

Kuantum Beyin

Bilinç-Beyin Sorununa
Yeni Bilimsel Yaklaşım



Dr. Sultan Tarlacı

Önsöz

Son on yıldan daha fazla zamandır, kuantum mekaniğinin bilinç/zihin teorisinde işlevi olabileceği veya olamayacağı konusunda tartışmalar artarak keskinleşmektedir. Bu tartışmanın bir tarafında geleneksel sinir bilimciler yer alır ve beyin biliminin anlamak için sinir hücrelerine bakılması gerektiğini iddia ederler. Diğer yandaki belli fizikçiler bilinç/zihin dinamiklerinde kuantum mekaniğini kurallarının etkisi olabileceğini öne sürerler. Bununla birlikte, bilinç ve zihin maddeden ayrılamaz. İnsan beyninin mikroskop altı dünyası bilinci, zihni doğurur. Zihin ve madde arasında keskin bir ayrımı asla yapmayız. Sonuçta “madde”den ayrılacak “zihin” ve “zihin”den ayrılacak “madde” yoktur.

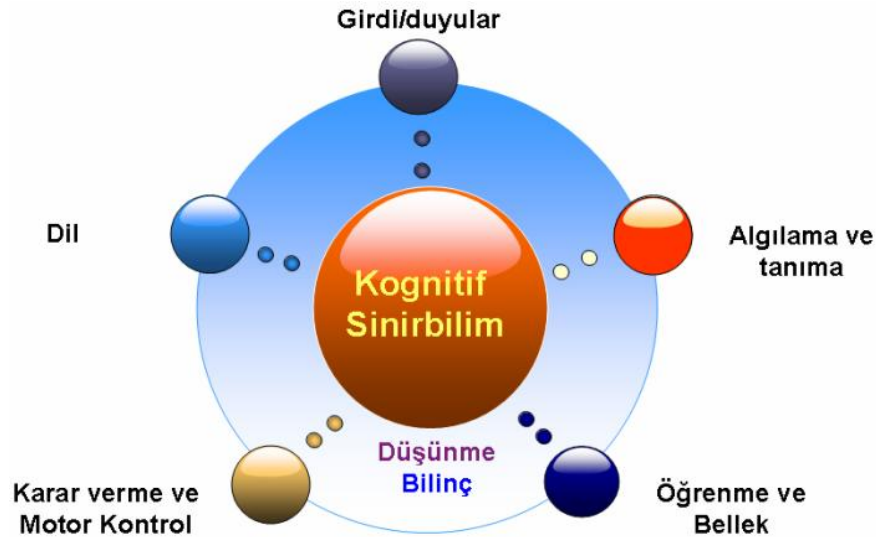
Beyin karışık bir fiziksel sistem olarak Makroskobik sinir hücresi sistemi ve ek bir mikroskobik sistemden oluşur. İlki, sinir akımı yollarından oluşur (akson gibi). İkincisi, Makroskobik sinir hücresi sistemi ile etkileşen kuantum mekanik çok parçacıklı sistemdir. Beyinde böyle çok parçacıklı sistemler vardır. Genel görelilik ve kuantum mekaniği teorisi bizim bilimsel dünyaya bakışımız ve fiziğin temel direğidir. Bilim tarihi içinde, başka hiç bir teori bu derece güçlü deneysel olarak doğrulanmamıştır. Birçok kuantum fizikçisi, kuantum teorisi ve bilinç arasında sıkı benzerlikler olduğunu öne sürmüştür. Bu benzetmeler, kuantum fiziği ve sinir biliminin “kurucu babaları” tarafından çok erken dönemde öne sürülmüştü. Bunlar arasında Fizikçiler David Bohm (1951), Niels Bohr (1958), John von Neumann (1955), Roger Penrose (1989 ve 1994) ve sinir bilimci John Eccles (1986) sayılabilir.

Kognitif Sinir Bilim Yeterli midir?

Günümüzde beyin içinde ne oluyor sorusunun yanıtını anlamaya çalışan kognitif sinir bilim ya da bilişsel sinir bilimdir (*cognitive neuroscience*). Hem kognitif sinir bilim hem de *rock 'n' roll* tarihi birbirine paralel seyrediyor. Öncelikle her ikisi de aynı yaşta. Her ikisi de 1950'lerde Amerika'da ortaya çıkmış ve oradan tüm dünyaya yayılmıştır. Zamanla en geçeli yaklaşımlardan biri haline gelmişlerdir. Özellikle, 1950–1990 arasında müzik en çok dinlenen, kognitif bilim ise psikolojide en sık üzerinde durulan alan haline gelmiştir. Genel olarak bakıldığında, zaman içerisinde *rock 'n' roll*'da kullanılan müzik aletlerindeki değişim gibi, kognitif bilimin kullandığı tanınmış yöntemler de (manyetik rezonans görüntüleme, pozitron emisyon tomografisi gibi) zaman içerisinde değişmiştir. Bugüne egemen olan kognitif sinir bilim, psikanaliz ve davranışçılığı takiben ortaya çıkmıştır. Davranışçılık bilinci reddederek sadece dışarıdan izlenen davranışları dikkate aldı. Diğer yandan psikanaliz bilinçaltı süreçlere daha çok önem verdi ve o da bilinci bir kenara bıraktı. Bu dönemde canlanan kognitif sinir bilimin bilinci sahipleneceği düşünüldü ancak o da bekleneni vermedi.

Bilimsel ekoller ve kavramlar birden bire ortaya çıkmaz. Bilimin ve akımların tarihsel seyrine bakıldığında, bir yeni akım daha önceki akımlardan ve dönemin bilimsel ruhundan etkilenerek ortaya çıkar. Dönemin ruhunu iyice özümsemiş akımlar, daha sert ve kalıcı bir çıkış yaparlar ve dönemin akımlarını bile baskılar duruma gelirler. Kognitif sinirbilim dönemin akımlarının omuzları üzerine adeta zıplamış ve 1950'lerde ortaya çıkmıştır. Ortaya çıktığı dönem ve öncesindeki bilimsel ruha da bir göz atalım. Sinir bilimsel açıdan, Edgar Douglas Adrian, sinir hücrelerinde “hep ya da hiç” prensibini ortaya atmış (1913), Hans Berger beyin elektriksel akımını kaydetmeyi başarmış (1929), ilk aksiyon potansiyeli sinir hücrelerinden kaydedilebilmiş (1929), Hodgkin-Huxley-Katz, voltaja bağlı iyon akımı olduğunu ortaya koymuş (1952) ve W. Penfield ve T. Rasmussen, beyin kabuğunu haritalamayı başarak (1957), beyin belli alanlarının belli işlevler için

özelleştiği ortaya koymuşlardır. Genel bilimsel açıdan ise, Kurt Gödel, Gödel teoremini yayınlamış (1933), Alan Turing, hesaplanabilirlik-algoritmalar üzerine makalesini tartışmaya açmış (1936), ilk bilgisayar ENIAC (1945) yapılmış ve bundan iki yıl sonra da (1947) transistor icat edilmiştir. Yine aynı yıl Claude Shannon, bilgi teorisini denklemler haline getirerek, bilginin hesaplanabilir bir özelliği olduğunu ortaya koymuştu. Francis Crick, James D. Watson ve Rosalind Franklin DNA yapısını keşfetmesi (1953), biyolojik canlılarında dörtlü kod ile programlanabileceği fikrini güçlendirdi. Ek olarak Norbert Wiener, "bilgin"nin tanımını yaparak Sibernetik biliminin doğmasına ilk adımları attı (1961). Bütün bu alanlara bakıldığında, hepsinin ortak teması ve anahtar kelimeleri hesaplama, bilgi işleme, bilgisayar ve bilgisayar ağlarıdır. Bu bilimsel eğilimler ortasında, bunların doğurduğu hayal gücünden kognitif sinir bilim canlanmış ve beyni dönemin akımlarından kaynaklanarak bir bilgisayara benzetmekle işe başlamıştır. Buradan kognitif sinirbilim şu deliller üzerine kurulur: bilgi işleyen (ardışık aşamalarla davranışın ortaya çıktığı), bu işlemeyi de hesaplama ile yapan bir bilgisayardır. Beyin bir bilgisayar (ıslak bilgisayar yani hardware değil wetware), zihin de onun softwaredir. Bu bilgisayarın temel birimleri sinir hücreleridir. Her sinir hücresi 0-1 şeklinde değer alır. Tıpkı bir bilgisayardaki gibi işlem görür. Sinir hücreleri birbirlerine bağlanır ve bağlanma ile oluşan sinir hücresi ağları bir araya gelerek beynimizi oluşturur. Zihin de bu ağlar üzerinde işlem görür. Ancak bugün kabul edilen ve değişik delillerle da ortaya konulan şudur: *beyin bir bilgisayar gibi çalışmaz ve en azından klasik bir bilgisayar değildir.*

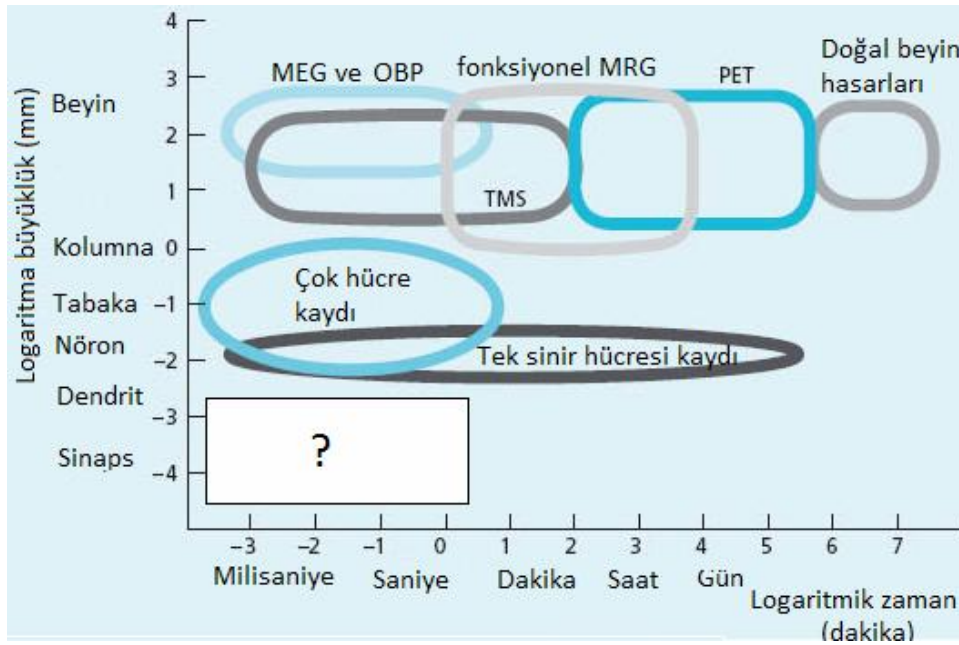


Şekil 1. Kognitif sinir bilim, duyuşal girdiler, bunları algılama ve tanıma, geri çağırma üzere bellekte kaydetme, karar verme ve motor (devinimsel) kontrol, içselliği dil ile aktarmayla ilgilenir. Ancak, bu süreçler esnasında ortaya çıkan, bilgisayarlarda olmayan, bilinç ve düşünme ile çok ilgilenmez.

Kognitif sinir bilim, anlaşılacağı üzere bilgi işleme ile ilgilenir. Bu bilgi işleme aşamalı oluşur. Giren bilgi algılanarak ve tanınarak, ona uygun bir anlam verilir. Aynı zamanda bu girdiler, daha sonra geri çağırılmak üzere depolanır (bellek). Duruma uygun olarak bu bilgilerden, gelecekteki durum hakkında karar verme ve çıkarım yapma sağlanır. Aynı zamanda işlenen bu bilgi davranışlarımıza rehberlik eder (devinimsel kontrol) ve sonuçları başkasına aktarmayı sağlar (dil). Bu işlemler esnasında da bilinç ve düşünce dediğimiz şey ortaya çıkar. Bütün bu döngü kognitif sinir biliminin temel ilgi alanıdır (Şekil 1). Buradan da anlaşılacağı üzere (günlük yaşamda bilgisayar kullanıcılarının da fark edeceği gibi) beyin bir bilgi işleyen bilgisayardır. Çünkü girdi, bunu depolama, gerektiğinde geri çağırma, bilgiyi işleme ve çıktı üretme günümüz bilgisayarlarının temel özellikleridir. Ama daha önce söylediğimiz gibi beyin bir klasik bilgisayar değildir.

Kognitif sinirbilim açısından, bilinç deneyimi olmaksızın sinir hücresele olayların doğasını gayet iyi anlıyoruz. Buna örnek aksiyon potansiyeli (sinirsel elektrik akımı) oluşumu, iyon değişimi, enerji kullanımı, aksonal transport, vezikül siklusu, sinir iletilicisi yapımı, salınımı ve yıkımını gayet iyi anlıyoruz. Ancak, deneyimlerin et beynimizde nasıl oluştuğu ve bilincin, bilinçsiz olan maddesel araçlardan nasıl doğduğunu anlayamıyoruz. Özellikle içsellığı olan deneyimleri anlamak için bize sunduğu bir yanıt yoktur. Örneğin; renk, ses, koku, tat, ağrı, görsel imajı hatırlama, hayal etme, karar verme, rüya, aşk, orgazm...

Elime bir iğne battığında ya da elim yandığında, serbest sinir uçları yanan yerde uyarılır ve ağrıyı taşıyan sinir liflerinde bir elektriksel akım aksiyon potansiyeli oluşur. Bu aksiyon potansiyelinin nasıl oluştuğunu ve beyne nasıl ulaştığını biliyoruz. Ama neden ağrı denen duyumu yaşadımıza kognitif bilimin verdiği yanıt yetersizdir. Bununla aynı olarak, müzik dinlerken kulağımıza ulaşan ses dalgalarının belli frekansı ve titreşimidir. Ama müzik deneyiminin ne olduğu ve nasıl beynimizde müzik deneyimi yaşadımıza yanıt yine yoktur. Bu yanıtlardaki yetersizlikler muhtemelen, kognitif bilimin kullandığı yöntemlerin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. Kognitif bilimin kullandığı yöntemler, kesitsel ve zamansal çözünürlüğüne göre ayrılabilir. Ancak burada bir açık alan vardır. Bu seviye uzay-zamansal olarak mili saniye düzeylerinde ve dendrit-sinaps altı büyüklüğü kapsar. Bu alanı çalışan bir yöntem kognitif bilimin elinde yoktur. Ölçeksel olarak bakıldığında zaman bu düzey kuantum mekaniğinin düzeyidir (sol alt içi soru işaretli kutu). PET: pozitron emisyon tomografisi, MRG: manyetik rezonans görüntüleme, MEG: manyetoensefalografi, OBP: olaya bağlı potansiyeller, TMS: saçlı deriden beyne manyetik uyarım.

Kognitif sinir bilimin kullandığı yöntemler, kesitsel ve zamansal çözünürlüğüne göre ayrılabilir (Şekil 2). *Zamansal çözünürlük*; bilişsel olayların ortaya çıktığı ve devam ettiği süreyi gösterir. Elektroensefalografi (EEG), magnetoensefalografi (MEG), beyin kabuğunu saçlı deriden uyarma (TMS) ve tek hücre kayıtlarının milisaniye çözünürlüğü vardır. Pozitron emisyon tomografisi (PET) ve işlevsel manyetik rezonans (fMRG) dakikalar ve saniyeler içinde olan olayları ortaya koyar. *Kesitsel açıdan* (büyüklük) bakıldığında ise, görüntüleme yöntemleri MRG, PET beynin bütünü hakkında bilgi verirken, tek hücre kayıtları tek bir sinir hücresi hakkında bilgi verir. Ancak burada bir açık alan vardır. Bu seviye uzay-zamansal olarak mili saniye düzeylerinde ve dendrit-sinaps altı büyüklüğü kapsar. Bu alanı çalışan bir yöntem kognitif bilimin elinde yoktur. Ölçeksel olarak bakıldığında zaman bu düzey, hem zamansal olarak hem de kesitsel olarak kuantum

mekanığının düzeyidir. Kognitif bilimin elinde, en azından bugün için, bu alanı araştıracak ya da inceleyecek bir yöntem bulunmamaktadır. Dolayısı ile bu noktada kuantum mekaniği/fiziğinin kurallarından yararlanmamız gerekmektedir. Bu kurallardan yararlanmayacak olursak, o zaman kognitif bilimi sadece klasik fizik kuralları içine sınırlamış ve hapsedmiş oluruz.

Kuantum Beyin Fazladan Ne sağlar?

Kuantum mekaniğinin özellikleri olan kuantum bit, yerel olmama ve dolaşıklık, tünelleme, parçacıklar arası etkileşimler, Bose-Einstein Yoğunlaşması, maddeye eşlik eden dalga ve alanlar bize beyni anlamada yeni ufuklar açabilir. Bir kuantum bit, klasik bitin sağladığı seçenekler olan 0 ve 1'den çok çok daha fazlasını sağlar. Bir kuantum bit'i, dünyamız gibi küre olarak düşünürsek, sadece tam kuzey ve güney kutupları 1 ve 1'e karşılık gelir. Dünyanın Meridyen ve paralelleri gibi, kürenin yüzeyinde *sonsuz* olasılıkta kesişme noktasına imkan verir. Her kesişme noktası ayrı bir değer ifade eder. Diğer yandan, bilgi işlemedeki temel birimler sinir hücreleri (nöron) olmayabileceği yönünde güçlü kanıtlar vardır. Temel işlem birimleri mikrotübüler tübülünler ya da dendrit üzerindeki dikensi çıkıntılarının olabileceği yönünde kanıtlar vardır.¹ Diğer yandan, klasik bilgilere göre, kalsiyum ve potasyum gibi iyonlar kendilerine ait iyon kanallarından seçici olarak geçerler. Ve her iyon bir iyon kanalından geçer. Ancak, kuantum fiziksel açıdan bakıldığında bir iyon sadece bir iyon kanalından geçerek etki etmez. Bir iyon bir iyon kanalından geçmesine karşı, diğer komşu iyon kanalları üzerinde de belli bir etkide bulunur. Örneğin, kalsiyum iyonunun çapı santimetrenin yüz milyarda biridir. Kuantum belirsizlik ilkesine göre, bir kalsiyum iyonunun belirsizliği 0,04 cm ya da binde dört santimetredir. Bu değere bakıldığında, belirsizlik etki alanı, kendi asıl çapının 100 milyon katı bir alana yayılır. İyon kanallarının mikrometre karede 2000 ile 12 bin arasında olduğu düşünülduğünde ve beyinde milyar milyar kalsiyum kanalı göz önüne alındığında bu etkinin inanılmaz olduğu görülecektir. Aynı durum sadece iyonlar için değil, sinir iletilicileri için de geçerlidir. Bir sinir iletilicisi tek bir alıcısına (reseptöre) bağlanmakla beraber, aslında yakın komşuluğundaki diğer reseptörlere de etki eder. Örneğin, 8 nanometre (nm) çapındaki bir sinir iletilicisi 63 nm genişliğinde bir alanda etki eder. Etki olayı sadece klasik fizikte olduğu gibi, bir anahtarın bir kilit içine girmesi ve kapıyı açması şeklinde değildir.² Bir anahtar bir kilit içine girer ama diğer kapıların açılmasına da katkıda bulunur ve hatta katkıdan çok daha etkide bulunur. Bu etki doğrudan klasik fizikte olan doğrudan temasla kuvvet aktararak gibi değil, kuantum fiziği kuralları içinde olan, uzaktan *etkileşimlerle* olur.

Diğer yandan kuantum fiziğinde her bir parçacık bağımsız değildir. Uzaktan etki ile diğer parçacıklarla da etkileşim içindedir. Bir parçacığın durumundaki bir değişiklik diğerinin durumunu da anında belirler. Örneğin, n sayıda parçacıktan oluşan bir sistemdeki parçacıklardan birindeki bir değişim, 2^n parçacığın durumunu anında etkiler. Bu vuduu büyü gibidir. Arada bir bağ yoktur ve etkileşim uzaklıktan bağımsızdır. Beyindeki sinir iletilicileri ve iyonlar aynı zamanda bu etki altındadır.³ Sonuçta, her bir iyon kısa mesafeli ve mesafeden bağımsız olarak birbiri ile karşılıklı ilişkidir.

Bunun yanında, kuantum mekaniğine özgü olan tünelleme, muhtemelen sinir iletilicilerinin kimyasal bağlantı noktalarında (sinaps) serbest bırakılmasında^{4,5} veya iyonların hücre zarından geçişlerinde de devreye girer. Bu tünelleme beyinde sürekli olan

¹ Hameroff S and Penrose R. Conscious Events as Orchestrated Space-Time Selections. NeuroQuantology 2003;1:10-35

² Schwartz JM, Stapp HP, Beauregard M. Quantum physics in neuroscience and psychology: a neurophysical model of mind-brain interaction. Philosophical Transactions R Soc B 2004;1598:1-19.

³ Bernroider, G and Roy, S. Quantum entanglement of K⁺ ions, multiple channel states and the role of noise in the brain. SPIE 2005;5841:29.

⁴ Eccles JC. A unitary hypothesis of mind-brain interaction in the cerebral cortex. Proc Roy Soc London B 1990;240:433-451.

⁵ Beck F. Synaptic Quantum Tunneling in Brain Activity. NeuroQuantology 2008; In Press.

düşünce akışımız, elektriksel olarak kaydedilen beyindeki zemin gürültüsü ve minyatür son plak potansiyeli denen boşalımlardan (20-40 Hz) sorumlu olabilir. Hele hele insan dahil memelilerde olduğu gösterilen elektriksel sinir hücreleri arası bağlantı bölgelerinde (sıkı bağlantı bölgeleri) büyük bir olasılıkla tünelleme yoğun olarak devreye girmektedir.⁶ Çünkü bu sıkı bağlantı bölgelerindeki etkileşim doğrudan elektrikseldir. Tünelleme olayı, beyne bütüncül olarak baktığımızda bilincimizi oluşturan önemli bir etken olabilir.^{7,8}

Beynin en önemli özelliği, bütüncül beyin çalışması ve eşdurum halidir. Bu eşdurum halini ve bütüncül beyin çalışmasını sadece sinir hücrelerinin oluşturduğu, basit iyon geçişleri ile birbirine bağlanan ağlarla açıklamak zor görünmektedir. Normal düşünce hızımız ve akışımız, beynin bütüncül çalışmasına klasik yönden bakıldığında çok çok hızlıdır. Bu bütünlüğü ve eşdurumlu çalışmayı açıklamak için klasik anlayıştan daha fazlası gerekmektedir. Kuantum mekaniğinde olan Bose-Einstein yoğunlaşması bu durumu açıklamak için ideal bir yaklaşım olabilir. Bose-Einstein yoğunlaşması cansız maddede sıklıkla ortaya konulabilmesine karşın, biyolojik olan canlılarda da benzer durumun, dışarıdan enerji desteği ile mümkün olabileceği öne sürülmektedir.⁹ Bu şekilde gerçekleşebilecek bir bütüncül çalışma; bilinç, zihin, düşünce, kişilik ve bir bütün olarak hissettiğimiz BEN'liği oluşturuyor olabilir.¹⁰

Kabaca bakıldığından aslında her an bedenimizde kuantum mekaniksel olaylar işler. Kumsalda güneşlenirken bronzlaşma, dış dünyadaki nesnelere görme kuantum mekaniksel olaydır. Güneş ışınları ya da göze (retina tabakasına) gelen ışınlar kuantum temel parçacığı olan fotonlardır ve frekansının, Planck sabiti ile çarpımı kadar enerji aktarır. Planck sabiti olan her denklem kuantum mekaniksel bir denklemdir. Diğer yandan sinir bilimciler tarafından da göz ayrı bir organdan ziyade beynin uzantısı olarak kabul edilir (diğer yandan gözler kalbin değil beynin aynasıdır). Yine aynı mekanizma ile derimizde aktif vitamin D3 oluşur. Ek olarak fotosentez de başlı başına kuantum mekanik bir enerji dönüşümüdür. Bütün bunlar kuantum fotokimyasal tepkimelerdir. Bedenlerimizdeki kuantum mekanik olaylar sadece bunlarla sınırlı değildir: mitokondrial ve hücresel H iyonu değişimi, solunum zincirindeki elektron transferleri, hücrede enerji elde etmek için çalışan Krebs döngüsü... Bütün bunlar kuantum mekanikseldir. Beyinde de olasılıkla (hücrede enerji üretimini ya da görmenin nasıl olduğunu bilmediğimiz zamanlardaki gibi) bir kısım kuantum mekaniksel olaylar gerçekleşmekte ve bunlar bizim belleği, bilincimizi ya da içimizdeki beni oluşturmaktadır. Bugün için kanıtlarımız sağlam olmasa da kanıtın yokluğu, olmadığı anlamına gelmez!

Kuantum Beyin Yeterli midir?

Kuantum mekaniği, fizik biliminin son aşaması değildir. Deneylerle mükemmel uyuşan kesinliğine ve güvenilirliğine rağmen zaman içerisinde mutlaka başka kavramlara dönüşme ve hatta kuantum fiziği ötesi yeni bir fiziğe dönüşecek ya da sıçrayacaktır. Bu bilimin genel yaklaşımıdır. Her teori ne kadar ideal ve güçlü kabul edilse de zaman içerisinde mutlaka yerine daha iyileri geçecektir. Tıpkı geçmişte çok doğru kabul ettiğimiz ve artık başka teoriye gerek yok, bunun kuralları tüm evreni açıklamaya ve hatta Tanrı'nın aklından ne geçtiğini anlamaya yeterlidir dediğimiz klasik (Newton) fiziği gibi. Hâkimiyeti 300 yıl çok güçlü bir inançla sürdürdü... Sonra, inanç bir anda çöktü... Aslında bu bilimin doğal seyriydi ama bunu bilmeyen birçok kişide derin hayal kırıklıkları yarattı. Ardından kuantum mekaniği mucizesi çıktı. Kuantum mekaniğinin sinir sistemi ve et beyinlerimizde devreye girdiğini ortaya koymak bize birçok şeyi daha iyi anlama fırsatı

⁶ Walker EH. Quantum Mechanical Tunneling in Synaptic and Ephaptic transmission. International Journal of Quantum Chemistry 1977;11:103-127.

⁷ Walker EH. Quantum theory of consciousness. Noetic Journal 1991;1:100-1007.

⁸ Walker EH. The nature of consciousness. Mathematical Biosciences 1970;7:131-178.

⁹ Fröhlich H. Long-range coherence and energy storage in biological systems. Int J Quantum Chem 1968;2:641-649.

¹⁰ Marshall IN. Consciousness and Bose-Einstein Condensates. New Ideas in Psychology 1989;7:1

verecektir. Elimizdeki klasik fizikle anlamakta zorluk çektiğimiz bilinç, bilincin birliği, bellek, zihin içeriği (qualia), farklı bilinç durumları, içimizdeki “ben” duygusu, parapsikolojik fenomenleri ve hatta ölümden sonra bilincimize/düşüncelerimize ne olacağına bir açıklama getirebilir.

Kuantum mekaniği en kötü ihtimalle beyin çalışmasında işe karışmıyor olabilir! Bunu kabul etsek bile, bilincimiz ve diğer beyin özelliklerini kuantum mekaniği özellikleri ile bir araya getirmek, en azından, bize yeni bakış açıları ve farklı düşünme şekilleri kazandırabilir. En azından, beynimize hiçbir zararı olmayacak şekilde bize zihin jimnastiği yaptırır.

Gelin beraber bir yolculuğa başlayalım... Beynin derinliklerine seyahat... Geleceğin bilgisine, gelecek gelmeden ulaşalım ve hayalini kuralım...

Dr. Sultan Tarlaci

Soru ve öneriler için: info@kuantumbeyin.com

www.KuantumBeyin.com

www.NeuroQuantology.com

Küçük Sözlük

Kitapta, değişik kısımlarda, genelde doğrudan sözlük anlamları yerine bilimsel kavram içinde çağrışım ve kullanım yerlerine göre aşağıdaki gibi karşılıkları tercih edilmiştir. Özellikle yabancı kaynaklara başvurular için ortak dilin ne olduğunun anlaşılması için İngilizce kelimeler de listeye eklenmiştir.

A priori, Önsel

Aksiyon potansiyeli, Sinir iletimi, iletisi

Akson, Sinir hücresi esas uzantısı

Ampirizm, Deneycilik

Computation, İşleme, bilgi işleme

Depolarizasyon, Sinir uyarılması

Determinizm, belirlenimcilik, gerekircilik

Dissipative, Törpüleyici, dağıtıcı

Düalizm, ikicilik

Eksitator, Uyarıcı

Eksponansiyel, Üstel

Entanglement, Dolaylılık

Epistemoloji, Bilgikuramı, bilgi felsefesi

Faz, Aşama-safha

Fenomenoloji, Görüngübilim

Fluktuasyon, Dalgalanma

Fonksiyonel, işlevsel

Frefrontal, Önalin

Frontal, Alın

Functionalism, İşlevselcilik

Halüsinasyon, Varsanım

Unitary, Birimsel

Korrespondenz, Karşılıklı

Particle, Parçacık

Antroposantrik, insanmerkezli

İndeterminist, Belirlenimsiz

İndeterminizm, Belirlenimsizlik, belirlenemezlik

İnhibitör, Baskılayıcı

Koherans, Eşdurum

Kollaps, Collapse, İndirgenme, çökme

Konsantrasyon, Yoğunluk

Korelasyon, İlgileşim, doğrusal karşılıklı ilişki

Korteks, Beyin kabuğu

Kuasi, Sanki, adeta, neredeyse

Lineer, Doğrusal
Materyalizm, ideoloji kokusu verdiğinden,
maddecilik/özdekçilik kullanıldı
Monizm, Tekçilik
Motor, Hareket, devinim
Neokorteks, Yeni beyin kabuğu
Neokortikal, Yeni beyin kabuğu ile ilgili
Nöron, Sinir hücresi
Nörotransmitter, Sinir ileticisi
Obje, Nesne
Objektif, Nesnel
Ortodoks, Tutucu, katı
Paradoks, Açmaz
Parietal, Duyusal
Patern, Desen, örüntü
Perturbation, Bozucu dış etki, tedirgenme, tedirgi
Pozitivizm, Olguculuk
Repolarizasyon, sinir iletiminde sönümleme
Reseptör, Algılayıcı
Rölativite, Görelilik
Simetri, Bakışım
Sinaps, Sinir hücreleri arası bağlantı
Stokastik, Rastlantı(şal)
Strange attractor, Tuhaf çekici
Sübjektif, Öznel
Süperpozisyon, Üst üste binme
Süperiletken, Üstüniletken
Temporal, Şakak
Vektör uzayı, Doğrusal, çizgisel uzay
Vezikül, Kesecik

Kitapta kullanılan bazı sembol, işaretler için yönlendirmeler ve okunuşları

Büyük	Küçük	Okunuşu	Sıklıkla kullanılan ifadesi
A	α	alfa	
B	β	beta	B manyetik alan
Γ	γ	gamma	
Δ	δ	delta	Önüme gelen sembolün zamana göre değişimi (Δt gibi)
E	ϵ	epsilon	Enerji
Z	ζ	zeta	
H	η	eta	H Hamilton işlemcisi
Θ	θ	teta	Açısal yer değiştirme
I	ι	iota	
K	κ	kappa	
Λ	λ	lambda	Dalga boyu, kozmolojik sabit
M	μ	mu	Mikron, manyetik dipol momenti,
N	ν	nu	Frekans
Ξ	ξ	xi	
O	\omicron	omikron	
Π	π	pi	3,14159
P	ρ	rho	Olasılık
Σ	σ, ς	sigma	Σ toplam, Parçacık fiziğinde baryon tipi
T	τ	tau	
Y	υ	upsilon	
Φ	ϕ	phi	Altın oran: 1,618, manyetik akım, dalganın fazı
X	χ	chi	Uzaysal konum
Ψ	ψ	psi	Kuantum mekaniğindeki dalga fonksiyonu. Ψ konumla birlikte zamana bağlı ise, ψ sadece konuma bağlı ise. Parapsikolojide psi fenomeni.
Ω	ω	omega	Ω şeklinde Ohm, ω açısal hız.

Diğer semboller ve işaretler

MÖ	Milattan Önce
MS	Milattan Sonra
•	Çarpma (x) işareti yerine kullanılmıştır
s	spin
Å	Angström
∞	sonsuz
exp	e değeri üzerine gelecek üstel rakamları önceler, $e=2.718$ ve $\exp(x)=e^x$
gr	gram
p	momentum
t	zaman
eV	elektron volt
mm	milimetre
nm	nanometre
msan	milisaniye
nsan	nanosaniye
san	saniye
ℵ	"alef" okunur, sonsuz küme
h	$h/2\pi$ 'e bölünmesi, Dirac sabiti= $1,05457168 \cdot 10^{-34}$ Js
h	Planck sabiti= $6,6260693 \cdot 10^{-34}$ Js
ν	frekans
c	ışığın boşlukta yayılma hızı
∫	Toplama işareti.
veya	ilki sürekli nicelikler için kullanılan integrallerde, ikincisi ise aşağıdaki türden süreksiz terimler içeren ifadelerde kullanılır.
∑	Örneğin;
	$\sum_{i=1}^n x_i$ 'de $(x_i) 1 \leq i \leq n$ dizisinin elemanlarının toplamı
	$\sum_{j=1}^n E_j$ çizgisel uzay (vektör) ailesi toplamı
∏	Çoklu çarpımlar işareti. Örneğin;
	$\prod_{i=1}^n x_i$ 'de $(x_i) 1 \leq i \leq n$ dizisinin tüm elemanlarının çarpımı
√ veya	karekök
√	
⊂	kümeler arasında kapsama
∈	kümeye ait olma
:	yaklaşık eşitlik
≡	özdeşlik
[...]	birleştirim ya da aralık
∅	boş küme
(...)	birleşim

Felsefe, Bilim, SahteBilim, BilimOlmayan, ÖnBilim, Biliminsanı, BilimDüşmanı...

"Felsefe" sözcüğünü dile sokan Platon'dur (MÖ yaklaşık 427–347). Fakat daha önce Efesli Herakleitos'un (MÖ 535–475) "filozof" sözcüğünü kullandığı bilinmektedir. Felsefenin isim olarak oluşmasına karşın, filozof ile felsefe arasındaki bağın kurulması bir yüzyılı gerektirecektir.¹ Platon, "*Ruh Üzerine/Fedon*" adlı eserinde Sokrates'in ölümüne mahkûm edilmesi üzerine; "*öleceği için üzüntü duyan bir insan gördüğünde, bu onun bilgeliği seven (filosofos / φιλόσοφος) değil ama bedeni seven (filosomatos / φιλοσωματος) biri olduğunun yeterli bir belirtisi değil midir?*" diye sorarak "bilgeliği seven" ile felsefe kelimesinin ilk anlamını ortaya koyar.² Ve Tanrılarla birlikteliğe girme izninin bir felsefeci olmamış ve arınmamış kimseye verilmeyeceğini, yalnızca bilgiyi sevenlere verileceğini söyler. Bilgeliği gerçekten sevenler tüm bedensel isteklerinden kaçınırlar, onlara direnirler ve kendilerini onlara teslim etmezler. Bilgeliği sevenler, ılımlı ve yürekli olurlar. Bunun farklı bir tanımını ise, *Savunma*'sında "Sorgulanmayan yaşam, yaşamaya değmezdir" diyerek ortaya koyar.

Felsefeyi yeniden gerçek anlamda şekillendiren René Descartes'in (1596–1650) felsefe tanımı ise şöyledir: "*Felsefe sözcüğünden bilgeliği inceleme anlaşılır, bilgelikten anlaşılana da yalnız işlerimizdeki öncülük değil, aynı zamanda yaşamımızı yönetmek için olduğu kadar sağlığını koruma ve tüm zanaatların yaratılması için de insanın bilebildiği tüm nesnelere tam bir bilgisi anlaşılır... Böylece bu bilgiyi öğrenme yolunu öğrenmek (işte asıl felsefe budur) bu ilk nedenleri, yani ilkeleri aramakla işe başlamak gerekmektedir.*"³ Descartes'a göre "...tüm felsefe bir ağaç gibidir: kök, gövde ve dallar. Kökleri fizikötesi, gövdesi fizik ve dalları da diğer bilimlerdir... Ağaçlarda meyveler nasıl kök ve gövdelerden toplanmayıp dallardan alınırsa, felsefenin yaran da aynı biçimde en son öğrenilebilen bölümlerinden sağlanır."

William James'e göre felsefe "*henüz yanıtlanmamış sorular*" için kullanılan bir sözcüktür. Ve ne zaman ufukta çözümler görünse, bilimadamları ortaya çıkar ve çözümü sahiplenirler, geriye kalan yanıtlanmamış artıklar ise felsefecilerin elinde kalır.⁴ Ardından, bilimin yeni sonuçlarını felsefeciler tekrar ele alarak yaşamın başka alanlarıyla ilişkisini aramaya başlarlar. Bu felsefe-bilim-felsefe zinciri böylece devam eder gider.

Felsefecilerin "*veri temizleme ve bilgiye giden yoldaki çöpleri temizleyen vasıfsız işçi*" gibi çalıştığını öne sürenlere hak vermek herhalde yanlış olur. Çünkü felsefe ve felsefeciler bugünün biliminin temelini oluşturan matematik, fizik, psikoloji, ekonomi, sosyoloji ve politikanın doğumunu sağlamışlardır. Ernest Gardner'ın dediği gibi "*tüm felsefecilerin üzerine toplu halde atom bombası düşse ve yok olsalar bunu kimse fark etmezdi, hiçbir etkisi de olmazdı*" demek ya da bir felsefeci George Lewes'in meslektaşlarını "*dolambaçlı bir labirentte sürekli gezinen ve kendilerini sürekli, öncüllerinin daha önce geçtiği ama hiçbir çıkış bulamadığı yerlerde bulanlar*" olarak tanımlamasına katılmak, bilimin tarihsel seyrine bakınca mümkün değildir.

Friedrich Hegel (1770-1831) felsefe için "*asla yeni bir şey yaratmaz*" derken, Martin Heidegger (1889-1976) bütün gerçek filozofların "*temelde aynı şeyi*" öne sürdüklerini söyleyerek bu yaklaşımı devam ettirmiştir. *Felsefe Nedir?* adlı kitabın (1996) yazarları Gilles Deleuze ve Felix Guattari bunlara kulak asmazlar ve "Felsefe nedir?" sorusunu, yaşlılıkta dobra dobra konuşma vakti geldiğinde ya da gece yarısı, insanın soracak bir şeyi kalmadığı zaman sorduğu bir soru olarak görürler. Buna verilen klasik yanıt da; kavramlar oluşturmak, keşfetmek, üretmek sanatı olarak tanımlarlar. Ancak bu tek başına yeterli değildir. Felsefe, kavramlar yaratmayı içeren bir

¹ Deleuze G ve Guattari F. *Felsefe Nedir?* YKY. Çev: T. Ilgaz. 6. Baskı, 2001;82.

² Platon. *Ruh Üzerine/Fedon*. Çev: A. Yardımlı, D. Canefe. İdea yay, 1997;51.

³ Descartes R. *Felsefenin İlkeleri*. Say Yay. Çev: M. Akın, 1998;33-34.

⁴ Gjertsen D. *Science and Philosophy-Past and Present*. Penguin Books, 1989.

disiplindir. Bu kavramlar Aristoteles'in töz'ü, Descartes'in cogito'su, Kant'ın koşul'u ve Bergson'un süre'si gibi yapılardır. Bu kavramlara zaman içinde bir şeyler eklenerek, çıkartılarak ve düzeltilerek değiştirilirler. Kavram yaratmak yalnızca felsefeye ait olsa da, bilim ve sanat benzerlerini yaratılır. Kavramlar yaratma önceliği felsefeye bir üstünlük vermez. Kavramların birleştiricileri vardır ve onlar aracılığıyla tanımlanırlar. Kavramlar hiç bir şekilde bilimde yer alan önerme değildir. Önermeler için, bilimsel olarak tanımlanabilen gözlemciler söz konusudur. Önermeler ve fonksiyonlar bilim için yeterlidir ve bilim kavramlara gereksinim duymaz. Bilimin işini yapması için felsefeye en ufak bir gereksinimi yoktur.

Deleuze ve Guattri, göz önüne alınması gereken felsefi çalışmaları; tek atımlık olanlar, özgün olanlar ve mutlak bir biçimde egzantrik olanlar şeklinde ayırırlar. Felsefeyi düzlemlerin bir arada var olması olarak tanımlarlar; sistemlerin art arda dizilmesi değil. Çeşitli felsefeler, duvara asılmış resimler ya da gece gökyüzünde ışıldayan "ışığı şimdi her zamankinden daha da parlak olan ölü yıldızlar" gibi birbirinin yanı sıra asılı dururlar. Deleuze ve Guattri'ye göre felsefe düşüncenin üç formundan biridir ve diğerleri sanat ve bilimdir. Birbirleriyle sürekli çiftleştirilmelerine rağmen bunlar asla birbirleriyle iletişim kuramazlar. Çünkü dili "birbirleriyle karşılaştırılması mümkün olmayan şekillerde" kullanırlar. Diğer bir fark da felsefenin kavramlar, bilimin önermeler ve sanatın duygular, algılamalar üzerinde kurulu olmasıdır. Felsefe, bilim ve sanatın tek birleşme noktası beyindir.

Bilimsel çözümde anlaşmanın zorluğu tanımlanamamasıdır. Tanımlama işini büyük oranda felsefeciler yaparak, çözüm için sorunu uygun şekle sokarak bilimsel alanlara kaydırırlar. Yani, hazırlayıcı aşama görevini felsefe görür. Gerçek bilimsel sorunlar uzun yıllar çözülmeden kalabilir ve uzun süre önce çözüldüğü sanılan sorunlar yeniden ortaya çıkabilir.⁵ Çözüm bulunduğu noktalarda da yeni dallar verip tekrar felsefecilerin alanına girerek "bilimin felsefesi" yapılır ve sorunlar yeniden derlenip toparlanıp bilim adamlarının önlerine sürülerek, çözümlerinin üzerlerine atılmaları beklenir. Her ne olursa olsun, David Hume'un dediği gibi; "Bir filozof ol; ama tüm felsefenin arasında, yine de bir insan ol."⁶

Bilim Nedir?

insan akılcılığının en üst yansıması olan bilim, "üzerinde, evrensel fikir birliğine varılabilecek yargıların incelenmesidir." Bilim dünya hakkında belirtilebileceğimiz nesnel ve dizgisel (sistematik) gerçeklerin bir birikimiye, öznelliğin varlığının da, ötekiler gibi, bilimsel nesnel gerçeklik sayılması gerekir. Özel bir gerçek, bilimin belirli bir tanımına aykırıysa, terk etmemiz gereken tanımdır; gerçek değil.⁷ Diğer bir tanımda, gözlemlene ve planlı deneye, eleştirel yorumlamaya, genellemeye, hipotezlere ve açıklayıcı teorilere götüren tahminlere dayalı karakteristik yöntemle bilim denir. Bu nedenle doğa felsefesinden bilime geçiş bir isim değişikliğinden çok daha fazla bir anlam ifade etmektedir. "Herhangi bir spekülasyon konusuna ilişkin... düzenli veya yöntemsel gözlemler ya da önermelerin bütünü temsil eden" bir terim olarak 1725'de bilime göndermeler yapılmıştır. 1867'de şu ifade kullanılmaya başlanmıştır: "Bilim kelimesini... teolojik ve metafizik anlamından çıkarıp fiziksel ve deneysel bilimin ifadesi olarak [kullanacağız]."⁸

Auguste Comte (1798–1857) pozitivism tezini toplumsal reformun temeli olarak ortaya atarak yeni bir dönemin öncülüğünü yapmıştır. Ona göre pozitivism başlıca amacı '*bilimsel tasavvurlarımızı genelleştirmek ve toplumsal yaşam sanatını sistematik hale getirmek*'ti. Comte, bilimsel ruhun insanın spekülatif düşüncesinin doruk noktasını temsil ettiğini düşünüyordu. Pozitivism ile dinbilim-metafizik dışarıda tutulmaya başlanmasına rağmen, Comte'a göre pozitivism yalnız düşünsel değil manevi alanda da ilerlemeyi içine alıyordu ve bunun zaman içinde dinin yerini alacağını iddia ediyordu. Daha sonra, Herbert Spencer sistematik pozitivismi geliştirdi. Buna göre tüm bilgiler bilimsel araştırma yoluyla ulaşılabildir. Pozitivistler "tanım" yerine "yasa" terimini tercih ediyorlardı. Din ile metafiziğin bilimden esaslı ayrılması Aydınlanma ile başladı ve pozitivist bilim açığa çıktı. Pozitivist düşünce bugün de hala etkisini korumaktadır.

⁵ Gjertsen D. Science and Philosophy-Past and Present. Penguin Books, 1989.

⁶ Hume D. İnsan Zihni Üzerine Bir Araştırma. Çev: S. Ögdüm. ilke Yay. 1.Baskı, 1998;11

⁷ Searle J. Minds, Brains and Science. Harvard University Press, 1984; 34-35.

⁸ Trusted J. Fizik ve Metafizik. Akıl Çağı. İnsan Yay. 1995, İstanbul. s:198

Teori—varsayım silindi

Teori-**varsayım** Yunanca “*theoria*” kelimesinden 1590–1600 yılları arasında bilime katılmıştır. “Bakmak-görmek” manasındadır. William Whewell, 1840’ta teorilerin “tüm gözlemlenen gerçeklerle” tutarlı olması ve “henüz gözlemlenmemiş olguları da” başarıyla açıklaması (öngörmesi) gerektiğini ortaya koymuştu.

Son iki yüz yıldır doruğuna ulaşan bilimde, yaşadığımız yüzyılda fizik ve biyoloji yasalarından öğrendiğimize göre oluşturulacak yeni teoriler bazı disiplinli özellikler taşımalıdır. Ama oyunun temel özelliği, özel bir kural oluşturmak ve sonra da onun süzgeçlerden geçip geçmediğine bakmaktır. Genel bir (bilimsel) teori nasıl olmalıdır? Olanaklı olduğu sürece gerçekler bağımsız bir şekilde onaylanmalıdır. Eğer varsa, önceki birden fazla teori üzerinde durulmalı ve açıklanacak bir şey varsa, olası tüm açıklamalar ortaya konulmalıdır. Bir teoriye gereğinden fazla bağlanma yerine, bu bilgiye erişim yollarından biri olarak düşünölmeli ve diğere alternatiflerle adil bir şekilde karşılaştırılmalıdır. Büyöklük, düşünöcenin karşıtına da dokunabilmek olduğundan, karşıt düşönceler de gözden geçirilmelidir. Teoriyi reddetmek için nedenler aranmalı ve teori nicelendirilmelidir. Bir teoriyle yeterince uzun zaman aldatılmışsak, aldatmacayı ortaya koyan her türlü kanıtı (fark etmeden) ret edebileceğimizi de akılda tutmalıyız. Teorik sonuçlar bir ölçüye, sayısal değere sahipse bu ortaya konulmalıdır. Böylece diğere teorilerle daha kolay karşılaştırılabilir hale gelir. Eğer teoride savlar zinciri söz konusu ise, zincirin her halkası - bir kısmı ya da birçoğıu değıil - geçerliliğini kanıtlamak zorundadır. ilke olarak, yanılabilir olup olmadığı sorgulanmalıdır.

Sinanmayan, yanlışlanamayan önermeler pek fazla değere taşımazlar. Bilim, aynı zamanda çok kuvvetli ve uzlaşmaz bir kuşkuçuluk gerektirir. Kuşkuçulara, deneyleri tekrarlama ve aynı sonuçları alıp almayacaklarına bakma şansını vermeliyiz. Kuşkuçucu eleştirmenlerin rolleri her zaman kısır veya önemsiz değıildir. Hiçbir yere götürmese de, an azından kimi yönlerinin umut verici olmadığını açığa çıkarabilirler. Kolay inanmaya eğilimliyseniz, içinizde bir gram bile kuşkuçuluk yoksa umut vaat eden görüşleri değersiz olanlardan ayırt edemezsiniz.⁹ Yani, aynı anahtar hem cehennemin, hem de cennetin kapılarını açabilir. İyi düşünöcenin hangisi olduğuna karar verecek bir otorite olmadığından, kararı kendi şüpheci yaklaşımlarımızla vermek durumunda kalırız.

Peki, bir teori oluşturmak için nereden başlanmalı? Yeni bir yasa nasıl aranmalıdır? Bunu fizikçi Richard Feynman’ın (1918–1988) sözlerinden aktarmak daha doğru olacaktır: “Daha önceden bilinen ilkelerle başlarım” diyebilirsiniz. Ama bilinen ilkelerin hepsi birbiriyle tutarsızsa, o zaman bir kısmının dışlanması gerekecektir. Bunun için, yeni tahminlere yer açmak için boşluklar bırakmak gerekiyor. Neyi alıkoyup neyi atacağımızı nasıl bileceğiz? Her şeyi birden atmak biraz ileri gitmek olur. O zaman üstünde çalışılacak fazla bir şeyimiz olmaz. Bu nedenle seçmek gerçekte belki bir şans işidir; ama yine de beceri gerektirmektedir. Üstelik teoride yapılan çok küçük değıişiklikler, o teorinin çevresindeki felsefe ve düşöncelerde çok büyük değıişikliklere yol açar. Yeni yasalar ararken, kusursuzluğün üzerine küçük kusurlar koyamayız; yine kusursuz bir şey bulmaya çalışmalıyız. Belirli bir teorinin yanlış olduğunu kanıtlama olanağı her zaman vardır; ancak doğru olduğunu hiçbir zaman kanıtlamayız. İyi bir tahmin yaptığımızda, sonuçları hesapladığımızda ve sonuçların her seferinde deneyle uyumlu olması durumunda teori doğru mudur? Hayır; sadece yanlış olduğu kanıtlanmamıştır. Belki ileride daha kapsamlı çalışmalarla yanlış olduğu ortaya konabilir. İyi bir teori daha sonra yanlış olduğu anlaşılan cesur tahminlerde bulunur.

Kötü bir teori belirsiz tahminlerde bulunur, bunları test edemeyeceğimizi öngörür. Açık ve berrak olmayan bir teorinin yanlış olduğunun ortaya konması zordur. Eğer yapılan tahminler iyi ifade edilmemiş, berraklıktan uzak ise sonuçları bulmak için kullandığımız yöntem de açık ve berrak olmayacaktır. Yanlış olduğu ortaya konamadığından, bunun da iyi bir teori olduğunu düşünürsünüz. Peki, ne zaman doğru olduğunu bileceğiz? Yalın ve güzel bir teori ise erken dönemde doğruluğı fark edilebilir. Bu nedenle, gerçeğın her zaman basit olduğunu düşünüp karmaşık teorilerden uzak durulmalıdır. Richard Feynman’ın dediğıi gibi “Bize lazım olan hayal gücüdür; ama deli gömleğıi giydirilmiş hayal gücü”. Dünyaya yepyeni bir bakış açısı bulmamız gerek ve bu bilinen şeylerle uyumlu olmalı. Ancak tahminler bir yerde bir şeylere ters düşmeli;

⁹ Sagan C. Karanlık Bir Dünyada Bilimin Mum Işığı. TÜBİTAK yayınları. 1998; s168-169, 196, 244.

yoksa ilginç olmaz. Bununla beraber ters düştüğü konuda da doğa ile uyum içinde olmalıdır.¹⁰ Çünkü bilim doğayla diyalogun olmazsa olmaz (*sine qua non*) koşuludur.¹¹

Teorinin doğrulanabilirliğine karşı, Karl Popper (1902–1994) yanlışlanabilirlik ilkesini ortaya atmıştır. Yanlışlanabilirlik ölçütü, Popper'in bilim kuramının temelidir. Popper'a göre bilimsel "teori potansiyel olarak yanlışlanabilir (falsifiable)" olmalıdır. Popper "teorinin doğruluğu, onun yanlışlanabilirlik özelliğinden kaynaklanır" ve "teorilerimizi yanlışlamayı alabildiğince açık bırakabilmek için elimizden geldiği kadar çok anlamlılıktan uzak bir biçimde formüllemeliyiz" der. Popper'a göre ruhbilim sorunlarını, bilim kuramsal sorunlarla karıştırmaktan kaçınmak gerekir: "Yeni bir düşüncenin insan zihninde nasıl doğabildiğini bilme sorunu - ister bir müzik teması, ister dramatik bir çatışma, ister bilimsel bir kuram söz konusu olsun - deneyci ruhbilim bakımından büyük önem taşıyabilir, ama bilimsel bilginin mantıksal çözümlenmesi anlamına gelmez." Popper'a göre bilimsel bir yöntem, "Bütün sistemleri en zorlu bir yaşama savaşımından geçirerek, sonunda nispeten en elverişli" sistemi seçmek amacıyla, her türlü sınamadan geçirilmesi gereken sistemi yanlışlamaya tabi tutmaya dayanır. Buna göre kuramlar, hiçbir zaman deneysel olarak doğrulanamaz: "Eğer olgucu yanılgıdan kaçınmak istiyorsak [...] deneysel bilim alanında da doğrulanamayan önermelerin varlığını kabul etmemize olanak veren bir ölçüt seçmek zorundayız [...]. Bu düşünceler, sınır çekme ölçütü olarak alınması gereken şeyin bir sistemin doğrulanabilirliği değil, yanlışlanabilirliği olduğunu telkin ediyor". Böylece Popper, bir sınır çekme ölçütü olarak yanlışlanabilirliği önerir. Ona göre yalnız deneysel kuramlar yanlışlanabilir bir nitelik taşır.

Bazı şeyleri açıklayan ama önceden hiçbir şey kestiremeyen bir kuram yanlışlanamaz. Yanlışlama kıstası bilimi, bilim olmayandan ayırmamıza yardımcı olur, ama kusursuz değildir. Evrendeki her yasanın tek bir denklem altında birleştirileceğini bekleyen ve bu amaçla ortaya çıkan "Her Şeyin Teorisi (Theory of Everything, ToE)" düşüncesi, fizikteki süper sicim kuramından doğar ve söz konusu kuramın tahminleri, yalnızca evrenin ilk yaratılış zamanında var olmuş devasa enerjilerin ölçeğinde söz konusudur. Bu nedenle "süper sicim" kuramı, yanlışlanabilme kıstasına göre sınıfta kalmıştır. Diğer yandan, geçmişte çok başarılı olmuş kuramsal ilkeler üzerine kurulduğundan bilimsel değil düşüncesiyle de kimse kuramı çöpe atmaya hazır değildir.

Özetle bir kuram; mantıksal çelişki içermemeli, yanlışlanabilir olmalı ve somut deneysel sonuçları yeniden üretilebilir nitelik taşımalıdır. Bundan daha da öte, iyi bir kuram kesin öngörüler de yapabilmelidir. Hiç değilse, niceliksel (sayıya ve miktara bağlı), ölçüme ilişkin öngörüler yapabilmelidir. Tutarsız ilişkilerden arınma zorunluluğu ise vazgeçilmez bir ön koşuldur. Bilimin önermeleri ve kuramları konusunda asıl önemli olan doğru olup olmadıkları değil, doğruya doğru gidip gitmediğidir. Bu gelişme yanlışların ortaya çıkmasıyla olabileceği gibi, gerçeğin bulunmasıyla da olabilir.

Bilimsel Yöntemin Uygunluğu

Bilimdeki ilk büyük başarılar tümdengelim yöntemiyle kazanılmıştır ve bu yöntem René Descartes'le başlar. "Aklın Yönetimi İçin Kurallar" adlı eserinde (1628) "Kitap yazarlar, ne zaman körü körüne bir konuya saplanıp kalsalar, o zaman bizi de en ince kanıtlarla kendi sonuçlarına doğru sürüklemek isterler..." demektedir. İncelemek istediğimiz şeylerde, açıkça görülen gerçekleri aramak gerektiğini belirtmişti. Daha sonra da, "eğer nesnelerin gerçekliğini araştırmamız gerekiyorsa, bu durumda bir yöneme gereksinim duyuyoruz demek" ve kendi yöntemini "düşündüklerimi düzgün bir biçimde yönlendirerek, bilinen en basit ve en kolay anlaşılabilir nesnelerle işe başlamak ve sonra da adım adım yükselerek en karmaşık olanın bilgisine ulaşmak" olarak belirtmektedir.

Tümdengelim farklı anlamlarda Spinoza ve Leibniz'le de devam etti. Güçlü çıkarımları vardı. Çünkü tümdengelim; *ilk olarak* mutlak değişmez önerileri içeriyordu. Yani, açık önermeler ve kuşku götürmez ilkeler kullanıldığında ulaşılan sonuç da kuşku götürmez olur. *İkincisi*, tümdengelimci gerçekler nesnedir. Herkes tarafından sınanabilir ya da masaya yatırılabilirler. *Üçüncüsü*, özgün ve etkili gerçekleri saptarlar. Ama zaman zaman gerçekler tuhaf ve alışılmadık olabilir. Tümdengelim bir keşfi kolaylaştırmak için kullanılmaktan ziyade, başka zeminlerde

¹⁰ Feynman R. Fizik Yasaları Üzerine. "Yeni yasalar arayışı". TÜBİTAK Yayınları. 11. Basım, 1999;186-207.

¹¹ Stengers I, Prigogine I. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free Press, 1997;149.

önceden saptanmış görüşlerin gerçekliğini sınamak için kullanılmıştır. Dolayısıyla, sonuç varsayımlar ilk düşüncelerin doğruluğu ile yakından ilişkilidir.¹²

Bugün için, bilimsel yöntemlerin uygulanmasında belli basamaklar vardır. Bu basamakların *ilki* sorunu tanımlamaktır. *ikincisinde*, sorunla ilgili yazılı kaynaklar gözden geçirilip değerlendirilerek, veriler mevcut kavrayış düzeyimize göre düzenlenip analiz edilir. Bu şekilde verilerin, yeni bir şeye işaret edip etmediği tespit edilir. *Üçüncüsü*, mantıksal hipotezlerin formüle edilmesidir. Bu aşamada yeterli ipuçları elde edilince, en kolay, estetik ve doyurucu görünen teori seçilmelidir. *Dördüncüsü*, seçilen teoriden çıkan çeşitli sonuçlar belirlenir ve geçerliliğini sınamak için gözlemler ve deneyler tasarlanır. Eğer teori, hiçbir istisnaya yer vermeyecek kadar başarılı ise, artık yasa olarak kabul edilmelidir. Yasa, yeni bir gözlemi veya deneyi açıklayamaz durumda olmadığı sürece doğru kabul edilecektir. Eğer açıklayamadığı gözlem ve deneyler olursa, başa dönülüp yeni teoriler aranmalıdır.¹³ Kuramın sonuçtaki yararlılığı, kaç tane bilinen olguyu açıklayabildiği ve ne kadar yeni şey söyleyebildiğinde yatmaktadır.

SahteBilim (PseudoScience), BilimOlmayan (NonScience) ve ÖnBilim (ProtoScience) SahteBilim ve BilimOlmayan farklı kavramlardır. SahteBilim, bilimle kısmen desteklenen ve ancak bilimsel yöntemlerle doğrulanamayan bir bilgi türüdür. Her ikisinin ayrımında, Popper'ın bakış açısı en önemli kriterdir. SahteBilim, genellikle bilimin tanımında ve yönteminde gerekli olan ölçütleri tam olarak karşılamaz.

Aşağıdaki özelliklerden birkaçını içerir.

- Deneysel kanıtlar olmaksızın öne sürülürler,
- Deneysel olarak elde edilen sonuçlarla çatışan bir yanı yoktur,
- Deneysel olarak tekrarlanabilir olma olasılığı yoktur,
- Yalanlanabilirlik ya da yanlışlanabilirliği yoktur,
- Occam'ın Usturası ile çatışır; yani en basit açıklama seçilmekten ziyade en karmaşığı seçilir.

Yukarıdaki SahteBilim ölçütlerine bakıldığında, gerçek bilimsel bilgi alanı içinde incelenen arkeoloji ve kendilerinin bilim yaptığını söyleyen arkeologlar ne yapacak peki? "*Arkeoloji gerçek bir bilim midir?*" diye bir soru akla geliyor. Kendisi karbon tarihlmesi gibi bir bilimsel yöntem kullanmasına karşın, elde edilen bilgiler tekrarlanamaz, gözlemlere dayanmaz, deneysel değildir. Buna göre arkeoloji ve bununla da ilişkili fosilbiliminin de bilimsel ölçütlerden uzak olabileceği akla gelir. Oysa her ikisi de geçerli bir bilim dalı olarak kabul edilir.

Daubert Merrell Dow, bilimin SahteBilimden ayrımı için bazı ölçütler öne sürmüştür (1993):

1. Yöntem, geçerli güncel bilimsel topluluk içinde kabul edilebilir olmalıdır
2. Yöntem tercihen hakemli dergilerde yayımlanmalıdır
3. Sonuçları değerlendirirken hataların bilinen oranı (hangi yanlıgı payında ya da güven aralığında sonuçların değerlendirildiği) olmalıdır
4. Test edilebilir tahminlerde bulunmalıdır ve yanlışlanabilir olmalıdır.

Ancak, Dow'un bakış açısı ile 2. basamağa ulaşmak için 1.basamağın geçilmesi gerekir. Eğer herkesten farklı düşünüp yeni ve var olan bilimsel topluluğun görüşleri ile çatışan bir fikir öne sürerseniz 2. basamağa asla ulaşamazsınız. Bunun örnekleri bilim tarihinde çok sık ortaya çıkmamakla beraber, Kuhn'un "devrim yaratan" tüm bilimsel gelişmeleri genellikle bu acı sonla karşılaşmışlardır. Tıpkı, Einstein'ın 1901 yılında, görelilik teorisinin Zürih Üniversitesi tarafından reddedilmesi, ardından yine 1905 yılında da ısrarı üzerine "anlaşılmaz/garip" yanıtının verilmesi buna örnektir. 1919 yılında ise görelilik teorisini dünyada anlayanların, Einstein'ın ifadesi ile 12 kişi olması, çok şeyler anlatır. Daha başka örneklerde de olduğu gibi, bunu şiirlerle ya da başka gözyaşı nağmeleri ile dışavururlar. Bunun en dramatik örneği şöyle ifade edilir:

*"Bir şeyi, herkesten önce düşünene gülünür,
Yıllarca denilir: Aptal!
Sonunda serilince herkesin önüne,*

¹² Gjertsen D. Science and Philosophy-Past and Present. Penguin Books. 1989;136-152

¹³ Hodbhoy P. İslam ve Bilim. Cep Kitapları, 2.baskı, 1993; 17:28-29.

Bu kez buyrulur: Ne kadar doğal!"

Ya da Daniel de Foe'nun (1660–1731) sözleri ile daha ılımlı olarak *"Bir adamın: 'Benden başka herkes aldanıyor' demesi güç şüphesiz, ama gerçekten herkes aldanıyorsa o ne yapsın."* Benzer şekilde karşı çıkışlar Einstein'ı (1879–1955) dahi kendi aklından şüpheye düşürür:

*Yaşar gibiyim rüyada,
Derim gerçekler başka,
Yine de soranım, acaba?
Onlar akıllı, deli ben miyim yoksa?*

Yine Dow'un 2. kriteri olan "yöntem tercihen hakemli dergilerde yayınlanmalıdır" ifadesi bazen hiçbir anlam taşımayabilir. Buna bir örnek, 1988 yılında, ünlü *Nature* dergisinde yayımlanan, "bellek suyu" konusunu ele alan bir makaledir. Bu makale tekrar edilebilirdi, istatistiksel olarak da güçlü sonuçları vardı.¹⁴ Ancak, daha sonra teknik bir heyetle aynı çalışma ortamında yapılan tekrarlarında aynı sonuçlar bulunamadı. Buna benzer başka garip "bilimsel filtreden" kaçan örnekler de vardır. Örneğin, beyin kabuğunun işlevini ortaya koyan yeni bir test geliştirdiğini; bunu insanların gözlerindeki görme sinirinin başlangıç yeri olan "kör nokta" denilen alanın çapını ölçerek, küçük olan tarafta problem olduğunu düşünen ve sonra da boyun çevirmesi yaparak bunu düzelttiğini öne süren araştırmacı gibi.¹⁵ Araştırmacıya göre, 500 kişide deney yapılmıştı ve bu tekrar edilebilir bir çalışmaydı. Ancak, tekrar edilebilir olma her zaman "geçerli" bilim anlamına gelmez. Benzer olarak, 2005 yılında kök hücreler ve klonlama konusunda *Nature* ve *Science* dergilerinde yayımlanan, sonradan uydurma olduğu anlaşılan bir yazara ait makaleler iptal edildi. Dolayısı ile hakemli dergi demek, sağlam bilimsel bilgi demek değildir.

Tablo. Felsefe ve modern bilimsel yaklaşımların genel tarihsel dönem ve aşamaları.

İlkçağ felsefesi	MÖ 1000-MS 1000
Ortaçağ felsefesi	MS 400-MS 1400
Modern felsefe	17. yy Descartes 19. yy Kant'a kadar
Çağdaş felsefe	19. yy Kant sonrası
Bilişsel felsefe	1960
Nörofelsefe	1990 – Kurucusu: Patricia ve Paul Churchland
NöroKuantoloji	2002 – Kurucusu: Sultan Tarlacı

SETI Bilim de Neden UFOloji Değil?

Bu iki alan arasındaki ayırım ciddi bir sorundur, ama zor değildir. Bu durumlarda devreye ÖnBilim (ProtoScience) girer. ÖnBilim, SahteBilimden farklıdır. ÖnBilim, bazı durumlarda bilimsel yöntemlerle henüz test edilememiş teorileri ifade eder, fakat bu teori var olan bilimsel bilgi ile uyumludur. Uyumsuz olsa bile belli bir derecesi vardır ve dönemin bilimi ile tam olarak çatışmaz, yadsınamaz. Bugün için, dünya dışı yaşamın araştırılması (SETI), dünya dışı yaşamla ilişkiye geçilmesi (CETI) ve bu kitabın kapsamı (NöroKuantoloji) ÖnBilim kapsamındadır.

Son bir iki 10 yılda, dünya dışı yaşamı araştırmaya yönelik (SETI) yavaş ama kararlı çalışmalar yapıldı. SETI'nin bakış açısı, dünya dışında bir gezegende evrimsel olarak gelişmiş bir türün bizimle elektromanyetik dalgalar ile iletişim kurulabileceğidir. Bu amaçla sistematik olarak uzay taranmakta, veriler analiz edilerek anlamlı bir mesaj aranmaktadır. Yaklaşık, 20 yılda Astrofizik veri tabanlarına kayıtlı dergilerde 600'ün üzerinde hakemli makale yayımlandı. 2003 yılında da, SETI Enstitüsü NASA'nın Astrobiyoloji Enstitüsü'nün bir üyesi oldu.

Diğer yanda UFO'ların araştırılması (UFOloji) ise SahteBilim içinde olarak kabul edilir. Ancak UFOlogların da bakış açısı, evrenin bir başka yerinde akıllı bir hayatın, dünyadaki gibi ya da daha yüksek düzeyde evrimselenebileceği ve dünyamızı "şu an ziyaret ettikleri" üzerindedir. O

¹⁴ Davenas E et al., Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE. *Nature* 1988;333:816-818.

¹⁵ Carrick F. Changes in brain function after manipulation of the cervical spine. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 1997;20:529-545.

zaman neden SETI bilim de UFOloji değil?¹⁶ SETI, astronomi ya da astrobiyoloji topluluğunun bir parçasıdır ve araştırmalar astronomlar, fizikçiler, jeofizikçiler tarafından yapılır. SETI'nin bilimsel yöntemi - herhangi bir akıllı yaşam keşfedilmez ise dahi - bilimsel sonuçlara ulaşmayı mümkün kılar. SETI'nin araştırma amacı, sadece evrende diğer akıllı yaşamları bulmak değil, evrende yaşamın olasılığını, doğasını ve kökenini açıklamaktır. Buna karşın, UFOloji astronomi, astrobiyoloji ve diğer bilimsel disiplinlerin bir parçası değildir. Dünya dışı yaşamın bize uzay gemisi ile ulaşması, elektromanyetik bir haberleşme sinyalinin dünyaya ulaştırılmasından daha imkânsızdır ve var olan bilgilerimizle (Einstein'ın genel görelilik denklemleri, ışık hızının sınırlamaları, hız artınca kütle artması gibi) çatışma halindedir. Bunun yanında UFOloglar bilimsel yöntemleri kullanmadıklarından, ulaştıkları sonuçlar da bilimsel değildir. Bunun önemli bir nedeni de UFOlog olarak kendilerini adlandıran ve bu konuda dernek kurmuş, kitap yazmış kişilerin bilimsel yöntemi bilmemesidir. Çoğu, başlangıçta "amatör merak" ile bir yola girmiş ve sonunda "işin uzmanı" ol(durul)muşlardır. Bütün bunlara rağmen, bilimin kapısı her zaman açıktır. Elbette yarın bir uzay gemisi dünyaya inerse, UFOloji de bilim sınıfına dâhil olur.

Bilimsel Sona Doğru mu?

Bilim, sürekli kullanımda olan, ama sürekli onarılan bir bina gibidir; sürekli büyür ve kendine yeni eklemeler olur. Thomas Kuhn bilime olan katkısı, "normal" ve "devrimci" olarak ikiye ayırır. Normal bilim, bilimsel çalışmanın, kabul edilmiş bir inanç ve uygulama bütünü içinde yürütüldüğü halde, devrimci bilim Newton'un mekaniğinden göreliliğe geçiş gibi kökten değişiklikleri ifade eder.¹⁷

Hiçbir teoriye "evrensel teori" gözüyle bakılamaz. Teoriler sadece gerçeğe ulaşmanın modellerini oluşturur ve gerçek bizden epey uzaktadır. Gerçeğe sadece yaklaşabiliriz. Kuhn'a göre, geçmişin ses getiren kuramları bugün nasıl devre dışı kalmışsa, elimizde şimdi var olan doğruya ilişkin açıklamalar da aynı sonla karşılaşacaktır. Doğrusu, bu düşüncenin anlamı ürkütücüdür. Yani *Nature*, *Scientific American* gibi dergilerde yayımlanan evren, doğa ve insan ile ilgili makaleler, uzun zaman önce Aristoteles ve Descartes tarafından yayımlanan doğa olaylarını tanımlayanlardan daha güvenilir değildir! Kuhn'un bu bakış açısıyla, Nobel Ödülleri de bilgiye yapılan sahte katkılar yerine geçiyor¹⁸ anlamına gelse de, bütünüyle bilimde tam güvensizlik ve yetersizlikten bahsetmek doğru olamayacaktır. Bugünün bilimsel yöntemi ve yaklaşımı Aristoteles dönemindekinden çok çok farklıken, Descartes'ın dönemindekinden belki çok farklıdır. Günümüzde, bilimsel yaklaşımlarda hata oranları daha düşüktür. Yine, bilginin paylaşımının hızlanmasıyla, eleştirel bakışla yanlış önermelerin çöpe atılması hızlı olmaktadır.

Zamanın Kısa Bir Tarihi adlı kitabında Stephen Hawking bilimin nihai hedefinin evrenin tümünü tanımlayan bir teori geliştirmek olduğunu öne sürer: "*Doğanın nihai yasalarına dair araştırmamızın artık sonlarına yaklaştığımızla ilişkin ihtiyatlı bir iyimserlik için yeterli zeminin olduğuna hala inanmaktayım*" demektedir ve "*Bilim, durumunu herhangi bir tek zamanda bildiğimizde, bize evrenin zamanla nasıl gelişeceğini söyleyen bir dizi açığa çıkmış yasaya sahip görünüyor... Bu yasalar başlangıçta Tanrı tarafından buyurulmuş olabilir, ama öyle görünüyor ki evreni bu yasalar doğrultusunda gelişmeye terk etmiştir ve artık ona müdahale etmemektedir.*"¹⁹ Ancak, Hawking "*daha önce yanlış şafaklarımız olduğunun*" da bilincindedir. Bu nedenle de ya keşfedebileceğimiz dört başı mamur bir teori vardır ya da nihai bir teori değil de evreni gitgide daha eksiksiz tanımlayacak sınırsız bir dizi teoriler olacağı düşüncesindedir.²⁰

Bilimde kesinlik, Descartes'ın dinlerden bağımsız bütün insanların paylaşabileceği şüphecilikten kurtulma çabası ile başlar ve Newton'un "doğa yasalarında" en son noktasına ulaşır. Bu yasalar, üç yüz yıl kadar fizikte model olarak kullanıldı. Yirminci yüzyılda, bilimsel araştırmaların bizi dünyanın *kesin ve doğru* bir tanımına götüreceğine dair güven artık yoktur. Herhangi bir açıklamanın, nihai gerçekler olarak görülmekten ziyade mevcut problemlerin çözümlenmesine en uygun olanları olarak kabul edilmesi daha gerçekçidir.²¹ Çünkü doğanın

¹⁶ Moldwin M. Why SETI is science and UFOlogy is not? Skeptical Inquirer 2004;28 (6):40-42.

¹⁷ Hodbhoy P. İslam ve Bilim. Cep Kitapları, 2.baskı, 1993; 29.

¹⁸ Gjertsen D. Science and Philosophy-Past and Present. Penguin Books. 1989.

¹⁹ Hawking S. A Brief History of Time. Bantam Press, 1988;10.

²⁰ Hawking S. Ceviz Kabuğundaki Evren. Alfa yay. 2002.

²¹ Trusted J. Fizik ve Metafizik. Devrim. insan Yay. S:269-270.

insandan önce var olduğunu, ama insanın da bilimlerden önce var olduğunu hatırlamak gerekir.²² Doğanın ne kadar tuhaf davrandığını gördükçe, en basit olayın bile aslında nasıl gerçekleştiğini anlatacak bir model geliştirmek zorlaşmaktadır.²³ Dolayısıyla henüz bilim serüveninin başındayız ve ayrıcalıklı bir dönem yaşıyoruz. Hatta "Yunanlılar döneminden ya da Galileo çağındaki bilimsel düşünce Rönesansından pek farklı olmayan çağdır bu."²⁴

Bilimin En Büyük Düşmanı

Kendisi böyle tanımlanıyor:²⁵ adı Paul Feyerabend. Bilime karşı artan genel kuşkuculardan birisi hatta önde gidenlerindedir. Bilime başkaldıranlar arasında; kuramların doğrulanamayacağını, yalnızca yanlışlanabileceğini iddia eden Karl Popper, bilimcilerin yanlışlayıcı kanıtları göz ardı ettiklerini ileri süren Imre Lakatos, bilimin bir akıl işinden çok siyasal bir süreç olduğunu savunan Thomas Kuhn ve bir de Feyerabend sayılabilir. Fizikçiler, "günümüzün en büyük bilim düşmanı" olarak gördükleri Feyerabend'in, bu özelliği nedeniyle diğerlerinden ayrıldığını öne sürerler. Popper, Lakatos, Kuhn bilimin yetersizliklerini gösterme çabasında, kendilerine acı veriyormuş gibi düşünceli bir havaya bürünmüşlerken, aksine Feyerabend fikirlerini öne sürerken kahkahalar atmaya ihmal etmez. Modern bilimcileri; tepeden tırnağa masalcılar, ozanlar ve saray soytarıları gibi adlarla tanımlar. Kuhn'un "normal bilim" dediği şeye kendisi "peri masalı" der.

Kuantum mekaniği gibi bilimin kilometre taşlarını sökerek, bilimin mantıkla bir ilgisi olmadığını; kuramlar geliştirip, onlara sıkı sıkıya bağlanmalarının ardında sonuç olarak öznel, hatta usdışı nedenler bulunduğunu göstererek, gerçeği belirleyecek nesnel bir ölçüt olmadığından "her şey serbest" der. Bilimi vudu ya da büyücülüğe, hayvanlar üzerinde deney yapanları da Nazilere benzeten Feyerabend, "önde gelen entelektüeller nesnellik saplantılar yüzünden birer canidirler, insanlığın kurtarıcıları değil" der. İnsanın mutlak gerçekleri bulma dürtüsü ne denli soylu olursa olsun, pek çok kez aklın despotizmi ya da kötü akıbetle sonuçlanacağını öne sürer. Daha sonra başkalarını da kendi yanına çeken bu bilim düşmanını destekleyenler ona hak verdiler: "Bilime bin yıl sonrasında bakabilseydik, Feyerabend'in bilim hakkındaki görüşlerinin bazıları belki de doğru olurdu".

Tablo. Bilimin Farklı Alanlarının Güvenilirliği ve Kesinliği			
Fiziksel Dünya		Ruhsal-Duygusal	Normal Dışı
<i>İnsan Dışında</i>	<i>Canlı İşlevleri</i>	<i>Zihin, duygulanım, irade...</i>	<i>Parapsikojik</i>
Fizik	Biyoloji	Psikoloji	Duyu dışı algılama
Astronomi	Botanik	Sosyoloji	Psikokinezi
Jeoloji	Tıp	Sosyal bilimler	Metafizik
Coğrafya	Organik Kimya	Davranış bilimleri	Gizli bilimler
Meteoroloji	Antropoloji		Astroloji
Kimya	Genetik		UFoloji
Arkeoloji	Sinirbilimi		
Matematik	SETI, CETI		Astroloji, fal, büyü...

²² Hisenberg W. Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y.Öner. İstanbul 1993. s:38.

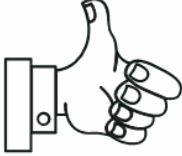
²³ Feynman R. QED, The Strange Theory of Light and Matter. Princeton Univ Press. 1988;86

²⁴ Stengers I, Prigogine I. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free Press, 1997;14, 186.

²⁵ Horgan J. Bir portre: Paul Karl Feyerabend. Bilimin En Büyük Düşmanı. Scientific American 1994;2:12-13

Bilimsel güvenilirlik ve kesinlik azalır → → → → → → → → →

Ona göre "Bilim her yerde bilimsel olmayan yöntem ve sonuçlarla doludur ama bilimin temel bölümleri olarak düşünülen süreçler çoğunlukla belirsizdir ve yan yollara sapılarak başarılı olmuştur." Dolayısıyla bazı başarılar kuralları çiğnemeyi gerektirebilir ve bu kuralları çiğneyecek bilim adamlarına gereksinim olacaktır.²⁶ Belki de söylediklerinin en ilginç şudur: "[Biliminsanlarının] buldukları, aslında eylemlerine aldıkları tek bir özel yanıt ve bunun arkasındaki gerçeklik ise onlara gülüyor: 'Kıh, kıh, beni yakaladıklarını, keşfettiklerini sanıyorlar'."



Feyerabend'in Başkaldırı Özeti

1. Rekabet halindeki kuramlar genellikle ölçüştürülemezler; çünkü onların aynı düzlemde değerlendirilebileceği ortak bir ölçüt bulunmaz.
2. "Bilimsel yöntem" diye bir şey yoktur.
3. Bilimde öznellikten soyutlanamayız.
4. Kuhn'un olağan ve devrimci bilimi bakışı hatalıdır.
5. Bilimsel ilerleme kuramsal düşüncelerin sürekli artmasına ve çeşitlenmesine bağlıdır. Bir konuda ne kadar çok kuram ve farklı yaklaşım var ise o kadar iyidir.
6. Bilimsel yöntem dışında bilgiye ulaşmak gereklidir. Bilim sadece bilgiye ulaşma yollarından biridir.

Bilimde Birleşmeye Doğru

Bilim başlangıçta birleşik bir etkinlikken zaman içerisinde, alt dallara ayrıldı. Ancak, herkesin kabul edebileceği gibi, aslında ayrı gözükten alt dallar yumak gibi birbiri ile ilişkisini daima korumuştur. Özellikle son yıllarda bilimsel tüm alanları birleştirmeye doğru artan bir eğilim vardır. Bilim dünyanın resmini oluşturmaya çalışırken, daha uyumlu ve daha basit bir resim her zaman daha tercih edilebilirdir. Önceden ayrı kulvarlarda yürümüş ve gelişmiş alanlar, eşzamanlı olduklarında sorunlara daha başarılı açıklamalar getirebilirler. Bunun örnekleri çoktur; elektrikle manyetik alanın ve evrim teorisinin genetikle birleştirilmesiyle ortaya çıkan yeni devrimci bilimsel alanlar gibi. Hepsinde de birleştirme ile daha başarılı yorumlar ortaya çıkmıştır.²⁷

Sinirbilimleri açısından bakıldığında da bilimsel alanların bir araya getirilmesi yönünde ciddi eğilimler vardır. Sinirbilimi ile psikoloji, beyin görüntülemesi yöntemleri, fizik (kuantum ya da klasik fizik) kurallarının beyinde işleyiş süreçleri... Sinir sistemi incelemesini biyolojiden ayırmak mümkün değildir. Diğer yandan da biyolojiyi de kimyasal süreçlerden ayrı düşünmek imkânsızdır. Kimyasal yapılar düşünüldüğünde de akla gelen ilk şey moleküler etkileşimler, bağlar, atomlar, elektron alış verişleri ve enerji seviyeleridir... Yani kuantum fiziğinin içerdiği kurallardır.

Kuantum fiziği büyük bir bulmacanın parçasıdır. Kuantum fiziğinde olduğu gibi, tüm teorilerin iki parçası vardır: denklemler ve gözlemler nasıl bağdaştırılacağı. Kuantum fiziği her ikisine de sahiptir. Temelde denklem ve açıklamalar, bir ağacın tepesindeki temel teorilerin parçalarıdır. Ancak, aşağıya doğru inildikçe, kelimelerle ve denklemlerle olan açıklama oranı azalır. Tıp ve sosyolojide hemen hemen çok az denklem bulunur. Farklı olarak ağacın yukarı ve uç dallarına ulaşıldığı zaman ileri derecede matematikselleşme olur. Fiziğin kutsal olan nihai amacı "Her Şeyin Teorisini, ToE" bulmaktır. Ve bu denklemde bilim ağacının en tepesinde yer alacaktır. ToE olasılıkla hiçbir kavram içermeyecektir. Muhtemelen saf olarak matematiksel bir teori olacaktır. Açıklamaları veya postulatları olmayacaktır.²⁸

Bilimdeki birleştirme üç aşamalı olarak sağlanır: 1. çözülme (dissolution), 2. indirgeme (reduction), 3. birleştirme/ekleme (conjunction).²⁹

²⁶ Gjertsen D. Science and Philosophy-Past and Present. Penguin Books, 1989

²⁷ Karakas S ve Bekçi B. Zihin-beden ilişkilerini ele alan bilim dallarının doğuşu ve gelişimi. NeuroQuantology 2003; 2: 232-265.

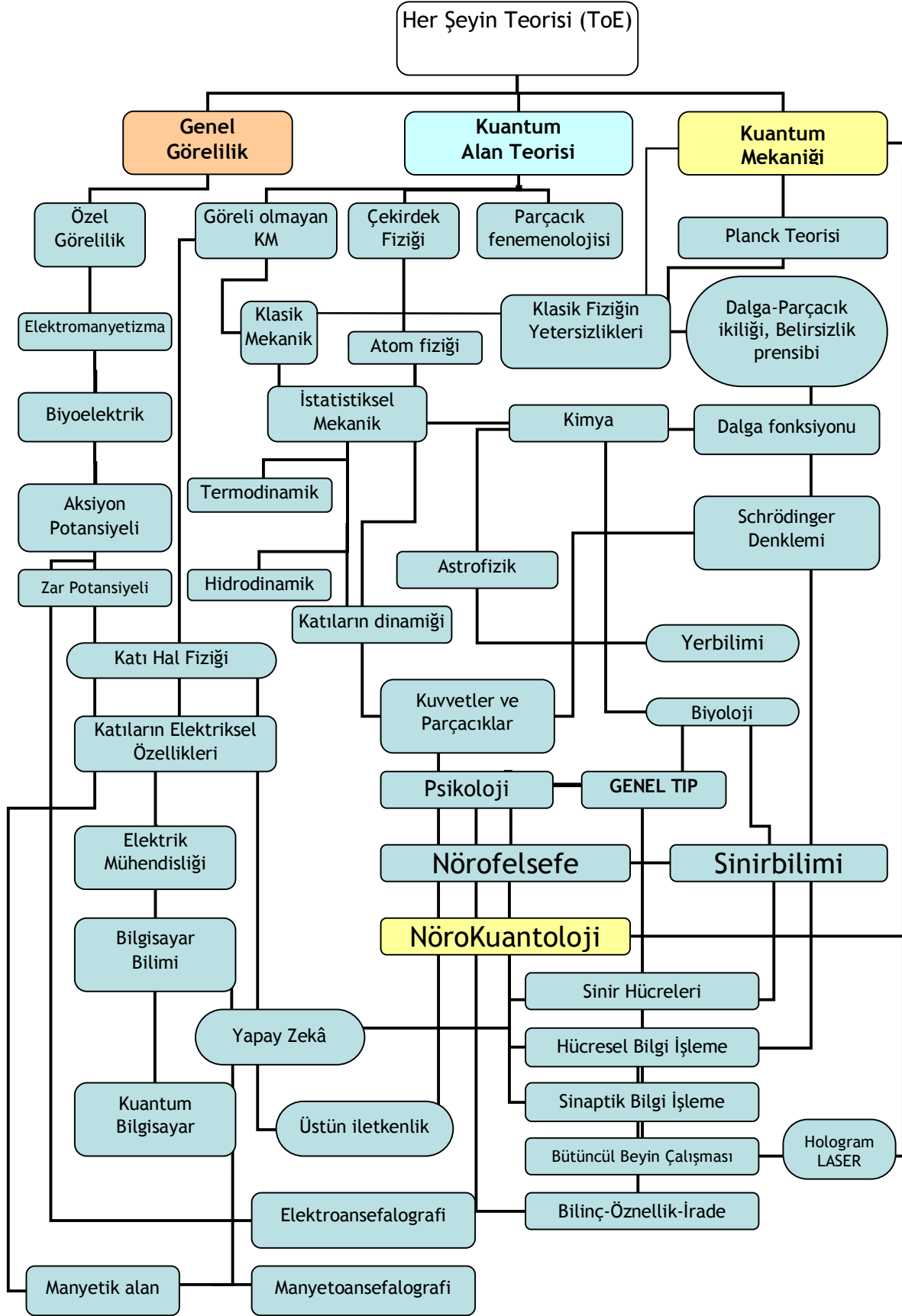
²⁸ Tegmark M ve Wheeler JA. 100 years of the quantum. arXiv: quantu-ph/0101077v1.

²⁹ Ian G ve Stoljar D. A neuron doctrine in the philosophy of neuroscience. Behavioral and Brain Sciences 1999.

1. Çözülme: Birleşme olayı, aynen sıvılarda olduğu gibi, birbiri içinde çözünmeyi gerektirir. Fizikte, doğadaki dört temel kuvvetin birleştirilmesi "Her Şeyin Teorisi" olarak adlandırılır ve gelecekte beklenen bir sonuç olarak kabul edilir. Fiziğin bu teoriye ulaşabileceği konusunda ciddi şüpheler vardır. Aynı şey zihin felsefesi açısından söylendiğinde imkânsız olarak kabul edilir. Bu dört kuvvetin bir araya getirilmesinden daha kolay olacaktır.

2. İndirgeme: Buna teoriler arası indirgeme olarak da bakılabilir. Herhangi bir açıklama daha temel bir teori ile tanımlanır. "Eleyici Materyalizm" bunun bir örneğidir. Buna göre zihin bilimi, nörobiyolojik seviyeye indirgenebilmelidir. Eğer indirgemecilik doğru ise, en temel yapıyı da fiziğe indirgemek gerekir. Bunun anlamı zihin biliminin nörobiyolojiye değil de fiziğe indirgenmesidir. Bunun da ötesi kuantum fiziğidir. Sonuç olarak indirgemeci bakış açısı ile zihnin ya da bilincin bilimsel teorisi yalnızca fizik-kuantum fiziği ile yapılabilir.

3. Birleştirme/Ekleme: İki teorinin bir araya getirilerek bağlantılaşması ve büyük bir teori oluşturmasıdır. Bağlantılaşacak iki teori en azından benzer özellikte olmalıdır. Örneğin; embriyonun gelişim teorisi ile dünyamızın uydusu olan Ay'ın gelişim teorisini birleştiremezsiniz. Bu durumda da zihnin başarılı teorisi nörobiyolojik teori ile psikolojinin birleştirmesi olacaktır. Nörobiyolojinin indirgeneceği yer yine kuantum mekanik fiziksel etkileşimler ya da süreçlerdir.



Bilimsel Doğruluk Değişir...

Bilimin devamlı bir değişme içinde olduğu ve bu değişimin de bilimin en önemli özelliklerinden biri olduğu, bilim tarihine kısa bir göz atıldığında hemen görülecektir. Bilim hiç bir zaman tam doğrulara ulaştığını iddia etmez ama sanki doğrulara ulaşmış gibi davranır. Bir yandan var olan verilerin doğruluğunu yeni bilgilerle karşılaştırarak araştırır. Bilim tarihindeki önemli fikirlerin çoğu genellikle sıçrama noktaları şeklindedir ve bu köklü değişimlere birçok örnek vardır: uzun yıllar devam eden durağan evren modeli, 2 bin yıllık Öklid geometrisinin yetersizliği, peşinden yıllarca koşulan "eter" in elden uçup gitmesi gibi... Bir dönem bölünemeyen en alt parça olarak adlandırılan "atom" un, aslında daha alt parçacıklar olan proton, nötron ve elektronlardan oluştuğu anlaşıldığında bir irkilme yaşandı... Ardından proton ve nötronların da aslında temel yapı olmadığı, onların da kuarklardan oluştuğu anlaşıldı. Ve bu değişim aslında bilime hiç de yabancı olmayan bir tavrıdır. Çünkü bu bilimin temel özelliğidir.

Öklid geometrisinden Öklid dışı geometriye geçmek matematik dünyasında 20 yüzyılı almıştır. Öklid geometrisi, Öklid'in (MÖ 325–265) *Elements of Geometry* kitabını yazması ile başlar. 19.yüzyıla kadar, Öklid geometrisinin, algılanabilir dünyayı göz önüne aldığı sanılıyor ve sonuçları mutlak doğru kabul ediliyordu. Öklid dışı geometrinin ortaya çıkması, Öklid geometrisinin durumunu derinden sarstı ve gerçek dünya ile matematiksel nesnelere arasındaki ilişkiyi yeniden gündeme getirdi. İnsanın evrensel kesinliğe ulaşma hayalini alıp götürdü. Öklid dışı geometri uzun süre ciddi direnç, şiddet ve hatta hakaretle karşılaşmıştır. Çünkü Öklid dışı geometri ortaya atıldığında, Öklid geometrisi iki bin yaşındaydı. Tüm beyinler geçmişte Öklid geometrisi ile düzenlenmişti. Doğaya bakışın tek yolu bu geometriydi. Laboçevski geometrisi (1829) Öklid dışı bir geometridir ve buna göre Öklid geometrisinin çok bilinen kimi teoremleri evrensel olarak doğru değildir. Örneğin, bir üçgenin iç açıları toplamı 180^0 değildir. Bu tür üçgende, iç açıları toplamı üçgenine göre değişir ama daima 180^0 'den küçüktür. Yine, uzun zaman dirençle karşılaşan Riemann'ın küresel geometrisi de Öklid dışı geometrilerdendir. Uzaya eğrilik ve burulma ekleyen, genel görelilik kavramının öncüsü olmuştur. Riemann sadece uzayın düz olduğunu düşünüyordu, Einstein ise eğri olanın uzay-zaman olduğunu fark etti. Peki, hangisi doğru bilimsel ve matematiksel betimlemedir? Yanıt: hepsi! Öklid geometrisi küçük ölçekte uzayın iyi bir betimlemesini sağlar. Fakat daha büyük ölçelerde – galaksiler arası - geçerli kabul edilmeyebilir. Bizi evren "düzdür" diye düşündüren küçük ölçekli yapılardır (tıpkı eskiden Dünya düzdür diye düşünülmesi gibi). Evren küreseldir (bu da kesin değil, incir ya da armut biçiminde de olabilir) ve bir kıyısı bile vardır!

Tablo. Öklid'in Beşincisindeki Sorun...

- 1.Farklı herhangi iki noktayı birleştiren sadece bir tek düz doğru vardır ve bu doğru söz konusu noktalar arasındaki en kısa uzaklıktır.
- 2.Her düz doğru sonsuza kadar uzatılabilir.
- 3.Merkezi herhangi bir nokta olan, herhangi bir yarıçaplı çember çizilebilir.
- 4.Bütün dik açılar birbirlerine eşittir.
- 5.Bir üçgenin iç açılarının toplamı 180^0 'dir.

19.yüzyılın başlarında, evrenin tam bir tanımına yaklaşıldığına önde gelen bilim insanlarının inanılıyordu. Uzayın "esir" adlı, sürekli bir ortam ile dolu olduğu düşünülüyordu. Işık ışınları ve radyo sinyalleri, sesin basınç dalgalarında olduğu gibi, bu esir içinde dalga olarak yayılıyorlardı. Tam bir kuram için gerekli olan tek şey, esirin özelliklerini ölçmekti. Yüzyılın sonuna gelindiğinde ise, her tarafı kaplayan esir düşüncesinde ayrılıklar belirdi. Bir dizi deney sonucunda esir diye bir şeyin olmadığı anlaşıldı. Esir yoktu!

Bu yüzyılın başlarında, doğanın işlevinin klasik fizik ölçülerinde çok kesin olarak tanımladığı yargısına varılmıştı. Ancak, bu seyir içerisinde ortaya çıkan kuantum mekaniği, klasik fiziğin doğayı tanımlamada tek başına ciddi yetersizlikleri olduğunu ortaya koydu. Şimdi bakılan noktadan, kuantum teorisinin de bazı eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Sonuçta bilimsel doğruluk zamanla değişir ve bunu da bilimin kendisi yapar. Hem de hiç acımadan... Bu nedenle de bilim elimizdeki tek güvenilir araçtır.

Biliminsanı

René Decartes "*Yalnızca hayvanlar durmaksızın vücutlarını besleyecek besini bulmakla uğraşırlar, ...insanların, temel düşüncesi, ruhun gerçek besini olan bilgeliği aramak olmalıdır*"³⁰ der. Bu bilgeliği arayan da biliminsanıdır. Biliminsanları, didinip duran işçi karınca gibidirler. Dev bir bilgi hazinesinin oluşmasına yardımcı olan birer hizmetkârdan başka bir şey değildiler. Tarihin belli bir döneminde oluşmuş stoktan alıp, buna biraz da kendilerininkini katarlar. Her biliminsanının çabası bilgi okyanusuna bir damla mürekkepli su katmak gibidir. Çok kısa bir süre sonra, yaptıkları işler - bireysel başarılarında hep olduğu gibi- özümseir, yerlerine başka şeyler konur ve kaybolur. "Normal bilim" ya da "devrimci bilim" olsun fark etmez. Mutlaka zaman içinde diğer bilgiler içinde eriyip dağılacaktır. Okyanusa atılan bir damla mürekkepli su gibi.

Bilimin başarılı olmasının nedenlerinden biri özünde bir hata düzeltme mekanizması ile birlikte yapılmış olmasıdır. İyi bir araştırmacı, elde ettiği sonuçları abartmak yerine mütevazı göstermeye dikkat eder. Tabii, ne yazık ki bazıları sonuçları bugün olduğu gibi yarın da abartacaktır. Çoğunlukla meslektaşları bu hatayı ona göstermede geç kalmaz. Bilim, dünyayı olmasını istediğimiz gibi değil, olduğu şekliyle kavratmayı amaçlayan bir dal olduğundan bilimsel bulgular her zaman bize anlaşılır ya da doyurucu gelmeyebilir. Kimi kez aklımızda yer etmiş bir yargıdan kurtulup yenisini kabullenmek bir parça çaba gerektirebilir. Bilimsel gerçekler yerleşik inançlara meydan okuyabilir.³¹ Dürüstlük bizi nereye götürürse götürsün tek amacımız olmalıdır: doğruya yaklaşabilmek, doğruyu bulmak değil.

Biliminsanının ne yapması gerektiğini Robert Barany (1876–1936) şöyle özetler: "*Araştırmacının çalışması üç kategoriye bölünebilir: ilk olarak; keskin ve net bir algılamaya gerek vardır, önemli gerçekleri daha az önemli olanlardan ayırt etmeye muktedir olmalıdır, keza bağımsız düşünme gücünde olmalıdır. İkinci olarak; araştırmacı, sonuçlarını tüm enerjisi ile savunmalıdır, hatta bunlar için kavga vermelidir. Önemli gerçeklerin ihmal edilmekte olduğunu ve hatta unutulduğunu çok sıklıkla gözlemliyorum. Çünkü bu durum gerçeği bulan araştırmacının bulduklarının arkasında yeterince durmamış olmasından kaynaklanmıştır. Sonuç olarak; araştırmacı kendini izleyenler için kendi okulunu kurmaya yönelik maksimum enerjisini kullanmalıdır, çünkü tek bir kişi kendi kısa hayat süreci içinde, çözümlenmeye muhtaç problemlerin ancak küçük bir bölümünü inceleyip, çözebilmiştir*".

Halil Cibran'ın (1883–1931) deyişi ile biliminsanı için, bilgi soyluluk simgesidir; "*Öğrenmek, zalimlerin yağma edemeyecekleri tek zenginliktir. Bilginin içinizde yanan kandilini söndürecek tek güç ölümdür... Eğer bilginiz size nesnelere değerini öğretmiyor ve sizi maddiyata bağımlılıktan kurtarmıyorsa, 'gerçek'in tahtının yamacına hiç bir zaman varamazsınız.*"

³⁰ Descartes R. Felsefenin İlkeleri. Say Yay. Çev: M. Akın,1998;35.

³¹ Sagan C. Karanlık bir dünyada bilimin mum ışığı. TÜBİTAK yayınları. 1998; 22-23.

Antikçağ'dan Günümüze: Bilimin Kısa Tarihi

- MÖ 4000 Afyon bitkisinin, duygudurum üzerindeki neşelendirici etkileri Sümer kayıtlarına geçti.
 MÖ 2700 Shen Nung, akupunkturun başlangıcı.
 MÖ 1700 Sinir sistemi hakkında ilk yazılı kayıt; Edwin Smith'in cerrahi papirüsü. Omurilik yaralanması olanların tanı ve tedavisinden bahsedildi. İlk olarak "beyin" kelimesi sembolleştirildi.
 MÖ 500 Crotona'lı Alcmaion duyuşal sinirleri keserek inceledi.
 MÖ 460 379 - Hippocrates, sara hastalığının bir beyin bozukluğu olduğunu öne sürdü.
 MÖ 387 Platon, beyin zihin işlemlerinin merkezi olduğunu öne sürdü.
 MÖ 335 Aristo uyku üzerine yazılar yazdı; kalbin zihin işlevlerinin merkezi olduğunu öne sürdü.
 MÖ 335-280 Herophilus, beyin içindeki boşluklar olan ventriküllerin insan zekasının merkezi olduğu fikrini öne sürdü.

Daha Yakın Zamanlar

- 1604 Johannes Kepler, gözdeki retina görüntünün nesnelere göre ters olduğunu öne sürdü
 1609 Kepler'in gezegenler yasası
 1611 Lazarus Riverius, bilinç (!) bozuklukları üzerine tanımlamalar yaptı
 1649 René Descartes, pineal bez beden ve ruhun birleşme merkezidir
 1662 René Descartes, "*De homine*" yayımlandı (1650'de Descartes ölmüştü)
 1665 Robert Hooke, ilk mikroskopun detayları
 1675 Newton, ışık parçacıklardan oluşur fikri
 1681 Thomas Willis, "Nöroloji" terimini kullandı
 Thomas Willis, "*Cerebri anatome/Beyin Anatomisi*" İngilizce olarak basıldı
 1687 Newton'un hareket yasaları
 1712 ilk buhar makinesi
 1717 Antony van Leeuwenhoek, enine kesitte sinir hücrelerini tanımladı
 1721 "Anestezi" kelimesi ilk olarak bir sözlüğe girdi (*Dictionary Britannicum*)
 1770 Joseph Priestley, oksijeni hayvanların tükettiğini ve bitkilerin ürettiğini keşfetti
 1772 John Walsh, torpedo (elektrik) balığı üzerinde çalışmalar
 1773 Joseph Priestley, nitroz oksiti buldu
 1774 Franz Anton Mesmer, "animal magnetism" (hipnoz) tanımı
 1800 Alessandro Volta, elektrik kaynağı olarak pil yapıldı
 1808 Franz Joseph Gall, frenoloji üzerine çalışmalar
 1823 Flourens, deneysel olarak beyin kısımlarını çıkardı
 1827 Gall, frenoloji düşüncesini ortaya attı
 1838 Robert Remak, sinir lifleri ve hücrelerinin bağlantılı olduğunu öne sürdü
 1839 Theodor Schwann, tüm organların hücrelerden oluştuğunu öne sürdü
 1843 James Braid, "hipnoz" terimi
 1846 Bilinci ortadan kaldıran ilk anestezi kullanıldı-eter ve güldürücü gaz
 1847 James Young Simpson, kloroform anestezisi
 1849 Hermann von Helmholtz, kurbağa sinirinde ileti hızını ölçtü
 1853 William Carpenter, "duyuşal ganglion" (talampus) bilincin yerleşim yeri
 1861 Broca, konuşma üretim alanını keşfetti
 1862 içten yanmalı-patlamalı motor icat edildi
 1865 Maxwell, ışığın elektromanyetik bir dalga olduğunu öne sürdü
 Clausius, entropi/düzensizlik artışı kavramını ortaya attı
 1870 Hayvanlarda işitmeye ait beyin bölgeleri keşfedildi
 1875 Richard Caton, beyinden elektriksel aktiviteyi kaydetti
 1876 Bell telefonu icat etti
 1882 Paranormal görüşleri araştıran Psikik Araştırmalar Derneği (SPR) kuruldu
 1883 Victor Horsley, nitroz oksit anestezisinin bilinci geçici olarak kaldırdığını gösterdi
 1887 Hertz, bir odadan diğere radyo dalgaları göndermeyi başardı
 1890 Wilhelm Ostwald, sinir iletimi hücre zarı teorisini ortaya attı
 William James, "*Principles of Psychology*"'yi yayımladı
 1891 Wilhelm von Waldeyer, nöron/sinir hücresi terimi
 1896 Rudolph Albert von Kolliker, sinirin ana uzantısı: *akson* terimi
 1897 Charles Scott Sherrington, sinir hücreleri arası bağlantı yeri: *sinaps* terimi
 1888 Ramon Cajal, sinir hücresi yapısını gösterdi
 1898 John Newport Langley, otonom sinir sistemi terimi
 1900 Max Planck, siyah cisim ışıması ve kuantum mekaniğinin doğuşu: Planck sabiti
 Sigmund Freud, "Rüyaların Yorumu" yayımlandı

- 1902 Julius Bernstein, hücrelerin zar teorisini öne sürdü
- 1903 Ivan Pavlov, "Şartlı Refleks" terimi
- 1905 Einstein, foton bir ışık kuantumu ya da parçacıdır, özel görelilik teorisi
Alfred Binet ve Theodore Simon, zekâ testini geliştirdiler
- 1907 John Newport Langley, reseptör moleküller fikrini ortaya attı
- 1909 Korbinian Brodmann, 52 farklı beyin kabuğu alanını tanımladı
Harvey Cushing, insan duyuşal beyin kabuğunun elektrikle uyarımı
- 1911 Eugen Bleuler, "şizofreni" terimi ve tanımı
- 1913 Niels Bohr, atom orbitallerinin kuantum modeli
Ramon y Cajal, altın-klorür-civa boyası ile astrositleri boyadı
Edwin Ellen Goldmann, kan-beyin engeli büyük molekülleri geçirmez
Edgar Douglas Adrian, sinir hücrelerinde "hep ya da hiç" prensibi
- 1914 Henry H. Dale, asetilkolini izole etti
- 1915 Einstein, genel görelilik teorisi
Aspirin reçetesiz satılmaya başlandı
- 1919 Cecile Vogt, 200'ün üzerinde beyin kabuğunun işlevsel alanını tanımladı
- 1920 "Parapsikoloji" terimi doğdu
Otto Levi, sinir hücreleri arası iletimin kimyasal olduğunu tespit etti
del Rio Hortega, mikroglia hücrelerini tanımladı
- 1921 Louis de Broglie, parçacıkların dalga doğasının tespiti
- 1922 Alfred Lotka, zihin kuantum mekaniksel işliyor olabilir
- 1926 Erwin Schrödinger, parçacık-dalga denklemi
Max Born, kuantum mekaniğinde dalga fonksiyonu olasılık yorumu
Paul Dirac, bozon ve fermion ayrımı
Wolfgang Pauli, eş zamanlı momentum ve yer bilinemez
Werner Hisenberg, belirsizlik ilkesi
- 1927 Friedrich Hund, kuantum tünelleme
Georges Lemaitre, genişleyen evren modeli
Kuantum mekaniği Kopenhag modeli
Chester William Darrow, galvanik deri yanıtları
- 1928 Paul Dirac, göreceli kuantum mekaniği, karşıt madde kavramı
- 1929 Hans Berger, ilk insan beyin kaynaklı elektrik dalgaları (EEG) üzerine makale
- 1931 Kurt Gödel 24 yaşındayken, Gödel Teoremini yayımladı
400 kat büyütme sağlayan elektron mikroskobu yapıldı
- 1932 Walter B. Cannon, *homeostasis terimi*
Jan Friedrich Tonnes, çok kanallı beyin elektriği kaydeden (EEG) makine
Edgar Douglas Adrian ve Charles S. Sherrington, sinir hücreleri işlevi üzerine Nobel ödülü
- 1933 Fritz Zwicky, galaktik kümelerde karanlık madde düşüncesi
- 1935 Einstein-Podolsky-Rosen (EPR) deneyi ve yerel olmayan kuantum mekaniği
Erwin Schrödinger, kuantum kedi paradoksu
Robert Watson-Watt, radar keşfi
- 1936 Alan Turing, hesaplanabilirlik
Henry Hallett Dale ve Otto Loewi, sinir hücreleri arasındaki kimyasal ileti araştırmaları
nedeniyle Nobel Ödülünü paylaştılar
ilk EEG laboratuvarı kuruldu (Massachusetts General Hospital)
Egas Moniz, ağır şizofrenilerde beyin ön lobu cerrahi çıkarımı (lobektomi)
- 1938 *Isador Rabi*, Manyetik Resonansın keşfi
Albert Hofmann, bir uyuşturucu olan LSD'yi sentezledi
- 1943 "Psikokinezi" terimi doğdu
- 1945 Schrödinger "Yaşam Nedir?" adlı kitabını yayımladı
Robert Oppenheimer ve arkadaşları, Atom bombası
ilk bilgisayar ENIAC
- 1947 Transistörün icadı
"Psi" terimi parapsikolojiye girdi
Claude Shannon, bilgi teorisi ve bilginin ölçülmesi
Denis Gabor, hologram teorisi
- 1948 John Von Neumann ve Stanislaw Ulam, tek hücreli makineleri tanımladılar
Hendrik Casimir, Kaşimир kuvvetleri teorisi
- 1949 Fred Hoyle, ilk kez "Big Bang/Büyük Patlama" terimini kullandı
Horace Winchell Magoun, beyin sapı ağsı sistemini tanımladı
Giuseppe Moruzzi ve Horace Winchell Magoun, beyin sapı ağsı yapısı ve uyanıklığın üzerinde

- etkisi hakkında makale yayımladılar
John Cade, lityumun bipolar bozukluk üzerinde tedavi edici etkisi
- 1950 Elektron mikroskobu ile sinir hücreleri arası bağlantı yerleri (sinapslar) görüntüledi
Paul Dirac, sicim teorisi
- 1952 Hodgkin-Huxley-Katz, voltaja bağlı iyon akımını sinir hücrelerinde gösterdi
- 1953 Crick ve Watson, DNA çift sarmaldan yapılmıştır
Eugene Aserinski ve Nathaniel Kleitman, uykuda ortaya çıkan hızlı göz hareketlerini (REM) tanımladı
- 1955 John Wheeler, Planck ölçeğinde uzay-zaman köpüğünü tanımladı
Ilya Prigogine geri dönüşümsüz-tersinmez işlemlerin termodinamiği
- 1956 iyon mikroskopta, tek tek atomların görüntülenmesi
- 1957 W. Penfield ve T. Rasmussen, devinimsel ve duyuşal beyin kabuğunu haritaladı
- 1960 Kunio Yasue, Gordon Globus ve arkadaşları. Yasue, 1960'da Hiroomi Umezawa tarafından geliştirilen kuantum alan teorisi (QFT) üzerine yeni bir katkı yaparak, sinir hücrelerinden daha ilkel "kortikonlar" fikrini öne sürdü. Umezawa "Kuantum Nörofizik"i başlatarak, klasik dünyanın, beyindeki kuantum bilgi işlemlerinden nasıl köken alabileceğini tartıştı. Yasue'ye göre, beyin makroskopik bir kuantum sistemidir. Özellikle, sinir hücreleri arasındaki su megamolekülleri üzerine yoğunlaşarak, geniş bir kuantum ağı oluşturabileceklerini öne sürdü. Ayrıca, Fröhlich sistemi, sinir hücreleri içindeki mikrotübüllerin de kuantum sistemine katıldığını belirtti.
- 1963 John Carew Eccles, Alan Lloyd Hodgkin ve Andrew Fielding Huxley sinir hücresi zarının çalışma mekanizmaları üzerine yaptıkları araştırmalarından dolayı Nobel ödülünü paylaştılar
- 1965 Melzack R ve Wall PD. Ağrının oluşumunda ve algılanmasında "Kapı Kontrol Teorisi"
Katz B ve Milhedi R, Sinir hücreleri arası bağlantı yeri kesecik salınımı "Kalsiyum Hipotezi"
- 1966 Bass L ve Moore WJ, Sinir hücreleri arası bağlantı yeri kesecik salınımı "Termodinamik Teorisi"
- 1967 De Vault ve ark. Biyolojik yapılarda elektron tünellenmenin gerçekleşme ihtimali
- 1970 Evan H Walker, sinir sisteminde işleyebilecek, sinir hücreleri arası (sinaptik) tünellenmenin kuantum modelini yaptı. Ve 1977'deki *Internatonal Journal of Quantum Chemistry*'de zor da olsa yayımlandı. 1974'de dergiye gönderilen makale, ancak 1976'da tekrar gözden geçirildikten sonra kabul edildi ve 1977'deki sayısında yayımlandı
- 1971 Pant HC ve Rosenberg B, Yapay biyo moleküler lipit zarda kuantum mekaniksel tünelleme başarılı ve özellikleri tanımlandı
Yapay biyo moleküler zarın "Zener diyodik" davranışı gösterildi
- 1972 ilk mikroişlemci üretildi
Bilgisayarlı görüntüleme (BT) x-ışınları kullanıldı
- 1973 Remler MP. Sinir hücreleri arası bağlantı yeri kesecik salınımı "Zar Bariyer Teorisi"
x-ışınlı bilgisayarlı tomografi yapıldı
- 1974 Thomas Nagel "Bir yarasa olmak nasıl bir şeydir?" argümanını ve özel bilinç deneyimini tartıştı
Bir fare beyininden Manyetik Rezonans Görüntü (MRG) elde edildi
M.E. Phelps, E.J. Hoffman ve M.M.Ter Pogossian, Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) görüntülemeyi geliştirdi
- 1976 Roman Ingarden, kuantum bilgi teorisini oluşturarak Shannon'un bilgi teorisinin doğrudan kuantum durumuna uygulanamayacağını gösterdi
- 1981 Richard Feynman, kuantum işlemlerin olabileceğini ve ileride bu tipte çalışan bilgisayarların çok hızlı olacağını ortaya attı
- 1985 David Deutsch, evrensel kuantum bilgisayar (tıpkı evrensel Turing makinesi gibi) tanımladı.
Birçok farklı kuantum algoritmasının yapılabileceğine inancı güçlendirdi.
- 1986 Patricia Churchland, "Nörofelsefe" kitabını yayımladı
Herbert Froehlich, Bose-Einstein Yoğunlaşması (BEC) biyolojik sistemlerde (bitki ve hayvanlarda) de oluşabilir
John Eccles, beyin kabuğundaki sinir hücreleri arası bağlantıların uyarılara "kuantum olasılık" kurallarına göre yanıt verdiklerini, kuantum belirsizliğinin de bir işlev alabileceğini öne sürdü.
Madde olmayan zihnin (psikon), "kuantum sıçramaları" yolu ile bedene istendiğinde etki edip, hareket oluşturabileceğini öne sürdü
- 1987 Stuart Hameroff, Ultimate Computing; Biomolecular Consciousness and nanotechnology yayımlandı
- 1988 Video CD (VCD) satışa sunuldu
Atiyah, Witten, Topolojik kuantum alan teorisi
- 1989 Ian Marshall, bilincin ve yoğunlaşmaların holistik özelliği arasındaki benzerliğe dikkat çekti. Ve bilincin bu tür bir Bose-Einstein Yoğunlaşmasından doğabileceğini öne sürdü.
Bennett and Brassard, kuantum bilgisayar

- Roger Penrose, *The Emperor's New Mind*: Kral'ın Yeni Usu'nu yayımladı
- 1990 "Beyin On Yılı" ilan edildi
- 1992 İşlevsel manyetik rezonans beyin görüntülenmesi (fMRI) gerçekleştirildi
- 1993 Bilişsel yıkım ve istemsiz hareketlerle karakterize olan Huntington hastalığının sorumlu geni gösterildi
- 1994 Daha çok, beyinde kuantum fiziğinin işleyiş teorilerinin konu edildiği; *Toward a Scientific Basis for Consciousness "Tucson I"* ilk toplantısı yapıldı
Roger Penrose, *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*
John C. Eccles, "How the Self Controls Its Brain" yayınlandı
Peter Shor, kuantum algoritmasını geliştirdi. Daha sonra "kuantum hata düzeltme" şemasını tanımladı. Böylece çevreden kaynaklanan etkiler, hata düzeltme ile en aza indirildi ve büyük ölçekli kuantum bilgisayarlar yapmanın yolu açıldı
- 1995 GENESIS bilgisayar programı ile gerçekçi sinir ağları modellenmesi yapıldı
Cornell, Wieman, Anderson, atomik gazda Bose-Einstein yoğunlaşmasını başardı
DVD (Digital Versatile Disc) satışa sunuldu
- 1996 David Chalmers, "zor" ve "kolay" bilinç sorularını sıraladı
Steven Lamoreaux, Casimir kuvvetinin ölçülmesi
Lov Grover, "kuantum veritabanı arama algoritmasını" geliştirerek, çok iler hızlarda aramak mümkün hale geldi
- 1997 Tek kubitli (1-qubit) manyetik rezonans bilgisayarlar başarılı
- 1998 İki kubitli (2-qubit) manyetik rezonans bilgisayarlar başarılı
- 1999 Üç kubitli (3-qubit) manyetik rezonans bilgisayarlar başarılı
- 2000 Beş kubitli (5-qubit) manyetik rezonans bilgisayarlar başarılı
Arvid Carlsson, Paul Greengard ve Eric Kandel, sinir sisteminde uyarı iletimi-bellek konusunda yaptıkları çalışmalar nedeni ile Nobel ödülünü paylaştılar.
- 2001 Yedi kubitli (7-qubit), her biri yedi atom içeren, 10^{18} benzer molekül kullanılarak, Shor algoritmi ile çalışan, manyetik rezonans moleküler bilgisayar oluşturuldu
- 2003 Sinir sisteminde kuantum fiziğinin işleyiş teorilerini ele alan, *NeuroQuantology* dergisi (*An Interdisciplinary Journal of Neuroscience and Quantum Physics*) yayımlanmaya başladı.
- 2003 Bilinç, kuantum fiziği ve beyin ele alındığı, "Kuantum Zihin" 2.kongresi yapıldı
- 2004 "Kuantum Zihin" toplantılarının 3. yapıldı
Oda ısısında üstün iletkenliğe imkân verecek, Fermionik yoğunlaşma, maddenin yeni bir hali oluşturuldu.
113 ve 114. element yapay olarak oluşturuldu
- 2007 Salzburg, "Kuantum Zihin" Konferansının 4. yapıldı.
- 2008 *NeuroQuantology* dergisi, uluslararası indekslere (SCI) kabul edildi.

Felsefe ve Bilim Kimin İşi Olarak Ortaya Çıkmıştır?

Felsefe bir Yunan işi olarak düşünülebilir mi ya da düşünülmesi midir? Felsefe bir geofelsefe olmasına karşın, coğrafya sadece fizik ve insan coğrafyası değildir. Zihinsel bir coğrafyayı da beraberinde taşır. Aslında Yunanlı felsefeciler yurtlarından kopmuş yabancılar olmasına rağmen felsefeyi büyüten Yunanlıdır.¹ Felsefenin “Yunan Mucizesi” olduğu görüşü tarihsel süreklilik olgusu ile çelişir. Fransız tarihçi Emile Brehier, ilk Yunan felsefecilerinin “gerçekte bir şey icat etmek zorunda kalmadıklarını” Mezopotamyalılara ait “yaratılış” efsaneleri gibi metinlerin kopyalandığını söyler. Bertrand Russel’da “Tarihte Yunan uygarlığının birdenbire doğuşunu açıklamak kadar güç ve şaşırtıcı bir iş yoktur” der. Yunan medeniyetinin kökeninde Mısır ve Mezopotamya olduğunu belirtir. Farabi de “Eskiden Irak halkı olan Kildanilerde ortaya çıkmış; oradan Mısır halkına ulaşmış; sonradan Yunanlılara, onlardan da Süryanilere geçmiş ve böylece Araplara ulaşmıştır” tespitini yapar.

Felsefe ve Bilim Yunan işi midir?

Uzun bir zaman boyunca, çağdaş uygarlığın Roma ve Grek uygarlıklarının hediyesi olduğuna inanıldı. 1799’da Mısır hiyegrolif yazısının deşifre edilmesi ve bunu izleyen arkeolojik uğraşlar, Yunan uygarlığından çok önceleri Mısır’da var olmuş daha yüksek bir uygarlığın varlığını ortaya koydu. MÖ 3000’lere uzanan bu uygarlık, Helen uygarlığından 2000 yıl daha eskiydi. Sonraki dönemlerde yapılan arkeolojik kazılar, Hititler gibi başka uygarlıkların da varlığını ortaya koydu ve anlaşıldı ki, MÖ 5. yüzyılda, olgunluğuna erişen Yunan düşüncesi kökenini daha eskilerden alıyordu: Mısır, Anadolu (Küçük Asya) ve Mezopotamya.

insanoğlu yürümeye başlayalı beri coğrafyada yer değiştirmiş ve karşılıklı ilişkilere girmiştir. Bu ilişki doğrudan ziyaret, ticaret ya da savaşla işgal şeklinde olmuştur. Türkiye’de, Kaş açıklarında bulunan Uluburun batığı bir ticaret gemisiydi; modern analiz yöntemleri ile MÖ 1400 yıllarına tarihlenmektedir. Yapıldığı malzeme ve taşıdığı yüke bakıldığında, Akdeniz çevresinde yaşamış uygarlıkların çok yakın ilişki içinde olduklarına dair kanıtlar çok açık olarak görülür. Yapılan incelemelerle, geminin en az yedi uygarlığın ürünlerini taşıdığı anlaşıldı: Mikenler (Yunanistan), Kenanlılar (Suriye-Filistin kıyıları), Kıbrıslılar, Mısırlılar, Kassitler (Babil), Asurlular, Nübyeliler. Böylesi sıkı ticaret ilişkisi, mutlaka bilim-sanat-felsefe ilişkisini de beraberinde taşıyacaktı.²

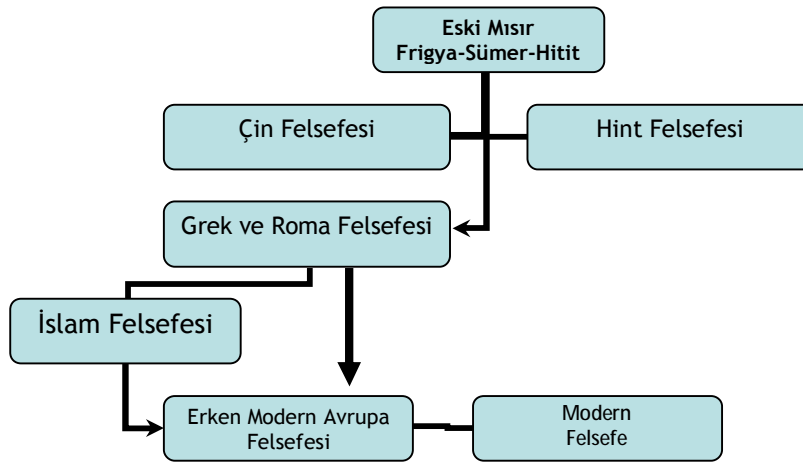
MÖ 560-527 yılları arasında Homeros’un eserlerinin, Yunan yarımadasına geçtiği ve Atina’da festivallerde belli bir sıra ile okunmaya başlandığı anlaşılmıştır. İyon bilinci, Anadolu’da geliştikten ancak üç yüzyıl sonra Yunanistan’a geçti. Herodot “Homeros ile Hesiodos Grek tanrılar hanedanını kurdular, onlara adlarını taktılar, görevlerini ve sanatlarını tayin ettiler” diye yazar ve bu işin, kendi gününden (MÖ 430) dört yüzyıl önce olduğunu belirtir.³ Elbette ki kültür akışının nedeni sadece ticari geçişler değildi. İşgal ve savaşlar da dolaylı olarak kültür ve bilim geçişine neden oluyordu. Bu olaydan çok daha önce, MÖ 490 yılında Yunanistan’ı Persler işgal etmişti. Beraberlerinde doğu kültür ve düşüncesini de götürmüşlerdi. Makedonyalı Büyük İskender’in MÖ 300’lerde Hindistan’a

¹ Deleuze G ve Guattari F. Felsefe Nedir? YKY. Çev: T. Ilgaz. 6. Baskı, 2001;81-92.

² Bass GF. Tunç çağının ihtişamı. National Geographic Türkiye. Kasım 2001;79

³ Halikarnas Balıkcısı. Anadolu Tanrıları. Bilgi yay. 1985;22.

kadar gittiği düşünülürse, etkileşimlerin kaçınılmaz olduğu daha kolay anlaşılır olacaktır.



Yunan felsefesinin etki altına kaldığı, coğrafyaya Çin'i de eklemek gerekir. Yazılı kaynaklar olmamasına karşın, Çin felsefesinin geçmişi epey eskidir. Çin felsefesi, MÖ 6. yüzyılda ortaya çıkmıştır. Bu dönemde gezgin filozoflar aracılığıyla, düşünceler sözlü olarak yayılmıştır. İlk biçimsel temsilcisi konfüçyüsçülük, son temsilcisi ise Taoizm olmuştur. Daha sonraları, üçüncü önemli okul olan Budizm de Çin felsefesine dahil olmuştur. Konfüçyüsçülük "insan yolunu" öğretirken, Taoizm "doğanın yolunu" öğretir. Konfüçyüsçülük, mistik-metafizik açıklamaları içermez, politiktir. Taoizm ise geniş ölçüde mistik-metafiziktir. Bu iki akım daha çok birbirini tamamlar niteliktedir. Daha sonraları bu iki akıma Budizm eklenmiştir. Bu üç akımın etkisi doğrudan değil, Çin'in coğrafi olarak daha batısındaki kültürler aracılığı ile olmuştur.

MÖ 322'de İskenderiye'nin kuruluşundan önce, Mısır kaynakları hakkında hiçbir şey hayatta kalmamış denilebilir. Eğer Yunan felsefecilerinin Mısır düşüncesinden sıkı sıkıya etkilendiğini öne sürecekseniz, buna ait paralel yazılar veya doğrudan yansımaları görmemiz gerekir. Yunan felsefesi zamanında bunu bulamayız. Basit olarak, Mısır'daki bilgelik/akıl kaynakları Aristoteles ve Platon felsefi yazılarından farklıdır. Bunun yanında Yunan felsefesine benzeyen bir Mısır felsefesi de yoktur. Dolaylı yoldan elde edilen, Yunan felsefesi üzerinde Mısır etkisi bilgileri de az değildir. Örneğin, Platon'un "Timaeus" ve "Critias" adlı eserinde, Atlantis öyküsünden bahseder ve ataları olan Solon'un bu bilgiyi, Firavun II. Amasis'i (MÖ 569) ziyareti sırasında Mısırlı bir rahipten öğrendiğini belirtir. Platon'un eserlerinde Mısır ile ilgili bilgilerin olması, Mısır'a gittiği anlamına gelmez. Çünkü Platon hiçbir eserinde Mısır'da bulunduğunu yazmaz. Platon'a kaynaklık eden Solon bir ticaret adamı olduğundan, ülke ülke dolaşması meşhurdur. Atinalı Solon, MÖ 6. yüzyılda yaşamıştır ve Yunan kültürünün ilk temsilcisi sayılır. Anadolu'ya yaptığı seyahatleri sonrasında yazı yazmasını öğrendi ve sosyal kurumları gördü. Anadolu'da öğrendiği İyon lehçesi ile şiirler yazdı.

Yunanlıların, Mısır'dan aldıkları, düşünselden ziyade bilimsel doğadaki bilgidir. Thales'in (MÖ 6. yy) ilk element olarak belirttiği su, Babil efsanelerinden gelir. Bunun yanında, Pisagor'un Mısır'ı ziyaret ettiği öne sürülür. Pisagor'un ölümünden yüzyıl sonra Herodot "ruhların geçişi fikrini" Pisagor'a bağlar. Bunun erken Yunan düşüncesinden ziyade, Mısır kökeni vardır. Pisagor'un bir süre Mısır'da kaldığı ve Mısır dini üzerine çalışmalar yaptığı, astronomi ve geometri öğrendiği konusunda iddialar da vardır. Ancak, Mısır'a gitmeden önce, Suriye'ye gidip büyü konusunda çalışmalar yaptığı öne sürülür. Pisagor gibi Demokritus'un da (MÖ 5.yy) Mısırda beş yıl astroloji ve Nil'in yükselme nedenleri üzerine çalıştığı öne sürülür. Birçok Yunan felsefesi, Nil ile ilgilenmiştir ve bu

da, Mısır'ı ziyaret ettikleri kanısını güçlendirir. Diğer bir felsefeci Exodus'un da (MÖ 4.yy) astroloji ve geometriyi Mısır'da öğrendiği konusunda kanıtlar vardır.⁴

Küçük Asya (Anadolu) felsefeci ve düşünürleri. ⁵	
ADI	YAŞADIĞI YER
MÖ 9 ve 5. yüzyıl arası	
Thales	Milet
Anaksimandros	Milet
Anaksimenes	Milet
Pisagor	Sisam adası
Ksenophanes	Kolophon
Herakleitos	Efes
Hekataios	Milet
Kadmon	Milet
Anakharis	Trakya
MÖ 5. ve 4. yüzyıl arası	
Anaksagoras	Kilizman
Herodot	Halikarnas
Hipokrat	İstanköy
Protagoras	Trakya
Skylaks	Muğla
Epikür	Sisam
Diojen	Sinop
Demokritos	Trakya
Leukippos	Trakya
Ktesias	Knidos
Kleantes	Ayvalık
Herakleidis	Ereğli
Theophrastos	Midilli
Ephoros	Çandarlı
Theopompos	Sakız
Helenistik devir ve Roma devri	
Diphilos	Sinop
Pausanias	Salihli
Strabon	Amasya
Galen	Bergama
Arrianos	Bursa
Cassius Dio	İzmit
Epiktetos	Hierapolis
Dionysios	Halikarnas

Bütün bunlara karşın, Yunanlıların, felsefelerini Mısır'dan aldıklarına dair kesin kanıt öne sürülemez. Sonuçta, komşuları olan Hititler, Fenikeliler, Medlerle ticari-sosyal ilişkiye geçtiler. Ancak, bu ilişki yaklaşık, MÖ 2000 ile MÖ 600 yılları arasında, Yunan felsefesi üzerinde Mısır etkisini doğurdu. Yunan uygarlığının aldıklarına ve önceki esinlenmelerine kısaca göz atacak olursak:⁶

1. Eski Grekçe, yeni Grekçe ve Latince temel olarak Kenan ve Fenike alfabesinden gelmektedir. Anadolu'dan Yunanistan'a geçen önemli şeylerden biri Fenike alfabesidir. Bu fonetik alfabe, ilk olarak Anadolu'da kullanılmıştır.

2. Yunan tanrılarının kökeni Anadolu'ya kadar uzanmaktadır. Zeus Girit'ten, Afrodit Kıbrıs'tan, Poseidon Anadolu'dan alınmıştı. Biraz daha uzağa gidildiğinde Sümerlerin efsane kahramanlarına Yunan mitolojisinde sıkça rastlanır: Ölüler "yeraltı nehrinde" kayıkla götüren Charon, yeraltı nehri olan "Styx", Zeus ve Poseidon'un kardeşi olan yeraltı kralı Hades (Sümerde "Kur"). Hepsi yer değiştirmiş düşüncedir.

⁴ Patter R. Black Athena, Afro-Centrism, and the History of Science. Lefkowitz MR ve Ropers GM (Editör). Black Athena Revisited. Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press, 1996.

⁵ Halikarnas Balıkcısı. Anadolu Tanrıları. Bilgi yay. 1985;34.

⁶ Halikarnas Balıkcısı. Anadolu Efsaneleri ve Anadolu Tanrıları. Bilgi yay. 1985.

3. Anadolu'daki Hitit uygarlığının efsanelerinin çoğunun temelinde Sümerlerin efsaneleri bulunabilir. Mezopotamya'daki Sümer ve Akadlar ile Anadolu'daki Hititler arasında Hurriler yaşıyordu. Hurrilerin varlığı Batı Anadolu'ya kadar uzanmaktaydı. Bununla bağlantılı olarak Yunan mitolojilerindeki Herakles'in kökeni Sümerlilerin Gılgamış efsanesinde bulunabilir. Herakles'in evlendiği Hebe'nin de Hitit tanrıçası Hepa olduğu öyküye bakıldığında görülmektedir..

4. Yunan astronomi bilgisinin kaynağı, Mezopotamya bölgesindeki Kalde'dir; değişmez bir şekilde, daha önceki dönemdeki Kaldeliler kendilerini izleyen halklardan çok daha fazla ve çok daha doğru bilgiye sahip olmuşlardır. Kadim dünyanın her yerinde, nesiller boyunca "Kaldeli" adı "yıldız gözleyen", yani gökbilimci ile eşanlamlı olmuştu. Sümer mirasından ciddi şekilde yararlanmışlardı.

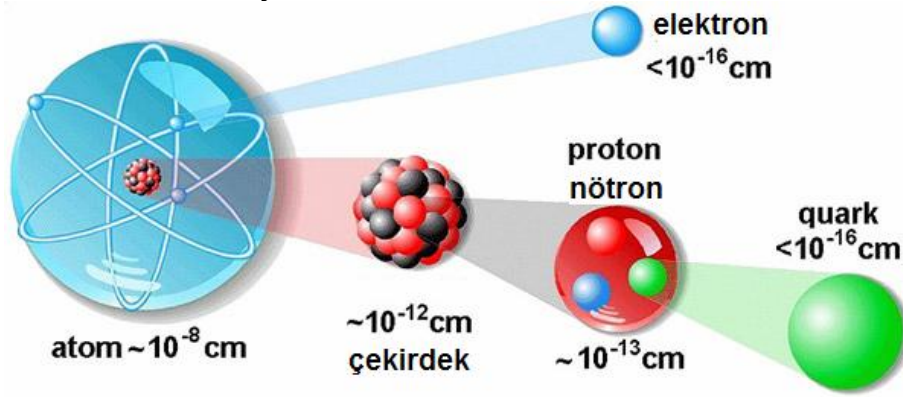
1922 yılında Uluslararası Astronomi Derneği kökenini Yunanlılardan alan 88 takımyıldızı kabul etti. Kökenleri Yunanlılara atfedilmesine rağmen, takımyıldızların sembolize edilmesi ve adlandırılması, Yunan kültüründen çok daha önce, MÖ 1700'lerdeki Mezopotamya kültürüne kadar uzanır. MÖ 1300'lerde yalnızca birkaç takımyıldızı tanımlanmışken, MÖ 1100'lerde Sümer tabletlerinde tanımlanan takımyıldızı sayısı 30'dan fazladır. Bu dönemde Mezopotamya izlemlerinin çoğu 33-36 derece enlem arasında yapılmıştır. Bütün bunlar MUL.APIN denilen tabletlerde kayıtlanmıştır. Yunanlılar toplam 20 takımyıldız ve adını doğrudan Sümerlerden almışlar, diğer 10'unun ise yıldızları aynı olmasına karşın isimlerini değiştirmişlerdir. Peki, en eski Yunan kaynaklarında takımyıldızlarla ilgili veri yok muydu? Homer'in (MÖ 8. yy) ve Hesiod'un yazılarında sadece iki takımyıldız (Orion ve Büyük Ayı) ve iki yıldız kümesinden (Yedi Kızkardeş ve Hyades), iki yıldızdan (Sirius ve Acturus) bahsedilir. Bundan daha fazlası yoktur. Yaklaşık MÖ 500'den önceki diğer tüm Yunan kaynakları yıldızlar hakkında bir şeyden bahsetmezler. Yaklaşık MÖ 400'lerde Sümer-Babil zodyak sistemi Yunanistan'a geçer.⁷

⁷ Schaefer BE. The origin of the Grek constelleations. SciAm Kasım 2006;70-75.

Res extensa: Atom Denilen Şey...

ilk bakışta dünya, iki tür olgudan oluşuyor gibi görünür: zihinsel deneyimler ve fiziksel nesnelere. René Descartes (1596–1650) bu iki kategoriye *res cogitans* (düşünen şey) ve *res extensa* (yer kaplayan şey) adlarını vermişti. *İlkeler* adlı eserinde, sanki bugünkü anlamda kabul edilen her şeyin aynı atomlardan yapıldığını (beynimizdeki ve bu kâğıttaki karbon atomu arasında hiçbir fark yok) ve hatta maddenin son yapı taşlarının (kuark gibi) aynı olduğunu ifade edercesine “bütün evrende var olan madde birdir ve aynıdır” diye yazar.¹

Res extensa uzayda bir yer işgal eden ve uzam, kütle, elektrik yük gibi nitelikleri olan maddi nesnelere tarafından meydana getirilir. Farklı olarak, zihinsel dünya, maddi olmayan nesnelere bir araya gelmiştir. Sadece düşüncelerden oluşur. Uzayda belli bir yer kaplamaz ve *res extensa*’dan doğar. Yani, düşünce evreni fiziksel evrenden yalıtılmaz ve güçlü bir biçimde ona bağlıdır. Fiziksel dünya yeni düşüncelerin kaynağı olarak da iş görür. Zihinsel düşünceler ise, çevremizdeki maddi nesnelere yeniden düzenleme için araç olarak bedenimizi kullanır.



Bu konudan amaç, maddenin temel yapısını basitçe anlayabilmek ve bu maddenin temel yapı taşlarının-belki de son yapı taşlarının-sinir hücrelerinin fiziksel yapısının bir parçasını oluşturduğunu bilmek, burada geçerli olan kuralların sinir hücresi ya da onların oluşturdukları, sinirsel ağlar ve beyin üzerine nasıl etki edebileceklerini kavramaktan ibarettir. Madde denilen “şey” aslında aynıdır. Yıldızları oluşturan atom yapıları ile beynimizi oluşturan atom yapısı ve canlılarla cansızlardaki atomlar da aynı olduğuna göre konuya kısa da olsa değinmek gerekir. Kurbağalar, taşlarla aynı grup atomlardan yapılmışlardır, ancak düzenlenişleri farklıdır. Bedenimizdeki her demir atomu ve dünyamızdaki her lityum atomu yıldızların içindeki reaksiyonların artık ürünleridir. Buradan bakıldığında, beynimiz de aynı atomlardan oluşmaktadır.

Eski Yunan felsefecilerinin ortaya attıkları atom varsayımı, Demokritus (MÖ 450 yılları) ve Leukippos tarafından başlatıldı. MÖ 1. yy’da Lucretius (MÖ 94–49) “*Doğanın Niteliği*” adlı eserinde atomlardan “görünmedikleri halde varlıklarını kabul etmek zorunda olduğumuz nesnelere” olarak bahsediyordu. Atomların bölünemez en küçük yapı olduğu varsayımı, tartışmalı dönemlerden geçtiyse de uzun asırlar etkinliğini korudu. Ancak 19. yy’da, Joseph Thomson’un (1856–1940) elektronu keşfi (1897) ile atomun bölünmezliğine ilişkin yüzyıllarca var olan görüş sarsıldı. Bu durumda atom bileşik bir cisim ve elektron da atomun bileşenlerinden biri kabul ediliyordu. Buna göre, atom eksi yüklü elektron yanında artı yükler de taşımalıydı. Böylece protonlar ortaya çıktı. Ardından Ernest Rutherford (1871–1937) bu proton ve nötronların, atomdan 10^4 kez daha küçük bölgeye sıkıştığını ve atomun aslında “boş” olduğunu öne sürdü. Böylece, 1910’lu yıllarda ortada küçük bir alana sıkışmış çekirdek ve çok uzağında bulunan elektronlar nedeniyle, gezegen sistemine benzeyen “*Rutherford atomu*” denen atom modeli

¹Herbert N. Temel Bilinç: İnsan Bilinci Ve Yeni Fizik. Ayna Yayınevi. İstanbul. Kasım 1999; 23.

ortaya çıktı. Çok geçmeden, bu modelin yetersizlikleri deneysel çalışmalarda doğrulandı. Modele göre elektronlar artı yüklü çekirdek üzerine düşmeliydi. Oysa düşmüyorlardı.

Elektronun 1897'deki keşfinden 14 yıl sonra, 1839 kat daha ağır olan proton keşfedildi. Bir 21 yıl sonra ise yüksüz çekirdek elemanı olan nötronun varlığı ortaya konuldu. Bu nötronlar ve protonlar merkezdeki çekirdeği oluşturuyordu. Atomun yarıçapı 10^{-8} cm, çekirdeğin yarıçapı ise 10^{-12} cm kadar olduğundan, çekirdeğin hacmi, atomun hacminin 10 milyarda birini teşkil ediyordu. Öyle ki, çekirdeğin 10^{-13} cm olan çapı ile, atomun 10^{-8} cm olan çapını kıyasladığımızda şöyle bir sonuç ortaya çıkar: Atomu bir küre şeklinde kabul ederek bu küreyi tamamen çekirdekle doldurmak istediğimiz takdirde bu iş için 10^{15} atom çekirdeği gerekecektir. Boyutları atomun 10 milyarda biri olmasına rağmen, çekirdeğin kütlesi atomun kütlesinin %99.95'ini oluşturmaktadır. Yani, atomun tüm kütlesi çekirdekte toplanmıştır.² Bu çekirdek, merkezi siyasi idare gibi atomun sosyal ve politik tüm özelliğini belirler.

1932'ye kadar elektron, proton ve nötronun varlığı tüm atom ve parçacık fizikini açıklamak için yeterliydi. Ancak daha sonra atom altı parçacıklar adeta uzaydan yağmur gibi yağdı. Zamanla parçacıklar o kadar arttı ki, bazı bilimadamları yeni parçacıkların tespit edildiğini duyunca "bunu kim ismarladı" bile demeye başladı. Bugün için yaklaşık olarak 200'den fazla atom altı parçacık bilinmektedir.

Tablo 1. Maddenin temel yapı taşları fermionlar olan lepton ve kuarklardan oluşur. Her lepton ve kuarkın kendine ait belirleyici özellikleri vardır. Tabloda, simgeleri, açık adları ve spinleri gösterilmiştir.

Leptonlar	ν_e elektron nötrinosu 0	ν_μ Müon nötrinosu 0	ν_τ tau nötrinosu 0	Kuvvet Taşıyıcıları
		e Elektron -1	μ Muon -1	τ Tau -1
Kuarklar	u Yukarı	c Cazibeli	t Üst	Z^0 bozonu
	d Aşağı +2/3	s Acaip +2/3	b Alt +2/3	W bozonu

Başlangıçta fizikçiler kütlelerine göre onları iki gruba ayırdılar: Mezonlar ve baryonlar olarak. Mezonların (*orta*) ağırlıkları elektronlardan fazla, fakat protonlardan daha hafifti. Baryonların (*ağır*) ağırlığı protondan fazlaydı. Bugün modern sınıflama parçacıkların ağırlıklarına göre değil, *spin*'lerine göre yapılmaktadır. Spin, bir parçacığın iç açısal momentumudur ve birimi \hbar ile gösterilir ($\hbar=1,055 \times 10^{-34}$ Js). Mezonlar tam, baryonlar ise yarım spinlidirler. Tam ve yarım spin Planck'ın sabiti (\hbar) biriminde ölçülür ve $\hbar=h/2\pi$ 'ye bölünerek hesaplanır.

Spin, kütle ve yük gibi parçacıkların iç, özgün özelliğidir. Kuantum kuramının zorunlu bir sonucudur. Parçacık ve parçacık sistemlerinin kuantum durumlarının tam olarak belirlenebilmesi için diğer kuantum sayıları ile birlikte spin kuantum sayılarının da belirlenmesi gerekir. Kuantum mekaniğindeki spin açısal momentumu, klasik mekanikteki katı cisimlerin spin açısal momentumu ile aynı şeyi ifade etmez. Katı cisimler bir simetri eksenini etrafında dönüşlerinden dolayı klasik spin ve yörünge hareketlerinden dolayı da yörüngesel açısal momentuma sahiptirler. Örneğin, dünya kendi eksenini etrafında dönmesi ile spin ve Güneş etrafında dönmesi ile de yörüngesel açısal momentuma sahiptir. Kuantum mekaniğin spin için böyle bir benzetme yapılmaz. Spin parçacığın kendi eksenini etrafında dönmesi ile bağdaşmaz. Spin açısal momentumun klasik fizikte bir karşılığı yoktur.³ Kuantum mekaniğinde, klasik mekanikteki gibi yörünge kavramı zaten bulunmaz. Çünkü sistem sonlu veya tüm uzaya dağılmış dalga fonksiyonu ile betimlenir.

Spin, belirli türden parçacıklar için daima aynıdır. Spin, Planck sabiti denilen bir birimle ölçülür. Yalnızca tam ve buçuklu değerler olabilir. Elektron, nötron ve protonun spini daima $\hbar/2$ 'dir. Spini $\hbar/2$ 'nin tek tam sayı katı (yani $\hbar/2, 3\hbar/2$) olan parçacıklara fermion adı verilir. Geriye

² Hooft G. Maddenin Son Yapıtaşları. TÜBİTAK. 1999; 8

³ Dereli T, Verçin A. Kuantum Mekaniği, METU Press, Cilt 2, 2000;16-21

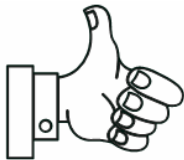
kalan parçacıklar $\hbar/2$ 'nin tam sayı katlarıdır (0, \hbar , $2\hbar$, $3\hbar$) bunlara ise bozon adı verilir. Spinlerin yukarı-aşağı olmasıyla sağa-sola olması arasında herhangi bir uzaysal fark yoktur. Spini olan birçok parçacık spinlerinin yönüne bağlı olarak uzayda manyetik bir alan oluşturur. Bu anlamda bu parçacıklar küçük, iki kutuplu bir mıknatıs olarak düşünülebilir. Her parçacık mümkün kutuplanma sınıflarından birinde bulunmalıdır.

Tablo 2. Hadronlar kuarklardan oluşur ve baryon-mezon olarak iki alt sınıfı vardır. Baryon ve mezonların içyapıları, yük ve spinleri. Baryonlar üç, mezonlar iki kuark birleşiminden oluşur.

	Açık adı	Kuarkları	Yükleri	Spini
BARYONLAR				
p	Proton	uud	+1	$\frac{1}{2}$
\bar{p}	Antiproton	anti u,u, d	-1	$\frac{1}{2}$
n	Nötron	udd	0	$\frac{1}{2}$
Λ^0	Lambda	uds	0	$\frac{1}{2}$
Ω^-	Omega	sss	-1	$\frac{3}{2}$
Σ_0	Sigma-c	uuc	+2	$\frac{1}{2}$
MEZONLAR				
π^+	Pion	u, anti d	+1	0
π^-	Pion	s, anti u	-1	0
κ^0	Kaon	d, anti s	0	0
ρ^+	Rho	u, anti d	+1	1
D^+	D	c, anti d	+1	0
η_c	Eta-c	c, anti c	0	0

Mezonlar ve baryonlar birlikte hadronlar (güçlü-kuvvetli) olarak adlandırılırlar. Çünkü bu parçacıkların tümü doğanın güçlü kuvvetini hissederler. Bu kuvvet atom altı parçacıkları bir arada tutar. Güçlü kuvvet düşüncesi proton ve nötronların 1930'larda bir arada düşünülmesi ile ortaya çıktı. Ancak, kavranmasının zorluğundan dolayı uzun yıllar tartışma konusu oldu. 1961'de Murray Gell-Mann ve Yuval Néeman tarafından tartışma sonlandırıldı⁴ ve atom altı parçacıkların belirli bir matematik simetriye göre gruplandığı ortaya konuldu. Aynı spinli sekiz mezon ya da aynı spinli sekiz baryon çok güzel şekilde sınıflandırıldı. Buna karşılık gelen matematiksel yapı süpersimetri-3, SU(3) olarak adlandırıldı. Gell-Mann, Budistlerin Nirvana'ya ulaşması için çıkılması gereken sekiz doğru aşamadan (doğru görmek-niyet-konuşma-eylem-yaşama-çaba-düşünceli olma-yoğunlaşma) esinlenerek bunu sekiz katlı yol (*eightfold way*) olarak adlandırdı.

Gell-Mann ve George Zweig, birbirinden bağımsız olarak bilinen hadronların üç alt temel parçacığın bir araya gelmesinden oluştuğunu fikrini öne sürdüler. Gell-Mann alt temel parçacıklara da, James Joyce'un (1882–1941) *Finnegan's Wake* adlı kitabındaki bir ifadeden esinlenerek (*Muster Mark'a üç Kuark!*) *Kuark* adını verdi. Bu teorik kuarklar diğer parçacıklar gibi değildiler. Bir arada bulunmayı sevmiyorlardı. Üç farklı çeşnide bulunuyorlardı: yukarı-aşağı-acayıp (up-down-strange). Yeni bakış açısına göre baryonlar üçer kuark, mezonlar ise bir kuark ve antikuark çiftinden meydana geliyordu. Diğer parçacıklar gibi, kuarkların da kütleleri ve spinleri olmasına rağmen, bunlardan farklı olarak kesirli elektrik yükleri taşıyorlardı. Örneğin; proton, iki yukarı ve bir aşağı kuarktan oluşuyordu ve toplam elektrik yükü $2/3+2/3-1/3=1$, nötronlar, iki aşağı kuark ve bir yukarıdan oluşuyor ve toplam elektrik yükü $-1/3-1/3+2/3=0$ oluyordu.



Joyce ve Finnegan's Wake

Joyce, aklın "konuştuğu" gibi, karmaşık bir düzen içinde, kesintilerle, tamamlanmamış düşüncelerle, yarım kalmış sözcüklerle akıp giden bir anlatım tekniği olan *bilinç akımı tekniğini* geliştirdi. Bu tekniği, tren istasyonunda satın aldığı bir Fransız romancısı E. Dujoardin'in *Les lauriers sont coupés'sinden* yola çıkarak geliştirdiğini söylemiş ve bilinç akımını Freud'un psikanalitik bilinçaltı kuramından aldığını söyleyenlere karşı çıkmıştır. *Finnegan's Wake*, 1922–1939 yılları arasında yazdığı, o dönemin ruhunun bir parçasıydı. Bir gece düşü diliyle yazılmıştır. Kitapta Dublinli bir birahane sahibinin düşüşünü anlatır. Ama *Finnegan's Wake* adını

⁴ Feynman RP.QED, The Strange Theory of Light and Matter. Princeton Univ Press. 1988;135

vermesi İrlanda-Amerikan baladından kaynaklanır. Baladda viskiye düşkün Tim Finnegan adlı bir duvarcının başına gelenler anlatılır. Tim bir gün merdivenden düşüp kafasını kırar. Arkadaşları onu gömmeden önce eski bir İrlanda geleneğine uyarak ölüsünün başında içki içerler. İçkiler su gibi akınca kavga çıkar. Bu arada Tim'in üstüne viski dökülür ve Tim uyanır, "Dökeceğinize bana da versenize, burada ölü mü var?" der. Bu düşüp ölme, düşüş-uyku-ölüm-yeniden dirilme ile insanlık tarihine uymaktadır (Norris D, Flint C. *Çizgilerle Joyce. Milliyet Yayınları, 1994.*)

Gell-Mann ve Zweig'in temel teorisi, hadronları oluşturan kuarkların atomun son yapı taşları olduğu yönündeydi. Zamanla kuark teorisi güç kazanmaya devam etti ve atom altı yapı daha anlaşılır hale gelmeye başladı. 1974'de charm (cazibeli), 1976'da bottom (alt) kuark ve 1995'te top (üst) bu listeye eklendi. Bu kuarkların her biri kendisinin bir "anti"sine sahipti ve böylece toplam 12 kuark ortaya çıktı.

Gell-Mann daha sonra yeni bir düşünce "renk yükü" fikrini öne sürdü. Ve genellikle doğada olduğu gibi üç ana renkle adlandırma yapıldı: kırmızı, yeşil ve mavi. Ancak, deneylerde hiçbir zaman renk gözlenmediğini de belirtmek gerekir. Bunlar sadece benzetmelerdir. Doğadaki kuarklar renksizdir. Kuarklar tek başlarına görülemediklerinden, üç kuark bir araya gelerek, kırmızı+yeşil+mavi=beyaz oluşturur. Yani, renksiz hale gelirler. Buna kuarkların "kapatma"sı denir. Antikuarklar ise eşlenik renklere sahiptirler (magenta, karşıt kırmızı gibi).

Protonlar, nötronlar ve diğer baryonlar farklı renkte üç kuarktan oluşur. Bu renkler televizyon ekranındaki fosforlar gibi bir araya gelerek renk birleşimleri oluştururlar. Pionlar, kaonlar ve diğer mezonlar bir renk içeren kuarktan meydana gelir ve antikuarkı ile bir arada olmak zorunlulukları vardır. Antikuarkı, onun "anti-renğini" oluşturur. Bu teori 1972'de *kuantum kromodinamiği* (QCD) olarak adlandırıldı.⁵

Renk kuralları koyma önemli kolaylıklar sağlayarak kuarkların nasıl bir arada yapıştığı sorusuna çözüm getirdi. Proton ve elektron arasında elektromanyetik kuvvetler egemendi ve bir arada durmanın foton değişimi ile sağlandığı düşünülürdü. Fotonların kütleleri ve yükleri yoktur, sadece enerji ve spinleri vardır. Bundan dolayı bu parçacıklar elektromanyetik kuvvetin taşıyıcılarıdır. Bu, sadece elektron ve protonların elektrik yüklerini açıklamak için yeterli olmadı. Bu büyüsel kuvvet bir matematiksel yolla elde edilerek *gauging* (ayar) olarak adlandırıldı.

Leptonlar

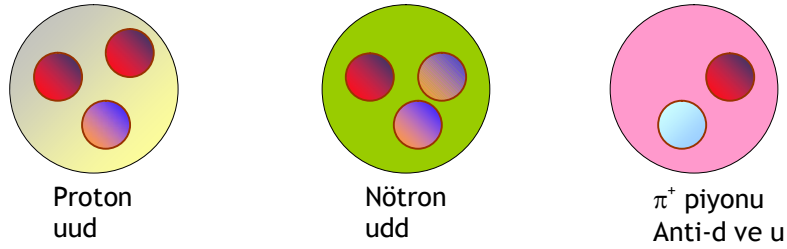
Altı çeşit lepton vardır. En iyi bilineni elektrondur. Bunların üç tanesi elektrik yüküne sahipken, üç tanesinin yükü yoktur. Yüksüzler nötrinolardır. Sıfır ya da çok küçük kütleleri vardır. Bu altı leptonun her biri için eşit kütleli ve zıt yüklü antileptonları vardır. Leptonlar, kuarklardan farklı olarak tek başlarına bulunabilirler. Leptonların bir içyapıları olduğuna dair kanıt yoktur.

Kuarklar

Altı adet kuarkın her birinin üç farklı renk özelliği olduğu düşünülürdüğünde $3 \times 6 = 18$ farklı ve normal türden kuark, bunların antikuarkları da göz önüne alacak olursak $18 + 18 = 36$ kuark olur. Kuarklar birbirlerinden asla kopamazlar. Tek olarak gözlenememelerinin nedeni, kuarkların birbirine çok sıkı şekilde, 14 tonluk bir kuvvetle bağlanmasıyla ilişkilidir. Aralarında sicim şeklinde, doğrusal bir çekim vardır. Sicimin bir ucunda kuark, diğerinde antikuark bulunur ve aradaki sicim gluon alanına karşılık gelir. İkisinin olmadığı, açık uçlu bir sicim yoktur. Bir kuarkla bir antikuark birbirinden uzaklaştırılırsa, kuarklar arasındaki kuvvet daha da artar ve sonunda kuark-antikuark çifti tekrar oluşur.¹⁰ Kuarkların büyüklüğü hayret vericidir: 10^{-18} metre. Ama büyüklük demek ne kadar doğrudur. Kuarklar birbirlerinde ayrılamaz ve serbest olarak gözlenemezler. Belki parçacık bile değil hayalete benzer şeylerdir. Bir zamanlar onların sadece matematiksel sonuçlar olduğu iddia edilmişti.

Kuarklar varlık ve yokluk arasında gidip gelirler. Kuarkların sahip oldukları yükler normal elektrik yüklerinden daha karışıktır. Kuarklar, -1 elektron yükü ya da $+1$ proton yükünden farklı olarak kesirli yüklere sahiptirler ($2/3$ ya da $-1/3$ gibi). Bu yükler birbirlerini nötrleştirir. Daima çiftli ya da üçlü bileşimler halinde bulunurlar. Kuarklar asla ve asla tek olarak bulunamazlar.

⁵ Feynman RP. QED, The Strange Theory of Light and Matter. Princeton Univ. Press. 1988.

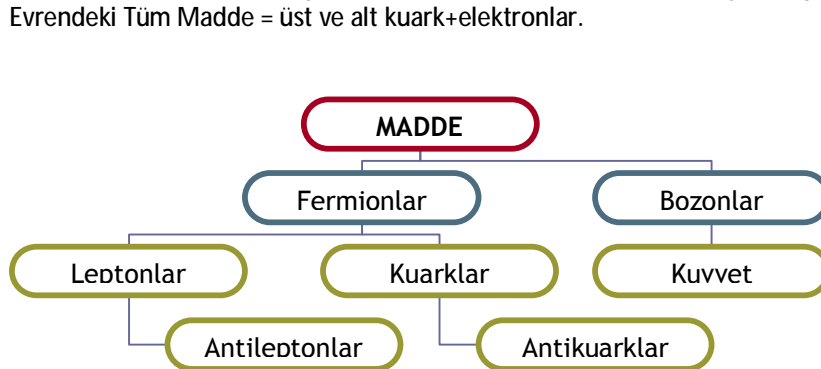


Hadronlar

Hadronlar kuarklardan oluşur ve iki sınıfı vardır: Baryonlar ve mezonlar olarak kütle farkına göre sınıflanırlar. Ancak, kütle bu parçacıkların doğasını tam olarak ifade etmediğinden spinlerine de bakmak gerekir. Spin tam sayı ise parçacık mezon, spin tam sayı artı yarım ise bu takdirde baryondur. Hadronlar güçlü kuvvet etkisindedirler. Leptonlardan çok büyüktürler. İlginç olarak, hadronların kütlesi kendisini oluşturan kuarkların kütlesine eşit değildir. Baryonlar üç kuark birleşiminden oluşurlar. Mezonlar ise bir kuark ve bir antikuark birleşiminden oluşurlar.⁶

Parçacıklar spinlerine göre iki gruba ayrılır: yarım tam sayı spinli fermionlar ve tam sayı spinli bozonlar. Temel yapı taşları fermionlar, kuvvet taşıyan parçacıklar ise bozonlardır. Fermionlar, bozonlardan oldukça farklı davranırlar. Kendi küçük uzaylarında bulunmayı isterler. Tıpkı dağlardaki avcı kurtlara benzerler (bozonlar ise koyun gibidirler, bir araya toplanmayı severler). Bu ilkeye göre, iki benzer parçacık aynı kuantum durumuna sahip olamaz, yani belirsizlik ilkesinin tanımladığı sınırlar içinde hem aynı konumda, hem de aynı hızda bulunamazlar. Bunun için herhangi bir kuvvet gerekmez. Fermionların her birinin değişik bir durumda bulunma özelliğine "Pauli Dışarlama İlkesi" denir. Atomların hepsi belli sayıda elektronla foton alışverişi yapan aynı sayıdaki protondan oluşmuştur. Protonların ve elektronların birleşme düzenleri metalleri, yalıtkanları, gazları, kristalleri oluşturur. Bu çeşitlilik "dışarlama ilkesi" ile oluşur. Yani gördüğümüz dünya, çok sayıda foton alış verişi ve girişimin yarattığı muazzam bir yumaktan oluşur.⁷ Elektronlar da fermiondur. Elektronlar fermion olmasaydı tüm atomlar aynı çapta veya boyda olurdu. Atom bu elektron bulutu ile çevrili olduğundan, iki atom birbirine yaklaştığında, bu bulut birbiri içine girmemek için birbirini iter. İki elimizi birbirine vurduğumuzda, atom boşlukları arasından iki elimizin iç içe geçmemesi bu nedendir. Ya da oturduğunuz koltuğun içine gömülmemeniz bu fermionların varlığından kaynaklanır. Fermionların aksine (yalnız avlanan kurtlar gibi), bozonlar ortak hareket ederler ve aynı yerlerde, toplu halde bulunmayı severler (koyun sürüleri gibi). Zayıf kuvveti taşıyan W ve Z parçacıkları bozondur. Lazer ışığını oluşturan fotonların uyum içinde hareket etmesi ve üstünakışkan helyum bozonların bu özelliğinden kaynaklanır.

Bütün bu bilgilerden sonra, beynimizin ve evrenin tüm yapı taşını oluşturan temel parçacıklara bir bakalım. Evrende görünen tüm madde üç parçacıktan meydana gelir:



⁶ Dzierba AR, Mayer CA ve Swanson ES. The Search for QCD Exotics. American Scientist, 2000;88:406-415

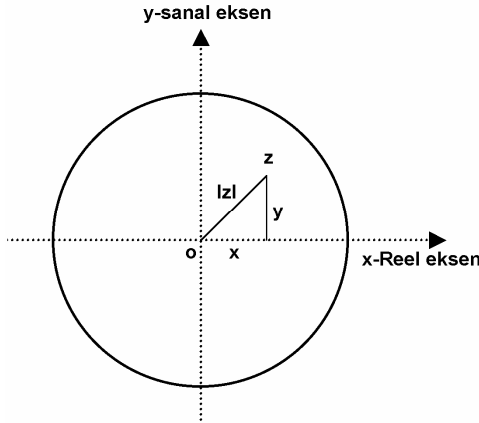
⁷ Feynman RP. QED, The Strange Theory of Light and Matter. Princeton Univ Press. 1988;117

Proton ve nötronlar üçlü olarak bir araya gelen aşağı ve yukarı kuarklardan oluşur. Hiçbir parçacık, diğerinden daha fazla temel eleman özelliği taşımaz (ancak elektronların evrende temel yapı olduğu konusunda bir görüş de vardır). Nötrinolar ise maddenin yapısına katılmadan evrenin içinde, her şeyi delip geçerek hareket eder. Bunların dışındaki parçacıklar kararsızdırlar. Evrenin tümünü oluşturan kararlı parçacıklara bozunurlar. Altı çeşit kuark ve 6 çeşit lepton olduğuna göre, evrendeki tüm kararlı maddeler yalnızca iki kütleli üst-alt kuark ile bir lepton olan elektrondan oluşmuştur.



Argand'da Kuantum Hesaplama

$\frac{1}{2}$ spinli bir parçacık için spin, *Hilbert* uzayı gibi iki boyutludur. Mikroevrensel nesnelere tanımlandığı matematik uzay "*Hilbert Uzayı*" olarak adlandırılır. Hilbert uzayındaki uzay kelimesinin, etrafımızdaki bildiğimiz uzayla ve bilinen 4-boyuta ek boyutlar eklemekle ilişkisi yoktur. Hilbert uzayı son derece soyuttur. Kuantum mekaniğinde bir takım özel matematik işlemleri incelemenin bir yolu olarak geliştirilmiştir. İki kuantum durumundan oluşan bir yapı ortaya çıkar: $|\uparrow\rangle$ yukarı ve $|\downarrow\rangle$ aşağı doğrultuda spini ifade eder. Aynı spinler $|\uparrow\rangle$ ve $|\downarrow\rangle$ şeklinde gösterilebilir. Her iki spin durumu birbirine diktir ve $|\uparrow\rangle^2 + |\downarrow\rangle^2 = 1$ 'dir. Yönerin yukarı ya da aşağı olmasının bir önemi yoktur. Herhangi bir yönde de olabilirler: $|\leftarrow\rangle$ ve $|\rightarrow\rangle$ gibi. Bu durumda $|\rightarrow\rangle = |\uparrow\rangle + |\downarrow\rangle$ ve $|\leftarrow\rangle = |\uparrow\rangle - |\downarrow\rangle$ olur. Yani parçacık spinlerinin herhangi bir durumu, dik spinlerinin çizgisel birleşimidir. Bunun yerine geliş güzel bir yön seçecek olursak: $|\tilde{a}\rangle = w|\uparrow\rangle + z|\downarrow\rangle$ karmaşık birleşimine eşittir. $|\tilde{a}\rangle$ değeri geometrik olarak *Argand* düzleminde yer alır.



A ve B seçeneklerinin hangisinin meydana geleceğini bilmediğimiz klasik bir durum düşünelim. Bu durumda seçenekler ağırlıklı toplamlarıdır, yani; $pA + qB = 1$ 'dir. Yani p, A olayının olasılığı ve q, B olayının olasılığıdır. Ancak, A ve B'den başka seçenekler de varsa A ile B seçeneğinin toplamı 1'den küçük olacaktır. A ve B olayının oluşma olasılıkları $p/(p+q)$ ve $q/(p+q)$ olur. Kuantum mekaniğinde de benzer uygulama yapılır. P ve q

karmaşık sayılar ($a+bi$ gibi, a gerçek kısmı, bi sanal kısmıdır) olduğundan onların yerine α ve β (veya w ve z) kullanılabilir. Kuantum mekaniğinde $\alpha A + \beta B$ denildiğinde, bunlar olağan olasılıklar ya da olasılık oranları değildirler. Bunlar olasılık genlikleri olarak adlandırılırlar. İşlem kuralları klasik işlem ile aynıdır. Ancak, klasik olasılığı elde etmek için karmaşık değerli kuantum genliklerinin mutlak değer karesi alınır. Mutlak değer karesi almak, z gibi bir karmaşık sayıyı $|z|^2$ veya $\alpha - \beta$ için $|\alpha|$ ve $|\beta|$ şeklinde yazmak demektir. Bu z tarafından tanımlanan bir noktanın, *Argand düzlemi*'ndeki dairenin merkezden uzaklığıdır. Yani 0-merkez noktasına olan uzaklığıdır. Argand düzleminde, z noktası ile temsil edilen olasılık genliği için merkezden uzaklığın karesi $|z|^2$, etkilerin klasik düzeye büyütülebilmesi halinde gerçek olasılık haline gelir.

“Dünyayı, olayı, tepkiyi sen oluşturuyorsun, hepsi varlıkları için sana bağlı... Sen yaratmadan hiçbir şey oluşmaz, hiçbir şey meydana gelmez. Bir olay ya da kişi seni nasıl kontrol edebilir ki? Onları sen meydana getiriyor, onlara kendinden fazla güç yüklüyorsun ve bu gücü onlardan alabilirsin, çünkü onlar sana ait. Her şey senin istencinden doğuyor.”

Irvin Yalom, Her Gün Biraz Daha Yakın

“Zihin belki kendi fenomeninin bütününe gözlemleyebilir. Gözleyen ve gözlenen organ burada birbirinin aynıdır; bu yüzden onun faaliyeti saf ve doğal olamaz. Şu an gözlemek istediğimiz faaliyeti gözleyebilmek için idrakinizin bu faaliyete ara vermesi gerekir. Eğer, bunu başaramazsanız, gözlem yapamazsınız, başaracak olursanız, bu durumda gözlemleyecek bir şey kalmamış demektir. Böyle bir yöntemin sonuçları, ancak saçmalıklardan ibarettir.”

Auguste Comte, 1830

Ölçme Sorunu: Bir kedinin başına gelenler...

Makroskobik dünyamıza kuantum teorisinin uygulanması, Erwin Schrödinger'in 1935'de öne sürdüğü “kedi” düşünce deneyi (*Gedanken*)¹ ile ortaya konulmuştur.² Tıpkı daha önce Newton'un mekanik fiziğinin benzer simgesi olan Pavlov'un şartlı refleksi öğrenen köpeğinin belirlenimci görüşü temsil etmesi gibi. Kedi hayvan olarak kuantum mekaniğinin (KM) simgesi haline gelmiştir. Düşünce deneyleri fizikte sık yapılan bir uygulamadır. Her şeyden önce, deneyin hiç değilse ilke bakımından gerçekleşir olup olmadığı önemlidir ve ilgili deneyde uygulanacak teknik çok karışık olsa bile bir önemi yoktur.³ Çünkü sadece bir tasarı ve düşünce deneyi vardır ortada. Hayal gücü ve malzeme de sınırsızdır ama tek sınırlayıcı olan matematik ve fiziğin kurallarına uymaktır. Kediye üzülürseniz, Einstein'ın önerdiği gibi bomba içeren bir kutu, foton, elektron ya da oyun kartlarının kullanıldığı deneyi tercih edebilirsiniz.

Kuantum kuramının tanımları, alternatif olasılıklar arasındaki enerji farkları çok küçük düzeyde kaldığı sürece, yalnızca molekül, atom veya atom altı parçacıklar düzeyinde değil, daha büyük ölçeklerde de uygulanabilmektedir.⁴ Mikroskobik kuantum ve makroskobik=makroevrensel klasik dünya arasındaki sınır, 1980'lere doğru keskinleşmeye başladı. 1983'te çevreden yeterince uygun şekilde korunabilirse makroskobik sistemlerin de kuantum sistemleri gibi davranabileceği gösterilmiştir.⁵

Newton'un klasik fiziğine göre, herhangi bir düzeneğin başlangıç durumu belli ise, daha sonraki bütün durumları büyük bir doğrulukla önceden tanımlanabilir. Bu belirlenimci (*determinist*) düşüncedir ve buna göre bütün sonuçlar mutlaka sebepler tarafından belirlenir. Bu belirlenme de önceden tahmin edilebilir. Newton fiziğinin etkisi, nöropsikoloji alanında da karşılığını bulmuş ve Pavlov'un köpeği ve şartlı refleksi deneyi ile ortaya konulmuştur. Bu deneyde, bir köpek zil sesinden sonra beslenmeye alıştırılır. Zil çalmasının ardından beslenmeye şartlandırılır. Bu yeterince tekrar edildikten sonra (önce zil ve ardından beslenme), zil sesinin arkasından yiyecek verilirse de köpekte mide asidi salgısında artış olur. Bu deney, nedenselliğin karşı

¹ Zeilinger A. The quantum centennial. Nature 2000;408, 639 - 641.

² Blatter G. Schrödinger's cat is now fat. Nature 2000;406:25-26.

³ Heisenberg W. Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y. Öner. İstanbul 1993. s:18

⁴ Penrose R. Kralın Yeni Usu-II. Fiziğin Gizemi. TÜBİTAK yay. 1999;182

⁵ Cadderia AO and Leggett AJ. Ann Phys 1983;149:374-456.

konulamaz çekiciliğinin psikolojideki şartlı refleksle temsilidir. Her şey önceden tespit edilebilir!

Tablo. Klasik fizik ve kuantum mekaniğinin bazı farklılıkları.

Klasik Mekanik	Kuantum Mekaniği
Makroevrensel=Makroskobik	Mikroevrensel=Mikroskobik
Belirlemci/determinist: Geçmişe bakıp gelecekte olabilecek değişiklikler önceden tespit edilebilir. Özgür iradeye imkân vermez.	Olasılıkçı: Özgür irade seçimlere imkân verir.
İnsan dışındaki dünyada “ne olduğunu” tanımlar: Orada ne oldu? Zihin/bilinç/gözlemin ölçümler ve deneyler üzerinde herhangi bir etkisi yoktur.	İnsanın düşüncelerini de içeren dış dünyayı tanımlar: Burada ne oldu? Zihin/bilinç/gözlemci deney ve sonuçlarını etkiler.
Yerel ve seçilmiş bir alan içinde değerlendirmeyi içerir.	Bütüncül/holistik: Sadece seçilen alanda (yerel) değil uzak yerlerde yapılan ölçümün sonuçlarının etkisi olur.
Benzetme olarak Pavlov’un köpeği kullanılır ve şartlı refleksle mide asidi salgınımı olur.	Schrödinger’in kedisi aynı anda hem ölü hem de diri durumda bulunur.
Tek başına doğayı açıklamada yetersizdir.	Hala tam ve yeterli değildir. Yeni bir fiziğe gerek duyulduğu yönünde tartışmalar vardır.
Zihin/bilinç pasiftir ve metafiziğin bir parçasıdır, fiziğin değil.	Zihin/bilinç bilimin bir inceleme alanıdır ve bilinç aktiftir.

Kuantum mekaniği ise, bütün sistemlerin sonuçta istatistikî olarak tasvir edilebileceğini öne sürer. Yani, evrenin görünürdeki nedenselliği çok küçük sistemlerden daha büyük olanlara kadar ihtimal toplamının 1’e eşit olmasına bağlıdır. Böylece, nedensel evren anlayışımız, Schrödinger’in dalga fonksiyonu denklemiyle olasılıklar evrenine doğru yer değiştirir⁶ ve insan merkezli hal alır. Böylece, gözlemcinin oynadığı rolle karşı karşıya kalınır. Sonuçta evren hakkındaki fizik yasaları “nesnel bilgi” ile dile getirilir ve bilgi ancak gözlemler aracılığı ile elde edilir. Gözlemler ise yalnızca ölçme süreci ile gerçekleştirilebilir. Bu nedenle de gözlem bir anlamda ölçme ile eş anlamlıdır.

Ölçmenin yorumu, biri diğerini tamamlayan “ontolojik-epistemolojik” bir yorumlama olmak zorundadır. *Ontik yorum*, ölçmenin, fizik evrendeki yerini ve ampirik (deneye dayalı) içeriğini belirler. *Epistemik yorum* ise, ölçme ile elde edilen “bilgi”nin yapısını ve bu bilginin teori ile ne anlama geldiğini, fiziksel gerçekliğin hangi öğelerini betimlediğini de irdeleyerek araştırır. Epistemik hal betimlemesi ile matematiksel hal betimlemesi tam olarak aynı değildir. Felsefe tarihine bakıldığında, felsefeciler en azından üç farklı belirlilik kavramı üzerinde dururlar. Bu nedenle kuantum mekaniğinin hangi anlamda belirlenimcilik olduğunu anlamak için bunlara bir göz atmak gerekir. *Epistemik belirlenimcilik*, fiziksel nesnelere belli bir zamandaki fiziksel durumunun bilgisinden, sonraki bir zamandaki durum bilgisinin türetilebileceğini ifade eder. *Kozal belirlenimcilik* ise, evrensel süreç yasaları oluşturarak fiziksel nesnelere belli bir zamandaki durumunun sonraki bir zamandaki durumunu belirlediğini ileri sürer. *Ontik belirlenimcilik*, fiziksel nesnelere şimdi var olmalarına dayanarak gelecekte de var olacaklarını kabul etmek anlamındadır.

Kuantum mekaniği yorumcuları “belirlenimcilik” ifadesini de farklı anlamlarda kullanmışlardır. Niels Bohr, nedensellik belirlenimcilik ifadesini aynı anlamda kullanılırken, aynı zamanda da epistemik belirlenimcilik üzerine de vurgulama yapmıştır. Max Born ise belirlenimcilik ifadesini, ayrı zamanlardaki fiziksel olayların, gelecek ve geçmişteki bir fiziksel durumun kestirimini yapabilecek biçimde, bir diğeri ile olan bağlılığını ortaya koymak anlamında kullanmıştır. David Bohm ise, nedensel belirlenimcilikten bahseder: “...bir nedenin verilmesi, bir etkinin üretilişindeki eğilim...”

⁶ Talbot M. Mistik Düşünce ve yeni Fizik. İnsan yay. 1995; 28-35.

Bütün bunlara bağlı olarak da kuantum mekaniğinde sıkı belirlenimcilik ve gevşek belirlenimcilik gibi ifadeler de vardır.⁷

Klasik fizik ile kuantum mekaniği ayrımlarından en önemlisi, kuantum mekaniğinde “belirlenemezci durum betimlemesinin” yer almasıdır. Bu belirlenemezci durumun nereden kaynaklandığını en iyi Heisenberg ifade eder: “...eğer, şimdiki kesin olarak biliyorsak, geleceği hesaplayabiliriz... Yanlış olan sonuç değil, öncüdür. Prensipler olarak, şimdiki belirleyen her bileşeni bulmak mümkün değildir.”

Schrödinger'in Bahtsız Kedisi

Schrödinger'in tasarladığı deneyde, bir kedi çevreden mükemmel biçimde yalıtılmış bir kutunun içinde, yarı ömrü 10 dakika kadar olan bir radyoaktif atom ile beraber konur. Schrödinger, radyoaktif atomun kendiliğinden üst üste gelme durumuna girdiği bilgisinden yararlanarak makroskobik olan kediyi de üst üste sokabileceğini düşünerek bu deney tasarlanmıştır.

Radyoaktif bir atomu yalnız başına (gözlemci olmadan) bırakırsanız, bozunmuş ve bozunmamış durumların üst üste gelmesiyle oluşan bir duruma girer. Yarı ömrü 10 dakika olan Azot-13 çekirdeğini alıp 10 dakikanın sonunda durumunun ne olduğuna bakacak olursanız, sonuç ya bozunmuş ya da bozunmamış olacaktır. Yani her bir seçeneğin olasılığı %50'dir. Üst üste gelmiş durumda, bozunmuş ve bozunmamış durumun olasılığı eşit olur. Kedi deneyine gelince; kutu içinde bir algılayıcı, çekirdek bozduğunda çıkan ışınmayı algılar algılamaz, bağlı bulunduğu düzeneği harekete geçirir ve şişedeki zehirli gazı serbest bırakır. Bu gazdan etkilenen kedi ölür. Kedi şanslıysa, atom bozunmaz ve algılayıcı uyarılmadığından kedi hayatta kalır. Ancak kutu açılana ve içine bakılana kadar, tıpkı bozunan çekirdek gibi kedi de canlı ya da ölü olduğu durumların üst üste binmesi ile oluşan bir duruma girer. On dakika sonra kedi ne haldedir? Ölü, diri ya da hem ölü hem de diri⁸

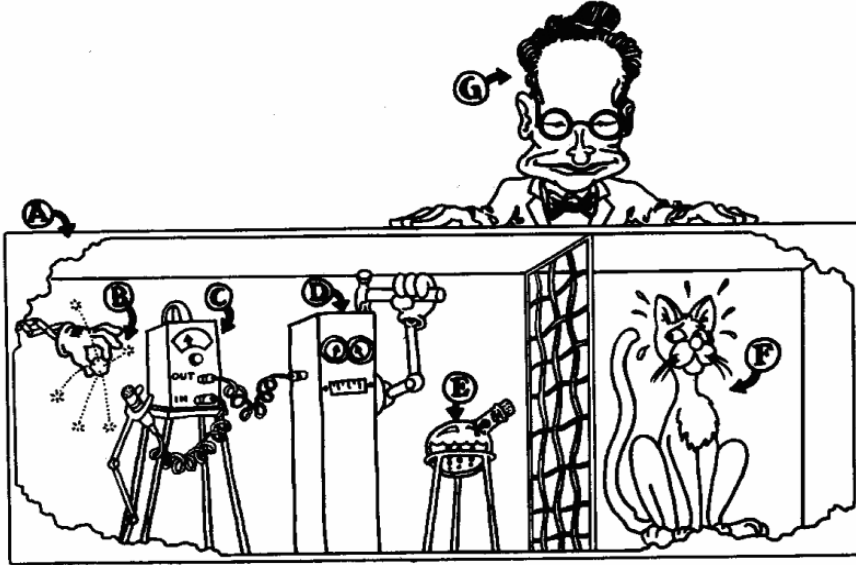
Schrödinger'in kedisi deneyini oyun kartları kullanarak da yapabiliriz.⁹ Bir oyun kartı çok ideal şekilde dik denge durumunda bırakıldığında, klasik fiziğe göre çevreden bir etki olmazsa sonsuza kadar bu şekilde kalır. Schrödinger'in kedisi deneyi ya da kuantum mekaniğine göre düşünüldüğünde kart birkaç saniye sonra düşecektir. Ancak, çok iyi dengelenmiş ise iki yöne düşecektir: sağa ya da sola. Yani, düşmeden önce bu yönler üst üste binme durumundadır.

Kuantum mekaniğindeki bu ölü+diri kedi durumu ciddi bir sorun doğurmuş ve bu *ölçme sorunu* olarak adlandırılmıştır. Ölçmeyi yapan gözlemci (insan-beyin-bilinç-zihin-akıl) deneye ya da düzeneğe katıldığında daha karmaşık sorunlara neden olmaktadır. Bu soruna değişik okullar ve önde gelen biliminsanları tarafından farklı yanıtlar oluşturulmuştur. Ve halen de oluşturulmaktadır. Şimdi kedinin hem ölü hem de diri olarak bir arada olduğu durum üzerine yapılan yorumları gözden geçirelim.

⁷ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay, 1983;16.

⁸ Zeilinger A. The quantum centennial. Nature 2000;408, 639 - 641.

⁹ Tegmark M, Wheeler JA. 100 years of Quantum Mysteries. Scientific American Feb 2001;54-61.



Şekil. Schrödinger kedisinin deney düzeneği. A: Deney kutusu, B: radyoaktif madde, C: Geiger sayacı, radyoaktif madde salınım yapınca ölçüm yapar, D: Çekiç tutan ve Geiger sayacından gelen uyarılarla hareket eden düzenek, E; İçinde zehirli uçucu madde olan cam şişe, F: Zavallı kedi ve G: Gözlemci, deneyci ya da fizikçi.

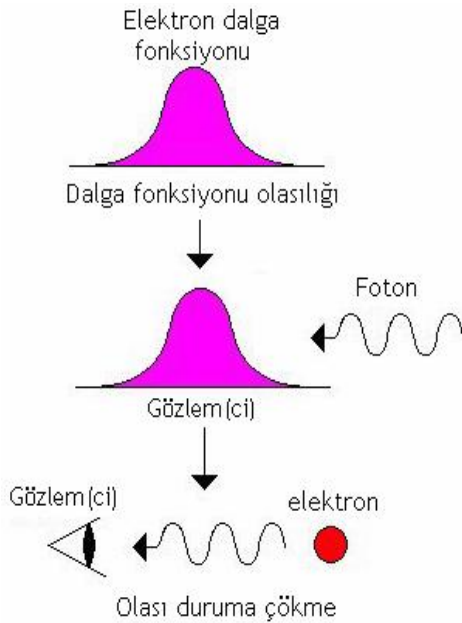
1. Kopenhag Yorumu

Kedinin aynı anda hem ölü hem de diri olduğu nasıl anlaşılır? Dışarıda olan, (bilinçli) bir deneyci sonucu görmek için kapağı açtığında olan olur! Niels Bohr ve David Bohm'un öncülük ettiği *Kopenhag yorumuna* göre (Ortodoks yorumu da denir), kapağı açma ile kedinin görülmesi "ölçme" işlemidir. Her fiziksel sistemin durumu gözlem ile bir çeşit "çökmeye" uğrar. Ölçme işlemi, çoklu konumların üst üste binmesiyle yani iki seçeneğin bir arada olmasıyla (*superposition*=ölü+diri) oluşan durumu kedinin tek bir durumuna çökmüştür (ölü ya da diri). Kedi, dışarıdaki gözlemcinin etkisinden dolayı canlı ya da ölü olduğu duruma göre çökme yaşar. Dolayısıyla, deneyci kediyi günlük yaşamdan alışık olduğu algılama duruma göre canlı ya da ölü görür. Gözlemci hiç bir zaman, üst üste binmiş canlı+ölü kedi durumu göremez. Peki, deneyci kedinin üst üste gelmiş durumunu anlayabilir ya da algılayabilir mi? Yani, kapağı açıp bakmadan kedinin sonu hakkında bir fikri olabilir mi?¹⁰

Kuantum mekaniğinin başlıca sorunlarından biri, sonucun gözlemci tarafından öğrenilmesinden sonra mı, yoksa cihaz tarafından kaydedilmesinden sonra mı ölçmenin tamamlanmış kabul edileceğidir. Daha sonra da görüleceği gibi, kuantum mekaniğinin Kopenhag yorumuna göre, ölçümün yapılmış olduğunun bilinmesi, gözlemcinin ölçmeden önce var olan bilgisel halinde değişiklik yapar. Yani, bilgi azalmasına neden olur. Gözlemcinin bilgisel halini, gözlemcinin ölçüm süreci sonunda edinmiş olduğu deneye dayalı bilgi belirler. Bu bilgi halleri, gözlemcinin bilgisel haline (öznel) bağlıdır. Bahsedilen ilişkidir dolayı, fiziksel gerçeklikte gerçekleşmiş bir hal ile gerçekleşeceği ileri sürülen hal arasında "öznel gözlemci" faktörü yerleştirilir. Bu öznelikten kurtulmak mümkün değildir.

Dünya iki parçaya ayrılır: kuantum varlıkları (olasılık dalgaları) ve klasik ölçüm araçları olan gerçek nesnelere. Gerçek nesnelere, sadece bir ölçüm sonucu bulunanlar gerçek kabul edilebilir. Bunun dışında gerçek hakkında hiçbir şey söylenemez. Elimize deney yapmak için bir atom aldığımızda ve bir süre sonra deneyi yapacaksa, atomun hazırlanmasıyla deneyin yapılması arasında geçen sürede, atom hakkında, şu ya da bu doğrudur demek mümkün değildir. Sadece atomu doğrudan gözlemlediğimiz/ölçüm yaptığımız zaman anında sistemde "çökme" olduğundan, ancak o durumdan sonra gerçeklikten bahsedebiliriz.

¹⁰ Turgut Ş. Bilim ve Teknik, Schrödinger'in kedisinin deneyi, TÜBİTAK, Ağustos 2000, s:28-31



Şekil. Bir gözlemci ile elektron dalga fonksiyonunun çökmesinin şematik gösterimi.

yaratmamış olduğu ve onsu da var olabilen bir evreni incelemek zorunda olduğunu hatırlatır.¹²

Kuantum fiziği açısından böyle bir sistemin dalga fonksiyonu şu şekilde yazılabilir:

$$|\psi_{\text{toplama}}\rangle = W|\text{ölü kedi}\rangle + z|\text{patlama}\rangle + z|\text{kedi diri}\rangle|\text{patlama yok}\rangle$$

Veya oyun kağıtları ile şu şekildedir:

$$|\psi_{\text{toplama}}\rangle = W|\text{ÜST}\rangle|\text{çevre}\rangle + z|\text{ALT}\rangle|\text{çevre}\rangle$$

Patlama olması ve olmaması (radyoaktif maddenin yarılanması, şişenin içindeki zehirli gazın çıkması gibi) çevre durumlarıdır. Oyun kâğıdının resimli yüzü üzerine ya da sırtı üzerine düşmesi, çevre koşullarını oluşturan fotonlar, hava moleküllerinin çarpmasıyla yönlendiriliyor olabilir. John Bell'in "tüm pratik amaç için" tanımlamasına göre:

$$|\psi_{\text{toplama}}\rangle = w|\text{kartın yüzü yukarı}\rangle|?\rangle + z|\text{kartın yüzü aşağı}\rangle|?\rangle$$

yazılabilir. Burada "?" ölçümün dışında, çevrede olan etkileri sembolize eder. Kuantum mekaniğinin Kopenhag yorumuna göre, denklem ikiye bölündüğünden temsili uzaylardan birinde "çöküntüye" uğrar ve denklem tek bir sonuca iner. Bu nedenle, denklemin indeterminist olduğunu öne sürülür.

Kopenhag okuluna göre, mikroevrensel bir durumdan makroevrenin klasik terimleri ile söz edilmesi gerekir. Bu durum ancak, "ölçme aygıtı", "ölçülen tanecik" ve ikisi arasındaki "etkileşimi" birlikte kullanmakla mümkün olabilir. Kopenhag Okulu, taneciğin ölçme aygıtı üzerindeki dinamik etkilerinin önemli olmadığını kabul etmesine karşın, gözlemci ve ölçme aygıtından bağımsız ele alınmasına izin vermez.

Kopenhag okulunun ölçüm süreci sembolik olarak şöyle gösterilebilir.

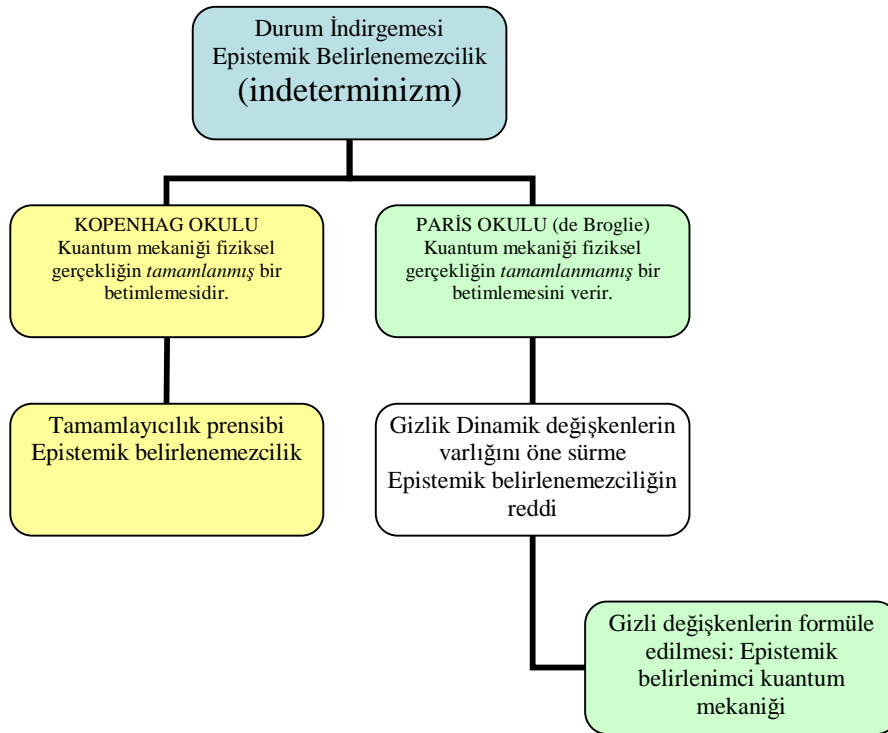
Herhangi bir t zamanında ölçüm	Gözlemci bilgi hali SUBJEKTİF=ÖZNEL	t zaman sonra gerçekleşeceği ileri sürülen fiziksel hal SUBJEKTİF+OBJEKTİF (NESNEL)
$\rho_{mt} \rightarrow$	ρ_t	$\rho_{(pt)(t+T)}$

¹¹ Gilmore R. Bir Kuantum Fiziği Alegorisi. Alice Kuantum Diyarında. Güncel Yay. 2000;79

¹² Heisenberg W. Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y.Öner. İstanbul 1993. s.127, 133

Ölçüm_{mt} ifadesinden yola çıkılarak, gerçekleşeceği öne sürülen fiziksel halin teorik bilgisi Ölçüm_{(ρ_t)(t+T)} ile sembolize edilebilir. Ancak bu teorik bilgi, “gözlemcinin bilgisel haline, ρ_t ” bağlıdır. Bilgisel hal öznel bir kavramdır. Gerçekleşeceği öne sürülen halin gözlemcinin ölçme ile edinmiş olduğu deneye dayalı bilgiye dayandırılması nedeni ile kestirim sürecinin “gözlemci bilgi halinden” kaynaklanan öznel bir yanı vardır. Bu nedenle, kuantum mekaniğinin Kopenhag yorumu yapılırken, yalnızca “Gözlemci kesin bir öznel gözlem yapmıştır” ifadesi geçerli olabilir. Kopenhag yorumunda öznelliğin dozu biraz artmıştır. Çünkü gözlemci ölçüm yaptıktan sonra, sistemin halini ψ_M yerine ψ_{Mx} olarak betimler. Bu hal indirgenmesi olarak bilinen ölçüm sürecidir ve “gözlemcinin bilgisel halindeki değişiklik” olarak da adlandırılabilir.

Bir kuantum olayını, “ölçme aleti”, “ölçülen tanecik” ve ikisi arasındaki “etkileşme” sürecini kullanmaksızın tanımlamak mümkün değildir. Ölçüm sürecinde “ölçen” ve “ölçülen” şeylerin görevlerini ayrı ayrı tanımlamak mümkün olmadığından, Kopenhag yorumuna göre neyin ölçen, neyin ölçülen olduğunu ayırmak imkânsızdır. Bir nesne (ölçülen) - özne (ölçen) karışımı meydana getirir. Bu bir anlamda, özellikleri *öğrenilen şey* (ölçülen-nesne) ile bu dinamik özellikleri *öğrenen şeyin* (ölçen-özne) birbirine karışmasıdır.¹³ Bu durum Berkeley’in idealizminin modern yansıması gibidir.



2. Psikofiziksel Paralellik

Gözlemi yapan kişinin aygıt zincirinin (ölçüm aleti→ölçen gözlemci) sonunda yer aldığını kabul edecek olsak da, aygıt zincirinin insandaki fizyolojik parçalar içinde nerede bittiğini sorgulamak gerekir (göz→retinadaki ışığa hassas alıcılar→görme sınırı→beyindeki görme kabuğu→bilinçli algılama...). Eğer bu fizyolojik beyin kısımlarından birisinde ölçmenin sonlanacağına karar verilir ise, sonlanım yerinin fizyolojik değişkenlerinin, kuantum mekaniği olarak tanımlanması gerekir. Bu nörofizyoloji ve kuantum mekaniği açısından ciddi bir sorun olarak görünmektedir. Halen bu konuya bir açıklık getirilebildiği söylenemez.

Buradan yola çıkan John von Neumann (1903-1957), sorunu psikofiziksel paralellik ilkesini öne sürerek çözmeye çalışmıştır. Von Neumann matematik ve fizik alanındaki dâhilerdendir ve daha 23 yaşındayken “*Kuantum Mekaniğinin Matematik Temelleri*” adlı eserini yayımlamıştır. Von Neumann’ın fikrine göre, gerçek gözlemci ile

¹³ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay, 1983;139

ölçüm aygıtı arasında bir sınır-kesim düşünülürse, bu sınırı gözlemcinin fizyolojisi içinde herhangi bir yere denk getirmek mümkündür. Von Neumann, gözlemcinin bilincini, gerçek gözlemci olarak kabul eder. Ancak durum bu kadar basit değildir. Eğer, biz fizyolojik süreçleri mekanik ve tam olarak indirgeyebilir veya tanımlayabilirsek sorun yoktur. Ancak, herkesin kabul edebileceği gibi beyindeki ya da gözdeki fizyolojik süreçlerin tam karşılığına sahip değiliz.

Von Neumann, Kopenhag yorumunun dünyayı gözlemci ve gözlenen sistem/aygıt olarak ikiye ayırmasına karşı çıkmıştır. Bunların gerçekte tek olduğunu ve dalga fonksiyonunun çökmesi için yeni bir fizik yasasının devreye girmesi gerektiğini öne sürmüştür. Bu gerçekte var olan ve fiziksel olmayan bir şey olmalıydı. Sonunda Neumann bunun “bilinç” olması gerektiği kanısında varır.¹⁴

Mikroevrensel bir sistemde, herhangi bir ölçme yapılmadığında sistemin evrimi kendiliğindedir. Oysa herhangi bir özelliği ölçüldüğünde (hız, konum gibi...) sistem ile ölçme aygıtı arasında, fiziksel özellikleri tanımlanmış bir etkileşim gerçekleşir. Böylece mikroevrensel nesnenin ölçülüp ölçülmediğine göre iki ayrı yol var demektir. Bunlar Von Neumann'ın ifadesiyle şu şekillerde sembolize edilebilir: $U \rightarrow U_t$ gibi bir sürecin (t zamansal ilerleme durumunu ifade eder) nedensel, belirlenimci ve gözlemcisiz bir süreçken, diğer yandan $U \rightarrow U^*$ nedensel ve gözleme, ölçüme dayanan bir süreçtir. Termodinamik terimlerle düşünüldüğünde, nedensel bir sürecin tersinir ya da geri dönüşlü bir süreç olduğu kabul edilir. Nedensel olmayan bir süreç ise “tersinmez” süreçtir. Buna göre, $U \rightarrow U_t$ nedensel süreci, “doğada gerçekten var olanı”, $U \rightarrow U^*$ süreci “doğanın gözlenmesi ile var olanı” betimler. Von Neumann'a göre, bu iki durum birleştirilmediği sürece kuantum mekaniğindeki gözlemci sorunu daima var olacaktır.

3. Çoklu Dünyalar/Zihinler

Hugh Everett'in 1957'de doktora tezinde öne sürdüğü “çoklu dünyalar” (ÇDY) yorumu¹⁵ kuantum mekaniğinde ölçme sorununun başka bir çözüm şeklidir! Bazılarınca “çoklu zihinler yorumu” olarak da adlandırılır. Çoklu zihinler ifadesi, farklı beyinlerdeki bölünmüş zihinsel durumları ifade eder. Hesaplamalarda “ölçen” ve “ölçülen” nesnelerin durumunu betimleyen dalga fonksiyonunu kullanmak yerine, bahsedilen nesnelerin içinde yer aldıkları ve evrenin bütününe betimleyen bir dalga fonksiyonu kullanmıştır. Ancak, Everett'in “evren” ifadesi ile mikroevrenin bütününe mü, yoksa mikro ve makroevrenin içinde yer aldığı evrenin tümünü mü ifade etmek istediği açık değildir. Evren dalga fonksiyonu, evrenin nesnel dalga fonksiyonunu ifade eder. Rölatif dalga fonksiyonu ise, evrenin alt bölümlerinin “öznel” bilgisini ifade eder. Bu nedenle, evrensel dalga fonksiyonu “belirlenimci=gerekirci=determinist” bir teoriyen, öznel bakımdan süreklilik göstermediğinden “belirlenimsizdir=indeterminist”. Öznel durum fonksiyonlarını, nesnel evrensel dalga fonksiyonundan türetmek mümkündür.

Öncelikle “çoklu dünyalar” ile ne ifade edildiğine bakalım: Karşılıklı etkileşim halinde olan, karmaşık, nedensel bağlantılı alt sistemlerden oluşmuş kısmen veya tamamen kapalı kümedir. Dünyalar, Everett'in kendi tanımını ile “*evrensel dalga fonksiyonu*”nun birbirleriyle etkileşmeyen üst üste binmiş elemanlarıdır. Everett'in ölçmeden anladığı ise; bir alt sistemin bir niteliğinin değeri ile diğer alt sistemin ilişkilendirilmesidir. Bu tersinmez, geri dönüşü olmayan bir etkileşimdir. Bu etkileşim nesnede ya da alt sistemde bir yükseltme sürecini harekete geçirerek, aynı sistemde - ya da nesnede - yüksek değerli bir değişim meydana getirir. Bilinçli ve farkında olan bir beyne sahip kişiyi gerektirmez.

Hugh Everett'in çoklu zihin yorumu, gözlenmeyen atomun kuantum konumlarının sadece olasılık değil, gerçek olduğunu söyler. Bu ilginç teoride, olasılık durumlarından her biri farklı evrenlerde gerçek olarak bulunur. Everett'e göre, olası her şey dev bir evren içinde küçük olasılık evrenleri olarak bulunur. Olasılık durumlarından her birini gözlemleyen insanlar birçok alt evrende bulunur. Ancak, bu insanların birbirlerinden haberi olmaz. Bütün olaylar ise bu dünyada gerçekleşir. Bu modelde olasılıktan gerçeğe gözlemcilerle yaratılan gerçeklik geçişleri yoktur.¹⁶

¹⁴ Herbert N. Temel Bilinç. Ayna yay. 1999;148.159-160.

¹⁵ Zeilinger A. The quantum centennial. Nature 2000;408:639-641.

¹⁶ Herbert H. Temel Bilinç. Ayna yay. 1999;154-155.

Daha teknik bir ifade kullanılacak olursa; ψ -psi fonksiyonunun, $\psi = \sum a_i \psi_i$ superpozisyonu (burada a ölçümler, ψ dalga fonksiyonları toplamı) olarak düşünülmesi halinde, ψ_i özfonksiyonunun (*eigenfunction*) aynı anda var olan ve bir diğeri ile etkileşmeyen farklı dünyaları betimlediğini öne sürer. Buna bağlı olarak, ψ ile betimlenen tek bir fiziksel gerçeklik, birçok mümkün dünyaya bölünmüş olur. Ancak, bahsedilen mümkün dünyaları betimleyen ψ özfonksiyonları, kişinin öznel (nesnel değil) durumu ile ilişkili durum fonksiyonlarıdır. Bu nedenle $\psi \rightarrow \psi_i$ indirgenmesi, yalnızca öznel olarak mümkündür.¹⁷ Yani, dünyalar tamamen kişiye özel, öznel ve zihinsel karakterdedir.

Everett'in yorumuna göre, evrensel dalga fonksiyonu daima belirlenimci/determinist yola girer. Yani Tanrı zar atar. Hem de zarı tutarak atar. Buna göre, sayısız olasılıkların bütün sonuçları farklı paralel evrenlerde vardır ve hepsi gerçektir. Evren alternatif sonuçların sayısı kadar paralel gerçeklere bölünür. Gözlemci bütün sonuçları görür ve gözlemci de farklı durumların bir süperpozisyonu içindedir. Ölçümle çökme yerine, mikroskobik üst üste binmeler hızla makroskobik üst üste binmelere dönüşür.¹⁸

Kuantum mekaniğinin çoklu dünyalar/zihinler görüşüne göre, çevre göz ardı edilerek kedinin durumu:

$$W|\text{ölü kedi}\rangle + z|\text{biliyorum kedi ölü}\rangle + x|\text{kedi diri}\rangle + y|\text{biliyorum kedi diri}\rangle$$

şeklinde betimlenebilir. Burada "bilme", deneycinin içinde bulunduğu öznel bilinçli durumu yansıtır. Everett'in öne sürdüğüne bazen çok fazlası ilave edilmiştir. Everett, izole sistemlerin tümünün Schrödinger denkleminde evrimleştiğini ve dalga fonksiyonu çökmesinin olmadığını öne sürer. Nasıl? Spini $\frac{1}{2}$ olan bir sistemi göz önüne alalım. Bir eksen boyunca, spini yukarı $|\uparrow\rangle$ ve aşağı $|\downarrow\rangle$ olabilir. Eğer spini yukarı ise gözlemciyi mutlu $|\mathbf{J}\rangle$, aşağı görürse mutsuz $|\mathbf{L}\rangle$ olarak ele alalım. Ölçmeden önceki durumu da $|\mathbf{K}\rangle$ olarak gösterelim. Ölçüm Schrödinger'in zamana bağlı uniter işlemcisi ile: $U = e^{-iH\tau/\hbar}$ ile tanımlanır. Sisteme uygulandığında,

$$U(|\uparrow\rangle \otimes |\mathbf{K}\rangle) = |\uparrow\rangle \otimes |\mathbf{J}\rangle \text{ ve } U(|\downarrow\rangle \otimes |\mathbf{K}\rangle) = |\downarrow\rangle \otimes |\mathbf{L}\rangle \text{ şeklinde de yazılabilir.}$$

ÇDY'daki rastlantısal olmayan durumu anlamak için dünyanın "içsel görünüm" ve "dışsal görünüm"ün ne anlama geldiğini anlamak gerekir. Dışsal görünüm, matematiksel bir yoldur (dalga fonksiyonu gibi). İçsel görünüm ise gözlemcinin bakış açısından, öznel olarak, beyin ile algılanır. İçsel bakış ise birbirinin karşıtı iki ölçüm ile algılanır: $|\mathbf{J}\rangle$ ve $|\mathbf{L}\rangle$. Ancak gözlenmeden önce, gözlemcinin zihninde $|\mathbf{K}\rangle$ şeklindedir. İçsel bakış ile gözlemci, süperpozisyonların ulaştığı rastlantısal ardışıklığı yukarı ve aşağı spinler olarak tanımlayacaktır. Her sonuç için olasılık 0,5 olur. Bu nedenle ÇDY, içsel bakış ile çok açık şekilde rastlantısal/olasılıklı olmasına karşın, dışsal bakış ile katı bir nedensellik sergiler.

Peki neden süperpozisyonları algılayamayız? Bu soruya uygun cevap verememesi ÇDY'nun zayıf yönü kabul edilir. Burada çevrenin neden olduğu dekoherans (eşdurumdan çıkarma, süperpozisyonun yıkılması) öne sürülür. Makrosüperpozisyonlar içsel bakış açısı ile yıkılır. Bu gözlemciye bakış açısı Kopenhag yorumundan farklılık gösterir. Dışsal bakış açısı (matematiksel yapı) fiziksel olarak gerçektir. İçsel bakışımız ve dilsel yapılarımız, bizim öznel algılarımızı tanımlamak için kullanışlı bir yol olarak görülür. Buna göre tüm fizik, sonuçta matematiksel bir problemdir. Diğer yanda sadece zihinlerimizde olan içsel bakışımız fiziksel olarak gerçekse; dışı bakış ve onun tüm matematiksel dili sadece kullanışlı bir yaklaşımı temsil eder. Bu nedenlerle, ÇDY içsel ve dışsal bakış açısı arasındaki önemli bir farkı ortaya koyar.¹⁹

Bölünmüş çoklu olan dünyalar arası ilişki kurulabilir mi? ÇDY göre, her bölünme termodinamik olarak geri dönüşümsüzdür. Zihnimizdeki olaylar da geri dönüşümsüzdür. Normalde bu bölünme, bizler tarafından fark edilmez. Seçmek ve fark etmek için geri dönüşlü bir zihne sahip olmamız gerekir. Genel inanişe göre, geri dönüşlü bir zihin ile diğer dünyaları tespit edebiliriz. Dünyalar bölünüyorsa, diğer dünyalar nerededir? Niçin diğer dünyaların farkında değiliz? Neden sadece, daima bir dünyayı deneyimleriz? Bu

¹⁷ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay, 1983;175

¹⁸ Gilmore R. Bir Kuantum Fiziği Alegorisi. Alice Kuantum Diyarında. Güncel Yay. 2000;82

¹⁹ Tegmark M. The interpretation of quantum mechanics: many worlds or many words? Quant-ph/9709032v1, 1997.

soruların yanıtı çok açık değildir. Paul Davies, “Diğer Dünyalar” adlı kitabında Everett’in çoklu evrenleri hakkında şunları yazar;

“...hayat için uygun olmayıp, farkına bile varılmazlar. Everett teorisinde bütün bu diğer dünyalar, gerçekten bizimle birlikte var olurlar. Daha geleneksel teoriye göre bunlar, büyük bir şans eseri var olmamış olan olası dünyalardır; buna rağmen uzak gelecekte veya evrenin diğer kısmında var olabilirler. Belki de bizim minik, aşırı derecede düzenli dünyamız, baskın şekilde kaotik olan kozmosta sadece noktasal bir ılımlılık kabarcığıdır. Yalnız bizim tarafımızdan görülmesinin sebebi de, varoluşumuzun buradaki yumuşak huylu şartlara bağlı bulunmasındandır.”

Fred Alan Wolf ise paralel evrenlerde insanlar olabileceğinden bahseder: “Paralel evrende yalnızca diğer insanlar var olmakla kalmamalıdır; aynı zamanda belki de bu insanlar, bizlerin kopyası olabilir ve yalnızca kuantum fiziği kavramları kullanılarak anlaşılacak mekanizmalar aracılığıyla bizlere bağlıdırlar”

Ve ilginç bir bakış açısı da sağlayarak paralel evrenlerin yakınlığı ve psikiyatrik hastalık durumlarıyla olabilecek ilişkisine de dikkat çeker:²⁰

“Paralel evren deneyleri laboratuvarı, Jules Verne tarzı bir zaman makinesinde değil de iki kulağımız arasında var olabilir. Eğer göreliliğin paralel evrenleri, kuantum teorisindekiyle aynı ise, paralel evrenlerin bizlere çok yakın olma ihtimali vardır; bu yakınlık belki yalnızca atomik boyutlara, belki de uzayın yüksek boyutlarına, yani fizikçilerin süperuzay [Süperuzay: içlerinde üçten fazla boyut bulunan durumları tasavvur eden hayali matematiksel yapılar. Görelilik ve Kuantum mekaniğinin ortak bir yönüdür. Bu uzaydaki her nokta bütün evreni içerebilir] diye adlandırdıkları şeye kadar uzanmaktadır. Modern sinirbilimler, değişmiş farkındalık durumları, şizofreni ve rüya görme konusunda yaptığı araştırmalarla, belki de paralel dünyaların bizimkine yakınlığını göstermektedir.”

ÇDY’da “olasılık” kelimesinin kullanımı olmadığı gibi, bilgi yokluğunun bir göstergesi olan “belirsizlik” de yoktur, belirlenimcidir. Farklı olarak Kopenhag yorumunda gözlemci devreye girene kadar belirlenimcidir, dalganın çökmesiyle belirlenimsiz/indeterminist yapı ortaya çıkar. Everett’in dünyayı ikiye bölmesi daha sonra asla etkileşmediğini anlamına gelmez. Bu hem yanlış anlamadır hem de Everett’in öne sürdükleriyle uyumsuzdur. ÇDY’ya göre, daima tek bir dalga fonksiyonu vardır ve var olacaktır. Algılanan paralel gerçekliklerden her biri ise eşit olarak geçektir.²¹

Schrödinger denklemini kabul eden ve hiçbir olasılığın çökmeye uğramadığı evrenimizdeki her bir kedi için diğer bir evrende de olası sonuçlar için bir kedi bulunur. Kediyi ölü gören gözlemci ve ölü kedisi olan bir evren, canlı gören kişi ve kedinin canlı olduğu evrenler olmak üzere iki evren oluşur. Bu iki evren daha büyük bir evrenin içindedir. Her bir gözlemcinin bilinç durumu ve zihni “ikiye ayrılır” kabul edildiğine göre her bir gözlemci iki kez var olacak, her var oluşunda farklı deneyimler edinecektir. Gözlemcinin içinde yaşadığı tüm evren, her “ölçümünde” iki (veya daha fazla) paralel evrenlere ayrılır. Sonuçta evrenin “dalları” çılgınca kol budak salmaya başlar. Gerçekte, her olasılık seçeneği hep bir arada var olacaktır. Ancak her biri diğerinin varlığından habersizdir. ÇDY, neden bilinçli bir varlığın seçeneklerden sadece “birinin” bilincinde olması gerektiğini açıklamaz ve beraberinde birçok sorun getirir. Ayrıca, çok “savurgan” bir teoridir. Dünyanın tüm kumsallarındaki kadar evren olmasını gerektirir. Oysa biliyoruz ki, evrendeki toplam enerji “sonludur”. ÇDY’una göre her seçim yapıldığında yeni üst üste binmeler ortaya çıkar ve bu sonsuza kadar uzayıp gidebilir. Buna göre, kendi kendisi ile aynı olan sonsuz sayıda “gerçek kopyalarla” dolu bir evren düşünmek gerekecektir. Dolayısı ile “sonlu” bir enerji içeren evrenin, yeni oluşumlarla “sonsuz” sayıda evrene kaynaklık etmesi mümkün gözükmemektedir. Tabi, her an “var oluş” olmuyorsa!

Fantezi olarak görülmesine rağmen, 1997’de yapılan bir uluslararası fizik toplantısında, ölçme probleminin çözümü konusunda katılımcılara hangi bakış açısını uygun gördükleri sorulduğunda, Kopenhag yorumu birinci sırada yer alırken ÇDY ikinci

²⁰ Wolf FA. Parallel Universe. Bodley Head Ltd. London, 1988;21

²¹ Tegmark M, Wheeler JA. 100 years of Quantum Mysteries. Scientific American Feb 2001;54-61.

sırada yer almıştır.²² Stephen Hawking, Murray Gell-Mann ve Richard Feynman ÇDY’u hakkında “evet, gerçek olacağını düşünüyorum” şeklinde yanıtlamışlardır. Sadece Roger Penrose “ÇDY kabul etmiyorum” demiştir.

4. Eşdurumdan Çıkma (Dekoherans)

Everett’in teorisi iki soruya cevap veremez. Birincisi, dünya eğer makroskopik üst üste binmeleri içeriyor ise niçin onları algılayamadığımız; ikincisi ise, hangi fiziksel mekanizmaların klasik son durumları seçtiğidir.

Bilincin fiziksel bir arka planı ve temeli vardır ve bu, fizik terimleri ile ortaya konulabilir olduğunu gösterir. Eşdurumdan çıkma ya da üst üste durumun çevresel nedenle tek bir sonuca ulaşması (*decoherans*) gerçek bir fiziksel olaydır ve fizik laboratuvarlarında incelenebilmiştir. Kuantum belirsizliğinden klasik gerçeklik düzeyine geçiş, kuantum ölçüm esnasında olur ve ölçülen nesne üzerinde dışsal etkilerle bunun olabileceği öne sürülür. Ölçülen nesne “açık” bir kuantum sistemidir. Açık sistemlerin nasıl davranacaklarını çevre ile olan etkileşimleri belirler. Herhangi bir gözlem(ciy)e gerek duyulmaz.²³

Eşdurumdan çıkmayı anlamının en kolay yollarından biri dalga fonksiyonunun “yoğunluk matrisi” ile yola çıkmaktır. Her dalga fonksiyonu için bir yoğunluk matrisi vardır ve bu matrislerin de Schrödinger dalga denkleminde bir karşılığı vardır. Örneğin; dik olarak kenarı üzerine durdurulmuş kuantum oyun kâğıtlarının üst üste binme durumundaki yoğunluk matrisi (YM) şu şekildedir:

$$YM = \begin{pmatrix} a & c \\ c^* & b \end{pmatrix}$$

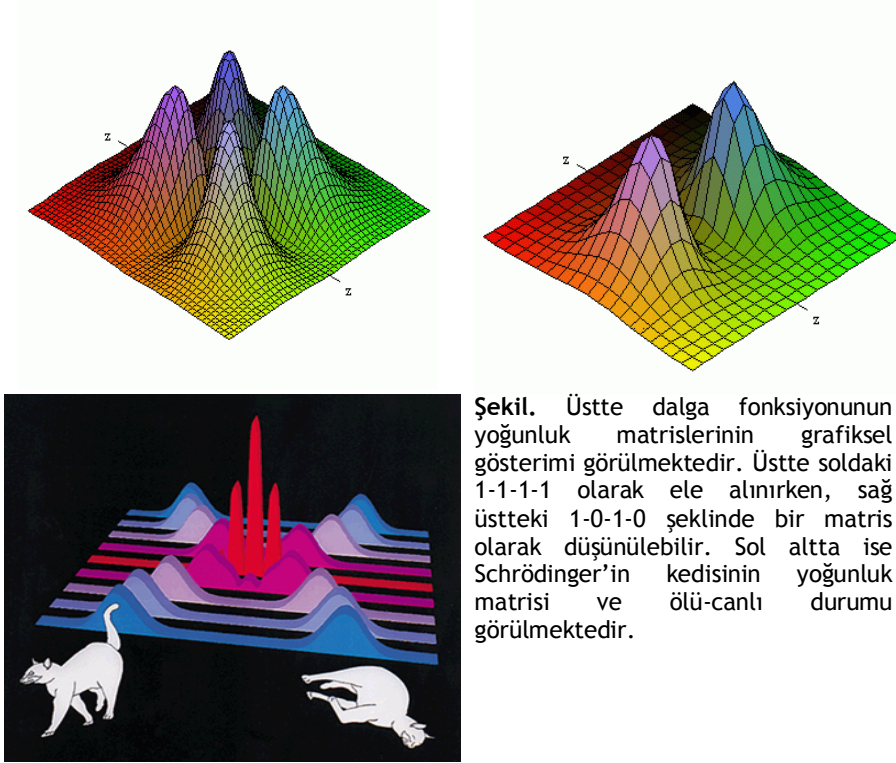
burada, a ve b simgeleri, bir oyun kartında olduğu gibi resimli (a) ve resimsiz (b) yüzlerini temsil eder. Her ikisi de eşit değerdedir (c ve c*). Sonuçta yoğunluk matrisi şuna döner:

$$\begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & b \end{pmatrix}$$

Ve bu bilenen klasik son durumdur; kartı dik bırakırsanız, bir tarafa (a) ya da diğer tarafa (b) mutlaka düşer. Fakat, hangi tarafa düşeceğini bilemeyiz. Matrisin sıfır ile gösterilen boş köşeleri, üst üste binmelerin kuantum belirsizliğini (0) yansıtır. Klasik kahvehane oyun kartları hava hareketi, kahve kapısının açılması, rüzgâr, nefes ile bir yöne doğru düşebilir. Aynı olay kuantum oyun kartları için de geçerlidir ve çevresel kuantum etkileri ile üst üste bulunma durumu (0), resimli yüz ya da kartın arka kısmı şeklinde bir düşüş yapacaktır. Asla iki yüzü üzerine (a+b) aynı anda düşemez. Ya biri (a) ya da diğeri (b) arasında bir seçimle düşme olacaktır.

²² Tegmark M. The interpretation of quantum mechanics: many worlds or many words? Quant-ph/9709032v1, 1997.

²³ Dugic M, Cirkovic MM, Rakovic D. On a possible physical metatheory of consciousness. Open Sys and Information Dyn 2002;9:153-166.



Şekil. Üstte dalga fonksiyonunun yoğunluk matrislerinin grafiksel gösterimi görülmektedir. Üstte soldaki 1-1-1-1 olarak ele alınırken, sağ üstteki 1-0-1-0 şeklinde bir matris olarak düşünülebilir. Sol altta ise Schrödinger'in kedisinin yoğunluk matrisi ve ölü-canlı durumu görülmektedir.

Eşdurumdan çıkmanın esas açıklaması, nesne ve çevrenin nasıl bir etkileşime girerek, üst üste binme durumlarını (0) nasıl bizim gözlemlediğimiz klasik son duruma (a veya b) çevirdiğidir. Eğer bir arkadaşınız size söylemeden karta bakarsa, Kopenhag görüşüne göre çökme ile c'ler değişir. Eşdurumdan çıkma fikrine göre ise bu etki için insan gözlemcisine gerek yoktur. Bilinçli beyine sahip bir gözlemci olmadan da üst üste binme durumu çevrede bulunan fotonlar, hava moleküllerinin çarpması ile klasik son duruma döner. Bu etrafımızda neden üst üste binmeleri göremediğimizi açıklar. Sonuçta, makroevrensel nesnelere olan kahvehane oyun kartları ve kedilerin üst üste binme durumunda olmaması için çevreden izole edilmeleri imkânsızdır. Mikroevrensel nesnelere ise kolaylıkla çevrelerinden izole edilebilirler ve kuantum davranışları sergilerler.

Everett'in yanıt veremediği ikinci soru olan klasik sonucun nasıl seçildiğine, eşdurumdan çıkma teorisinde açıklama vardır. Eşdurumdan çıkma, boş köşegen matris elemanlarından daha fazlasını etkiler ve bir tarafa düşen kart için yoğunluk matrisi

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

durumunda olursa, kartın durumu kesin olarak "resimli yüzü yukarı" durumdadır. Yine de tam eşdurumdan çıkma anındaki durumu

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

şeklinde bir yoğunluk matrisi oluşturur. Eğer kartın hangi durumda olduğunu ölçmeye kalkarsak, rastlantısal bir sonuca ulaşırız.

Eşdurumdan çıkma teorisine göre, evren üç temel parçaya ayrılır. Ayrılan parçaların her biri bir "serbestlik derecesi"ni ifade eder. Klasik istatistiksel mekanikte evren; gözlem altında olan nesne ve etrafındaki her şey (çevre) olarak ikiye ayrılır. Eşdurumdan çıkma teorisinde bu ikiliye üçüncü bir eleman olan "özne" eklenir. Bu durumda yapılacak uygulamada, her alt sistemin içsel dinamikleri ve birbiriyle etkileşimleri Schrödinger denklemine göre tanımlanır ve bütünlükle olan ilişkisi ortaya konur.

Nesnenin dinamikleri en önemlilerinden biridir. Oyun kartlarını düşünecek olursak, üst üste durumdan sağa ya da sola düşebilir. Gözlemci karta baktığı zaman, özne-nesne etkileşimi ile zihinsel durum üst üste binme durumuna gelecek ve kartın hangi tarafa düşeceği üzerine girilen bahis için ya kazanacak ya da kaybedecektir. Yine de, asla zihindeki şizofrenik, ikili üst üste binme durumunun farkında olamayacaktır. Hızla eşdurumdan çıkma oluşacak ve üst üste binme gözlenemez olacaktır. Normal bir beyinde, algısal bilgi işleme süresi 10^{-3} saniyedir. Hesaplamalara göre, eşdurumdan çıkma süresi ise yaklaşık 10^{-20} saniyedir. Dolayısı ile, eşdurumdan çıkma süresi, algılama süresinden çok çok daha kısadır. Bu nedenle, garip üst üste binmeleri algılayamayız.



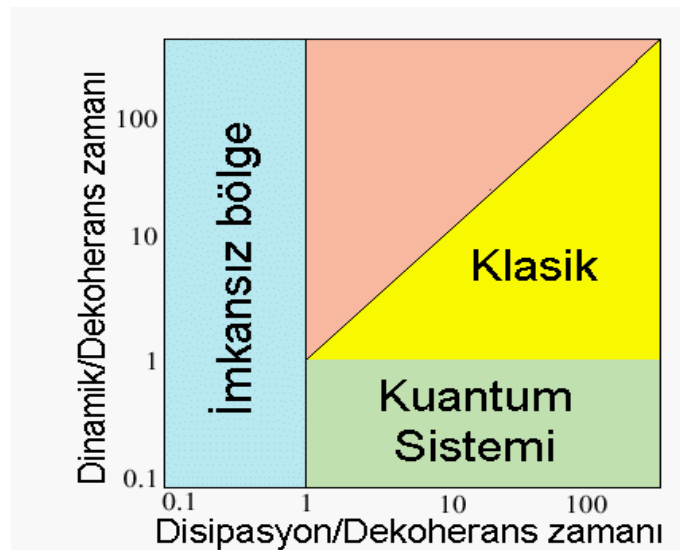
Eşdurumdan Çıkma: Dekoherans

Pratik uygulamada alt sistemler arasında etkileşim genellikle sıfır düzeyinde değildir. Bu etkileşim değişik nedenlerden kaynaklanır:

1. Dalgalanma-yükselip alçalma (*fluktuasyon*)
2. Dağılma (*dissipasyon*)
3. Bilgi değişimi
4. Eşdurumdan çıkma (*dekoherans*).

Bunlardan, 1 ve 2 alt sistemler arasında enerji aktarımında etkilidir. 3 ve 4 ise bilgi değişimi ölçütleridir. 1-2-3 klasik fizikte ortaya çıkabildiği halde, 4 yani eşdurumdan çıkma yalnızca kuantum fiziğinde izlenir.

Alt sistemler arası makroskobik bir etkileşimi ortaya koymak için örnek vermek gerekirse; bir kavanoz su içerisine (alt sistem-1) ince kolloid tanelerinin (alt sistem-2) konulduğunu düşünelim. Su moleküllerinin kolloid taneciklerine çarpması, kolloidin kütle merkezi üzerine etkisi ile alçalma ve yükselme şeklinde dalgalanmalara (Brownian hareket) neden olur. Bu fluktuasyon olayıdır. Eğer başlangıç hızı yüksek ise, suyun ısı dengesine ulaşana kadar sürtünme ile ortama dağıtılacaktır. Bu olayda dissipasyon olarak adlandırılır. Başlangıç enerjisinin yarısının kaybedildiği süre, dağılma zamanı olarak (τ_{diss}) adlandırılır. İki alt sistemin etkileşimi ve arasındaki bilgi değişiminin birimi bit ile ölçülür. Bilgi değişimi miktarı, her iki alt sistemin entropisinin toplamının, tüm sistemin entropisinden farkının alınması ile elde edilebilir (bilgi $bit_{1,2} = S_1 + S_2 - S$). Ortak bilgi sıfır ise, iki sistemin durumu bağımsız ve ilişkisizdir. Bilgi değişimi olsa bile, sistemin toplam entropisi daima sabit kalır. Alt sistemde entropinin artışı, ileri doğru akan “zaman oku” ile ilişkilidir ve bu termodinamiğin ikinci kanunudur.



Şekil. Çeşitli sistemlerdeki, dissipasyon (dağılım) ve eşdurumdan çıkmanın (dekoherans), birbirleri ile olan ilişkileri. Klasik fizik makroskobik = makroevrensel ve kuantum fiziği (mikroskobik = mikroevrensel) kurallarının işlediği sınırları da bu grafikte görmek mümkündür. Ancak bu sınırlar çizildiği kadar keskin değildir.

Eşdurumdan çıkma, sadece kuantum sistemlerinde gözlenir ve alt sistemlerde uzun süreli üst üste binme durumlarını engeller. Eğer kolloid, iki ayrı yerde 1 cm kadar uzaklıkta üst üste binmiş durumda ise, bu makroskopik üst üste binme, bir su molekülünün çarpması ile yıkılacaktır. Yani, eşdurumdan çıkma zamanı (τ_{dec}), çarpışma etkisi ile kuantum üst üste binme durumu yalnızca, su moleküllerinin de Broglie dalga genişliğinin etkisi altındaki ölçeklerde var olabilecektir. Bunun anlamı şudur; τ_{diss}/τ_{dec} zamanlarının birbirine oranı yaklaşık kolloid kütlelerinin su molekülleri kütlelerine olan oranına yakındır. Bu, aynı zamanda şu anlamda gelir, makroskopik nesnelere için eşdurumdan çıkma dağılımından çok daha hızlı gerçekleşir.

Bir alt sistemin dinamik zaman ölçeği (τ_{dyn}), onun içsel dinamiklerinin bir özelliğidir. Bir sistemin nicel davranışı, yukarıdaki şekilde gösterilen zaman ölçekleri oranına bağlıdır. Eğer $\tau_{dyn} \ll \tau_{dec}$ ise gerçek bir kuantum sistemi özellikleri gösterir ve üst üste binmeler yeteri kadar uzun süre devam edebilir. Mikroskopik sistemlerde $\tau_{dec} \sim \tau_{diss}$ ve makroskopik sistemlerde ise $\tau_{dec} \ll \tau_{diss}$ şeklinde ilişki vardır.

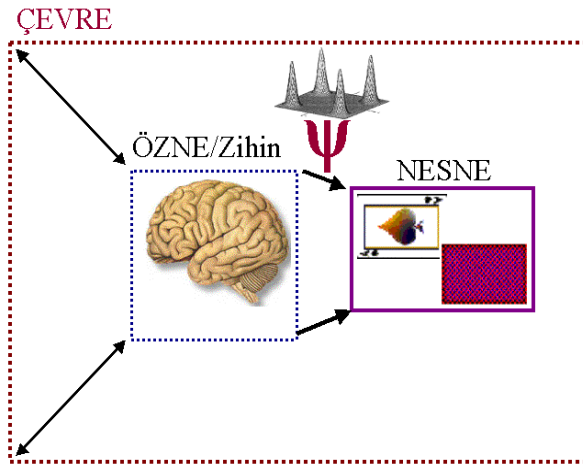
Nesne

Duyulardan en az biri ile algılanan, uzay-zaman içinde somut varlığı bulunan, bilincin ayırt edip tanıdığı, düşünen özneye karşı düşünülen “şey”dir. Öznenin karşısındaki bütün evren aslında bir nesnelere alanı oluşturur. Düşünme eyleminden dolayı, öznenin kendi üstünde düşündüğü her durumda özne de geçici bir süre nesne haline gelebilir. Nesnelere olanla, gerçek olan birbirlerinden farklıdır (uçan at gibi). Değişik nesne şekilleri vardır:

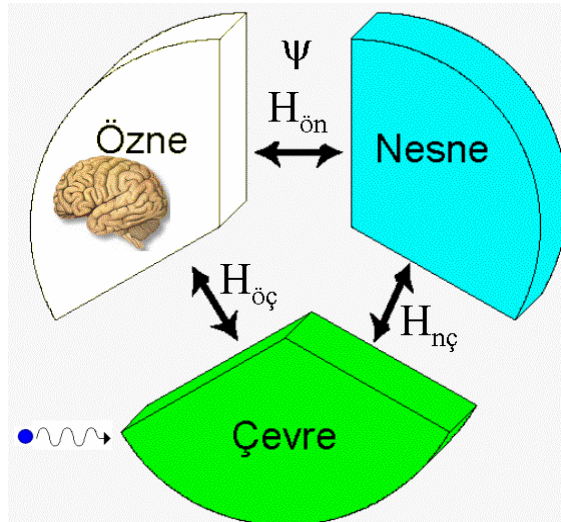
1. *İdeal nesne*: Düşünme sonucu olarak salt bilinçte bulunan, düşünce olmadan var olmayandır.
2. *Gerçek nesne*: Öznenin, bilinçten ya da düşünceden bağımsız olarak dış dünyada var olan, biz olmasak da var olan nesne
3. *Soyut nesne*: Sayılar, geometrik şekillerdir ve bunlar uzay-zamanda yer almazlar.

Kant’ın nesne yorumu farklıdır. Kant “şey (*ding*)”, “karşıda duran (*gegenstand*)” ve “nesne” üçlüsünü oluşturur. Eylemleri kendine yüklenebilen özne iken, “şey” eylem dâhil kendisine hiçbir şey yüklenemeyendir. Deneyimin nesnelere, bilginin nesnelere oldukları zaman “nesnelere” haline gelirler. *Gegenstand*, tamalgı ile *nesne* haline gelir. Tamalgı ise, algılama durumunun farkında olunmasıdır. Kant, bunu görü ile anlama arasındaki farkı anlatmada kullanır. Görü, tüm düşüncelerden önce var olan temsildir, ancak bir düşüneni olmadan anlamı yoktur.

Husserl’a göre, bilincin doğası gereği yönelmişlik özelliği vardır. Bilincine varılan ile bilincine varan arasındaki ilişkinin (özne-nesne) asla birinin diğerine indirgenmesi yoluyla kavranamayacağını öne sürer. Husserl’a göre, her bilinç öyle ya da böyle yönelinen bir nesnenin bilinci olduğu gibi, her yönelinen nesne de ona yönelen belli bir bilincin nesnesidir. Bunu Merleau-Ponty de destekler ve şeyler (nesne) ile bilinç (özne) arasında bir ayrım yapılması gerektiğini ifade eder: “var olan her şey ya şey olarak vardır ya da bilinç olarak, bunların dışında bir üçüncü durumun, bir orta noktanın olması söz konusu bile olamaz.”



Şekil. Eşdurumdan çıkma ile ilişkili olarak özne-nesne ve çevre ilişkisini sistemler açısından ele almak gerekir. Özne, gözlemcinin öznel algılaması ile sisteme katılır. Özne algılamaları derken, düşünceler, duygulanımlar ve gözlemcinin algılama durumunun öznelliği anlatılır. Nesne, gözlemcinin ilgilendiği sistemin parçasıdır. Çevre ise, nesne ve öznenin dışında kalan her şeyi içerir.



Şekil. Özne, nesne ve çevrenin birbirleri ile etkileşimleri. Özne ve nesne tek bir serbestlik derecesinde kabul edilirse, özne için 3 değer, nesne için 2 değer alınabilir. Öznenin içsel durumunu; mutlu $|J\rangle$, tarafsız $|K\rangle$ ve üzgün $|J\rangle|L\rangle$ şeklinde göstereyim. Nesnenin durumu ise spin yukarı $|\uparrow\rangle$ veya aşağı $|\downarrow\rangle$ olarak gösterecek olursak, özne ve nesne sistemi birleştirildiğinde 6 temel durum ortaya çıkar. Bunlar; $|K\uparrow\rangle$, $|K\downarrow\rangle$, $|J\uparrow\rangle$, $|J\downarrow\rangle$, $|L\uparrow\rangle$, $|L\downarrow\rangle$. Örneğin, kişinin eline üstü kapatılmış bir resim verelim ve üçe kadar sayıp hızla açarak, gülümsediğini ya da kaşlarını çattığını-üzgün görecektir olsun. Bu durumda resmi görene kadar üst üste binme durumundadır; $U|K\rangle = (|J\rangle + |J\rangle) / \sqrt{2}$.

5. Wigner'in Arkadaşı

Eugene Wigner (1902-1995), Schrödinger'in kedisi deneyinde, kediyi ve çekici birbirinden ayırt ettirici ya da belirleyici özelliğinin ne olduğunu sorarak bu farkı bulmaya çalışır. Gözlemci (deneyci), kedi ve çekici arasındaki farkın, fiziksel bir fark olması mümkün değildir. Her üçü de makro nesnedir ve aynı maddeden oluşmuşlardır. Yalnızca maddelerin bileşimi farklıdır. Kuantum mekaniği, gözlemci ve kedi biyokimyasını içerdiğinden, temelde çekiciden de bir farkı olmadığı söylenebilir. Fark kimdedir o zaman? Wigner'e göre fark "bilinçli" ve bilerek gözlem yapan gözlemcidedir. Kedi, çekici ve radyoaktif madde bilinçten yoksundur. Bilinçli bir gözlem gerçekleştirildiği anda, bu gözlemin sonucu üst üste binmenin içerdiği tüm olanaklı ve olası durumlardan yalnızca "birini" gerçeklik olarak bize sunar.

Nobel ödüllü (1961) fizikçi Eugene Wigner, bilincin kendisinin belki keşfedilmemiş “gizli değişken” olduğunu öne sürer. Wigner’e göre; “Kuantum kuramının yasalarını, bilinçliliğe atıfta bulunmadan tutarlı bir biçimde açıklamak hemen hemen imkânsız gibidir.” Ona göre, insan bilincinin de dile getirildiği bir kuram mutlaka oluşturulmalıdır. Neye bakarsak bakalım (veya gözlemleyelim), bilinçli gözlemimizin eylemleri nedeniyle, baktığımız şey, daha önce böyle yapmış olsun olmasın, ‘seçeneklerine’ ayrışır.⁷

Bu yorumda Wigner’in hayali bir arkadaşı vardır. Schrödinger’in kedisini bulunduran kafesi elinde tutmaktadır. Kafesi elinde tutan Wigner’in arkadaşı da bir oda içinde bulunur. Sonucun ne olduğunu görmek için kafesin içine bakmaya karar verebilecek kişi Wigner’in arkadaşıdır. Sonuçta, kedi ölü mü yoksa diri mi şeklinde bir karar verecektir. Eğer Wigner, arkadaşı kediye bakmış olmasına rağmen, durumu bildirmemiş olsa; arkadaşının kediyi canlı görmesi durumunda mutlu mu yoksa kediyi ölü görmesi durumunda üzüntülü mü olduğunu bilemez. Kopenhag kuramına göre, Wigner bakıncaya kadar, arkadaşının durumu konusunda karar verilemez. Çoklu dünyalar-zihinler görüşüne göre ise, arkadaş ve kedi iki değişik evrende vardır.²⁴

6. Gözlemleyici Kuram

Evan Harris Walker ilkesel olarak, Wigner’in fikrini ele alıp ölçümde gözlemciye ve nörofizyolojik süreçlere belirleyici bir ağırlık verir. Ancak, bu arada KM’nin “gizli değişkenler” düşüncesinden de yararlanır. Gizli değişkenler bizzat “bilinç”tir ve yerel değildir. Yani konum ve zamandan bağımsızdır. Bu bağımsızlıktan dolayı, gözlemleyenin beyindeki nörofizyolojik süreçlerin, dışarıda yer alan kuantum mekaniği süreçleriyle ilişkilendirilmesi imkanı doğar. Buna dayanarak, sinir hücreleri arası aktarma (sinaps) işlevlerinin fiziki koşullarının büyüklük bakımından kuantum mekaniği süreçleriyle aynı düzeyde yer aldığını öne sürer. Bilinç ile beyin bilgiyi işleyen süreçleri arasındaki bağlayıcı halkanın bu ilişkide bulunduğunu belirtir.

Walker, görme sinirinin (*N. opticus*) taşıdığı bilgiyi hesaplayarak, gözlemleyici kişinin bilincinden belirli bir miktar bilgi akışı gerçekleştiğini öne sürer. Bunun çok az bir bölümü (10 bit/san) yerel olmayan, gizli parametreler üzerinden “dış” kuantum süreçleriyle bağlantı içindedir. Bu bilgi miktarının, gözlemleyen ve gözlemlenen nesnenin, gözleme sırasında içine girdikleri durumların üst üste binme durumunda gizlenmiş olduğunu söylemek de olasıdır. Ancak, Walker’ın modelinde sadece görme sinirinin bilgi taşıma miktarı göz önüne alındığından, taşınan bilginin “anlam ve önemi” hakkında model pek bir şey söylemez.²⁵

7.Yönlendirilmiş Nesnel İndirgenme

Peki, algılarımızı neden makroskobik üst üste binmeleri algılamamıza izin vermiyor? Küçük ölçeklerde kalındığı sürece kuantum kuramı belirleyicidir ve hassas bir kesinliğe sahiptir. Schrödinger denkleminin kullanımını gerektirir ve belirleyicilik ilkesine dayanır. Kuantum seviyesindeki bu belirleyicilik U (*unitary*) olarak adlandırılır. U’nun en önemli özelliği doğrusal (*lineer*) olmasıdır. Belirleyicilik yalnızca ölçüm yapıldığı sırada ortadan kalkar ve kuantum seviyesinden klasik seviyeye çıkar.²⁶

Roger Penrose, kuantum mekaniğinin eksik olduğunu ve standart kurallarına şu anda elimizde olmayan bir şey eklememiz gerektiğini öne sürmekte ve dalga fonksiyonunun nesnel indirgenmesi, OR (*Objectif Reduction/Nesnel İndirgenme*) adını verdiği şeyin bu açığı kapatacağını öne sürmektedir. Bu ifade Türkçede “veya” olarak da algılanabilir. OR için “veya” hem anlamsal hem de ifade etmek istediği içeriğe uygundur. Üst üste binmelerin biri “veya” diğeri nesneleşmesini seçimle sağlar. OR süreci durum vektörünün indirgenmesi ya da dalga fonksiyonunun çökmesi demektir. OR, ölçüm ya da gözlemlerle seçeneklerden yalnız birisi ayakta kalır. Yalnızca bu aşamada, kuantum kuramının belirleyici olmaması devreye girer ve üst üste binme uzay-zaman seviyesinde ortaya çıkar. Bu Planck uzunluğu-zamanı seviyesidir. İki uzay-zaman (ölü veya diri kedi) ayrışır. Planck ölçeğinde bir uzay-zaman ayrışması durumunda, küçük bir uzaysal ayrışma uzun bir zamana denk gelirken büyük uzaysal

²⁴ Wolf FA. Parallel Universe. Bodley Head Ltd. Londra 1988;50-51.

²⁵ von Lucadou W. Ruh ve Kaos. Çev: V.Atayman. Say Yayınları, İstanbul 2000; 127-128.

²⁶ Penrose R. Büyük, küçük ve insan zihni. Sarmal Yayınevi. 1998; 24.

ayrışma daha kısa bir zamana karşılık gelir. Doğa iki seçeneğin uzay-zamanını ayrıştıran bir takım kurallara uyar.

Peki, ne kadar sürede ayrışma olur? Planck zamanı (10^{-43} san) kadar bir sürede üst üste binme iki durumdan birine bozunur. Planck uzunluğunda (10^{-33} cm) ve Planck zamanında bu durumun ikisinden birine indirgenmesi/klasik seviyeye çıkması için gereken zaman $T=h/E$ 'dir. T gereken zaman ve E ise kütle çekim enerjisini ifade eder. Bu denkleme göre, üst üste binmenin çökme zamanı bir atom çekirdeği için 10^8 yıl iken, proton için birkaç milyon yıl, 10^{-5} cm büyüklük için 2 saat, 10^{-4} cm için 1/10 san, 10^{-3} cm için çökme 10^{-6} san'dır.²⁷ Yani, kütle arttıkça indirgenme zamanı kısalır. Bu nedenle makroskobik nesnelere üst üste binme durumunda göremeyiz.

Tablo. Kuantum mekaniğinde “ölçme sorunu” için önerilen farklı çözümler ve özellikleri

	Yorumu	Avantajı	Sorunu
Kopenhag Okulu Niels Bohr ve David Bohm	Gözlemci, dalga fonksiyonu olasılığıyla rastlantısal sonuçları görür	Gözlem ile eşleşen tek bir sonuç ortaya çıkar	Dalga fonksiyonunda çökmeye gerek duyar. Olasılıklar dalga fonksiyonu ile belirlenir. Rastlantısaldır. Schrödinger denklemini bozar.
Psikofizik paralelcilik John von Neumann	Nedensel-belirlemci ve gözlemcisiz bir süreçle, nedensel-gözleme ve ölçüme dayalı süreci ayrı ele almak gerekir	Doğada gerçekte ve olan ile doğanın gözlenmesi ile var olanı ayırır.	Her iki durumun nasıl ilişkilendirileceği belirsizdir.
Çoklu Dünyalar/ Zihinler Hugh Everett	Üst üste durumlar onları izleyenlerle birlikte ayrı dünyalarda bulunur	Schrödinger denklemi daima işler. Dalga fonksiyonu asla çökme göstermez.	Kabul edilmesi zor bir iddia. Her gözlemlerde artan oranda paralel dünya ve gözleyen kişiler oluşur.
Dekoherans (Eşdurumdan çıkma) Max Tegmark	Objenin etrafındaki çevre ile etkileşimiyle üst üste binmeler hızla dağılır.	Deneyel olarak test edilebilir. Niçin herkesin, dünyayı kuantum yerine “klasik” gördüğünü açıklar.	Kopenhag ve Çoklu dünyalar yorumunu ortadan kaldırmaz.
Wigner'in Arkadaşı Eugene Wigner	Bilinçli gözlemciyi, kedi-alet ve diğer elemanlardan ayrı tutar. Ayrıca ikinci bir gözlemciyi (arkadaşı) devreye sokar.	Bilinci de denklemler içinde ele alır. Bilinçli gözlemciye ayrı bir önem verir.	Bilinç değişkenini fizik denklemleri içine sokmak lazım ama nasıl?
Walker'ın Gözlemleyici Kuramı Evan Harris Walker	Bilinç kuantum mekaniğindeki eksik gizli değişkendir.	Gözlemlenen, gözleyen ve sinir sistemini bir arada ele alır.	Sadece görme sinirinin bilgi taşımaması ele aldığından yeterli bilgi vermez.
Yönlendirilmiş Nesnel İndirgenme Roger Penrose	Enerji ve kütle ile ilgili indirgenme zamanını hesaplama	Beyindeki temel yapı taşlarına uygulanabilir ve makro-mikro ayrımını ortaya koyabilir.	Dalga fonksiyonunun çökmesi için bilince gerek olmadığını öne sürer. Diğer birçok fizikçi “nesnel indirgenme” denilen kuantum mekaniği “yamasını” kabul etmez.
Poincaré Rezonansları Ilya Prigogine	Kuantum mekaniğinde kendisi ile çatışan bir durum var ve bu Poincaré rezonansları ile aşılabılır.	Kuantum mekaniğindeki dalga fonksiyonu yerine yoğunluk matrisi olasılığını ele alır.	Yaygın kabul gören bir yaklaşım sunamamıştır.

²⁷ Hawking S, Penrose R. Uzay ve zamanın doğası. Sarmal yayınevi. Çev: Dalbelge U.Ekim 1996.

8. Poincaré Rezonansları

Ilya Prigogine, “Çevreden gelen olağan karışıklıklar, dalgalanmalar sistemin kuantal özelliklerini bozacak ve böylece ölçümden sorumlu tutulacaktır. Ancak, ‘çevre’ kavramı neyi ifade ediyor? Bir nesne ve çevresi ayrımını kim yapıyor?” diyerek ölçme sorununa getirilen farklı çözüm yaklaşımlarını tatmin edici bulmaz.

Prigogine’ye göre dalga fonksiyonu terimlerinde bireysel bir betimleme ve olasılık dağılımı terimleriyle istatistiksel bir betimleme vardır. Dalga fonksiyonunu belirleyen Newton denklemi gibi belirlenimci ve tersinir (simetrik) olan Schrödinger denklemi bir yanda dururken, diğer yanda ölçme sürecine bağlı, tersinmez dalga fonksiyonu çökmesi ifade edilir. Bu tuhaf bir yapıdır. Bu nedenle, bir yenilik getirilmelidir ve ölçme sürecinin özünde tersinmezlik içermesinden dolayı, KM ile çatışır. Çünkü, KM’de tersinmez süreçlere yer verilmez. Bu nedenle durum klasik mekaniğe benzer. Prigogine, KM’e Poincaré rezonanslarına bağlı kararsızlığın uygulanmasının bir çözüm olacağını öne sürer. Bu durumda KM’nin temel nesnesi artık ψ dalga fonksiyonu değil, klasik mekanikteki ρ (KM’de “yoğunluk matrisi” de denir) olasılığı olur. $\rho(q,p,t)$ olasılık dağılımı hem uzaysal konumlara (q) hem de momentumlara (p) bağlıdır. Prigogine, konumları $\psi_{(q)}$ ya da momentumları $\psi_{(p)}$ şeklinde yazabileceğimizi belirtir. Ancak, KM’de temel bir kural olan belirsizlik prensibi aynı anda ikisinin hassasiyetle kullanımını engeller. ψ kuantum durumu, olasılık genliği gösterir ve olasılık genliklerinden tam anlamıyla olasılıklara geçiş sağlanabilir. KM’deki ölçüm sorunu böylece ortadan kalkar, dalga fonksiyonunun indirgenmesine gerek kalmaz. Gözlemci hiçbir özel rol oynamaz. Temel büyüklük olasılık genliği değil, bizzat olasılığın kendisi olur ve ölçüm aracı bozulmuş bir zamansal simetri gösterir.²⁸

Dalga Fonksiyonunun Bilinçsiz Çökmesi

Kuantum çökme sadece insan varlığın da mı gerçekleşir? Retinaya bilgi ulaşmadan önce mi, retinaya ölçme bilgisi ulaştıktan sonra mı? Gözdeki retinada çomak hücreleri, rodopsin olarak adlandırılan fotona duyarlı iki pigment içerirler. İlki hücre zarına bağlı proteini olan opsindir ve ikincisi olan 11-*cis retinale* kovalent olarak bağlıdır.²⁹ 11-*cis retinal* molekülü, 6 adet tekli ve çiftli bağlanmış, uzun bir doymamış elektron ağı içerir. Bir rodopsin molekülünün ağırlığı $4 \cdot 10^4$ nukleon (nötron+proton sayısı) ve çapı yaklaşık $4 \cdot 10^{-7}$ cm’dir.³⁰ 11-*cis retinal*’in aktif yeri ise 40 kadar atomdan oluşan, 10 Angström büyüklüğünde bir yapıdır.³¹ Bu yapıya (göze) gelen ışınlar -ya da kuantum mekaniksel ışık fotonları- gelince ne olur? Foton retinal molekülde, 11. ve 12. karbon atomları arasındaki bağ tarafından emilir ve ardından en üst orbitalden bir elektron uyarılarak π durumundan π^* durumuna geçiş yapar. Elektronun uyarılmış olması (π^*), bu bağ çevresinde karbonu C_{11} ve C_{12} arasında serbestçe dönmesine imkan verir. Bu yapısal değişiklik, *cis*’ten *trans*’a dönüşüm olarak adlandırılır ve olay 200 femto saniye (fs) sürer. Bu dönüşümle opsin molekülü ayrılır ve bir dizi değişikliklere neden olur. Çomak hücre zarlarındaki Na^+ kanalları kapanır. Bu olaydan önce Na^+ akımı serbest olarak devam ederken, bu yolla çomak hücre içi daha düşük potansiyele ulaşır. Na^+ kanalları kapandığında, büyük bir potansiyel farkı oluşur (hücre içi daha negatif, hücre dışı daha pozitif olur). Bu potansiyel farkı elektrik akımına dönüşür. Bu şekilde, bir foton rodopsin molekülünü uyardığında, 10^6 Na^+ iyonu veya yük, çomak içerisine giremez, 1 pA’lık, yaklaşık 200 msan süren elektriksel akım oluşur.³² Bu, Na iyonu başına aynı zamanda $2 \cdot 10^{-13}$ ile $1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb yüke eşdeğerdir. Bunun anlamı şudur: bilgi mikroskobik seviyeden orta derecede makroskobik (mesoskopik) seviyeye çıkarılır. Ardından optik sinirde 2-3 aksiyon potansiyeli oluşturur. Hatta daha da güçlendirilerek makroskobik veya klasik dünyaya ulaştırılır.

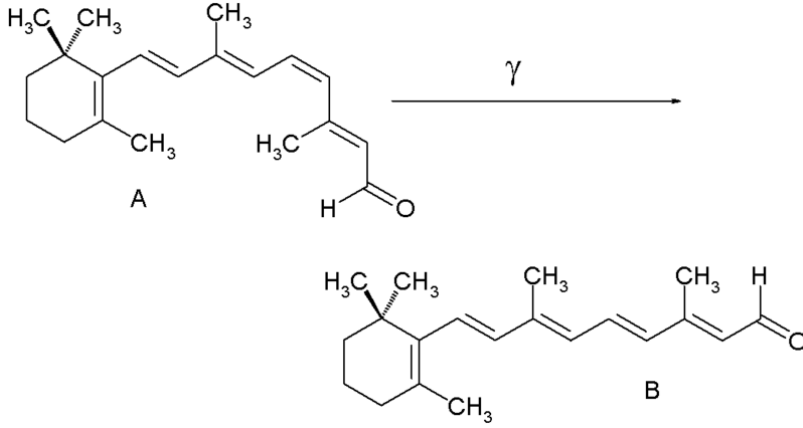
²⁸ Stengers I, Prigogine I. The End of Certainty. Free Press, 1997;48:129.

²⁹ Wald G. The molecular basis of visual excitation. Nature 1968;219:800-807.

³⁰ Adler S. Lower and upper bounds on CSL parameters from latent image formation and IGM heating. 2006, quant-ph/0605072.

³¹ Mathies RA. Photons, femtoseconds and dipolar interactions: A molecular picture of the primary events in vision. Rhodopsin and Phototransduction. John Wiley and Sons, N.Y. 1999.

³² Rieke F and Baylor D. Single-photon detection by rod cells of the retina. Rev Mod Phys 1998;70:1027-1036



Şekil. Fotonun etkisi ile *cis*'ten *trans*'a dönüşüm.

Aslında retinaya çarpan bir fotonla kuantum mekaniksel fotoelektrik etki arasında herhangi bir fark yoktur. Foton enerjisini emen bir atom ya da molekülün, herhangi bir orbital elektronunu dışarı saçması fotoelektrik etkidir. Bu etki fotonun dalga fonksiyonunun çökmesidir. 11-*cis retinal*'in küçük yapısı dolayısı ile retinada olan olay tam olarak kuantum mekanikselemdir. Bu aşamadaki olay, güçlendirilerek makroskobik seviyeye ulaştırılır. Bu dönüşüm sadece insan gözünde olmaz. Gözler olmadan da tek hücreli olan ve ışığı algılayabilen *öglena*'larda ya da *siyanobakterilerde* de olur oluşur. Bu şu anlama gelebilir: dalga fonksiyonu çökmesi (bilinçli) insan olmadan da olabilir.

Sonuç

Bütün bu yaklaşımlardan anlaşılacağı üzere, KM'de, henüz son noktanın konmadığı bir ölçme sorunu vardır. Şimdiki ve geçmişteki tartışmalara bakıldığında bu yapay oluşturulmuş bir sorun değildir. Bu sorun içerisine, gözlemciyi ve gözleyenin bilincini katmadan, denklemlere bilinç değişkenini eklemeyen çözülemeyecek görünmektedir. Bu denklemleri geliştirdiğimiz ve anladığımız zaman da evren anlayışımız devrimci bir şekilde, kökten değişecektir.

Peki, Sorun Nerede?

Bilimsel yöntemin şekillenmesi, 16. yy Avrupa'sında başlamış ve ardından muazzam bir devrimle gerçekleşmiştir. Evren, gizemli ve insan aklının ötesinde olmaktan çıkarak, mekanik ve düzenli bir nitelikte anlaşılmaya başlanmıştır. Kopernik'in geliştirdiği kuramın ardından, Güneş-Dünya ve insanın artık evrenin merkezi değil, sadece birçok gezegenden biri ve galaksimizin bir köşesinde, kendi bölgesinde dönen, oldukça gösterişsiz bir bölge olduğu anlaşılmıştır. İnsan merkezli evren ortadan kalkmış ve büyük bir hayal kırıklığı yaratmıştı. Ama çağımızın fizik bilimi insanı tekrar evrenin tam merkezine yerleştirdi. Uzun yıllar, bir deneydeki aynı başlangıç koşullarının her zaman aynı sonucu vereceği, deneycinin önemli olmadığı ve fiziksel dünyanın fiziksel bir gerçekliğe sahip olduğu kabul edilmiştir.¹ Oysa 1900'lerde gelişen KM, bu bakış açısının tamamen karşısındadır. Olağandan ve alışlagelenden çok farklı şeyler söylemektedir.

Bu nedenle ölçme ile ilgili ortaya çıkan sorular çok fazladır. Şimdiye kadar bilimin esas temelini oluşturan, bilimsel soruşturma yöntemlerini terk etmemiz mi gerekiyor? Sistemi, üst üste olma durumundan çıkartıp, nihai bir gerçekliğe indirgeyen nedir? Wigner'in arkadaşı mı? Kedi mi? Eğer bu bilinçli beynin bu sonucu ise, kedinin bilinçli olmadığını nereden biliyoruz? Ya da kutunun içinde kedi ile birlikte çekiç mi nihai sonuca ulaşmayı sağlıyor? Hiçbir insanın olmadığı bir ormanda bir ağacın yıkılması ses çıkarır mı? Kimse bakmadığında Ay orada mıdır? Apaçık olmayan ilkelerden çıkarılan sonuçların hiçbirisinin apaçık olmaması nedeni ile temel ilkelerimizde mi bir sorun var? Doğru ilkelerimiz olduğunda ve onların ardından gittiğimizde, bir gün gelip mutlaka başka gerçeklerle karşı karşıya kalacaksak o gerçek nerededir? Descartes'in 17. yy'da dediği gibi bir sorunla mı karşı karşıyayız?

“Böylece, felsefeyi incelemek ve bildiğimiz tüm gerçekleri sıkıca ortaya çıkarmak istiyorsak, ilk önce önyargılardan kurtulmamız ve eskiden doğruluğuna inandığımız tüm düşünceleri ya da kanırları, yeniden gözden geçirinceye değin, yanlış kabul etmemiz gerekmektedir. Bundan sonra zihnimizdeki kavramları yenibaştan incelemek [...]”²

Bu ifadeyi dikkate alarak, daha önceki felsefi düşüncelerimizden tam olarak sıyrılmadığımızdan mı kuantum mekaniğinin felsefi yorumunu uygun şekilde yapamıyoruz? O zaman, bir şekilde zihnimizin derinliklerinde var olan eski düşünceleri bir kenara koymak için beynimizi elimize alıp bir sünger gibi sıkmanın zamanı geldi galiba. Eski felsefeye bağlı olmak, adeta bir ayak bağı gibi. Kuantum mekaniğinin doğduğu yeni düşünceleri anlamamız önünde bir engel gibi durmakta. Aklımızı gerektiği şekilde kullandığımızda, doğru düşünmeye ve en üstün bilgiye kavuşmaya yetenekli olduğuna göre, bu sorunu çözmek için bir neden yoktur.

Paul Davies, *“Fiziksel bilimin amacı, bu kişileştirilmiş ve yarı öznel dünya görüşünden kurtulmak ve gözlemciden bağımsız olan bir gerçeklik modeli inşa etmektir. Bu amacı elde edebilmek için kullanılan geleneksel yöntemler; tekrarlanabilir deneyleri makine ile ölçüm, matematik denklemlerdir. Bilim tarafından sunulan bu nesnel model ne kadar başarılıdır? Onu algılayan insanlardan bağımsız olarak var olan bir dünya gerçekten tarif edilebilir mi?”* diye sorar.³ Tarif edilirse de nasıl tarif edilebilir. Stephen Hawking *“Evreni olduğu şekilde görürüz, çünkü varız”* diyerek bir yanıt verir. Hiç kimsenin olmadığı bir ormanda, uzun süreli bir ses kaydı yapsak ve daha sonra bunları dinlesek, eğer yıkılarak ses çıkaran bir ağaç varsa onu duymayacak mıyız? Ya da ormandaki kuş seslerini kaydedemeyecek miyiz? Mantıksal açıdan elbette ki duyacağız ve kaydedeceğiz!

Kuantum mekaniğindeki ölçme sorununun altından kalkmak için, önce sorunun temelini nereden kaynaklandığını anlamaya çalışmak gerekir. Sorunun kaynaklandığı noktayı bulmak hemen hemen sorunu çözmekle eşanlamlı gibidir. Dolayısı ile olası sorun noktalarını gözden geçirelim.

¹ Hodbhoy P. İslam ve Bilim. Cep Kitapları, 2.baskı, 1993; 35.

² Descartes R. Felsefenin İlkeleri. Say Yay. Çev: M. Akın, 1998; 107.

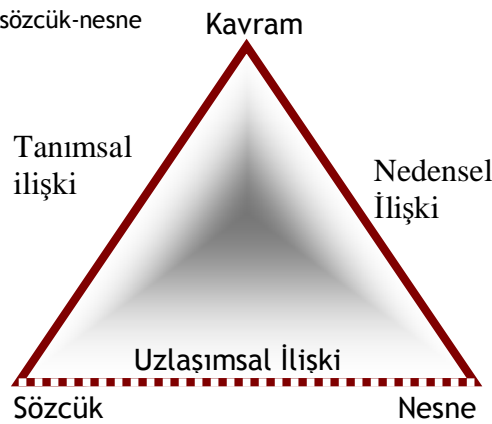
³ Davies P. Other Worlds. JM Dent ve Sons Ltd. Londra 1981.

1. Kullanılan Dilin Yetersizliği

Bilim dilini, bilimden ve dilden ayrı düşünmek mümkün değildir. Bilim dilinin en önemli bileşenleri, terimlerdir: Terimler, genel olarak, sanat, bilim alanlarında kavramların nesne, olay ya da durumların karşılığı olan, kesin, tek, özel anlamlı sözcüklerdir. Bilimin dönemin dilinden de bağımsız olmadığını göz ardı etmemek gerekir. Bilim de dahil her tür duygu ve düşünce ifadesini dilde bulur, dolayısıyla gerçek bir düşünce etkinliği ancak yüksek olgunluğa erişen dillerle var olur. Bilgilerimizin bilimsel bir nitelik kazanması, ancak ortak anlatım aracı olan dilde ifade edilmesi ile mümkündür. Sözcükler, gerçekte 'şey'lere yapıştırılmış birer etikettir. Ne var ki sözcükler ve 'şey'ler arasında bire bir eşleştirme gerçekte mümkün değildir, çünkü evrendeki her 'şey'e ayrı bir isim bulunup kullanılamaz. Böylelikle 'şey'lere, onların ortak özelliklerinden yararlanıp ortak olmayan özellikleri göz ardı edilerek adlar verilmiştir.

Kavram, sözcük ve nesne ilişkisine baktığımızda, kavram ile sözcük arasındaki ilişkinin, sözcüğün kavrama ait bir etiket oluşu nedeniyle tanımsal olduğunu, kavram ile nesne arasındaki ilişkinin ise gözlemden kaynaklanan ve bizim dışımızda oluşan nedensellik taşıdığını görürüz. Nesne ile sözcük ise, kavram aracılığıyla birbirlerine bağlanır ve buradaki ilişki de uzlaşımaldır, ortak olarak kabul edilmeye ve kullanım alışkanlığına bağlıdır. Sözcük, kavramın adıdır ve kavram da sözcüğe verilen anlamdır.⁴

Şekil. Dilde kavram ve sözcük-nesne ilişkisinin gösterimi.



Werner Heisenberg, "Gözlemlediğimiz şey, doğanın kendisi değildir; doğanın, yönelttiğimiz soruya verdiği cevaptır" der. Ölçme düzeneği gözlemci tarafından yapılmış bir şeydir. Gözlemine yaptığı şey de, doğanın kendisi değil, soruyu biçimlendirme tarzından etkilenmiş doğadır. Bohr'un ifadesine katılarak hem seyirci hem de oyuncu olduğumuzu tekrarlar.⁵ Heisenberg, belki doğrudan bilincin kendisini kastetmemiştir, ama bir anlamda bir deneyden çıkan sonucun gözlemcinin bilincine ve bir takım nörofizyolojik düzeneklere bağlı olduğunu öne sürmüştü.

Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, makro ve mikro ayrımına bir sınırlama getirir. ψ -psi fonksiyonu, uzay ve momentum gibi iki bağlantılı dinamik değişkene aynı anda bağımlı olamaz. Bu ilke, mikroevrensel nesnelerin fiziksel halini betimlemek için seçilen bazı niceliklerin birlikte kullanılmaması gibi bir sınırlama getirmiştir. Bu sınırlamaya ilave olarak, mikroevrensel nesnelerin halini betimlemek için de makroevrensel nesnelerin özelliklerini dile getiren dilsel ifadeler kullanılmaktadır. Dilin kullanımındaki bir uyumsuzluk şudur: nasıl olur da kuantum mekaniğine göre genelleştirilmesi daha az olan klasik fiziğin terimleri ile mikroevrenden söz edilmesi mümkün olabilir? Mikroevreni, makroevrenin dilsel ifadeleri ile betimlemek mümkün müdür? (Mikroevreni, makroevrenin dilsel ifadelerini kullanarak betimlemek, Kopenhag bakış açısının ilkelerindedir).⁶

Gözlemlenmedeki asıl sorunlardan biri de kuantum mekaniğinde kullanılan "dil"dir. Bu nedenle, belirli ilkeler üzerinde kaskatı direnmek yanlıştır. Dilin kendi

⁴ Yalçın Ç. Türkçe ve Bilim. Aydınlanma 1923 Dergisi. 2004;51:43-48

⁵ Heisenberg W. Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y. Öner. İstanbul 1993. s:39

⁶ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay. 1983

kendine gelişmesini ve yeni durumlara zamanla kendiliğinden uyması beklenebilir. Bunu daha önce Genel ve Özel Görelilik teorilerinde de yaşadık. Ama zaman içerisinde sorun çözüldü. Ancak, bütün bunların içinde en zor “dil” sorunu, kuantum mekaniğindedir ve çözümü o kadar kolay olamayacaktır. Çünkü, “Sıradan günlük dil kavramları atomun yapısına uygulanacak türden değildir” ve dildeki kavramları matematik sembollerle bağdaştırmak için elimizde bir kılavuz da bulunmamaktadır.

Descartes’ın yıllar önce kullanılan dil hakkında dikkat çektiğinden çok farklı durumda değiliz:

“Kavramları kendi ağızımızla belirtmek için bazı sözlere bağlıyoruz ve şeylerden çok, o sözleri anımsıyoruz. Bunun için, kavradığımız şeyi, onu belirtmek için seçilen sözlerden tümünden ayırınca, hiçbir şeyi kolay ve açık anlayamayız. Böylece insanların çoğu, dikkatlerini şeylerden çok sözlere verir; bu nedenle, çoğu zaman anlamadıkları kavramlara inanır, anlamayı pek anlamazlar.”

Heisenberg dile özgü bir yasa olan “üçüncünün olmazlığı/tertium non datur” yasasının değişmesi gerektiğini belirtir. Çünkü, klasik mantığın kabul ettiği üzere, ileri sürülen sav, bir anlam taşıyacaksa ya bu savın kendisi ya da onun olumsuz biçimi doğru olmak zorundadır. Yani “önümde bir kitap var” ve “önümde bir kitap yok” ifadelerinden ya birincisi ya da ikincisi doğrudur. Üçüncü bir imkân yoktur. Bu tünelleme olayı için de geçerlidir. Nesne ya soldadır ya da sağda, üçüncü bir durum yoktur. Ya da bir top ya gridir ya da değildir. Diğer bir deyişle, nesne bir özelliğe ya sahiptir ya da değildir. Ama KM’de üçüncü bir durum vardır: üst üste binme hali. Elimizde bir kırmızı, bir de mavi top var. Ama KM üst üste binme durumunun oluşturduğu ve hiç kimsenin görme şansı olmadığı gri topun var olduğunu öne sürer. Richard Feynman da aynı konuya değinerek “Kuantum dilinde, birleştirilerek doğadaki olayların hemen hepsini anlatabilecek ‘kelimeler’ ve ‘cümlelerin’ yazılabileceği sonlu sayıda ‘harf’ var mı acaba?” diye sorar.⁸ Anlaşıldığı üzere, KM için yeni bir dil oluşturmalı ve sağduyumuza karşı gelen çatışmaları ortadan kaldırmak için yeni dili kullanmalıyız. Ancak bu nasıl olacak? Bunun içinde çaba gösteren fizikçiler ve felsefeciler olmuştur.

Yeni Bir Dil Oluşturma Çabası

Modern mikrofiziksel araçlar yardımı ile atomları ve onları oluşturan ögeleri detaylı olarak “gözlemleyebilmekteyiz.” Ancak, böyle bir gözlem tecrübesini günlük yaşam tecrübesi ile karşılaştıramayız. Bu durumda elde edilen bilgiler, doğrudan duyuşsal algılamamızın bir sonucu değildirler. Aslan duyularımızın dünyasına dayanan günlük konuşma dilimiz ve kelimelerimiz, atom altı fenomenleri ve gözlemleri açıklamakta yetersiz kalır. Bu beş duyunun dışında olan bir gözlemdir. Elde edilen yapı matematikseldir ve bunları ifade edebilecek ve açıklayabilecek karşılıklar normal günlük dilin içinde bulunmaz. O zaman ne yapmalı... Buna uygun bir dil oluşturmalıyız.

Fizikçi David Bohm (1917-1992), felsefi ve psikolojik bakış açısı ile “alternatif bir dil” için girişimde bulunmuş ve kısmen dikkat çekmiştir (1980).⁹ Bohm’un fikri, modern dillerde kullanılan özne-fiil-nesne cümle yapısına dayanır. Bu klasik yapıya ek geçişli fiil, özne ve nesne arasındaki boşluğu çaprazlar. Bazı eski dillerde, örneğin, İbranicede klasik dillerdeki cümle yapısının aksine fiil cümlenin başında yer alır. Aslında Bohm’un yapmaya çalıştığı yeni dil özelliği bir dereceye kadar Arapçada vardır.

Bohm bu yeni dilin gelişimine *rheomode* (rheo--den, *akmak*) der ve dilde yeni bir yapı geliştirir: “Bizim düşüncelerimizdeki birincil hareket dilin yapısına sokulur ve birincil rol oynayan isimden ziyade fiil yapısına girer” der. Bundan yola çıkarak, farklı anlamları olan kelimeler üretir. Bu yeni dilin kullanımı, kuantum mekaniği, bilişsel durumlar ve “bilinç ve gerçeğin ülkesi”ne girmek için bir yoldur. Bohm’un dili algısal ve bilişsel aktivitelerle ilgilidir. Bu *rheomode* kelimelerden her biri “bilincin hareketine” bir bakış olarak özelleşir. Ancak, eğer gerçeğin “tümü bu ise”, şeyler, düşünceler ve kelimelerle toplamını ifade edebilir miyiz?

⁷ Descartes R. Felsefenin İlkeleri. Say Yay. Çev: M. Akın, 1998;106.

⁸ Feynman RP. QED, The Strange Theory of Light and Matter. Princeton Univ Press. 1988;86.

⁹ Bohm D. Wholeness and implicate order. Routledge and Kegan Paul Pubs., 1980.

Tablo. David Bohm'un oluşturduğu yeni dilden (*rheomode*) bazı kelimeler ve anlamları¹⁰

to levate	Dikkati kendiliğinden ve sınırsız olarak ne olursa olsun üzerine yönlendirmek.
to re-levate	Belli içeriği tekrar dikkat düzeyine çıkarmak, ...düşünce ve dilde... Ön ek re-levate'in yeni bir ortaya çıkışını ima eder. Tekrar ortaya çıkma aynı şeylerin tekrarı anlamına gelmez.
re-levation	Dikkatin içeriğine tekrar ve tekrar dikkat verme devamlılığı
to vidate	İngilizcedeki "seeing" kelimesinden türetilir. Kendiliğinden ve sınırsız olarak dikkati bir şeyin üzerine vermek anlamına gelir. Sadece "nedir?" ile sınırlı değil, kelimenin kendisinin de işlevini çağırır. Bu kelime ile Bohm'un oluşturduğu dildeki algılama (<i>perception</i>) ve dikkat (<i>attention</i>) iki ayrı şey değildir. İkisi tamamlayıcıdır.
to di-vidate	İngilizcedeki "to divide" veya "to see separate=ayrı olarak görmek" kelimesinden türetilir. Kendiliğinden dikkat ile şeyleri ayrı olarak görmek... sadece ayrıkların içeriğini değil; ayrıkların işlevini de bilmek, işlevini de tanımlayabilmeyi içerir.
to structate	İngilizcedeki structure, structuring'den oluşturur. Esas anlamı Latince Struere'den gelir ve "inşa, büyüme ve değişimi" gösterir. Latince ek olan "ura" "bir şeyi yapma hareketi" anlamını verir. Bu nedenle Bohm bunun rheomode karşılığını to structate=yapmak ve yapılarına ayrıştırmak (<i>dissolve</i>) olarak verir.

Yeni bir dil oluşturma çabası Bohm'dan önce Jacques Derrida (1930-2004) tarafından da yapılmıştır. Martin Heidegger'den (1889-1976) etkilenecek, dilin insana ait bir şey olmadığı, aksine insanın dile ait bir şey olduğu fikrine katılır. Bu anlamda dil aslında insanla konuşuyordur ve dil düşünceyi belirler. Bu zeminde fikrini geliştiren Derrida, Batı felsefecilerinin, düşüncelerin dile ne kadar bağımlı olduğunu anlayamadıklarını öne sürer. Derrida, konuşma ve yazı dili arasında da bir ayrıma karşı çıkar. Konuşma doğrudan doğruya düşüncenin bedenleşmesiyle, yazı konuşmanın ikincil göstergesidir. Ve Derrida'ya göre tüm düşünceleri ifade edebilecek ideal bir dil yoktur.

Yeni bir dili yapay olarak oluşturma çabası bir bakıma bir paradokstur. Düşüncelerimizi ve bilgilerimizi birbirimize aktarmayı sağlayan dil, milyonlarca yılın ve milyonlarca insanın geliştirdiği bir birikimdir. Bu birikimin üzerinden atlayarak, düşünceleri ve kavramları daha iyi anlatan bir dil geliştirme çabası daha çok insanın kendi gölgesi üzerinden zıplamasına benzer bir durumdur. İnsan kendi gölgesi üzerinden zıplayabilir mi? Zıplayamaz ise de eğilip bükülerek ya da yön değiştirerek gölgesinin şeklini ve büyüklüğünü değiştirebilir. Dolayısı ile yapay yeni bir dil yaratma çabası ilk bakışta anlamsız görünmektedir.

2. Sistemin Bilgisi (Enformasyonu)

Ölçmenin anlamı *enformasyon/bilgidir*. Yalnızca sinir biliminde değil, bilimin diğer birçok dalında da "bilgi" kullanılır. Bilgi teknolojisi, biyolojik bilgi işleme, kuantum bilgi... Her kavram aynı anlamdadır. Bilgi bir anlamda da entropinin diğer bir ifadesidir. Bilginin "bizim için anlamı" vardır. Bu akıllı bir oluş tarafından verilen kavram içinde anlamının ortaya çıktığını gösterir. Üst üste binme durumları, fizik için anlam ve önem taşıyan bilgiler içerir. Bilgi, anlam ve önem yönüyle kendini ölçen ölçme aygıtına bağımlıyken, sistemin bütünü oluşturulan gözlemci, gözlenene de bağlıdır. Bir bilginin anlamı, bir dilin söz dizimi ya da dil bilgisi ile ortaya konulamaz. Bilgi üst üste binme konumunda olduğu gibi, bütünseldir ve anında değişebilir. Tıpkı, aynı anda iki biçimli olabilen resimler gibi. Heisenberg'in belirsizliği de bir çeşit bilgi içerir. Bu ilke, aynı anda hem hızı hem de konumun bilgisine ulaşmamızı engeller. Birinin bilgisini elde ettiğimiz ölçüde diğerinden fedakârlık yaptırır bize.¹¹

Klasik fizik ve kuantum mekaniği arasındaki en önemli farklılıklardan birisi "*bilgi/enformasyon kaybı*"dır. Bir klasik sistem, bir kuantum sisteminde olandan çok daha fazla bilgi içerir. Çünkü klasik değişkenler herhangi bir değer alabilirler. Ancak, kuantum sistemi "ayrık" değerler alır. Klasik bir sistemi, kuantum sistemine dönüştürmek için bilgi kaybı olmalıdır. Bu nedenle doğa çok seviyede klasik davranmayı tercih eder. Entropisini artırmaya eğilimlidir.

¹⁰ Stamenov MI. The rheomode of language of David Bohm as a way to re-construct the access to physical reality. Chapter 9, In Brain and Being. Ed. Globus G. 2004;147-164.

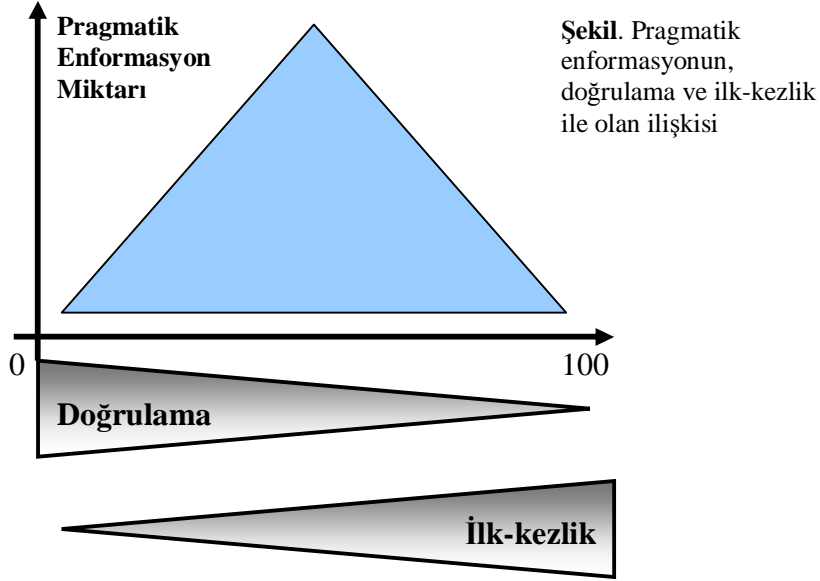
¹¹ von Lucadou W. Ruh ve Kaos. Çev:V.Atayman. Say Yayınları, İstanbul 2000;159-1164.



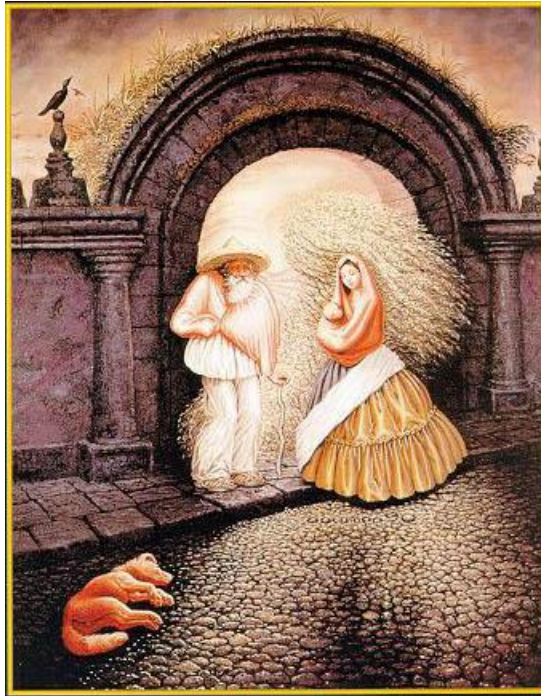
Resim. Rosetta taşının üzerinde üç farklı dilde (Eski Mısır, Grek ve Mısır demotik) yazılmış aynı ifadeler bulunur. Bilgi değeri, sadece resimden bakıldığında anlaşılabilir, “taş”, “kırk” ve “şekil-resim yazısı”dır. Yunanca ya da hiyegrolif yazısını okumayı biliyor olsaydık, bilgi değeri bizim için karşılaştırmayacak kadar fazla olurdu. Tıpkı Yunanca bilen birinin, bu dilden yararlanarak hiyegrolif yazısını okumayı başarması gibi.

Bilginin anlamı ile “bilgi miktarı” birbirinden farklıdır. Tıpkı bir dil gibi. Claude Shannon’un (1916-2001) geliştirdiği bilgi bakış açısı anlamı değerlendirme açısından elverişsizdir. Sadece bilgi miktarını “bit” cinsinden niceler. Bu durumda büyüklüğü 950 Kbayt olan bir veri ne anlama gelir? O zaman bilginin anlamı nasıl belli olur? Anlam, yol açtığı *tepki ve sonuçlarda* ifadesini bulur. Böyle bilgiye Pragmatik Enformasyon (Yararlı Bilgi, PE) denir. Bize ulaşan bir bilginin (telefon konuşması, gazete haberi) anlamı bizim üzerimizde yaptığı tepkisel değişikliklerle kendini belli eder. Miktar olarak (bit) aynı büyüklükte bilgi olmasına rağmen, anlamı ve ona karşı verilen tepki çok farklı olabilir. İnternet’ten indirilen 950 Kbayt’lık bir resmin anlamının ne olduğu ve sizde nasıl bir tepki oluşturacağı içeriğinin ne olduğuna bağlıdır: bir müzik mp3’ü, mpeg’i olabileceği gibi bir jpeg resmi de olabilir. Her durumda aynı miktarda bilgi olmasına karşın, içeriği ve anlamı farklıdır. Her ikisine duygusal açıdan vereceğimiz tepki çok farklı olacaktır.

Ernst Weizacker, PE’nin iki özelliğini ortaya koymak için “ilk-kezlilik” ve “doğrulama” şeklinde bir ilişki ortaya attı. Ona göre, PE ilk-kezlilik taşımalı ve doğrulanmış olmalıdır. PE bu iki büyüklüğün bir ürünüdür. Bilmediğimiz dille yazılmış bir gazete, bizim için ilk-kezlilik taşır ve bizim için hiçbir anlam ifade etmez (PE içermez). Bir gün önce okuduğumuz kendi dilimizde bir gazete için ilk-kezlilik söz konusu değildir, sadece gazeteye bakarak hızla geçeriz ve bir önceki gün okuduğumuz sayfaların bilgisini hızla doğrularız. PE, ilk-kezlilik ve doğrulamanın orta düzeyde (%50+%50) olduğu koşullarda en üst düzeydedir. İlk-kezlilik ve doğrulama birbiriyle ters ilişkilidir. İlk-kezlilik artınca doğrulama oranı azalır, doğrulama oranı artınca ilk-kezlilik azalır.



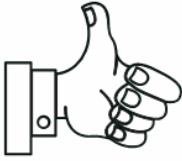
Canlıların davranış özelliklerini belirlemede kullanılan “özerklik” ve “güvenirlilik” kavramları PE ile ilişkilidir. Özerk davranmak, özgür irade durumunu kazanmak demektir. Özerk olmak, sistem hakkında bilgi düzeyimizi azaltır, bilgisizliğimizi artırır, önceden ne yapacağı ya da nasıl davranılacağını tahmin etmemizi engelleyerek belirsizlik ölçüsünü artırır. Güvenirlilik ise sistemin nasıl davranacağını tespit edebilme derecesidir, tahmin edilenin dışına çıkma olmaz. Bu nedenle belirsizlik düzeyini azaltır. Dolayısıyla, özerklik ve güvenirlilik arasında bütünleyici bir ilişki vardır. Bir sistemin özerkliği artınca güvenirliliği azalır, güvenirliliği azalınca özerkliği artar. Her ikisi sistemin davranışları ile ilgili kavramlardır. Özerklik ve güvenirlilik gözlenen sistemin (içten) tanımlanmasında kullanılan değerlerdir. İlk-kezik ve doğrulanabilirlik ise sistemi dıştan tanımlar. İçten ve dıştan yapılan bu tanımlama birbirini tamamlar. Dolayısıyla PE açısından bakıldığında; $PE = \text{Güvenirlilik} \times \text{Özerklik}$ ve $PE = \text{Doğrulanabilirlik} \times \text{İlk-kezik}$ denklemi yazılabilir veya her ikisi bir araya getirilebilir.



Şekil. Algılamamız bize kesikli yanılsamalar yaparak, resmi bazen yaşlı ve sakallı bir adam, bezen sokakta yan yana duran bir kadın-erkek ve köpek olarak algılamamıza neden olur. Resmin genel yapısı değişmediği halde, her durumda aldığımız bilgi değeri değişir.

KM’de yapılan gözleme PE’de dahil edilmelidir. Sonuçta yapılan gözlemler elde edilen bir bilgi vardır. Gözlem öncesi, dalga fonksiyonu özgür ve bağımsız bir durumdadır. Gözlenmemiş olan nesne gibi belli bir yere konumlanmak yerine, aynı anda mümkün olan birçok yerde bulunur. Aynı anda her yerde ve hiçbir yerededir. Bu durum, özerklik ve güvenilirliğin belirli oranlarda karışımını temsil eder. Ama sistem gözlenmek için deney düzeneğine sokulduğunda, bağımsızlığı sınırlanır ve nasıl davranışlar sergileyeceği konusunda güvenilirliği artar. Ancak, aynı oranda özerkliği de azalır ve sistemde zorunlu bir değişiklik ortaya çıkar. Gözlendiği/bakıldığı zaman, birçok olasılıktan birine nesnelleşir. Küçük bir nesne olarak “donar”. Bu geçişler esnasında, özerklik-güvenirlilik parametrelerinde değişiklik olur. Sistemin PE değerinin hem miktarı (nicel) hem de anlamı değişir. Dolayısıyla PE’yi gözleyen ve gözlenen sisteme dahil etmek gerekir.

Bu durum, bir karganın değerlendirilmesi benzetmesiyle açıklanabilir. Bir kargayı kendi doğal ortamında davranışları yönüyle değerlendirmek isterseniz özerkliği artar. Eğer onu bir kafese koyarsanız özerkliği azalır. Davranması gerektiği gibi davranmaz. Güvenirliliği de azalır. Öte yandan, karganın anatomisini incelemek için onu bir deney tahtasına bağlar ve organlarını çıkararak incellerseniz, elde ettiğiniz gözlemin güvenilirliği en üst düzeyde olur, ama özerkliğinden bir şey kalmaz. Hiçbir davranış sergilemez.¹² O zaman, gözlemci ve deneyci olarak da bizler, beklentilerimize göre oluşturduğumuz deney düzenekleriyle sonuçları ve dolayısı ile PE değiştiririz.



Bilginin Ölçülmesi: Bit

Programlar bilgisayarın çalışması ve belli konutları yerine getirmesi için insanlar tarafından yapılan mantık algoritmalarıdır. Programlardaki komut dizileri, ikili sayı sistemine göre kodlanırlar: 11 00 01 10 11 01 00 11 gibi. Bu ikili sistem mantık devrelerinde “0” yanlış, “1” doğru ya da bir elektrik devresinde 0 elektrik akımı yok, 1 akım var manasına gelebilir. Sinir sisteminde ise “0” aksiyon potansiyeli yok, “1” var anlamına gelebilir. 0 ve 1 ile bilgi sembolize edilir.

Bilgisayarlarda verilerin ölçülmesinde farklı terimler kullanılır. *Bit*, en küçük veri elemanıdır. Esas olarak ikili sayı sistemindeki rakamlardır. Yalnızca 0 ve 1 değerini alırlar. *Byte* ise sayısal kodlamada kullanılan ve anlamlı bilgi içerebilen en küçük parçadır. Her bir byte 8 bitten oluşur. Örneğin, S harfi 0011 0011 ile temsil edilir. 1 kilobyte 1024 byte, 1 Mega byte 1024×1024 byte ve 1 Giga byte 1024×1024×1024 byta karşılık gelir.

Rakam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bit	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Bilginin ölçülmesini daha iyi anlamak için örnekle çalışalım. a kadar işareti olan bir alfabe düşünelim (ikili sistemdeki 0,1 veya 29 harfli Türk alfabesi gibi) ve içinde L kadar işaret bulunan bir M mesajını ele alalım. Burada mesaj (M), $N=a^L$ formülü ile ifade edilen bir N mesajlar topluluğunun parçasını teşkil eder. İkili sistemde meydana getirilen mesajların uzunluğunu belirlemek için L yerine I kullanılır. Dolayısıyla $N=2^I = a^L$ yazılabilir. Buradan, $I=L \cdot \log_a / \log_2$ sonucu çıkar. I, mesajın bilgi değerini bildirmekte yani ölçüsü olmaktadır. Bu nedenle, bir bilginin miktarını ikili sistemle karşılaştırarak ölçebiliriz. Örnek verecek olursak; sinir hücresi sadece bir uyarı aldığı anda aksiyon potansiyeli oluşturabilmekte (1) ya da eşiği geçemediğinde oluşturamamaktadır (0). Burada $a=2$, yani değişkenler 0 ve 1’dir. $I=L \cdot \log_a / \log_2$ ve buradan da $I=L \cdot \log 2 / \log 2$ hesaplanır. Sonuçta, I= bilginin miktarı 1 bit olarak bulunur.

Bu ikili işareti (0 ve 1), ikili tekrarlarsak $2^2 = 4$ rakam, iki işareti 3

¹² von Lucadou W. Ruh ve Kaos. Çev: V. Atayman. Say Yayınları, İstanbul 2000;170.

kere yan yana tekrarlasak $2^3=8$ rakam elde edebiliriz. L kadar tekrarlasak 2^L kadar rakamı ifade edebiliriz. Bu ne demektir? Beynimizde kabaca 10 milyar sinir hücresi olduğunu kabul edersek ve her birinin ikili sistemle (0, 1) bilgi kaydettiği düşünülecek olursa, beynimiz için bilgi kapasitesi $2^{10.000.000.000}$ gibi dev bir rakam olurdu.¹³

Bilgi büyüklükleri ve yaklaşık karşılıkları

1 bit	Tek bir karakter (0 veya 1)
10 bit	Bir iki kelime
100 bit	Bir cümle
10 kb	Bir sayfa
100 kb	Orta büyüklükte bir fotoğraf
1 MegaBayt	Kısa bir roman
1 GigaBayt	Küçük kamyonet dolusu kitap
1 TeraBayt	50 bin ağaçdan yapılan kâğıdın bilgisi
10 TeraBayt	Birleşik Devletler Kongre Kütüphanesi

Uyarana Özgü Bilgi

Uyarana özgü bilgi (*stimulus specific information, SSI*); özel uyaranın varlığında oluşturulan yanıtın ortalama özgül bilgisidir. Özgül bilgi, özel bir uyarana birlikte olan bilginin miktarının niyetlenen ölçüsüdür. Uyarana özgü bilgi, yanıtın gözlemi ile uyarandaki belirsizliği azaltır. Özgül bilgi, hem özel uyarana hem de yanıtı uygulanabilir. Çünkü bilgi ölçümünde, uyarı ve yanıt arasında bakışım (simetri) vardır. Eğer uyarı ve yanıtın arasında bir bakışimsızlık (asimetri) varsa, nedenselliği (yani uyarılar yanıtı neden olur) düşündürür. Uyarana özgü bilgi (SSI), özgül bilgi üzerine kuruludur. Uyarılar (U) ve yanıtlardan (Y) oluşan, ikili bir sistem bir arada ele alınır. Bilgi ile entropi arasında ilişki vardır ve entropi, olasılık dağılımındaki belirsizliğin bir ölçümüdür. Entropi aynı zamanda sistemin enerjisinin düzensizliğinin bir ölçüsüdür. Düzensizlik derecesi ne kadar yüksekse, entropi o kadar yüksektir. Sistem en yüksek entropi durumuna ulaştığı yerde, düzensizlik de en üst düzeye ulaşmış demektir. Bu durumda tam bir denge oluşur. Dışarıdan etki olmadığı sürece de o şekilde sonsuza dek kalabilir. Bu nedenle, özgül bilgi uyarana dağılımı entropisinin bir göstergesidir ve uyarının başlangıç belirsizliğinin miktarını yansıtır. Yanıtın gözlenmesi ile azalır. Özgül bilgi bir anlamda ölçümle öğrenilen bilginin doğrudan ölçümüdür. Karşılıklı bilgi ise tüm olası yanıtların ortalamaları ölçümüyle öğrenilen miktardır. Yüksek özgül bilgili yanıtlar, uyarıların belirsizliğini azaltırlar.¹⁴

Uyarana Özgü Bilgi Örneği

Örnek olarak $p(u,y)$ gibi basit bir olasılık dağılımını ele alalım. Burada yalnızca, iki uyarana (u) ve iki yanıt (y) olsun. Her uyarı-yanıt ikilisinin olasılığı şu şekilde yazılabilir:

U1	¼	0
U2	¼	½
	Y1	Y2

Bir ölçüm olmaksızın; birinci uyarının olasılığı $U1=3/4$, ikincinin ise $U2=1/4$ 'tür. Yani, önceki dağılım $P(u)=(3/4+1/4)$, entropisi ise

$$H[u] = 2 - \frac{3}{4} \log_2 3 = 0,81 \text{ bittir.}$$

Bu sistemde her yanıt eşit olasılıklıdır. Fakat, uyarılar hakkında bilginin farklı miktarlarını taşır. İlk yanıtın (Y1) gözlenmesi ikili bir durum gösterir.

¹³ Songar A. Siberetik. Yeni Asya yayınları 1983;21:48-51

¹⁴Butts DA. How much information is associated with a particular stimulus? Network: Computation in Neural Systems 2003;14:177-187.

Birinci yanıt (Y1) için;

$$P(u|y_1) = \left\{ \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right\} : H[u|y_1] = 1 \text{ bit.}$$

İkinci yanıt (Y2) için ise,

$$P(u|y_2) = \{1, 0\} : H[u|y_2] = 0 \text{ bit değeri elde edilir.}$$

Her yanıtın bilgi içeriği, onun özgül bilgisini yansıtır:

Özgül Bilgi (Yanıt-1)= -0,19 bit (bilgi yok)

Özgül Bilgi (Yanıt-2)= 0,81 bit.

Toplam karşılıklı bilgi, yanıt grubunun ağırlıklı ortalaması ile hesaplanabilir.

Bilgi [Yanıt, Uyarı]= 0,31 bit.

Özgül Bilgi (Uyarı-1)= 0,08 bit

Özgül Bilgi (Uyarı-2)= 1 bit olur.

Burada, yanıtların uyarılar hakkında bilgi kodladığı (tersi doğru değildir) hatırlanmalıdır. Çok bilgi içeren uyarılar, çok bilgili yanıtlara neden olur. Uyarana özgül bilgi ise (SSI), yalnızca uyarı ile birlikte olan bilginin ölçümüdür. Ve Uyarana özgül bilgi, yukarıdaki sistem için;

Özgül Bilgi (Uyarı-1)= 0,48 bit

Özgül Bilgi (Uyarı-2)= -0,19 bit şeklindedir.

3. Deney Düzenine Sorunu

Werner Heisenberg'e göre, gözlemcinin ölçüme etki etmesi çok garip bir sonuçtur. Bu bakış, gözlemin kendisinin, olayda kesinleyici bir rol oynadığını, hatta gerçeğin kendisinin, bizim onu gözlemleyip gözlemlemediğimize bağlı olarak farklılaştığını, farklı tutumlar sunduğunu göstermektedir. Kuantum mekaniğine öznel görünüm kazandıran ve tartışmalara yol açan, kuantum kuramının doğrudan kendisidir.¹⁵ Heisenberg'in sözlerine bakacak olursak:¹⁶

“Bir deneyin teorik yorumu iki adımla başlar. İlk adımda, deneyin düzenini, duruma göre daha birinci gözleme bağlı olarak klasik fizik kavramları cinsinden tanımlamalıyız ve bu tanımlı olasılık fonksiyonu diline çevirmeliyiz... İkinci adımda ise fonksiyonun zaman boyunca sürekli değişimi başlangıç koşullarından hareketle hesaplanabilmektedir. Böylece olasılık fonksiyonu öznel öğeleri ve objektif, yani öznenin dışında, karşısındaki öğeleri birleştirmektedir... Bu ifadeler tamamıyla objektif olup her hangi bir gözlemciye, yani gözlem yapan özneye bağımlı değildir. Üstelik olasılık fonksiyonu, bizim sistem hakkındaki bilgimizle ilgili olan ve elbette öznel nitelik taşıyan ve gözlemciden gözlemciye değişebilen ifadeleri içermektedir” der.

Ardından da insanın keyfi olarak bir ayırım yaptığını söyler:

“Gerçekten de kuantum teorisinin aslında hiçbir öznel yönü yoktur. Fizikçinin ne akıl ne de bilincini atom olayının bir parçası olarak işe karıştırmamaktadır. Şu var ki, kuantum teorisi evreni gözlenen nesne ve evrenin geri kalan kısmı olarak ikiye ayırmakla ve de bu geri kalan bölümü klasik kavramlar cinsinden açıklamakla işe başlamaktadır.”¹⁷

Peter Janich, doğa bilimleri alanında yapılan deneyleri, gözlemcinin eylemleri açısından değerlendirir. Janich'e göre her bir deneyin akış şeması şu şekildedir; $S_0 \rightarrow a \rightarrow S_1 \rightarrow P \rightarrow S_2 \rightarrow E$. Bunların tümünü “bulunması zorunlu bilgi” olarak adlandırır. Burada; her eylem ve deney, başlangıç koşulu olan S_0 ile başlar. Deneyci eylemi olan a sayesinde, S_1 olan deney düzeneği, sistemin kendi dinamiği sayesinde S_2 durumunda son

¹⁵ Stengers I, Prigogine I. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free Press, 1997;12.

¹⁶ Heisenberg W. Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y. Öner. İstanbul 1993. s:33-34

¹⁷ Heisenberg W. Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y. Öner. İstanbul 1993. s:37

bulur. S_2 deneysel verileri E sonucunu içerir. Üretilen E (enformasyon/bilgi), ilke olarak S_2 sisteminin bir parçasıdır. S_1 'deki en küçük bir değişiklik sistemin geri kalan kısmı üzerinde etkide bulunur. Deneycinin beklentileri, deneye bu akış şeması içinde etkide bulunabilir. Buradaki a, belirli bir pragmatik (faydacı) bilgiyi temsil eder.

Klasik fizik ve kuantum mekaniğinde makroskobik çevre, iki temel kısımdan oluşan bir sistemdir. Birincisi, ölçme aygıtının dışında kalan ve taneciğin durumunu ölçme aygıtından bağımsız olarak belirleyen makroskobik koşullardır. İkincisi ise ölçme aygıtıdır. Makroskobik koşullar, ölçme esnasında enerji-momentum alış verişini etkilemezler. Oysa, ölçme aygıtı için aynı şey söz konusu değildir. Mikroevrensel taneciğin, makroevrene taşınan özellikleri (konum, hız, momentum gibi) ile etkileşime girer ve ölçümleri kaydeder.

Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, zorunlu olarak, uzay-zaman (x, t) ile momentum-enerjinin (p, E) bir arada ölçülebilmesini mümkün kılar. Bu nedenle, kuantum ölçme aygıtlarını iki sınıfa ayırmak gerekir: 1. uzay-zaman ölçme aygıtları ve 2. enerji-momentum ölçme aygıtları. Örnek vermek gerekirse, Aq ile gösterilen bir uzay-zaman ölçme aygıtı, $\mathfrak{R}(q)$ şeklinde uzayın bir noktasındaki konuma karşılık gelir. Ap ile ölçülen momentum-enerji ölçme aygıtı ise $\mathfrak{R}(p)$ momentumunu ölçer. Kuantum mekaniksel bir ölçüm aletinin $\mathfrak{R}(p, q)$ şeklinde bir ölçüm yapması, Heisenberg'in belirsizlik prensibi nedeni ile imkânsızdır. Ölçme aygıtlarının ikiye ayrılması, makroskobik çevrenin de ikiye ayrılmasına neden olur:¹⁸

Makroskobik Çevre (Konum-Zaman) = Makroskobik koşullar+Aq(x,t)

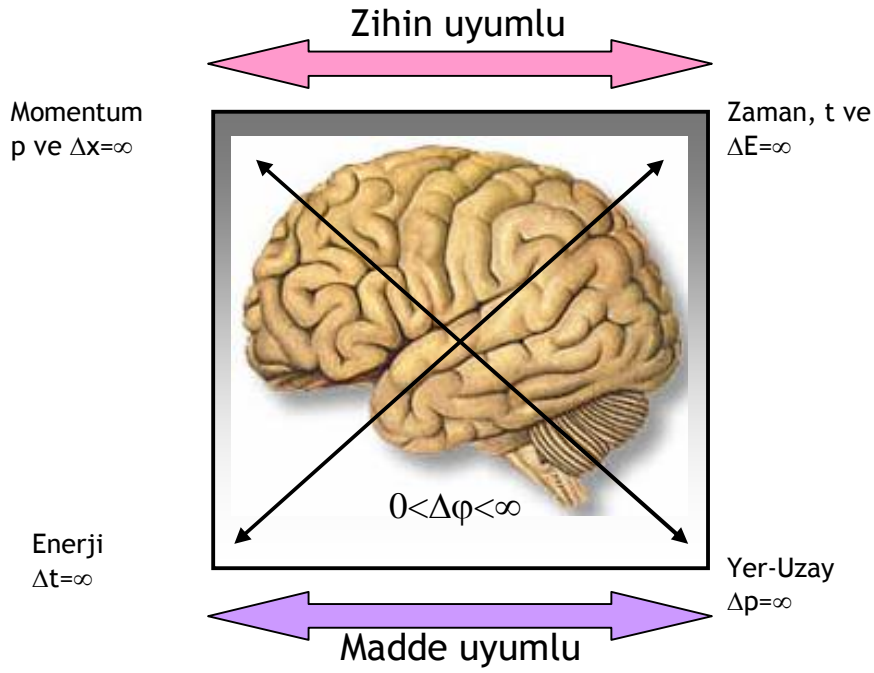
Makroskobik Çevre (Enerji-Momentum) = Makroskobik koşullar+Ap(p,E)

Kuantum mekaniği “gerçek”ten ziyade “bilinemez” olaylardan bahseder. Heisenberg, bilinebilir kuantum bilgi alanı olarak tarifler. Konum ve momentumun niceliksel büyüklükleri “spektral bir genişliğin uzanımını” temsil ederler. Kesin anlamda “gerçek” veya “tam doğru” olarak düşünülemezler. Bir parçacık için büyüklüklerin bir arada ölçüldüğünde (uzay ve momentum $[x, p]$, enerji ve zaman $[E, t]$ gibi), birinin büyüklüğünün tam olarak ölçülmesi diğer büyüklüklerin sonsuz yayılımına (belirsizlik artışına) yol açar. Diğer bir ifade ile bir parçacığın tam olarak ortaya konulmuş “gerçek” bir momentumu durumunda ($\Delta p=0$, burada momentum değişim miktarı sıfırdır, yani değeri tam olarak bellidir), belirsizlik ilkesine göre uzaysal boyutta konum olarak (x) sonsuz bir yer edinir ($\Delta x \rightarrow \infty$), yani parçacık aynı anda “her yerdedir”. Diğer yandan, sistemin enerjisi tam ölçülebilmemiş ise ($\Delta E=0$), sonsuz zamansal bir yayılım gösterir ($\Delta t \rightarrow \infty$). Daha önce de belirtildiği gibi, momentum değişimi Δp ile konum değişiminin Δx çarpımı \geq Planck sabitidir. Burada belirsizliğin alt sınırı Planck sabitidir. Fiziksel gerçeklik, bilinebilir durumların ötesinde “belirsizlik sınırları” ve “uzanımlar”dan gelir ki bunu bilinçli olarak algılamamız imkânsızdır. Yine, fiziksel durumlar üst üste durumda bulunabilir ve bu da algılamamız dışındadır.¹⁹

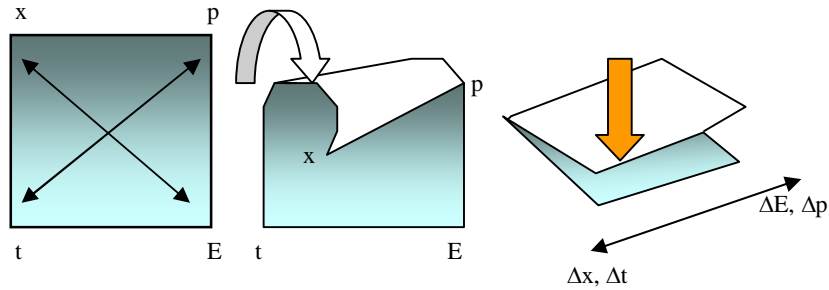
Bunlarla ilişkili olarak “zihinsel benzeri” özellikleri ($\Delta t \rightarrow \infty$ ve $\Delta p=0$) veya “madde benzeri” özellikleri ($\Delta x \rightarrow \infty$ ve $\Delta E=0$) ayrı olarak deneyimleriz. İkisi bir arada asla olamaz. Gerçek yaşamda da bizler, hem madde hem de zihinselliğimizi ayrı olarak değil, aynı yapı içinde bütün olarak deneyimleriz. Bütün deneyimlerimiz uzay-zaman içinde devam eder. Ve dağılımları eşanlı olarak sıfır olmaz. Uzayın konumsal olarak tespiti arttıkça, belirsizlik uyarınca zaman “gizlenir”.

¹⁸ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay. 1983;128

¹⁹ Bernroider G. Quantum-neurodynamics and the relation to conscious experience. NeuroQuantology 2003; 2: 163-168



Şekil. Beyin fiziksel olarak, iki farklı durum içindedir: maddesel beyin ve zihin. Yaşadığımız her deneyim bir uzay-zaman içinde edinilir. Fiziksel dağılımlar ve onların uzanımları şekilde görülmektedir. Zihnin karşısında beyin yer alır. Geçiş alanı, sonsuz uzanım içinde $\Delta\phi$ (bilinebilir) fiziksel beyni oluşturur. Bu sıfır ile sonsuz arasındadır: $0 < \Delta\phi < \infty$. Zihin ve maddenin her iki yanında birbiri ile uyumlu büyüklükler görülür. Uyumsuz büyüklükler (momentuma karşın konum, enerjiye karşı zaman) ise köşegenlerdedir. Bu uyumsuz büyüklükler (çapraz, köşegen oklar), zihin ve maddenin içsel özelliklerinin karışımını meydana getirirler.



Şekil. Bu şekil bir adım daha ileri götürülebilir. Beyin uzay-zaman-enerji-momentum dörtlüsüne göre katlanabilir. Katlanma ile “bilinebilir” ve “gerçek” birbirine eşit hale getirilebilir. Uyumsuz büyüklükler tek boyutta birbirine yaklaşırlar. Beyin durumu, bu iki “uygun durum” arasında “geçişler” yapar. Bilinç ise yalnızca bir yön ile birliktelik gösterir: $E\hat{a}p$ 'den $x\hat{a}t$ 'ye doğru.

4. Gözlemci mi Katılımcı mıyız?

Apaçık söylenebilecek tek şey, “gözlemci” ile “gözlemlenen süreç”i kapsayan ve sistemin karmaşıklığına işaret eden bir ilişkiler yumağıyla, diğer bir deyişle bir bağıntıyla karşı karşıyayız. Bütün alternatif yorumlardan anlaşılana, bilinçli olsun ya da olmasın bir gözlemciyi göz ardı etmenin mümkün olmadığıdır. Gözlemciyi de işin içine katan bir kuantum mekaniği bu işin altından sadece kuantum kuramcılarıyla kalkamayacaktır. Uygun bir çözüm için, bilimin çeşitli alanlarının ortaklaşa bir girişimine gerek olacaktır.

John Wheeler olayı “gözlemci” yerine “katılımcı” tabirini kullanmayı uygun görerek²⁰, bilincin etkisini aşırı ve farklı bir uca doğru götürür: “Neler olduğunu

²⁰ Capra F. Fiziğin Taosu. Arıtan Yayınevi. Çev. KH Ökten. 1991;200.

anlatabilmek için eski “gözlemci” kelimesinin üzeri çizilip yerine yeni kelimenin, yani “katılımcı”nın konması lazım. Tuhaf ama bir bakıma evren katılımcı bir evren” demektedir. Jack Sfratti ise fikri daha da ileri götürerek, katılımcı kavramının, başka olguları açıklamada kullanılabileceğini belirtir. Brownian harekette, yani sıvı ya da gazdaki parçacıkların deli gibi bir o yana bir bu yana gitmelerine de bilincin-zihnin etkisi olduğunu öne sürer.



Polenlerde Brownian Hareket

Sıvı ya da gaz içinde asıltı halinde bulunan, boyutları birkaç mikrometreden küçük parçacıkların yaptığı düzensiz devinime Brownian hareket denir. 1827’de botanikçi olan Robert Brown’un, su içinde katı asıltı halinde bulunan çiçektozu parçacıklarında, mikroskopta gözlemlemesi ile bu kavram ortaya çıkar. 19. yy başlarında P. Langevin, M. Smoluchowski ve Einstein, birbirinden bağımsız olarak Brown devinimine nicel bir açıklama getirdiler. Einstein, hareket gözlemleriyle “Avagadro sayısı”nın hesaplanabileceğini, yani sıvının bir tek molekülünün bile tartılabileceğini gösterdi. J. Perrin bu olaya ilişkin deneyleri yaptı ve Langevin kuramı daha da geliştirdi. Bu çalışmaların tümü İstatistiksel mekaniğin doğuşuna öncülük etti. Gaz moleküllerine benzer hareket yapan sıvı molekülleri, katı asıltı halindeki parçacıkların çarpışma sayısının (saniyede 10^{20}) çok yükselmesine yol açar. Bu çarpışmaların etkisiyle, asıltı halinde bulunan m kütleli parçacıklar bütün doğrultularda hareket yaparlar: bunların hız vektörlerinin ortalama değeri sıfırdır, ama $\sqrt{v^2}$ hızının ortalama değeri sıfır değildir ve enerjinin eş dağılımı teoremini gösteren şu denklemle gösterilir:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$$

Burada k Boltzmann sabiti, T mutlak sıcaklıktır. Parçacıkların kütlesi büyük olduğunda ortalama kare hız düşüktür ve tamamen hareketsiz gibi görünürler. Buna karşın 1 mikrometre kadar büyük boyutlu parçacıklar rastlantısal hareket yaparlar.²¹

Henry Stapp, “Gözlemlenen sistem, tanımlanabilmek için yalıtılmalıdır. Fakat aynı anda da gözlemlenebilmek için belirli bir etkileşime uğramalıdır” diyerek deney aygıtı ve gözlemcinin ayrılmazlığından bahseder. Gözlemi gerçekleştiren aygıt ister fiziksel bir düzenek isterse insana ait duyumsal bir düzenek olsun, klasik dinamiğin ya da kuantum dinamiğinin kapsamlı yasalarını izlemek zorundadır. Wolfgang Pauli de (1900-1958) benzer bir ifade kullanır “Bir şey gerçekten, ancak gözlem yapıldığı zaman ve gözlemlenme bağlantılı olarak oluşur... entropi artar. Gözlemlenmeler arasında hiçbir şey meydana gelmez.”

KM’nin birçok zorluğu *endofizik* (iç fizik) ve *egzofizik* (dış fizik) şeklinde yapılan ayırımdan kaynaklanır. İç ve dış fizikte, gözlemleyicinin, gözlemlenen dünyanın bir parçası olduğunu, ama insan onu gözlemlesin ya da gözlemlemesin, dünyanın var olduğunu hepimiz kabul ederiz. Dışsal bakış açısı, gözlemleyici ile gözlemlenen birbirinden ayrı tutar. İçsel bakış açısı gözlemleyiciyi de sisteme dahil eder. İç fiziksel kavramda, gözlemleyen ile gözlemlenen sıkı sıkıya ilişkidir. Normalde doğanın bir parçası olduğumuz halde, doğayı tanımlarken onu bizim nesnemiz kabul ederiz. Bu bakımdan, doğa nispeten hareketsiz dururken, gözleme (soru sorma ile) ile onu rahatsız ederiz:

“Gözlemleyicisi olmayan, tamamen kapalı bir sistem, iç sistemdir. Bu iç sistemin bir gözlemleyen bir de gözlemlenen parçalara bölünmesi durumunda, dış fizik ile betimleme yapıyoruz demektir. Bu durumda gözlemleyicinin ve onun sahip olduğu iletişim araçlarının dünyası, dış sistem olarak tanımlanır... Kuantum - dış fiziği, kuantum kuramının varlıksal (ontolojik) yanına, kuantum iç fiziği ise kuantum kuramının bilgisel (epistemik) yanıyla ilişkilidir. İç fizik evrensel yasalara uyar ve nesnel var olanı, yani insandan ve onun gözlemlenden bağımsız olanı betimler; dış fizik ise algılamaya, gözleme, ölçme ve değerlendirmeye bağlı olarak kendini ele verir. Dış fizik... bir deneycinin,

²¹ Dictionary of Physics. Ed. W. Illingworth. Penguin Books. Second edition. 1991. S:46.

gözlemleyicinin ve ölçme değerlendirme sisteminin varlığını koşul olarak arar. Oysa, kuantum iç fiziğinde, bunun tersine, özne-nesne ayrımı diye bir şey bulunmamaktadır, dolayısıyla da iç fizik ölçme değerlendirme ile ilgili değil de var olmayla ilişkilidir... İç dünya, biz onu gözlemleyip değerlendirmeden önce, kendini nesneye ve ölçme aygıtına bir bütün olarak sunar.”

Eğer gözlemci bu kadar etkiliyse, gözlemciyi devreden çıkarsak ne olur? Kedi deneyini, birinci sırada gözlemci olmadan fotoğraf plakaları kaydıyla yapsak ne olur? Yani, bir bilinçli insanı hiç devreye sokmadan yapabilir miyiz? İki yarıklı bir levhamız olsun. Yarıklardan birinden ya da diğerinden geçen elektronun fotoğrafının otomatik bir sistemle çekildiğini düşünelim. Fotoğraf filminin bilinçli bir zihni yoktur ve dalga işlevini gözleyerek/algılayarak indirgeyemeyecektir. Bu nedenle film üzerinde iki farklı görüntünün bir süperpozisyonu oluşur. Bu filmi bilinçli bir kişi görmeden, kopyalarını oluşturup, iki farklı kişiye postalayalım. Mektubu alanlardan birisi, açıp filme ilk baktığında, süperpozisyon seçeneklerinden birisine indirgenmiş bir görüntü oluşmasına - çökmeye- neden olur. Diğer mektubu alan kişinin elindeki üst üste binmelerin tümü o anda kaybolur. Burada uzaklık önemli değildir. Biri Ay'da biri Dünya'da olsa bile sonuç değişmez (kuantum dolaşıklık nedeni ile).²² Ancak, mikroevrensel süreçlerin, yukarıda bahsedildiği gibi, her zaman bir gözlemcinin denetiminde makroevrene taşındıklarını söylemek doğru değildir. Doğada kendiliğinden başlayan ve etkileri gözlemciden bağımsız olarak makroevrene taşınan kendiliğinden radyoaktif bozunum olayları vardır. Bu durum tamamen gözlemciden bağımsızdır. Gözlemci olsun ya da olmasın bu süreç kendiliğinden işler. Tıpkı insan varlık olarak daha gezegenimizde yokken bile işleyen radyoaktif bozunma süreçleri gibi.

5. Kuantum Mekanikte Seçim

Doğanın, canlıları da içeren klasik fizik teorisi, Newton'un 1687'de *İlkeler* çalışmasından köken alır. Daha sonra James Maxwell ve Albert Einstein'ın çalışmaları ile bir adım daha ileri götürülmüştür. Newton, teorisini Johannes Kepler'in çalışmaları üzerinde kurmuştu. Kepler, gezegenlerin basit matematiksel kurallara göre hareket ettiğini ve diğer nesnelere ile olan ilişkilerine göre hareketlerinin belirlendiğini ortaya koydu. Bu hareketler, "insan gözlemlerinden" bağımsızdı. Klasik fiziğin bakışı böylece belirlemci=determinist olarak ortaya çıktı. Buna göre herhangi bir zamandaki durum, herhangi bir daha önceki durumun belirlenmesi ile ileriye yönelik tahmin edilebilir. Klasik Newton fiziğini kullanarak; gezegenlerin yörüngelerini, uydumuz olan Ay'ın ileriye yönelik görünümünü, yıldızların gün ve mevsimlere göre gökyüzündeki durumunu, dünyayı sıyrıp geçen asteroitlerin ne kadar uzaktan geçeceğini artık saati saatine hesap edebiliyoruz.

Temel olarak hepimiz için geçerli olan ve özgür seçimlerimizle değiştiremeyeceğimiz hayat çizgimiz vardır. Doğduğumuz yer, anne ve babamız, doğum zamanımız gibi. Bunlar birincil olarak bizlerin seçimlerinin sonucu değildirler, ama istemli ya da istem dışı olarak anne-babamızın kendi istençleri bunlar üzerinde etkilidir. Yine, belli ölçüde belirlemci olan evrensel kurallar da önceden kestirilebilir.²³ Bu Newton fiziğinin yansımasıdır. Newton fiziğinde, herhangi bir andaki durumu bilirsek, sonraki durumları olduğu gibi önceki durumları da hesaplayabiliriz. Kuantum fiziğinde ise, herhangi bir zamanda mikroevrensel bir nesnenin durumu $\psi(x,t)$ ile betimlenebilir. x ve t değişkenlerdir. U durumdaki dinamik sistemin halini bilmek, fiziksel niceliklerin aldığı sayısal değerleri bilmek anlamına gelir. Sonraki herhangi bir zamanda alacağı sayısal değerler sadece tahmini ve kestirilebilirdir.

Kuantum mekaniğini, özgür irade içine sokmak bazılarınca eleştirilmiştir. Onlara göre, zihnin, alternatifler arasında seçim yapması herhangi bir dışsal nesnel kanıt üzerine inşa edilmemiştir. Daha ziyade, bizim içsel öznel deneyimlerimizden kaynaklanan bir çıkarımdır.²⁴ Ancak kuantum mekaniğinin öncülerinden Bohr'a göre fizik eninde sonunda, bizim deneyimlerimizin fizik karşılığını bulacaktır. Ve geliştirilecek matematiksel denklemler, deneyimlerimizin belli türlerini önceden

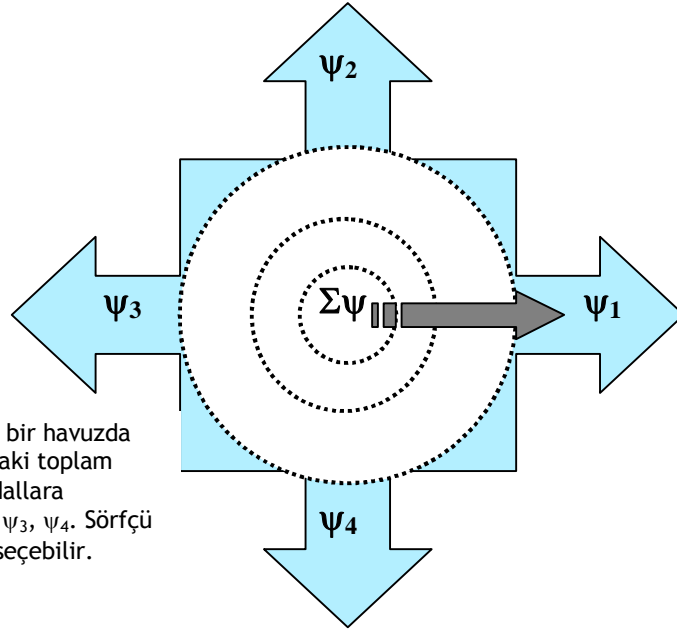
²²Gilmore R. Bir Kuantum Fiziği Alegorisi. Alice Kuantum Diyarında. Güncel Yay. 2000;80

²³Stengers I, Prigogine I. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free Press, 1997;17.

²⁴Stenger VJ. Mystical physics: Has science found the path to the ultimate? Free Inquiry 1996;16 (3).

hesaplamamıza yardım edecektir. Ancak, henüz “hesaplama kuralları”nın matematik denklemleri “madde benzeri” yapıların tanımı üzerindedir. Davranışlar ve içselliğimiz için ise zaman gerekmektedir. Beyinlerimizdeki öznel deneyimlerimiz ile materyal dünyanın nesnel deneyleri arasında geniş bir boşluk vardır.

David Bohm (1952), kuantum sistemine birbirini tamamlayan “parçacık benzeri” ve “dalga benzeri” yapı olarak bakar. Ancak bu bakış açısı, akılda karışıklığa neden olur: parçacıklar herhangi bir küçük bölgeden geçerken (girişim deneyinde olduğu gibi) dalgalar gibi yayılırlar. Buradaki ikinci durum basit bir zihin/madde ikiciliği (dualism) gibidir. Bohm’un bakış açısından “dalga fonksiyonunun dalları” düşüncesine ortaya çıkar. Örneğin; bir havuz hayal edin ve bu havuzun belli çıktıkları, boşaltma kanalları olsun. Ortaya bir dalga kaynağı yerleştirildiğinde, boşaltma kanallarından ışık gibi yayılacaktır. Ancak, bu yüzey yalnızca iki boyutludur. Kuantum mekaniğindeki dalga iki yerine çok boyutludur ve N parçacık için, 3-boyutlu uzayda aynı yayılım gerçekleşir. Bu durumda, her boşaltma kanalında bir ölçüm yapıldığında, havuzun ortasında oluşan dalganın “bir kısmı” tanımlanacaktır. Böylece tüm dallar, bir deneyimin ortaya çıkması için yalnızca bir olasılığı temsil edecektir.



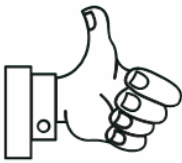
Şekil. İki boyutlu bir havuzda havuzun ortasındaki toplam deneyimin ($\Sigma\psi$) dallara ayrılması; $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$. Sörfçü bunlardan birini seçebilir.

Bohm, 3-boyutlu uzayda bir sörfçüyü hayal ederek bir uyarılma ya da işlevsel benzetme yapar. 3N-boyutlu dalga belirlenen yönde hareket eder. Sörfçü, havuzun dışına çıkış için bir seçim yapma durumunda ise, seçenekleri bellidir veya birine ya da diğerine girecektir. Seçim sonrası her dal olası bir deneyim ile sonuçlanacaktır. Bu bakış açısı ile Bohm’un belirlenimci modeli, bizim neyi seçeceğimiz ve deneyimlediğimiz konusunda, istatistiksel tahmin yürütmeyi sağlayacaktır. Ancak, sörfçünün seçmediği ya da gitmediği dallar, klasik dünyayı asla etkilemeyecektir. Bu seçimde bilinç nedensel bir rol oynamaz. Başlangıçta havuz ortasındaki dalga, tüm olası deneyimleri oluşturmaya karşın, sörfçü tarafından birisi seçilir ve seçme deneyimi ortaya çıkar. Bohm’un bakış açısı çok kullanışlı olmasına karşın, birçok sorunu da beraberinde getirir. Öncelikle, birçok boş dal oluşur. Sörfçü birini seçtiğinde diğer tüm alternatif deneyimler ilişkisiz hale gelir. Boş dallar ebediyete kadar devam eder ve herhangi birinin deneyimi üzerinde bir etkisi olmaz.

Werner Heisenberg’in (1958) teorisi, Bohm’ununki gibi çok ve boş dallı değildir. İki düşünceden oluşan gerçekleri içerir. Düşüncenin iki parçası “gerçek olaylar” ve “olayların ortaya çıkması için nesnel eğilimler”dir. Nesnel eğilimler, 3-boyutlu havuzda dalga ile temsil edilebilirler. Gerçek olaylar ise, bu dalgada ani veya hızlı değişikliklere karşılık gelir. Ani değişikliklerin her biri, onun dallarının her birinde “dalga çökmesi” oluşturur. Böylece, Bohm’un sörfçüsü, dallar arasından birini “seçer” ve bu seçim “gerçek olayı” ortaya çıkarır. Bohm’un sörfçüsü zamanda geriye doğru bir etkide bulunamamasına karşın, Heisenberg’in “gerçek olayları” biri hariç tümünü engeller. Tek sorun bu gerçek olayların nasıl ortaya çıktığını açıklamadaki yetersizliktir.

Eugene Wigner ve Von Neumann'ın her ikisine göre, seçme olayları bilinç devreye girdiğinde ortaya çıkar. Fiziksel beyin olayları, yani dalga fonksiyonunun çökmesi ve beyindeki deneyim birbiri ile paraleldir. Örneğin; psikolojik deneyim olarak "kolunu kaldırmaya niyetlenmeyi" gerçeğe dönüştürerek "kolu kaldırmaya eğilim"i ortaya çıkarır. Ya da başka bir ifade ile psikolojik olarak özgür irade ile "x'e niyetlenmek", fiziksel olan "x'e eğilim"e eşittir. Burada deneyim ölçme cihazı bilinçtir.

Hugh Everett'in bakış açısı ise diğerlerinden çok farklıdır. Dalga fonksiyonunun çökmesi söz konusu değildir. Evren, seçenekler oranında dallara ayrılır ve tüm dallar var olmaya devam eder. Dallar devam ettiğinden, her dalda "içeriği" ile ilgili bilinç durumu da devam eder. Her dal bir diğerinden bağımsız olarak 3-boyutlu uzayda var olur. Her dalın ayrıca kendi "fiziksel bellek" yapısı vardır ve diğer dallardaki beyin aktivitesi ile etkileşimi olmaz. Bundan dolayı her farklı dal kendi başına farklı bir "benlik" veya "ruh" olarak düşünülebilir. Birinin diğerine bir farkındalığı yoktur. Özgür iradenin karşı karşıya kaldığı her seçimde, bu kişiliklerin her biri tekrar tekrar dallanarak bölünmeye devam eder.



Kuantum Yaşamda Kalma

Basit bir organizmanın sinir sistemi bile öznel ağrı deneyimine yanıt verir. Örnek olarak, basit sinir sistemli bir balık düşünülebilir. Balığın bir elektrik kablosuna dokunduğunu ve bu durumda kuantum mekaniksel bir üst üste binme durumu yaşadığını öne sürebiliriz. Balık yanıt olarak iki duruma ayrılır²⁵:

K [kaçınma], ağrı olmadan
D [dokunma] ağrı olduğu halde

Her iki durumun olasılığı başlangıçta 0,5 ya da %50'dir. Olasılık genliklerinin öznel etkileri ile yalnızca bir kaçma durumu yaşamda kalmayı sağlayacaktır. Evrim açısından, eğer K hayatta kalmak için iyi bir strateji ise K [ağrı olmadan] ve D [ağrı durumunda] türü koruyacaktır. Diğer yandan ise K [ağrı] ve D [ağrı yok] türün sonlanmasına neden olacaktır. Buradaki öznel deneyimler kaçma ya da dokunma dışında haz/ağrı veya diğer öznel deneyimlerden herhangi biri olabilir. Eğer, A gibi öznel bir deneyim, kaçma davranışının olasılık genliğini artırırsa ve eğer B gibi öznel deneyim olasılık genliğini azaltırsa, hayatı tehdit edici durum oluşturabilir. A yaşamda kalmayı sağlayan bir kaçış ise B yaşamı tehdit edip, kaçma yetersizliğine neden olabilir:

$$\frac{|Kaçma\rangle + |Dokunma\rangle}{\sqrt{2}} N_0 \begin{matrix} K[Ağrı yok](0.5) \rightarrow K[Ağrı yok](1.0) \\ \text{Balık} \\ \text{Sinir} \\ \text{Sistemi} \\ D[Ağrı var](0.5) \end{matrix}$$

Yaşayan bir türün öznel yaşamı, onun deneyimlerinin bir yansımasıdır. Örneğin, çevre şartları ile zorlanan iki tercih (e1 ve e2) üst üste binme durumu (yani bir seçme durumu öncesi) varsa, her ikisi de eşit olasılıklıdır. Bu iki seçme durumu, bir canlının sinir sistemi ile etkileşime girer ise, indirgenme durumu olmadan önce, üst üste binme olarak ifade edilen bir bilinç durumu olur. Yani henüz seçime karar verilmemiştir ve ya biri ya da diğerini seçme eşit olasılıklıdır:

$$\left\{ \begin{matrix} e^{i\phi} e_1(0.5) \\ e_2(0.5) \\ \text{Çevre} \\ \text{Koşulları} \end{matrix} \right\} N_0 \begin{matrix} (e^{i\phi} eN)_1 [Bilincin-etkisi X_1]_{(0.5)} \rightarrow (eN)_1 [X_1] (\text{Sonuç: } 0.5) \\ (eN)_2 [Bilincin-etkisi X_2]_{(0.5)} \rightarrow (eN)_2 [X_2] (\text{Sonuç: } 0.5) \end{matrix}$$

Denklemdaki ϕ , faz açısıdır.

²⁵ Mould R. Quantum consciousness. Quant-ph/9908077v1, 24 Aug 1999.

6. KM Tamamlanmış ve Doğru Teori midir?

Kepler'den başlayan klasik fizik onun devamı olan klasik istatistiksel mekanik, Maxwell denklemleri ile son şekline ulaşan klasik elektromanyetik teorilerinin açıklayamadığı doğa olayları, kuantum mekaniği ile açıklanabilmiştir. Bununla da kalmamış, birçok yeni gelişmenin de habercisi ve kaynağı olmuştur. Sonradan yapılan deneyler ve gözlemlerle kuantum mekaniğinin “doğru” bir teori olduğu ispatlanmıştır. Doğru olmasına ilave olarak, “içsel tutarlılığı” olan bir teoridir. Yani bu teoriden, bir diğeri ile çelişen iki önerme üretmek mümkün değildir.

Kuantum teorisinin eksik olduğu ve içsel bir tutarsızlık taşıdığı Einstein-Podolsky-Rosen (EPR) tarafından öne sürülmüştü (1935). “*Doğanın Kuantum Mekaniksel Betimlemesi Tamamlanmış Kabul Edilebilir mi?*” adlı makalede, mikroevrensel nesnelere dalga fonksiyonunu belirten ψ -fonksiyonunun, tamamlanmış bir betimleme olmadığı sonucuna varmışlardı. Nesnel fiziksel gerçekliği betimleyen, yani dile getirilen herhangi bir fizik teorisinin “doğru” ya da “tamamlanmış” olup olmadığını anlamak için iki ifadeyi anlamak gerekir. *Teorinin doğru olması*, teoriden çıkartılan sonuçlar ile deney sonuçlarının uyuşmasına bağlıdır. EPR bu anlamda kuantum mekaniğinin doğru olduğunu kabul etmektedir. Bir *teorinin tamamlanmış* kabul edilmesi için, tanımlanan nesnel gerçekliğin her bir elemanının bu teoride dile getirilmesi, fiziksel gerçekliğin her bir elemanının karşılığının teoride olması gerekir. Nesnel fiziksel gerçekliğin elemanlarının da ne olduğunun açık olarak ortaya konulabilmesi gerekir. Bu yapıldığında, gerçekliği tanımlayan teorinin tamamlanmış olup olmadığına karar vermek mümkün olur. EPR, tamamlanmamışlık tanımı üzerinde durur ve tamamlanmamış olduğu yargısına varır. Çünkü “doğru” olan bir teorisinin aynı zamanda “tamamlanmış” olma zorunluluğu yoktur.²⁶

Tamamlanmamışlık şöyle bir örnekle izah edilebilir: ψ -fonksiyonu ile tanımlanan tanecik veya parçacık düşünelim. Taneciğin momentumu konumu (P_0) olarak kesin olarak gösterilmiş ise, taneciğin konum olarak nerede olduğunu belirtecek, uzay koordinatı (x) değerini kestirmek mümkün değildir. Her yerde olma olasılığı eşit derecededir. Uzaysal konumunun kesin ölçülmesi durumunda ise, momentum değeri bilgisi gerçekten var olan bir momentum değerine karşılık gelmez. Momentum değeri kesin olarak biliniyorsa, aynı durum için uzay koordinatının fiziksel bakımdan gerçek olmadığı sonucu çıkar. Birinin kesin bilgisinin öğrenilmesi durumunda, diğerinin bilgisi sağla(na)madığı için ψ -fonksiyonu fiziksel gerçekliğin tamamlanmış bir betimlemesini vermez. Kuantum mekaniğindeki bu eksikliği görmek, bazı yeni değişkenlerin devreye sokulması ile “tamamlanmış bir teori” haline getirebileceği anlamına da gelir.

Kuantum mekaniğinin evrensel geçerliliği konusunda önde gelen bazı bilim insanları şüphecidirler. Bunların başında fizikçi Roger Penrose bulunur. Schrödinger dalga denkleminin yeniden düzenlenmesi gerektiğini öne sürer:

“KM'nin mevcut ve geleneksel formülasyonu konusunda çok derin bir tatminsizlik var; formülasyon tamamen ayrı iki adet model barındırıyor: Biri Schrödinger'in denklemine göre tamamen belirlenimci, diğeri ise olasılığa dayanan bir çöküş. Geleneksel teorisinin en büyük zayıflığı, kişiye, bir evrimsel şeklin bir diğeri muhtemelen ne zaman yol açacağını söylemiyor olmasıdır. Tek söylediği, bir gözlem yapılmazdan önce, oluşacak olmasıdır... Eğer haklıysam, o zaman Schrödinger'in denklemi bir şekilde düzeltilmelidir.”

Penrose, bu sorunu aşmak için, kütle çekiminin dalga fonksiyonu indirgenmesinde bir rol oynadığı konusuna tamamen yeni bir yaklaşım getirir.

7. Matematik Doğayı Tanımlamada Yeterli midir?

Eski Yunan döneminden Ortaçağ'a kadar, yaklaşık 16 yüzyıl matematiğin fizikten üstün bir bilim dalı olduğu düşünülürdü. Çünkü, matematik daha sağlam temeller üzerine inşa edilmişti ve sadece kağıt-kalemle her şey halledilebiliyordu. Halbuki fizik, karışık deneyler yapıyor ve ölçüm hatalarını içeren kesin olmayan cevaplar ortaya koyuyordu. Deney yapmanın önemi anlaşılır anlaşılmaz, matematik ve fizik işbirliği yaparak, tek

²⁶ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay, 1983;145-146.

başına yapabileceklerinden daha fazlasını yapmaya başladı. Matematiğin yaşı 2500 yıl olmasına karşın, bu birliktelikle özellikle son elli yılda bütün dönemlerden daha çok şey yaratıldı.

Galileo Galilei (1564-1642) “*matematik evrensel bir dil gibidir ve ancak bu dil evrenin yazılı olduğu harfleri okumayı sağlayabilir*” demişti. Descartes’da aynı türden bir ifade kullanır, ama her zamanki şüpheciliğine bir soru ekleyerek: “*Bu dünya bir bilmece gibidir. Matematik bunun anahtarını veriyor bize, ya da dünya şifreli bir yazıyla yazılmıştır, bu şifreyi de matematik veriyor. Ancak bu gerçek bir şifre midir?*”²⁷ Bertrand Russel (1872-1970) matematiği “kesin kusursuzluk ve yüce bir güzellik” olarak betimler. Çünkü matematik, şairlerin kullandığı mecaz (analoji) diline benzer. Tek farkı, kullandıkları rakamlar ve sembollerdir.

Matematiğin çalışma şekli aslında basittir. Örnek vermek gerekirse; gerçek bir dünya parçasını ele alalım. Bu bilimsel olarak anlatmak istediğimiz gerçek dünya probleminin kendisidir. Önce sembolik bir benzetme (*metafor*) geliştirilir. Araştırılan gerçek dünya parçası için matematiksel bir model inşa edilerek, gerçek dünyanın parçası artık matematiksel dünyada “soyut bir kopya” haline gelir. Matematiksel modeli meydana getirme süreci, bu soyutlama sürecidir. Artık üzerinde çalışılacak olan bu kopyadır. Mantık ve matematiğin yasaları ile ondan yeni, daha önce bilmediğimiz özellikler çıkarılır. Böylece, matematiksel olarak soyutlanan alan adeta “şişmanlatılır”. Bu arada, analiz yolu ile tekrar yeni bilgiler elde edilir. Ancak, bu yeni bilgiler gerçek dünyada değil, tamamen matematiksel dünyada yaşar ve gerçek dünyada karşılığının olması zorunluluğu yoktur. Soyutlama ve şişmanlatma sırasında hatalar yapılabilir. Ortaya çıkan “gerçeklerle”, beklenen gerçekler ve gerçek dünya gözlemleri uyumlayabilir. Bu nedenle matematiğin kesin sonuçlar vermesini beklememeliyiz. Sadece bir yaklaşımdır.²⁸

Matematik temel olarak ikiye ayrılır: saf ve uygulamalı matematik. “*Saf matematik*” zihinde oynanan bir oyundur. Çoğu zaman bir kâğıt üzerinde birbirine karışmış semboller ve benzetmelerden oluşur. Bu aşamada yeni düşünsel nesnelere yaratılır. Başlangıçtaki aksiyomlar, kabullerin gerçekliğinden uzaklaşılır. Saf matematik, matematiğin kendisi için yapılır ve dünyada pratik kullanımı yoktur. Diğer ise, “*uygulamalı matematik*”tir ve “başka bir şey” için yapılır. Başka bir şey, her zaman gerçeğin ve nesnellüğün bir yanıdır. Bununla ilişkili olarak da matematikçiler için, iki ayrı dünya vardır. Birincisi, gerçek veya duyuşal deneyimlerin dünyasıdır. İkincisi matematiksel dünya ya da ideler dünyasıdır. Bu dünyayı sayılar, analitik fonksiyonlar, matrisler, diferansiyel denklemler, diziler, topolojik uzaylar gibi matematiksel hayali nesnelere oluşturur. Matematiksel dünya, matematikçinin kafasının içinde, gerçek dünya ise dışarındadır.

Matematiksel bir önermenin gerçekliği yalnızca ve yalnızca, düşünceler arasındaki ilişkiler üzerine, belli simgelerin anlamına bağlıdır ve deneyimden hiçbir doğrulamaya gerek duymaz. $4+3=7$ demek, var olan şeylere ilişkin bir şey söylüyor olmak demek değildir: önermenin gerçekliği yalnızca terimlerin anlamları üzerine bağlıdır. Ama, “doğada hiçbir zaman bir daire ya da üçgen olmamış olsa bile, Öklid tarafından kanıtlanan gerçeklikler kesinlik ve açıklıklarını sonsuza dek sürdüreceklerdir”. Diğer bilim dallarının tersine, matematik hiçbir zaman “deneyerek doğrulayalım” demez. Örneğin, sonsuz küme hesapları toplamı konusunda, matematiğin kabul ettiği şu durum nasıl gerçeklik olarak yorumlanabilir (alef ya da elif \aleph)?

$$\aleph_0 + \aleph_0 = 2\aleph_0 + \aleph_0 = \aleph_0 \text{ ve } \aleph_0 \times \aleph_0 = \aleph_0^2 = \aleph_0$$

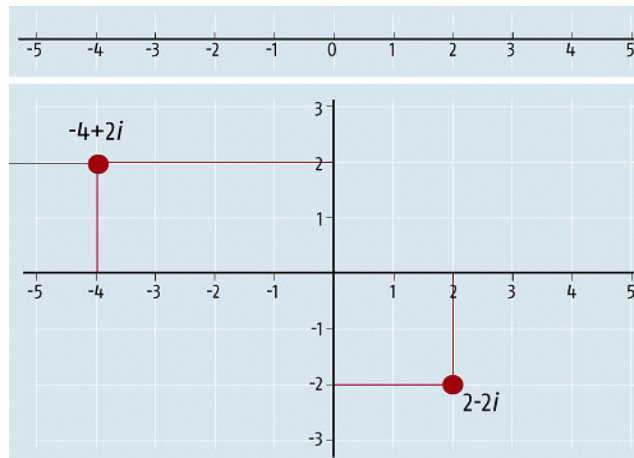
Yani sonsuzla sonsuzun toplamı 2 sonsuz ($2\aleph_0$) ve fazladan bir sonsuz daha yapıyor. Çarpımı ise beklenildiği gibi sonsuzun karesine eşit, ama aynı zamanda da bir sonsuza eşit oluyor! Matematiksel olarak oluşturulanın, fiziksel bakımdan da var olma zorunluluğu yoktur. Yani, “matematiksel mümkünlük” ile “fiziksel mümkünlük” ayrı ayrı kavramlardır ve birbirlerine denk değildirler. İfade edilmeleri kolay olan matematik kavramlarının ispatlarının mutlaka kolay ve anlaşılır olması gerekmez. Buna örnek olarak, Dirac δ (delta) fonksiyonu gösterilebilir. Bu fonksiyon fiziksel gerçeklikte elle tutulur

²⁷ Descartes R. Felsefenin İlkeleri. Say Yay. Çev. M. Akın, 1998;25-26.

²⁸ King JP. Matematik Sanatı. TÜBİTAK, 1997;83-93.

herhangi bir şeye karşılık gelmez. Tamamen matematiksel bir kurgudur. Fiziksel gözlem(deney)ler hiçbir zaman bu matematiksel tanıma tam uymaz; fakat yaklaşık olarak benzeyebilir. Oysa, varlığı matematiksel olarak kabul edilmiştir. Dirac δ fonksiyonu, teorik ve deneysel fizikte ve hatta elektronik sinyal analizinde sık kullanılan bir kavramdır. Yani, matematiksel bir hal betimlemesi olarak Dirac δ fonksiyonu vardır; ancak, bu betimlemenin dile getirdiği hali fiziksel gerçeklikte karşılık olarak bulmak mümkün değildir.²⁹

Matematikte yeni bir kavram ortaya çıktığında, aşamalı bir evrim geçirir. Başlangıçta fazla soyut bulunan bir kavram (ψ -psi gibi) reddedilirse, doğaya aykırı olarak değerlendirilebilir. Ancak, zamanla uygulamalarda yararlılığı ve kullanılabilirliği görülünce kabul edilmeye başlanır. Matematikteki “negatif” ve “karmaşık” sayılar buna örnektir. Bu sayısal adlandırmalar ve kullanımlar uzun süre kelime oyunu ya da saçmalık olarak değerlendirilmiştir. Fakat zamanla, kullanırlılıkları görülünce matematikçilerin vazgeçilmezlerinden olmuşlardır. Bu yüzyıldaki matematiksel düş gücünün yaratılmasının tamamı modern bilime uygulanabilmiş değildir. Belki bunun için zamana ihtiyacımız vardır.



Şekil. Üstte tam sayılar negatif ve pozitif olarak gösterilmektedir. Bazılarına göre bu sayıları, Tanrı yaratmışken, geri kalan tüm sayılar insanın eseridir. Pisagor’un takipçilerine göre ise, bu sayılar Tanrının kendisidir. Karmaşık (kompleks) sayılar ise, normalden farklı olarak “i” harfini içerirler. Her karmaşık sayı bir gerçek sayı ikilisi (x, y) olduğu için bu sayılar bir düzlem üzerindeki noktalara bire bir karşılık gelirler. (0, 1) karmaşık sayısı i harfi ile gösterilir. $i=\sqrt{-1}$ ’dir. Kompleks sayılar büyüklüklerine göre sıralanamazlar. Matematiğin beş sabiti vardır ve e, i, π , 1 ve 0. Bunların ilişkisi $e^{i\pi}+1=0$ ’dir. (e= 2,718, $\pi=3,14$)

Doğa bizden nesnelere etkilerinin tamamıyla bağlı bulunduğu kuvvetleri ve ilkeleri saklarken, bizi bu gizin tümünden oldukça uzakta tutar ve onların sadece bir kaç yüzeysel niteliğinin bilgisini verir.³⁰ Bazı fizikçilerin görüşüne göre, fizik biliminin görevi, deney ve hesaplamalar ile nesnel fiziksel gerçekliği açıklamak değildir. Fizik yalnızca deneye dayalı olarak mümkün olan deneyleri konu edinerek, sonuçlarını bulmaya çalışır. Ancak bu şekilde, fizikten “metafizik” temizlenebilir.

Kuantum mekaniğindeki hal betimlemesi olan ψ -psi, matematiksel özellikleri iyi tanımlanmış bir fonksiyonla temsil edilir. Fiziksel nesnenin özellikleri, matematiksel soyut bir uzayda, matematiksel nesnelere temsil edilmektedir. Ancak, ψ -psi’nin fiziksel gerçeklikte neye karşılık geldiği, neyi temsil ettiği açık değildir. Hal terimini “fiziksel nesne” olarak yorumlamak mümkün değildir. Fiziksel nesnenin halinin anlatılması, nesnenin belli bazı dinamik özelliklerinin niceliksel olarak dile getirilmesidir. ψ -psi mikrovrenselle dalga olarak yorumlansa bile, fiziksel gerçekliği eksik temsil eder.³¹

Bilim ve/veya fiziğin temel amacı, fiziksel gerçekliği ve süreçleri dile getirmektir. Bunu yapabilmek için semboller ve matematiksel nesnelere kullanır. Fiziksel

²⁹ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay. 1983;118

³⁰ Hume, D. İnsan Zihni Üzerine Bir Araştırma. Çev: S.Öğdüm. İlke yay. 1.Baskı, 1998;37

³¹ Koç Y. Teorik Fizik Monografileri. Cilt 1. İst Üniv Yay. 1983;55-62.

bakımdan var olana, fiziksel gerçeklikte olup-bitene, sembolik karşılıklar matematiksel olarak bulunur. Fiziksel gerçeklikle, onu temsil eden matematiksel semboller arasında tam bir eşleşme olmayabilir. Kuantum mekaniksel işlemler-denklemler sadece matematiksel statüleri olan kavramlardır. Elde edilen özdeğerler (*eigenvalue*), insandan bağımsız bir evren olduğunun kabul edilmesi durumunda bile, bu evrende gerçekten var olan bir şeye karşılık gelmezler. Dinamik değişkenler (hız, konum, momentum, enerji) maddesel sistemlerin elle tutulur özelliklerinin soyut temsilcileridir. Özdeğerler ise elle tutulur özelliklerin bir ölçme sürecinde alabilecekleri sayısal değerleri gösterirler. Ancak, bunun tersi bir durum da olabilir. Tıpkı Heinrich Hertz'in (1857-1894) matematiksel teori olarak varlığını öne sürdüğü, hiç görmediği elektromanyetik dalgaları doğrudan doğruya fiziksel evren içinde bulması (1888) gibi.

Buradan çıkan temel soru şudur: matematik insan zihnince mi *yaratıldı*, yoksa doğadan mı *keşfedildi*? Platonik bakış açısı ile matematiksel doğrular ve matematik daima bir yerlerde vardır. Matematikçiler ise onları keşfederler. Yani matematik, insan zihninin bir yarattısı değildir. Diğer yandan, akla daha uygun olanı evrensel düzenin belli ilkeler üzerinde olduğu ve matematiksel ilişkilerin de bu ilkelerin içinde yer aldığıdır. Yani doğada bir kurallar, diziler, ilişkiler zinciri vardır ve bu belli bir bilimsel dille (matematik) ifade edilebilir. Örneğin, Fibonacci dizileri olan 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144... sonsuza giden dizisi matematiksel ilişki zinciridir. Her bir sayı bir önceki ikisinin toplamıdır. Yani matematiksel dille, n'inci sayıyı F_n ile yazacak olursak, $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ ifade edilir. Her Fibonacci sayısını bir sonraki komşusuna bölecek olursak, yaklaşık sabit bir *altın oran* elde edilir: 0,618033989. Fibonacci dizisi matematiksel bir ifade olmasına karşın, doğada bu diziye uyan birçok fiziksel karşılık vardır: papatya yaprakları, ayçiçeğinde çekirdek düzenlenişi, çam ağacı kozalakları. Fibonacci ile uyumsuz kozalak bulma şansı çok düşüktür. Evrimsel olarak doğada Fibonacci dizileri hakimdir. Diğer yandan Lucas sayıları olan 1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123, 199, 322... bazen doğada görünürler. Ancak, bizim görmememiz doğada bu ilişkinin bir yerlere olmadığı anlamına gelmez. Demek ki matematik doğada var ve biz bunun sembolik karşılıklarını buluyoruz.

Matematiğe en büyük darbe, 1931 yılında Kurt Gödel (1906-1978) tarafından indirilmiştir. Bu eksiklik (*incompleteness*) teoremidir. Buna göre matematikte ne doğru ne de yanlış oldukları kanıtlanamayacak ifadeler bulunur. Gödel matematiğin var oluşu için gereken tek ölçütün kendi içinde mantıksal tutarlılık olduğunu ileri süren kuralcı felsefeyi ciddi şekilde eleştirdi. Gödel teoremi, birçok matematikçi tarafından, matematiğin temellerine indirilmiş bir darbe, paramparça edici, bütün çalışmaların üzerine su akıtma ya da mantığın temellerini sarsma olarak değerlendirildi. Bu teoremdeki zeka ve derinliği çok kişiyi etkilemesine rağmen matematikteki sorunların çözümüne (olumlu ya da olumsuz) hiçbir etkide bulunmadığı da savunulur.

Kurt Gödel, önce bizim her zamanki matematiğimizi kapsayacak kadar geniş herhangi mantıksal bir sistemin zorunlu olarak eksik olacağını saptadı. Gödel, matematiksel doğruluğun insan aklının yarattısı olmadığına, gerçekten de var olan bir şey hakkındaki nesnel doğruluk olduğuna inanıyordu. Doğruluğu ya da yanlışlığı asla gösterilemeyecek olan bunun gibi matematiksel ya da mantıksal bir sistemde dile getirilebilecek yargılar her zaman olacaktı. Sonra da, bu sistemin mantıksal olarak kendi içinde tutarlı olduğunun kanıtlanmasının asla mümkün olamayacağını gösterdi. Eğer matematiksel bir sistem tutarlı ise, o zaman doğruluk kavramının sistem içinde tanımlanamayacağını gösterdi. Daha büyük bir sistem kullanılarak bunlar her zaman için tanımlanabilir, ama bu yalnızca daha büyük bir sistem içinde tanımlanması daha güçlü kavramlar yaratmak pahasına olabilir.³²

8. Gelecek Ne Vaat Ediyor?

Gerçekliği neyin oluşturduğuna ilişkin yapılan tanımlamalar fazlasıyla karmaşık olunca, insan kendi gerçekliğinden de şüphe eder hale geliyor. Gerçekliğini fark etmesi için kendini çimdikleyip, "ben gerçeğim" düşüncesine ulaşmak istiyor. Ama KM gerçektir. Somut ve sağlam temeller üzerine oturduğu konusunda hiç bir şüphe yoktur. Bir gün olasılıkla yerini, daha iyi olan ama yine bugünkü KM'nin öz yapısından kaynaklanan yeni bir bakış açısı alacaktır. Bu daha az tartışmalı olacak ve daha kesin yorumlara ulaşacaktır. Ancak, fiziksel dünya ile ilgili bildiklerimizi reddetmeyecektir. Geçiş tıpkı

³² Barrow JD. Gökteki Pi. Beyaz yay. 2001;162; 172

Newton mekaniğinden Einstein'ın Göreliliğine geçiş gibi olacaktır. Einstein, Newton'un mekaniğini reddetmemiş onu genişletip geliştirmiştir.

Bir çözüm bulduğumuza inanabiliriz, ama önceden tahmin edemediğimiz ya da göremediğimiz çok küçük önemli bir nokta, daha önceki fikirlerimize etki ederek baştan değerlendirmemize yol açar. Yeni felsefi kavramlar ortaya çıkarır ve dolayısıyla beraberinde yeri sorular da getirir. Ancak, iyi bir şekilde sorulmuş ve ortaya konmuş bir sorunun çözülmüş bir sorun olduğunu da düşünmek doğru bir yaklaşımdır.

Zihin Maddeye Etki Eder Mi?

Parapsikoloji bilimsel yöntemi ve uygulaması tartışılan birçok konuyu inceler. Bu alanda biliminsanlarından çok şarlatanların sesi çıkar. Toplum önünde genellikle popüler olmaları nedeniyle şarlatanlar bulunur. Biliminsanlarının sesinin az çıkmasından dolayı yanıtlardan çok sorulardan oluşan bir konudur. Parapsikoloji, tıpkı metafizik gibi kenarda olan ve tam bilim olarak olgunlaşmamış bir çalışma alanıdır. Kelime anlamı olarak psikolojinin ötesinde, ardında, kenarında bulunan manasındadır.

Parapsikoloji başlığı altında, durugörü (clairvoyance), telepati, psikokinezi, öngörü (precognition), bedensiz ölü ruhlarla bağlantı kurma (spiritüalizm), ruh göçü (reenkarnasyon) sayılabilir. Bunlar içinde *durugörü*; farklı zaman ve mekânlarda oluşan olaylarla ilgili bilgiyi, normal insanlardan farklı olarak bilebilmek, hissedebilmedir. *Telepati*, toplumda daha iyi bilinen bir kavramdır ve düşünce iletişimi, bir zihinden diğerine doğrudan içsel deneyime ait bilgi iletimi olarak tanımlanır. *Öngörü* ise, gelecekte olabilecek olayları, zamanı gelmeden önce, belli bir eğri içinde kalarak gerçekleşme zamanını da doğru olarak tahmin edebilmektir. Bu nedenselliğe karşı çıkar ve “etki”nin, “neden”inden önce olduğu anlamına gelir. *Retrokognisyon*, uzak geçmişteki bir olayın algılanması olarak açıklanır.

Parapsikoloji Neden Bilim Olamıyor?

Birçok bilimci ve felsefeci, açık ve net bir şekilde parapsikolojiyi bilim olarak kabul etmezler. Bilim olarak kabul edilmemesinin nedeni; belirli temel bilimsel varsayımları ihlal etmesi, tekrarlanabilir deneyler üretmemesi, deney üretse bile ortaya çıkan sonuçların bilimin diğer temel ilkeleriyle çelişmesi, ortaya çıkan etkilerin nasıl ya da niçin ortaya çıktığına dair tutarlı bir teori oluşturulamaması ve belki de en önemli “gizli bilim” ile ilişkili olmasıdır.¹ Bunlara ek olarak da, maddi destek diğer bilim dallarına göre parapsikoloji alanında çok azdır. Daha çok bireysel çaba ile yürütülen araştırmalarla desteklenir. Yine, bu alandaki aktif araştırmacıların %20’sinden daha azı akademik eğitim almıştır.

Bu konuda ciddi eğitim veren akademik kurumların sayısı da azdır. Eğitim veren yerler arasında; Rhine Araştırma Merkezi, ABD’de bu konu üzerinde eğitim vermektedir. Yine Utrecht Üniversitesinde on-line parapsikoloji kursu verilmektedir. Bazı üniversitelerde ise parapsikoloji eğitimi diğer bilim dalları içerisinde, seçmeli olarak yer almaktadır. Örneğin, Franklin Pierce Koleji (New Hampshire) psikoloji öğrencileri isterlerse bu konuda seçmeli ders alabilmektedirler. İngiltere’de en azından beş üniversite bu konuyu psikoloji eğitiminin bir parçası haline getirmiştir. Bu üniversiteler arasında Edinburgh Üniversitesi (Arthur Koestler Parapsikoloji Bölümü), Liverpool Hope ve John Moores Üniversitesi, Northampton ve Coventry Üniversitesi sayılabilir. Bazı diğer İngiliz üniversiteleri ise diğer paranormal olaylar konusunda eğitim vermektedirler; Goldsmiths Koleji psikoloji bölümü, Londra ve Huddersfield Üniversitesi davranış bilimleri bölümü gibi. ABD’de California’da Palo Alto’da Transpersonal Psikoloji Enstitüsü’nde parapsikoloji konusunda kurs verilmektedir. San Francisco’da Saybrook Enstitüsü’nde de uzaktan eğitimin bir parçası olarak parapsikoloji eğitimi verilmektedir.²

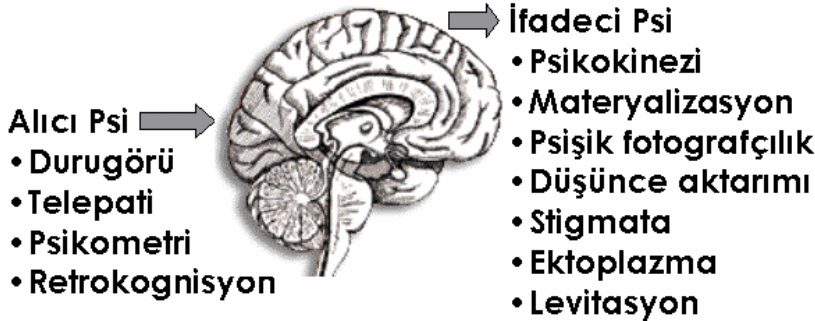
Zihnin Maddeye Etkisi

Psikokinezi (PK) hareketsiz bir cismi belli bir uzaklıktan düşünme gücüyle hareket ettirebilmedir. Tüm normal ötesi ya da parapsikolojik olayları tanımlamak için Psi (ψ), 1946’dan beri kullanılmaktadır. Ancak bu psi kuantum mekaniğinde Schrödinger’in

¹ Griffin DR. Parapsikoloji ve Felsefe: Postmodern Bir Perspektif. Çev:Y.Tokatlı. Ruh ve Madde Yay. İst 1998;10.

² Smith MD. Educating Parapsychologists. The Journal of Parapsychology 1999;63:235-246.

dalga fonksiyonu için kullanılan ψ ile aynı harf olmasına karşın anlam açısından aynı şeyi ifade etmez. Bu psi'yi hekimler reçetelerinin başında R_ψ şeklinde kullanırlar. Zamanla değişerek R_ϕ haline gelmiştir. Kabaca “al ve uygula” anlamına gelir. Psi'nin iki temel tipi vardır: *alıcı psi* ve *verici-ifadeci psi*. Verici-ifadeci psi, bir zihin uzaktan nedensel tesir uyguladığında oluşur. Bu başlık altında PK dışında başka parapsikolojik başlıklar da bulunur.



Şekil. Alıcı ve verici psi'ler. Psi'nin kendi içinde de farklı alt grupları vardır. Ölümden sonra hayat ya da ruhun bedenden ayrı var olma kapasitesinin kanıtları psi-teta, sıradan PK psi-kappa, materyalizasyon (cisim oluşturma) ve demateryalizasyon (cisimleri yok etme) şeklinde olan etkiler de psi-epsilon olarak adlandırılır.

Psi-etkisi, bir enerji türü ya da klasik bir sinyal değil, zaman ve mekân uzaklığından etkilenmeyen (yerel olmayan) ve ancak psi kaynağı olan insanı, etkilenen nesneyi ve tüm o süreçleri kapsayan “sistem” içinde varlığını oluşturan ya da belli eden şey olarak tanımlanır.³ Basit olarak kişinin dış nesne ya da süreçlere etki etmesi demektir. Yaygın olarak düşünce gücüyle, bedensel uzuvları kullanmadan cisimler üzerine etkide bulunmadır. Bu masaların, sandalyelerin, kalemlerin, vazoların havalanması ya da yer değiştirmesi şeklinde olabileceği gibi vakum saydam şişeler içinde pusula ibrelerini hareket ettirme, müzik aletlerinin kendiliğinden çalması, çatal-kaşık bükme şeklinde de olabilir. Şarlatanlar ve hayalciler bir kenara bırakıldığında, bu alanda yapılmış ciddi ve akademik çalışmalar vardır.

Uzaktan Etki Olabilir mi?

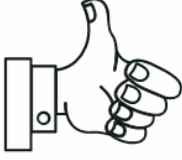
Eğer zihin, sinir hücrelerini düşünce ile ateşleyebiliyorsa ve bir tür elektrik akımı olan aksiyon potansiyeli oluşturabiliyorsa, neden kaşıkları bükmesin? Eğer beden, zihni etkileyebiliyorsa, aksinin de doğru olması gerekmez mi? Kütle çekimi uzaktan etkiyebiliyorsa beyin neden etkilemesin? Örneğin, Newton'un çekim yasası aslında çok uçuk ve tuhaf bir fikirdir. Herhangi iki nesne birbirine çekici bir kuvvet uyguluyor ve bu kuvvet her nasılsa, uçsuz bucaksız boş uzayı aşarak Güneş ve Ay'dan Dünya'ya, yıldızdan yıldıza ve galaksiden galaksiye ulaşıyor. Zamanın birçok ünlü bilim insanı bunu “büyüculük fiziği” sayarak dikkate almamıştı. Aslında, Newton'un kendisi de buna pek inanmamıştı. Bütün yaptığı, matematiksel eşitlikleri ortaya koymaktı. Ama ortaya çıkan sonuç *aracısız uzaktan etkiydi*.

Kuantum mekaniğinde gözlemcinin bir şekilde “katılımcı” olması kabul edilebilir bir şey ise bunun farklı yansımalarının da ortaya konulabilmesi gerekir. Çağdaş ve akıllı, Nobel ödüllü fizikçilerin ortaya attığı, akla ve sağduyuya karşı gelen, sağduyumuzu törpüleyen kuantum mekaniği görüşleri düşünüldüğünde, PK'yi akıldışı ve mantıksız olarak niteleyip bir kenara bırakmak anlamsızdır.

Parapsikolojinin ve alt dalı olan PK'nin mantıksız görünmesinin ve bilim dışı kabul edilmesinin nedeni “sihir” kokusu taşımasıdır. Diğer bir korku da parapsikolojiye verilecek bilimsel desteğin bilim karşıtı tavrı teşvik edeceği düşüncesidir. Ancak, Michael Farady'nin “zihinsel güçle tek bir saman çöpü bile hareket ettirilebilse, evrene

³ von Lucadou W. Ruh ve Kaos. Kuramlar ve Modeller Arayışında Parapsikoloji. Çev:V. Atayman. Say Yayınları, İstanbul 2000; 11.

ilişkin bakış ve anlayışımızı değiştirmemiz gerekir” dediği düşünülürse, bu konuda küçük de olsa elle tutulur bir şey varsa fiziğin ve sinirbilimlerini yeniden gözden geçirilmesi gerekebilir.



Psikokinezi doğrulanırsa ne olur?

Olasılıkla yaşamımızda çok fazla değişiklik olacaktır. Öncelikle zihin-beyin etkileşimini ve zihin-çevre etkileşimini çok daha iyi anlar hale geleceğiz.

1. Marvin Minsky'in öne sürdüğü bilgisayar temelli zihin modelleri artık tartışılmaz ve bilincin basit mekanik modellerini çürütür.⁴ Bilinçli robotlar yapıp yapılamayacağı bir daha tartışma konusu bile olmaz.
2. Bilincin-zihnin dereceleri ve miktarı gibi ölçülebilir bir niceliksel kavram oluşturulabilir.
3. Kuantum mekaniğindeki gözlemci sorununa çözüm ortaya konulabilir. Ancak, daha öncede belirttiğimiz gibi, bu genel olarak tüm bilime, fiziğe bakış açımızı değiştirir.
4. Cisimlere etki edebildiğimiz ortaya konulabilirse, başka beyinlere de etki edebileceğimiz (ve etki alabileceğimiz) düşüncesi iyice şekillenir. Bir adım ileri gidilerek beyinler/zihinler arası ilişkiyi sağlayacak telepati konusuna da bakış değişir. Ek olarak, PK yeteneğini ortaya çıkarmak ya da bu yeteneği olanların gücünü artırmak için yeni yöntemler arayışı başlayacaktır.
5. Parapsikoloji bilim dalı olarak kabul edilmeye başlanır. Parapsikoloji araştırmalarına yapılan yatırımlarda artış olur.
6. Ülkelerin askeri kurumları da olasılıkla bu konuya ilgi gösterecek ve yatırımlar yapacaklardır.
7. Dünyaya ve insana olan bakışımız, hatta insandışı canlılara olan bakışımız kökten değişir.
8. Kumarhanelerde de olasılıkla, PK yeteneği olanları elemek için kapı girişlerine detektörler yerleştirilecektir. Ya da rulet, zar gibi dışarıdan yönlendirilecek şans oyunları ortadan kalkacak ve PK oyunları haline gelecektir.

PK'den şüphe edebiliriz. Tıpkı bilimin ilk kez söylediklerinden daima şüphe edildiği gibi. Ancak, fanatik şüphecilik de aşırı saflık kadar mantıksızdır. Ama, artık parapsikoloji metafizik denilen “fizikten öteki işler” başlığından çıkarılmalı ve yeniden bilim başlığı altında incelenmelidir. Kuantum mekaniğinin söylemleriyle (Schrödinger'in kedisi ve EPR deneyi, vakum, tünelleme gibi) parapsikolojinin söylemleri arasında sihir kokması, gariplik ve sağduyuya aykırılık açısından çok da bir fark yoktur. Hatta kuantum mekaniği daha garip söylemlerde bulunur ve bazı açılardan daha çok sihir kokar.

Günümüzde simyanın bir saçmalık olduğunu herkes bilmektedir. Filozof Taşı gibi bir şey olamayacağı gibi, tenekeyi altına dönüştürmenin basit bir yolu da yoktur (nükleer füzyonla yapılabilir). Ancak, kimyanın çekirdeği olan simya gerçekten önemli sonuçlar doğurmuştur. Simyacılar, maddeleri karıştırma sanatını, asit ve alkalilerin özelliklerini, bazı elementlerin diğerleriyle ilişkisini ortaya koyarak modern kimyayı oluşturmuşlardır. Kimyanın simyadan, astronominin astrolojiden, tıbbin doğal tedavilerden ayrılması gibi parapsikoloji de kendine uygun bir yer bulacaktır. Ama bu diğer bilimlerdeki değişme göz önüne alındığında zaman alacaktır.

Beynin cisimler üzerinde etkisi olabileceği konusunda Itzhak Bentov şunları söyler:⁵

“Bir an için düşüncelerin, eşya ve insanlar üzerindeki etkilerine bakalım. Düşünce bir enerjidir ve beyindeki sinir hücrelerinin belirli bir şekilde ateşlenmesine sebep olur. Bu doğal olarak beyin kabuğunda küçük akımlar üretir ve bunlar kafatasının yüzeyindeki elektrotlar aracılığıyla, duyarlı araçlarla anlaşılabilirler. Başka bir deyimle, bir düşünce; küçük bir hareket olarak başlamasına rağmen, en sonunda tam olgunlaşmış bir düşünce şekline dönüşür ve beyin kabuğunda, en azından 70 miliVolt gücünde bir gerilim üretir.

⁴ Herbert N. Temel Bilinç: İnsan Bilinci ve Yeni Fizik. Ayna Yayınları, Çev: M.Andırınç, 1993; 196.

⁵ Bentov I. Stalking The Wild Pendulum. Fontana/Collins. Londra 1977; 100.

İlk sinir hücresini ateşler ve bu sinir hücresi de sırayla diğer sinir hücrelerinin belirli aralıklarla ateşlenmesine sebep olur. Oysa, bu evren içinde hiç bir enerji yok olmaz. Düşünce tarafından üretilen akımı kafamızın dışında yakalayabilirsek bunun anlamı şu olur: Düşünce enerjisi, elektromanyetik dalgalar şeklindeki bir yayındır ve bulunduğumuz çevre içinde ve nihai olarak kozmos içinde ışık hızına sahiptir.”

Belki de bizim “düşüncenin cisimler üzerine etki etmesi” kavramının arkasında, hayali çok soyut-sanal bir şey varmış gibi algılamaktayız. Bentov’un da dediği gibi, düşünme esnasında beynimizde birçok yerel ve yaygın iyonik elektriksel akım ve manyetik alan değişiklikleri ortaya çıkar. Bunlar beyin yüzeyinden EEG (ElektroEnsefaloGram) ve MEG (ManyetoEnsafaloGram) gibi tekniklerle yerel ve bütün beyin alanı olarak kaydedilmektedir.

Düşünceler kendi bedenimiz üzerine de etki eder. Bu daha çok bilinen bir konudur. Biofeedback (canlısal geri besleme) ile nabız sıklığı, beyin dalgaları, derinin elektriksel direnci, vücut ısısı iradi olarak değiştirilebilmektedir. Canlısal geri besleme sistemlerinde, kişinin etkilemesi istenen beden sinyalleri daha önceden kaydedilerek, güçlendirilerek, kişiye değişik şekillerde geri besleme aygıtlarıyla gösterilerek bunları irade ile değiştirmesi istenir. Belli durumlarda psi yeteneklerinin daha iyi ve belirgin olduğu öne sürülür.



Tablo. Psi yeteneğinin belli deneyler ile ve/veya belli kişiler ile ortaya çıktığı ve altı kadar özelliğin psi yeteneğine yardımcı olabileceği kabul edilir.⁶

1. Fiziksel gevşeme
2. Azalmış “fiziksel” uyanıklık veya aktivasyon
3. Duyusal girdi ve bilgi işlemede azalma
4. Alıcı mod/ sağ hemisfer işlevi (etki/hareket modu- sol beyin işlevi)
5. İçsel işleme, hisler ve hayallere karşı artmış farkındalık
6. Dünyanın doğasına bakış değişikliği. Örneğin; “olasıdan ziyade daha doğrudan hisleri bilme olasılığına” inanmak

⁶ Brand WG. Psi-conductive states. Journal of Communication, 1975; 25: 142- 152

Uzaktan Etkiye Kuantum Mekaniksel Bakış

Uri Geller'in psikokinetik metal bükmesi, çalışan saatleri durdurması ya da bozuk saatleri çalıştırması televizyon numarası olarak bir yana bırakılacak bir olay değildir. Bu bilimsel olarak ele alınması gereken bir olaydır. Bilimin esas işi, insanların değer anlayışlarına burnunu sokmak olmasa da, bilim "eğer öyleyse o zaman..." türünden önermeler yapmalıdır. Ancak PK deneyleri de "hobi araştırmacılar"ın elinden çıkmalı ve modern laboratuvarlara girmelidir. Daha sonra da görüleceği üzere PK etkisi çok zayıf bir etkidir. PK'nin fiziksel süreçlere etkisi, rastlantı ortalamasında küçük bir kırılma, sapma kadardır. Ancak, atom altı parçacıkların davranışlarının tespit edildiği mikrofizik teknolojilerine rağmen neden PK etkisinin ölçülemediği ilginç bir sorudur. İyi bir kuram fenomenleri açıklamalıdır. Oysa, PK ile ilgili elimizde iyi bir kuramımız şu ana kadar yoktur.

PK, yere-zamana ve mekansal uzaklığa bağlı olmayan bir etkidir. Bilindiği üzere, bunlar aynı zamanda kuantum mekaniğinin de özellikleridir. Bu özellikler, özellikle Einstein-Podolski-Rosen deneyi ile ortaya konulmuştur. Bir sistemi oluşturan parçalardan biri üzerinde yapılan bir ölçüm, diğer parçası üzerinde, uzaktan ve zamandan bağımsız etki yapar. Aradaki uzaklık santim ya da ışık yılları uzaklığında olabilir. 1935'den sonraki dönemlerde gizli değişkenler kuramı daha belirgin bir üstün güven kazandıysa da, John Bell (1964) ve Alain Aspect (1982) bu düşüncüyü matematiksel ifadelerle sınırlamayıp (Bell eşitsizliği) deneylerle de bu uzaktan etkiyi doğruladılar. Bu etkileşim atom altı parçacıklar için kesin olarak ortaya konulmuşsa da makroskobik olan kaşık ve beyin için nasıl bir etki oluşacağı belirsizdir. Kesin olarak bildiğimiz kuantum düzeyi, molekül, atom, atom altı parçacıkların düzeyidir. Ancak, kuantum sonuçları, metrelerce ve hatta ışık yılları boyunca yayılabilir.

Diğer yandan kuantum mekaniğinde bir sistemi oluşturan gözlemci ile gözlemlenen (bükülen kaşık) birbirinden ayıramaz. Kuantum mekaniğinin gözlemciye yüklediği bu işlev, kuramın kendisinden gelir. Dolayısı ile gözlemci sayısının ardışık arttırıldığı düşünülüğünde, süreci etkileyecek nihai (son) gözlemcinin kim olacağı belirsizdir. Belki de, deneycinin deneyin sonuçlarına yönelik beklentisi deneyi etkilemektedir. Klasik fizik dünyayı iki kısma ayırır ve aynı gelenek kuantum mekaniğinde de devam eder. Buna göre bir iç fizik bir de dış fizik vardır. Dıştan bakıldığında gözlemleyici ile gözlemlenen ayrı tutulur. Gözlemleyicisi olmayan kapalı bir sistem, iç sistemdir. Bir iç sistemi gözlemlenen + gözlemleyen parçalarına ayırırsak dış fiziksel bir betimleme içindeyi anlamına gelir. Dış fizik, kuantum mekaniğinin ontolojik (varlıkbilimsel), iç fiziksel ise epistemik (bilgisel) yanını yansıtır. Dış fizik, ölçmeye, gözlemlemeye ve algılarımıza bağımlıdır. Bu nedenle de öznelidir. Mutlaka bir gözlemleyicisi vardır. Oysa, iç fizikte, ölçme ve değerlendirme yoktur ve özne-nesne ayrımı da yoktur. Başlangıçta oluşan evrensel kural ne ise odur, varlıksaldır. İç fizik durup duruk dışarıdan gözlemleyici ile rahatsız edilir. Dolayısı ile PK'nin hangi fizikle de ilişkili olduğunu ortaya koymak gerekir.

19. yüzyılda Newton (klasik) fiziğin yasaları ideal, nesnel ve eksiksiz bir bilginin ifadesi olarak kabul ediliyordu. Ancak, bugün klasik fizikteki bilgilerle PK açıklamak imkansızdır. Dolayısı ile bizim imdadımıza koşacak tek şey, en azından bugün için, kuantum mekaniği ya da fiziğidir. Kuantum tanımlamaları, alışageldiğimiz klasik kuramlardan kökten farklı olmalarına karşın çok kesindirler. Kuantum mekaniği, nesnel, makine benzeri bir çalışmadan ziyade, öznellik ve bilinci göz önüne alır. Kuantum mekaniğinin, PK ile ilgisinin olabileceğine dair ilk girişim 1974'te düzenlenen bir parapsikoloji konferansında başlamıştır. Burada, Evan H. Walker (1935-2006) ve Helmut Schmidt PK açıklamaya çalışan bir kuramsal model öne sürdüler. Bu daha çok Eugene Wigner'in kuantum mekaniğindeki ölçme sorununa önerdiği çözüme benziyordu.

Kuantum mekaniğini parapsikolojiye ilk uygulayan Evan H. Walker'dir. Walker, temel olarak, Wigner'in fikrini ele alır ve gözlemciyi ön plana çıkarır. Bilinci bir gizli parametre olarak hesaba katar. Bilinç ve diğer parametreler (değişkenler), yer-zaman ve uzaktan bağımsız olduklarından, gözlemci beyindeki (nörofizyolojik) süreçler, dışsal kuantum mekanik süreçlerle ilişkilendirilebilir. Walker'in kuramı çok kabul görmememesine karşın, ilk olması açısından çok değerlidir. Ancak, daha sonraları birçok başka yaklaşımlar önerilmişse de, bugüne kadar kabul edilir bir teori öne sürülmemiştir. Ancak, PK yapılabilecek bilimsel bir açıklamanın da kuantum mekaniğinden geleceği

kesin gibidir. En azından bu yönde olumlu beklentiler vardır. Ancak, elimizde henüz sağlam bir teori yoktur.

Uzaktan Etki (Psikokinezi) Deneyleri

Bilimsel yaklaşım hareketi 1848'de ABD'de başladı. Parapsikoloji alanında sistematik çalışmaların başlaması ise, 1882'de İngiltere'de, Psişik Araştırmalar Derneği'nin (*Society for Psychical Research*) kurulmasıyla başlar. Çok geçmeden, 1887deki üyeleri arasında dönemin saygın bilimadamları da bulunur hale geldi. Bunlar arasında fizikçi J.J.Thomson, Madam Curie ve Lord Rayleigh, felsefeci Henri Bergson, William McDougal, nöropsikiyatri William James, biyolog Alfred Russell Wallace, William Crookes, Gilbert Murray gibi dahiler sayılabilir.

Uzun dönem birçok bilim insanını da bünyesinde bulunduran parapsikoloji çağdaş anlamda bilim olma ve deneysel hale gelme yoluna, Joseph B. Rhine'nin (1895-1980) yaptığı çalışmalarla girdi. Parapsikolojiyi bir üniversite disiplini haline getirmeye çalıştı. 1954 yılında Freiburg Üniversitesi'nde Hans Bender'in (1907-1991), "Psikolojinin Sınır Bölgeleri" adı altında bir kürsü kurmasına izin verildi. Kürsü bugün de "Psikoloji ve Psikolojinin Sınır Bölgeleri" adı altında yaşamaktadır. Ardından 1985'te Edinburgh Üniversitesi'nde Arthur Koestler Parapsikoloji Kürsüsü kuruldu.⁷ Daha sonra başka üniversitelerde de bu konu ile ilgili kürsüler kuruldu.

Rhine Deneyleri

Joseph B. Rhine, 1930'lu yılların başlarında Duke Üniversitesi'nde bir dizi araştırma başlattı. PK deneyini planlarken irade gücüyle istemli olarak, rastlantısal atılan bir zar üzerine etki edilip edilemeyeceğini araştırdı. Deneyde, bir dizi zar, eğik bir düzleme olası hileleri (zar tutma) engellemek için otomatik fırlatma aletiyle fırlatılır. İsteyerek çalışmaya katılan ve PK etkisi oluşturmaya çalışan kişi, zar sonuçlarını görüyordu. Kendi isteğini kullanarak, daha önceden belirlenmiş bir zar yüzeyinin üste gelmesi için etki etmesi söyleniyordu. Amaç zarı etkileyerek, genel ortalamanın dışına taşan bir tahmin tutturmaktı.

Uzun yıllar bu metotla çalışan Rhine, 1934-1942 arasında yaptığı PK deneyleri çalışmalarını değerlendirdi⁸ ve bir "azalma", isabet oranında düşüş etkisi (*decline-effect*) buldu. Bu isabet oranlarının, oturumun ikinci yarısında, ilk yarıya göre düştüğünü ifade eder. Rhine bu durumu, PK etkisi uygulamaya çalışan kişinin yorulmasına bağlayarak, psikolojik koşullar ile zarın belli oranda sapma oluşturduğunu kanıtladığını öne sürdü! 1943'te çalışmalarının sonucunda şöyle yazmıştır: "*Demek ki ruh, maddeyi etkileyebilen bir güce sahiptir... Maddeye istatistikî yönden ölçebileceğimiz bir etki yapabilmektedir. PK, fiziksel ortamda, fiziğin tanıdığı hiçbir etkenle, hiçbir enerjiyle açıklanamayacak sonuçlara yol açmaktadır.*"

Rhine çalışmalarını, PK'yi niceliksel istatistiksel ölçüm nesnesi haline getirmeyi başarmıştı, ama vardığı sonuçlar, elde ettiklerine göre epey abartılı ve farklı yöneydi. Üstelik deneyde olasılıkla kontrol edilemeyen nedenlerle ortaya çıkan "bias/eğilimler" belirgin olarak dışarıda bırakılamamıştı. Daha sonraları Rhine'a birçok ağır eleştiri yöneltildi. PK etkisinin, bir dizi psikolojik değişkenin etkisiyle ortaya çıktığı ve bu değişkenin bulunmadığı yerde, PK'nin gerçekleşmediği kanıtlanıncaya kadar böyle bir etkiye inanmanın anlamsız olacağı ileri sürüldü.

Schmidt Deneyleri

Fizikçi Helmut Schmidt'in geliştirdiği PK deney aygıtları günümüzdeki en önemli deney aygıtlarıdır ve adına atfen "*Schmidt Makineleri*" olarak anılırlar. Rhine deneylerinde kullanılan rastlantı üretici olan zar yerine radyoaktif elementlerin parçalanma mekanizmalarındaki rastlantılardan yararlanırlar.

Radyoaktif parçalanmalar, kuantum mekaniği açısından tam olarak rastlantısaldır. Kripton-85 gibi bir atom $^{85}\text{Kr} \rightarrow ^{85}\text{Rb} + \beta^- + \gamma$ şeklinde bozunuma uğrayarak, kararlı olan ve radyoaktif olmayan rubidyuma döner. Bu esnada beta (elektron fırlatma) ve gamma ışınları çıkarır. Bu olay tamamen rastlantısaldır. Radyoaktivite, doğanın

⁷ von Lucadou W. Ruh ve Kaos. Kuramlar ve Modeller Arayışında Parapsikoloji. Çev: V. Atayman. Say Yay. İstanbul 2000; 25-54.

⁸ Rhine LE and Rhine JB. The Psychokinetic Effect. Journal of Parapsychology 1943;7:20-43.

kendi zarı gibi çalışır. Bir bozunum olduğunda, sonraki bozunumun ne zaman olacağı bilinemez. Ortaya çıkan gamma ışını, temelde bir foton olmasına rağmen TV'nin yaydığı fotona göre çok fazla enerji içerir (10 bin eV'a karşılık 687 bin eV). Bu ışınlar olasılık hesapları dahilinde, tünelleme ile atomdan ayrılırlar. Yarılanma ömrü ise, bir radyoaktif maddenin %50'sinin tünelleme ile kaybedilmesi zamanıdır. Bir atomun bu şekilde parçalanması çok kısa bir süre alabileceği gibi çok uzun yıllar içinde de olabilir. Sodyum-35 için milisaniye ölçülerinde olmasına karşın, iridyum-115 için $4,4 \cdot 10^{14}$ milyon yıldır. Kripton-85 içinse 10,7 yıldır.

Diğer önemli bir özellik de, radyoaktif bir maddenin tamamen kendi başına davranması ve hiçbir dış etkiye açık olmamasıdır. Parçalanma oranı dışsal etkilerle hiçbir şekilde değişmez. Schmidt'e göre, eğer PK etkisi ile saf rastlantısal süreç olan radyoaktif parçalanma üzerine etki oluşturulabilirse, bu kesin olarak PK varlığını ortaya koyar.

Schmidt makinesinin diğer parçaları, Geiger-Müller sayacına bağlantılı olan radyoaktif stronsiyum-90 içeren bir düzenekten oluşur. Geiger-Müller sayacı, parçalanma ile ortaya çıkan etkileri elektrik sinyaline çevirerek algılanabilir hale getirir. Bu sinyal "0-bozunum yok" ve "1-bozunum var" şekline veya lamba yanması, yanmaması şeklinde kişinin görebileceği hale getirilir. Bazen de gösterge düzeneği halka şeklinde sıralanmış lambalardan oluşur. Bu lambalarda yanıp sönen ışık "rastlantı yürüyüşü" yapar. "0"da ışık bir önceki lambanın gerisindeki ışığı yakarken, "1"de bir sonraki lambayı yakarak, saat yönünde hareket eder. Deneğin bu şekilde sonuçları görmesi (geri besleme) ve önceden belirlenmiş bir yöne doğru lambaları yakmayı düşünmesi istenir. Bu şekildeki düzenekte, PK etkisi oluşturmaya çalışan kişi lambaları saat yönünde ya da tersi yönde yakmaya çalışır. Bu sapma deneklerin yokluğunda kaydedilen ortalamalarla karşılaştırılır. Eğer farklılık varsa, istatistiki anlamda deneğin etki ettiği ya da PK oluşturduğu anlamına gelir.

Schmidt yaptığı deneylerinin sonucunda, kendinde böyle bir güç bulunmadığını düşünen deneklerin çok çarpıcı bir şekilde negatif etki oluşturdukları, PK yeteneği olduğunu düşünen kişilerin ise belirgin pozitif sapma (isabet sayısında artma) oluşturduğunu tespit etmiştir. Ancak, birçok kişi de deneylerde başarısız olmuştur. Belirli denekler, ortaya çıkan sonuçları şans olarak nitelendirilemeyecek kadar etkilemişlerdir.⁹ Fakat bu sonuçları olumsuz yorumlayan fizikçiler de vardır: "*Radyoaktif alfa parçacığı bozunumu gözlemcinin zihin durumu veya ilgisinden bağımsız bulunmuş ve bir etki tespit edilmemiştir*".¹⁰

1976 yılında Schmidt, "*önceden kaydedilmiş hedefler*" kullandı. Bu deneyler PK açısından geliştirilmiş en zeki deneyler olarak kabul edilirler. Deneyde ilke olarak, gözlemciye deney düzeneğinin göstergesinden bir rastlantı akışı gösterilir. Bu rastlantılar zinciri, hem denek kişinin hem de deneyi yapan kişinin bilgisi olmadan (çift-kör deney), deneye katılmayan kişiler tarafından bir rastlantı üretici tarafından üretilerek önceden kaydedilmişlerdir. Bu deneyler sonucunda, dikkate değer şekilde PK etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.¹¹ Ama nasıl olabilirdi? Akla aykırı bu zor deney koşullarına karşı, psi etkisi önceden kaydedilmiş veriler üzerinde de ortaya çıkmıştı. Bu zamana göre, geriye doğru bir PK olup olmadığı sorusunu da beraberinde getirmektedir. Ya da sezgisel ve öngörü yoluyla önceden kaydedilmiş verilere kişiler ulaşmıştı ve doğru tahmin, PK etkisi olarak görülmüştü.

Princeton Deneyleri

Princeton Üniversitesi'nde fizikçi Robert Jahn ve Brenda Dunne denetiminde, Helmut Schmidt'in radyoaktif rastlantı üreticinden farklı oluşturulmuş bir "rastlantı üretici" kullandılar. Bu deneylerde, "gelişigüzel sayı oluşturma" testleri yapılmıştır.

Denek kişiler, rastlantı üreticiyi önce "+" yönde, sonra da "-" yönde saptırmaya çalışmışlardır. Ayrıca kontrol denekleri de kullanılarak, bu deneklerden rastlantı üreticiye etki etmemeleri istenmiştir. Bu deneyde de anlamlı bir PK etkisi ortaya çıkmıştır. Etki normallere göre çok küçük bir etki olarak görülmektedir ve "toplam etki"

⁹ Herbert N. Temel Bilinç: İnsan Bilinci ve Yeni Fizik. Ayna Yayınları, Çev:M. Andırınç, 1993; 197.

¹⁰ Hall J, Kim C, McElroy B, Shimony A. Found Phys 1977;7:759.

¹¹ von Lucadou W. Ruh ve Kaos. Kuramlar ve Modeller Arayışında Parapsikoloji.Çev:V.Atayman. Say Yayınları, İstanbul 2000; 134.

denilen, hem “+” yönde hem de “-” yönde olan sapmaların toplanmasıdır. Kontrol olarak kullanılan ve rastlantı üreticiye hiçbir etki etmemeleri istenen denekler ise ne “+” ne de “-” yönde bir sapma oluşturmamışlardır.

Sonuçta, hem seçilen denekler, hem de bütün denekler birleştirilip ortalama sonuç alındığında, şans düzeyinin çok üstünde olan sonuçlar elde ederek, Schmidt deneylerini doğrulamışlardır. Üstün derecede PK yeteneği olduğu düşünülen birkaç kişi ise, istenilen yönde çok belirgin (dört standart sapma) yüksek değerler elde ettiler.¹² Bu deneylerin sonuçları da olumsuz yönde eleştirilerek, istatistiksel yönden yanlışlıklar içerdiği öne sürülmüştür.

Metafaz Daktilo

1974’te, Metafaz daktilo kuantum-tesadüf sistemi denilen, gelişigüzel olayları önceden alınmış kodlara göre tekrar yorumlayan bir ara yüz ve insanlara anlam ifade eden bir çıktı cihazından oluşan bir düzenek yapıldı. Temelde Schmidt cihazına benzemektedir. Metafaz daktilonun merkezinde, bir radyoaktif madde olan Talyum-204 bulunuyordu (talyum beta ışınları yayarak kurşun-204’e dönüşür). Bu esnada ortaya çıkan beta ışınları bir Geiger sayacıyla belirlenir ve zaman içinde bir dizi elektronik atış üretir. Beta ışınlarının ortaya çıkışı Poisson dağılımı denilen bir eğriye çevrildi. Daha sonra İngiliz dilinde harflerin kullanım sıklığı tespit edildi. İngilizcede en çok kullanılan harf “e” harfidir ve ardından; a,o,i,d,h,n,r,s,t,u,y,c,f,g,l,m,w,b,k,p,q,x,z, şeklinde sıralanırlar.¹³ Poisson dağılım noktasına göre belirli harfler kodlandı. Dağılımın en üst noktası “e” olarak kodlandı ve diğer harflerde kullanılış sıklıklarına göre sıralandılar. Bu arada alete ekran, ses aygıtı ve bir yazıcıdan oluşan çıktı birimleri de eklendi.

PK etkisiyle metin oluşturmak için, PK konusunda yeteneği olduğunu belirten iki medyum kullanıldı. Daha sonra ayrı zamanlarda, belirli hazır kısa kelimeler verilerek, medyumların metin oluşturucuyu etkilemeye çalışması istendi. Ancak, kayda değer bir etki oluşturulamadı.¹⁴

Uzaktan İyileştirme Çalışmaları

Son yıllarda alternatif tedavi yöntemleri arasında sayılmaya başlanan “uzaktan iyileştirme” bir çeşit, uzaktan etkileme yöntemidir. Uzaktan iyileştirme, “bilinçli olarak bir kişi tarafından, başka bir kişinin fiziksel veya duygusal iyilik halinin sağlanması için yapılan girişim” olarak tanımlanır. Uzaktan iyileştirme durumlarında “duacı” denen birisi kullanılır. Duacı bazen hastanın resmine bakarak, bazen de yoğun bakımda uzaktan hastayı görerek iyi dileklerde bulunur.

Uzaktan iyileştirmenin etkisini ortaya koymak için yapılan araştırmaların tüm şekilleri ileri derecede tartışmalıdır. Bu eleştiriler içerisinde plasebo etkisi en iyi eleştiri, sahtecilik ve uydurma en kötü olanıdır.¹⁵ Yapılan uzaktan iyileştirme çalışmaları 100’den fazla olmasına karşın, randomize-plasebo (veya hastanın kör olduğu) kontrollü olan ve hakemli dergilerde yayımlanan, deneyselden ziyade insanları kapsayan klinik çalışmaların sayısı azdır. Kaliteli çalışmaların gözden geçirildiği bir makalede uzaktan iyileştirmenin etkisi değerlendirilmiş ve ilginç sonuçlara ulaşılmıştır.¹⁶

Tablo. Uzaktan iyileştirme çalışmalarının özeti.

Çalışmacı	Yöntem ve sayı	Sonuç
Joyce-Welldon (1965) ¹⁷	Psikolojik veya romatizmal hastalığı olan 48 hastaya, 6 ay boyunca, her gün 15 saat dua edildi.	Belirgin etki yok

¹² Herbert N. Temel Bilinç: İnsan Bilinci ve Yeni Fizik. Ayna Yayınları, Çev: M. Andırınç, 1993; 198.

¹³ Gamow G. 1-2-3 Sonsuz. Evrim yay. Çev: C. Kapkın, 1995;205-206.

¹⁴ Herbert N. Temel Bilinç: İnsan Bilinci ve Yeni Fizik. Ayna Yayınları, Çev: M. Andırınç, 1993; 207-209.

¹⁵ Roggla G, Fortunat S. Is there enough rationale in randomised controlled trials on distant healing? Wien Klin Wochenschr. 2003 Sep 15;115(15-16):607

¹⁶ Astin JA, Harkness E, Ernst E. The efficacy of “Distant Healing”: A Systematic Review of randomised Trials. Ann Intern Med 2000;132:903-910.

¹⁷ Joyce CR, Welldon RM. The objective efficacy of prayer: a double-blind clinical trial. J Chronic Dis 1965;18:367-77.

Collipp (1969) ¹⁸	Lösemili 18 çocuk için 15 ay boyunca günlük dua edildi.	Dua edilen grupta daha az ölüm oranı. Ancak, istatistiki anlamlı etki yok
Byrd (1988) ¹⁹	Kalp krizi nedeni ile hastaneye yatan 393 hasta çalışmaya alındı. Hastaneden taburcu edilene kadar, hasta başına 3-7 kez dua yapıldı.	Dua edilen grupta daha az solunum cihazı desteği, antibiyotik ihtiyacı veya daha az idrar söktürücü ilaç ihtiyacı
Sicher (1998) ²⁰	ileri AIDS hastalığı olan 40 hasta için 10 hafta boyunca dua edildi.	6 ay sonra daha az enfeksiyon, doktor ziyareti, daha az hastaneye yatma, yatanlarda ise daha kısa hastanede kalma süresi, duyuğ duruğunda daha belirgin iyi hissetme.
Walker (1997) ²¹	Alkol bağımlılığı nedeni ile tedavi edilen 40 hasta için, 6 ay süre ile dua edildi.	Belirgin etki yok
Harris (1999) ²²	Kalp krizi geçiren ve yoğun bakımda yatan 999 hasta için, 28 gün boyunca dua edildi.	Belirgin yarar var, ancak hastanede kalma süresi değışmedi.
Harkness (2000) ²³	Deri yaralanması olan 84 hasta, plasebo ve tedavi grubuna ayrıldı. Altı hafta süre ile 10 deneyimli iyileştirici plasebo grubu dışındakilere dua etti.	Belirgin bir etki yok
Ebnetter (2002)	14 diyabet hastası için, deneyimli beş kişi tarafından, 4 ardışık hafta dua edildi.	Dua döneminde kanda fruktozamin seviyelerinde düşme, dua sonrası yükselme ve kısmen daha iyi kan şekeri kontrolü

Uzaktan iyileştirme çalışmalarından çıkan genel sonuçlar şunlardır: 1. Bu aşmada kesin bir etki ortaya konulmamıştır, 2. Genellikle, pozitif sonuç/olumlu dua etkisi bulunan çalışmaların yayımlanmasına bir eğilim vardır, 3. Yapılan bilimsel çalışmalar; plasebo kontrollü-randomize olarak gruplandırıldığında ve çalışmalar kalitelerine göre değerlendirildiğinde, daha kaliteli ve planlı çalışmalarda, tedavi edici etkinin daha az olduğu görülmektedir, 4. Genel olarak, uzaktan iyileştirme çalışmalarına bakıldığında %57 olumlu-pozitif bir etki ortaya çıkmaktadır, 5. Uzaktan iyileştirmeye karşın, dışarıdan dokunmadan, bir nevi 3-5 cm'den "el gezdirilerek" yapılan iyileştirme çalışmaları da vardır ve olumlu etki benzer olarak %63'tür.

Sorun nerede?

1. Tekrar sorunu

Bilimde, bir olgu çeşitli araştırmalarda tekrar tekrar gösterilmedikçe doğrulanmış kabul edilmez. Dolayısıyla, parapsikolojiye yöneltilen en önemli eleştiri, başka araştırmacılarla ortaya konulabilecek önemli bir psi kanıtı bulunamamasıdır. Bu soruya yanıtı parapsikoloji, meta analiz tekniğiyle verdi. Bu istatistik tekniği, belirli bir olguyla ilişkili birikmiş araştırmaları tek bir deney olarak, her araştırmayı ise tek bir gözlem olarak değerlendirir. Böylece, pozitif yönde sonuçlar sağlayan her bir araştırma göz ardı edilecek yerde, olgunun geçerliliğine ve güvenilirliğine katkıda bulunur. 1989 yılında *Foundations of Physics* dergisinde Dean Radin ve Roger Nelson'un kaleme aldıkları bir meta analizde, 1959-1987 arası yapılan 597 PK deneyi değerlendirilmiş ve deneylerin

¹⁸ Collipp PJ. The efficacy of prayer: a triple-blind study. *Med Times* 1969;97:201-4.

¹⁹ Byrd RC. Positive therapeutic effects of intercessory prayer in a coronary care unit population. *South Med J* 1988;81:826-9.

²⁰ Sicher F, Targ E, Moore D 2d, Smith HS. A randomized double-blind study of the effect of distant healing in a population with advanced AIDS. Report of a small scale study. *West J Med* 1998;169:356-63.

²¹ Walker SR, Tonigan JS, Miller WR, Corner S, Kahlich L. Intercessory prayer in the treatment of alcohol abuse and dependence: a pilot investigation. *Altern Ther Health Med* 1997;3:79-86.

²² Harris WS, Gowda M, Kolb JW, Strychacz CP, Vacek JL, Jones PG, et al. A randomized, controlled trial of the effects of remote, intercessory prayer on outcomes in patients admitted to the coronary care unit. *Arch Intern Med* 1999;159:2273-8.

²³ Harkness EF, Abbot NC, Ernst E. A randomized trial of distant healing for skin warts. *Am J Med* 2000;108:448-52.

bilimsel açıdan eksiksiz yapıldığı iddia edilmiştir.²⁴ Radin ve Nelson, ortalama büyüklüğü %0,02 olan bir PK etkisinin var olduğunu ve bunun olumsuz deneyler veya yetersiz deney tasarımı ile açıklanamayacağını öne sürdüler. Özellikle, Princeton deneylerinde, bütün deneklerden elde edilen sonuçlardan ulaşılan PK etkisinin, şans sonucu ortaya çıkma ihtimalinin milyonda bir olduğunu öne sürdüler.

2. Yetersiz denetim

Parapsikolojik araştırmalara yapılan ikinci eleştiri, deneylerin her zaman değilse de sıklıkla yetersiz denetim ve koruma koşullarında yapılmasıdır. Yöntemsel yetersizlikler tüm bilimlerin en önemli sorunudur. Ancak, parapsikolojinin tarihi, eleştirisel olarak incelendiğinde çöken sonuçlarla doludur. Parapsikolojiye yöneltilen eleştiri, yetersiz bir biçimde denetlenen araştırmaların genellikle olumlu sonuçlar verdiği, ancak daha iyi denetim ve koruma sağlanır sağlanmaz bu sonuçların ortadan kalktığıdır. Bir deneyde kusur tespit edildiğinde, bu deneyin pozitif bir sonucun ortaya çıkmasına katkıda bulunmadığını öne sürmek ikna edici olmaz. Tek çare, deneyi doğru koşullarda tekrarlamaktır.

3. Dosyalama sorunu

Yapılan deneylerde gerçek bir etki olmasa bile, rastlantısal olarak pozitif bir sonuç elde etme ihtimal dâhilindedir. Bu pozitif sonuç, daha önemli ve ilgi çekici olacağından bilim dünyasına ulaştırılmak için yayımlanacaktır. Ancak, beklenen sonuçlar elde edilmediğinde bunlar yayımlanmayacaktır. Dolayısıyla bu konuda araştırma yapan insanlar negatif sonuçlar veren araştırmalardan habersiz kalacaktır. Bilinen araştırmaların veri tabanları, pozitif araştırmaları yayımlama yönelik ciddi bir eğilim taşır. Bu, bilimin her alanında geçerlidir ve buna bilim dünyasında dosyalama sorunu denir. Bu sorunu çözmek gerçekten zordur. Çünkü “bilinmeyen”, dergilere yayımlanması için gönderilmeyen veya gönderildiği halde negatif sonuçları olduğundan yayımlanmayan araştırmaların ne kadarının dosyalar halinde terk edildiğini bilmek olanaksızdır. Bu durum kabaca şuna benzer, lotoda kazanacağını söyledikten sonra kazanan kişi basında öne çıkarılır. Benzer önsezilere kapılıp da kazanamayan binlerce kişinin durumu bilinmez ve bunlar dosyalarda kalır.

Sonuç

Toplumsal düşüncede psi bulguları kişisel deneyimler ve anekdotlardan ibarettir. Bu türden bulgular bilim açısından ikna edici değildir. Deneylere toplu halde bakıldığında, hepsini karşılaştırıp ortak bir sonuca varmak zordur. Biliminsanlarının çoğu, olağandışı iddiaların olağandışı kanıtlar gerektirdiğine inanır. Olağandışılık ise bir *derece* sorunudur. Düşünce iletişimi ya da aktarımı (telepati) çoğumuza psikokineziden daha az olağandışı görünür, çünkü uzaklıklar arası bilgi iletişimi bize daha bildik gelir. Televizyonun görüntüleri odamıza nasıl getirdiğini bilmesek de, bunun gerçekliğine inanırız.

Her ne olursa olsun parapsikoloji üzerine yapılan çalışmalar, bilim felsefesi, zihin felsefesi ve bilincin doğasının anlaşılmasına yardım edecektir ve yaşadığımız çevre ile ilişkimizi ortaya koyacaktır. Belki de evrene bakış açımızı değiştirecektir. Ancak, öncelikle bu çalışmaların hobi çalışmacıların elinden alınıp, bilimsel zemin içine konması gerekir.

²⁴ Radin D ve Nelson R. Evidence for consciousness-related anomalies in random physical systems. Foundations of Physics 1989;19:1499-1514.

Biyolojik Yapılarda Kuantum Mekaniksel Olaylar

Biyolojik canlı varlıklar göz önüne alındığında, şöyle bir sıralama daima göze çarpar; Biyoloji→ organizma→ organlar→ dokular→ biyokimya→ fizik→ klasik mekanik + kuantum mekaniği. Görüleceği üzere, daha alt yapılara indirgenmenin olduğu, temelde bunun moleküller ve atom gibi parçacıklar düzeyine kadar ulaştırılabileceği anlaşılır. Fiziko-kimyasal düzeye inildiğinde, canlılarda birçok kuantum mekaniksel olayların gerçekleştiği görülebilir ve bunlar neredeyse sıradan reaksiyonlardır.

Biyolojik yapılarda sadece kuantum mekaniğine özgü olan tünellemenin olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir.¹ Protein işlevlerinde bazı aminoasitler arasında sıklıkla elektron (veya proton) aktarımının yapıldığı tespit edilmiştir. Geleneksel bakış açısına göre, proteinlerde elektron tünelleme olması için mesafenin 1 nm altında olması gerekir. Bu genellikle iyonik serbest ortamlar içindir ve proteinler ortamdaki tünellemeyi kolaylaştırabilir ve 2 nm veya daha uzağa tünellemeye fırsat verirler. Örneğin, Sınıf-I ribonükleaz redüktaz enzimi, 3,5 nm uzaklıktan tirozin aminoasitinden sisteine elektron veya proton aktarımı yapar.² Protein içindeki triptofan aminoasidinden de DNA'ya elektron aktarımı gösterilmiştir.^{3,4,5} Aminoasitlerden triptofan ve tirozin, ileri derecede polarize halkasal yapıları nedeni ile elektron aktarımı için depo görevi görürler. Aromatik aminoasitlerden tirozin, triptofan, fenilalanin ve histidin halkasal yapılara sahiptirler ve elektronları mobildir. Hücrelerde yer alan mikrotübüllerin çevresinde ve zarlarda, triptofandan diğer aminoasitlere foton aktarımı yapıldığı gösterilmiştir.

Biyolojik ya da canlılarda en tipik elektron taşıyıcılarından biri sitokromlardır. "HEM" denilen bir çekirdekten oluşurlar. HEM'in merkezinde 2. yükseltgenme derecesinden 3. dereceye geçebilen bir demir atomu bulunur ve bu atom, her derece değişiminde bir elektron aktarımı yapar.⁶ Bu yapının çevresinde doğrudan işlem görmeyen bir aminoasit zinciri bulunur. Aslında bu zincir, elektron aktarımında seçimsel özellikler kazandırır ve "solunum zinciri" denen yapıya katılır. Solunum zincirine, elektron iletim sistemi dendiğini de burada hatırlatmak gerekir. Aerobik (oksijenli) solunumun elektron taşıyıcı zincirinde beş özel sitokrom olduğu bilinir, bunlar; sitokrom b, c1, c, a ve a3 dür. Elektron taşınmasının sırası bu düzende olur. Sitokrom a + a3 sitokrom oksidaz enzimini yaparlar. Sitokrom oksidaz enzimi elektron taşıyıcı zincirin son elemanıdır. Sadece sitokrom oksidaz moleküler oksijenle reaksiyona girebilir ve elektronların oksijene taşınmasıyla yeniden oksitlenir. Özellikle enzimin sitokrom a3 elemanı elektronları doğrudan moleküler oksijene taşır. Sitokromların elektron taşınmasında yapılarında bulunan demirin oksitlenmiş ve indirgenmiş şekle dönüşümünde rol oynar.

¹ Wan C, Fiebig T et al., Femtosecond Dynamics of DNA-Mediated Electron Transfer. PNAS 1999; 96:6014

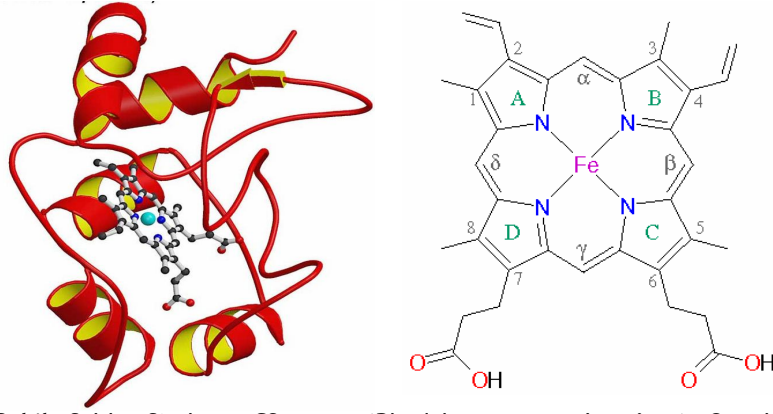
² Kelley SO and Barton JK. Electron Transfer Between Bases in Double Helical DNA. Science 1999;283: 375.

³ DeVault D. Nature 1967;215:642

⁴ Rajski SR, Kumar S, Roberts RJ, Barton JK. Protein-Modulated DNA Electron Transfer. J Am Chem Soc 1999;121:5615.

⁵ Barton JK et al., DNA-Mediated Electron Transfer: Chemistry at a Distance. Pure and Applied Chemistry 1998;70:873.

⁶ Miyashita O, Okamura MY, Onuchic YN. Long-Range Electron Transfer Special Feature: Interprotein electron transfer from cytochrome c₂ to photosynthetic reaction center: Tunneling across an aqueous interface. PNAS 2005;102:3558



Şekil. Solda; Sitokrom C2 yapısı (*Rhodobacter capsulatus*'tan). Ortada demir çekirdek ve etrafında Hem halkası görülmektedir. Etrafını saran aminoasit halkası görülmektedir. Sağda; ortadaki HEM halkasının açık gösterimi.

Gelişmiş canlılar glikoz ($C_6H_{12}O_6$) gibi molekülleri parçalarlar. Parçalamadan elde edilen kimyasal enerji başka hücrel tepkimelerde kullanılır. Bu yolla 180 gr glikozun karbondioksite dönüşmesi, 2800 kJ (kJ) üretir. Bu aslında korkunç bir enerjidir. Bir anda böyle bir enerji açığa çıksa, 10 litre suyu ya da sizin bedeninizi 67 santigrat dereceye kadar ısıtabilir. İyi ki bu enerji 60 kJ'luk birimler halinde açığa çıkar ve ATP oluşumunda kullanılır. Oluşan ATP, ADP'ye parçalanırken/dönüşürken her seferinde 34.5 kJ enerji verir. Buna karşın hücreler bu enerjiyi entropiye karşı koymak (kendi içsel dengelerini sağlamak) için kullanırlar.

$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow$ glikoz + $6O_2$ reaksiyonu ise bitkilerde oluşur ve 2800 kJ/mol enerji gerektirir. Bu enerji de Güneş'imizden alınan fotonlardan, $E=h.v$ dönüşümü ile elde edilir. Fotosentez denilen bu olay bitkilerde olur ve hayvanların yediği bitkilerle de enerji aktarımı olur. Döngü basittir; Güneşte nükleer füzyon \rightarrow foton/ışık \rightarrow enerji aktarımı ($E=h.v$) \rightarrow fotosentez \rightarrow bitkilerde büyüme ve şeker üretimi \rightarrow hayvan ve insan beslenmesi.

Fotokimyasal Tepkimeler

İnsan bedeninde ve bazı canlılarda kuantum mekaniksel terimlerle açıklanabilen fotokimyasal reaksiyonlar gerçekleşir. Fotokimya, ışığın soğurulması ile - emilme - oluşan kimyasal reaksiyonlarla ilgilenir. Bu süreç, molekülleri "uyarılmış" duruma, yani normalden daha yüksek enerjili duruma getirir. Uyarılan molekül, genelde enerjisini dış ortama ısı veya ışık olarak yayar. Işık florışı (fluoresans) veya fosforışı (fosforesans) şeklinde olur. Bazen de ışık, ısı etkisi ile oluşamayacak kimyasal dönüşümlere imkân verir.

Foton temel bir parçacıktır ve yükü yoktur, kendiliğinden bozunuma uğramaz. Fotonlar dalga boyu ve frekansları ile ilişkili enerji taşırlar:

$$E = hv = \hbar\omega = \frac{hc}{\lambda}$$

Burada h Planck sabiti, c ışığın boşluktaki hızı, λ dalga boyu, ω açısal frekanstır. Yine fotonun bir momentumu da vardır:

$$P = \frac{E}{c} = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Bu özelliklere sahip fotonlar, bir moleküle çarptığında, şartlar uygun ise yapısal değişikliğe neden olabilirler. Bir molekül genelde bir fotonu emerek, enerjisini alır ve uyarılmış duruma geçer. Uyarılmış yeni durumda, molekülün şekli ve elektronlarının dağılımı değişebilir. Fotokimyasal uyarımlar, ısı ile oluşan uyarımlara göre daha düşük enerjilerde gerçekleşirler. Örneğin, 500 nm'lik dalga boyunda bir foton (kırmızı ışık) 2,5 eV'luk (elektron volt) bir enerji doğururken, aynı sonucu ısı ile elde etmek için 20-30 bin derece sıcaklık gerekir.

Bir molekülün foton soğurması için, ışımadaki dalga boyunun bir soğurma bölgesine gelmesi zorunludur. Böyle bir durumda molekül, kuantum mekaniğindeki

temel bir denklemlle ilişkili olarak enerji dönüşümü gösterir; $\Delta E=hc/\lambda$ denkleminde göre ΔE 'lik bir enerji kazanır (Δ , enerji değişimini gösterir. c , ışık hızı; λ , dalgaboyu; h , Planck sabitidir). Bu denkleme göre morötesi ve gamma bölgesindeki ışınlar daha yüksek enerjilidirler.

Tablo. Farklı dalgaboyundaki ışınlar ve enerjileri		
Işık Tipi	Dalgaboyu (cm)	Foton enerjisi (eV)
Radyo (VHF'ye kadar)	>10	<0.00001
Mikrodalga	0,01-10	0,00001-0,01
Kızıl ötesi	0,0001-0,01	0,01-1
Görünür ışık	$2 \cdot 10^{-5}$ ile 10^{-4}	1-6
Morötesi	10^{-7} ile $2 \cdot 10^{-5}$	6-1000
x-ışınları	10^{-9} - 10^{-7}	1000-10.000
γ -ışınları	$<10^{-9}$	100.000

1 eV=1,602 17653(14)•10⁻¹⁹ Joule denktir. eV, E=mc² denkleminde kütleye de çevrilebilir. Sonuçta 1 eV/c²=1,783•10⁻³⁶ kg'a denk gelir.

Fotokimyasal bir olay, elektron hareketi ile ilgili olduğundan çok kısa sürer. Süresi 10-15 saniye olan ışığı soğurma süresi boyunca elektronların yapısında yeni bir düzenleme gerçekleşir ve molekülleri oluşturan atom çekirdekleri sabit kalır. Değişik fotokimyasal reaksiyonlar olmasına karşın burada ele alınacak olanlar şunlardır:

1. Görme (fotoizomerleşme)
2. Fotosentez
3. Ateş böceğinde kimyasal ışıldaama
4. Bilirubin ve Porfirin ışık reaksiyonları
5. Bronzlaşma, deride melanin sentezi ve vitamin-D üretimi
6. şığa bağlı DNA kırılmaları

Görme

Canlılardaki görme tam olarak fotokimyasal bir olaydır ve en bunun iyi örneğidir. Görme, göz küresi içini kaplayan retina denilen bölgede başlar. Retina, sinirsel retina ve pigment epitelinden oluşan iki tabakalı bir yapıdır. Sinirsel retina, ışık algılayıcıları olan fotoreseptörler (ışığa duyarlı alıcılar) aracılığı ile ışığı hisseder. Fotoreseptörler foton enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Bir araya gelen retina hücreleri ışıkla ilgili bilgilerin ilk işleme tabi tutulduğu yerdir. Fotoreseptörler çomaklar ve koniler olmak üzere iki gruba ayrılır. Genel olarak birbirlerine benzerler ve dış kısımlarında gerçekleşen kimyasal dönüşümlerle fotonları elektrik sinyallerine çevirirler. Retinada yer alan kimyasal maddelerin yapısal şekli fotonların etkisi ile değişir (izomerleşme). Bu değişiklik hücrede bir dizi metabolik olayı uyararak foton enerjisi elektrik akımına dönüştürür ve beyne ulaşan elektriksel akımlar ile görme sağlanır.

Işık etkisinin olduğu yer gözde retinadır. Retina göz küresinin iç kısmının %72'sini kaplayan 0,5 mm kalınlığında bir tabakadır. Bu tabaka ışığa duyarlı hücrelerin üst üste dizilmesinden oluşur. Retinada toplam 125 milyon ışığa duyarlı alıcı hücre bulunur, bunlar, görme sinirini oluşturan 1 milyon uzantı ile beynin ilgili alanlarına ulaşırlar.⁷ Işık retinanın iç tabakalarından geçer ve ardından en derin tabakadaki ışığa duyarlı hücrelere ulaşır. Sonra bir dizi kimyasal basamakla görme sağlanır.

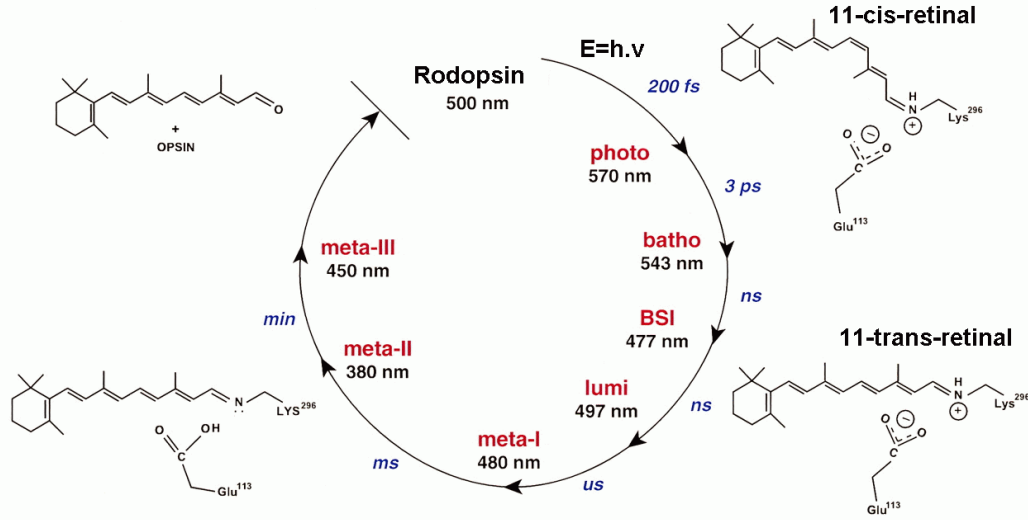
Çomaklar biyolojik yapıdaki hücrelerdir ve protein, lipid, karbonhidrat, sudan oluşurlar. Çomakların içleri rodopsinle doludur ve zarsal disk kümelerini içeren silindirik yapılardır. Genişlikleri 6,0-6,5 nm'dir.⁸ Gece baktığımız sönük bir yıldız ışığı (10^{-2} foton $\mu\text{m}^{-2}\text{san}^{-1}$) ile gündüz baktığımız parlak Güneşimizin ışığı (10^8 foton $\mu\text{m}^{-2}\text{san}^{-1}$) aralığında görmeyi sağlarlar. Işığın fotonlarının rodopsine çarpması transdüsion denilen bir G-proteini ile birlikte fosfodiesteraz adlı enzimi uyarır. Fosfodiesteraz da siklik adenozin guanozin monofosfatın (cGMP) hücre içindeki seviyesini düşürür. Karanlıkta cGMP düzeyi yükselir. Bu, çomağın dış kısımlarında açık sodyum (Na^+) iyon kanallarından sürekli akımı sağlar ve yüksek istirahat potansiyeli oluşturur. cGMP seviyesi düştüğünde ya da kalsiyum iyonu (Ca^{++}) arttığı zaman Na^+ kanalları kapanır. Bu açılıp kapanmalar

⁷ Stryer L. Vision: From photon to perception. PNAS 1996;93:557-559

⁸ Hargrave PA and McDowell JH. Rhodopsin and phototransduction. International Review of Cytology 1992;137B:49-97.

sırasında, oluşan iyon değişiklikleri ile elektrik akımı doğar. Fotonla uyarılan rodopsinin her bir izomerizasyonunda 10^5 katyonun (pozitif yüklü iyonun) hücreye girmesi engellenir.⁹ Sinir hücreleri aracılığı ile elektriksel akımlar beyne ulaştırılır.

Koniler ise renkli görmeyi sağlarlar ve zamansal-uzaysal çözünürlükleri fazladır. Soğurdukları ışığın dalgaboyuna göre üç tip koni vardır. S koniler kısa, M'ler orta ve L'ler uzun dalgaboyundaki ışığı soğururlar. Bu üç tip sırası ile mavi, yeşil ve kırmızıyı soğurur. Diğer bir ifade ile bu üç tip koninin en yüksek düzeyde uyarıldıkları ışığın dalga boyları farklıdır. Bu renk pigmentleri genlerle kodlanır ve yeşil-kırmızıyı soğuran proteinler X kromozomu üzerinde kodlanırlar. Kırmızı ise bir otozom kromozomu üzerinde kodlanır. Her üç tipte de *11-cis-retinal* bulunur. Işığın soğurulmasından sonra, *11-cis-retinal*'in *11-trans-retinal*'e dönmesi 200 femtosaniyelik bir olaydır ve bu bilinen en hızlı fotokimyasal reaksiyonlardandır. Yüksek parlak ışıkta, bu biyolojik mekanizmaların geri dönebilmesi için 2-5 saniye kadar süren toparlanma dönemine gerek duyulur.



Şekil. Işığa bağlı gelişen *11-cis-retinal*den *11-trans-retinal*e izomerizasyon ile dönüşüm. Kuantum mekaniksel $E=h\nu$ ile başlayan reaksiyon, 200 femto (fs) saniye sürer. Daha sonraki adımların süresi pikosaniye (ps), nanosaniye (ns), mikrosaniye (μ s), milisaniye (ms) ve dakika (min) olarak gösterilmiştir. Rodopsin 500 nm dalgaboyuna duyarlıyken, dönüşen kimyasallar farklı dalgaboylarına duyarlıdır. Meta: metarodopsin, bathorhodopsin (batho), lumirhodopsin (lumi), blue-shifted intermediate (BSI).

Tek Foton Algılanabilir mi?

Tüm makinelerde ve biyolojik yapılarda, herhangi bir uyarın olmadan değişik nedenlerle, zemin gürültüsü denilen anormal, ama düşük genlikli çıktılar oluşur. Gürültü, birçok aletin sorunudur ve retinadaki çomaklar da bunun dışında değildir. İnsanda ve gözde de hiçbir foton uyarımı gelmeden, ısı nedeni ile kimyasal değişiklikler oluşur ve sanki foton uyarısı varmış gibi yanıtlar gözlenir. Karanlıktaki zemin gürültüsü, herhangi bir uyarın olmadan, istirahat halinde, yapıdaki dalgalanmalar ve çevresel nedenlerle ortaya çıkan parazitler olarak düşünülebilir. Özellikle ısıya bağlı (foton ile değil) *11-cis-retinal* izomerizasyonu (yani atom sayısı ve kimyasal formülü değişmeden uzaysal şeklinde değişme) gösterilmiştir. Bu çok nadirdir ve gözde 420-470 yılda (bazı çalışmalara göre 2000) bir kez olabileceği hesaplanmıştır.¹⁰ Koniler, çomaklara göre daha istirahat durumunda gürültülüdürler. Kendiliğinden ısıya bağlı izomerizasyon oranı ve ihtimali çok az olduğundan, ısıya karşı dayanıklılığın çok fazla olduğu söylenebilir. Böylece, birçok molekül hücrede bozunmadan paketlenmiş kalır ve ışığı yakalama

⁹ Baylor D. How photons start vision. PNAS USA 1996;93:560-565.

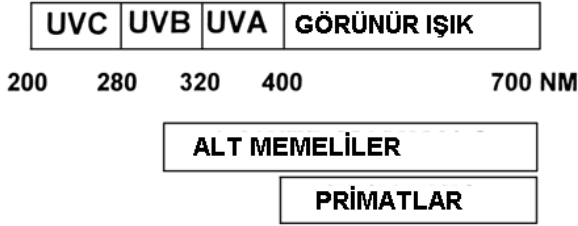
¹⁰ Baylor DA. Photoreceptor signals and vision. Proctor lecture. Invest Ophthalmol Vis Sci 1987;28:34-49

yeteneği artar. Tek fotonun etkisinin ısının neden olduğu zaman gürültüsü ile karışma ihtimali azalır.¹¹

Çomaklar karanlıkta görmeyi sağlar ve karanlığa uyum sağlamış birisinin 5-7 fotonu seçebileceği tespit edilmiştir.¹² Bazı araştırmacılar ise, insanlarda ışığı seçme eşiğinin 2 foton olduğunu öne sürmüştür.¹³ Semender gözünden alınan ve yapay ortamda desteklenen tek bir çomağın, belli olasılıklar dahilinde, tek fotona yanıt verdiği gösterilmiştir.¹⁴ Bazı çalışmacılar da, beyin 1, 2 ve 3 fotonu ayırabileceğini öne sürmüştür.¹⁵ Tek fotona verilen yanıt konilerde çomaklara göre 10-100 kat daha zayıf ve kısa sürelidir. Tek fotonun tek çomak üzerine etkisi ile 10^7 katyonun hücre içine girişini engellediği gösterilmiştir.¹⁶

Fotonlara Bağlı Beyin-Beden Kimyası Değişimleri

Göze gelen foton enerjisinin bir kısmı görme yolları ile görme beyin kabuğuna giderken, bir kısmı da hipotalamustaki supra-kiazmatik çekirdeğe gider. Bu bölge içsel saatimizi ayarlamamızı sağlar. Bu içsel ayarlama vücut ısısı, üreme döngüsü, beslenme, duygudurum, uyku-uyanıklık döngüsünü içerir. Bütün bu döngüler beyindeki bazı alanlarda kimyasal maddelerin miktarında değişimlerle birlikte gösterir. Özellikle büyüme hormonu, tiroit uyarıcı hormon, prolaktin, kortizon ve melatonin düzeyi değişir. Bu değişiklikler görünür ışık ile oluşur. Retinaya ulaşan fotonlar, kimyasal dönüşümler ardından sinir ileticisi dopamin, serotonin ve GABA salınımında artışa neden olur, ama melatonin baskılar. Fotonla uyarılan, serotonin melatonin çeviren N-asetiltransferaz enzimi çalışamaz duruma getirilir. Serotonin ve dopaminin insan davranışları üzerinde birçok etkisi vardır. Işık azalması ile melatonin, nor-epinefrin ve asetilkolin salınımında artış olur.



Şekil. İnsan (görünür ışık), alt memeliler ve primatlarda algılanan ışık dalgaboyları. Kısaltmalar: NM: nanometre, UV: ultraviyole C, B, A. Yeni Dünya maymunları biri uzun dalgaboyu diğeri de mavi olmak üzere iki koni pigmentine sahipken, Eski Dünya primatları mavi, yeşil ve kırmızı koni pigmentlerine sahiptir.

Alt hayvanlarda, UV-A, UV-B ve görünür ışık, hayvanların lens ve kornealarından rahatlıkla geçebildiğinden filtre edilmez. İnsanları da içeren primatlarda, kornea 295 nm altındaki dalgaboylarının geçişine izin vermez. Lens ise 295-400 nm ışığı filtreler. Böylece insanlar sadece 400-700 nm aralığındaki ışığı görürler. Yaş artışı ile beraber insanlarda gözün filtreleme özellikleri değişir. Çocuklarda retinaya 320 nm ulaşırken (bunun ne yararı olduğunu bilemiyoruz), ergenlikte bu UV ışını filtre edilir. Yaşlılarda mavi ışığın çoğunun retinaya ulaşması engellenir (400-450 nm). Bu muhtemelen, yaşla azalan savunma düzenekleri nedeni ile (glutatyon, antioksidanlar) ışığa bağlı gelişebilecek retina zedelenmesini engellemek içindir.

Derimize gelen 400 nm üzerindeki ışınlar doğrudan derinin dış tabakalarını geçip, kanda dolaşan bağışıklık hücreleri üzerinde etki ederler. Işık→göz→beyin ve ışık→deri→kan etkisi ise salınan nörokimyasallar bağışıklık sisteminin yanıtını ve

¹¹ Burns ME, Baylor DA. Activation, deactivation, and adaptation in vertebrate photoreceptor cells. Annual Review Neuroscience 2001;24:779-805.

¹² Hecht S, Schlaer S ve Pirenne M. Energy, quanta and vision, J Gen Physiol 1942;25:819-840

¹³ van der Velden HA. The number of quanta necessary for the perception of light in the human eye. Ophthalmologica 1946;111:321-331.

¹⁴ Rieke F. Single-photon detection by rod cells of the retina. Reviews of Modern Physics 1998;70:1027-1036.

¹⁵ Sakitt B. Counting every quantum. J Physiol (London) 1972;223:131-150.

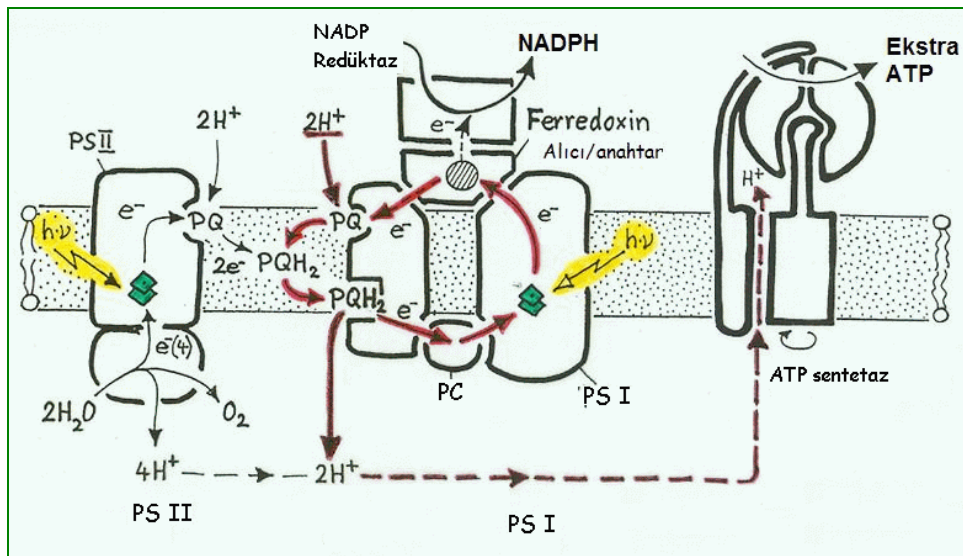
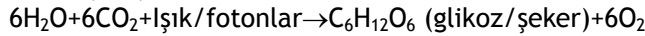
¹⁶ Menon ST ve ark. Rhodopsin: Structural Basis of Molecular Physiology. Physiol Rev 2001;81:1659-1688

davranışlarımızı değiştirir. Deri yolu ile bağışıklık sistemine etkiyi kısa dalgaboyundaki UV ışınları yapar. Görünür ışığın etkisi deri üzerinde çok zayıftır.¹⁷

UV ışınları üç kısma ayrılabilir: UV-C (200-290 nm), UV-B (290-315 nm) ve UV-A (315-400 nm). Her üçü de farklı yollarla bağışıklık sistemini baskılar. Buna bağlı alerjik dermatitler azalır, kanser oluşumuna eğilim artar. Işık doğrudan deri aracılığı ile yardımcı T4 hücrelerinin uyarılmasını engellerken, baskılayıcı T8 hücrelerini uyarır. UV ışığı (200-400 nm) T4 lenfosit sayısını azaltırken, T8 lenfositleri artırır. IL-2 ve gamma IFN düzeyleri ise kanda azalır.¹⁸

Fotosentez

Güneş'in soğurulan ışık enerjisi bitkilerde karbon indirgenmesine yol açar. Fotosentez organik molekülleri kullanarak, ışık yardımı ile besin elde etme yoludur. Bitkiler ışığı bir doğal boya maddesi olan yeşil klorofil aracılığı ile yakalar. Bitkilerde, klorofil tüm yeşil kısımlarda olmasına karşın, en fazla yapraklarda bulunur. Gerçekleşen reaksiyon basitçe şöyledir ve oluşan şeker sellüloz ya da enerji kaynağı olarak kullanılır:



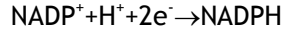
Şekil. Fotosentez basamakları. Fotosentez, ışığın bir klorofil molekülünü iyonize etmesiyle başlar. İyonize edici enerji, temel kuantum mekanik $\Delta E = hc/\lambda$ denklemine göre ΔE kadar enerji kazanır. İyonizasyon ile iki elektron salınır ve elektron transport zinciri denilen yol ile taşınır. Fotofosforilasyonda kullanılan bu elektronlar, hücrelerde enerji yakıtı olarak kullanılan ATP'yi (adenozin trifosfat) meydana getirir. Fotosistem I'de (PS I), elektronlar klorofile döner. Fotosistem II (PS II) ise daha karmaşık bir yapıdır. NADP: nikotin amid adenin dinükleotid fosfat, H⁺: hidrojen atomu, e⁻ elektron.

Fotosentez, belli dalgaboyundaki ışıktan yararlanılarak yapılır. Bitkilerde fotosentez için iki ayrı sistem vardır. Fotosentezde genelde 680-700 nm dalgaboylarındaki ışık kullanılır. Fotosentez, ışığın foton enerjisi ile bir klorofil molekülünü iyonize etmesiyle başlar. İyonize edici enerji, temel kuantum mekanik denklemine göre olur $\Delta E = hc/\lambda$ ve buna göre ΔE 'lik bir enerji kazanır. İyonizasyonla iki elektron salınır ve elektron transport zinciri denilen yol ile taşınır. Fotofosforilasyonda kullanılan bu elektronlar, hücrelerde enerji yakıtı olarak kullanılan ATP'yi (adenozin trifosfat) meydana getirmede kullanılır. Fotosistem I'de, elektronlar klorofile döner. Fotosistem II ise daha karmaşık bir yapıdır, 17 polipeptitten ve 45 binin üzerinde atomdan oluşur.¹⁹ Işık aşağıdaki reaksiyona neden olur:

¹⁷ Roberts JE. Light and Immunomodulation. ANAS 2000;917:435-445

¹⁸ Roberts, JE. Visible light induced changes in the immune response through an eye-brain mechanism (Photoneuroimmunology). J Photochem Photobiol B, Biology 1995;29:3-15

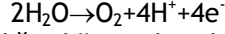
¹⁹ Jordan et al. 3D Structure of Cyanobacterial Photosystem I. Nature 2001; 411:896



NADP: nikotin amid adenin dinükleotid fosfat

H: hidrojen atomu

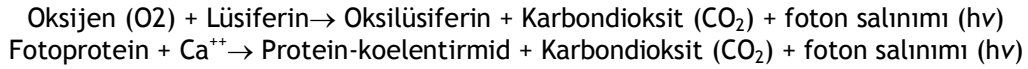
NADPH, hücredeki esas indirgenmiş ajandır ve çok önemli bir enzim yardımcısıdır (koenzim). Diğer reaksiyonlar için elektron kaynağı olarak kullanılır. Bitkilerde ve yosunlarda, elektronların yokluğunda sudan yararlanılarak da elektronlar elde edilebilir ve üstelik ortama oksijen salınır:



Oluşan elektronlar da diğer hücrel reaksiyonlarda kullanılır.

Ateşböceği ve Biyolojik Işıldama

Ateşböcekleri, bazı derin deniz balıkları, planktonlar ve mantarlar ışık yayar. Bu kimyasal ışıldama ile olur. Ateşböceği, *Lampyridae* (ateşböcekleri) familyasını oluşturan bahar ve yaz aylarında geceleri uçarken yanıp sönen ışıkları ile tanınan kınkanatlılar takımındandır. Erkekleri kanatlı iken, dişileri kanatsız olup larvalarına benzerler. Bazı çeşitlerinde erkek, dişi ve larvalar da ışık üretir. Bu özelliklerinden dolayı, dişilere ve larvalara *yıldız kurdu* adı verilir. Her türün kendisine özgü sinyal şifresi vardır. Işık üretim organları karın bölümünün son kısmında bulunur. Saydam bir kütüküla tabakası ile örtülüdür. İç kısmı fotojenik hücreler ve otomobil farları gibi ışığı yansıtıcı bir tabakadan oluşur. Işık organında üretilen yağa benzer lüsiferin maddesi *lüsiferinaz* enziminin yardımı ile kademeli olarak oksijenle yakılır. Bu kimyasal olayda ışık ya da foton salınımı olur. Havadaki oksijeninin kontrollü tüketimine bağlı olarak ışık zaman zaman yanıp söner. Bu yanıp sönmeler eşlerin birbiriyle haberleşmesini sağlar. Ateşböceğinin ürettiği ışık, yavaş yavaş meydana gelen oksitlenme sonucu kimyasal enerjinin ışığa dönüşmesidir. Çıkan ışık tamamen soğuktur. Isı kaybı yoktur. Bu reaksiyonlardaki kimyasal enerjiden ışık-foton oluşturulur. Genellikle soğuk kimyasal reaksiyonlardır ve şu şekilde gerçekleşirler:



Bu tepkimenin kuantum verimi (kimyasal tepkimeye giren ışık başına yayımlanan foton sayısı) hem doğada hem de insan yapımı yapay durumlardan çok üstündür.²⁰ Kuantum verimi % 88 olarak hesaplanmıştır.

Foton ve DNA Kırıkları

UV ışınlarının dalgaboyları görünür ışıktan daha kısadır. Aslında UV-A ve B'nin tümü deride kollajen yıkımına ve DNA kırıklarına neden olarak kansere neden olabilirler. UV-A, karanlık ışık olarak bilinir. Daha geniş bir dalgaboyu vardır. Derinin derinliklerine, UV-B'den daha fazla geçer. UV-C ise en yüksek enerjili UV ışığıdır ve en tehlikelidir. Işığa bağlı DNA kırıkları en önemli olumsuz etkilerdendir. UV ışığına maruz kalan bir hücrede 2 primidin (timin bazları) arasında kovalen bağlarda kırılma olabilir. Bunun sonucunda oluşan timin dimerleri DNA'nın replikasyonunu engelleyebilir. Ancak, UV'ye özgü endonükleaz, bozuk olan dimeri tanıyıp ve fosfodiesteraz bağını kırar. Bazen de zedelenmiş DNA kısmı çıkarılır. *Xeroderma pigmentosum* adlı hastalıkta, zedelenmiş DNA'lar, genetik olarak eksik düzeltme mekanizmaları nedeniyle onarılamaz. Bunun sonucunda sık sık ışıkla tetiklenen deri kanserleri oluşur.

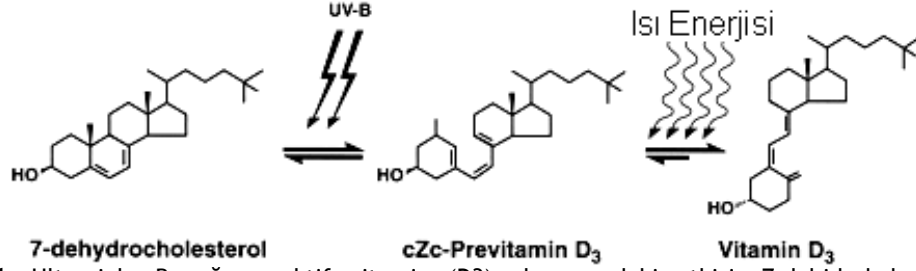
Aktif D Vitamini Oluşumu

D Vitamini yağda eriyen vitaminlerdendir. Daha çok iki şekilde bulunur. Bunlardan aktif ergosterol, kalsiferol ve D2 vitamini gibi adlarla da bilinen ergokalsiferol ışınlanmış mayalarda bulunur. Aktif 7-dehidrokolesterol ve D3 vitamini gibi adlarla da anılan

²⁰ Hastings W. Biological diversity, chemical mechanisms, and the evolutionary origins of bioluminescent systems. *Journal of Molecular Evolution* 1983;19:309-321.

kolesalsiferol ise insan derisinde güneş ışığı ile temas sonucu meydana gelir ve daha çok balık yağında ve yumurta sarısında bulunur. Isıya karşı dirençli ve pişirilmeye dayanıklıdır. 290-310 nm dalgaboyundaki UV ışığı deride vitamin-D'nin yapımına katkıda bulunur. Kolekalsiferol, UV ışığı ile deride 7-dehidrokolesterolden yapılır ve bu bedenimizdeki D vitamini üretiminin tek kaynağıdır.

Bunun yanında ışık, renksiz olan üroporfirinojen-III maddesine etki ederek onu renkli olan üroporfirin-III'e çevirir. Bunların dışında bedende birçok kuantum mekaniksel reaksiyonlar solunum zincirinde ve hücresel enerji üretimi sırasında ortaya çıkar.



Şekil. Ultraviyole B ışığının aktif vitamin (D₃) oluşumundaki etkisi. 7-dehidrokolesterolü provitamin D₃'e çevirir. Provitamin D₃ ise ısı etkisi ile aktif D₃'e dönüşür.

“İnsan beyni onu anlayabileceğimiz kadar basit olsaydı, onu anlayamayacak kadar aptal olurduk”
Jostein Gaarder - Sofinin Dünyası

“Bir insanın yeni şeyler duyduğunu fark etmesinin kolay bir şey olmadığını biliyorum. Eski sözlere o kadar alışmışızdır ki... Uzun süre önce yeni bir şeyler olabileceğini de ümit etmek ve buna inanmaktan vazgeçtik. Yeni fikirlerin mümkün ve gerekli olduğunu fark etmenin güç bir iş olduğu doğrudur ve bütün alışlageldik değerlerin yeniden değerlendirilmesi zaman gerektirir.”

Peter Ouspensky (1878-1947)

Beyinde Kuantum Mekanikliği İşler mi?

Gelişen teknoloji ve deneysel tekniklerle, özelleşmiş alt disiplinler de teorik bakış açımız ileriye doğru gitmektedir. Zaman içerisinde bilişsel psikoloji moleküler sinirbilime doğru geçiş yaptı. Günümüzde, işlevsel beyin görüntülemeleri 1 mm kadar ayrıntılı biyolojik değerlendirmeye fırsat vermektedir. Ancak, tam resmi görmek için epey zamana ihtiyacımız var görünmektedir. Sinirsel aktiviteyi hücre altı moleküler mekanizmaya ve zihnin tümünü beyne bağlayan yapıştırıcının (*glue*) ne olduğunu bilmiyoruz. Oysa fizikte, maddeyi bir arada tutan yapıştırıcıların (*gluonlar*) az çok ne olduğunu biliyoruz.

Fiziğin sinirbilime uygulanması yeni bir olay değildir. Kant, daha 1787’de, insan deneyimlerinin Newton fiziğinin belli özelliklerine benzediğini öne sürmüştü. Ancak insan deneyiminin Newtonian olmayan yönleri de vardır ve açıklayacak olan kuantum mekanikliğidir. Kant bugün yaşasaydı, elbette aynı fikirde olurdu. Daha yakın dönemde ise Hodgkin-Huxley ve Katz (1952), mürekkepbalığı sinir hücresi ana uzantısında (akson) potasyum iletimini fizik denklemleri ile tanımladılar. Bu denklemlerle sinir iletiminin elektriksel özelliklerinin yapay olarak modellenebileceği anlaşıldı. 1959’da Rall, dendritik dallanmalar kablo modelini geliştirdi. 1995 yılında doğal gerçekçi sinir ağları oluşturan GENESIS bilgisayar programı yapıldı. 1988’de ise üst kollikulustaki sinir hücrelerinden yapılan kayıtların vektör ortalamaları ile göz hareketlerinin genliği ve yönü önceden tespit edilebildi. İleri matematiksel modellerle Apostolos Georgopoulos (1986), devinimsel beyin kabuğu sinir hücrelerinden yaptıkları kayıtlamaların ortalamalarını alarak, el ve kol hareketlerini önceden tahmin edebildi.¹ Bu işlemsel sinirbiliminin (*computational neuroscience*) önemli bir aşamasıydı. Yani, fizik ve matematik biz istesek de istemesek de sinirbilim alanına el atmaktadır.

Kısa Tarihçe

Bugün için beynin biyolojik tanımı, Newton fiziği, yani klasik fizik temellidir. Ancak, biliyoruz ki, Newton fiziğinin bazı sınırlılıkları vardır. Newton fiziği, Descartes’ın evreni ikiye bölen düşüncesinin (*res cogitans*/zihin ve *res extensa*/madde) sadece *res extensa* ile ilgilendirir. Bunun yanında, nörobiyologlar, beyin ve parçalarının klasik nesnelere gibi davrandığını kabul ederler ve daha küçük seviyelere gidildiğinde ise, kuantum mekanikliği etkisini önemsemezler. Böylece, klasik fizik zihinsiz ve bilinçsiz kalır.

Kuantum mekanikliğinin 1900’lerde yükselmesi ile fiziğin içinde, maddenin yanında “başka bir şeye” de yer aranmaya başlandı ve bu aramayı yapanlar, ne yazık ki sinirbilimciler değil kuantum fizikçileri oldu. Başlangıçta kuantum fiziğinin felsefi yorumları içine giren bilinç, zaman içerisinde fizik denklemleri içine dahil edilir oldu. İnsanlardaki özgür irade düşüncesi ile çelişen klasik fiziği, rastlantısal seçimler yapan kuantum mekanikliği ile bağlantılı olabilecek bir şeyler arandı.

¹ Georgopoulos A et al., Neuronal Population Coding of Movement Direction. Science 1986.

Beyinde kuantum mekanikliğinin işleyebileceğinin ilk gerçek kaşifi biyolog Alfred Lotka'dır (1880-1949). Lotka özellikle popülasyon dinamikleri üzerinde önemli çalışmalar yapmıştır. Beyindeki kuantum mekanikliğinin yeri hakkındaki fikirlerini *Elements of Physical Biology* adlı kitabında (1924) öne sürdü. Lotka'ya göre zihin beyni, tam olarak rastlantısal düzende ortaya çıkan kuantum sıçramaları ile kontrol ediyordu.

Lotka'nın bu fikirlerinden bir yıl sonra (1925), Bose-Einstein Yoğunlaşması (BEY) teorik olarak öne sürüldü ve ancak 1995 yılında deneysel olarak başarılıydı. BEY'e göre, bütünü oluşturan birimler bazı şartlar altında eşdurumlu ve aynı olarak davranabilirler. LASER de aslında bir BEY'dir ve eşdurumlu hale geçen LASER ışığını oluşturan fotonlardır. Fotonlardan daha büyük olan atomlar da belli şartlar altında (çok düşük ısı) eşdurumlu olarak davranabilirler. Hepsi aynı davranışı sergilerler. Tıpkı bir dans topluluğu gibi hepsi hareketlerinde aynı ritme uyar. Elemanlar bireyselliklerini kaybeder. Beynin bütüncül çalışmasına benzeyen bu fiziksel sistemin, bir ölçüde beyinde de olabileceği tartışılmaya başlandı.

Tablo. Kuantum beyin teorileri, öne sürüldükleri kişiler ve tarihler

1. Sinapslarda elektron tünellemesi - Walker, 1970
2. Dendritik ağlar - Holografik beyin modeli- Pribram, 1971
3. Sinir hücresi suyu-kuantum alan düzenlenişi- Stuart, Takahashi ve Umezawa, 1978
4. Sinapslardaki mikro tünellenen yerler- Psikolar- Eccles, 1986
5. Sinir hücresi zarı Bose-Einstein Yoğunlaşması - Marshall, 1989
6. Beyin durumlarının algılanması - Lockwood, 1989
7. Sinaps öncesi kesecik salınımı -Kuantum belirsizlik- Beck/Eccles, 1992
8. Sinir hücresi proteinleri- Conrad, 1992
9. Mikrotübüller - Kuantum eşdurum - Hameroff, 1994
10. Düzenlenmiş su - Superradians - Jibu/Yasue, 1994
11. Kalsiyum iyonları - Dalga fonksiyonu çökmesi - Stapp, 1994
12. Mikrotübüller - Kuantum hesaplama/nesnel indirgenme-Penrose/Hameroff, 1995
13. Dendritik ağlar - Kuantum bellek-Yasue, 1995
14. Kuantum bilişsellik ve kuantum duyuşal girdi- Globus, 1995
15. Hücre zarı lipitleri- Kuantum girişim - Wallace, 1996
16. Hücreler arası sıkı bağlantılarda (Gap Junction) tünelleme - Hameroff, 1998
17. Mikrotübüller- Biofoton emisyonu - Hagan, 1998

1963'te bilgisayar bilimci James Culbertson, bilincin, uzay-zamanın göreceli bir bulgusu olduğunu ve her nesnenin bir dereceye kadar bilinçli olabileceğini öne sürdü. Göreliliğe göre, bizim yaşamımız uzay-zaman bölgesindedir. Beynimiz ise zamanda değişen bir maddenin filmi bize gösterir. Tüm uzay-zaman olayları bilinçtir ve diğer uzay-zaman olaylarının bilincindedir. Bir uzay-zaman deneyimi durağandır, uzay-zaman olayının donmuş anıdır. Tüm öznel deneyimler "psiko-uzayda" yer alır. Gözlemci, uzay-zaman bölgesinin nesnel bulgularından var olur. Beynimizdeki özelleşmiş yerler zamanın aktığı duygusunu yaratırlar. Bir olayın belleği, uzay zaman olayının yeniden deneyimlenmesidir. Culbertson'a göre, bilinçli bellek beyinde değil, uzay-zaman içinde yer alır. Bununla ilgili olarak da, bir sistemin içsel yaşamı yani benliği, onun uzay-zaman hikâyesidir. Bunun için Culbertson ilginç bir örnek de verir; bir robot yapılır ve Almanca öğrenir. Sonra aynısından bir başka robot daha yapılır. İkinci robot birincisinin aynısı olduğu halde, Almanca konuşamaz. Çünkü onların uzay-zaman hikayeleri farklıdır.

1970 yılına gelindiğinde, fizikçi *Ewan Harris Walker*, sinir hücreleri arası sinaptik tünelleme modelini ortaya attı. Buna göre, elektronlar sinir hücrelerinin birbiri ile bağlantıya geçtiği sinaptik yarıklarda kuantum fiziğine özgü olan tünelleme yapıyordu. Bu konudaki görüşlerinin fizik dergilerinde yayımlanması için kabul edilmesi yaklaşık dört yıl aldı. Bilim dünyasında her yeni ve farklı düşünceye karşı direnç olduğundan, Walker'da bundan nasibini aldı. İlk 1974'te dergiye gönderilen makale, ancak 1976'da tekrar gözden geçirildikten sonra kabul edildi ve *International Journal of Quantum Chemistry* 1977'de yayımlandı.

1970'lerin sonlarında, beyin cerrahı Karl Pribram (*Bilinç ve Beyin*, 1976) ve fizikçi David Bohm (*Kuantum Teorisi ve Ötesi*, 1971) beyin bir hologram olarak çalıştığını öne sürdüler. Hologramlar, fiziksel nesnelere ve bir nesnenin üç boyutlu görüntüsünü barındırırlar. Oluşan kayıt görüntüsünün her bir parçası, bütünü tüm

özelliklerini içerir. Bizim açık algılanan dünyamızı Bohm “vitrin” olarak adlandırır. Tüm bilincimiz; geçmiş bilgimiz ile şu andaki algısal verilerin kaynaştığı bir vitrindir. Ama parçaların ve ego yapısının altında, evrensel olan zaman ve mekanı olmayan bir hafıza bulunur. Hologramın içinde doğarız ve daha sonra kendi beynimizde bir hologram haline gelir.² Belleğin tüm beyinde dağıldığını ve bu dağılmanın da holografi prensiplerine göre olduğu öne sürülmüştür. Buna göre, yaygın anlayışın tersine bellek sinir hücrelerinde değil, daha ziyade bir girişim örüntüsü dalgası olarak (*wave interference pattern*) tüm beyinde kaydedilir. Pribram’a göre, duyuşsal bir algı, bir beyin dalgası halinde, bir elektromanyetik aktivasyon gibi beyin içerisinde yayılır. Farklı dalgalar beyinde yayılırken birbirleriyle etkileşirler. Dalgalı etkileşim de kuantum mekaniksel etkileşimlerin bir sonucudur. Bu yaklaşımı, 1920’lerde Karl Lashley’in yaptığı deneylerle uyumluydu. Lashley, hayvan beyinlerinde büyük hasarlar yaptığında belleklerinin kaybolmadığını, büyük oranda korunduğunu tespit etmişti. Dolayısıyla, bellek beynin bir yerinde değil, her yerinde aynı şekildeydi. Bu yaklaşım aynı zamanda sınırsız bir beyin bellek kapasitesinin nasıl olabileceğine de çözüm oldu. Pribram’a göre, bilinç temel olarak dendritik-dendritik bilgi işlemenin sonucunda ortaya çıkarken, bilinçsiz-otomatik hareketler aksonal ateşlemelerin bir sonucu olabilir.

1986 yılında fizikçi Herbert Fröhlich, Bose-Einstein Yoğunlaşmalarının biyolojik sistemlerde de (bitki ve hayvanlarda) olabileceğini, özellikle biyolojik salınımların (osilatörler) kökeninde bu tür eşdurumlu davranışların olabileceği belirtti. Bu yıl içerisinde sinirbilimci *John Carew Eccles*, beyin kabuğundaki sinir hücreleri arası bölgelerin kuantum mekaniksel olarak çalışıyor olabileceğini öne sürdü. Eccles’a göre madde olmayan zihin (ya da kendi ifadesi ile Psikon’lar) kuantum sıçramaları (tünelleme) ile sınırları uyarıyor ve bedensel hareketleri meydana getiriyordu.

Uzun dönem, değişik zamanlarda bilim felsefecisi Karl Popper ile birlikte çalışan Eccles, zaman içerisinde zihnin alternatif bir teorisini geliştirdi. Bu teori “ikici (düalist) etkileşim” olarak bilinmektedir. Onun temel felsefi çıkış noktası, din bilimcilerin bütün gönlünce kabul ettiği bir şeydi: “*İddia ediyorum ki, bilimsel indirgemecilik tarafından insan gizemi inanılmaz şekilde küçültülmüştür. Maddecilik amacıyla ruhsal dünyanın tümü sinirsel aktivite kalıbı terimleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu inanç bir hurafe olarak sınıflandırılmalıdır... Bedenler ve beyinlerin oluşturduğu materyal dünyanın varlığı gibi, ruhlardan oluşan ruhsal bir dünyanın varlığını kabul ediyoruz*” der. Ancak, bu ruhsal dünya varlığını kabul etmesi, Descartes’ın düalist yaklaşımının bir parçası olan, zihnin bir çeşit madde olduğu düşüncesinden farklıdır.

Eccles klasik fiziğin dışına çıkarak, kuantum fizikçisi Friedrich Beck’in de yardımıyla³ zihin-beyin etkileşimini açıklamaya çalıştı. Teoride, beyin kabuğunun ince temel yapısı ile kuantum mekanikliğini birleştirildi. Eccles’a göre beyin kabuğunun esas temel birimi *dendron*lardır. Dendronlar maddesel beynin temsilcileridir ve bu dendronların karşılığı psikon (*psychon*) denen, bilinçli deneyimin birliğini temsil eden, zihinsel birimlerle bağlantılıdır. İstemli hareket niyeti ve düşüncesi ile psikonlar dendronlar üzerine etki eder ve seçilen sinir hücrelerinin ateşlenme olasılığını artırır. Böylece, kolumuzu kaldırmaya niyetlendiğimizde, beyindeki kol bölgesinde sinir hücreleri ateşleme yapar ve kolumuzun kaslarına uyarı göndererek kolumuzu kaldırırız. Psikonların arasındaki etkileşim bizim zihnimizin iç dünyasını ve algılarımızın birliğini oluşturur.

1989 yılında fizikçi Ian Marshall, Bose-Einstein yoğunlaşmalarının bütüncül özellikleri ve bilinç arasında benzerlikler olduğunu gösterdi. Bilincin BEY gibi bir uyarımdan kaynaklanabileceğini öne sürdü. Marshall’ın teorisi de Fröhlich benzeri yoğunlaşmalar içeriyordu ve elektrik alanla uyarılır uyarılmaz bilinçli deneyim ortaya çıkıyordu. Teoriye göre, beyin, alttaki kuantum dolaşıklık ile devamlı dinamik bir ilişki halinde bulunuyordu.

Felsefeci Michael Lockwood, kuantum mekanikliğinden Bertrand Russell’in fikirlerine kadar geniş bir pencere açtı (1989). Bilinç teorisini, beyin durumunun algılanması işlemi olarak öne sürdü. Lockwood’a göre hisler beynin fiziksel durumlarının

² Griffin DR. Parapsikoloji ve Felsefe: Postmodern Bir Perspektif. Holografik model ve normal ötesi olayların bazı yanları. Çev: Y.Tokatlı. Ruh ve Madde Yay. İstanbul 1998;149-150.

³ Beck F and Eccles JC. Quantum aspect of the brain activity and the role of consciousness. PNAS 1992; 89:11357-361

içsel özellikleridir. Kuantum mekanikliği açısından her his, beynin bir gözlemi ile ilişkilidir. Bilinç, beyni tarayarak hislere bakar. Onları oluşturmaz, onları olur olmaz görür.

Roger Penrose, zihin ile kuantum mekanikliği arasındaki bağlantıyı “Kralın Yeni Usu” adlı eserinde öne sürdü (1989). Bu kitapta, bilincin beyin hücrelerinde yer alan kuantum mekaniksel işlemlerle, “*nesnel indirgenme/objectif reduction*” yolu ile oluştuğunu iddia etti. Penrose’a göre, beyinde kuantum mekanik işlemin olabileceği yer, sinir hücrelerinde yoğun olarak bulunan mikrotübüller ya da mikrotüpçüklüdür. İlginç olarak, Penrose’un bu iddiasına sinir bilimlerinin önde gelen dergilerinde hiç bir atıf yapılmaz ve dikkat çekilmezken, bu Stuart Hameroff’un dikkatini çekti. Hameroff, sonraki 10 yıl içinde önemli bir zamanını, mikrotübüllerin, beyin hücreleri içinde bir bilgisayar ağı gibi nasıl çalışabileceğini anlamaya adanmıştı. Daha önce her sinir hücresi bir anahtar olarak görülürken, Hameroff’a göre sinir hücreleri içindeki mikrotübül elemanları anahtar görevi görüyordu. Penrose’un eserlerinde olduğu gibi, Hameroff’un fikirleri de sinirbilimlerinde çalışanların pek dikkatini çekmedi. Hameroff, mikrotübüllere uygulayabileceği bir bilinç teorisi olmasına karşın, bunu hangi kuantum mekanik olayları temelinde ortaya koyacağını bilmiyordu. Penrose’da ise bir kuantum mekanik bilinç teorisi vardı, ancak beyinde bunu ortaya koyabileceği uygun bir biyolojik yapı elinde yoktu. 1992’de Hameroff, Penrose ile yazışarak Londra’da bir görüşme ayarladı. İki saatlik konuşmadan sonra, bilincin kuantum mekaniksel olarak sinir hücrelerinde yer alan mikrotübüllerden nasıl doğabileceği sorusunun yanıtı ortaya çıktı. *Ve Penrose ve Hameroff* teorisi kuantum mekaniksel bilinç teorilerinin en güçlü tabana oturmuşlarından biri oldu. Penrose bu teorileri için, “%90 eminim ki bu iddialar temel olarak doğrudur... İyi bir tahminle belki %80 doğru olabilir” demektedir.

1993 yılında, fizikçi *Nick Herbert*, kuantum mekanikliğinin bilinçle olan yakın benzerliklerine dikkat çekti. Herbert, kuantum animizm düşüncesini öne sürerek, bilincin doğanın vazgeçilmez bir özelliği olduğunu belirtti. Zihni, evreni oluşturan yapıların (parçacık ve güçlerin) temel elemanı olarak ele aldı.

Fizikçi *Henry Stapp*, klasik fiziğin, bütünü parçalarının toplamından nasıl daha fazla olabileceğini açıklayamadığını, bilinci açıklamada yetersiz kaldığını öne sürerek, kuantum mekanikliğinin bunu açıklayabildiğini öne sürdü (1993). Kuantum mekanikliğinde parçalar arası ilişki ve parçaların oluşturduğu bütünü tanımlama tamamen birbirinden farklıdır. Stapp, Heisenberg’in kuantum mekanik yorumunu temel alarak “bilincin kuantum teorisini” geliştirdi. Stapp’ın kuantum bilinç modeli üç bacaklıdır. 1. “Schrödinger işlemi”, mekanik, belirlemecidir ve sistemin durumunu tahmin eder, 2. “Heisenberg işlemi”, bilinçli yapılan bir seçimdir. Kuantum mekanik teoriye göre, bir şeyi doğaya bir soru sorduğumuzda biliriz. Soruya bağlı olarak evrenin durumunu etkileriz. 3. “Dirac işlemi”, bizim sorduğumuz sorumuza yanıt verilmesidir. Yanıt tam olarak rastlantısalıdır.

Fizikçi *Kunio Yasue* ve Gordon Globus, 1995 yılında beyni kuantum alanı olarak yorumladılar. Yasue, 1960’larda fizikçi *Hiroomi Umezawa* ile birlikte, kuantum alan teorisini ya da “kuantum nörofizik” düşüncesini geliştirmişti. Onun kavramı “kortikonlar” idi ve bunlar sinir hücrelerinden daha basit yapılarıydı. Yasue’ye göre, sinir hücrelerinin bağlantı kurarak organize olmalarının bir önemi yoktu, çünkü beynin birçok alt birimi kuantum işleme için ev sahipliği yapabiliyordu. Yasue’ya göre beyin makroskopik bir kuantum sistemidir. Sinir hücreleri arası boşlukta, su ve diğer moleküller üzerinde yoğunlaşarak bu bölgelerde kuantum hadiselerinin gerçekleşebileceği üzerinde durur. Fröhlich yoğunlaşmasından da yola çıkarak, sinir hücresi zarında bazı özel moleküllerin kuantum alanı oluşturabileceğini öne sürer. Mikrotübüllere de dikkati çeken Yasue, kuantum mekaniksel etkilerle bellek kaydında görev alabileceklerini, elektromanyetik alanın su ve protein molekülleri ile etkileşerek bilinci ortaya çıkardığını kanıtlamaya çalıştı.

Evet: Beyinde Kuantum Mekanikliği İlkeleri İşler

Klasik fizik bakışına göre, bizler tam anlamıyla mekanik otomatlarız. Bizim her fiziksel hareketimiz, bizi oluşturan zihinsiz temellerin arasındaki mekanik etkileşimlerle tam olarak önceden tahmin edilebilir. Kuantum mekanikliği ise insanı otomattan zihinsel bir kişiliğe dönüştürür. Ama bunu bütün kuantum fizikçileri yapmaz. Çoğunluğu “*parçacıkların içine düştüklerinden*”, bütünden haberdar değildir. Klasik fizik için pasif olan bilinç (ve gözlemci) metafiziğin konusu olmaktan çıkar ve bilimsel alan olan

kuantum mekaniğinin içine girer. İnsan aktif katılımcı görevi üstlenir ve doğanın bir parçası haline gelir. Her beklenen veya niyetlenen hareket, deneyimsel bir yanıt veya geri bildirim meydana getirir.

Kuantum mekaniği ile Newton'un nereye gideceği önceden bilinebilen bilardo topları, beraberinde dalganın eşlik ettiği ve olasılıkla nereye gidebileceği bilinebilen toplar haline geldi. Ve modern fizikte "bilinçlilik sorunu", atomal fenomenlerin gözlemlenmeleri ile iyice kendini ortaya koydu.⁴ Elbette her şeyi fizikle açıklamaya çalışmak ve "Ahlaki ve siyasi yanlışlıkların bile fizik yasalarını bilmemekten kaynaklandığını" ileri sürmek kadar aşırıya kaçabilir ve saçmalık olarak görülebilir. En azından kesin olan bir şey varsa, $E=mc^2$ denkleminin ifade ettiği kütlelerin enerjiye eşit olmasından fizikle beynimizin bir ilişkisi vardır diye düşünebiliriz!

Sinirbilimcilerin çoğunluğu, beynin bilinçle olan ilişkisini ortaya koymada klasik fiziğin yeterli olduğunu düşünürler. Bu bakış açısı, kuantum mekaniği temellendirilmeden önce doğru olabilirdi; fakat bugün için geçerliliği tartışmalıdır. Beynin çalışması ve insan davranışları, iyonik sinir iletilicileri ve atomik işlemlere bağlı olduğundan, kuantum mekaniği de ışın içine girmelidir. Örneğin; sinirsel elektrik uyarısı, sinir hücreleri arası kavşak yerine varınca, kalsiyum iyonları hücre içine girer ve sinir iletilicisinin salınımına neden olur. İyonlar ve iyon kanalları çok küçük boyutludurlar. Kanalların açılması ve iyon hareketi durumunda kuantum mekaniği kuralları, tıpkı diğer ortamlardaki iyonik atomların hareketinde devreye girdiği gibi, kuantum mekaniksel bir olaydır. Ardından, içeri giren iyonlar sinir iletilicileri içeren keseciklerden salınımına neden olurlar (ya da olmayabilir). Salınan sinir iletilicileri, algılayıcılara etki edebilir (ya da etmeyebilirler). Bu davranışlar kuantum olasılık yöntemleri ile belirlenebilir. Tek bir sinir sonlanmasında olabilecek böyle bir kuantum etkisi önemsenmeyebilir, ancak 10^{15} sinir hücresi arası bağlantı (sinaps) içeren bir beyinde bu durum gerçekleştiğinde, klasik fizik bunun ne anlama geldiğini açıklamada yetersiz kalır. Özel bir fiziksel süreci kendinde barındırmayan bir varlığın, bir bilincinin olması imkânsız görünmektedir ve bunun aramanın yolu da daha derinlere inmektir.

Benzerlikler

David Bohm'a göre kuantum mekaniği ile bizim içsel deneyimlerimiz ve düşünce süreçlerimiz arasında sıkı bir benzerlik vardır. Bu nedenle, kuantum mekaniği zihin çalışmasında önemli rol alabilir. Bu benzerlikler arasında, dil ve düşüncelerin kelimelerden oluşması gibi, dünyayı oluşturan klasik fizik daha alt alan ve parçacıklardan oluşur. Düşünce ve dil, temel yapıların analizi ile incelenebilir. Bunun yanında dil bütüncüldür (holistik). Kavram ve kelimeleri bireysel olarak ele alamayız. Aynı şey düşünce için de geçerlidir. Kuantum mekaniğinde tüm evren, düşünceler gibi, "tek ve bölünemez bir bütündür". Her madde altı parçacığın bireysel özellikleri vardır. Kelimelerin de kendine ait özellikleri vardır.

Düşünce işlemleri ve kuantum teorisi klasik limiti arasında da benzerlik vardır. Kuantum seviyesindeki hareketler kesiklidir, oysa klasikte devamlıdır. Her gün yaşadığımız düşünceler gibi kuantum teorisindeki dünya da bölünemezdir. Bireysel kuantumların tahmin edilemez davranışları, sigorta şirketlerinin kullandığı istatistiklere benzer. Birçok kuantum ele alındığında, olasılık hemen hemen kesin olarak hesaplanır. Bu aynı, sigorta şirketlerinin yaptığına benzer. Büyük bir grup içinde, bir kişinin ortalama yaşam süresi hesaplanabilir, ama tek bir kişinin yaşam süresini tespit etmek imkânsızdır.

Mantıksal düşünce işlemleri ve klasik fizik mantığı arasında da benzerlikler vardır. Herhangi bir mantıksal işlem parçalara ayrılarak analiz edilemez. Parçalara ayırmak anlamını değiştirir veya bozar. Bu, mantıksal düşünceler için de geçerlidir. Mantıksal düşünme olmaksızın, bizim düşüncelerimizin sonuçlarını aktarmak mümkün olamazdı ve gerçekliklerini kontrol edemedik. Tıpkı kuantum teorisinin sonuçlarının klasik bir limitte ifadesine benzer. Ancak, temel bazı düşünce işlemleri mantıksal olarak tanımlanamaz. Bu nedenle, ilham denilen şey bir anda gelir. Genellikle uzun ve başarısız araştırma ardından ortaya çıkar. Bu durumda, sıradan mantıksal düşünme süreçleri kullanılmaz. Bu kuantum sıçraması ile benzerlik gösterir. David Bohm'a göre, yeni fikirlerin keşfi, kuantum benzeri genel düşünme (bölünemez mantıksal adımlar) ile

⁴ Capra F. Fiziğin Taosu. Arıtan Yayınevi. Çev. Kaan H.Ökten. 1991:410.

olur. Genel düşünme mantıksal düşünme aşamaları kullanır. Temel ya da basit düşünme ise iyi tanımlanmış kavramsal terimleri kullanır.

Genel olarak bakıldığında, beyindeki fiziksel aktivitenin iki seviyesi vardır: *klasik ve kuantum* seviyesi. Bu düşünce süreçlerimize benzer. Mantıksal ifadelerle ve nörofizyolojik terimlerle tanımlanabilen klasik fizik seviyesi (iyon akımı, aksiyon potansiyeli, sinir ileticisi oluşumu, salınımı...) ve temel düşünme süreçlerini (deneyimler, ağrı-acı, hoşluk hissi, tat gibi) oluşturan kuantum mekaniği seviyesi. Zihnin tipik bir durumu her ikisini de bir arada içerir. Zihnin farklı durumları, bu iki seviyenin farklı çalışma ağırlıkları ile ilişkili olabilir. Zihin ve madde arasında asla keskin bir ayrım yapamayız. Sonuçta, ne “maddeden” ayrılabilir bir zihin vardır ne de “zihin”den ayrılabilir bir madde vardır.

Kuantum mekaniği ile düşünce işlemleri arasındaki benzerlik, kuantum teorisini anlamamızı sağlayabilir (bu çıkarım fizikçinin bakış açısı ve ihtiyacıdır, sinirbilimci için önemsizdir). Sinirbilimcilere lazım olan ise benzerliğin düşünce süreçlerini doğuran beyni anlamamızı sağlamasıdır. Diğer bir kuantum mekaniği ve sinir sistemi ilişkisi nedeni, zihni ve beyni anlama çağında bir de *Kuantum Rönesansı* olmasıdır. Kuantum mekaniği zihnin önemsemediğimiz özelliklerini anlamamıza yardım edebilir. Beyni ve zihni anlamak için, klasik fizik yaklaşımımıza kuantum mekaniğini ekleyecek olursak +1 puan daha önde olabiliriz.⁵

Fizik ve kimya yasalarının doğruluğunu kontrol edebildiğimiz her yerde bu yasaların canlılar için de geçerli olması gerekir. Canlı organizmaları birer fiziksel ve kimyasal sistem olarak kabul ettiğimizde, onların da bu sistemlerin kuralları dahilinde davranmaları beklenebilir. Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Walter Heitler ve Max Delbrück gibi önemli fizikçiler biyolojik süreçlerin ancak kuantum kuramı modeline göre tanımlanabileceğini ileri sürmüşlerdi. Ancak, bu anlayış biyoloji alanında bir türlü yandaş bulamamıştı.⁶ Yıldızlardaki atomlarda işleyen fiziko-kimyasal kurallar ve kabuller ne ise, beynimizi oluşturan atomlar için de aynı kurallar geçerlidir. Yıldız tozlarının artıklarından oluşan bizim bedensel yapımız ve sinir sistemimiz farklı kurallara tabi değildir. Mineraller, bitkiler ve hayvanlarda aynı maddeden yapılmıştır ve aynı kurallar içindedirler. Biyologlar hayata ilişkin her şeyi ellerinden geldiği kadar kimyaya bağlamaya çalışmaktadırlar; kimyanın ardındaki kuram da kuantum kuramı ve elektrodinamiğidir. Kuantum kuramı, kimyanın tümünü ve nesnelerin çeşitli özelliklerini açıklayabilmesinden dolayı çok başarılı kabul edilir.⁷

Bu benzerlikler tesadüf müdür? Genel olarak bakıldığında “oluş ve işleyiş” arası bu 3+1 boyutlu evrende ciddi farklar yoktur. Dolayısı ile benzerliğe çok şaşırılmamalıdır, ama bir anlam aramak gerekip gerekmediği esas sorudur. Evrenin işleyişinde, var oluşunda başlayan kuantum mekanik kanunları neden içinde var olan maddesel beyinler için geçerli olmasın ki? Ancak, canlı organizmanın ve sinir sisteminin kendine özgü karmaşıklığı öylesine cesaret kırıcıdır ki, fizik ve kimyanın sinir sistemini tam olarak tanımlayıp tanımlayamayacağı sorunu ortaya çıkmaktadır. Bohr’un belirttiği gibi, canlı organizmaları, fizikçi açısından mükemmel yorumlayabilecek bir tanım belki hiçbir zaman mümkün olmayacaktır. Ancak, maddenin iç yapısından yukarı doğru gidildiğinde cisimler fiziğine, kimyaya ve sonunda da biyolojiye varırız. Ters yönde gidince atomun iç parçacıklarına ulaşırız.⁸

Beynin kendisine fiziko-kimyasal bir mekanizma gibi davranacak olursak, bütünlüğünden daha derinlerine bakmamız gerekecektir. Klasik fizikten bahsederken, sanki bizden tamamıyla ayrı olan bir şeyden söz eder gibi davranmamıza rağmen, kuantum mekaniğinin girdiği sistemde ise, insandan bahsederken, bizden ayrı değil de bizim de içinde olduğumuz bir sistemden bahsederiz. Oysa, gerçekte insan ve beyni aynı olmasına rağmen, klasik ve kuantum mekaniğin yaklaşımı göz önüne alındığımızda farklı bakış açılarına geçeriz.

Fiziğin sonuçları deneysel ve kuramsal bakımdan oldukça güvenilir biçimde sağlama alınmıştır. Geleneksel fiziğin nesnelere çeşit çeşit, karışık ve düzensiz bir görünüm sunsalar da, kaotik sistemlerin ifade ettiği anlamda karmaşıklık göstermezler,

⁵ Pylkkanen P. Can quantum analogies help us to understand the process of thought? Chapter 10. In, Ed. Globus GG, Pribram K, Vitiello G. Brain and Being: At the boundary between science, philosophy, language and arts. 2004.

⁶ Lucadou W. Ruh ve Kaos. Kuramlar ve Modeller Arayışında Parapsikoloji. Çev: V.Atayman. Say Yay. İstanbul 2000;171.

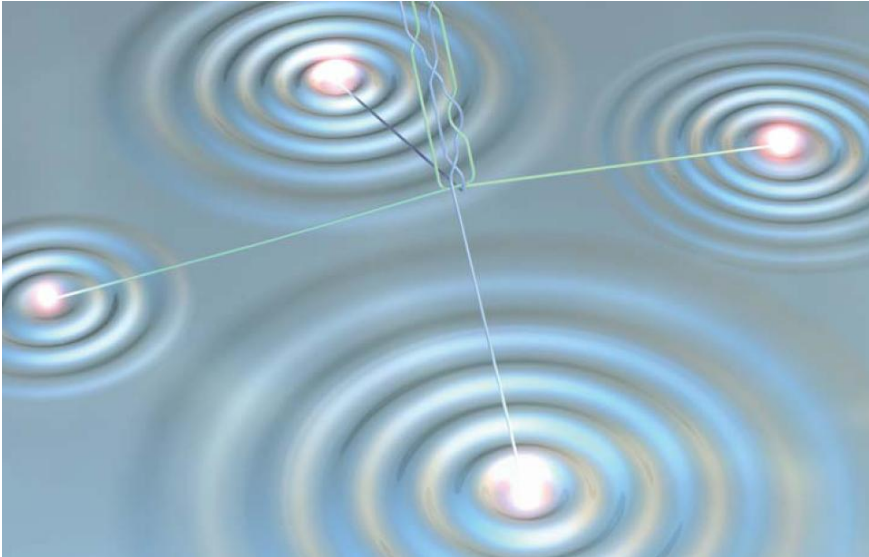
⁷ Feynman R.QED, The Strange Theory of Light and Matter. Princeton Univ Press. 1988;15, 17, 126

⁸ Heisenberg W. Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y.Öner. İstanbul 1993. s:90

kısmen daha basit bir durum sunarlar. Bugün için beynin çalışmasını ve bilinci açıklayabilmek için yeni moleküller ve beyin yapıları bulmayı ummaktan ziyade, moleküllerin etkileşiminde yeni düşünceler bize daha çok yardımcı olacaktır. Bu anlamda kuantum mekaniksel yaklaşım yeni bir yol açabilir.

Beynimizde taşıdığımız atomların aslında yıldızlarda olanlardan bir farkı olmadığını ya da onların yıldız tozlarının kalıntılarından oluştuğunu düşünürsek, ister istemez fizik kurallarına bağlı doğanın, aynı kanunları beyin için de işlettiğini düşünürüz. Sinir sistemindeki haberleşme, kimyasal sinir ileticilerinin, hücreler arası bağlantı noktalarında (sinaps) hareketi ile ortaya çıkar. Bu sinaptik yapılar makroskobiktirler. Kimyasal ileticilerin de %95'i peptid yapısındaki makroskobik yapılardır. Mini proteinler 100 aminoasit kadar yapıdan oluşur ve en fazla 10 bin atomik kütle ağırlığındadırlar. Çoğunun boyutları ise 10 nm kadardır. Heisenberg'in belirsizlik ilkesi düşünüldüğünde, bir peptidin yeri $\Delta s = \Delta v \cdot \Delta t = 0,63 \text{ mm}$ 'dir. Bu değer, peptidin etki edeceği algılayıcısına (reseptör) göre çok geniş bir mesafedir. Bu nedenle, kuantum belirsizlik ilkesi sinir ileticilerinin algılayıcılarına etki etmesinde göz önüne alınabilir. Yine peptidlerin üst üste binmesi de (kuantum üst üste binme=süperpozisyon) olabilir. Ayrıca, sinir ileticileri davranışlarımız ve karar vermelerimizde etkisi olduğundan, kuantum belirsizlik/olasılık ilkelerinin devreye giriyor olması mümkündür.

Sinir hücreleri zarında yer alan x-çapındaki bir kanaldan, kalsiyum iyonu sinir sonlanışına (pre-sinaptik bölge) girdiğinde, Heisenberg'in belirsizlik ilkesine göre, momentumu \hbar/x , hızı $(\hbar/x)/m$ olarak ifade edilebilir. Uzaysal yayılma zamanı, $t=200$ mikrosaniye (bu kanal açılması ile sinir ileticisi salınımı arasındaki süredir) ve yayılım mesafesi $x=1 \text{ nm}$ alındığında dalga fonksiyonu $0,04 \text{ cm}$ (diğer ifade ile binde 4 cm) bulunur. Bu kalsiyum iyonunun çapı olan santimetrenin yüz milyarda birine göre ($1/100.000.000 \text{ cm}$) hayli büyük bir değerdir. Bu değer kalsiyum iyon çapınının 100 milyon katı geniş bir bölgeye etki edebilir anlamına gelir. Yani, bir kalsiyum iyonu kendi etki bölgesinin dışındaki kanallar üzerine de olası bir etki gösterir. Bir kalsiyum iyonu için bunun bir önemi olmayabilir ama trilyonlarca kalsiyum iyonu düşünüldüğünde bu bütüncül ve birbiri ile sıkı ilişki içinde bir beyin çalışması oluşturabilir. Anlaşılacağı üzere, beynin çalışma mekanizmasında kuantum mekanikliğinin devreye girmesi yadsınamaz.



Resim. Kuantum mekaniksel olarak, her iyon kanalı tek bir kanal olarak ele alınamaz. Bir iyon seçici olarak bir kanaldan geçse de, aslında birçok kanal bir arada beyinde bütüncül etki oluşturur. Kuantum dolaşıklık + yerel olmama + belirsizlik bir arada etki eder.

Birçok ilaç bedenimizde, peptidlerle ve sinir ileticileri ile yarışarak, onların etki edeceği algılayıcılara etki eder. İlaç moleküllerinin birçoğu, yapılarının çok küçük olmasına karşın, çok büyük kuantum mekanik konum belirsizliği gösterebilirler. Örneğin,

endorfinler vücutta üretilen morfin benzeri ağrı gidericilerdir ve peptid yapısındadırlar.⁹ Naloksan ise endorfinlerle aynı yere etki eden karşıt bir ilaçtır. Endorfinler ağrı giderirken, naloksan ağrıyı geri getirir. Her ikisi arasında kuantum üst üste binmeli bir yarış olabilir ve sonuçta ağrı veya haz (ağrı yok) gibi öznel deneyimler ağırlıklarına göre oluşabilir.

Eğer sinir hücreleri arasındaki (sinaps) sinir ileticileri salınımını kuantum mekaniksel olarak tanımlayabilirsek, beyindeki sinaptik olayların toplamı "*bütüncül beyin dalga fonksiyonu*"nu verebilir. Zamanın herhangi bir anında, gözlemlenen olayların olası durumlarının üst üste binmesi söz konusu olabilir. Yani, beyinde, herhangi bir zamanda alternatif seçimlerin tümü bir arada bulunur. Uygun uyarıcı geldiğinde, alternatiflerden biri seçilir. Beyinde bir bütün olarak sinirsel kuantum aktivite örüntüsü oluşabilir. Bilinçli algılama ise bunların hissedilmesi olabilir. Böylesi bir model *özgür irade* ve *seçim* kavramını çok rahatlıkla açıklayabilir.

Ancak, beyinde kuantum mekaniğinin işlemesi için bazı fiziksel şartların olması gerektiği öne sürülür. Kuantum mekaniğinin işleyebileceği yapılar; 1. uzak mesafelere yayılabilmeli, 2. çevreden iyi yalıtılmış olmalı, 3. çok kısa sürede kuantum durumlarının ortaya çıkmasına izin verebilmeli, 4. bütün beyin sinir hücrelerinde bulunan bir özellikte olmalıdır. Elimizde, bunların bir kısmını karşılayan kuantum beyin teorileri vardır.

Tablo. Beyinde neden kuantum mekaniği gereklidir?

⁹ Fries DS. Opioid Analgesics. In: Williams DA, Lemke TL. Foye's Principles of Medicinal Chemistry (5 ed). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2002.

1. Beyin yerel değildir, bütüncüdür. Kuantum mekanikliği (KM) de yerel değildir.
2. İnsanlar yaşadıkları dönemin fizik bilgisinden yararlanarak beyni anlamaya çalışmışlardır. Geçmişte, bu Newton fiziğinin hakim olduğu zaman uygulanmıştır. Şimdi hakim olan KM döneminde neden uygulanmasın
3. KM'de dalga-parçacık ikiliği, ruh-beden, zihin-beyin ikiliğine benzerlik oluştur
4. Her şeyin teorisine doğru bir gidiş olduğu ve fizikle-sinirbilimlerini de, iç dünyası olan insanla dış dünyayı oluşturan uzay arasından bir bağlantı noktası olabileceği düşüncesi
5. Bilinç açıklanamaz, KM de açıklanamaz. O zaman iki açıklanamaz ilişkili olabilir!
6. Tıp→ biyoloji→ organizma→ organlar→ dokular→ biyokimya→ fizik→ klasik + kuantum mekanikliği şeklinde bir indirgenmenin olduğu ve temelde bu indirgenmenin parçacıklar düzeyine kadar ulaştırılabileceği kesindir.
7. Sinir hücreleri arası iletişimi sağlayan sinir ileticilerinin, klasik fizik kuralları ile nasıl davrandıkları açıklanabilir. Ancak, bu açıklama öykünün tamamını anlatmada yetersizdir. Daha ayrıntıya gerek vardır ve ayrıntı da KM'nin elindedir.
8. Bilimi, gelişen bilgimizle ileri derecede alt dallara ayırdık. Nöropsikiyatriyi, nöroloji ve psikiyatri olarak ayırdık. Her ikisi de aynı sinir ileticilerinin farklı bölgelerdeki dengesizliğinin neden olduğu iki hastalıktır. Birisi Parkinson hastalığı diğeri şizofrenidir. Parkinson hastalığı ile nöroloji ilgilenirken, şizofreni ile psikiyatri ilgilenir. Biri Parkinson devinimsel=motor, şizofreni davranışsal bir bozukluk olarak yansır. İkisi arasındaki bu ayrım doğru mudur? O zaman bilimde birleşmeye doğru gitmek gerekir. KM ile de sinir sistemi pekala bir arada ele alınabilir.
9. Zihin-beyin, bilinç sorununa şimdiye kadar uygun bir açıklama getirilememesi ve KM'nin bunu açıklayabileceği umudu vardır.
10. Madde $\equiv \Sigma$ (Temel parçacıklar) ya da açık ifade ile beyin=temel parçacıkların toplamına denktir. Yıldızları oluşturan temel parçacıklar için KM geçerliyken neden insan kafatası içindeki kütle için geçerli olmasın? O zaman bu temel parçacıkları değerlendiren kuantum fiziği beyne de uygulanabilir olmalıdır.
11. Klasik mekanik açıdan, $E=mc^2$ 'den, beynin bir kütlesi vardır ve bu kütle kendine ait en azından bir enerjiye denktir.
12. Yine biliyoruz ki, klasik $E=mc^2$ değeri kuantum mekaniğe yaklaşıma $E=mc^2$ ve $E=h\nu=h\nu$ (Planck sabiti•Frekans) ile dönüştürülebilir. Dolayısı ile kuantum mekanikliği ile de bir bağlantısının olması gerekir.
13. Zihin ve bilinç metafiziksel ya da mistik bir konu değildir. Bilimin kuralları içinde ele alınmalıdır.

Hayır: Beyinde Kuantum Mekanikliği İşlemez

1970'li yıllardan beridir, pek çok yazar Zen gibi doğu mistisizminin kuantum mekanikliğinde kullanılan kavramlarla yakın ilişkisini öne sürmüşlerdir. Ancak, bunların çoğu hayalidir ve bilimsel tabandan yoksundur. Özellikle, kuantum mekanikliği ve "kuantum" adı birçok para getirecek işin önüne önemli bir sıfat olarak eklenmektedir. "Kuantum NLP, Kuantum Düşünce Tekniği, Kuantum İş Yönetimi, Kuantum Tantra-Seks, Kuantum Cilt Bakımı, Kuantum Tıp, Kuantum Reform" gibi saçmalıklar olarak... Hemen her yeni şeyden çekici bir "kuantum kokusu" yayılmaya başlar. Çünkü kuantum kelimesi başlı başına gizemlidir ve çoğu kimse ne ifade ettiğini anlamaz.

Kuantum mekanikliğinin temel özelliklerini anlatan bir fizik kitabını incelediğinizde, rastlantısal olarak elinize alacağınız sinirbilimler üzerine yazılmış bir kitaptan daha çok "gözlemci, bilinç, gözleyen" gibi terimlerle karşılaşacaksınız. Buna karşılık, sinirbilimleriyle ilgili bir akademik kitabı incelediğinizde, kuantum mekanikliğinin bahsettiği temel iddialardan hiçbirini göremezsiniz. Örnek mi? Bazı popüler fizik kitaplarındaki konu başlıklarına bir göz atalım: Roger Penrose'un *Kralın Yeni Usu* adlı eseri: Beyin gerçekte neye benzer?, Bilincin yeri nerede?, Ayrık beyin deneyleri, Kör nokta, beyin faaliyetlerinde kuantum mekanikliğinin rolü var mıdır?, Usun fiziği nerede yer alır? Diğer bir kitabında ise (*Büyük, Küçük ve İnsan Zihni*); Fizik ve Zihin, zihinsel etkinlik ve kuantum mekanikliği başlıkları yer alır. Diğer tanınan fizikçi olan Paul Davies'in *Tanrı ve Yeni Fizik* adlı eserinde, özgür irade ve belirlenimcilik/zihin ve ruh/benlik... Bütün bunlara ilave olarak, son on yılda fizik alanında uzman biliminsanlarının kuantum mekanikliği ve beyin konusunda yazdığı birçok kitap vardır.

Oysa, kuantum mekanikliği maddeyi temel seviyede tanımlayan en büyük teoridir. Ancak bazıları onun bundan daha fazlasını yaptığına inanır. Bilincin temeline kuantum

mekanikğini yerleştirirler. Kuantum mekanikliği beyindeki atomları anlamak için gereklidir. Aynı durum bir taştaki atomları anlamak için de gereklidir. Ancak, taşın bilinci hakkında kuantum mekanikliği ile bir çıkarım yapılması gerekmez. Dolayısı ile bilincin doğasını anlamada kuantum fiziği doğru bir başlangıç değildir.

Bazı yazarlar, kuantum mekanikliğinin görünmez gizinin bir hayli çelişkiye neden olduğu, ciltleri aşan anlamsız iddiaların çoğaldığını, aklı başında bir fizikçinin bunlara yanıt vermek için nereden başlayacağını bile kestiremez hale geldiğini öne sürerler. Kimileri, “yeryüzündeki hayatın bir kuantum sıçramasıyla başladığını”, “özgür iradenin” ve “bilincin” kuantum mekanikliğinden ileri geldiğinin iddia edilmesine başkaldırır. Bunların altında yatan düşünce, “anlaşılmaz” olayları, yine “anlaşılmaz” nedenle kuantum mekanikliğine bağlama girişimidir. Ancak, kuantum mekanikliği hiç de anlaşılmasız değildir. Fakat çok şaşırtıcıdır.^{10,11}

Alwyn Scott (1996), kuantum teorisinin beyin ve bilinç arasındaki ilişkiyi anlamada önemli rolü olduğu fikrine karşı çıkar. Ona göre, doğrusal olmayan (*non-linear*) klasik fizik, bilincin fiziksel temelini anlamak için yeterli ve daha önemlidir. Scott'a göre “sıvı su temel olarak gaz hidrojen ve oksijenden farklı değildir”. Bu farklılık kuantum alan teorisine göredir. Kuantum alan teorisi genelde doğrusal olmayan alan eşitlikleridir ve daima belli istatistiksel değerler için doğrusal dalga fonksiyonu denklemleridir. Doğrusal olmama, dalga fonksiyonu denkleminin doğrusallığı ile engellenemez.¹²

Kaos ve Non-Lineerlik



Bir sistemin karmaşık olma özelliğini hak edebilmesi için önemli miktarda bileşenden oluşması gerekir. Bir sistem kendinden hareketle, bir “dış” ve bir “iç” yani yalıtılmışlığı sağlayan bir dış-yüzey sınır bölgesi kurabiliyorsa, o sistem tam anlamıyla “karmaşıktır”. Görece çok basit sistemler bile hareketlerinin ve gelişmelerinin önceden kestirilemeyeceği şekilde kaotik davranabilirler.

Kaotik davranış, “hesaplanamazlığı” herhangi bir şekilde kontrol edilebileceği türde, bir davranış biçimi değildir. Başlangıç durumunun tanımlanabileceği doğruluk değerinin bir sınırı olduğu için, sistemin son durumu, başlangıç durumuna bağlı olarak hesaplanamaz. Geleceğe yönelik davranışa yararsız, rasgele bir eleman katılır. Kaotik davranış “hesap edilemezlik” değil “önceden tahmin edilemezlik”.¹³

Kaos çoğunlukla deterministtir. Gerçekten kaotik sistem denklemleri, Newton yasaları gibi deterministtir. Bununla birlikte kesin olmayan davranışlar sergilerler.¹⁴ Determinist kaos bize ancak dünyanın durumunu sonsuz bir kesinlikte bilindiğinde, geleceği önceden bildirebileceğini gösterir.¹⁵ Ama bu geleceğin kesin olarak belirlenmiş olduğu anlamında değildir. Kaotik determinist yapı, geleceğin de kesinlikle önceden bilinebileceği anlayışını zorunlu olarak içermemektedir. Sistemin uzak gelecekteki durumunu tahmin etme, yakın geleceği tahmin etmeye göre daha da zordur.¹⁶

Ilya Prigogine “kaos kuramına” başvurarak, kaosun her durumda mutlak bir karışıklık anlamına gelmediğini, bu mutlak düzensizlikten, yine “kendiliğinden”, hiç bir dışsal kuvvetin etkisi ve katkısı olmaksızın, bir üst düzlemde düzenin doğduğunu göstermiştir. Dıştan herhangi bir kuvvetin işin içine karışmadığını ya da sisteme etkemediğini söylemek, sistemdeki her molekülün dıştan herhangi bir enformasyon olarak, nasıl davranması gerektiğini öğrenmesi gibi bir durumun söz konusu olmadığı anlamına gelmektedir. Dış zorlama yoktur. Sistem kendiliğinden değişiklikler göstermektedir. Kaostan doğan bu düzene “dissipatif/törpüleyici/dağıtıcı” yapı adı verilir.

Francisco Varela, karmaşık sistemlerin davranışlarını tanımlamak amacıyla “organizasyona bağlı kapalılık (*organizational*)”

¹⁰ Gerard't Hoof. Maddenin Son Yapıtaşları. TÜBİTAK. 1999; 21

¹¹ Hawking S, Penrose R. Uzay ve zamanın doğası. Sarmal yayınevi. Çev: U. Dalbelge. Ekim 1996.

¹² Scott A. On the quantum theories of the mind. Journal of Consciousness Studies 1996;6 (5-6):484-491.

¹³ Karalın Yeni Usu-II. Fiziğin Gizemi. TÜBİTAK yay. 1999;32

¹⁴ Isabelle Stengers, Ilya Prigogine. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free Press, 1997;29.

¹⁵ Isabelle Stengers, Ilya Prigogine. The End of Certainty. Free Press, 1997;36.

¹⁶ Walter von Lucadou. Ruh ve Kaos. Kuramlar ve Modeller Arayışında Parapsikoloji. Çev: V. Atayman. Say Yayınları, İstanbul 2000; 184.

closure)” kavramını önermiştir. Bu kavramı anlayabilmek için matematikte olan “yinelgen işlevleri” tanımlamak gerekir. Kendi değerlerini adım adım kendileri üreten bir fonksiyonlar sınıfı *yinelgen işlevler* olarak tanımlanır. Yani; son hesapların sonucunu al ve yeni hesaplamanın başlangıç değeri olarak kullan. İlginç bir yinelgen işlev, $z(i+1)=z(i)*z(i)+c$ 'dir. Burada c ve z karmaşık sayılardır. c 'ye verilen karmaşık sayı değerine göre ne olur? Bir kaç işlen sonunda c 'ye verilen belirli değerler için fonksiyon değerinin arttığını ya da azaldığını görürüz. Fonksiyon iki uç arasında adeta salınım yapar, gider-gelir. Bu salınım gittikçe daralan bir yapıdadır. Elde ettiğimiz şekil, Mandelbrot kümesi'dir. Sistemin yeni bir özelliğini, belirli bir değer çevresinde döne döne ona yaklaşma özelliğini devreye soktuktan sonra, bu basit sistem birden açılmaya ve gelişmeye başlar. Mandelbrot kümesi, matematiksel bir mekan içinde yerel olmayan, zaman ve mekandan bağımsız karşılıklı ilişkiyi temsil eder. Varela'nın organizasyona bağlı kapalı sistemleri, yinelgen işlevlerdir. Bir ağ şebekesi sistemi üretirler ve dışarıdan bakıldığında, kendini üreten düzlemde kopup, o düzlemde kendisi arasına bir mesafe koyar. Sistemin bir gözlemleyicisi bulunur. Schrödinger denklemi de yinelgen bir sistemin matematiksel yapısına sahiptir.¹⁷

Kuantum mekaniğini kullanarak insan bilincini ve beyninin çalışmasını açıklamaya çalışmak, “*yeni bir efsane ve modern düşüncenin bir oyunudur*”.¹⁸ Bu oyun, insan zihninin merkezine kuantum mekaniğini yerleştirir. Konu ile ilgili birçok yazı ve kitap bulunması sürpriz değildir. Ancak, geleneksel efsanelerin aksine, kuantum mekaniğini zihin/bilinç ile ilişkilendirenler, kendi alanlarında uzman kişilerdir. Bu bakış açısı ile 17. yy'da Newton fiziği ile devreye giren indirgemeci maddeci bakış ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bugün maddeciliğin yerini ruhsalcılık, indirgemeciliğin yerini holistik bakış açısı almıştır. Holistik evren anlayışında, her şey diğeri ile ilişkilidir. Oysa, kuantum mekaniği içine bilinç katılmadan da başarılıdır; tüm gözlemler ve fiziğin oluşturulmuş prensipleri ile uyumludur. Ancak, ne yazık ki, popüler yayınlarda bu göz ardı edilir. Çünkü mistik hezeyanları desteklemezler.¹⁹

Beyinde kuantum fiziğinin ya da kuantum ölçme sorununda insan bilincinin yerinin olamayacağını önde gelen karşıtlarından biri Victor Stenger'dir. Stenger'e göre, kuantum bilinç teorileri ve düşüncesi, bir zamanların “*eter*” teorisi kadar ilginç ve etkileyicidir. Bu teoride, ışığı taşıyan eter düşüncesinin yerini, kuantların aldığını öne sürer. Aslında, bu inancın köklerinin daha da eskilere uzandığına da dikkati çekerek, Yunanlılarda eter'in Olympos'lu tanrılarınca solunduğunu, Aristoteles'te ise cennetin maddesi olarak öne sürüldüğünü söyler. Newton ise, kütle çekimini açıklayarak, görülmeyen eter ile bu kuvvetin geçtiğini öne sürdü. Daha da ileri giderek; elektrik, manyetizma, ışık, ısı yayılımı ile eteri ilişkilendirir. Bugün eter yerine, bilimsel temeli olmayan *ch'i*, *ki*, *prana* ve psişik enerji geçmiştir. Kuantum mekaniğinin kuantlarını da yukarıdakilere benzetir. 19. yy'da matematiksel kavramlar geliştirilince, madde, ışık ve çekimin özellikleri tanımlanmıştır. Michelson ve Morley, eterin deneysel kanıtını araştırdılar ama hayal kırıklığı ile eteri bulamadılar. Kısa bir süre sonra, 1905'te, Einstein görelilik teorisini geliştirdi ve eter düşüncesinin Maxwell'in elektromanyetizma denklemleri ile uyumsuzluğunu ortaya koydu. Böylece eter, bir hayal olmaktan öteye geçemedi. Stenger'e göre şimdiki kuantum mekaniği ve beyin/bilinç-zihin ilişkisi de aynı sonla karşılaşacaktır.

Baştan beri kuantum mekaniğinden hoşlanmayan Einstein- Podolski-Rosen (EPR) bir düşünce deneyi öne sürerek, hiçbir şeyin ışıktan hızlı gidemeyeceğini ve “kuantum mekaniğinin tamamlanmamış olduğunu” 1935 yılında iddia etmişlerdi. Ancak, bu konu John Bell'in deneysel çalışmalarına kadar bir merak olarak kaldı (1965). Bell teoremine göre, ancak hayal ettiğimiz matematiksel denklemler/yaratılar ve kuantum dalga fonksiyonu ışıktan hızlı hareket edebilir. Bunun dışında hiç bir uyarı ışıktan hızlı hareket edemez ve bilgi taşıyamaz. Böylece, kuantum mekaniği ve görelilik çatışması ortadan kalkar. Kuantum mekaniğine göre, bütüncül bir yaklaşımla, evrendeki her şey, zihin ve

¹⁷ Walter von Lucadou. Ruh ve Kaos. Kuramlar ve Modeller Arayışında Parapsikoloji. Çev: V. Atayman. Say Yayınları, İstanbul 2000; 172-175.

¹⁸ Stenger VJ. The myth of quantum consciousness. Humanist May-June 1993;53:13-16.

¹⁹ Stenger VJ. Mystical physics: Has science found the path to the ultimate? Free Inquiry 1996;16 (3).

evren, uzaklık göz önüne alınmaksızın birbiri ile bağlantı içindedir. Oysa, görelilik düşüncesi tam tersini savunur: parçacıklar ancak herhangi bir etkileşimle doğrudan bağlantıya girebilirler. Eğer, kuantum mekaniğindeki evrensel bağlantıyı eter gibi evrensel kozmik bir alan sağlıyorsa bu görelilik teorisi ile çatışır. Çünkü görelilik, 1905 yılından beri her deneysel testi geçmiştir.

Stenger, kuantum mekaniğinde Bohr, Heisenberg ve diğerlerinin kullandığı dilin bir yanlış çıkarımından dolayı evrensel bir ilişkinin öne sürüldüğünü ifade eder. Gözleyen (özne/beyin/bilinç) ve neyin gözleendiği (nesne) arasındaki etkileşimi tanımlamak için bir dil gerekir. Bu tabloya ister istemez insan bilinci ve gözlemci girmiştir. Bohr ve Heisenberg'in cansız aletlerle yaptıkları ölçümler hakkında konuşmaları, kuantum ve zihin arasına bir bilinçli gözlemci yerleştirmeyi gerektirmez. Kuantum mekaniğindeki hiçbir şey, insanın devreye girmesine gerek duymaz. İnsanlık bir gün ortadan kalksa da, kuantum mekaniği kendi kurallarını işletmeye devam edecektir. Dolayısıyla ile “*kuantum bilinç efsanelerini fantezi eserlerin içine koymak gerekir*” der.

Stenger, “beynin işlevleri kimyasal işlemlerle ilişkilidir, bundan dolayı kuantum mekaniğinin uygulanmasına uygundur” savını eleştirir; bu mantığa göre “Newton’un mekaniğini uzaya atılan bir taşla uygulayamayız, çünkü taş kimyasal elementlerden oluşmuştur” der. Özellikle, hücreler arası sinaptik bağlantı yerleri üzerine kurulan “kuantum tünelleme bilinç” teorilerini de eleştiren Stenger, kuantum belirsizliklerinin bu bölgede önemsiz olduğunu öne sürer. Üstelik sinir hücrelerinin ve onların parçalarının makroskobik nesnelere olduğunu, ısılarının kuantum süreçlerinin işlemesi için çok yüksek olduğuna dikkati çeker. Bu nedenle, soğutulmuş makroskobik deneysel kuantum sistemlerine göre (üstüniletkenler) daha çok rastlantısal parçacık hareketleri ortaya çıkar. Dolayısıyla, kuantum mekaniği üst üste binme durumu beyinde gerçekleşmez.

Beyindeki sinir hücreleri, organeller ve reseptörler ne yeteri kadar küçük ne de kuantum üst üste binme durumu meydana getirmek için yeterince soğuktur. Beyin ıslak ve sıcaktır. Belki Sibiryaya soğukunda yaşayanların beyinlerinde kuantum mekaniksel olaylar gerçekleşebilir! Kuantum olayları doğrusaldır. Sinir sistemi ise tüm seviyelerde doğrusal olmayan davranışlar gösterir. Doğrusal olmayan davranışları doğrusal denklemlerle açıklamak mümkün değildir.²⁰ Aynı yanlış beyin kapalı bir sistem olarak ele alınmasında da göze çarpar. Beyin, enerji ve bilgiyi içeren bir kapalı sistem değil, anlam ve düşünceyle ilişkili açık bir sistemdir. Bu nedenle, hepimizin anlamlandırması (öznelliğimiz/zihin içeriğimiz/qualia) farklıdır.

Kuantum mekaniğinin matematiksel sembollerinin, fiziksel dünyanın bir yansıması olduğu kabul edilemez.²¹ Kuantum mekaniğinin matematik denklemleri olasılık ölçümlerini bize verir ve olası ölçümlerle olası sonuçları hesaplar. Tüm yaptığı budur. Kalanı metafiziktir. Matematik semboller “durum vektörü” ya da “dalga fonksiyonu” olarak bilinir ve metafizik olarak önemsizdir. Fakat olasılık ölçümü, ölçme problemi olarak sunulur ve sahtedir. Çünkü, bir fiziksel durumdan diğerine geçişler tahmin edilemez değildir.

Yalancı sorular ve yalancı problemler bilimde sıkça kullanılır ve bilincin devreye sokulması bunun bir örneğidir. Kuantum fizikçileri ölçüm sorununa açıklama getiremediklerinden kuantum bilinç teorileri ortaya çıkar. Bunun başka nedenleri de vardır. 1. Kuantum mekaniği üzerinde çalışan fizikçiler, sıklıkla ölçümden bahsettiklerinde “gözlemci” bahsediler. Dolayısıyla ile ölçülen şeyler “gözlemlenirler”. Bilinç teorisyenleri de hemen buradaki “bilinçli gözlemcinin üstüne atarlar”. 2. Kuantum mekaniği olasılık fikrini öne sürer. Klasik mekaniğinin belirlenimci dünyasında olabirlikler daima özeldir. Ancak, kuantum mekaniğindeki olabirlikler hem özel hem de nesnel olabirler. Özel olması bilinç teorisyenlerine yer açar.

Ölçme sorunu olarak adlandırılan şeyin çözümü için bilincin devreye sokulması yalancı sorulara verilen yalancı yanıtlardır. Bir yanda yapılmış ölçümler ve onların sonuçları, diğer yanda yapılmamış ölçümler ve olası sonuçlarını ayırmak gerekir. Yapılmış ölçümler biri tarafından bilinir. Yapılmış ve yapılmamış ölçümler arasındaki fark, sonucun bilinçli birisi/gözlemci tarafından bilinmesi değildir. Yapılmamış

²⁰ Freeman WJ. Three centuries of category errors in studies of the neural basis of consciousness and intentionality. *Neural Networks* 1997;10:1175-1183.

²¹ Mohrhoff U. Quantum mechanics and consciousness. arXiv=quant-ph/0102047v1, 9 Feb 2001.

ölçümlerin farklılığı yapılmamasıdır! Ana çizgi burada kuantum mekaniğinin içine bilincin sokulmasıdır ve bu gereksiz bir çoğaltmadır. Ama iş bu çoğaltma ile de bitmez. Bundan sonra da yalancı sorulara yanıtlar oluşturularak, bilincin yeri sağlama alınır. Oysa, kuantum mekaniği, bilincin madde ile nasıl ilişkili olduğu konusunda hiçbir şey söylemez.

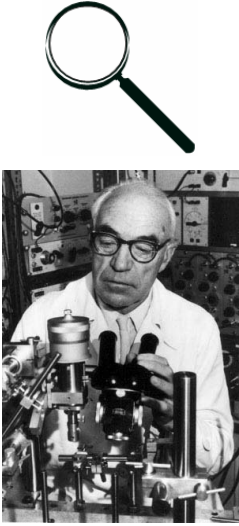
Beyinde kuantum mekaniğinin işleyebileceğine diğer bir savunma, “eğer bilinç kuantum mekaniğini anlamamıza yardım etmez ise, belki kuantum mekaniği bilinci anlamamıza yardım eder” şeklindedir. Bu tam anlamıyla “gizemin küçültülmesi kanunu” olarak adlandırılır. “Bilinç gizemlidir ve kuantum mekaniği de gizemlidir, belki bu iki gizem ortak bir kaynağa sahiptir”. Oysa, esas sorun bu değildir. Esas sorun, “bilincin madde/materyal dünyası ile nasıl ilişkide olduğudur”.²²

Stenger’e göre, kuantum mekaniğini bilinç-beyin içine sokmaya çalışanların öne sürdükleri fikirlerinde ideolojik-dini görüşlerinin de etkisi vardır. Yeni Çağ guruları için holistik felsefenin harika bir saplantı olduğunu öne sürer ve holistikler Dünya’nın problemlerini çözmek için sevgi ile uğraşırlar. Oysa, indirgemeci klasik fizik (maddeciler ve ateistler) kişileri bencil yapmaz. İnsanlar indirgemeci klasik fizikten çok önce de bencillerdi. Yeni kuantum holizmi, bizim saplantılarımızı besler ve cansız kozmik zihnin bir parçası olduğumuzu bize söyler. Böylece, geleneksel dinlerin modern şekilleri bugün yaşanır. Mistik fizik, genel olarak Hinduizm ve Budizm felsefesinin yanlış uygulamalarıdır. Bu yaklaşımın diğer bir nedeni de, insanı yine evrenin merkezi haline getirmektir. Dört yüz yıl önce, Kopernik evrenin merkezinde olmadığımıza dair güçlü kanıtlar öne sürdü. Geçen zaman içerisinde evrenin merkezinde olmadığını daha kesin kanıtlarla anlar olduk. Bu, insan olarak bizde “seçilmemiş, sıradan varlık” hissi ile büyük bir hayal kırıklığı yarattı. Dolayısı ile kuantum mekaniğindeki ölçüm sorununa çözüm olarak insan bilincini olaya katmak, insanı tekrar ayrıcalıklı olarak evrenin merkezine yerleştirme gayretinin bir parçasıdır.

²² Chalmers DJ. Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies* 1995;2/3:200-219.

Eccles'in Dendron ve Psikonlarında Tünelleme

Fizikçi Friedrich Beck ve sinirbilimci John Carew Eccles'in (1903-1997) ortak teorileri, kuantum mekaniğinin beyinde hangi aşamada devreye girdiği ve zihin-beyin ilişkisinin hangi seviyede olduğu konusuna değişik bir bakış açısı getirmiştir. Eccles ve Beck'e göre, halen geçerli olan ve rağbet gören teoriye göre, zihinsel durumlar beyin fizikokimyasal durumlarının doğrudan yansımasıdır ve bu "özdeşlik teorisi/maddecilik/materyalizm" olarak adlandırılır. Buna göre, beynimiz süper karmaşık bir bilgisayardır ve beyin kabuğundaki bilgi işleme düşünceler ve hisleri meydana getirir. Bu maddeci teoriyi kabul edenlere göre zihin beyin yazılımıdır (software) ve zihin, ekibin sanal kaptanını oluşturur. Sanal kaptanı normalde bizler "benlik/kişilik" olarak tanımlarız ve bu beynimizin sinir ağlarının küresel etkisi ile meydana gelen bir yanılsamadır.



John Carew Eccles'in Kısa Biyografisi

John Carew Eccles (1903-1997), bir asra yaklaşan ömründe 400'ün üzerinde eser vermiştir. Tıp eğitimine başladığı yıllarda bile zihin-beyin sorunu ile meşguldü. 1943'ten sonra felsefeci Karl Popper'in yazıları ile ilgilenmeye başladı. Özellikle yaptığı çalışmalarla, merkezi sinir sisteminde sinir hücreleri arası iletinin kimyasal olduğunu ortaya koymuş ve iki kez Nobel ödülü almıştır. 1957'den sonra öğrenme, bellek ve bilinçli deneyim konularında yazılar yazdı. 1960'ların ortasında zihin-beyin sorunu üzerinde uluslararası bir konferansa ev sahipliği yapmak için Papa'yı ikna etti. Sinirbilimcilerin ve felsefecilerin katıldığı bu toplantı sonucunda "Beyin ve Bilinçli Deneyim" adlı kitap ortaya çıktı. Daha sonra da, zihin-beyin üzerine olan kişisel felsefi ilgisi artarak devam etti ve bir dizi kitap yayımladı; *Zihnin Nörofizyolojik Temeli* (1953), *Kişilik ve Onun Beyni* (Karl Popper ile 1977), *İnsanın Gizemi* (1979), *İnsan Ruhu* (1980), *İnsan Olmanın Harikası: Beynimiz, Zihnimiz* (1984), *Beynin Evrimi: Kişiliğin Yaratılışı* (1989). Son ürünü, beyinde kuantum mekaniğinin işlediği yeri ve insan ruhunu aramak olmuştur.

Eccles'a göre yukarıda bahsedilen, tümüyle yanlıştır ve söylenenler belli belirsiz şeylerin önüne asla geçemez. Maddecilerin düşüncesine göre bu sorun beyin nasıl çalıştığına tam olarak anlaşılmasıyla - belki 100 yıl sonra - çözülecektir. Bu beklentiye Eccles, "beklentili pişman maddecilik" olarak adlandırır. Eccles'a göre "boş ve uydurulmuş" teori, "insan benliğinin ve onun ruhsal değerlerini, yaratıcılığını ve bizim her birimizin ayrıcalığını, gizem ve harikalarını" açıklamaya yetersizdir.¹

İnsan özgür iradesi için maddeci teorinin gerçek bir bakış açısı olamayacağını öne süren Eccles, maddeci teorinin yetersiz kaldığını düşünür. Deneysel çalışmalarla, dikkat ve niyetlenmenin zihinsel hareketleri beyin kabuğunun uygun bölgelerinden kaydedilebilmektedir. Örneğin, hareket etme niyeti esnasında, istemli hareketten 200 mili saniye önce ilgili beyin kabuğu bölgesinde sinir hücrelerinde ateşleme ortaya çıkar. Eğer zihin beyin ise (zihin=beyin) bu gecikmenin anlamı ya beyin bir parçasının çalışıyor oluşudur ya da herhangi bir neden olmaksızın beyin özel bölgesinin kendiliğinden çalışıyor oluşudur. Dolayısıyla, bu teorinin "özgür iradeyi" açıklamayı beklenemez.

Bilim felsefeci Karl Popper ile de birlikte çalışan Eccles, maddeciliğin açıklayamadıklarını görünce, zihin ve beyin alternatif bir teorisini geliştirdi. Bu teori "ikici (düalist) etkileşim" olarak bilinmektedir. Onun temel felsefi çıkış noktası, din bilimcilerin bütün gönülünce kabul ettiği bir şeydi: "İddia ediyorum ki, bilimsel indirgemecilik tarafından insan gizemi inanılmaz şekilde küçültülmüştür. Pişman

¹ Watson D and Williams B. Eccles' Model of the Self Controlling Its Brain. NeuroQuantology 2003; 1: 119-128

olması beklenen maddecilik amacıyla ruhsal dünyanın tümü sinirsel aktivite kalıbı terimleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu inanç bir hurafe olarak sınıflandırılmalıdır... Bedenler ve beyinlerin oluşturduğu maddesel dünyanın varlığı gibi, ruhlardan oluşan ruhsal bir dünyanın varlığını kabul ediyoruz” der. Ancak, bu ruhsal dünya varlığını kabul etmesi, Descartes’ın düalist yaklaşımının bir parçası olan, zihnin bir çeşit madde olduğu (*substance*) düşüncesinden farklıdır. “Madde kavramı, zihne maddeci bir bakışa yol açabilir. Herhangi bir madde özelliğini anmadan benliğin ruhsal var oluşundan bahsediyorum. Büyük sorun ‘Benlik Beyni Nasıl Kontrol Eder?’dir. Bu düalisttir, fakat iki maddenin ifadesi değildir. Onun yerine Popper’in iki dünyası ile ilişkilidir”. Dolayısıyla Eccles’in düalist yaklaşımı Descartes’inkinden farklıdır.²



Filojiston ve İkicilik

Descartes zamanında, yanabilir şeylerin iki etkileşen maddeden oluştuğu kabul ediliyordu: filojiston ve kül. Bunların her ikisi bir araya gelerek, örneğin, odunu oluşturuyordu. Odun yanınca filojiston ve kül ayrılıyordu, bu arada da ısı ortaya çıkıyordu. Daha sonra ise oksijenin yanma nedeni olduğu anlaşılınca filojiston diye bir şeyin olmadığı ortaya çıktı. Dolayısıyla, ikici/düalist yaklaşımın zihinsel *substansı* bu teoriden de etkilenmiştir.

Eccles’a göre, sahip olduğumuz maddi olmayan zihin veya benlik bizim maddi beyinlerimiz tarafından etkilenebilir. Fiziksel dünyaya ek olarak, bir zihinsel dünya vardır ve de ikisi etkileşim içindedir. Yine de Eccles, Descartes’in düalizminde olduğu gibi, zihni fiziksel olmayan bir madde tipi olarak kabul etmez. Fakat, bizim zihnimiz olmadıkça var olan dünyanın bir hiçlik olacağını söyler.

Eccles klasik fiziğin dışına çıkarak, fizikçi Frierich Beck’in yardımıyla, zihin-beyin etkileşimini açıklamaya çalıştı. Teorisinde, beyin kabuğunun ince temel yapısı ile kuantum fiziğini birleştirdi. Eccles’a göre beyin kabuğunun esas temel birimi *dendron*dur. Dendronlar maddesel beyin temsilcileridir ve dendronların karşılığı olarak zihinsel temsilciler olan *psikon*(*psychon*)lardır. İstemli hareket niyeti ve düşüncesi ile psikonlar dendronlar üzerine etki eder ve seçilen sinir hücrelerinin ateşlenme olasılığını artırır. Böylece, kolumuzu kaldırmaya niyetlendiğimizde, beyindeki kol bölgesinde sinir hücreleri ateşleme yapar ve kolumuzun kaslarına uyarı göndererek kolumuzu kaldırırız. Psikonlar arasındaki etkileşim, bizim zihnimizin iç dünyasını ve algılarımızın birliğini oluşturur. Eccles’a göre, zihin-beyin arasındaki etkileşim, “Enerji ile değil, bir bilginin akışında olduğu gibidir”. Zihin sinirsel olayların eşliğini değiştirebilirse, çok büyük olasılıkla bu kuantum veya kuantum altı seviyelerde etkilidir. Termodinamiğin birinci kanununa göre, kapalı yani çevre ile madde ve enerji değişimi yapmayan sistemlerin toplam enerjisi sabittir. Maddecilik teorisinde, fiziksel dünyanın tümü kapalı bir sistemdir ve madde-enerji miktarı kesinlikle aynıdır. Ama, Eccles kuantum mekaniğinden yararlanır. Kuantum mekaniğinin Ortodoks yorumuna göre, enerji “kuantum vakum”dan saniyenin çok az bir kısmı süresinde geriye ödenmek üzere borç alınabilir.³

Eccles, köpek, kedi, atlar, maymunlar gibi memeliler ve olasılıkla da kuşların da bilinçli varlıklar olduğunu öne sürer. Daha alt omurgalılar ve omurgasızlarda (balık, amfibiler ve kemirgenler) bilinçli deneyim yoktur. Ona göre, zihinsel veya psikon dünya ve bu nedenle de bilinçli deneyim, memeli yenibeyin kabuğunun (neokorteks) karmaşık gelişimin nihai bir sonucudur. Alt türlerde bu tür organizasyon yokluğu, içgüdüsel ve öğrenilmiş davranışlar oluşturur. Yenibeyin kabuğunun oluşumu, doğal seçilimin bir sonucudur. Duyusal girdilerin artan karmaşıklığını işleyebilir hale gelir ve yaşamda kalmak için bir avantaj sağlar: “Yüksek seviyeli bilinç deneyimi insansı evriminin nihai bir sonucudur... Bilinç Darwinci evrimin daha ötesinde bir mucize olarak kabul edilmelidir.” Yani bilincin varlığı Darwinci evrimle açıklanamaz. Buradan anlaşılan; Eccles’a göre bilinç yüksek memelilere özgü bir deneyimdir. Bu deneyim ilahi bir

² Eccles JC. A unitary hypothesis of mind-brain interaction in the cerebral cortex. Proc Roy Soc London B 1990;240:433-451.

³ Watson D and Williams BO. Eccles' Model of the Self Controlling Its Brain: The Irrelevance of Dualist-Interactionism. NeuroQuantology 2003;1:119-128.

varlığın lütfüdür. Dolayısı ile canlılarla sınırlıdır. Eccles her maddede olan ruhu (panpsizizm) kabul etmez ve modern fiziğin temel parçacıklara bellek veya kişilik vermediğini söyler:

“Maddeci çözümler, bizim deneyimlediğimiz benzersizliğimizi açıklamada yetersizdir. Kişilik veya ruhun benzersizliğinin doğüstü ruhsal yaratılışın sonucu olduğunu kabul etmeye zorlanıyorum. Dinsel terimlerle açıklayacak olursak; her ruh ilahi bir yaratılıştır, ki dölleme ve doğum arasında bir zamanda büyüyen fetüse geçer.”

Ölümden sonra ne olacağı konusunda ise zihnin beyinsiz olarak da var olabileceğini ifade ederek şöyle der:

“Beynin ve bedenin ölümüne bizim ikicil (düalist) var oluşumuzun çözünmesi gözüyle bakabiliriz. Ümit verici olarak, serbest kalan ruh başka bir gelecekte daha derin anlamlı ve çok büyüleyici deneyimler bulacaktır, belki de yeniden bedensel var oluşlarla kendini dışı vuracaktır...”

Memeli Beyin Kabuğu

Tüm memelilerde bizimkine benzeyen bir beyin kabuğu bulunur. Beyin kabuğu sinir hücrelerinin haberleşmesi, anatomik ve işlevsel mikro özellikleri klasik fizik kapsamında kabul edilirse, zihin-beyin ilişkisini açıklamada yetersiz kalır.

Memeli beyin kabuğundaki her sinir hücresinin (piramidal) bir tepe çıkıntısı (dendrit) vardır. Bu tepe çıkıntısı üzerinde binlerce uyarıcı dikensi sinir hücresi bağlantısı (sinapslar) bulunur. Sinapsların her birinde sinaps öncesi kesecik izgarası bulunur. Izgarada, içi sinir ileticisi ile dolu 30-50 kesecikten oluşan bir yapı vardır. Her kesecik boşaltma (ekzositoz) ile sinir ileticilerini salmak üzere zar üzerinde yer alır. Boşaltma, beyin kabuğundaki temel birimsel aktivitedir. Küçük uyarıcı sinaps sonrası potansiyele (EPSP) neden olur. Bunların binlercesinin bir araya gelmesi ile sinir iletimi olan “aksiyon potansiyeli” ortaya çıkar. Sinir hücresi ana uzantısı (akson) boyunca ilerleyen aksiyon potansiyeli birçok sinapsı etkileyerek gücünü artırır. Bu durum, klasik fizik ve sinir hücreleri ağı teorisi ile kolaylıkla açıklanabilir.

Dendron ve Psikonlar

Eccles’a göre, zihinsel olayların, beyinde nasıl sinirsel-elektriksel olaylar meydana getirdiği konusunda farklı bir teori gerekmektedir. Zihinsel olayların sonucunda, zihinsel olaya bağlı olarak farklı beyin bölgelerinde kan akımı artışı ve şeker kullanımında artış meydana gelir. Bütün bu sonuçlar temelde keseciklerden sinir ileticisi boşalımının bir yansımasıdır. Sinaps öncesi (presinaptik) bölgeye ulaşan sinir uyarısı, son düşümü uyararak, kalsiyum iyonlarının içeri girmesine neden olur ve ardından kesecik içeriğinin boşalımı ortaya çıkar. Bu boşalım ilgili beyin kabuğu bölgelerinde kan akımı artışı olarak gösterilebilir. Ancak eksik bir halka vardır. Düşünceler (öncel neden) nasıl beyinde belli bölgelerin aktivitesini, çalışmasını ve enerji kullanımını (sonuç) artırabilir?

Beyin kabuğu, sinir hücrelerinden oluşan en işlevsel bir tabakadır. Kabuktaki sinir hücrelerinin yerleşimi ve birbiriyle ilişkisi kaotik değildir. Sinir hücreleri işlevsel birimler halinde organize olurlar. Bu işlevsel birimler, Lorente de No tarafından tespit edilen (1938) “dik silindirik yapılardır” ve minisütun (MiS) olarak adlandırılırlar. Genellikle 80-100 sinir hücresinden oluşurlar. Beyin kabuğunun anatomik ve fizyolojik temel birimleridir. Beyin kabuğunun her yerinde bulunurlar ve belli alanlarla sınırlı değildirler. MiS’ların 60-80 tanesi bir araya gelip makrosütunları (görme beyin kabuğunda bunlara hipersütun denir) meydana getirirler. MiS’lar beyin kabuğuna diklemesine yerleşiktirler ve tabaka II-VI arasından uzanırlar. Her minisütun, diklemesine belirgin daha az hücre bulunduran ara bölgelerle bir birinden ayrılır. İnsanlarda MiS’ların çapı 35-60 µm’dir. Aralıkları ise ortalama 80 µm’dir.

Beyin kabuğu tabakası V, III ve II’deki piramidal hücrelerin tepe dendritleri bir araya gelerek tabaka I’e yükselir. Böylece beyin kabuğundaki sinirsel algılayıcı birimler, yaklaşık 100 tepe dendritten ve onların dallarından oluşan, dendron olarak adlandırılan yapılardan oluşur. Eccles’a göre bu dendronların her biri için bir zihinsel birim olan psikon’lar vardır (Şekil 1). Zihin-beyin etkileşimi tam olarak bu dendron-psikon birimlerinde ortaya çıkar ve kuantum mekaniği kurallarına göre etkileşim oluşur.



Neden Minisütunlar Vardır?

1. Beyin kabuğundaki “ağ kavramı” günümüzde yerini yavaş yavaş işlevsel birimlerine bırakmaktadır. Bir minisütun (MiS), genelde bir tek ve çok karmaşık sinir hücresi çıkıntısını andırır. Sütunlar, ileri derecede yerel ve yoğun bağlantılar içerir. İçerisindeki bir tek sinir hücresinin kendi başına davranışı engellenir. Çıktı, MiS’nin ortak çıktısı şeklinde olur.

2. Beyin yarıkürelerinin birbirine gönderdiği (kallozal) lif sayısı 200-250 milyon arasındadır. MiS’lerin bir yararı kallozal lif sayısını azaltmaktır. 60-80 hücre bir araya gelerek oluşturdukları MiS’ler ile ortak bağlantı kurarlar. Böylece her hücrenin kendi başına kuracağı bağlantı yükü azalır.⁴

3. Beyin kabuğu hücreleri beyin kabuğu dışı hücrelerine göre (omurilik gibi) daha az bireyseldirler. Bu nedenle, beyin kabuğu daha plastik özellik gösterir. Omurilikte yer alan hücreler doğrudan bir diğeri ile bağlantılıdır ve işlevsel çıktısı doğrudan bir tek hücre ile ilişkilidir. Yalnızca birkaç omurilik ön kısmında sinir hücresi kaybı, kas kontrolünde yetersizlikle sonuçlanabilir. Aynı sayıda sinir hücresinin beyin kabuğunda kaybı, MiS yapısından dolayı hiçbir olumsuz etki göstermez. Ancak, MiS’un hasar görmesi tüm makrosütunun işlevini belirgin olarak engelleyebilir.

4. Biyolojik olayların tümü, uzay olduğu gibi zaman boyutu içinde de yürütülür. Bu zamansal süreç hücreleri, ileti yollarını ve hücreler arası ilgilendirir. Sinirsel aktivitenin zamansal uyumu olmaz ise beyin kargaşa içine girer, MiS ve makrosütun ilişkisi alt üst olur. Diklemesine işlevsellik, yatay olana göre daha az sabittir. Bununla ilişkili olarak da bir makrosütun içindeki MiS’ler farklı işlevler gösterebilirler (uyarma ya da baskılama). Bu nedenle diklemesine yerleşik sütunların birimleri zamansal olarak “farklı işlevlerde görev alabilirler”.⁵ Örneğin, önceden baskılanan sütun 10 adet ise, ardından baskılanması ortadan kalkarak, sonraki 10 hücre baskılanır duruma gelebilir.

5. Primat beyin evrimi için yarıbeyin kabuğunun (neokorteks) büyümesi en önemli yöndür. Evrim, beyin kabuğu veya kabuk alanı artışından ziyade MiS’lerin artışı ile ilişkili olabilir.⁶ Makrosütunların yüksek primatlarda bazı alanlarda çoğalabileceği öne sürülmüştür. Bu nedenle, beyin kabuğunun genel büyüklüğü değil, mini ve makrosütunların yoğunluğu, sayısı evrimsel gelişme ile ilişkilidir diye düşünülmektedir.

6. MiS’ler beyinde sadece dikey değil, yatay özellikler de gösterir. İştme beyin kabuğunda, sol beyinde sağa göre daha geniş MiS ve sütun aralıkları (nöropil) bulunur.⁷ Aynı beyin kabuğu bölgelerine bakıldığında, şempanzede (*Pan troglodytes*) ve rhesus (*Macaca mulatta*) maymununda sağ ve sol arasında bir fark yoktur. Türe özgü, özel beyin kabuğu bölgelerinde, MiS farklılığı ve yapısı, insan beynini insan dışı primatlardan ayırır.⁸ Bu farklılık, insan beyninde evrimsel farklılaşmanın nereye etki ettiğini de gösterir.⁹

7. MiS’lerin kendi içyapıları ileri derecede farklılık gösterir. Biri diğeri benzemez. MiS’lerin farklılığı çevresel etkilerden kaynaklanır, hücre ve liflerinin dağılımında farklılıklara neden olur. MiS’ler türler arasında da anatomik ve belki de bilmediğimiz işlevsel farklılıklar gösterirler. Rhesus maymunlarında kedilere göre daha büyük beyin bulunmasına rağmen, kedilere göre görme beyin kabuğu MiS’leri daha küçüktür.¹⁰ Ancak,

⁴ Cook ND. Homotopic callosal inhibition. *Brain Lang* 1984; 23: 116-25

⁵ Duong TQ, Kim DS, Ugurbil K, Kim SG. Spatiotemporal dynamics of the BOLD fMRI signals: toward mapping submillimeter cortical columns using the early negative response. *Magn Reson Med* 2000; 44: 231-42

⁶ Rakic P. Principles of neural cell migration. *Experientia* 1990;46: 882-91

⁷ Buxhoeveden CP, Casanova MF. The minicolumn hypothesis in neuroscience. *Brain* 2002;125:935-952.

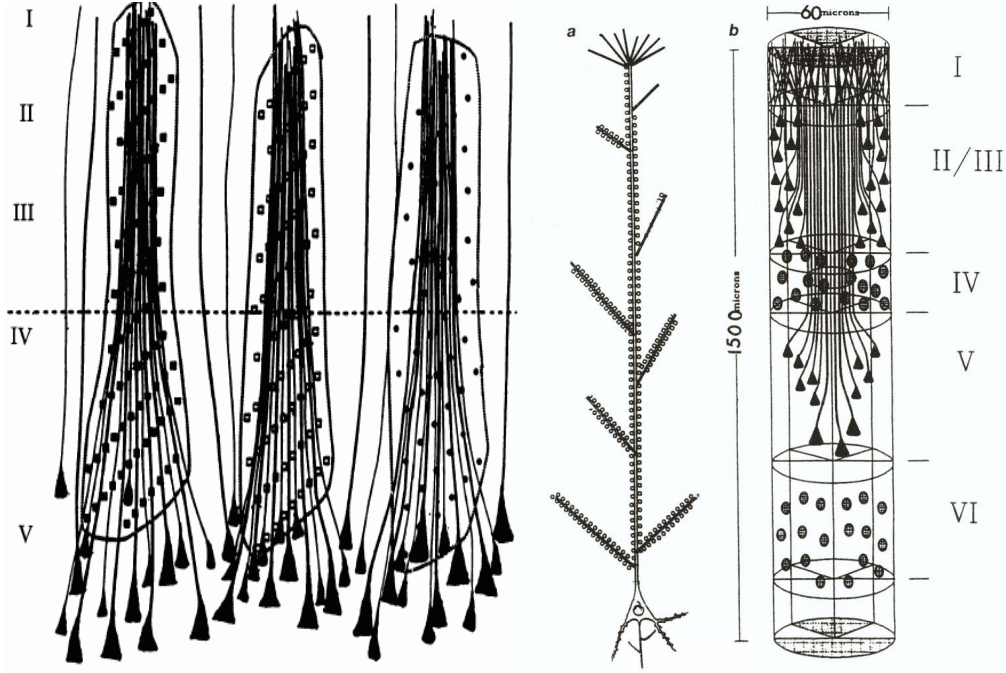
⁸ Anderson B, Southern BD, Powers RE. Anatomic asymmetries of the posterior superior temporal lobes: a postmortem study. *Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol* 1999; 12: 247-54

⁹ Seldon HL. Structure of human auditory cortex. I. Cytoarchitectonics and dendritic distributions. *Brain Res* 1981a; 229: 277-94

¹⁰ Peters A, Yilmaz E. Neuronal organization in area 17 of cat visual cortex. *Cereb Cortex* 1993; 3: 49-68.

maymunun hücre sütünü daha küçük olmasına karşın, nispi olarak daha çok hücre içerir ve daha karmaşık bir yapı sergiler. Bu nedenle, kedilere göre bilgi girişini daha fazla değerlendirirler.¹¹

8. Bazı çalışmalardan elde edilen verilerde otizm, Down sendromu ve şizofrenide beyin kabuğunun sütunsal düzenlenişinde farklılıklar gösterilmiştir.¹² Ancak bu farklılaşmanın neden mi yoksa sonuç mu olduğu belirsizdir.



Şekil. Solda, Tepe dendritleri ile birlikte dendronların görünümü. Piramidal sinir hücrelerinin tepe dendritleri tabaka I'te yumak şeklinde sonlanırlar. Hücre gövdeleri ise tabaka V'de bulunur. Psikonlar ise boş, dolu kareler ve dolu daireler şeklinde gösterilmiştir. Her dendron bir psikon ile ilişki içindedir. Sağda, Tabaka I'deki uzantılar sağdaki şekil A'daki gibi kümelenirler. Bu kümelenme beyin kabuğundaki temel anatomik birimi oluşturur. Bu temel birimler tüm memelilerde tespit edilmiştir. Dendritlerden oluştuklarından dendron olarak adlandırılırlar. Piramidal sinir hücrelerinin tepe dendritleri üzerinde bağlantı yapan dikensi sinapslar bulunur. Beck F and Eccles JC. PNAS -USA, 1992; 89:11357-361. Yazarın izni ile.

Beynin Evrimi ve Bilinç

İncelenmiş tüm memelilerde, dendronlarda sinir hücrelerinin tepe dendritlerinin düzenlenişinin aynı olduğu gösterilmiştir. İnsan beyin kabuğunda 40 milyondan daha fazla dendron vardır. Ancak, birçok ilkel memeli beyin kabuğunda bu sayı olasılıkla 200 binden fazla değildir.¹³

Evrım teorisine göre, zaman içerisinde, tepe dendritlerinde dendronların oluşması ya da daha sonraki evrimsel aşamada psikonların ortaya çıkması gerekir. Eccles'a göre, her ikisinin bir araya gelmesi bilinç oluşumu için yeterlidir. Bu düşünce ile bilinç sadece beyin kabuğunun varlığına bağlıdır. Öznel deneyimler, bellek, his zihinsel dünyanın psikonları ile yaşanır. Yine dendron-psikon etkileşimi öznel deneyimlerimiz (felsefecilerin *qualia* dedikleri) ile ilişkilidir. Her psikon, bilincin birimsel deneyimini oluşturur.

¹¹ Preuss TM, Qi H, Kaas JH. Distinctive compartmental organization of human primary visual cortex. PNAS 1999; 96: 11601-6

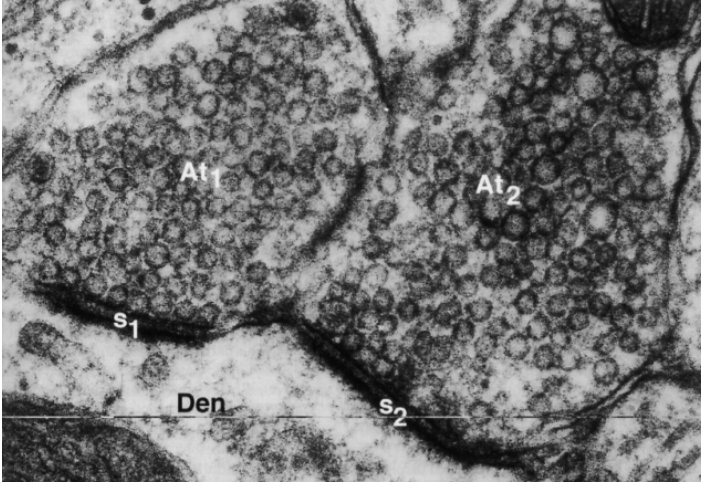
¹² Buxhoeveden CP, Casanova MF. The minicolumn hypothesis in neuroscience. Brain 2002;125:935-952.

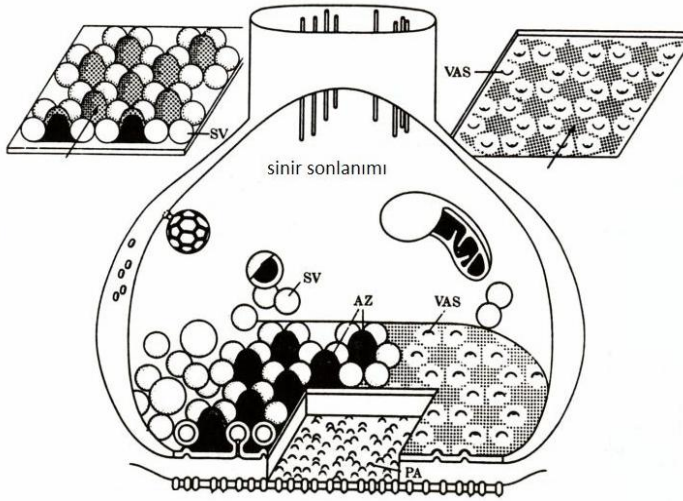
¹³ Eccles JC. Evolution of consciousness. PNAS-USA 1992;89: 7320-24

Peki, psikonların beyin kabuğundaki dendronlarla ilişkisi memeli ya da canlılar topluluğunun hangi gelişim aşamasında ortaya çıkmıştır? Eğer tüm memelilerde bilinçli deneyim olduğunu kabul edersek, bunun 200 milyon yıl önce olduğunu söyleyebiliriz. Sürüngenlerin önbeyinlerinde (frontal bölge) belirgin bir beyin kabuğu gelişimi görülmez. Bu, birçok memeli beyin kabuğuna göre önemli bir farklılıktır. Yani, sürüngenlerin beyinleri, henüz ilkel memelilerin beyin kabukları kadar evrimleşmemiştir. Diğer bir ifade ile sürüngenlerin beyin kabuğundaki dendron-psikon etkileşimi, bilinç ortaya çıkarmak için yeterince evrimleşmemiştir. Bilinç, memelilerin sahneye çıkışı ile zihinsiz bir dünyada ortaya çıkar. Ve Eccles'a göre, hayvanlar, memeli beyin kabuğundaki dendron-psikon aşamasını içeren bir yapıya sahip olmadıkça "bilincin ışığı" yaşayamazlar. Bu düşünce ile aynı zamanda, zihin ile beyin arasındaki felsefi "bağlantı problemi" çözülmüş olur.

Kuantum Tünelleme Modeli

Sinaps öncesi bölgesinde, presinaptik kesecik ızgarası (PKI) denilen üç açılı bir yapı bulunur. Küresel kesecikler 50-60 angström çapındadırlar (Şekil 2). Sinir hücresinden ilerleyen elektriksel ya da iyonik elektrokimyasal uyarı, aksonun ucundaki sinaps öncesi bölgeye ulaştığında, boşaltma (ekzositoz) olarak adlandırılan, keseciklerden sinir ileticilerinin salınımına neden olur. Sinir uyarılarının çoğu, bir PKI'dan tek bir kesecik boşalmasına neden olur. Bu sınırlama olasılıkla, parakristalin PKI'da keseciğin gömülmüş olmasından kaynaklanır (Şekil 2, B ve E). Sinir ileticilerin boşaltımı, beyin kabuğundaki temel birimsel aktivitedir. Her "hep-ya da hiç" boşaltımı ile sinir ileticilerin serbestleşmesi, kısa süreli uyarıcı sinaps sonrası potansiyele (USSP) neden olur. Bir sinir hücresine yeterli büyüklükte bir uyarı oluşturabilmek için (10-20 mili volt), küçük USSP'lerin binlercesinin bir arada etki göstermesi gerekir.





Şekil. Üstte, gerçek elektron mikroskopik iki sinaps (S1 ve S2) görünümü ve hücre sonlanımlarında sinir ileticisi içeren kesecikler görünmekte (At1 ve At2). Altta, sinaps öncesi (presinaptik) kesecik ızgarasının şematik görünüşü ve keseciklerin yerleşimi. Sinaptik kesecikler altı köşeli olarak dizilirler ve aktif bölge denem yerler içerirler. SV: sinaptik kesecik, AZ: boşaltıma hazır kesecik, VAS: kesecik yapışma yeri. Beck F. *NeuroQuantology* 2008; Baskıda

Sinaps öncesi bölge, gelen elektrokimyasal uyarı ile uyarıldığında, boşaltma olasılığı 1'den daha az olan bir çerçevede ortaya çıkar. Bu termodinamik ya da kuantum mekaniğindeki istatistiksel kavramı akla getirir. Her dendritteki sinapslar üzerinde dikensi çıkıntılarının binlercesinin oluşturduğu yerel USSP'lerin bağımsız istatistiksel toplamı, sonuç USSP'yi oluşturur. Boşaltma, temel olarak PKI'da bir kanalın açılmasına ve sinaptik aralığa kesecikteki sinir ileticisi salınımına bağlıdır. Bu klasik fiziğin kurallarını kapsayan mekanik işlemdir. Olasılık salınımında, kuantum mekaniği rolünü incelemek için, kalsiyum iyonu etkisi de devreye sokulmalıdır. Beck ve Eccles'a göre bu durumda, serbestlik derecesi 1 ile tek parçacığın (sinir ileticisinin) hareketi bir bariyer üzerinde modellenilebilir. Bu modelleme kuantum mekaniği tünelleme işleminin benzeridir (Şekil 3).

Zihinsel Olaylarla Sinirsel Olayların Oluşumu

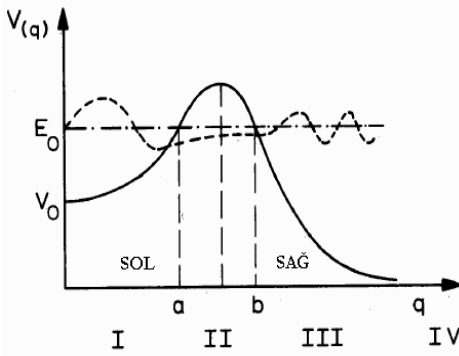
“Saf düşünce”, herhangi devam eden duyuşsal uyarı ya da hareketsel aktivite yokken oluşan bilişsel olaylar olarak tanımlanır. Karmaşık el hareketlerinin düşünülmesi, beyinde her iki (*suplemanter*) hareket alanında aktivite artışı oluşturur.

Motor hazırlık potansiyeli, *suplemanter* hareket alanı üzerinde birçok beyin dalgasının ortalama kaydının alınması ile elde edilen elektriksel bir kayıdır. Bu yolla bilinçli karar verilen hareketten 200 milisaniye önce beyin aktivitesi olduğu tespit edilmiştir. Bu gözlemler kuantum mekaniği ile birleştirildiğinde, istemli niyetin seçilmiş beyin kabuğu alanlarında sinir ileticilerinin “boşaltma olasılığını” artırdığı kabul edilebilir. Kuantum olasılık genlikleri dendronlarda binlerce boşaltıma (USSP) neden olarak beyinde bütüncül bir eşdurum (*coherent*) oluşur. Bu eşdurum görünen (hareket, konuşma) ve görünmez (düşünme, hayal etme) çıktılara neden olur.

Eccles ve Beck'e göre, beyin kabuğu dikkatle değerlendirildiğinde anahtar mekanizmanın sinir ileticisi boşaltımı olduğu görülecektir. Zihinsel çabanın yokluğunda olasılık genlikleri birbirinden bağımsız olarak etki ederler. Zihinsel yoğunlaşma ile bir dendronda, tam bir bütünlük içinde sinir ileticilerinin boşaltma olasılığı artar. Bu yolla çok sayıda olasılık genliklerinin bir araya gelmesi, eşdurumlu bir beyin meydana getirecektir.

Ayrıntı: Dendronlarda Kuantum Tünelleme¹⁴

Ayrıntı olmasına karşın bir model olarak sinaptik kuantum tünellemeden bahsetmekte yarar vardır. Aşağıdaki şekil göz önüne alınarak, durum iki enerji ile ortaya konulabilir:



Şekil. Bir parçacığın enerji bariyerinde kuantum mekaniksel tünellemesi. $V(q)$: Kolektif potansiyel, E_0 : Tek bir parçacığın boşalmasını tetikleyen enerji, a-b engelin genişliğini (ya da hücre zarının kalınlığını) ifade eder. E_0 enerjisi olan bir parçacık, enerjisi bariyerin enerjisinden düşük olsa bile SOL'dan SAĞ'a geçebilir. Bu geçiş tünelleme ile olur. Beck F, NeuroQuantology 2008; Baskıda.

1. Isı enerjisi (E_{th}):

Isısı T olan bir çevre içerisinde, serbestlik derecesi 1 olan parçacığımızın termal enerjisi

$$E_{th} = \frac{1}{2} k B g^f \quad [\text{Denklem 1}] \text{ ile hesaplanabilir.}$$

Burada; T: ısı, B: Boltzmann sabiti, k: sabittir. Diğer enerji ise

2. Kuantum mekanik sıfır nokta enerjisidir (E_0):

Δq kadar uzaklıkta yerleşik, M kütleli bir parçacığın enerjisidir. Heisenberg'in belirsizlik ilkesini göz önüne alırsak; $\Delta p \cdot \Delta q \geq 2\pi\hbar$ olur. Bunu alt sınırına uyarlırsak;

$$E_0 ; \frac{(\Delta p)^2}{2M} = \left(\frac{2\pi\hbar}{\Delta q} \right)^2 \frac{1}{2M} \quad [\text{Denklem 2}]$$

elde edilir. Böylece klasik fizik ile kuantum mekaniği arasındaki sınırı tespit edebiliriz: $E_0 = E_{th}$, $E_0 \gg E_{th}$ kuantal ve $E_{th} \gg E_0$ termal uygulamasıdır. Sabit tutulan bir T ve Δq için sınır eşitlik bir kritik kitleyi (M_c) ortaya koyar. Bir tek parçacığı etkileyen dinamik olay, klasik uygulama ile ortaya çıkan M_c 'den çok daha büyüktür. Oysaki $M < M_c$ durumu için kuantal uygulama yapılır. T=300 Kelvin ve $\Delta q=1$ angström olarak alırsak, $M_c=10^{-23}=6M_H$, yani bir hidrojen atomunun kütlelerinin altı katı ($6M_H$) elde edilir. Buradan çıkan sonuç, boşaltım için kuantum mekanik tetiklemenin atomik düzeyde kalması gerektiğidir.

Bir potansiyel enerji ($V(q)$) ile karakterize hareket, I. kısımda (Şekil 3) pozitif bir değer alabilir. Sınır ileticilerinin boşaltımından önce, yer değiştirebilir duruma göre, daha sonra II. kısımda maksimuma ulaşır ve ardından sıfıra düşer (IV). Zamana bağlı boşaltma bir boyutlu Schrödinger denklemi ile dalga fonksiyonu için $\psi(q;t)$ olarak tanımlanabilir:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(q;t) = \frac{\hbar^2}{2M} \frac{\partial^2}{\partial q^2} \psi(q;t) + V(q) \psi(q;t) \quad [\text{Denklem 3}]$$

Boşaltmanın başladığı, t=0 anı için bir dalga paketi potansiyel bariyerinin solunda (ya da sinaptik ızgaranın sinaps öncesi kısmında) yer alır. Bir boyutlu Schrödinger denklemi, t zamanı sonrası dalga fonksiyonunu bize verir ve bunun bir kısmının enerji bariyerinin soluna, diğer kısmının ise sağına geçtiğini bize söyler.

$$P_1(t) \int_{\text{solda}} \psi^*(q;t) \psi(q;t) dq \quad \text{sinir ileticilerinin boşaltımı yok} \quad [\text{Denklem 4}]$$

$$P_2(t) \int_{\text{sağda}} \psi^*(q;t) \psi(q;t) dq \quad \text{sinir ileticilerinin boşaltımı var} \quad [\text{Denklem 5}]$$

¹⁴ Beck F and Eccles JC. Quantum aspect of the brain activity and the role of consciousness. PNAS -USA 1992; 89:11357-361

P1'de, zamana bağlı olasılık olarak boşaltma ortaya çıkmayacak ya da P2'ye göre tetikleme ile sinir ileticilerinin boşaltımı ortaya çıkacaktır. Her iki olasılığın toplamı 1'e eşittir.

$$P_{1(t)+P_{2(t)}=1 \text{ yani } |\psi\rangle = |p_1\rangle + |p_2\rangle = 1 \text{ şekli başka bir ifadesidir.}$$

Bariyeri ya da sinaptik ızgarayı geçiş probleminin yaklaşık bir çözümü Wentzel-Krames-Brillouin metodundan elde edilir. Buna göre; bir parçacığın yayılma katsayısı T, kütlesi M ve enerjisi E ise;

$$T = e^{\left(-2 \int_a^b \frac{\sqrt{2M[V(q)-E]}}{\hbar} dq \right)} \quad [\text{Denklem 6}]$$

burada a ve b, engelin (enerji bariyeri ya da sinaptik ızgara kalınlığını) klasik ön ve arka noktalarını gösterir (Şekil 3). Zaman birimi başına engeli geçme olasılığı (W), engele ulaşanların sayısını (ω_0) ile elde edebiliriz. Burada T, engelin yayılma katsayısıdır.

$$W = \frac{dp}{dt} = \omega_0 \mathcal{G}$$

denkleminde Bohr'un benzerlik prensibine göre de; $\hbar\omega_0 = E_0$ olduğundan her iki eşitlik şu hale gelir:

$$P_2(\tau) = \tau \mathcal{G} = \tau \omega_0 \mathcal{G} \quad [\text{Denklem 7}].$$

Bu aşamada anlamlı rakamlar elde edebiliriz. Örneğin; başlangıç durumunda enerji $E=E_0$ olsun. Bu durumda, dalga paketi engelin sol yanına yerleşiktir. Yaklaşık olarak atomik boyutlarda $\Delta q=1$ angströmdür. Kütle (M) de bir hidrojen atomunun kütlesi olan $M=1,7 \cdot 10^{-24}$ gr alalım. Buradan Denklem 2'yi kullanarak, $E_0=8,3 \cdot 10^{-2}$ eV elde ederiz. Bu bir frekansa neden olur

$$E_0 = \hbar\omega_0 \text{ ve } \omega_0 ; 1,3 \mathcal{G} 0^{14} \text{ san}^{-1} \text{ bulunur.}$$

Yer değiştirme kararsızlığı zamanı $\tau \approx 10^{-13}$ ile 10^{-14} saniye arası ve denklem 7'den de $P_2(\tau) \approx 10 \mathcal{G}$ ile $100 \mathcal{G}$ arası değer elde edilir. Gözlemlenen P2 yaklaşık 0,25 olduğundan, engeli geçiş faktörü $T=4 \cdot 10^{-2}$ ile $4 \cdot 10^{-3}$ makul aralığı elde edilir.

Bu modele göre, şimdiye kadar yapılan hesaplarla sinaps öncesi bölgeye yerleşik tek bir keseciğin salınımı/boşaltımı göz önüne alındı. Parakristalin yapıda yaklaşık 40 kesecik bir aradadır fakat bir sinir uyarımı geldiği zaman bir kesecik sinaptik aralığa içeriğini bırakır. Bu durum ızgaraya yerleşik keseciklerin birisi salındığında, diğerlerinin boşaltımının engellendiği anlamına gelebilir. Bu engelleme femtosaniye civarındadır.

Bu gözlemler eşliğinde, kesecik ızgarasından olan boşaltmaya çok boyutlu yaklaşalım. Izzaralardaki her keseciği iki durumda farz edebiliriz: ψ_0 ve ψ_1 . Burada ψ_0 boşalmadan önce, ψ_1 boşalmadan sonraki durumu tanımlar. Farklı kesecikleri bir bütün olarak parçacıklar şeklinde kabul edebiliriz. Böylece, N keseciğin dalga fonksiyonu şöyle bir durumla temsil edilebilir:

$$\Psi(1, \dots, N) = \psi_{i_1}^{(1)} \mathcal{G}_{i_2}^{(2)} \dots \psi_{i_n}^{(N)} ; i_j = \{0,1\} \quad [\text{Denklem 8}].$$

Sinir ileticilerini boşaltmadan önce dalga fonksiyonu şu şekildedir:

$$\Psi_0(1, \dots, N) = \psi_0^{(1)} \dots \psi_0^{(N)} \quad [\text{Denklem 9}]$$

yani hiç bir kesecikte boşaltma gerçekleşmemiş.

Bir uyarıya yanıt olarak bir keseciğin içeriğinin aralığa boşaltması gözleminden, uygun dalga fonksiyonu denklemi boşaltma sonrası şu şekilde gelir:

$$\Psi_1(1, \dots, N) = \frac{1}{\sqrt{N}} \left[\psi_1^{(1)} \mathcal{G}_0^{(2)} \dots \psi_0^{(N)} + \psi_0^{(1)} \mathcal{G}_1^{(2)} \mathcal{G}_0^{(3)} \dots \psi_0^{(N)} + \dots + \psi_0^{(1)} \dots \psi_0^{(N-1)} \mathcal{G}_1^{(N)} \right].$$

[Denklem 10].

N-cisimli dalga fonksiyonundan boşaltma olasılığının hesaplanmasından [Denklem 9 ve 10], bir keseciğin engeli geçmesi çözümünün aynısı elde edilir. N kadar olasılık olmasına rağmen, tetikleme yalnızca bir keseciğin durumunu değiştirebilir. Bu da sinaptik

birleşme yerlerinde (ya da sinaptik dikensi çıkıntılarda) makroskobik gözlemlenebilir değişikliklere neden olur.

Walker'in Kuantum Sinaptik Tünellemesi

Evan Harris Walker (1936-Ağustos 2006), beynin çalışmasında ve bilincin oluşumunda kuantum teorisinin yerinin olabileceğini 1970 yılında öne sürmüştür.¹ Daha sonra bu teoriyi daha da ileri götürmüştür.² Walker, son 4 yüzyıldır felsefenin konusu olmasına rağmen bilinç konusuna belirgin katkı yapılmadığının farkındaydı. Bilinci tam olarak fiziksel veya işlevsel terimlerle açıklamaya çalıştı. Kendi düşüncesi, sinir hücreleri arasında bağlantının sağlandığı yerde (sinapslar) kuantum mekaniğinin devreye girdiği yönündedir. Walker, iki ön fikir öne sürer: 1. Bilinç gerçektir fakat fiziksel değildir. Buna göre, bilinç ikici (düalist) yaklaşım gibi ele alınır. Bilincin, fiziksel yapı ile ilişkisi vardır. Ancak karşılıklı etkileşimin, ne şekilde ve hangi seviyede olduğu açık değildir; 2. Bilinç, fiziksel bir temel aracılığı ile fiziksel gerçeklikle (beyin ile) bağlantılıdır.

Bu iki ön fikir üzerinden, kuantum mekaniksel bilinç teorisini oluşturur.³ Walker'a göre bilinç aşağıdakilerden biri ile birlikte olmalıdır: 1. Kütle, 2. Uzay ve/veya zaman, 3. Tek tek temel parçacıklar, 4. Dört temel kuvvetten biri (kütle çekimi, elektromanyetik, nükleer ve zayıf kuvvet), 5. Kuantum mekaniğindeki dalga fonksiyonu, 6. Fizikteki temel denklemlerin tümünün toplamı. Bunlar içerisinde kuantum mekaniğindeki durum vektörünün ya da dalga fonksiyonunun indirgenmesinin diğerlerine göre daha mantıklı seçim olacağını öne sürer. Kuantum mekaniğinde ölçüm sorununu çözme yolunun, sinapslardaki kuantum mekaniksel olayların incelenmesi ile bulunabileceğini öne sürer.

Walker'a göre, sinir iletiminde öne sürülen kalsiyuma bağlı sinir ileticisi salınımı teorisi, birçok nörofizyoloğun fizik bilmemesi nedeni ile kuantum mekaniği ile bağdaştırılmaz. Klasik anlayışa göre, herhangi bir sinir uyarımının (aksiyon potansiyeli) sinir hücresi sonlanımına ulaşması (presinaptik bölge), iyonize kalsiyum aracılığı ile içinde sinir ileticileri bulunan keselerin açılmasına neden olur. Salınım olasılığı (p) ve keseciklerin açılması değişik faktörlere bağlıdır, $p=0,01-0,9$ arasında değişir. Yüksek p değerli sinapslarda, bazı kalsiyum bağlanma yerleri, uyarın gelmeden önce kalsiyum ile doldurulmuştur. Bu hazır bağlanmadan dolayı daha kısa sürede daha fazla salınım olur. Bazı proteinler salınımaya yardım eder, sinir ileticisi salınımında devreye girerler: sinaptotagmin-I ve II, munc-13, sintaksin, sinaptobrevin (VAMP), SNAP-25 gibi. Bunlardan sinaptotagminler kalsiyum duyargalarıdır ve hassasiyetlerinin 2 kat artması sinir ileticilerinin boşaltılması olasılığını 16 kat artırır. Yine sistein sicim proteinleri, salınım esnasında kalsiyum kanallarının açılmasını tetiklerler. İki yüz kadar kalsiyum iyonu, tek bir kalsiyum kanalının açılması ile salınımı başlatabilir. Salınımın artışı, gelen sinir akımının süresiyle doğru orantılıdır.⁴

Walker, sinir hücresi son kısmında (presinaptik bölge) kesecik salınımına neden olan kalsiyumun enerjisinin sonuçta elektronlardan geldiğini belirtir (Ca^{++} iyon yapısı nedeni ile). Genelde öne sürülen fikir, presinaptik bölgeye kalsiyum iyonunun deneysel olarak verilmesi, kesecik boşalımı ile ateşlenmeye neden olur şeklindedir. Herhangi bir teorisin, sinir hücreleri arası bağlantı yerinin (sinaps) neden özel yapıda olduğunu açıklamasının gerektiğini, ancak kalsiyum teorisinin bunu yapamadığını öne sürer. Walker, geleneksel bakış açısından farklı olarak kalsiyumun sinaptik geçişte ikincil bir görevi olduğunu düşünür.

Klasik Fizik Bakışı: Sinir ileticisi salınım olasılığı⁵

Sinir ileticileri küçük "paketçikler" halinde salınırlar ve dolayısıyla her paketçik (kuantum) belli bir büyüklükte sinaptik potansiyel oluşturur. Buna "kuantal sinaptik

¹ Walker EH. The nature of consciousness. *Mathematical Biosciences* 1970;7:131-178.

² Walker EH. Quantum Mechanical Tunneling in Synaptic and Ephaptic transmission. *International Journal of Quantum Chemistry* 1977;11:103-127.

³ Walker EH. Quantum theory of consciousness. *Noetic Journal* 1991;1:100-1007.

⁴ Thomson AM. Facilitation, augmentation and potentiation at central synapses. *Trends Neurosci* 2000;23:305.

⁵ Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Principles of Neural science*. 2000;261

potansiyel” denir. Her ne kadar kuantum mekaniğini çağrıştıran kuantal sinaptik potansiyel ifadesi kullanılsa da kuantum mekaniysel durumların ele alınması söz konusu değildir. Ele alış tamamen klasik fizik kuralları içerisinde.

Sinaptik potansiyeller sinir hücreleri arasında oluşabildiği gibi sinir hücresi-kas birleşme noktalarında da oluşurlar. Kolay olması bakımından çalışma modelleri olarak sinir hücresi-kas birleşme noktaları çalışılır. Sinir-kas birleşme yerinde kendiliğinden, hiçbir elektriksel uyarım olmadan sinir iletilicileri boşalımı oluşur. Bu durum dinlenme halindeki bir kasta hiçbir kasılma yokken kolaylıkla kaydedilebilir. Buna minyatür son plak potansiyeli (*miniature end plate potentials*, MEEP) denir. Boşalimler herhangi bir sinir iletilisi olmadan oluştuklarından, genlikleri küçüktür ve bu nedenle minyatür olarak adlandırılırlar. Sinir iletilicisi olan, sinir kas kavşağında devreye giren asetilkolinin (ACh) tek bir algılayıcı kanalından (reseptör) geçen akım, yaklaşık 0,3 mV kadardır ve minyatür son plak potansiyeli oluşması yaklaşık 2000 benzer kanalın açılmasını gerektirir. Salınan bazı ACh moleküllerinin sinir hücresi-kas birleşme yerinde karşı tarafa ulaşamayacağını da düşünürsek, bir minyatür son plak potansiyeli için en az 5000 asetilkolin molekülü gerekir. Hücre dışı Ca^{++} yoğunluğu normale, presinaptik sonlanmadaki bir sinir uyarımı (aksiyon potansiyeli, AP), her biri 0,5 mV genliğinde olan yaklaşık 150 kuantum salar ve büyük bir son plak potansiyeli doğurur. Eğer herhangi bir sinir uyarımı yoksa, saniyede ortalama bir kuantum salınır. Sinir iletimi ile presinaptik sonlanmaya Ca^{++} girince, kuantal salınım 100 bin kat artar ve 1-2 milisaniye içinde 150 kuantum eşzamanlı salınır.

Bir “kuantal” sinir iletilicisi salınması rastlantısal (random) bir olaydır. Bir aksiyon potansiyeline yanıt olarak kuantumun salınmasına ilişkin iki olasılık vardır: salınma veya salınmama. Bir kuantumun sinir iletimi ile salınması diğer kuantların ne olacağından bağımsızdır. Her uyarımda salınabilecek kuantumların hesaplanması, birçok bağımsız binomial denemeye benzer (çok sayıda yazı-tura atılması gibi).

Binomial dağılımda:

p = ortalama başarı yüzdesi (belli bir kuantumun salınma olasılığı)

q veya $(1-p)$ = ortalama başarısızlık

n = salınma olasılığı olan toplam kuantum miktarını gösterir.

p ve n 'nin *sabit* olduğu kabul edilir! (çünkü her uyarımdan sonra sinir sonlanmasındaki depolarda azalma hemen yerine konur.)

$p \cdot n = m$ (kuantal içerik veya kuantal “çıktı” ya da son plak potansiyelini oluşturacak ortalama kuantum sayısıdır)


Örneklerle bunu görelim; bir sinir sonlanım yerinde $n=5$ ve $p=0,1$ ise, $q=0,9$ olacaktır. Bu durumda her sinir uyarımında kaç kuantum salınacağı veya kaç başarısız uyarılma olacağı olasılıklarını hesaplayabiliriz. Mevcut 5 kuantumdan hiçbirinin salınmama olasılığı (başarısızlık) her kuantum için olan olasılıkların çarpımıdır: $q^5=(0,9)^5=0,59$. Bu şu anlama gelir: 100 denemede 59 başarısızlık ya da salınmama durumu olabilir. Benzer şekilde 0, 1, 2, 3, 4, 5 kuantumun salınma olasılıklarını hesaplayabiliriz:

$$(q+p)^5 = q^5(\text{başarısızlık}) + 5q^4 \cdot p(1 \text{ kuantum}) + 10q^3 \cdot p^2(2 \text{ kuantum}) + 10q^2 \cdot p^3(3 \text{ kuantum}) + 5q \cdot p^4(4 \text{ kuantum}) + p^5(5 \text{ kuantum})$$

Buna göre, 100 denemede 33 tek, 7 çift, 1 üçlü, 0 dördü ve beşli kuantum salınması olasıdır. m değeri 100-300 (omurgalı sinir-kas kavşağı, mürekkep balığı dev sinir hücresi ana uzantısı, *Aplasia* sinapslarında) ile 1-4 (omurilik) arasında değişir. p değeri 0,7 (kurbağa sinir-kas kavşağı) veya 0,9 (yengeç sinir-kas kavşağı) kadar yüksek değerlerden bazı merkezi sinapslarda 0,1'e kadar düşer. n değerinin ise 1 ile 1000 arasında değişebildiği hesaplanmıştır. Ancak, biyolojik yapılarda n ve p gibi istatistiksel terimlerin temsil ettikleri fiziksel süreçler tam bilinmez. Çünkü, durum tam olarak yazı-tura atmaya benzemez. n belki salınabilecek kuantum sayısından çok sinaps öncesi aktif salınım bölgelerini tanımlıyor olabilir. Salınma bölgelerinin sayısı sabit olarak düşünülmeğe de keseciklerle ilişkili olanların oranı değişken olabilir. p en az iki değişkenle ilişkilidir: keseciğin salınma bölgesine bağlanma ve sinir uyarımının bağlanmış keseciği boşaltma olasılıkları, p 'nin aynı zamanda sinir uyarımı sırasında sinaps öncesi bölgeye Ca^{++} girişine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Kuantum Sinaptik Tünelleme

Sinapslarda elektrik sinyaller kimyasal sinyallerle diğer bir hücreye ulaştırılır. Ulaşan sinyaller, bir dizi işlem ardından tekrar elektriksel sinyale dönüştürülür. Yani elektriksel iyonik sinir uyarımı→ kimyasal sinir iletilicisi salınımı→ tekrar elektriksel sinir uyarımına dönüşüm şeklinde geçiş olur. Walker'a göre, kuantum mekaniğinin sinir sisteminde devreye girdiği yer, hücreler arası bağlantı yeri olan sinaptik yarık ya da aralıktır. Kimyasal aracı kullanan bağlantılara ek olarak, kimyasal aracı kullanmayan, elektriksel sinapslar da vardır. Elektriksel sinapsların çoğunluğu ilkel organizmalarda bulunur ve bağlantı aralığı (sinaptik boşluk) yaklaşık 150 Å ile daha dardır. Bazı canlılarda elektriksel+kimyasal iletim bir arada bulunur. Kimyasal sinapslarda ise 150-180 Å ile biraz daha geniştir (omurgalıların sinir hücresi-kas bölgesinde 500 Å'a kadar çıkar). Ancak, her iki tipte de sinir iletilicisi içeren kesecikler bulunur. Kuantum mekaniksel tünelleme için uygun yapılardır. Biyolojik yapılarda elektron tünellemenin ortaya çıktığı değişik çalışmacılarla gösterilmiştir.⁶ Yapay biyomoleküler yağdan yapılmış zarlarda da tünelleme gözlenmiştir.⁷ Bu gibi zarlar *Zener-Diyodik* davranış da sergilerler.⁸ Sinapslar ve diyotlar arasındaki bu yapısal ve işlevsel benzerlikleri dikkate alan Walker matematiksel bir model geliştirir.



Angström ve Zener-Diyotlar

1 Angström, üzerinde şapka ile gösterilir, $1 \text{ Å} = 10^{-10}$ metre, 0,1 nanometre veya 100 pikometredir. Atom büyüklükleri 0,25-3,0 Å arasındayken, kimyasal bağların moleküllerdeki genişliği 1-2 Å'dur.

Zener-Diyotlar yaklaşık 10 voltluk bir eşikten sonra akım geçirirler. Diyot bir p-n bağlantısı, transistor ise n-p-n veya p-n-p bağlantısıdır. Diyot aralıklarında kuantum tünelleme olur ve aralığı 150 Å'dur

Kuantum mekaniğine özgü olan tünelleme ilginç bir fenomendir. Klasik fiziğe göre bir duvara (ya da enerji bariyerine) atılan bir top duvarı delmeden diğer tarafa geçemez. Klasik fizikte, E enerjili bir parçacık, bir enerji potansiyel duvarının içinde bulunduğu zaman, eğer enerji, duvarı geçme enerjisinden düşük ise sonsuza kadar orada kalır. Ancak enerjisi, duvarın enerjisinden yüksek ise, parçacık bariyeri aşır dışarı kaçabilir. Bu klasik fiziğin bakış açısıdır. Fakat, kuantum mekaniğinde bir enerji duvarı/engelini aşmak için yeterli enerjisi olmayan parçacık engeli aşma, tünelleyerek geçme "olasılığına" sahiptir. Engel kalın ya da ince olsun fark etmez. Buna çarpıcı benzetme, eğer evinizdeki bir odadaki duvarın yanında bir milyon yıl beklerseniz, bir an için duvardan diğer odaya geçme olasılığınız vardır ve bu gerçekleşebilir.

Bir kare şeklindeki potansiyel (enerji, zar) bariyerini tünelleyerek geçme olasılığı şöyle yazılır:

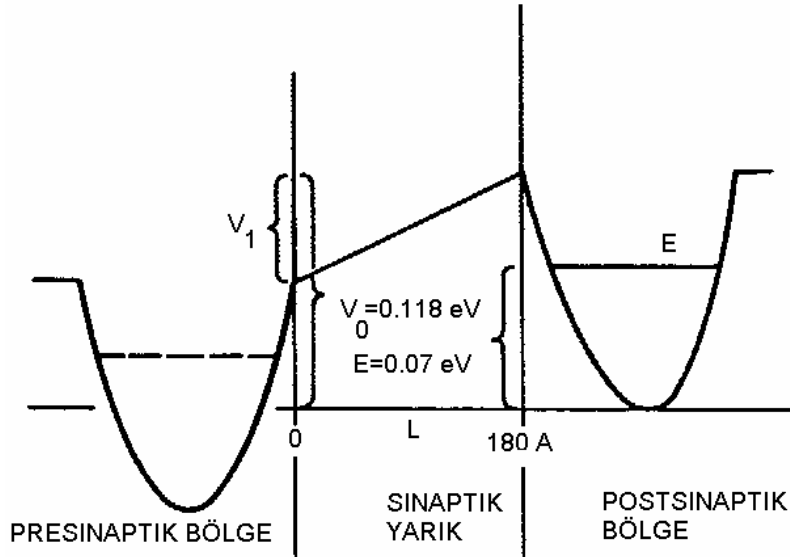
$$P_{\text{olasılık}} = \frac{E(V_0 - E)}{v_0^2} 16 \exp(-2L\sqrt{2m(v_0 - E)/\hbar})$$

Burada, bariyerin yüksekliği V_0 , parçacık enerjisi E, kütlesi m, bariyerin genişliği L, bariyeri geçme olasılığı p'dir.

⁶ DeVault D. Nature 1967;215:642 ve Wei LY. Math Biophys 1967;29:411

⁷ Pant HC ve Rosenberg B. Biochem Biophys Acta 1971;225:379 ve Karvaly B. Nature 1973;244:25-26.

⁸ Rosenberg B. Disc Faraday Soc 1971;51:190



Şekil: Kimyasal veya elektriksel hücreler arası bağlantı yerinde (sinaps) bir elektronun enerji diyagramı ve kuantum tünelleme modeli. Sinaps sonrası (postsinaptik) 0,07 eV'luk enerji taşır. Potansiyel engelini yüksekliği ya da sinaptik zarı geçme enerjisi $V_0=0,118$ eV'tur ve deneysel verilerden elde edilmiştir. Uyarı için, V_1 kadar daha enerji gerekir. $V_1=0$ olduğunda engel kare şeklindedir.

Bilinçli deneyim, birbiri ile ilişkili bir bütündür. Beyinde dağınık durumdaki sinapsların bir arada çalışması bütünselliği oluşturur. Walker, herhangi bir anda bu bütünselliği temsil eden bir “dalga fonksiyonu” olması gerektiğini öne sürer. Kuantum mekaniği bireysel olarak tüm sinapslarda devreye girer. Bilinç bütün bunların toplamının bir sonucu olabilir. Oysa, geleneksel olarak öne sürülen, sinirsel ağlar, bilinçli bir bütünü açıklamada yetersizdir. Sinir hücreleri ağları Hodgkin-Huxley teorisi içinde olurken, kuantum mekaniği devreye girdiğinde “durum vektörü ya da dalga fonksiyonu” ile tanımlanan “olasılıklar” söz konusu olur. Aktif bir sinaptaki ateşleme 0,3-3 milisaniye sürer ve kuantum mekanik tünelleme ile uzak sinapslara yayılabilir. Bu nedenle çok sayıda ve kısa süreli tünelleme olması gerekir. Walker’ın hesaplamalarına göre, sinaptik aralıkta tünelleyerek sıçrama bir kaç pikosaniye (10^{-12}) sürer. Karakteristik tünelleyerek sıçrama zamanı $8,4 \cdot 10^{-12}$ saniyedir. Bu sinir iletimi süresi olan 0,3 saniyede binlerce kez oluşur. Aynı sürede tünelleyen bir elektron, beyin her yerine ulaşacak şekilde yer değiştirebilir. Elektronun sahip olduğu ve ortaya çıkardığı enerji, yaklaşık 0,07 eV’tur. Bu enerji, keseciklerden sinir ileticisi salınımını sağlayacak büyük protein moleküllerini harekete geçirebilir.

İnsan beyinde $2,35 \cdot 10^{13}$ sinaps olduğunu kabul ederek, yaklaşık $n=200$ bin büyük molekül elektron vericisi olarak katkıda bulunabilir. Bu katkılar aynı sinaps ya da uzak bölgelerden olabilir. Özellikle, hücre içinde çözünmüş halde bulunan RNA (ribonükleik asit) elektronlarının sıçrayarak yer değiştirmesinin önemli olduğunu öne sürer. Adeta RNA’lar bir “sıçrama taşı”dır. RNA moleküllerinin, kısa süreli elektron tutmalarının diğer moleküllere göre daha uygun olduğunu öne sürer. Beynimizde yaklaşık 31 gram çözünmüş RNA bulunur. Sinapstan diğer bir sinapsa geçişin, RNA elektronlarının sıçraması ile mümkün olabileceğini ve evrendeki her elektronun “kuantum dolaşıklığı”nın bir parçası olduğunu belirtir. Ayrıca, sinir hücrelerinde bulunan mikrotübüllerin de elektron taşınmasında etkin olabileceğine, ancak RNA’ların daha avantajlı olduğuna dikkati çeker.

Walker bir elektronun bir sinaptik ateşlemesi için şu denklemi elde eder:

$$\frac{Nt^{2Nf}}{M\tau} > 1$$

Burada, N hücreler arası bağlantı (sinaps) sayısı, τ tünelleyerek sıçrama zamanı, $M=7,45 \cdot 10^{20}$ sabit, t sinapsın aktif kalma süresi, f ise tipik bir sinapsın ateşleme frekansdır. Uyanıkken $f=0,027$ ve uykuda $f=0,009$ saniyedir. Minimum ateşleme frekansı;

$$f_{\min} = \frac{M\tau}{nNt^2}$$

denklemlerle elde edilir ve bilincin ortaya çıktığı değerdir. Buradan hesaplanan değer de $f_{\min}=0,014$ saniyedir.

Francis Crick, beynin trafo merkezi olan talamus ile beyin kabuğu arasındaki ortalama 40 Hz (35-75 Hz) eşzamanlı titreşimin bilinçli durumun karşılığı olduğunu öne sürer (1994). Walker kendi teoremi ve hesaplamalarından elde edilen $f=0,028-0,013$ saniyelik titreşimin 35-70 Hz'e karşılık geldiğine de dikkati çeker.⁹ Bu, uyanıklık durumunda elde edilen $f=0,027$ değeri ile uyumludur.

Tablo. Beyin dalgalarının farklı frekanslara göre adlandırılması ve frekans aralıkları. Aşağıdaki karşılıklı gösterimde de frekansların birbirine çevrilmesi görülmekte.¹⁰

Delta	0,5-2,5 Hz
Teta	2,5-7,5 Hz
Alfa	7,5-12,0 Hz
Sigma	12-14 Hz
Beta 1	14-20 Hz
Beta 2	20-35 Hz
Gamma	35-45 Hz
Omega	45-125 Hz

1 kilohertz (kHz) = 10^3 Hz = 1,000 Hz

1 megahertz (MHz) = 10^6 Hz = 1.000.000 Hz

1 gigahertz (GHz) = 10^9 Hz = 1.000.000.000 Hz

1 terahertz (THz) = 10^{12} Hz = 1.000.000.000.000 Hz

1 petahertz (PHz) = 10^{15} Hz = 1.000.000.000.000.000 Hz

1 exahertz (EHZ) = 10^{18} Hz = 1.000.000.000.000.000.000 Hz

Kesecik boşalımında, Brownian rastlantısal dağılıma (difüzyon) da etkilidir ve tünellemeye kadar sinir iletilicileri başıboş Brownian hareket yaparlar. Einstein'ın difüzyon denkleminde göre; difüzyon zamanı t , yayılma mesafesi x ($x=180 \text{ \AA}$), kesecik çapı R (250 \AA), sıcaklık T (300 Kelvin), Boltzmann sabiti k ($5,670 \cdot 10^{-8} \text{ Js}^{-1}\text{m}^{-2}\text{K}^{-4}$), akışkanlık/viskozite ν (5 cp) olarak alındığında şu denklem elde edilecektir:

$$t_{\text{difüzyon}} = \frac{3R\nu x^2}{kT}$$

Bu denklemden difüzyon zamanı $t=0,3$ mili saniye bulunur ve sinir hücresi için herhangi bir dışsal uyarıya yanıt verilemeyen, dirençli (refrakter) yani ikinci bir uyarının etki edemeyeceği dönemdir.

Elektriksel Sinapslar

Buraya kadar bahsedilenler kimyasal sinaptik aralıklarda olabilecek olayları anlatmaya yönelikti. Sinir sisteminde, kimyasal sinapslara ek olarak elektriksel sinapslarda bulunur. Bu türdeki sinapslarda aracı olarak kimyasal iletiliciler (sinir iletilicileri) kullanılmaz. Elektriksel iyonik akım doğrudan bir yerden diğerine geçer. Bu tür sinapslar, memeli (ve insan) beyinde ve retinasında bulunur. Bu sinapslar birbirine 3,5 nm kadar yakın olabilirler (kimyasallar 20-40 nm aralıktadır). Kimyasal bir sinapsta iletili gecikmesi 2 msan iken elektriksel bir sinapsta bu süre 0,2 msan ile çok çok daha kısadır.

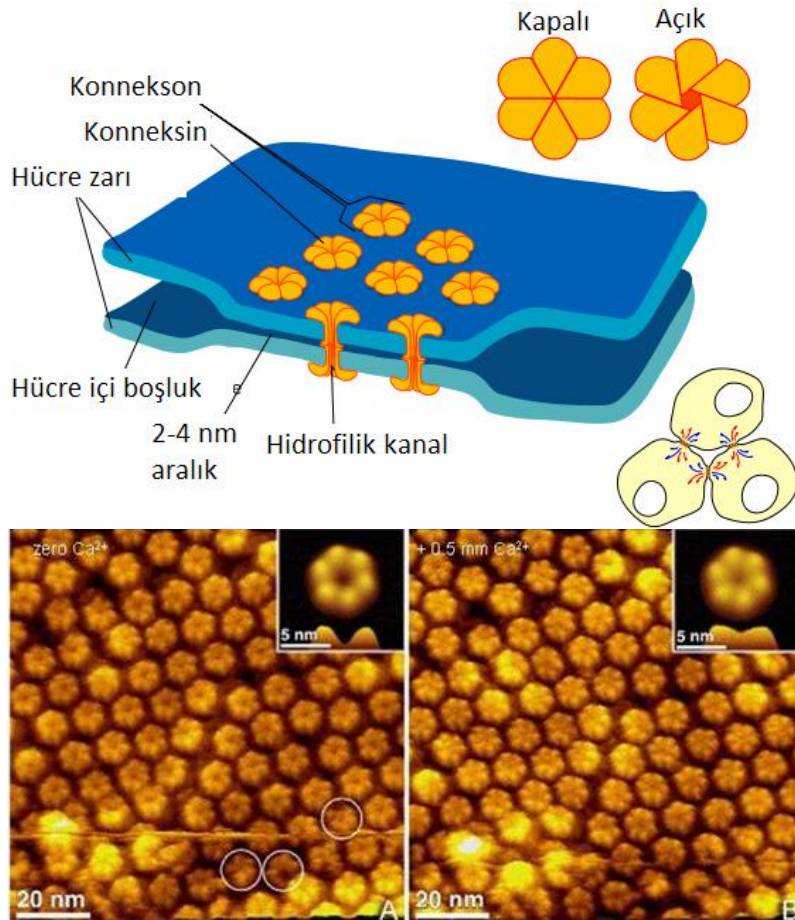
⁹ Mel BW. In the brain, the model is the goal. Nature Neuroscience. Suppl 2003;3:1183

¹⁰ Perlis ML. Et al. J Sleep Res 2001;10:93-104.

Dolayısı ile elektriksel sinapslar çok hızlıdır.¹¹ Bu hızdan ve sıkı bağlantı özelliklerinden, kuantum tünelleme için oldukları kadar bütüncül beyin çalışması (eşzamanlı nöronal boşalım) içinde en önemli yerdir. Peki, elektriksel olan sinaptik aralıklarda uyarı geçişi nasıl olur? Sinaptik geçiş için elektrik akımı denklemi şu şekilde verilir;

$$I = \alpha e n_g f_{MEPP}$$

Burada α molekül başına tünelleyen elektron sayısı, n_g bir kesecik kapısı molekül sayısı, e elektronun yükü, f_{MEPP} motor son plak minyatür potansiyel (MEPP) boşalım frekansını temsil eder. 50 milivoltta, 50 μm alanda elektrik akımı $1,9 \cdot 10^{-12}$ amper bulunur. Bu direnç olarak $R_j = 1,3 \cdot 10^4$ Ohm cm^2 'ye denktir (Ohm; amper ve Watt'dan elde edilen bir direnç değeridir. $R = V/I$ denkleminde elde edilir. Direnç (R)=Volt(V)/Amper(I). Ancak, elektriksel sinapslarda aralık daha dar olduğundan, 50 milivoltta, 150 Å'luk aralıkta $R_j = 220$ Ohm cm^2 iken, 120 Å'da ise $R_j = 3,7$ Ohm cm^2 olur. Bu değerler tünelleme için yeterlidir ve temel olarak, sinir hücreleri arası elektriksel ve kimyasal bağlantılar arasında ciddi fark olmadığı anlamına gelir.



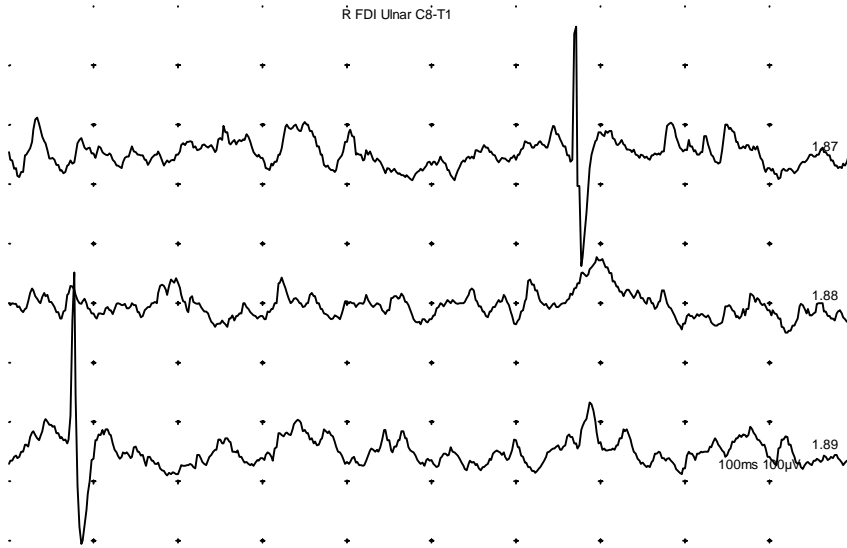
Şekil. Üstte. Elektriksel bir sinapsın şematizasyonu. Sinir hücreleri arasındaki sıkı bağlantı (*gap junction*) bölgelerinde, normal sinir hücreleri arasındaki kimyasal geçişin tersine, geçiş elektrikseldir. Aralık normalden farklı olarak daha dar ve sıkıdır. nm: nanometre. Zarlar arası kanallar bulunur ve 1,2-2,0 nm çapındadırlar. Bu kanallar iyon akımı küçük moleküllerin geçişine izin verir. Aradaki kanallar konneksin olarak adlandırılır. Her konneksin, altı adet, birbirine bağlı, 7,5 nm büyüklüğünde protein yapısından (konneksin) oluşur. *Altta*, nanometre ölçeğinde mikroskopik görüntüleme, soldaki üst büyütmede açık-sağda ise kapalı kanal görülmekte.

¹¹ Bennett MV, Zukin RS. Electrical coupling and neuronal synchronization in the mammalian brain. *Neuron*. 2004 Feb 19;41(4):495-511

Minyatür Motor Son Plak Potansiyelleri (MEPP)

Paul Fatt ve Bernard Katz, kurbağa sinir-kas sinapsından kayıt yaparken, presinaptik uyarılma olmaksızın 0,5 mV'luk kendiliğinden postsinaptik potansiyeller olduğunu ve bunların aktif bölgeden uzaklaştıkça küçüldüğünü keşfettiler. Bu bulgu daha sonra memelilerde ve beyindeki sinapslarda da kanıtlandı. Fatt ve Katz'ın bu spontan potansiyellere *minyatür son plak potansiyelleri* adını verdi. Bu potansiyeller, sinir-kas kavşağında fizostigmin ile (AChE inhibitörü) kuvvetlenir, ACh (asetilkolin) reseptör blokerleri ile inhibe olurlar. Minyatür son plak potansiyelinin büyüklüğü -0,5 mV ile genelde sabittir. Tek bir AChR kanalından geçen akım sadece 0,3 mV kadar potansiyel üretir. Bu durumda tek bir kendiliğinden MEPP oluşumu için -2000 asetilkolinin salınması gerekir.

Minyatür motor son plak potansiyelleri, herhangi bir sinir uyarımı olmadan, sinir sonlanım yerlerinden kaynaklanan, tamamen rastlantısal olduğu düşünülen potansiyellerdir. Bunlar motor son plak "gürültüsü" ya da "dikenleri" şeklinde olabilirler. Gürültü olarak tanımlananlar, düşük genlikli ve düzensiz salınımlardır (20-40 Hz). Dikenler de düzensizdirler ve yaklaşık 50 Hz salınım yaparlar. Bu iki potansiyelin kaynağı klasik fizik ya da sinir bilimi açısından bakıldığında tartışmalıdır.



Şekil. Minyatür son plak potansiyelleri ve arada iki tane olarak gözükten minyatür son plak dikenleri. Zemindeki dalgalı yapı rastlantısal, hiçbir uyarım olmadan salınan sinir ileticilerinden doğar. Bu potansiyellerin, sinir hücrelerinin bileşim yerindeki, presinaptik bölgede sinir ileticilerinin kuantum tünellemeden kaynaklanabileceği öne sürülür (*potansiyel kaydı, S.Tarlacı*).

Walker'a göre bu salınımlar kuantum mekaniksel tünellemenin sonucudur. Minyatür motor son plak potansiyellerinin salınım frekansı/sıklığını elde edebileceğimiz bir denklem de öne sürer. Yapısal değişikliğe neden olabilecek geçiş yerlerinde molekül başına düşen elektron sayısı α , bir sinir ileticisi içeren kesecik kapısında moleküllerin sayısı n_g , geçiş yeri başına sinaps sonrasına geçen sinir ileticilerinin sayısı n_t , sinapslardaki toplam kanal-kapı sayısı N ile gösterildiğinde, kuantum mekanik tünelleme ile

$$f_{MEPP} = \frac{v^* N n_t}{\alpha n_g}$$

denklemini yazılabilir. Tek başına, uyarılma enerjisi (E), kesecik kapısını açması için yeterli değildir. Isıya (termal) bağlı uyarılma da kapıların açılmasına neden olabilir ya da kendiliğinden kuantal sinir ileticisi salınımı oluşabilir. Herhangi bir zamanda, *kendiliğinden ısıya bağlı* olan sinir ileticisi salınım olasılığı; olasılık p , uyarılma enerjisi

E , Boltzmann sabiti k , e elektron yükü ($1,6 \cdot 10^{-19}$ Columb), ısı T olarak alındığında şu şekildedir:

$$p = e^{-E/kT}$$

Benzer olarak, ısıya bağlı sinir ileticisi salınım sıklığı için başka denklemler de öne sürülmüştür¹²

$$f_{\text{ısıya bağlı}} = e^{-U/kT}$$

U 'nun değeri, deneysel olarak kedi sinapsında 0,54 eV, kurbağada 0,79 eV bulunmuştur. Bu son iki denkleme rağmen, kesecik salınımının ısıya bağlı özellikleri çok daha karmaşıktır. Toplam tünelleme sıklığı (frekansı) iki denklemin toplamı şeklinde yazılabilir:

$$f_{\text{Toplam}} = f_{\text{MEPP}} + f_{\text{ISI}}$$

Bilinçli Veri Oranı

Walker sinaptik tünellemeye ek olarak, bilince giren “veri oranı” kavramını da ortaya atar. Bilinçli veri oranı (C):

$$C = i.n \frac{2iNf}{M} \text{ ile gösterilir.}$$

Burada, i sinapsın ateşleme ya da ateşlememe bilgi miktarını yani aktivasyon başına bilgi bit'ini temsil eder. i 'nin değerini tespit etmenin zorluğuna dikkati çeker ve değeri yaklaşık 0,293 olarak alır. Böylece C 'nin değeri 47,5 MilyonBit (MegaBit)/saniye olarak hesaplanır. Ancak, bu verinin çoğu bilinçli olarak algılanamaz. Yalnızca, tüm beyin aktivitesinin çok az bir kısmı bilinçli olarak deneyimlenir.

Sonuç

Evan Walker, yaptığı çalışmaları çok taraftar bulmamış olsa da konu üzerinde ciddi olarak yoğunlaşmış ve sinir sisteminde kuantum mekaniksel denklemleri ilk uygulayan kişi olmuştur. Onun yaptığı bu konudaki ilk ve en ciddi uygulamadır. Bu nedenle kuantum beyin teorisyenleri arasında Walker'ın saygın bir yeri vardır. Onun başlattığı yol diğer kuramcılara da cesaret vermiştir. 1970'lerde başlattığı kendi kuramının etkileri günümüzde halen devam etmektedir. Özellikle yakın zamanlarda bilinçle ilişkilendirilen eşdurumlu gamma beyin dalgalarının, Walker'ın denklemleri ile uyumu olması dikkat çekicidir.

¹² Bass B, Moore WJ. Proc Nat Acad Sci USA 1966;55:1214.

Penrose ve Hameroff'un Kuantum Nesnel İndirgenmesi

Roger Penrose, genç yaşlarından beri amatör olarak psikoloji, felsefe ve matematik bulmacalarla uğraşıyordu. Kısa bir süre bilgisayar bilimi ile de uğraştı ve ardından fiziğe geri döndü. Bu dönemde kuantum mekaniği ve genel görelilik üzerinde yoğunlaştı. Bütün bu aşamalar esnasında, bir yerlerden zihnin ucundan tutmaya çalıştı. Özellikle, bir bilgisayarın bilinçten başka her şeye sahip olabileceği üzerinde durdu. Birçok bilgisayar uzmanı, bilgisayarların da bir gün bilinçli olacağını, ancak şimdilik insan beyni çok karmaşık olduğundan, yeterli taklit yapılamadığını ve ileride başarılacağını öne sürer. Penrose ise bu görüşü yetersiz bularak, “*Bilincin bir programdan başka bir şey olmadığını öne sürecekseler olursak, niçin yapay zekâ araştırmacılarının bilincin bir parçasını elde edemediklerini...*” sorar. Bundan dolayı, “İşlemsel olarak bilincin taklit edilemeyeceğini” söyler. Bundan yola çıkarak, “*Eğer bilinç hesaplanamaz ise, bununla ilişkili olarak bilinci oluşturan beyin işlevleri de hesaplanamaz olmalıdır*” der. Ayrıca, beynin bilinen fizik kanunlarından fazlasını içerdiğini öne sürer. Ona göre, bilinç yeni fiziğin kökenidir ve bu henüz keşfedilmemiş veya formüle edilmemiştir. Olasılıkla da bu fizik, kuantum mekaniğinin altında ya da yakınında bir yerlerde bulunacaktır.

Diğer yandan, aynı dönemlerde Stuart Hameroff, bilincin gizemi ile ilgileniyor ve anestezi maddelerinin beynin durumunu bozmadan, geri dönüşlü olarak, bilinci nasıl “*off/kapalı*” durumuna getirdiğini anlamaya çalışıyordu. Hameroff’a göre, bu etki sinir hücreleri içinde bulunan mikrotübüller üzerindeki elektron akışını geçici olarak engelleyerek ortaya çıkıyordu. Bu nedenle, mikrotübüllerin doğrudan bilinçle ilişkili olduğunu düşünüyordu. Titreşen bir mikrotübülün, titreşimlerinin aynı hücre içinde yayıldığı, bununla da kalmayıp, bu titreşimlerin diğer sinir hücrelerine de ulaşabileceğini ve beyinde büyük bir eşdurum (*koherans*) yaratabileceğini öne sürdü.¹ Bununda bilincin kaynağı olabileceğini düşündü.

Penrose ve Hameroff bir araya gelerek bilincin, kuantum mekaniksel modelini ortaya attılar. Bu teori bugüne kadar kuantum mekaniği üzerine inşa edilmiş en güçlü bilinç teorisidir. Penrose’a göre bilinç bir kuantum fenomeni olmalıdır. Sinir hücreleri içinde yer alan minik tüpçükler (mikrotübüller) bilincin kuantum mekaniksel yeridir. Mikrotübülleri işlemci olarak kullanmak bir bakıma ultra-indirgemeciliktir. Buna göre sinir hücreleri basit işlemciler değil, daha karmaşık bilgisayarlardır. Standart bakış açısına göre, insan beyinde 10^{11} sinir hücresi vardır ve her biri üzerinde 10^4 bağlantı olduğu düşünülürse, saniyede 10^{18} işlem yapılabilir. Oysa, mikrotübüllere indirgenen kuantum hesaplama ile saniyede 10^{27} işlem yapılabilir (beyinde 10^{11} sinir hücresi ve her sinir hücresinde mikrotübülleri oluşturan 10^7 tübülün bulunur).

Penrose, kuantum mekaniğinde tartışma konusu olan, öznel ve nesnel indirgenme arasında da bir ayrım getirir. Öznel indirgenme için bilinen açıklamayı yapar. Bir kuantum sisteminde ne olduğu gözleneneye kadar herhangi bir özel durumda değildir. Gözlem,

1 Freedman DH. Quantum Consciousness. Discover 1994;15:88-94.

sistemde bir indirgenme/çökme/kollapsa neden olur. Bu geleneksel kuantum teorisinin bakış açılarından biridir. Nesnel indirgenme (*objectif reduction*) ise Penrose'un bir keşfidir ve görelilik ile kuantum mekaniğini birleştirme girişiminden kaynaklanır. Nesnel indirgenmeyi, kuantum mekaniksel bilinç teorisinin içine katar.

Üst üste binme durumlarının her birinin kendi uzay-zaman geometrisi vardır. Özel durumlar altında, mikrotübüllerde de üst üste binme gerçekleşir ve sonuçta bir seçim gerçekleştirilir. Nesnel indirgenme, bir seçim yapıldığında (farklı uzay-zaman geometrileri arasında) dalga fonksiyonunun çökmesidir. Çevresel proteinler bir dereceye kadar nesnel indirgenmenin ayarlanmasını yönetirler (*orchestrated*). Penrose ve Hameroff'a göre "ön-bilinç" bilgisi, temel Planck ölçeğinde, uzay-zaman geometrisinde kodlanır. Bu ölçekteki olaylar bilinç durumları ile sonuçlanır. Platonik bir bakış açısı da yakalayan Penrose, bilinç durumlarının kendi dünyalarında bulunduğunu ve bizim zihinlerimizin oraya ulaştığını öne sürer.

Roger Penrose, kuantum mekaniği problemlerinin, öyle ya da böyle, bilinci anlama yönünde karşılaşılan problemlerle belli yönlerden ilişkili olduğunu öne sürer. Kuantum olgularının, beynin işleyişi yönünden önemli olabileceğine inanır.² Yerel olmama olgusu ve kuantum eşdurumu, ilke olarak, beynin geniş bölgelerinin eşdurumlu bir işleyişi gerçekleştirme usullerine işaret etmektedir:

"Kuantum fiziği, birçok karışık ve gizemli davranış biçimini içerir. Bunların çoğu (yerel olmayış) kuantum bağlantılıdır ve geniş bir şekilde ayrılmış mesafeler arasında gerçekleştirilebilirler. Bana öyle geliyor ki, böyle şeylerin bilinç ve düşünce biçimlerinde rol oynaması kesin bir olasılıktır. Kuantum bağlantılarının, beynin geniş alanlarında belirleyici bir rol oynadıklarını önermek belki de o kadar saçma değildir. 'Farkındalık hali' ve beyindeki hayli tutarlı kuantum durumu arasında her hangi bir ilişki var mıdır acaba? Bilincin bir özelliği olarak görünen 'teklik' veya 'küresellik' bununla ilişkili midir acaba? Böyle olduğuna inanmak daha tutarlı galiba."

Nesnel İndirgenme

Kuantum durumu indirgenmesi (*reduction*, R), rastlantısaldır ve fizikçiler tarafından kuantum ölçme probleminden uyarlanmıştır. Doğada gerçek bir işlem olarak kabul edilen nesnel indirgenme (*objective reduction*, OR) ile ilgilidir. Çevrenin etkisi OR üzerinde baskındır ve rastlantısal R'den ayrılması mümkün değildir. Çevreden iyi korunmuş (izole) durumda OR devreye girer. Teori, kuantum spin ağları teorisini de içine alır. Spin ağları teorisine göre tüm evren aslında uzay-zamansal geometrik birimlerden oluşur. Geometrik birimler alanlar ve hacimlerdir. En küçük birimleri ise Planck alanı ve hacmidir.

Penrose ve Hameroff teorisine göre, bilinç, organize bir kuantum sisteminde, uzay-zamanın ayrılması için gerekli eşik aşılana kadar üst üste binme durumunda kalır. Kendiliğinden indirgenir ve bilinçliliğin ortaya çıkması için kendiliğinden indirgenme esastır. Buna karşın R hesaplanabilirdir ve sistemin rastlantısal çevresi tarafından indirgenir.³ Bu teoriye göre, yalnızca çok özel durumları bilinç burumunu destekleyebilir: 1. İleri derecede eşdurumda ve üst üste binme bulunan bir sistem, 2. Kendiliğinden durum indirgenmesi (OR)

² Karalın Yeni Usu-II. Fiziğin Gizemi. TÜBİTAK yay. 1999;2

³ Hameroff S & Penrose R. Conscious Events as Orchestrated Space-Time Selections. *NeuroQuantology* 2003;1:10-35

olana kadar, “gürültü-parazit” çevreden bir süreliğine ayrı kalabilmesi (izole) gerekir. Bu ayrı kalma, rastlantısal indirgenmeyi engellemek için gereklidir. Herhangi çevresel bir kitle, kuantum dolaşıklık nedeni ile kuantum durumu üzerine etki edebilir. 3. OR süreci bir “bilinç akışı/zamanın ardışıklığı”na neden olur ve bir yaşam süreci boyunca inanılmaz sayıda tekrarlar. Zamanın akışını zihnimizde oluşturarak, anları yaşarız.

Kuantum kütle çekimi eşliğine yükseldiğinde, uzay-zaman geometrisi üzerinde etki eder. Normal boyutlarda kuantum kütle çekiminin çok küçük etkisi vardır. Ancak, sinir hücreleri içinde yoğun bulunan mikrotübüler yapıda OR işleyebilir. Özellikle mikrotübüllere eşlik eden proteinler (*microtubule-associated proteins*, MAP) OR’ye neden olan kuantum dalgalanmalarına “ince ayar” yapar ve bu nedenle teorilerini, “yönetilmiş nesnel indirgenme veya OrchOR” olarak adlandırır.

Tablo. U, R, SR, OR ve OrchOR özellikleri

Kuram	Çökme nedeni	Tanımlama
Kuantum eşdurumlu üst üste binme	Çökme yok	Dalga fonksiyonunun evrimi (Schrödinger denklemi)
Kopenhag düşüncesi	Çevresel dolaşıklık, ölçüm ve bilinçli gözlem	Öznel çökme
Penrose’un Yeni Fizik’i	Kuantum kütle çekimine bağlı kendiliğinden çökme	Nesnel çökme
Penrose ve Hameroff	Kendiliğinden çökme, mikrotübüllerde MAP’lerle kuantum kütle çekimi etkisi	Yönetilmiş nesnel çökme

Kuantum mekaniğinde, bir sistem dalga fonksiyonu ile tanımlanır. Dalga fonksiyonu, zaman içinde, belirlenimci ve hesaplanabilir. Kuantum kuramı “hesaplanamaz” hiç bir şeyin olmadığını söyler. Bu durum, U (*unitary*) ile gösterir. Newton’un klasik fiziğini, Maxwell’in elektromanyetik alan davranışını ve Einstein’ın teorilerini C ile gösterelim. Temel olarak C belirlenimci ve hesaplanabilir. Böylece, U ve C’nin her ikisi hesaplanabilir kabul edilir. Ancak, U ve C arasında eksik bir yer vardır. Penrose, kuantum mekaniğinde dalga fonksiyonu çökmesi ya da indirgenmesindeki eksik yeri R ile gösterir. Sonuçta, günümüzdeki kuantum dünyasında nesnelere çoğunlukla hesaplanabilir bir şekilde davrandıkları, ancak bazen üzerlerinde ölçüm/gözlem yapıldığında, sistemin rastlantısal davrandığını söyler. Rastlantısal olan durum ise hesaplanamazdır.

Penrose, “Bilinçli beyin eylemlerini, ancak Göden’in söylediği türdeki *hesaplanmaz* ilkelerle açıklayabiliriz” savını temel alarak kuantum bilinç teorisinin içine katar. Böylece Gödel’in hesaplanamaz süreçleri de dikkate alır. Gödel teorisi esasen; bir insanın bir konuyu matematik yolu ile kavrama etkinliğinin, yalnızca bilinen ve tümü ile inanılan bir dizi hesaplama kuralına indirgenemeyeceğini öne sürer. Penrose bilinen fizik yasalarına bakarak, *hesaplanabilir olmayan* davranışı bulmaya çalışır. Eğer bilinen yasalarla bunu başaramazsa, hesaplanamaz süreçleri açıklamak için eldeki fizik yasalarının ötesine geçmek gerektiğini öne sürer.

Penrose kuantum düzeyi ile klasik düzey arasında, fiziğin gözünden kaçan bir boşluk olduğunu (U ve C arasında) öne sürer. Bu boşluğun kuantum kuramı ile Einstein’ın kütle çekim kuramının birleşmesi ile kapatılacağına inanır. Normalde kütleçekimini Güneş gibi büyük cisimlerde gözleriz. Örneğin, Güneş’in yanından geçen bir başka yıldızın ışığı eğilir. Penrose, bu kütleçekimim mikroevrensel dünyada da geçerli olduğundan yola çıkar. Bu açığı

kapatacak teorisinin hangi düzeyde etkili olacağını bulmak için üst üste binme durumunu örnek verir. Üst üste binmeden ayrışma, alttaki uzay zaman eğriliğinde ayrışmaya eşdeğerdir. Üst üste binme durumunda olan iki katı madde parçasının ayrışarak, iki farklı konumdan birisini temsil eden duruma çökmesi zamanını tahmin için gereken enerjinin (E) önemli olduğunu belirtir. Burada yalnızca katı madde parçasını oluşturan parçalardan birinin diğeri üzerindeki kütle çekimsel etkisini hesaba katar. Eğer madde parçasının sert olarak hareket ettiği kabul edilirse, E, parçanın iki konumunda oluşan kütle çekimi alanları arasındaki farkın *özenjilerine* eşit olur. Esasen cismin kütlesi tarafından E belirlenir. Buradan yola çıkan Penrose, üst üste binmenin bozunarak bir tanesini temsil eden duruma çökmesi için geçen yarılanma süresini T ile göstererek,

$$T = h / E$$

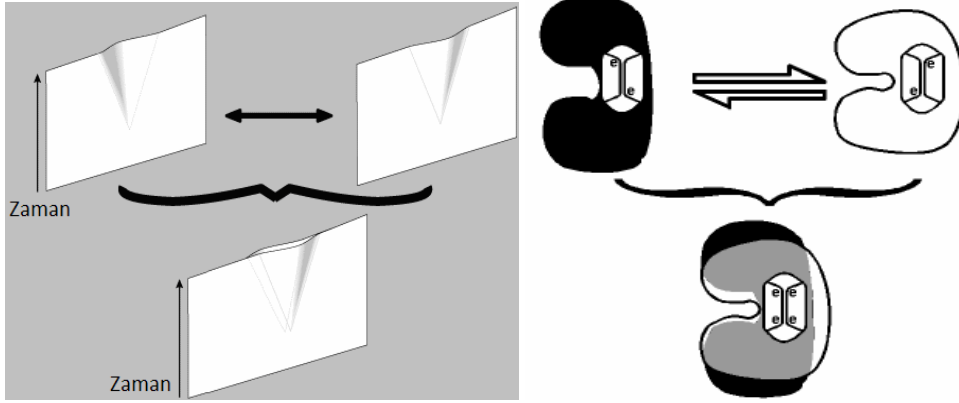
denkleme ulaşır. Burada; **h** Planck sabiti (h) bölü 2π değerine eşittir. Örneğin, çapı 1 fermi (10^{-15} metre) olan tek bir atom altı parçacık düşünelim. Denklemden, çökme süresi $T=10^7$ yıl bulunur. Ancak, bu değerler bahsedilen maddenin çevreden tam olarak yalıtılmış olması durumunda geçerlidir. Gerçekte, doğada çevresel etkiler çok fazladır ve bu nedenle çökme süresi çok daha hızlıdır. Burada, sistemin kendi içinde (kendiliğinden) çökmesi hesaplanabilir, ancak çevrenin etkisi hesaplanamaz ve rastlantısaldır. Sistem çevre ile dolaşıklık içinde olduğundan, kendi içinde hesaplanabilir olması, çevre etkisi ile maskelenir. Çünkü, dışarıdan rastlantısal etkilerin ne yapacağı ve ne zaman etki edeceği hesaplanamaz. Dolayısı ile çökmeyi asıl denetleyen çevre ile olan dolaşıklığın rastlantısal etkileridir.

Tablo. Değişik kütlelerin nesnel indirgenme ya da çökme zamanı. T değeri çevreden izole kabul edilerek hesaplanmıştır.

Kütle (m)	Zaman (T)
Atom çekirdeği	10^7 yıl
Berilyum iyonu	10^6 yıl
Su damlacığı-farklı büyüklüklerde	
10^{-5} cm çapında	Saatler
10^{-4} cm çapında	1/20 san
10^{-3} cm çapında	10^{-3} san
Schrödinger'in kedisi (1 kg, 10 cm)	10^{37} san

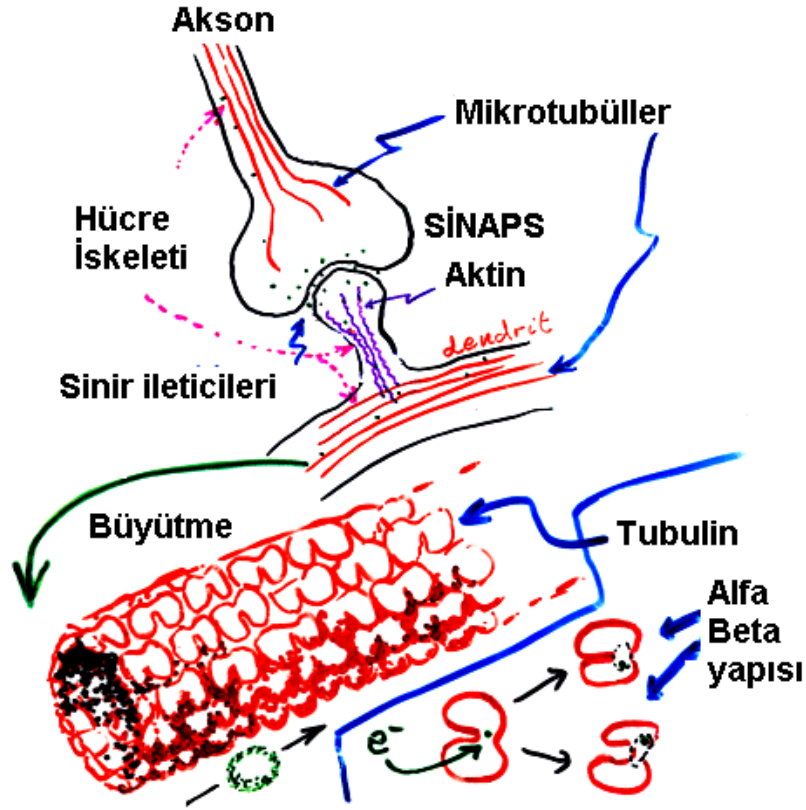
Bugün kabul ettiğimiz modern anlayışa göre, toplam 4-boyuttan oluşan uzay-zaman içinde yaşamaktayız (3 boyut uzay + 1 boyut zaman. Bu arada, sicim teorisine göre, göremeyeceğimiz şekilde kendi üzerine katlanmış diğer 7-boyutu da unutmamak gerekir: $7+4=11$ boyut). Einstein'ın genel göreliliğine göre, bu uzay-zaman hafif eğridir ve eğrilik kütlelerin dağılımı ile ilişkilidir. Bu *klasik fiziğin* standart tablosudur. *Kuantum mekaniğinde* ise, kütlelerin neden olduğu çekimden kaynaklanan çok zayıf uzay-zaman eğrilikleri hiç hesaba katılmaz. Bu durumda, Einstein'ın genel göreliliği ile kuantum mekaniği arasında bir uyumsuzluk ortaya çıkar. Çünkü, kuantum sistemlerinde uzay-zamandaki küçük eğrilik farklılıkları büyük etkilere neden olabilir. Üst üste binmiş durumlardaki kuantum sistemlerinin çökmesi sonrası uzay-zaman geometrileri farklılaşır. Ve hatta çökmeye uzay-zaman geometrisinin çekim ile farklılaşması neden olabilir. Bu kuantum nesnel indirgenme ya da çökmedir (OR).⁴

4 Penrose R. *Shadows of the Mind*, Oxford Press, Oxford, U.K. 1994.



Şekil. Solda; Kuantum eşdurum üst üste binme uzay-zamanın ayrışması olarak gösterilebilir. Üstte iki ayrı uzay zaman geometrisi birleşerek tek bir uzay-zaman şeklini alır (üst üste binme durumu) ve iki alternatifi içerir. Üstteki ayrışmalar, alternatiflerden biri ya da diğerini doğurur (Penrose, 1994 - s.338). Her kitle dağılımı ayrı uzay-zamana neden olur ve ikisinin eğrilikleri farklıdır. İçe ya da dışa eğrilikleri vardır. Uzaysal yer değiştirme zamanla birlikte olur. Seçim sonrası birisi kaybolur, diğeri fiziksel gerçeklikte kendini devam ettirir. Sağda; şematize uzay-zaman ayrışmasının tübülünlerin elektron transferi ile alfa-beta yapısı arasında dönüşümü. Bu durumdaki alfa ve beta tübülünler kuantum hesaplamadaki kubitler gibi 0 ve 1 olarak da düşünülebilir (*NeuroQuantology* 2003;1:10-35).

Penrose ve Hameroff beyinde, kuantum eşdurumu üst üste binmesinin gerçekleşebileceği (OR) ve bilinci doğabileceği en uygun yer aranmasında bazı ölçütler kullandılar. Bunlar: 1. Sık bulunması, 2. İşlevsel olarak sinir hücreleri arasındaki bağlantıda ve hücre yapısının devamlılığında yer alması, 3. Periyodik ve kristal benzeri yapıda olması, 4. Dış çevreden etkilenmemesi için kendini izole edebilmeli, 5. İşlevsel olarak kuantum seviyesi olayları ile ilişkilendirilebilmeli, 6. Tüpçük veya silindirik olmalı, 7. Bilgi işlemeye elverişli olmalıdır. Bütün bu özellikler kısmı olarak hücre zarlarında, DNA'da, zar proteinlerinde ve sinapslarda vardır. Ancak bu özelliklerin tümü sinir hücreleri içindeki mikrotübüllerde (MT) vardır.



Şekil. Penrose'un bir çiziminden mikrotübüllerin hücre içindeki yerleşimi ve yapısı

Mikrotübüller (MT)

Beyin ve diğer hücrelerde, uzaysal ve dinamik olarak kendiliğinden organize olmuş protein ağları vardır. Bunlar "hüresel iskelet" olarak adlandırılır. Sinir hücrelerinde, iskelet hücrenin çatısını sağladığı gibi sinir hücrelerini birbirlerine bağlayan yerlerin (sinaps) çalışmasını da düzenler. Birçok tipi olmasına karşın, en büyük kısmını, küçük içi boş silindirler şeklinde, tübülün proteinlerinden MT'ler oluşur. MT'ler ve hüresel iskelet makro moleküler iken, tübülünler moleküler yapılardır. MT'ler birbirlerine mikrotübüle eşlik eden proteinlerle (MAP) bağlanırlar. Bu bağlanma, hücre içinde iskeletsel bir ağ oluşturur. MT'ler tüm bölünebilen hücrelerde bulunan polimerlerdir. Hücre bölünmesi esnasında, MT'lerde bir düzenlenme oluşur. Kromozomların bölünmesi ve yeni oluşan hücreler arasında paylaşımına yardım ederler (mitoz iççikleri adını alırlar). Bölünmeyen hücrelerde ise yapısal eleman olarak kullanılırlar. Aslında onlara hüresel iskelet denmesi yanlış bir ifadedir, çünkü sabit bir yapıda olmayıp, ileri derecede dinamiklerdir.⁵

İçi boş silindir şeklindeki MT'ler 25 nm çapındadır ve uzunlukları çok farklı olabilir. Bazen bir akson uzunluğunda olabilirler ve akson uzunluğu 70 cm'e ulaşabilir. Uzunlamasına düzenlenmiş protofilament denilen 13 uzun zincirin bir araya gelmesiyle, içi boş silindirler oluşur. Protofilamentler tübülün dimerlerinden oluşur. Her dimer 8 nm'dir ve hafifçe farklı 4 nm'lik alfa ve beta monomerlerinden meydana gelir. Tübülün dimerleri iki kutupludur

⁵ Arshad Desai and Timothy J. Mitchison. Microtubule polymerization dynamics. Annu Rev Cell Dev Biol 1997; 13:83-117.

(dipol) ve negatif yükleri monomerlere doğru yerleşiktir. Her mikrotübül, dış kısmı su tarafından izole edilen bir nanotüpe benzer. Yapıdaki enerji herhangi bir dağılıma uğramadan yayılır.⁶ Tübülinler, MT yapısında heksagonal şekilde, hafif dönük olarak dizilirler. Buna bağlı olarak dönmüş zincir yapısı 3, 5, 8...’de bir tekrarlar ve bu *Fibonacci dizilerine* denk gelir: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13.

Nanometre

1 nanometre 10^{-9} metredir. İnsan saçının 80 binde 1’i ya da yaklaşık hidrojen atomunun çapının 10 katı, DNA sarmalının yarısı kalınlığına denktir.

MT’leri oluşturan alfa ve beta tübülün monomerlerinin yaklaşık %50’si aminoasit seviyesinde aynı yapıdadır. Her birinin molekül ağırlığı yaklaşık 50.000’dir. MT’leri uzunlamasına oluşturan protofilament sayısı, insan sinir hücrelerinde 10-15 arasında değişir. Çoğunluğu 14 uzun zincirden oluşur. Hücre bölünmesinde kullanılanlar genelde 13 uzun zincir içerirler. Bu protofilament zincir sayısı, beta tübülünin özel bir şekli tarafından belirlenir. MT’ler polar yani + ve - yüklü yapılardır ve baş-kuyruk kısmı ile iki kutupludur. Her iki uçtaki farklı polimerizasyon oranları kutuplanmaya neden olur. Kinesin adlı MT motor proteini için bu polarite çok önemlidir. ATP’yi enerji kaynağı olarak kullanarak, polarite yardımı ile tek yönlü olarak MT üzerinde kayarak hareket eder. MT’lerin her birini bağlayan mikrotübüle eşlik eden proteinler (MAP) vardır. Sinir hücrelerindeki MAP’ler daha çok bir MT’yi diğerine bağlar. Bu MAP’ler MT’lere bağlanma oranı 1:4 veya 1:10 kadardır. Bu çapraz bağlantılar, alt birimlerin ayrışmasını engeller.

Mikrotübüle Eşlik Eden Proteinler (MAP)

Canlı türlerinde çok farklı MAP’ler vardır. Bunlar kendi aralarında bir takım farklılıklar gösterirler. MAP-1B özellikle sinir hücrelerinin gelişiminde, akson uzaması ve yapılanması sırasında önemli görev alır. MAP-1B yapısal olarak, MAP-2, 4 ve MAP-tau proteininden farklıdır. MAP-4, sinir hücresi dışındaki hücrelerde de bulunur. MAP-1B’nin MT’le bağlanma yeri küçüktür. MT’e diğerlerine göre daha zayıf bağlanır. Hücresel iskelete çok katılmaz ve daha çok hücre içinde dağınmıştır ve hücre zarı ile bağlantı durumu daha fazladır.⁷ Daha çok hücre zarı proteinini gibi davranır. MAP-1B’nin GABA algılayıcılarına bağlandığı gösterilmiştir.⁸

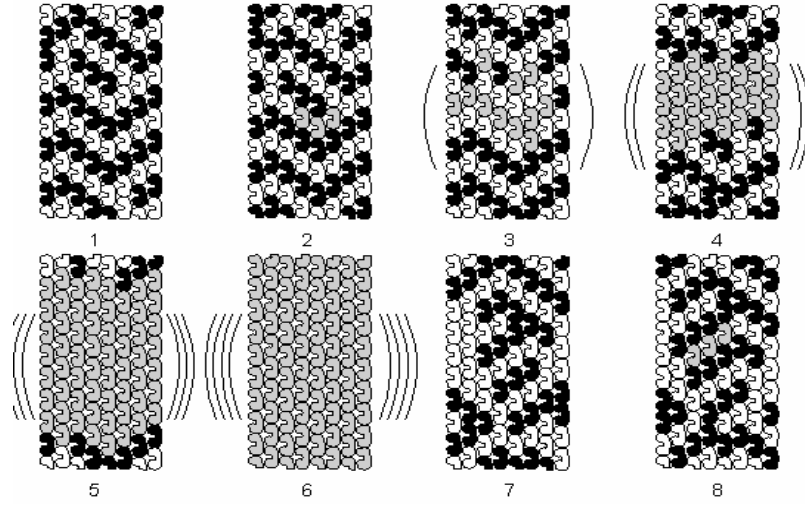
MAP-4 evrimsel olarak sirkeseğinden (*Drosophila*) insana kadar, sinir hücrelerinde ve diğer hücrelerde bulunur. X-MAP-215 insan dışındaki canlılarda bulunmasına karşın, benzeri insanda da tespit edilmiştir. Protofilamentlerin polimerizasyonu artar. MT’deki tübülünlere bağlanma oranı çok düşüktür (1 adet X-MAP-215 için ve 20 tübülün). MAP’ların MT’lere bağlanması ağırlıklı olarak elektrostatiktir ve hem alfa hem de beta tübülünin asidik C-terminal kısmına bağlanırlar. Fosforilasyon bağlanmaya olan bu eğilimi azaltır ve MAP yıkım-yapımını canlandırır.

6 Mavromatos NE. Cell microtubules as cavities: Quantum coherence and energy transfer. arXiv:quant-ph/0009089, 21 sep 2000

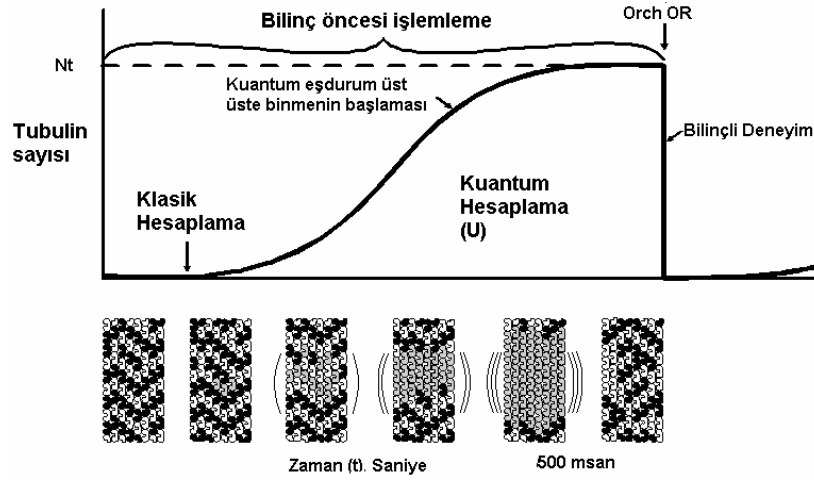
7 Hanley J. G., Koulen P., Bedford F., Gordon-Weeks P. R., and Moss S. J. The protein MAP-1B links GABA(C) receptors to the cytoskeleton at retinal synapses. Nature 1999; 397, 66-69

8 Sandra L Tanner ve ark. Evidence for Expression of Some Microtubule-Associated Protein 1B in Neurons as a Plasma Membrane Glycoprotein Journal of Neurochemistry 2000;75:553-562

Penrose ve Hameroff bu şekilde düzenlenmiş MT'lerin bilgi işlemede etkili olabilecekleri öne sürer. Teorik ve modelleme çalışmaları ile tübülünlerdeki yapı değişikliğinin MT içinde yayıldığı ve diğer MT'lere de yayılarak "hücreyel otomat" oluşturduğu gösterilmiştir. MT'ler bu şekilde bilincin ultra-indirgenen yeri olur. MT üzerine bulunan MAP'ler kuantum titreşimlerini "ayarlar" ve kuantum çökmesini "yönetirler" (OrchOR). Böylece, nesnel indirgenme MAP'lerin bağlandığı MT'lerde kendiliğinden ortaya çıkar ve bilinç oluşumunu sağlar. Uzay-zaman içerisinde ortaya çıkan OrchOR'den kaynaklı bilinç deneyimi, bilincin "zor problem"ine de çözüm getirir.



Şekil. Mikrotübüllerde, klasik ve kuantum mekanik işleme modelinin tübülünler üzerinde gösterimi. Kuantum mekanik işlemede her tübülün alfa ve beta yapısı ile bir *kubit* (kuantum mekaniğinde bit'in karşılığı) olarak ele alınır. Buna göre; bir tübülün alfa, beta ve hem alfa hem de beta (üst üste binme) yapısında bulunabilir. Klasik işleme örneği 1. adımda görülmekte. Siyah-beyaz tübülün resimleri, tübülünlerin alfa-beta şeklini sembolize eder. Her nanosaniyede, dalgalı tarzda tübülünler alfadan beta yapısına döner. Bu dönme elektron yer değiştirimi ya da transferi ile olur. İşleme örüntülü (patern) hareket eder ve yeni bir örüntüye dönüşür. Bu adım ardından, kuantum eşdurumlu üst üste binme durumuna döner (2-6). Gri olan şekiller eşdurumlu örüntü titreşimi gösterir. 6. şekilde tam bir eşdurum olur ve kuantum kütle çekimi etkisi ile kendiliğinden nesnel indirgenme için kritik eşişe ulaşılır (OrchOR). Bu geri dönüşümsüz adımdır. Bilinç, 6-7. adım geçişinde ortaya çıkar. Bu süreçte "şimdi" hissi olur. 7. adımda klasik işleme otomatının hücreyel işlevleri düzenlemesi için öz durumları (*eigenstate*) gösterir. 8. adımda tekrar kuantum eşdurumu başlar. Bu ardışıklık "bilinç veya zamanın akışına" neden olur (*NeuroQuantology* 2003; 1: 10-35).



Şekil. Şematik olarak kuantum eşduruma (tübülinlerin sayısı) karşılık zamanın gösterimi. 500 msan Benjamin Libet'in çalışmalarından çıkan, bilinç öncesi ya da bilince ulaşana kadar geçen zamandır. Eğri altındaki alan kütle çekimsel OR ile uyumlu çökme/indirgenme zamanı ile kütle-enerji farkı ilişkisini göstermektedir (*NeuroQuantology* 2003;1:10-35). Eğri altındaki alanda enerji E, çökme zamanı T olarak $E = \hbar / T$ denkleminde elde edilir. E değeri Nt ile ifade edilebilir ve bu sembol, T'nin kendiliğinden çökmesi (ya da uzay-zamanın ayrışması için) gereken tübülün sayısıdır. T=25 msan olması için (40 Hz beyin dalgasına denk gelir) $Nt=2 \cdot 10^{10}$ tübülün gerekir.⁹

Penrose ve Hameroff, üst üste bulunma ya da eşdurumun ne kadar devam ettiği zamanını, T değerinden hesaplayarak 500 msan olarak verirler. Bu, Benjamin Libet tarafından 1979'da tespit edilen¹⁰, bilinç öncesi 500 msan ile uyumludur. E değeri hesaplanarak MT tübülün sayısı, 500 msan için 10^9 tübülün olarak bulunur. Bu bilinçli olmak için eşdurumlu çalışması gereken en az tübülün sayısıdır. Tipik bir sinir hücresinde 10^7 tübülün içerir.¹¹ Eğer, her sinir hücresindeki tübülünlerin %10'unun kuantum eşdurumunda bulunduğunu kabul edersek, 1000 ($=10^3$) sinir hücresi 500 msan eşdurum ve bilinçlilik yaratmak için yeterlidir.

Hameroff hesaplamalarını daha da ileri götürerek, bilincin farklı durumları (koma, anestezi, uyku...) ve yüksek bilinç hallerini (meditasyon) temellendirmeye çalışır. Budist *Sarvaastivadins*'in "bilinç hareketi sıklığı, 24 saatte 6.480.000 harekettir" ifadesine atıf yaparak¹², msan başına 13,3 tek hareket olarak hesaplar. OrchOR ile bağlantı kurar ve bilinç öncesi 13,3 msan'lık bir dönemin $4 \cdot 10^{10}$ tübülüne denk geldiğine öne sürer.

Seçimler ve özgür iradeler açısından bakıldığında çok basit bir çözüm sunar. Örneğin, sabah kahvaltısında kahve ve çay seçeneğimiz var diyelim. Bilinç öncesi dönemde

9 Hameroff S. Consciousness, the brain, and spacetime geometry. *Annals of The New York Academy of Sciences* 2001;929:74-1004.

10 Libet B, Wright EW Jr, Feinstein B and Pearl DK. Subjective referral of the timing for a conscious sensory experience. *Brain* 1979;102:193-224.

11 Yu W and Baas PW. Changes in microtubule number and length during axon differentiation. *J Neuroscience* 1994;14(5):2818-2829.

12 von Rospatt A. *The Buddhist Doctrine of Momentariness: A survey of the origins and early phase of this doctrine up to Vasubandhu* (Stuttgart: Franz Steiner Verlag). 1995.

(yaklaşık 25 msan), kahve+çay MT'lerde üst üste binme durumundayken, nesnel indirgenme olduğunda çay ya da kahve tercihimize karar vermiş oluruz.

Tablo. $T = \hbar / E$ denkleminde yararlanılarak elde edilen, eşdurumdan çıkma zamanı (T), gerekli tübülün ve sinir hücresi sayısı

Olay	T zamanı	Tubulin ve Hücre sayısı
Budistlerin "farkındalığı"	13 ms	$4 \cdot 10^{10}$ tübülün/hücre, 40 bin hücre
40 Hz eşdurum	25 ms	$2 \cdot 10^{10}$ tübülün/hücre, 20 bin hücre
EEG'de 8-12 Hz alfa ritmi	100 ms	$5 \cdot 10^9$ tübülün/hücre, 5000 hücre
Libet'in bilinç eşiği	500 ms	10^9 tübülün/hücre, 1000 sinir hücresi

OrchOR modeli birçok konuya açıklık getirir;

1. Sinir hücresi çalışmasını kontrol etme ve düzenleme
2. Bilinç öncesinden bilinçli duruma geçme
3. Hesap edilemezlik
4. Nedensellik
5. "Şimdi" içerisinde farklı üst üste binmelere bağlantı (zamansal ve uzaysal)
6. Zamanın ve bilincin akışı, ardışıklığı
7. Özgür irade
8. Bağlantı sorununu çözme: zihin-beyin nerede ilişkilidir

Anestezi ve Mikrotübüller

Anestezikler bilinci geçici olarak ortadan kaldıran kimyasallardır. Bugüne kadar anesteziklerin bu etkiyi nasıl yaptığını tam olarak anlayamamıştır. Genel olarak, bir anestezik madde, 1. bilinci ortadan kaldırır, 2. anestezi altındaki süreyi hatırlamayı engeller (amnezi), 3. ağrıyı algılamayı engeller. Bunlar içinde en önemli etkisi bilincin geçici olarak ortadan kalkmasıdır. Hameroff, bu konuyu da mikrotübüllerde bilgi işleme yönü ile ele almıştır.¹³

Anestezik etki ile anestezik maddenin yağda çözünürlüğü arasında doğrusal bir ilişki vardır. Son yıllarda yapılan çalışmalarla, anesteziklerin hedeflerindeki proteinler üzerinde hidrofilitik (yağı seven, suyu sevmeyen) bölgelere etki ettikleri öne sürülmüştür. Bu etkinin, polar olmayan aminoasitler (yani yüksüz, + ve - yükü olmayan) ve anestezik madde arasındaki zayıf van der Waals (London) kuvvetleri aracılığı ile olduğu görüşü savunulmuştur.

Bedenimizdeki proteinlerin işlevi uzaysal şekillerine bağlıdır. Her protein bir aminoasit zincirinden oluşur ve daha sonra katlanarak, 3-boyutlu bir yapı kazanır. Bu yapı, protein zincirindeki aminoasitlerin gruplarına ve kuvvetlere bağlıdır. Esas katlanmayı sağlayan yüksüz, polar olmayan aminoasit gruplarının birbirine bağlanmasıdır. Bunlara hidrofobik (suyu sevmeyen) gruplar denir ve van der Waals kuvvetleri ile birbirlerine bağlanmayı sağlarlar. Proteinlerdeki aminoasitler arasındaki yüklü bağlar. Etkileşimler ise iyon ve hidrojen bağları ile olur. Protein içindeki hidrofobik aminoasitler, polar olmayan, ama gerektiğinde polarize olabilen lösin, izolösin, fenilalanin, triptofan, tirozin ve valindir. Bu hidrofobik paketlerin hacimleri, 400 Å küp ya da toplam protein hacminin 1/30 ile 1/250'si arasındadır. Bunların çözünme özellikleri bildiğimiz zeytinyağına benzer.

¹³ Hameroff S. Anesthesia, consciousness and hydrophobic pockets-A unitary quantum hypothesis of anesthetic action. www.consciousness.arizona.edu

Hidrofobik paketlerdeki van der Waals kuvvetleri, katlanma esnasında protein yapısını şekillendirir. Hidrofobik paketlerin de van der Waals kuvvetleri ile bilinç üzerinde de etkisi olduğu, Hameroff tarafından öne sürülmüştür. Buna göre, anestezipler hidrofobik paketler arasındaki van der Waals kuvvetlerini etkisiz hale getirir ve geçici olarak bilinci ortadan kaldırırlar. Ek olarak anesteziplerin elektron hareketini engellediği yönündeki çalışmalarını dikkate alarak, kuantum üst üste binmenin engellenmesinin de bilinci ortadan kaldırmada bir aracı olduğunu belirtir.

Bilinci Kaldırmak

MT'ler üzerine olumsuz ve zedeleyici etki eden bazı ilaçlar vardır. Bu ilaçlar arasında taksol, vinblastin ve kolşisin sayılabilir. Acaba bunlar bilinç durumunu değiştirirler mi? İnsanlarda klinik olarak böyle bir etkileri yoktur. Bu belki de tam olarak MT'ye etki etmemelerinden kaynaklanır. Bahsedilen ilaçlar MT oluşturan tübülünlere bağlanırlar. İlaçlar MT düzenlenmesini bozarak (vinblastin ve kolşisin) veya MT değişkenliğini azaltarak (taxol) etki ederler. Bu farklı etkilere rağmen, esas etkileri, hücre bölünmesini esnasında mitozu engellemektir.¹⁴ Ancak, bazı araştırmacılar fareler üzerinde yapılan çalışmalarda, kolşisinin öğrenme ve bellek üzerine olumsuz etki ettiği, farelerin beyinleri incelediğinde tıpkı Alzheimer hastalarınınkine benzer bozulmalar oluşturduğu gösterilmiştir. Bunun MT'ler üzerindeki olumsuz etkisinden kaynaklandığı öne sürülür.¹⁵

Hayvanlarda Bilinç

Evrimsel açıdan bakıldığında, işlevsel hücresel iskelet çekirdekli tüm hücrelerde bulunur. Alfa ve beta tübülünlerin tüm çekirdekli hücrelerde bulunması, çok hücreliler ortaya çıkmadan daha önce bile var olduğunu düşündürmektedir.

Yaklaşık 3,5 milyar yıl önce, yaşam Dünyamız üzerinde yavaşça gelişmeye başladı. Önce yalnızca tek hücreliler ve basit çok hücreliler ortada vardı. Bu dönemin ilk 2 milyar yılında yosunlar ve bakteri benzeri çekirdeksiz hücreliler dünya üzerine egemendi. Yaklaşık 1,5 milyar yıl önce çekirdekli ve organelleri (mitokondri) olan hücreler ortaya çıktı. Bu dönemdeki hücrelerde belirgin hücre içi iskelet yapısı vardı. Yavaş giden bu oluşlar, yaklaşık 540 milyon yıl önce ani bir sıçrama yaptı (Kambriyen biyolojik patlaması). Ardından bugünün hayvanları ve türleri ortaya çıktı. Bu biyolojik Büyük Patlama'ya neyin neden olduğu tam açık değildir. Hameroff'a göre, bu dönemden hemen önce ortaya çıkan hücresel MT yapısı bilinci doğurmuş ve ortaya çıkan bilinç, türlerin çeşitliliği için bir avantaj olmuştur. Yani, Kambriyen biyolojik patlamasının nedeni, bilincin evrimsel avantaj sağlamasıdır. Yani, MT'ler bir şekilde zihne katkıda bulunabilir. Günümüzdeki türlerde yapılan çalışmalarla bunu destekleyen sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin, civcivler öğrenmeye başladığında ve fareler gözlerini ilk açtıklarında beyinlerinde MT öncüsü tübülünlerin oluşumunda belirgin artış olduğu gösterilmiştir.¹⁶

Hücresel iskelet, hareketi sağladığı gibi hücrenin bölünmesine de yardım eder. Bazı tek hücrelerde de, "hücresel görme" sağlar: tanıma, uyum ve kızılötesi ışığa yönsel yanıt.

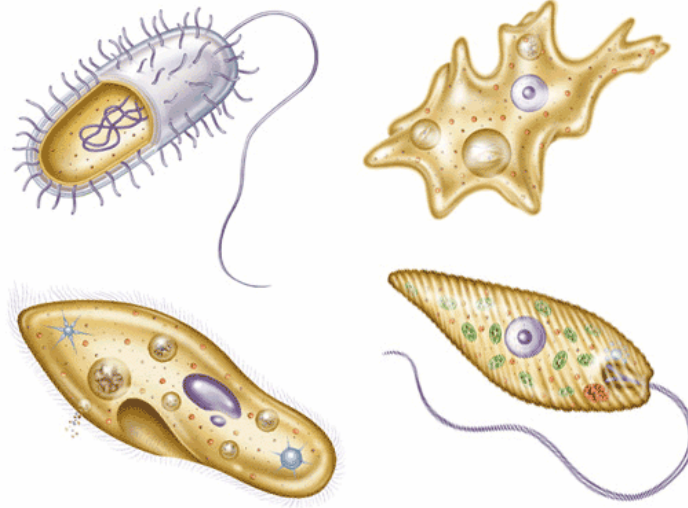
14 Nogales E. Structural insights into microtubule function. Annu Rev Biochem 2000;69:277-302.

15 Bensimon G, Chermat R. Microtubule disruption and cognitive defects: effect of colchicine on learning behavior in rats. Pharmacol Biochem Behav 1991;38(1):141-5

16 Mileusnic R, Rose SP, Tillson P. Passive avoidance learning results in region-specific changes in concentration of and incorporation into colchicine-binding proteins in the chick forebrain. J Neurochem 1980 Apr;34(4):1007-15.

Bunların mikrotübüller ve etrafındaki düzenli yapı oluşturan su eşdurumundan kaynaklandığı öne sürülür.¹⁷ Hameroff, tek hücreli olan *Paramecium*'un (terliksi hayvan), yapısına göre belirgin derecede akıllı davrandığı ve bunun gövdesinin dışında bulunan silia uzantılarındaki MT iskeletten kaynaklandığını öne sürer. Terliksi hayvan 50-300 µm büyüklüğündedir. Özellikle durgun tatlı sularda bulunur. Bir terliksi hayvanın, bir sinir hücresi gibi 10^7 tübülün içerdiği düşünülürse, OrchOR gerçekleşebilmesi için, bunların %100'ünün eşdurumda bulunması gerekir. Bu mümkün olmadığından, terliksi hayvanda bilinç olduğu düşünülemez. Ancak, terliksi hayvan yiyecek arar, bulur, kaçar ve kendi türü ile genetik materyalini değiştirmeyi becerir. Daha da ilginç, terliksi hayvanın öğrenme yeteneği olduğuna dair kanıtlar vardır.¹⁸ Herhangi bir sinir hücresi ve sinirsel ağa sahip olmayan terliksi hayvanın, öğrenmeyi hücrel iskeletle yapabileceği öne sürülür.

Amipler de tek hücrelidirler ve hücre içindeki sol-jel değişimi ile hücrel iskelet yardımıyla ışığa yanıt verirler. *Öglena*'da MT tabanlı flagellium denen yapının bir merkezi bulunur. Merkezindeki "göz lekesi" ışığa yanıt verir ve ışığa doğru yönelir. *Öglena*da da herhangi bir sinir hücresi yoktur. Ancak, ışığı değerlendirir ve hareketsel bir yanıt oluşturur. Bunu MT hücrel iskeleti ile yaptığı öne sürülür.¹⁹



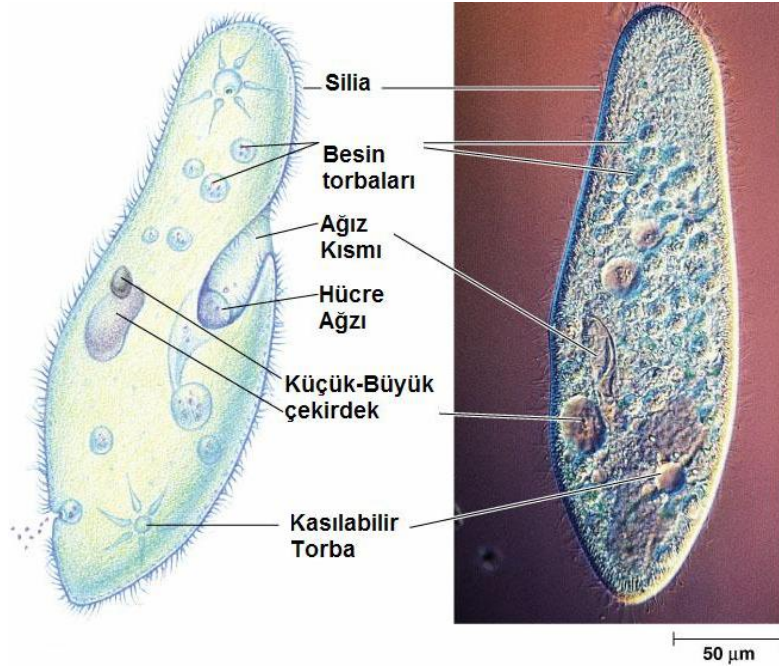
Şekil. Tek hücreliler olan bakteri, amip, terliksi hayvan (*Paramecium*) ve *Öglena*'nin görünümü.

Bir solucan türü olan *C. elegans*'ın terliksi hayvandan farklı olarak sinir sistemi vardır. Sinir sistemi toplam 302 sinir hücresinden oluşur ve yaklaşık $3 \cdot 10^9$ tübülün içerir. 500 msan üst üste binme için üçte birinin devreye girmesi gerekir. Bu da mümkün olmadığından, bilinçli oldukları söylenemez. Ancak, bilincin eser miktarda varlığı (ilkel bilinç) belki öne sürülebilir.

17 Albrecht-Buehler G. Rudimentary form of "cellular vision" Cell Biol 1992;89: 8288-8292

18 Gelber B. Retention in paramecium aurelia. J Comp Physiol Psych 1958;51:110-115.

19 Hameroff S. Did consciousness cause the Cambrian evolutionary explosion? Toward a Science of Consciousness II. Tucson discussions and debates. 1996. MIT Press, Cambridge MA 1998, s:421-437.



Şekil. Terliksi hayvanın görünümü ve iç-dış yapısı. Dış kısmını saran MT'lerden oluşan silia denilen algılayıcılar ve iç organları yapıları görülmekte.

Bitkilerde Bilinç

Hameroff ve Penrose bitkilerin bilinç durumu hakkında açıklama yapmaz. Mikrotübüller bitkilerde de bulunur ve yaşamlarında dinamik bir rol alırlar. Hem kendi iç düzenlenişleri hem de çevreye yanıtlarını kontrol ederler. Bitkilerdeki MT'ler, hayvanlardakinden farklı şekillerde düzenlenir ve organize olurlar. MT'lerin bazı içsel dinamik özellikleri, içerdikleri alfa ve beta tübülince belirlenir. Diğer önemli düzenleyici de mikrotübüllere eşlik eden proteinlerdir (MAP). Bunlar mekano-kimyasal motorlardır ve mikrotübüller üzerinde hareket ederler. Özellikle bitkilerdeki bazı MAP'ler, hayvanlardakinden yapısal olarak çok farklıdır (NtMAP 65-1 gibi). Yine MAP-bağlayan tübülün yerleri bitkilerde hayvanlardan farklıdır.²⁰ Bu farklılığın bitkilerde nasıl farklı bir bilinç durumu doğuracağı bugün için belirsizdir.



Bilinç, Hastalıklar ve Mikrotübüller

Mikrotübüle eşlik eden protein-tau (MAP-tau) sinir sisteminin birçok hastalığında temel taşıdır. Normal bir MAP-tau proteininin işi, MT'lerin korunması ve sağlam tutulmasıdır. Erişkin insan beyninde, MAP-tau proteininin altı tipi bulunur ve birçok beyin hastalığında fosforlanır. Sinir hücreleri içine çöker. Alzheimer, Niemann-Pick hastalığı, fronto-temporal demans, progresif supranükleer paralizi, Parkinson hastalığında MAP-tau proteini ve MT'de değişikliklere rastlanır.

Aralıklı bilinçte bozulmalar, bellek kaybı ve dikkatte azalma ile seyreden Alzheimer hastalığında MAP-tau proteininde anormallikler tespit edilmiştir. MAP-tau proteinini kodlayan genler 17. kromozom üzerindedir.²¹ MAP-tau proteinleri, normal durumda MT'leri üzerine yerleşik ve bağlantı halindedirler (istikrarlı MAP-tau ve MT birleşimi). MAP-tau proteini MT yapısını

²⁰ Sue W. Plant microtubules meet their MAPs and mimics. Nature Cell Biology 2000;2:E204-206.

²¹ Pasquier F, Delacourta A. Current Opinion in Neurology 1998;11:417-427.

korur. Apoproteinler E'lerin (ApoE) insanlarda serum kolesterolünü kanda taşımak gibi bir görevi vardır. ApoE'leri kodlayan gen 19. kromozomda yerleşiktir. Değişik alt birimleri bulunur, E2, E3, E4. MT üzerine bağlı MAP-tau proteinlerini ApoE2 ve E3'ler koruma altına alır ve MAP-tau hiperfosforilasyonu engellenir. Tersine çalışan ApoE4, fosfor ekleyen enzimlerle (fosfataz) hiperfosforilasyona neden olur (PO_4^-) ve MT'den MAP-tau proteinlerini koparır. Ayrılan tau proteinleri, diğer taularla birleşir, çift sarmallar oluşturur ve sinir hücreleri içine çökerek nörofibriler yumak denilen, sinir hücrelerinin normal işlevini yerine getirmesini engelleyen yapılar haline dönerler. Sinir hücrelerinin yaşam süresi kısalmır. Hücreler ölür ve buna bağlı klinik Alzheimer belirtileri ortaya çıkar. Bu sürece MT kaybının eşlik etmesine karşın, MAP-tau proteini yumaklanmaları kadar ön planda değildir.

Şizofreni hastalığı tamamen ayrı bir bilinç durumu ile seyredir; şizofrenik hastalarda MAP artışına dair kanıtlar tespit edilmiştir. Diğer bir gelişimsel düşünce nöronların beyin kabuğu çoğalma alanı ve sonraki kabuk tabakalaşmasının düzgün olarak oluşmamasıdır. Önbeyin kabuğunda ve kabuk altı ak maddede, NADPH-diaforaz-pozitif sinir hücresi yoğunluğunda artış tespit etmişlerdir. Bu çalışma önbeyindeki ak maddede mikrotübüle-eşlik eden proteinlerde (MAP) bir artış olduğu gözlemlenmiştir.²²

Karşı Çıkmışlar

Sinir Hücresi Ateşlemesi ve Eşdurumdan Çıkma

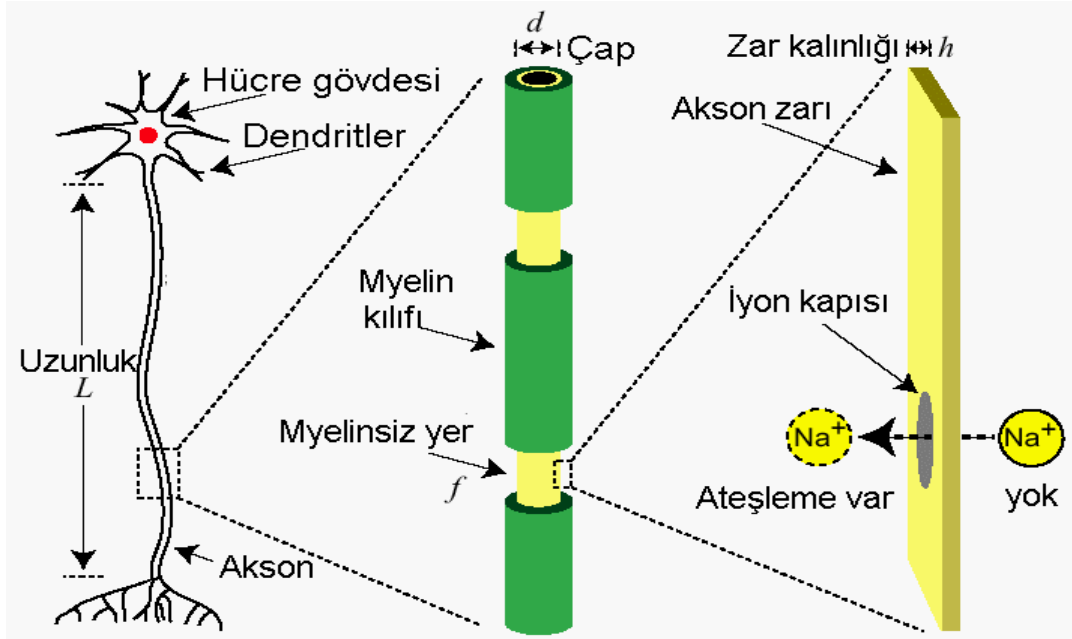
Özellikle, OrchOR teorisinin beyinde işleminin mümkün olmayacağı konusunda, fizikçi Max Tegmark, Stephan Hawking ve Abner Shimony ciddi eleştiriler yapmıştır.²³ Bunun dışında MT'lerde kuantum mekansal olayın kanıtının olmadığı değişik kişilerce öne sürülmüştür.²⁴ İnsan beyindeki yaklaşık 10^{11} sinir hücresi karmaşık bir ağ yapar ve birbirleri ile doğrusal olmayan (*non-linear*) şekilde ilişki içindedirler. Bazı ağlar bizim öznel deneyimlerimizi oluştururlar. Bu durumda kişi, özne veya özne-nesne ilişkisi şeklinde ifade edilebilecek iki zihinsel durumdan birinde bulunabilir. Olay gerçekleşirken de bazı sinir hücreleri ateşleme yapacak, bazıları ise yapmayacaktır. Tegmark, beyindeki MT'lerde kuantum işlemlenin olmayacağını öne sürer ve bunu beyin ortamında eşdurumdan çıkma zamanını 10^{-13} saniye olarak hesaplamasına dayandırır.

Normal şartlarda, sinir hücrelerinin iç kısımları istirahat negatifliği gösterirler. Potansiyel farkı akson zarında yaklaşık -0,07 voltttur (U_0). Eğer voltaj daha da negatif ise, voltaja bağlı sodyum kanalları, akson zarında açılır ve sodyum içeri girer. Bu giriş bir elektrik akıma dönüşür (elektrotonik) ve akson boyunca ortalama 100 m/san hızında ilerler. Potansiyel farkı +0,03 volta çıkar (U_1). Yaklaşık 1 msan sonra sodyum kanalları kapanır ve potasyum kanalları açılır. Tekrar istirahat potansiyeline geri dönülür (U_0). Enerji kaynağı olarak ATP'yi kullanan iyon pompaları, tekrar iç-dış sodyum ve potasyum dengesini sağlayarak, sinir hücrelerinin tekrar ateşleme durumuna hazır hale gelmesi sağlanır.

²² Anderson SA, Volk DW, Lewis DA. Increased density of microtubule associated protein 2-immunoreactive neurons in the prefrontal white matter of schizophrenic subjects. Schizophrenia Res 1996;19:111-119.

²³ Tegmark, M. The importance of quantum decoherence in brain processes. Phys Rev E 2000;61: 4194

²⁴ Nedelec FJ, Surrey T, Maggs AC ve ark. Self-organization of microtubules and motors. Nature 1997;389:305-308.



Bir akson zarının küçük bir parçasını dikkate alacak olursak; zar kalınlığını h , genişliğini L , çapını d , miyelinsiz çıplak yüzey alanını f , iyon yükünü q (elektron yüküne eşdeğerdir: $q_e=q$), iyon yüklerinin zar içinde ve dışında birikimini de G ile gösterelim. Gauss kanununa göre $G=\epsilon_0 E'$ 'dir. Bunlardan yararlanılarak toplam aktif yüzey alanı $A=\pi \cdot d \cdot L \cdot f$ olarak yazılabilir. Sodyum iyonlarının ateşleme esnasında toplam yer değiştirmesi ise

$$N = \frac{AG}{q} = \frac{\pi d L f \epsilon_0 (U_0 - U_1)}{qh} \text{ ile gösterilebilir.}$$

Tipik bir merkezi sinir sistemi sinir hücresi ana uzantısı olan aksonu göz önüne alacak olursak, yapısal olarak yukarıda belirtilen özellikleri;

$$\begin{aligned} h &= 8 \text{ nm} & f &= 10^{-3} \\ d &= 10 \text{ } \mu\text{m} & U_0 &= -0,07 \text{ V} \\ L &= 10 \text{ cm} & U_1 &= +0,03 \text{ V civarındadır.} \end{aligned}$$

Bu değerlerle $N \approx 10^6$ iyon olarak hesaplanır. Bu şu anlama gelir, tek sinir hücresinde, istirahat ve ateşleme durumunda 1 milyon iyon (10^6) akson zarı içinde ya da dış kısmında uzaysal üst üste binme durumundadır ve ayrımı 10 nm kadar olan zar kalınlığı yapar. Bu üst üste binmeler çevre ile etkileşimle eşdurumdan çıkarlar. İyonların eşdurumdan çıkması için şunları göz önüne almak gerekir: diğer iyonlarla, su molekülleri ile olan çarpışmalar, çok uzak iyonlarla olan Coulomb yük etkileşimleri.

Tegmark'ın hesaplarına göre, de Broglie dalga genişliği tek bir sodyum iyonunu için (p) kütlesinin 23 katı, bir su molekülü için kütlesinin 18 katı genişliğindedir. Hesaplanan bu dalgaboyu zar kalınlığından daha küçüktür. Üst üste binmeler iyon-iyon etkileşimlerinden dolayı yaklaşık 10^{-20} san'de yıkılır ve eşdurumdan çıkarılır. İyon-su etkileşimi için bu değer yine aynıken, uzak iyonlardaki yüklere bağlı etkileşimlerle ise yaklaşık 10^{-19} san'de üst üste binmeler yıkılır. En yakın iyon ile MT'deki tübülün dimerleri arasında yaklaşık 26

nm'den daha az bir mesafe vardır. Oysa kendi çapı 24 nm'dir. MT'i çevreleyen sıvıda, iyonlar arası boşluk yaklaşık 2 nm'dir. En yakın iyonla yalnız başına eşdurumdan çıkma zamanı 10^{-13} san'dir. Bu hesaplama için:

$$\tau \cong \frac{4\pi\epsilon_0 a^3 \sqrt{mkT}}{Nq_e^2 s}$$

denklemini kullanır. Burada τ eşdurumdan çıkma (*dekoherans*) zamanı, ϵ_0 dielektrik geçirgenlik (1 ile 100 arasında), α MT kuantum durumundan en yakın eşdurumdan çıkan iyonla olan mesafe, m eşdurumdan çıkan iyonun kütlesi, k Boltzmann sabiti, q elektron yükü, N üst üste binen tübülünlerin elementer yükleri, s ayrışma yani üst üste binme durumunda ayrışma için gereken pozisyon, T beyin ısısıdır (37 santigrat derece).

Bu hesaplara göre, karşılaştırma yapılabilir.

<u>Nesne</u>	<u>Çevre</u>	<u>Dekoherans zamanı</u>
Sinir hücresi	Çarpan iyon	10^{-20} san
Sinir hücresi	Çarpan su	10^{-20} san
Sinir hücresi	Komşu iyon	10^{-19} san
Mikrotübül	Uzak iyon	10^{-13} san

Sonuçta, Tegmark'a göre, insan öznesi çevre ile sıkı bir ilişki içindedir. Özne için, öznenin çevresinin ($H_{\text{öç}}$) etkisi, öznenin ($H_{\text{ö}}$) daha hızlıdır. Dolayısı ile teorik olan üst üste binmeleri hiçbir zaman göremeyiz ya da algılayamayız. Çünkü, duyuşal girdilerin duyuşal sınırlar boyunca beyne ulaşması daha uzun zaman alır. Dolayısı ile, özne olarak beyin bir kuantum sistemi değildir. Ancak, basit bir klasik sistem olarak da ele alınamaz.

Stephen Hawking, biyoloji yasalarının kimya yasalarına ve kimya yasalarının da fiziğin yasalarına indirgenebileceğine inanır ve DNA'nın keşfedilmesini buna örnek verir. Ancak, kuramsal fizikçilerin bilinçten söz etmesinden rahatsızlık duyduğunu belirtir. Beynin işleyişini açıklamak için Schrödinger'in kedisi ya da kuantum kütle çekimine gerek olmadığını öne sürer. Nesnel indirgenme, mikrotübüllerdeki eşdurum ve Gödel teoreminin bilinç ve farkındalığı anlamada kullanılmasına karşı çıkar. Dalga fonksiyonunun nesnel indirgenmesine karşı çıkarak, fiziğin bilinç teorisi hakkında anlatacak çok şeyi olduğunu reddeder. "Gözlemlerimizde, diri+ölü ve diri-ölü değil de, sadece diri ya da ölü eksenlerini seçen nedir?" diye sorar ve belirsizliğin, özdeğerlerin (*eigenvalue*) tam eşit olduğunda ortaya çıktığını, asla ikisinin doğrusal birleştirmesi olarak görülemeyeceğini ve bunun kuantum mekaniğin bir sonucu olduğunu öne sürer. Fizik kuramlarının, bizim inşa ettiğimiz matematik modellerden ibaret olduğunu, gerçeklikle ilişkisini aramanın anlamsızlığına inanır.²⁵ Penrose'un nesnel indirgenmesini şiddetle eleştirir. Dalga fonksiyonunun nesnel indirgenmesinin, eşdurumdan çıkmanın bir çeşidi olduğunu ve nesnel indirgenmenin ne zaman olacağını ortaya koyan ayrıntılı bir hesaplama ortaya koyamadığımızı öne sürer. Nesnel indirgenmenin varsa bile, çok zayıf bir etki olduğunu ve bu nedenle ortama etkileşeceğinden, bunu ayırt etmenin imkansızlığından bahseder. Beyin çevresinden yeterince yalıtılmış olmadığından, mikrotübüller içerisinde bir kuantum eşdurumu olmasının mümkün olmadığına dikkat çeker.

²⁵ Penrose R. Büyük, küçük ve insan zihni. Sarmal Yayınevi. 1998;197

Mikrotübüllerin ve Penrose'un nesnel indirgenmesinin canlı davranışı için gerekli olmadığına örnekler çoktur. *E. coli* bakterisi tek hücrelidir ve sinir sistemi yoktur. Değişik davranışlar sergiler ve bu davranışları kimyasal temellidir. Dolayısı ile, bilinen kimyasal reaksiyonlarla bilginin nasıl işleneceği, kuantum mekaniğine başvurmadan da açıklanabilir.²⁶

Stephan Hawking, bilincin ölçülebilir nitelikleri olmadığını, dolayısı ile ölçülebilir zekâ ile konuşmanın daha doğru olacağını, zekanın da bilgisayarlarda taklit edilebileceğini, ancak henüz zamanının gelmediğini belirtir. Bütün bunlara Penrose'un yanıtı; *"Bazı insanların işine gelmiyor diye, doğru olduğuna inandığım bir kanıtlamadan vazgeçemem. [...benim teorim] bütün yanıtları vermese de, bilincin altında ne tür bir fizik yattığına dair önemli bir ipucu sunar. [...] Mikrotübüller görüldüğünden çok daha fazlasına sahiptirler. Bazılarınca bu teori, diğer modellerden çok daha ayrıntılıdır ve deneylerle sınanabilir"* şeklindedir.

Abner Shimony ise Roger Penrose'un zihinsel etkinliğin bilimsel yolla incelenebileceği fikrine katılır ancak "yanlış tepeye tırmanmaya çalışmış bir dağcı" olduğunu öne sürer. Penrose da yanıt olarak; *"Henüz doğru zirveye yönelik esaslı bir girişimde bulunmadığını kabul eder. Ama, birine tırmanırsak ve onu aşabilirsek, gerçek zirveye giden yolu daha iyi görebilmemiz mümkün olacaktır"* der. Penrose'a göre, zihinsel etkinlikte hiçbir bilgisayarın ulaşamayacağı bir taraf vardır ve algoritmik değildir, yani bilgisayarların çalışma sisteminin dışındadır. Zihinsel kavramların açık olarak fiziksel kavramlara indirgenmesi mümkün değildir. Şayet "zihin-bilinç", fizik bedeninin dışında kalan bir şey ise, ona ait bunca özelliğin ne diye fiziksel bir beyne ait özelliklerle bu derece yakın bir birliktelik sağladığını anlamamanın güç olduğunu öne sürer.

Victor Stenger'e göre, Roger Penrose'un öne sürdüğü bir yeni fizik ihtiyacının neden "kuantum kütle çekimi" olduğu belirsizdir. Üstelik, kuantum kütle çekimi 10^{-33} cm'de etkili bir güçtür. Penrose'un teorisini üzerine yerleştirdiği mikrotübüller makroskobik nesnelere. Penrose matematik yaklaşım açısından bir Platon'cudur. Yani, matematiksel gerçekler görünenin önündeki gerçekliklerdir. Aslı başka bir yerdedir. Bunu "Penrose Mistisizmi" olarak adlandırır.

Henry Stapp, kuantum mekaniğindeki çökme/indirgenme teorilerinin hemen hepsinin, "bilinçsiz klasik fizik" etkisinden dolayı, temelde mekanik özellikler içerdiğini belirtir. Penrose bilinci algoritmik olmayan Gödelci yaklaşım şeklinde devreye sokar (1994). Ancak, Hillary Putnam (1994) gibi birçok uzman buna karşı çıkmıştır. Olayın ortaya çıkışı (evet, hayır) algoritmik olmasına karşın, işlemin kendisi algoritmik değildir!

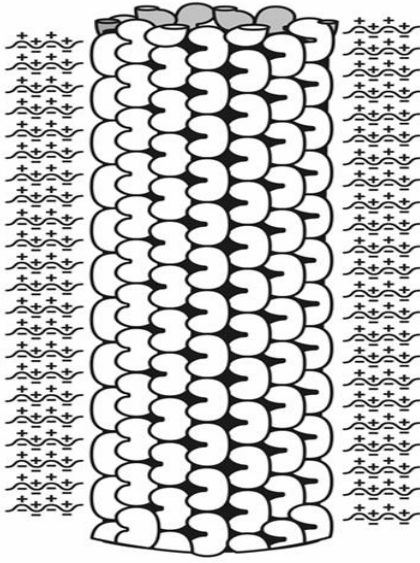
Savunma

Biyolojik Yapılarda Eşdurum

Beyin "ıslak, sıcak ve gürültülü" bir ortam olduğundan, kuantum teorilerinin beyinde işleyemeyeceği öne sürülür. Beyin sıcaktır. Oda ısısında 37 santigrat derece. Sibirya kışlarında biraz daha soğuk olabilir.²⁷ OrchOR modelinde, biyokimyasal enerji ve ısının tübülün dimerleri ile çevredeki suya dağıtıldığı kabul edilir. Bu nedenle, çalışması sırasında ısı üreten teknolojik kuantum cihazları aksine ısıyı dağıtır.

²⁶ Spier E ve Thomas A. Reply to Hameroff. Trends in Cognitive Neurosciences 1998;2:127.

²⁷ Seife C. Cold numbers unmake the quantum mind. Science 2000;287:791



Şekil. MT çevresindeki su moleküllerinin düzenlenişi, çevresel etkilerden yalıtım sağlayarak kuantum eşdurumun devamlılığını sağlayabilir. Bunun yanında, MT'lerin başlı başına içi boş tüpçük şeklinde olması (nanotüpler gibi) da eşdurumdan çıkmayı engelleyebilir. MT çevresini yaklaşık 7-8Å kalınlığında su ve iyonlar tabaka olarak sarar. Benzer bir sarma içte de olabilir. Bu sarma için tübülünlerdeki eşleşmemiş elektronlar önemlidir. Çevre ile etkileşimde elektrostatik etkileşim enerjisi termal (sıcaklık) enerjisinden daha baskındır. Çevredeki ısıdan korunan MT içinde, LASER ışığı gibi foton dalgası hareketine imkân verebilir (*superradiance*).²⁸

Islaklığa gelince, beyin ve tüm vücut aslında ıslaktır. Ancak, hücre içinde bulunan su normal ırmak suyundan farklıdır. Su, sadece bir dolgu maddesi değil, hücrenin bir parçasıdır. Beynimizin %60'ı sudur. Fakat hücre içi ve hücre dışındaki bu suyun sıvı hal (*solüsyon, sol*) ve katı hal (*jel*) arasında geçişler yaptığı, OrchOR modelinde kabul edilir. Jel halindeki katı su, hücresel iskelet proteini olan aktini polimerize eder. Aktin jelinin özelliği, aktin çapraz bağları ile ilişkilidir. Dönüşümlü jel oluşumu hızlıdır, örneğin saniyede 40 kez sol-jel dönüşümü oluşabilir (40 Hz).²⁹

Sinir hücreleri arasındaki sıkı bağlantı bölgeleri (*gap junction*) ya da diğer adıyla elektriksel sinapslar 4 nm genişliğindedir ve geçen akım elektriksel olduğundan, birbirlerine bağlanan sinir hücreleri dev bir akson (ana sinir uzantısı) gibi davranırlar (*hipernöron*).³⁰ Bu sıkı bağlantılar, kimyasal bağlantılara göre daha ilkel kabul edilirler. Ancak, erişkin insanlarda da aktif çalışan sıkı bağlantı bölgeleri vardır. Son yıllarda 40 Hz eşdurumlu titreşimin, beyin kabuğundaki ara sinir hücreleri (*internöron*) ilişkisi ile ortaya çıkabileceği ve bilincin nedeni olabileceği öne sürülmüştür. Bunun yanında, sinir hücrelerinde, aktin jel oluşumunun sinir ileticisi salınımı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.³¹

Hücre içindeki sol/sıvı haldeki su ise, gerçek anlamda sıvı değildir. Su, bir arka plan maddesi olmaktan ziyade aktif bir hücre içi elemandır. Su hücresel iskelet çevresinde, kendi kimyasal özellikleri nedeni ile adeta bir tabaka yapar ve iskeletin parçası gibi davranır. Kuantum alan teorisyenleri de, hücre içi suyun "*kendiliğinden simetri kırılması*"na neden olarak bozon ve fotonların oluşumunu sağladıklarını öne sürülür.³² Bu konu ayrıntısı

28 Mershin A ve ark. Quantum Brain arXiv:quant-ph/0007088v1, 24 Jul 2000.

29 Wachsstock DH, Schwarz WH & Pollard TD. Cross-linker dynamics determine the mechanical properties of actin gels. Biophys J 1994;66:801-809.

30 Kandel ER, Siegelbaum SA, Schwartz JH. Synaptic transmission. Principles of Neural Science. 2000, s:121-134.

31 Muallem S, Kwiatkowska K, Xu X & Yin HL. Actin filament disassembly is a sufficient final trigger for exocytosis in nonexcitable cells. J Cell Biol 1995;128: 589-598.

32 Jibu M, Hagan S, Hameroff SR, Pribram KM & Yasue K. Quantum optical coherence in cytoskeletal microtubules:

ile bir sonraki konuda ele alınacaktır.

Kuantum hata düzeltme (*quantum error correction*), eşdurumu korumanın ve devam ettirmenin bir yoludur. MT'lerde protofilamentlerin oluşturduğu sarmal bir yapı vardır ve düzenlenişi Fibonacci dizisi tarzındadır (3, 5, 8, 13, 21 gibi). Bu yapı dolayısı ile MT'ler yerel eşdurumdan çıkmaya dirençlidirler. Penrose'a göre, Fibonacci dizisi örüntüsü, hata düzeltmesi için en ideal yapıyı sağlar.³³ Bu yapı sayesinde, alfa ve beta yapısındaki tübülün kubitleri (0, 1 ve her ikisi) eşdurumu devam ettirebilirler. Bunun yanında protofilament ve tübülünlerin özel geometrik düzenlenmesinin doğurduğu, K-kodu (13, 2⁶, 5) denen bir özellik ile kuantum hata düzeltmeyi kısmen sağlayacağı öne sürülmektedir.³⁴

Tegmark'a göre, özellikle uzun mesafeli elektromanyetik iyonik etkiler eşdurumu bozar. Hameroff bu eleştiriye karşı çıkarak, Tegmark'ın hesaplamalarındaki s'nin (Mikrotübüller boyunca hareket eden solitonlar) klasik anlamda ele alındığını, oysa OrchOR modelinde s'nin ayrışması her tübülün içinde atomik seviyede olduğunu belirtir. Bu nedenle s femtometredir (Tegmark'ta 24 nm ya da 10⁻¹⁸ metre). Ek olarak, Hameroff'a göre Tegmark bir yanlışlık daha yapar: mikrotübülleri dipollerden (iki kutuplu) ziyade, yüklü çizgiler olarak ele alır. Yine Tegmark'ın denklemindeki a>3, yani kuantum durumundan en yakın eşdurumdan çıkan iyon arası mesafesini (eşdurumdan çıkma serbest bölgesi) 24 nm alır, oysa OrchOR'da bu değer mikrotübül yüzeyinden 12 nm uzaktadır. Bu hesaplama eşdurumdan çıkma zamanının sonucu üzerinde ciddi etki eder. MT'lerde eşdurumdan çıkmanın engellenmesi, silindirik yapıları içinde oluşturdukları üç boyutla da sağlanır. Dolayısı ile MT'ler bir avantaj içerirler.³⁵

Sonuç

Mikrotübüllerin kuantum bilgi işlemenin yeri olabileceği ve bilincin kaynağını oluşturabileceği kuantum fizikçileri arasında uzun uzadıya değişik yönlerden tartışılmaya devam etmektedir. Penrose ve Hameroff bu teorileri ile bilinci ve beyni kuantum mekaniğine bir adım daha yaklaştırmayı başlatmışlardır. Temel yaklaşımı, yerçekiminin (kütle çekimi) dalga fonksiyonunu çöktürmesi ya da indirgemesidir. Diğer bir anlamda, kuantum ölçme sorununun anahtarını yerçekimi elinde tutar. Yıllarca yer çekiminin beyin işlevleri ile ilişkisiz olduğu düşünülürdü. Çünkü beyin, yerçekiminden 10³⁸ kadar daha kuvvetli bir elektrik gücü ile çalışıyordu. Ama, bu çekim uzaklığın karesi ile ilişkili olduğundan başka soruları da akla getirdi (bakınız, *spin aracılı bilinç teorisi*). Diğer yandan bu teori, diğer kuantum fizikçilerinin dikkatlerini tekrar sinir sistemi üzerine çekmeyi başarmıştır. Zaman içerisinde teorinin gerçekliğini ya da yalanlamasını göreceğiz. Ama görünen o ki, beyne bakışımızı (daha çok da kuantum fizikçilerinin bakışını, sinirbilimcilerin vurdumduymazlığı aynen devam ediyor çünkü) bu teori ciddi şekilde değiştirmiştir.

implications for brain function. *BioSystems* 1995;32: 195-209.

33 Samsonovich A, Scott A ve Hameroff S. Acousto-conformational transitions in cytoskeletal microtubules: implications for intracellular information processing. *Nanobiology* 1992;1: 457-468.

34 Mershin A ve ark. *Quantum Brain*. arXiv:quant-ph/0007088v1, 24 Jul 2000.

35 Hameroff S. Consciousness, the brain, and spacetime geometry. *Annals of The New York Academy of Sciences* 2001;929:74-1004.

Beyinde Kuantum Alan Teorisi

Kuantum alan teorisinin (*quantum field theory*, QFT) beynin işleyişinde devreye girebileceği Hiroo Umezawa'nın 1967-1979 yılları arasındaki üç makalesinde öne sürülmüş ve günümüzde değişik açılımları yapılmıştır. 1960-70 yılları arasında birçok sinirbilimci, geleneksel olan "sinir hücresi doktrini"ni destekliyordu. Buna göre, beyin çalışmasında esas birim sinir hücreleriydi. Umezawa'nın bakışı geleneksel olan bu bakıştan bir hayli farklıydı ve beynin çalışmasına disiplinler arası ortak bir yorum katmıştı. Umezawa'nın fikirlerine göre beynimizde QFT ile ilişki olan iki önemli işlev vardır: bellek ve bilinç. İlk makaleyi Luigi Ricciardi ile yazdı (1967).¹ İkinci (1978) ve üçüncü (1979) makale İain Stuart ve Yasushi Takahashi ile birlikte yayımlandı.² Stuart daha çok kuantum teorisindeki ölçme probleminin bilinçle ilişkisi üzerinde durdu. Ardından Mari Jibu, Kunio Yasue'nin (1995) ve sonra bu teorinin holografik beyin modeli ile bağlantılı olabileceğini anlayan Karl Pribram'ın (1996) da katkıları oldu. Daha yakın dönemde (2000) Giuseppe Vitiello "*dissipatif beyin*" kavramını teoriye ekledi.³

Büyük bir sistem çok sayıda alt birimden oluşur ve makroevrensel sistemin davranışı, onu oluşturan alt birimlerin davranışından tamamen farklı olur. Bu, alt birimlerin düzenlenmesinin ve kolektif çalışmasının bir sonucudur. Umezawa, beyni alt birimlerden oluşan bir sistem olarak ele aldı. Bu sistemdeki yaratılış (*creation*) ve yok ediliş (*annihilation*) dinamikleri ile kolektif davranış oluşur. Bu sistemin ürünü olan bilinç ve belleğin yerel olmamasını (*non-locality*) QFT altında inceler. Bilinç ve bellek olayını tek bir sinir hücresinin dışına kadar uzatır. Buradan bütün beyin hücrelerini de kapsayacak şekilde genişletir. Bellek ilişkisine girmeden önce, temel konulardan bahsetmek, daha sonraki öne sürmelerin anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

Dendritik Ağlar

Umezawa'nın QFT'sinde sinir hücresi ağlarına ek olarak, dendritik ağlar önemli yer tutar. Dendritik ağlar mikroskobik bir yapıdır ve birçok sinir hücresinin dendritik uzantılarının bir diğeri ile bağlantı kurması (aksonlarla veya aksonsuz) durumudur. Dendritik ağlar sinir hücreleri ve glia hücreleri ile sarılırlar. Uzun dendritleri aksonlardan ayırmak, hem işlev hem de görünüm olarak bazen güçtür. Dendritlerin uç kısımlarında, ancak elektron mikroskobunda görülen dikensi çıkıntılar (*spine*) bulunur. Kimyasal sinapsların birçoğu bu dikensi çıkıntılar üzerindedir. Bu kimyasal sinapslara ek olarak elektriksel sinapslar da dendritler üzerinde bulunur. Bu bağlantı bölgeleri sinirileticisi, iyon ve elektrik akımına duyarlıdır. Dendritik ağlar sinir ağları ile dışarıdan gelen duyuşal girdilerden etkilenir.

Dendritik ağlar, sinir ağlarına göre daha incelikli yapılardır. Sinir ağlarında her sinir hücresi bir anahtar gibi davranırken (0, 1), dendritik ağlarda her dikensi çıkıntı bir anahtar gibi davranır. Sinir hücrelerinde binlerce dikensi çıkıntı olduğu düşünüldüğünde, dendritik ağların üstünlüğü tartışılmaz. Ancak, sibernetik bakış açısından her iki ağ tipi arasında ciddi bir farklılık yoktur. Sadece, daha çok bağlantı ve anahtarla sinir hücreleri birbirlerine daha yoğun bağlanırlar.

Canlı madde gibi beynimiz de biyomoleküllerden oluşur. Moleküller genelde birçok hidrojen, oksijen, karbon, azot, sülfür, fosfor, demir atomundan oluşur. Bu biyomoleküllerin pozitif yüklü kutupları, dendritik zarın iç yüzeyi üzerine dizilirler. Negatif yüklü iyonlarla etkileşime girerler. Negatif yükler dış yüzeydedir ve pozitif iyonlarla etkileşirler. İki bölgedeki pozitif ve negatif yüklü birimler, dendritik zarı elektromanyetik yolla etkileşirler. Bu etkileşimin ortaya çıktığı bölgeler Debye tabakaları, biyoplazma tabakaları olarak adlandırılır. Hücre zarındaki iç-dış yük farklılığı (transmembran potansiyeli) zardaki biyomoleküllerin yapısını etkiler, onların

¹ Ricciardi LM and Umezawa H. Brain and physics of many body problems. *Kybernetik* 1967;4:44-48.

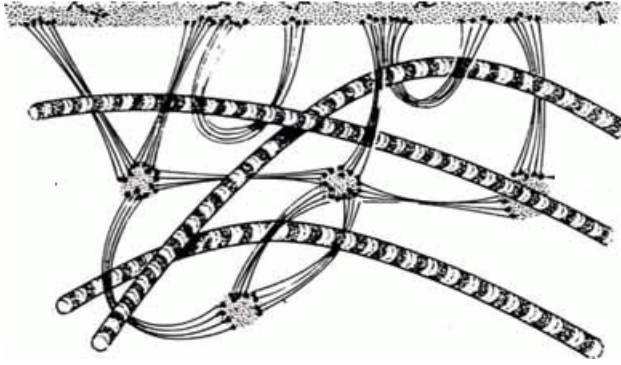
² Stuart CUM, Takahashi Y and Umezawa H. On the stability and non-local properties of memory. *Journal of Theoretical Biology* 1978;71:605-618.

³ Vitiello G. Quantum Dissipation and Information: A Route to Consciousness Modeling. *NeuroQuantology* 2003;1:266-279

yüklerini değiştirir ve zar çevresi bölgede elektrik akımı meydana getirir. Tüm dendritik ağ çevresinde bir “elektromanyetik alan” oluşturur.

Sitoplazma ve Zar

Hayat için vazgeçilmez olan su özgün bir maddedir. Su, sinir hücreleri, destek hücreleri (glia) ve diğer hücrelerin fosfolipidden oluşan zarı ile çevrilen yapısının içini doldurur. Buna hücre sitoplazması denir. Sitoplazma suyun, proteinlerin ve diğer moleküllerin bir çeşit karışımıdır. Elektron mikroskobu ile bakıldığında, sitoplazmanın ve hücrenin sınırını oluşturan zarda, uzun, ince ve iplikçik (filament) şeklinde zincir gibi sarmal yapılar bulundurulur. Bunlar protein yapısındadır ve aktin proteindir. Aktin iplikçikleri birbirlerine bağlıdır ve yoğun bir ağ yapısı oluştururlar. Aynı zamanda zardaki proteinlere de bağlanırlar. Hücre zarının uzaysal şekli, bu yoğun iplikçik ağları ve bağlantıları olmazsa sağlanamaz.



Şekil. Hücre zarı basit bir yağ ve protein karışımı olmasına karşın, iç ve dış kısmında yaygın iplikçik ağları içerir. Bunlar hücre zarını mekanik olarak sağlamlaştırır ve aynı zamanda işlevlerine de katılan dinamik bir yapıdır. İç kısımdaki bu yapı, hücre iskeleti olarak adlandırılır. Şekilde farklı tipte kollajen ağları görülmektedir. Dışta yer alan yapı ise matris olarak adlandırılır.



Fröhlich'in Düzenli Titreşimleri

Herbert Fröhlich tarafından (1968), hidrofobik paketler içerisinde kuantum dipol osilasyonları (düzenli titreşimler) gösterilmiştir.⁴ Bu titreşimlerin frekansı 10^9 ile 10^{11} (Giga) Hz arasındadır. Fröhlich bunları *acousto-conformational transitions* veya eşdurumlu *phonon* olarak adlandırır. Fröhlich uyarımları MT'ler içindeki tübülünlerde alfadan betaya ya da tersi durumda elektron geçişine neden olur. Her tübülündeki iki monomer hidrofobik paket içinde bir hareketli elektron paylaşır. Bu elektron alfa \leftrightarrow beta tübülün arasında geçiş yapabilir. Bu durumda yapısal değişiklik oluşur. Her tübülünün etrafında altı komşusu olduğu düşünülürse, net elektrostatik kuvvet (f_{net})

$$f_{net} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon} \sum_{i=1}^6 \frac{Y_i}{r_i^3}$$

denklemleri ile hesaplanabilir. Burada Y_i ve r_i tübülünler arası mesafe, e elektron yükü, epsilon ortalama protein geçirgenliğidir. Dalgalar bir dimer genişliğindeki adımı 10^{-9} (nano) ile 10^{-11} (piko) saniyede alırlar ve bu yaklaşık saniyede 8-800 metre hıza denk gelir. Bu hız sinir iletimi olan aksiyon potansiyelinin iletim hızı ile uyumludur.

Fröhlich, hücre zarına yakın (perimembranöz) bölgede aktin iplikçikleri boyunca yüksek elektrik dipol momentli biyomoleküller teorisini öne sürmüştür. Bu elektrik dipol titreşimler her iplikçik boyunca, ısı kaybı olmaksızın yayılır ve eşdurumlu bir yayılım gösterir. Yayılım tıpkı *süperiletken* ortamdaki gibidir. Her iplikçiğin protein molekül zincirleri boyunca hareket eden elektronlar, elektrik dipol titreşimlerinin kaynağıdır. Bu eşdurumlu dalga Fröhlich dalgası olarak adlandırılır. Fröhlich'in

⁴ Fröhlich H. Long-range coherence and energy storage in biological systems. Int J Quantum Chem 1968;2:641-649.

hesaplamalarına göre, saniyedeki titreşim sıklığı 10^{11} ile 10^{12} Hz arasındadır ve bu değerlere Fröhlich frekansı denir.⁵ Fröhlich dalgaları, elektromanyetik alanda foton oluşu ve yok edilmesi ile oluşan enerji değişimi ile yayılırlar. Fröhlich dalgalarının kanıtları mikrodalga ve kızılötesi foton spektroskopisi ile tespit edilmiştir.⁶

Fröhlich dalgaları, kalsiyum iyonları tarafından kontrol edilen özel zar protein yerlerinde ATP moleküllerindeki yükler veya enerji ile meydana gelir. Bu elektrik dipol titreşimleri; elektrik ve iyon yüküne hassas, zar üzerindeki kanallarla ilişkili iplikçilere etki eder. Fröhlich dalgalarından etkilenen iyon kanalları, iyonik yayılma ve girişim ile mikroskobik fiziksel işlemleri ve makroskobik sinir iletilerini etkiler. Sonuçta, Fröhlich dalgalarının bir arada etkisi ile sinir hücresinin makroskobik dinamik yapısı etkilenir ve hücre zarında elektrik potansiyeli farkı doğar.

Hücre zarı, sandviç şeklinde iki katlı yağ tabakasından oluşur. Makroskobik süperiletken ile moleküler titreşim alanlarını ayırır. Bu süperiletken bölge ve ayırıcı yağ tabakası, teknolojik cihazlardaki diyotlarda Josephson kavşağı olarak adlandırılır. Biyolojik yapıdaki bu kavşaklar, biyokavşak olarak adlandırılır.

Süper/Üstüniletkenlik

Çok düşük sıcaklıklarda elektronlar çiftler oluşturmak üzere birleşirler. Bilindiği gibi katı cisimler içinden elektrik (elektron) akımı geçirildiğinde ısınır. Bu elektronların geçtiği maddedeki iyonlara çarpmasından yani dirençten dolayıdır. Ocaklar ve ekmek kızartma makineleri artmış direnç örnekleridir. Sıcaklık düştüğünde elektronun önündeki direnç azalır. Kritik bir sıcaklık altında direnç yok olur ve cisim süperiletken/üstüniletken olur. Elektrik akımı, süperiletkende sürtünmeden akıp gider. Süperiletkenlerin bir özelliği de manyetize edilmemeleridir. İçine atıldıkları manyetik alandan bağımsız davranırlar. Elektromanyetik alana bağlanan fotonların süperiletkene sızması sırasında kütle “kazandıkları” öne sürülür. Bu kütle, fotonlara elektron çiftlerine bağlanan skaler alan tarafından verilir. Normalde elektromanyetik alanda foton oluşturmak sorun yaratmaz. Çünkü kütlesi yoktur. Ödünç alınan enerji ile yapılabilir. Ancak ödünç alınan enerji ne kadar çok ise, o kadar kısa sürede, yok oluş ile geri iade edilmelidir. Foton için borç enerji miktarı düşük olduğundan, uzun süre var olabilir.

Solitonlar

Hücresel iskeletteki, protein moleküllerinin ipliksi yapısı boyunca ortaya çıkan süperiletken tarzındaki elektrik akımı, özel soliter bir dalgadır. Bu dalga *soliton* olarak adlandırılır. Cansız maddelerde iki tipi ortaya konulmuştur. Kristallerde *fononlar* ve ferromanyetikte *magnonlar* deneysel olarak ortaya konulmuştur. Solitonlar alttaki zemin üzerinden doğrusal olmayan etkilerden doğar. Diğer solitonlar ile etkileşebilirler ve çok uzak mesafelere enerjilerini kaybetmeden yayılabilirler. 1979 yılında, Davydov tarafından tek boyutlu protein molekülleri boyunca eşdurumlu dipolar soliter dalganın ilerleyebileceği gösterilmiştir.⁷ QFT’de eşdurumlu soliter dalgalar, enerjisini kaybetmeden taşır ve “*Davydov soliton*” veya “*dipolar soliton*” olarak adlandırılır. Canlılarda, dipolar soliton her protein iplikçisinde (filament) oluşabilir.

H₂O: Sadece Su mu?

Su evrensel bir çözücüdür ve mineralleri, organik maddeleri (aminoasitleri) çözer. Suyun canlı hücrelerde önemi, tam olarak anlaşılamamış ya da yeterince önemsenmemiştir. Stuart, Takahashi ve Umezawa beyinde işleyen QFT’sine göre su bilinç ve bellek oluşumunda çok esaslı bir araçtır.

Bilim tarihinde, canlı hücre içinde suyun varlığının unutulduğu en ilginç örnek, DNA’nın yapısını modellenme çalışmasıdır. Çift sarmal yapıdaki DNA’nın nasıl bir arada tutulduğu önemli sorun oluşturmuş ve bunun hidrojen bağları ile olabileceği öne

5 Fröhlich, H. (1968). Long range coherence and energy storage in biological systems. International Journal of Quantum Chemistry 2, 641-649.

6 Webb S.J. Laser Raman spectroscopy of living cells. Physics Reports 1980;60:201-224.

7 Davydov A.S. Solitons in molecular systems. Physica Scripta 1979;20:387-394

sürülmüştür. Ama bu ispatlanamamıştı. Türk fizikçi Oktay Sinanoğlu, DNA yapısını keşfeden Crick ve Koch'un önemli bir hata yaparak, DNA'yı hücre içinde adeta susuz ve boş bir ortamda bıraktıklarını fark etti. Suyu hiç dikkate almamışlardı. Sinanoğlu'na göre çevredeki su DNA'yı kararlı halde tutuyordu⁸ ve bu suyun yüzey geriliminden kaynaklanıyordu. Bu konuda haklıydı. İlginç olan, her zaman yapıldığı gibi SU'nun işlevinin unutulmasıydı.

Su donarken genişler. Suyun bu özellikleri moleküler yapısından kaynaklanır. Su iki hidrojen (H₂) ve bir oksijenden (O) oluşur. 2H ve O bir araya geldiğinde, geometrik yapı açısaldır ve sabit bir "dipol momenti"nin varlığına yol açan, yük dengesizliği sergiler. Su molekülünün birçok serbestlik derecesi (durumu belirleyen değişken sayısı) vardır: serbest olarak boşlukta hareket edebilir, kendi eksenini etrafında dönebilir, moleküler titreşim yapar. Su molekülünün önemli bir özelliği, simetri eksenini boyunca kendi çevresinde dönebilmesidir. Bu dönme bir bakıma sabit elektrik dipol momenti ile kuantum mekanik spin gibidir. Bundan dolayı daha yüksek elektrik dipol momentli biyo moleküllerin titreşimsel (*vibrasyonel*) alanları ile etkileşime girer ve ortaklaşa davranışa katılır.

Su moleküllerinin de, tıpkı atomlar gibi farklı durumlarda ortaya çıkan enerjileri vardır: Titreşim (*vibrasyonel*), dönme (*rotasyonel*) ve uyarılma şeklinde üç enerji. Bütün bu enerjiler kesikli ya da kuantumludur. Moleküllerin titreşimleri genelde harmonik bir hareket gibidir. Harmonik harekete benzetme, bir yayın ucuna bağlanmış ağır bir toplu sarkıtılması gibi aynı şekilde tekrarlanan bir salınımın temsilidir. Bu titreşim hareketinin kuantum sayısını v ile gösterecek olursak, harmonik titreştiricinin enerji denkleminde yararlanılarak, molekülün titreşim hareketi için enerji:

$$E_v = (v + \frac{1}{2})\hbar\omega, \quad v=0, 1, 2, 3... \text{ şeklinde yazılır.}$$

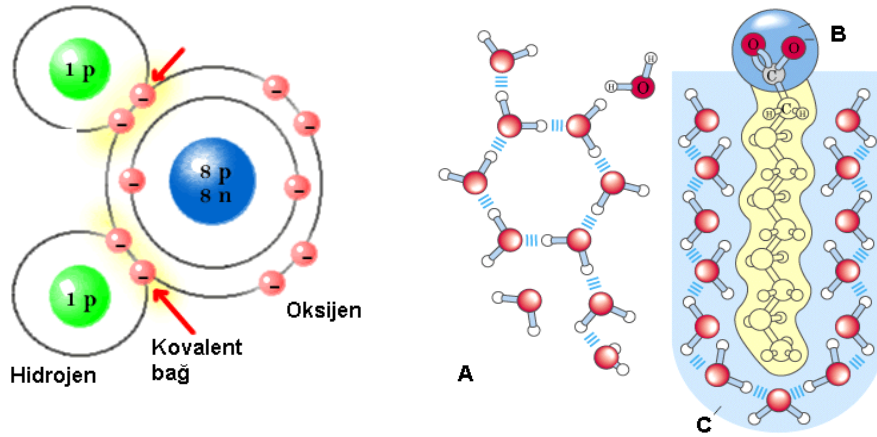
Dönme hareketi için, molekül içindeki atomlar birbirlerine katı bir çubukla bağlı kabul edilir ve bu ikili sistem kütle merkezi etrafında ortak bir açısal hızla (ω) döner. Kütle merkezine göre eylemsizlik momenti, $I=m_1r_1^2+m_2r_2^2$ olup dönme enerjisi olmak üzere;

$$E_r = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{L^2}{2I} = \frac{(I\omega)^2}{2I} \text{ olarak yazılır.}$$

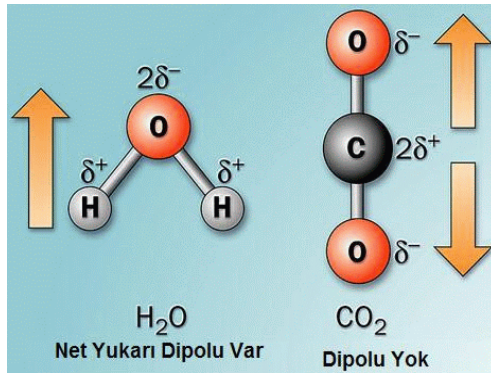
Böylece bir su molekülünde elektronik uyarım E_e , titreşimi E_v ve dönme E_r enerjilerinden söz edilebilir. Bir molekül herhangi bir etki altındayken bu enerjilerin biri, birkaçı ya da hepsi söz konusu olabilir. Moleküldeki toplam enerji: $E_{\text{toplaml}}=E_e+E_v+E_r$ kadardır. Genelde su ve diğer moleküllerde $E_e>E_v>E_r$ ilişkisi vardır. Sıfır nokta enerjisi (*zero-point energy*) denilen mutlak sıfır sıcaklık durumunda ($T=0$), molekülün dönme hareketi durduğu halde ($E_r=0$), titreşim hareketi durmaz ve

$$E_{T=0, \text{ titreşim}} = \frac{1}{2} \hbar\omega \text{ geçerli olur.}$$

⁸ Sinanoğlu O. Türk Aynştaynı. İş Bankası yay. 2001



Şekil. Solda, ortak 2 elektron kullanan ve bu nedenle kovalent bağ olarak adlandırılan su molekülünün Bohr atom modeli. Sağda, su molekülleri bir araya geldiğinde hemen hidrojen bağı ile bağlanırlar ve dev bir su molekülü ağı yaparlar (A). Uzun zincir yapısındaki bir yağ molekülü etrafını saran ve düzenlenmiş su molekülleri (C). Hidrofilik kısım (B).



Şekil. Su molekülünün hidrojenleri ve oksijeni arasındaki dipol doğuran açıl ilişkisi. H₂O için yukarı doğru vektörel bir dipol olması moleküler yapının bir özelliğidir. Aynı dipol özelliği, CO₂'te birbirlerini toplamda yok eden vektörler nedeni ile sıfırdır (yukarı+aşağı). Oksijen ve hidrojen atomunun bir araya gelmesi kovalent bağ ile olduğundan ortak elektronlar kullanırlar. Kovalent bağın sonucu olarak, elektronların bulunma yer olasılıklarına göre molekül belli bölgelerde pozitif, belli bölgelerde negatif yük kazanır. Bu dipol ya da kutuplanmadır.

Sıvı veya katı suda bir molekülün hidrojen atomları, bir diğer molekülün oksijen atomu ile birleşir. Birleşmeye özellikle oksijen atomundaki serbest elektron çiftleri neden olur. Oluşan hidrojen bağı ortak değerlilik bağıdır O···H şeklinde gösterilerek ayırt edilir. Hidrojen bağı suyun olağanüstü özelliklerinden çoğunu açıklamaya yeterlidir. Bu bağ, suya ek bir yapışma gücü kazandırır ve gizli buharlaşma ısısının yükselmesine neden olur. Ayrıca, hidrojen bağı tek yönlüdür; bu bağ H-O-H···O-H₂ ile gösterilir. Kaba bir benzetme ile su, gezegenimizdeki en büyük molekül olarak düşünülebilir. Sudaki tüm oksijen ve hidrojen atomları birbirlerine hidrojen bağları ile bağlanırlar. Yan yana gelen iki su molekülü mutlaka birbirlerine hidrojen bağı atarlar!

Suyun moleküler ağırlığı 18,01508 Dalton'dur ve bunun anlamı aynı zamanda suyun kütlesinin 18,01508 gram olduğudur. 1 gram su $N/18,01508 \approx 3,3428 \cdot 10^{22}$ molekül içerir. N simgesi, Avagadro sayısıdır ve $6,022 \cdot 10^{23}$ eşdeğerdir. Suyun içsel manyetik momenti olmadığından, su dimanyetiktir. Yani güçlü manyetik alanlardan zayıf etkilenir. Oda ısısında su (H₂O) ve ağır suyun (D₂O)'un 293 Kelvin'deki karışımında, komşu protonlar arasında (*deutoronlar*) kuantum dolaşıklık olabildiği gösterilmiştir.⁹

Van der Waals Kuvvetleri

Van der Waals kuvveti, moleküller arasındaki elektrostatik çekim kuvvetidir. Bu kuvvet değişik şekillerde olabilir: elektron bulutu dağılımına (London kuvvetleri), dönme (Debye kuvvetleri) veya sabit açılı kutuplanmalara (Keesom kuvvetleri) bağlı olabilir.

Atom çekirdeğin pozitif yükü, çekirdek çevresinde bir bulut oluşturan elektronların negatif yükleri ile denkleştirdiğinden, atomlar ve moleküller elektriksel

⁹ Chatzidimitriou-Dreismann AC, Abdul Redah T ve ark. Anomalous Deep Inelastic Neutron Scattering from Liquid H₂O-D₂O: Evidence of Nuclear Quantum Entanglement. Phys Rev Lett 1997;79:2839.

olarak yüksüzdürler. Pozitif ve negatif yükler aynı yerde olmadığından moleküller bir elektrik dipol oluşturabilirler. Su molekülü gibi simetrik olmayan moleküllerde, negatif yüklerin ağırlık merkezi ortalama olarak pozitif yüklerin ağırlık merkezi ile çakışır ve kalıcı dipole izin vermez (örneğin, karbondioksit molekülü, CO₂). Bununla birlikte belirli bir anda, elektronların konumundaki dalgalanmalar nedeni ile yüklerin ağırlık merkezleri tam olarak çakışmaz ve molekül çevresindeki uzayda bir elektrik alanı yaratan bir dipol (kutuplama + ve -) ortaya çıkar.

İki elektrik dipol birbirine birtakım kuvvetler uygular (dipol-dipol etkileşimi). Kalıcı dipolleri olmayan iki atom ya da molekül arasındaki dipol etkileşim kuvvetinin, zaman içindeki ortalama değerine van der Waals kuvveti adı verilir. Van der Waals kuvvetleri çekimsel kuvvetlerdir ve moleküller arası uzaklık (r) ile çok çabuk değişirler ($1/r^7$ oranı ile değişim). Zayıf olmalarına karşın van der Waals kuvvetleri sıvıların ve suyun akışkanlığını (*kohezyon*) sağlar. Suyun dipol momenti nispeten yüksektir ve oksijen atomunun büyük oranda kutuplanabilmesi, suyun kolayca birleşen bir madde olmasını sağlar.

Casimir Kuvveti

Burada kısaca Casimir kuvvetinden de bahsetmekte yarar vardır. London-van der Waals kuvveti, dielektrik ortamda *Casimir* etkisi ile ilişkilidir. Casimir etkisi 1948 yılında ortaya konulmuştur. Fizikçi Hendrik Casimir, o dönemde yüklü olmayan iki paralel metal plakanın birbirine çok yaklaştırdıklarında bir kuvvet uygulayabileceklerini öne sürdü. Bu kuvvet ancak, aradaki mesafe ileri derecede küçük olduğunda (birkaç atomik çap) ölçülebilir. Bu etki *Casimir etkisi* olarak adlandırılır.¹⁰ Bu etki 1997 yılında deneysel olarak ölçülebilmştir.

Casimir etkisi, boşluğu dolduran vakum dalgalanmaları, sanal parçacık-anti-parçacık çiftlerinden kaynaklanır. Yokluktan parçacıklar oluşur ve tekrar yok olurlar. İki plaka arasındaki boşlukta, sanal parçacıklar dalgaboylarından dolayı sınırlanır. Bu nedenle, iki plak arasında açık bir uzaydan daha düşük enerji durumu söz konusu olur. Yani iki plaka arasında, “hiçbirşey”den daha az enerji vardır! Vakum, sıfır parçacık içermesine karşın, içindeki enerjisi sıfır değildir. Dışarı atılamayacak tortul bir enerjisi vardır. Oluşan negatif basınç ve enerji plakaları birbirine çeker. Aralığın daraltılması, sanal parçacıkların dalgaboyunun daha çok sınırlanmasına neden olur ve plakalar arasındaki basınç-enerjiyi artırır. Aralık genişletildiğinde, uzaklığın 4'üncü kuvveti ile de etki azalır. Küçük nesnelere ve birbirine çok yakın durumlarda etkisi en üst düzeydedir. Moleküller arasındaki etkileşimlerde (geçici dipolun neden olduğu Van der Waals kuvvetleri) ve diğer küçük ölçekli etkileşimlerde ciddi etkileri vardır.

Casimir kuvveti ve enerjisi, plakalar arasındaki elektromanyetik alanın sıfır noktası enerjisinden (*zero-point energy*) hesaplanabilir. Alan başına Casimir kuvveti F_c/A , vakumda ideal plakalar arasında

$$\frac{F_c}{A} = \frac{\hbar c \pi^2}{240 d^4} \text{ denklemler ile hesaplanır.}$$

Burada; \hbar Planck sabiti (ya da Dirac sabiti olarak da adlandırılır), c ışık hızı, d iki plaka arasındaki uzaklık, π pi sayısıdır. Bu denklem Casimir kuvvetinin, birim alan başına çok küçük olduğunu gösterir. Hesaplamalara göre kuvvet plakalar arasında bulunan dalgaların toplam sayısıdır. Aralıktaki her dalga, kuantum harmonik titreşimcisi gibi davranır ve temel durum enerji seviyesi $\hbar\omega/2$ ile ifade edilir (ω : titreşim sıklığını gösterir) ve toplam potansiyel enerjiye katkıda bulunur.

Kuantum Alan Teorisi (QFT)

Klasik fizikte eylemler uzay-zaman içerisinde olur ve eylemlerde fiziksel nesnelere vardır. Bunlar alanlar ve parçacıklardır. Alanlar elektromanyetik alan ve kütleçekimi alanı olarak ikiye ayrılabilir. Elektrik yüklü cisimler elektromanyetik dalgalardan oluştururlar. Kütleli ve hareketli cisimler kütleçekimi alanı oluştururlar. Her ikisi de ışık hızında yayılır ve enerji taşır. Kuantum mekaniğinde ise parçacıklar aynı zamanda enerji ve alanla aynı şeydir.

¹⁰ M. Bordag, U. Mohideen, V.M. Mostepanenko. New Developments in the Casimir Effect, quant-ph/0106045

Bir kuantum, temel bir enerjiyi belli bir alanda tutan ve bunu yakındakilere aktaran birimdir. Bu enerji kuantumu elektromanyetik alan ve madde arasında serbestçe geçiş yapabilir, toplam enerji dengede kalır.¹¹ QFT’de, madde çok sayıda madde alanının enerji kuantumundan oluşur. Örneğin; ışık hem parçacıklara özgü terimlerle (foton) hem de vektörel=çizgisel bir alanla yani elektromanyetik alanla tanımlanabilir. Evrendeki her parçacık çeşidinin (foton, elektron, nötrino, kuarklar...) bağlandığı bir alan vardır. W, Z’ler ve gluonların vektörel alanları vardır. Elektronlar, nötrinolar ve kuarkların spin alanları vardır. Bu alanlar belli bir uzaysal-noktasal hacimle sınırlanmazlar ve uzayın her yerini kaplarlar.



Dinamik Nedir?

Dinamik terimi “kontrollü değişiklikler” anlamında fizikte çokça kullanılmaktadır. Bunun yanında, kuvvetlerin hareketli nesnelere etkisi olarak da kullanılır. Bu açıdan bakıldığında her doğal olay dinamiktir. Doğal dünyamız genel olarak iki kısma ayrılır: canlı ve cansız. Cansız maddeyi esas olarak fizik inceler ve fiziğin klasik mekanik, elektromanyetizma, termodinamik, sıvı dinamikleri konuyla ilgilendir. Dinamik kavramı bu anlamda canlı ve cansız nesnelere uygulanabilir. Aynı zamanda canlı olan beyin gibi bir yapıya da uygulanabilir.

Kuantum mekaniği dışında (ya da kuantum mekaniğine başvurmanın gerekmediği durumlarda) fiziksel bir sistemi, alanlar, parçacıkların birleşimi olarak ele almak gerekir. Bu iki kavram, yani alan ve parçacık, sürekli-süresiz bir çiftin kutupları gibi bir birine karşıttır. Örneğin; alan bütün bir uzayı kapsarken, parçacık uzayın yalnızca bir noktasını doldurur. Parçacık alandan farklı olarak bir yörünge izler. Alanlar taneciklerden doğar, yayılırlar ve taneciklere etki ederler. Kuantum kuramı alan/tanecik (ya da dalga/parçacık) ikilemini ortadan kaldırır ve ikisinin yerine QFT’ni koyar. Kuantum mekaniği ile QFT arasında belirgin farklılıklar vardır.



Kuantum Mekaniği ve Alan Teorisi Farkları

1. Kuantum mekaniği sistemi sonlu, sabit parçacık dizilerinden oluşur. Sabit ve yerleşiktirler. İstenilen kesinlikte tüm özellikleri ölçülemez. Bu belirsizliğin bir zorlamasıdır. Sınırsız kesinlik imkânsızdır. Her temsil sistemin dinamiklerinin kısmi bir ifadesidir. Belirsizliğin bir sonucu Bose-Einstein yoğunlaşmasıdır. Bu durum uygun koşullarda (düşük ısıda) ortaya çıkar ve sistemi oluşturan tüm parçacıklar eşzamanlı aynı kuantum durumundadırlar. Bireylerin tümünün davranışları aynıdır (*coherent*).
2. QFT’de ise parçacıklardan değil alanlardan bahsedilir. Alanlar, parçacıklar gibi belli bir hacme yerleşik değildirler ve sonsuz hacme yayılmışlardır. Bu nedenle, makroskobik ve mikroskobik fenomen arasında kesin bir ayırım yapılmasını kolaylaştırırlar. QFT henüz tamamlanmış bir teori değildir ve karmaşık matematik içerir.
3. QFT’de aynı fiziksel sistemin temsiliyeti farklı olabilir. Bu durum sistemin kendisinin farklı fazları olmasına izin verir. Buna faz geçişi ya da geçişi denir. Kuantum mekaniği faz geçişine izin vermez. Bir sistemi iki farklı şekilde tanımlamak mümkün değildir.
4. Fizikten de bildiğimiz gibi sınırlı sayıda sistem, dışarıdan enerji desteği olmadan değişime direnebilir. Dışarı ile bağlantı halinde olan ve uyarılar alan beyindeki bellek buna rağmen istikrarlıdır. QFT’ye göre izole olmayan (yani açık, çevre ile ilişkide) bir sistem, enerji kaybı olmaksızın istikrarlı kalabilir. En az düzeyde enerji özdeğeri (*eigenvalue*) olan öz durumundaki (*eigenstate*) mikroevrensel alan, vakum uzayı durumu olarak bilinir. Bu vakum durumu enerji kaybetmez. Vakum durumu QFT’de ideal istikrarlı fiziksel durumu temsil eder.

¹¹ Jibu M ve Yasue M. Quantum brain dynamics and consciousness. An Introduction. Advances in consciousness studies. JB Pubs. 1995.

Hideki Yukawa, 1935'te atom çekirdekleri içinde bulunan proton ve nötronların kendi aralarındaki etkileşimini açıklamak için orta kütleli bir parçacık alışverişinde bulduklarını öne sürdü. Proton ve nötronlar arasında alıp verilen bu parçacıklara pi-mezonları ya da pion adını verdi. Yukawa'nın mezon teorisinde her proton ve nötron pion denen parçacıklar salar ve çok kısa süre sonra onu tekrar soğurur. Buna göre, proton ve nötronlar etrafında her an pionların oluşturduğu bir mezon alanı vardır. Bu olay tıpkı su molekülündeki iki elektronun iki hidrojen atomu tarafından ortaklaşa kullanımı sonucu kovalent bağ ile bağlanmasına benzemektedir. Benzer bir etkileşim, yüklü parçacıkların birbiri ile etkileşmesinin, her yüklü parçacığın etrafındaki fotonların (elektromanyetik alanların) olması ve etkileşmenin foton alış-verişi ile olmasıdır. Aynı şekilde kütleçekimi graviton, elektrik yükleri etkileşimi foton alış-verişi, kovalent bağlanma elektron alış-verişi ile olduğu gibi, atom çekirdeği içinde proton ve nötronlar pi mezonları alışverişinde bulunurlar. Bu bağlanma sonucu ortaya çekirdek kuvveti çıkar, bu güç proton ve nötronları bir arada tutar.

Neden Alan Teorisi?

QFT temelde kuantum teorisinin alanlara uygulanmasıdır. Çoklu parçacıklardan oluşan, oluşma ve yok olma durumları ile seyreden parçacık ve katı hal fiziğine teorik bir pencere sağlar. Görelî olmayan kuantum alan teorileri süperiletkenliği ve Bardeen-Cooper-Schrieffer teorisini (düşük ısıda metallerde dirençsiz elektrik akımı) açıklamak için gereklidir. Kuantum teorisinde kullanılan Schrödinger denklemi çoğunlukla şu şekilde yazılır:

$$\left[\frac{|p|^2}{2m} + V(r) \right] |\psi(t)\rangle = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi(t)\rangle$$

Burada $|\psi\rangle$, kütlesi m olan parçacığın, V potansiyeli varlığında kuantum durumudur.

Bu denklemde *ilk sorun* çok sayıda parçacık içeren sistemin durumu hesaplanmaya çalışıldığında ortaya çıkar. Parçacıkların her şeyi ile aynı olduğu ve ayrılamadığı (bozon) veya anti-simetrik olan fermion gibi çoklu parçacık durumlarında, denklem işe yaramaz. Çok parçacıklı sistemleri bu denklemle tanımlamak neredeyse imkânsızdır. Örneğin, N parçacıktan oluşan bir bozon sistemi için kuantum durumu şöyle yazılabilir:

$$|\phi_1 \dots \phi_N\rangle = \sqrt{\frac{\prod_j N_j!}{N!}} \sum_p |\phi_{p(1)}\rangle \dots |\phi_{p(N)}\rangle$$

Burada $|\phi_i\rangle$ tek parçacık durumunu, N ise j durumunda bulunan parçacıkların sayısını, p ise N parçacık birimi üzerinde tüm olası etkilerin permütasyonlarını gösterir. Genelde, her birimin $N!$ (N faktörial) toplamıdır. Katı hal fiziğinde çok sayıda parçacıklar sıklıkla devreye girer ve parçacıkların sayısı tipik olarak Avagadro sayısı (10^{23}) kadardır. Ancak, bu denklem ifadeleri her zaman yeterli midir? Yanıt: hayır. *İkinci sorun* Schrödinger denklemi özel görelilikle bir araya getirmeye çalışıldığında ortaya çıkar. Einstein'ın bilinen $E=mc^2$ denklemi, ağır parçacıkların çok daha hafif parçacıklara bozunmasına imkan verir. Örneğin, elektron ve pozitron bir araya geldiğinde, fotona dönüşürler. Bu durum en iyi şekilde QFT ile açıklanabilir.

QFT bu sorunlara çözüm getirdiğinden gerekli bir yaklaşımdır. Yine kuantum mekaniğindeki gibi her parçacık belirsizlik prensibine tabidir. Alan, uzay-zamanın her noktası için bir işlemcidir. Bunun yanında, oluş ve yok oluş işlemcileri de devreye girer. Çok parçacıklı sistemde parçacıklar oluşur ve yok olur. Bu oluş ve yok oluş işlemcileri kuantum harmonik osilatörlere benzer.

Kuantum Beyin Dinamikleri

Jibu ve Yasue, Umezawa'nın yolundan giderek QED (Kuantum Elektro Dinamik) ve QCD (Kuantum Kromo Dinamik) alanlarına QBD (Kuantum Beyin Dinamikleri) kavramını ekleyip bunun "*yeni bilim*" olduğunu öne sürerler. Jibu ve Yasue'ye göre, beynin

çalışması için kuantum mekaniği yaklaşımı mutlaka gereklidir. Ancak, diğer kuantum mekaniksel bilinç teorilerinin¹², kuantum mekaniksel olmadığını, sadece QFT'nin modern ve gerçekçi anlamda bunu başırdığını öne sürerler.¹³

Stuart, Takahashi ve Umezawa'nın QFT'sinde beyin kabuğu alanının kuantumu *kortikon (corticon)* olarak adlandırılır. Hem dipolar solitonlar hem de su dipol kuvvetlerinin her ikisi, protein iplikçiklerinde bir arada devreye girer. Bu nedenle, beyin dokusu bahsedilen ikisinin toplamının oluşturduğu tek bir elektrik dipol alanı ile tanımlanabilir. Umezawa'ya göre, beyin dokusunun temel yapısını sinir hücreleri değil, kortikonlar oluşturur. Kortikonlar, elektrik dipol alanının (dipolar solitonlar+su dipol momenti) beyin dokusu uzaysal hacmi içinde aracısı olarak ele alınabilir.

QFT'de elektrik dipol alanları en basit haliyle spinor alanı ile gösterilebilir. Moleküllerin titreşimsel (*virasyonel*) spinor alanı elektrik dipolununkinden daha temeldir. Bundan dolayı kortikonlar, beyin dokusu uzaysal hacmi içinde su molekülleri ve protein iplikçiklerinin her ikisinin moleküler vibrasyonlarının spinor alanı ile tanımlanabilir. Kortikonların sistemi, kortikon alanıyla temsil edilebilir. QFT'de, vakum veya en düşük enerji durumu, sistemin dinamik durumudur. Her dipolar soliton ve su molekülünün elektrik dipol momenti aynı yönde ve aynı şekilde düzenlenir. Kortikon alanının vakum durumu, makroskobik düzenlenmiş düzenli bir durumdur.

Kortikonlar sinir hücrelerinin hem içinde hem de dışında, glial hücreleri de kapsayacak şekilde bulunurlar. Sadece sinir hücreleri ile sınırlı değildirler. Kortikonlar, beyin yapısının yaratılış ve yok ediliş dinamiklerinden doğarlar. Bilindiği gibi fotonlar ve elektronlar birbirleri ile yakın ilişkidedir. Elektronlar foton oluşturabilir ya da emebilir. Örneğin, Elektron (e^-) ve pozitron (e^+) etkileşiminde yok olma ve yaratılma oluşabilir:


$$e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma .$$

Ters şekilde olan

$$\gamma \rightarrow e^+ + e^- \text{ yönündeki dönüşüme çift oluşum denir.}$$

Foton, bir elektromanyetik dalga paketidir. Tek bir fotona dönüşüm, enerji ve momentum korunumu yasasına göre mümkün değildir. Ancak, QFT enerji korunumu prensibi ile çatışan kısa süreli ara kuantal durumların olmasına izin verir. Bununla ilişkili olarak vakumda parçacıklar, çok kısa süreli oluşur ve yok olurlar.

Elektromanyetik alanın kuantumu foton, Bose alanının kuantumu ise bozondur. Herhangi iki kortikon arasında bozon değişimi yaratırken, bir diğeri bozon değişimini yok ederek birbirlerine etki eder. Kortikonlardaki kuantum teorik bozon değişimi ile oluşan yaratılış ve yok oluş dinamikleri bellek ve bilinci oluşturur. Kortikonların yapısı, su moleküllerinin kendi çevresinde dönmelerinden kaynaklanan serbestlik derecesi ve elektrik dipol alanları ile beyin kabuğu hücre ağlarına yayılır. Umezawa, su moleküllerini kendi çevresinde dönmeleri nedeni ile kortikal alanlar için bir aday olarak görür. Bir topluluğun bir arada döndüğü uzay bölgesi *spinor alan* olarak adlandırılır. Spinor alan, sinir hücresi ağının yardımı ile tüm beyne yayılır. Elektrik dipol taşıdığı yük nedeni ile elektromanyetik alanla eşleşmiş (ikili) bir birim oluşturur. Kortikal alan bu alanların temsilidir.



Beyinde QFT'nin İşlemesinin Temel Kabulleri^{14,15}

- Canlı maddenin makroskobik yapısı kuantum istatistiksel olarak değil, QFT ile incelenebilir.
- Sinir hücreleri temel işlem gören birim değildir. Sinir hücreleri sadece makroskobik birimdir. Buna ilaveten makroskobik kuantum sistemi de vardır.
- Kortikon ve bozonlar arasındaki etkileşim, kuantum beyin dinamiği olarak adlandırılır (QBD)

¹² Hagan, S., Hameroff, S.R., and Tuszynski, J.A. Quantum computation in brain microtubules: decoherence and biological feasibility. *Phys Rev E* 2002;65:1-11.

¹³ Jibu, M., and Yasue, K. *Quantum Brain Dynamics and Consciousness*. Benjamins, Amsterdam, 1995.

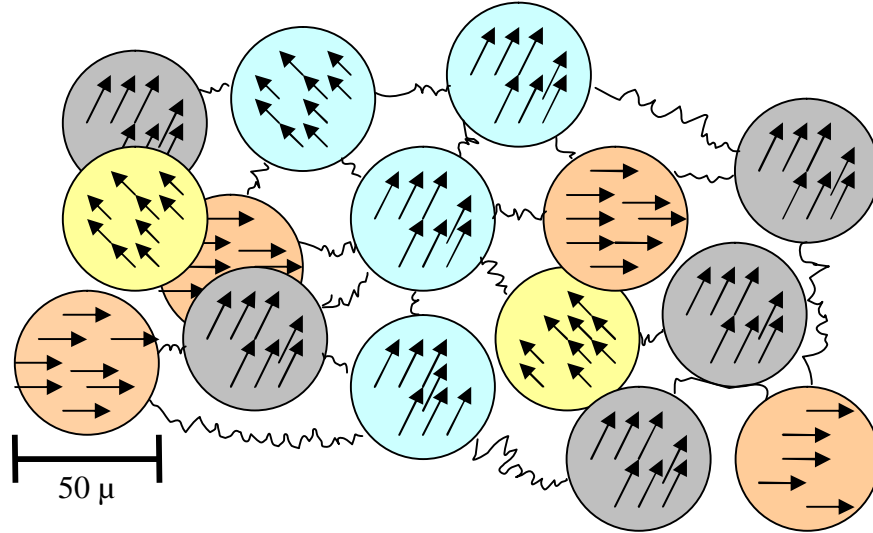
¹⁴ *Brain and Being*. Kybernetik'den basım. Brain and physics of many-body problems. Riccardi LM, Umezawa H. S:255-266.

¹⁵ *Brain and Being*. At the boundary between science, philosophy, language and arts. Ed: Globus GG, Pribram KH, Vitiello G. JB pubs. 2004;267-290.

- Bellek tüm beyine dağınmıştır
- Beyin dinamikdir
- Beyin dış dünya ile ilişkili açık sistemdir
- Beyinde “ağ içinde ağ”lar vardır
- Glial destek hücreleri de bilincin oluşumu için önemlidir
- Beyinde mikroskobik sistemin temel elemanları olan kortikonlar bulunur. Yerleşimleri hücre zarının iki yanındadır. Tüm beyie dağınmışlardır.
- Bellek kaydı, vakumda kuantum faz geçişi ile olur
- Kuantum tünelleme, olasılık hesapları dahilinde vakumlarda bozucu etki yapar.
- Goldstone bozonları vakumları düzeltir ve hatırlamada görev alırlar

Eşdurumlu Vakumlar

Umezawa ve arkadaşlarına göre, su molekülleri yaklaşık 50μ çapında vakum bölgeleri oluşturur. Böylece beyindeki su, her biri 50μ hacimle ayrılan birçok bölge oluşturur. Bu bölgelerde, su moleküllerinin elektrik dipol moment vektörleri eşdurumludur, hepsi aynı yöndedir. Her vakum ayrı bir eşdurumlu vektöre sahiptir. Tek bir vakumdaki su moleküllerinin topluca davranışı tek biçimlidir. Her su molekülü, senkronize yüzme takımı gibi aynı yönde yüzer. Her vakum alanı, diğer vakum alanları ile kuantum yerel olmama (*non-locality*) ilişkisi halindedir. Birbiri ile ilişkili vakumlarda makroskobik bir düzenlenme oluşur.



Şekil. Beyindeki kuantum vakum alanlarının şematik gösterilmesi. Çaplarının yaklaşık 50μ kadar olduğu öne sürülmüştür. Her bir ok bir su molekülünü temsil etmektedir. Her vakumdaki su moleküllerinin dönüşü aynı yöndedir. Her biri belli bir yönde vektöre sahiptir. Aralarında, kuantum yerel olmamadan kaynaklanan uzun mesafeli bir ilişki vardır.

Nambu-Goldstone Bozonları

QFT'deki Nambu-Goldstone teoremi, vakumların yapısını gayet iyi şekilde açıklar. Nambu-Goldstone bozonları (NGB) denen, kütleleri sıfıra çok yakın özel bozonlardır. Temelde çok küçük enerji, NGB'ını yaratmak için yeterlidir (bu çıkarım $m=E/c^2$ 'den yapılabılır). Bunlar kütesiz Bose-Einstein kuantumu olarak, su molekülünün kendi eksenini etrafında dönmesine etkisi olan yeni bir değişkendir (serbestlik derecesi). QFT'de Nambu-Goldstone teorisi, herhangi bir yoğun ve devamlı *simetrisinin kendiliğinden kırılması* sonucu (dönme simetrisi gibi), kütesiz bir kuantum olan NGB oluşumuna imkân verir. Vakumlarda aynı yönde olan düzenlenmeden sapma, bir molekülden diğerine ardışık olarak, adeta dalga yayılması gibi aktarılır ve ilişki içindeki vakumlarda kendiliğinden simetri kırılması yapar. Bu aynı zamanda bir çeşit kuantum enerjisi olarak da düşünülebilir.

NGB, makroskobik düzenlenmiş vakumların özelliğidir. Düzenlenmiş su moleküllerinin elektrik dipollerin düşük frekanslı dalgaları, düşük frekanslı elektromanyetik dalgalar oluşturlar. Sonuçta, NGB'ler, ileri derecede düşük frekanslı elektromanyetik dalga (taşıyıcı parçacığı foton) olarak düşünülebilir. Vakumda kırılmış simetri, NGB'nin yaratılması ile yeniden düzeltilir.

NGB'ler, parçacıktan daha çok dalga gibi davranırlar. Tüm sistem içerisinde bunlar dağıldığında uzun mesafeli aynı biçimli davranışını sağlarlar (*long-range correlation*). Böyle bir sistemin makroskobik düzenleniş ve davranışı "bir bütün" şeklindedir. Yerel özellikler gözlenemez ve bireysellikler bütüncül özelliklerin içine karışır. Bir bölgede simetrinin kendiliğinden kırılması mümkün olduğundan, birçok vakum veya zemin durumu tamamen farklı olur (birimsel eşitsizlik, benzersizlik). Standart kuantum mekaniğinde, tüm vakumlar fiziksel olarak aynıdır ve simetri kırılması ortaya çıkmaz. Dış dünyadan gelen uyarıların beyne kaydedilmesi, simetri kırılması ile oluşan NGB'lerin eşdurumlu yoğunlaşması sonucu oluşur. Sonsuz hacmin limitinde, NGB'ler kütsüz olduklarından, vakumda yoğunlaşmaları herhangi bir enerji eklenmesine neden olmaz. Yoğunlaşmış Goldstone bozonu içeren vakum durumu düzenlenmiş bir yapıdadır ve yani sistem en düşük enerji seviyesindedir. Bu nedenle, düzenlenmiş durumun enerjisinin değişmeden kalması sağlanır.¹⁶

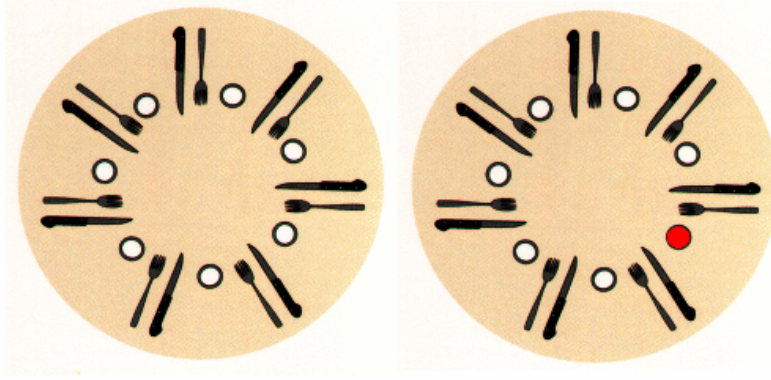
Klasik fiziğin çok parçacığı ele alan, yerel olmayan, bütüncül ve eşdurumlu davranışı tanımlaması mümkün değildir. İleri derecede etkilenmeden kalma ve geniş ölçekli uyum durumu, termodinamik kanunlarına göre güçlü enerji girdisinin yokluğunda mümkün değildir. Oysa kristaller, süperiletkenler ve ferromanyetikler dışarıdan enerji kaynağı olmadan yapılarını bozulmadan devam ettirirler. Bu maddelerin bunu nasıl yaptığı ancak QFT ile açıklanabilir. Bellek için de aynı şey geçerlidir. Uzun süreli kalıcılığını devam ettirebilen ve tüm beyne geniş ölçekli olarak yayılabilen bellek, özelliğini QFT'nin kurallarını işletmesinden alır. Dışarıdan gelen uyarılar, eğer beynin zemin durumunda herhangi bir değişiklik yapmadan, kütsüz NGB oluşturursa, bilinç oluşmadan bellek oluşur (örtük/bilinçsiz bellek).

Sonsuz bir hacimde bozonlar kütsüz olduklarından, en küçük bir enerji uyarıma neden olabilir. Buna karşın sonlu bir hacimde, NGB'ler sıfırdan daha büyük kütle kazanırlar. Uyarım enerjisi belli bir eşğin üzerine yükseldiğinde, belleğin bilinçli kaydedilmesi gerçekleşir. Bu uyarılma durumlarının belli süreleri vardır ve günlük yaşamımızda deneyimlediğimiz "hatırlama", "uyanıklık", "farkındalık" ve "dikkat" odaklamada aynı durum devam eder. Ancak zemin durumdan uyarılmanın daima bir süresi vardır. Tıpkı yaşanan deneyimlerin bir süre devam etmesi gibi. Kısa süreli bellek de benzer şekilde ele alınır. Kısa süreli belleğin farklı türlerinde, beyindeki farklı uyarılma seviyeleri devreye girer.

Simetri Kırılması

Simetri ya da bakışıma güzel bir örnek, akşam yemeğinde aile üyelerinin bir araya geldiği, yuvarlak masa yemeğidir. Yemek masasına her kişi için bir tabak, bıçak ve çatal konur. Çatal her tabağın soluna ve bıçak sağına konur. Ancak, aile bireyleri masaya oturduğunda afacan bir çocuk hemen yemeğe başlar ve sağdaki çatalı kullanır. Normalde herkes, sol çatalı ve sağ bıçağı aldığı anda simetri varken, afacan çocuk simetriyi kırar. Simetrinin kırıldığı yerde masa ikiye ayrılır: çatalı sağdan alanlar ve soldan alanlar. Her iki grup arasında kusurlu alanlar oluşur. Bazılarının çatalı olmaz, bazılarına ise iki tane düşer.

¹⁶ Pessa E, Vitiello G. Quantum Noise, Entanglement and Chaos in the Quantum Field Theory of Mind/Brain States. *Mind and Matter* 2003;1(1): 59-79



Şekil. Bir masaya yerleştirilmiş tabak, çatal ve bıçakta değişme ile simetri kırılması.

Vakumdaki su moleküllerinin yemek masasındaki gibi sıraya dizilmesi, alanın bir sonucudur. Ancak, tüm vakumlarda kusursuz bir yalıtım elde etmek mümkün değildir. Bazı alanlarda, kuantum tünelleme etkisi ile simetri kırılmaları sonucu, yeni yön ve dizilimler oluşur. Başlangıçtaki simetri bozulur. Bu çevreden gelen enerji ile oluşmaz. Tamamen sistemin bütününe içinden kaynaklanır. Bu olaya “*simetrisinin kendiliğinden kırılması*” denir.¹⁷ (Diğer yandan, simetri kırılması evrenin başlangıcında maddenin hakim olmasını sağlamıştır. Büyük Parlama sonrası dönemde eşit miktarda bulunan madde-antimadde çiftlisi, simetrisinin madde lehine bozulması sonucu, maddesel evren ve içindeki var olabilmiştir. Aslında, “*yukarıdaki ve aşağıdaki arasında*” kurallar açısından fark yoktur!)

Biyolojik yapılar, çok parçacıklı sistemlerdir. Beyin 10^{11} hücre ve bu sayının iki katı kadar da destek hücresi içerir. İzole biyolojik sistem yoktur ve olamaz. Canlılık biyolojik yapının bir unsuru olduğundan, canlılık aynı zamanda çevre ile etkileşimi de gerektirir. Canlılık aynı zamanda termodinamiğin ikinci kanununun ihlalidir (*negantropi*). Beyin dış dünyadan enerji alır. Duyu organlarından gelen enerji önce sinir ağlarına, sonra dendritik ağlara ve ardından hücre zarının iki yanında bulunan protein iplikçiklerine ulaşır. Enerji, dışarıdan gelmeden de içsel olarak sinir hücresi ağında veya dendritik ağda oluşabilir (rüya görme, düşünme gibi). Yayılım yolu aynı şekildedir. Enerji değişimi daima alt birimlerle etkileşir. Bu değişen enerji kortikon ve foton (=elektromanyetik alan) yaratmak için yeterli olacaktır. Oluşan bu alan dolaylı yoldan makroskobik sinir hücrelerini ve dendritik ağı, doğrudan mikroskobik protein iplikçiklerini etkileyecektir. Her ikisi sonucunda, sinir hücreleri gelen uyarıyı farklı beden organlarına ulaştırıp konuşma ve hareket gibi biyolojik değişikliklere neden olacaktır.



Özdeş ve Özdeş Olmayan Parçacık Sistemleri

N parçacıktan oluşan bir sistemin, g şeklindeki gruplarla düzenlenmesi durumunda, g^N kadar farklı çeşit grup olabilir. Herhangi bir özel düzenlenişin, tek başına olasılığı g^{-N} olur. Olasılık hesaplanması ise

$$\varphi_{MB} = \frac{N!}{n_1! n_2! \dots n_i!} g^{-N} \text{ şeklindedir.}$$

Bu klasik Maxwell-Boltzmann uygulamasıdır. Yani, ideal bir gazda, durum değişkenlerin her birinin olasılık değerleri eşittir ve her gaz molekülü eşit olasılıklı her yerde bulunabilir. Eğer φ_{MB} eşit olasılıklı durumları bozulur ise, her bir molekül için alternatif olasılıkların sayısı azalır. Başlangıçtaki sistemin φ_{MB} durumu bozulur. Yeni bir sistem durumu oluşur (φ_i). Bu bir çeşit simetri kırılmasıdır.¹⁸ Bu var olan durumdaki bozulma aynı zamanda

¹⁷ Reeves H. İlk Saniye. Çev: Özdoğan E. YKY 2000.

¹⁸ Takahashi Y, Jibu M. Brain and Being. Brain and quantum field theory. Notes on monumental discussions presenting quantum field models of brain. Editor: G. Globus, s:291-313

entropi yani düzensizlik artışıdır. Bu nedenle Entropi, $S=k\text{Log}\varphi_{MB}$ yazılabilir. Eğer “düzenlilik” yerine, entropinin “bilgi”sini yazacak olursak Bilgi, $I=S^{-1}$ olur, yani $I.S=1$ durumuna gelir. Ya da φ_i ile ilgili S_i şeklinde bir entropi oluşur. Orijinal entropi φ_{MB} ; $S_{\text{orijinal}}=S_{MB}-S_i$ halini alır.

φ_M ile ilgili Fermi-Dirac (özdeş olamayan) ve Bose-Einstein (özdeş parçacık) durumları karşılaştırıldığında, simetri kırılmasında, alternatif olasılıklar azalırken, tersine “belli özel durumlarda düzenlenme” olasılıkları da artar (Δ). Bunu bir örnekle gösterebiliriz. $g=5$ grup ve $N=3$ parçacık durumunu hesaplayalım. Hepsini özdeş parçacık kabul ettiğimizde, Bose-Einstein modeli kullanıldığından;

$$\varphi_{BE} = \frac{g + (N-1)!}{(g-1)!N!} \Rightarrow \varphi_{BE}^{-1} = 0,03$$

Parçacıklar özdeş değilse Fermi-Dirac modelinden

$$\varphi_{FD} = \frac{g!}{N!(g-N)!} \Rightarrow \varphi_{FD}^{-1} = 0,1$$

Yukarıda bahsedilen Maxwell-Boltzmann denkleminden;

$$\varphi_{MB}^{-1} = 0,05 \text{ elde edilir.}$$

Özel olasılıklı düzenlenme artışı, Δ_{BE} için $=0,05/0,03=1,67$ iken Δ_{FD} için $0,05/0,1=0,50$ şeklinde bulunur. Yani, Bose-Einstein’in değeri $0,03$ ’den $1,67$ ’e, Fermi-Dirac değeri $0,1$ ’den $0,50$ ’e yükselir. Takahashi ve Jibu’ya göre, kasılma ile seyreden (motor) sara nöbetleri, beyindeki sinir hücrelerinde φ_{BE} durumunda bozulma yaparlar ve sistemin değerini φ_{MB} durumuna yaklaşırlar.

Bellek

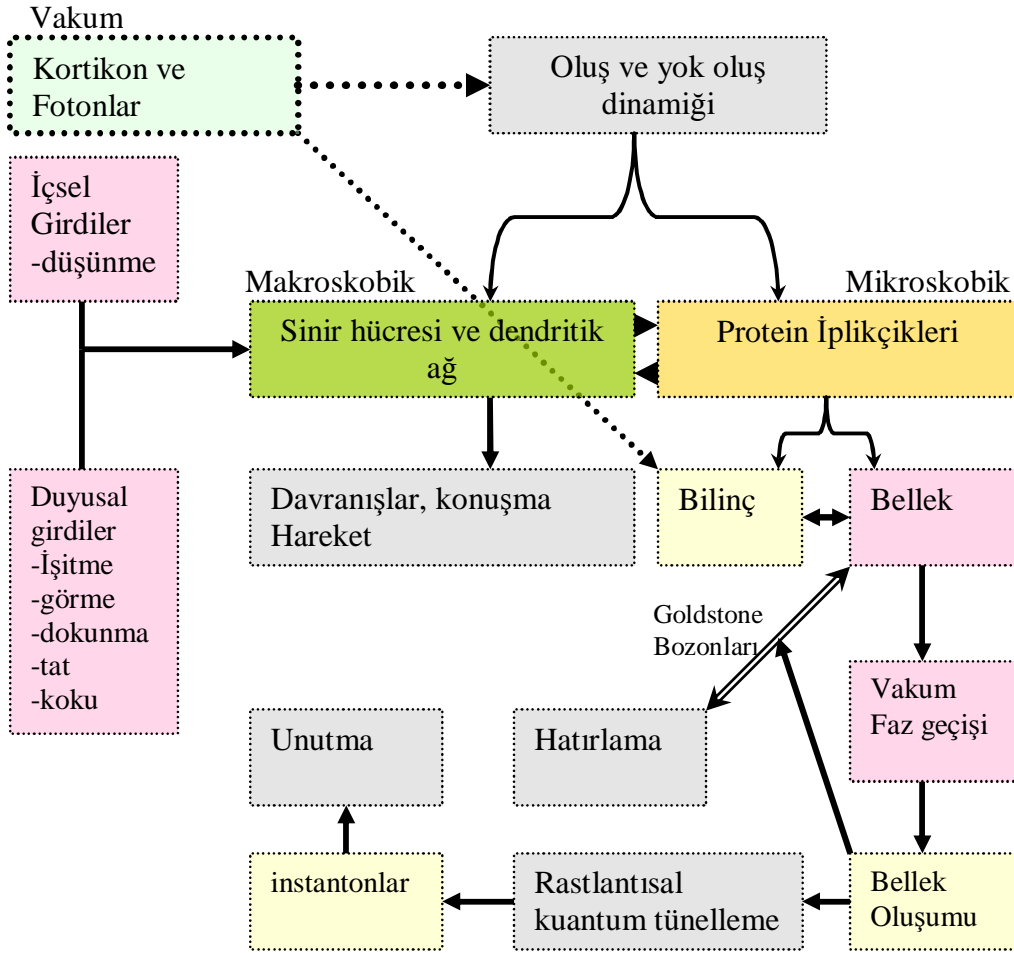
Belleğin önemli bir özelliği zamana karşı dirençli oluşu ve yerel olmamasıdır. Umezawa, belleğin bir vakum durumu olabileceğini öne sürmüştür. Bir vakum durumundan diğer bir vakum durumuna geçme, QFT’de “vakum faz geçişi” olarak adlandırılır. Beyin gibi bir sistemin “öğrenmesi”, giren enerji ile yeni vakum durumları oluşmasıdır. Bu nedenle bilinç → bellek → bilinç → bellek → bilinç... şeklinde bir işlem olarak devam eder.

Belleğin geri çağırılması NGB ile ilişkiliyken, bellek kayıpları “instanton” ile ilişkilendirilir. Instanton, hatırlama esnasında ya da belleği geri çağırma devreye giren bir başka teorik kuantumdur. Sinir hücresi ve dendritik ağa bir enerji gelirse, mikroskobik iplikçik proteinlerine geçer. Belli bir eşiği geçerse, yeni kortikon ve fotonlar oluşur, bu esnada kişide var olan bilinç durumu yeni bilinç durumuna değişir. Bir vakum faz geçişi altında bulunan bellek, bir başka duruma geçer ve yeni bellek oluşur. Yeni vakum durumu, önceki var olan belleğin ve giren enerji uyarınının oluşturduğu bilinç değişikliğinin toplamıdır. Toplam bellek, bilinçle devamlı olarak değişme halindedir. Bu değişim en azından 1 foton veya kortikon oluşturan enerji ile sağlanabilir.¹⁹


Bellek zamana karşı dirense de, biliriz ki yaşlanma/zaman içinde bellek zayıflar ve bellek kayıpları oluşur. Beyinde işleyen QFT’ye göre bunun da bir açıklaması vardır. Vakum durumunda kuantum tünelleme, kuantum mekaniğinin bir özelliği olarak ortaya çıkar. Tünellemeye bağlı olarak, herhangi bir dışsal uyarı olmadan kendiliğinden vakum faz geçişleri olur. Bu değişimler tamamen olasılıklara bağlıdır. Böylece toplam bellek bozulur. Bu bozulma bilinçle kontrol edilemez. QFT’de tünellemeye bağlı vakum faz geçişleri sıklıkla oluşur. Bu suyun ısıtılması sonucu, bir kısmının faz geçişi ile buharlaşmasına benzer. Rastlantısal bazı buharlaşmalar olur. Hangi moleküllerin buharlaşacağı önceden bilinemez. QFT’deki vakum buharlaşmaları instantonlar olarak

¹⁹ Brain and Being. At the boundary between science, philosophy, language and arts. Ed: Globus GG, Pribram KH, Vitiello G. JB Pubs 2004;267-290.

adlandırılır. Zaman içerisinde ve yaşla artan instantonlar belleği zayıflatır, unutkanlık gelişir.



Şekil. Belleğin mekanizması elektrokimyasal çalışan sinirsel-sinaptik aralık mekanizmalarından farklıdır: Beyin farklı seviyelerde etkileşim içinde olan karışık bir sistemdir. Bellek işlemi kuantum mekanikeldir. Hatırlama ve unutma belli kuantum alan teorisi özelliklerine göre olur.

	<p>Tablo. Beyinde kuantum alan teorisini uygulamanın açıklayabildiği “bilinç-zihin” olayları²⁰</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zihin/bilinç-beyin bağlantı sorunu (<i>binding</i>) • Bilincin birliği (<i>global-uniter</i>) • Zihin içeriği, öznel (qualia) • Algoritmik olmayan bilgi işleme • Özgür irade • Bellek oluşturma, hatırlama ve unutma • Anestezik maddelerin bilinci geçici kaldırması
---	---

²⁰Jibu M. Theory of cell membrane organizers and pressure reversal of anesthesia. Medical Hypothesis 2001;56:26-32.

“Ruhun yeri, iç ve dış dünyanın karşılaştığı yerdir.
Birbirleri ile örtüşükleri yerde, örtüşmenin her noktasındadır...”
Novalis (1772-1801)

Vitiello'nun Dağıtıcı Beyin Modeli

Beyinde kuantum alan teorisi (QFT), özellikle belleğin zamandan etkilenmemesi, beyinde bir bölgeye özellikle yerleşik olmaması üzerine inşa edilmiştir. Ancak, bazı soruların yanıtları eksiktir. Birisi, bellek kapasitesi ya da "üzerine kaydetme" sorunudur. QFT'ye göre özel bilgi, vakumdaki özel düzenlenme ile kodlanır. Oysa, dışarıdan gelen yeni bilgiler, vakumlar üzerine etki ile kaydedilir. Yani, daha önceki vakumların düzenlenişini değiştirerek, aynı vakuma kayıt yaparlar. Bu, bir kasetteki ses kaydının üzerine başka bir ses kaydetmeye benzer. Böylece, önce kaydedilmiş bilgi bozulur, silinir. Vitiello (1995) QFT'ye "dağıtıcı/dissipatif" beyin kavramını ekleyerek çözüm sunar.^{1,2}

Giuseppe Vitiello, dağıtıcı beyin teorisi ile bellek de üst üste yazma sorununa değil, aynı zamanda başka sorunlara da çözüm getirmiştir. QFT modelinde, dışsal bir uyararla simetrisinin (elektrik dipol dönme simetrisi) kendiliğinden kırılır. Su ve diğer biyokimyasal aktif maddeler fiziksel ve kimyasal beyin davranışını oluştururlar. Dipol dönme simetrisi kırıldığı anda, zamana-ters simetri de kırılır ve bu şekilde bilgi kaydedilir. Bilgiyi kaydetme işleminden önce, sınırsız, birimsel ve birbirinin aynı olmayan vakumlardan herhangi birine kayıt yapabilir. Bilgi kaydedildikten sonra, beyin durumu tam olarak belli ve değişmez hale gelir. Bunun deneysel ve ruhsal anlamı "ŞİMDİ biliyorsun!" hissidir. Bu durumda, yeni bilginin kaydedilmesi ile artık başka bir kişi olunur. Önce ile aynı kişi yoktur. Bir kez bilme olduğunda, zamanda ileriye gidersiniz. Bilginin beyince yakalanıp kaydedilmesi, beyin dinamiklerine "zamanın akış oklarından birini" sokar. Zaman içinde olan bu değişimle, geçmiş ve gelecek arasında bir ayrım doğar. Bu ayrım şimdinin bilgisinden önce yapılamaz. Diğer bir ifade ile dağıtıcı (dissipatif) yapıdan dolayı tersinir olmayan, geri dönüşümsüz bir süreç oluşur, beyin *açık bir sistem* halini alır.³

Denge durumundaki kapalı bir sistem ile denge durumundan uzaklaştırılan açık bir sistemin arasındaki en önemli fark, kapalı sistemde bilginin kaybolmamasıdır. Yani, kapalı sistemin davranışı tersinebilir, geri dönüşlüdür. Bu nedenle evre/faz hacimleri korunur. Açık sistemlerde ise bilgi çevreye saçılır ve sistemin davranışı tersinebilir değildir.

Zamansal-ters simetrik dağıtıcı yapıdan dolayı, zamanın akışı tek yönlüdür. Zaman eksenini, tekil bir noktadan bölünerek, gelecekte geçmişten ayıran başlangıç noktası haline gelir. Bu tekillik noktası *şimdi*'yi oluşturur. Dağıtıklık olmaksızın, herhangi bir nokta, herhangi bir zaman, zaman ekseninde şimdi olurdu. Tekil bir başlangıç yoksa şimdi de olmazdı. Dağıtıklık, "ne zaman" bilgisini belleğe bu yolla yerleştirir.

Kuantum sistemi eğer açık, yani çevre ile etkileşimde ise, her iki sistem tek bir *kapalı* sistem olarak ele alınabilir. Ancak çevre ile etkileşimde olan bir sistem değişebilir ve durumu ölçmek zordur. Bir olasılık, çevre ile olan etkileşimin ortalamalarından yararlanarak "etkili" etkileşimi hesaplamak olabilir. Diğer bir olasılık, kullanılışlı bir vakumu seçip çevresel etkileri hesaplamak olabilir. Seçilen vakum, karşılıklı etkileşimde olan sistemlerin (beyin-çevre) verilen sınır durumları hakkında fikir verebilir. Sistem-çevre etkileşimindeki bir değişiklik, sistemdeki vakum durumunda bir değişikliğe neden olur. Vakumdaki durum değişimi, sistem-çevre arasındaki

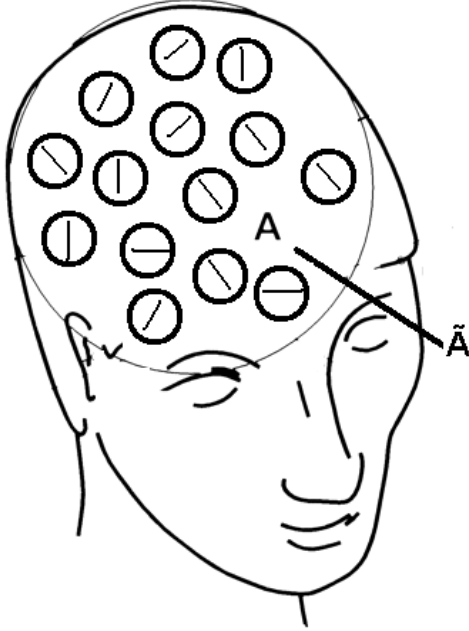
¹Vitiello G. My Double unveiled - The dissipative quantum model of brain. Amsterdam: John Benjamins. 2001.

²Vitiello G. Dissipation and memory capacity in the quantum brain model. Int J Mod Phys 1995;9:973-989.

³Pessa E, Vitiello G. Quantum Noise, Entanglement and Chaos in the Quantum Field Theory of Mind/Brain States. Mind and Matter 2003;1(1):59-79 ve arXiv:q-bio.OT/0309009 v1 21 Sep 2003

alışverişin bir göstergesidir. Böylece, sistemin zaman içindeki değişimini tanımlayan denklemler çevre ile etkileşim hakkında da fikir verir.⁴

Açık bir kuantum sistemini tanımlamak için "birbirinin aynı olamayan" birçok vakum sistemini QFT'de kullanmak gerekir. Buna zaman değişkenini de eklemek lazımdır.⁵ Çünkü sistem, zaman içinde "yeni" duruma geçer. Bu durum bir film şeridindeki film karelerine benzetilebilir. Her kare bir anlık fotoğrafı gösterir. Bu kareleri zamansal olarak ardışık dizecek olursak bir film elde ederiz. Yani, sistemin, sistem-çevre etkileşimini de içeren değişimini ya da evrimini görürüz.⁶



Şekil. Çevre ile beyin ya da dış dünya ile iç dünya arasındaki dolaşıklık dağıtık (dissipatif) beyin dinamiklerinin kaçınılmaz bir sonucudur. Bu canlı bir beyinde, çevre ile beyin arasındaki bağlantıyı kesmenin imkânsızlığını gösterir. Etkileşim karşılıklıdır. \tilde{A} durumu matematiksel bir uydurma değil, gerçek bir uyarılma durumudur. Bağlantı kesilmesi, dolaşıklığın ortadan kalkması anlamına gelir ki, bu sadece ölümle olabilecek bir şeydir. Şekilde, yuvarlak olan yapılar vakumları ve içlerindeki değişik yönlere çizgiler de vakum kodlarının farklılığını göstermektedir. Vakum kodları beyin içinde kendiliğinden simetri kırılması ile değişebileceği gibi, dışarıdan gelen uyarılarla da olabilir. Üslü \tilde{A} durumları, üssüz A sisteminde çevrenin modellenmesini temsil eder. Bilinç, \tilde{A} ve A arasındaki devamlı etkileşimle ortaya çıkar.

Çevre en basit olarak, dengeyi sağlamak için enerji akışına neden olur. Diğer bir seçenek de çevrenin "zamansal-ters kopya" olarak temsil edilmesidir. Sistem çevreden enerji kazandığı durumda, enerji "dağıtıcılığı" nedeni ile zamana ters olmalıdır. Bu nedenle çevre, matematiksel olarak sistemin, zamanda-ters görüntüsü olarak ele alınabilir. Yani, sistemde bir çeşit "çiftleşme/ikileşme" oluşur.

Daha önce Umezawa'nın QFT'sinde bahsedildiği gibi, dönmeye bağlı elektrik dipol simetrisinin kendiliğinden kırılması esnasında Nambu-Goldstone bozonları oluşuyordu. Vitiello bunu "dipol dalga kuantum, DWQ" olarak kabul eder. Bunun "çiftleşme durumu" zamanda-ters ayna görüntüsüdür ve \tilde{A}_k ile gösterir. N_{A_k} ve $N_{\tilde{A}_k}$ ise A_k ve \tilde{A}_k durumlarının sayısını gösterir. Alt değer olarak yazılan k, uzaysal momentum gibi kinematik değişkenleri veya içsel alan değişkenlerini, yani serbestlik derecelerini temsil eder. Buradaki, üst işareti (\tilde{A}) yani çiftleşme, matematiksel bir uydurma değil, çevre ile etkileşen sistemin gerçek uyarılma modudur ve sanki bir parçacık (*quasiparçacık*) gibidir. Üs durumu (\tilde{A}_k) ve üs olmayan durum (A_k) arasındaki etkileşme, sistemin zamansal evrimini kontrol eder. Bu bir arada çalışan A_k , \tilde{A}_k sistem içinde sınırlandırılır. Sistem ve çevre arasındaki ilişki kesilir kesilmez ortadan kaybolurlar.⁷



Quasiparçacık-Sankiparçacık

Etkileşen belli parçacık sistemlerinde parçacık-benzeri yapılardır. Özellikle, maddenin makroskobik fiziksel özellikleri ile ilgilenen katı hal fiziğinde önemlidirler ve kuantum mekaniksel çok parçacıklı sistemleri basitleştirmeyi sağlarlar. Kuantum mekaniğinde, düşük uyarılmış durum için

⁴ Alfinito E, Vitiello G. Dissipation and memory domains in the quantum model of brain. arXiv:quant-ph/0006065v1, 2000.

⁵ Celeghini E, Rasetti M, Vitiello G. Quantum dissipation. Annals of Physics 1992;215:156-170.

⁶ Alfinito E, Vitiello G. Life-time and hierarchy of memory in thne dissipative quantum model of brain. arcXiv:quant-ph/9912120v1, 1999.

⁷ Vitiello G. Quantum dissipation and information: a route to consciousness modeling. NeuroQuantology 2003; 2:266-279

kullanılır.

Normal bir sistemde üslü \tilde{A} ve üssüz A 'ların toplam farkının sıfır olması gerekir: $NA_k - N\tilde{A}_k = 0$. Yani sistem ve çevre arasındaki enerji değişimi dengededir. Bu teori sınırsız sayıda vakum durumu (yani bellek) olmasını öngörür ve korkunç sayıdaki bilgi, var olan vakumlarda kodlanabilir. Dağıtık olmayan yapıların aksine yeni bilgi girişinde, önceden kaydedilmiş bilgilerin bozulması gerekmez. Dağıtık durumdaki "beyin zemin durumu" tüm bellek durumlarının üst üste binmesi yani süperpozisyonu durumundadır. Aynı zamanda beyin ve dış dünya-çevre arasında ayrılmaz bir *kuantum dolaşıklığı* vardır. Bu beyin-çevre dolaşıklığı ancak ölü bir beyinde ortadan kalkar.

Fizik kuralları sadece birinin (A ve \tilde{A}) bağımsız var olmasına imkan vermez. Bu "bölünemez iki", "birden" daha temel bir yapıdır ($A \leftrightarrow \tilde{A}$). Dolaşık durum, iki ayrı ya da tekli durumla ifade edilemez. Dolayısı ile bilincin birinci kişi özneliği ile dış dünyanın nesneliliği arasında herhangi bir çatışma olmaz. Nesnellik olmaksızın, açık bir sistem olarak beyin olmaz ve bilinçte de dağıtıcı yapı olmazdı. Dış dünyanın nesneliliği, bilincin var olması için gereklidir. Beynin çevresi ile karşılıklı diyalogu, beyin esnekliğinin de (plastisite) temel nedendir.



Umezawa ve Vitiello'nun Teorilerinin Karşılaştırmalı Özeti

1. Bellek kapasitesi ileri derecede küçüktür. Herhangi bir yeni bellek oluşumu, daha öncekilerin üzerine kaydedilir. Vakum sayısı sınırlıdır. Oysa, dağıtıcı beyinde sınırsız vakum ve üst üste kaydetmeden, sınırsız bellek kapasitesi vardır.
2. Umezawa'nın Nambu-Goldstone bozonları, dağıtıcı modelde *dipole wave quanta* (DWQ) olarak adlandırılır. Elektrik dipol dönme simetrisi kırılmasından kaynaklanır. DWQ'lerin kütleleri de sıfırdır.
3. Dağıtıcı sistem kendi kendini organize eder. İçsel uyarımlarla simetri kırılması kendiliğinden olur ve bu "faz geçişi" yapabilir.
4. Beynin çevre ile devamlı etkileşiminden dolayı, etkileşimi geri dönüşüzdür. Dış dünyadan giren veri ile beyin dinamikleri geri dönüşsüz değişir. Yeni bilgi girişi olan birisi, asla "önceki kişi" değildir. Bu, zamanda ileri akma hissi oluşturur. Bilgi girişi olmadan zamanda ileri ya da geri hissi olmaz. Ancak, bilgi girişinden kaçınamayız. Dış dünyadan soyutlamanın yapıldığı bilimsel çalışmalarda ciddi ruhsal bozukluklar ortaya çıkmıştır.
5. Kuantum dağıtıcıların matematik yapısı, beyin-çevreyi çiftleştirmeyi gerektirir. Bu çiftleştirme, beyin-çevre arasındaki enerji dengesini sağlar. Çevre, beyinde zamanda-ters kopya olarak modellenir ($\tilde{A} \leftrightarrow A$).

Vitiello'nun dağıtıcı beyin modelinde, sistemin durumu "*birçok zemin durumu üzerinde yaşam*" gibidir; yani, devamlı şekilde vakumlarda faz dönüşümleri vardır. Çok küçük rastlantısal etkiler bile sistemde gözle görülebilen ve davranışlara yansıyan makroskobik değişiklikler oluşturabilir. Farklı kodlanmış vakumlar arasında değişim, "*çağırışmsal bellek*" durumunu oluşturur. Nambu-Goldstone bozonları belli bir eşik enerjisine ulaştığında "hatırlama" ya da "geri çağırma" sağlarlar. Eğer enerji gereksinimi gerekenden daha az ise, "hatırlamada zorlanma" ortaya çıkar. Diğer yandan, bir uyarılma eşikinin olması olumlu koruma sistemi olarak ele alınabilir. Bu eşik ile istenmeyen ve rahatsız edici (beyinde ısı artışı gibi) uyarılardan bellek korunur. Örneğin, "sıfır eşik" durumunda, herhangi bir düşük enerjili uyarın beyinde hatırlamayı sağlayacağından, beyin "belleğin devamlı akımı" içinde boğulacaktı.⁸ Olup olmadık her şey, uygun olmayan zamanlarda hatırlanacaktı.

Açık bir sistem olan beyin üzerinde çevre ile etkileşimden kaynaklanan dalgalanmalar da (*fluktuasyon*) etkilidir. Bazı deneysel çalışmalarda, sinir hücreleri seviyesinde gürültülü/parazitli dalgalanmaların (*noisy fluctuations*) beyin aktivitesi

⁸ Pessa E, Vitiello G. Quantum Noise, Entanglement and Chaos in the Quantum Field Theory of Mind/Brain States. Mind and Matter 2003;1:59-79.

üzerinde dengeleyici etki yaptığı ve istenmeyen durumlar ve çekicilerin (*attractor*) içine düşmeyi engelledikleri gösterilmiştir. Dağıtıcı yapıda, gürültü ve kaos doğal içerik olarak kabul edilir.⁹



Dağıtık (dissipatif) beyin modelinin açıkladıkları

- Bilincin ortaya çıkışı
- Sınırsız bellek kapasitesi
- Kısa ve uzun süreli bellek
- Unutma ve çağrışımsal bellek
- Gürültü ve kaos etkilerinden kurtulma
- Zihin/bilinç-beyin bağlantı sorunu
- Çevre ile etkileşimi açıklar
- İçsel zaman akışını açıklar

⁹ Freeman W.J. Random activity at the microscopic neural level in cortex ("noise") sustains and is regulated by low dimensional dynamics of macroscopic cortical activity. International Journal of Neural Systems 1996;7:473-480.

“Ruhun yeri, iç ve dış dünyanın karşılaştığı yerdir.
Birbirleri ile örtüşükleri yerde, örtüşmenin her noktasındadır...”
Novalis (1772-1801)

Vitiello'nun Dağıtıcı Beyin Modeli

Beyinde kuantum alan teorisi (QFT), özellikle belleğin zamandan etkilenmemesi, beyinde bir bölgeye özellikle yerleşik olmaması üzerine inşa edilmiştir. Ancak, bazı soruların yanıtları eksiktir. Birisi, bellek kapasitesi ya da "üzerine kaydetme" sorunudur. QFT'ye göre özel bilgi, vakumdaki özel düzenlenme ile kodlanır. Oysa, dışarıdan gelen yeni bilgiler, vakumlar üzerine etki ile kaydedilir. Yani, daha önceki vakumların düzenlenişini değiştirerek, aynı vakuma kayıt yaparlar. Bu, bir kasetteki ses kaydının üzerine başka bir ses kaydetmeye benzer. Böylece, önce kaydedilmiş bilgi bozulur, silinir. Vitiello (1995) QFT'ye "dağıtıcı/dissipatif" beyin kavramını ekleyerek çözüm sunar.^{1,2}

Giuseppe Vitiello, dağıtıcı beyin teorisi ile bellek de üst üste yazma sorununa değil, aynı zamanda başka sorunlara da çözüm getirmiştir. QFT modelinde, dışsal bir uyararla simetrisinin (elektrik dipol dönme simetrisi) kendiliğinden kırılır. Su ve diğer biyokimyasal aktif maddeler fiziksel ve kimyasal beyin davranışını oluştururlar. Dipol dönme simetrisi kırıldığı anda, zamana-ters simetri de kırılır ve bu şekilde bilgi kaydedilir. Bilgiyi kaydetme işleminden önce, sınırsız, birimsel ve birbirinin aynı olmayan vakumlardan herhangi birine kayıt yapabilir. Bilgi kaydedildikten sonra, beyin durumu tam olarak belli ve değişmez hale gelir. Bunun deneysel ve ruhsal anlamı "ŞİMDİ biliyorsun!" hissidir. Bu durumda, yeni bilginin kaydedilmesi ile artık başka bir kişi olunur. Önce ile aynı kişi yoktur. Bir kez bilme olduğunda, zamanda ileriye gidirsiniz. Bilginin beyince yakalanıp kaydedilmesi, beyin dinamiklerine "zamanın akış oklarından birini" sokar. Zaman içinde olan bu değişimle, geçmiş ve gelecek arasında bir ayrım doğar. Bu ayrım şimdinin bilgisinden önce yapılamaz. Diğer bir ifade ile dağıtıcı (dissipatif) yapıdan dolayı tersinir olmayan, geri dönüşümsüz bir süreç oluşur, beyin *açık bir sistem* halini alır.³

Denge durumundaki kapalı bir sistem ile denge durumundan uzaklaştırılan açık bir sistemin arasındaki en önemli fark, kapalı sistemde bilginin kaybolmamasıdır. Yani, kapalı sistemin davranışı tersinebilir, geri dönüşlüdür. Bu nedenle evre/faz hacimleri korunur. Açık sistemlerde ise bilgi çevreye saçılır ve sistemin davranışı tersinebilir değildir.

Zamansal-ters simetrik dağıtıcı yapıdan dolayı, zamanın akışı tek yönlüdür. Zaman eksenini, tekil bir noktadan bölünerek, gelecekte geçmişten ayıran başlangıç noktası haline gelir. Bu tekillik noktası *şimdi*'yi oluşturur. Dağıtıklık olmaksızın, herhangi bir nokta, herhangi bir zaman, zaman ekseninde şimdi olurdu. Tekil bir başlangıç yoksa şimdi de olmazdı. Dağıtıklık, "ne zaman" bilgisini belleğe bu yolla yerleştirir.

Kuantum sistemi eğer açık, yani çevre ile etkileşimde ise, her iki sistem tek bir *kapalı* sistem olarak ele alınabilir. Ancak çevre ile etkileşimde olan bir sistem değişebilir ve durumu ölçmek zordur. Bir olasılık, çevre ile olan etkileşimin ortalamalarından yararlanarak "etkili" etkileşimi hesaplamak olabilir. Diğer bir olasılık, kullanılışlı bir vakumu seçip çevresel etkileri hesaplamak olabilir. Seçilen vakum, karşılıklı etkileşimde olan sistemlerin (beyin-çevre) verilen sınır durumları hakkında fikir verebilir. Sistem-çevre etkileşimindeki bir değişiklik, sistemdeki vakum durumunda bir değişikliğe neden olur. Vakumdaki durum değişimi, sistem-çevre arasındaki

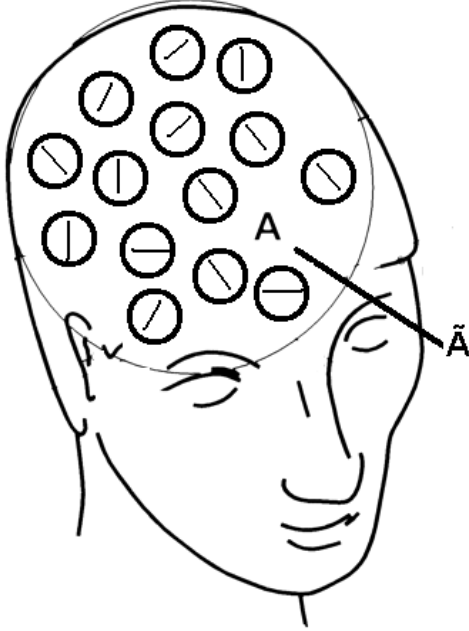
¹Vitiello G. My Double unveiled - The dissipative quantum model of brain. Amsterdam: John Benjamins. 2001.

²Vitiello G. Dissipation and memory capacity in the quantum brain model. Int J Mod Phys 1995;9:973-989.

³Pessa E, Vitiello G. Quantum Noise, Entanglement and Chaos in the Quantum Field Theory of Mind/Brain States. Mind and Matter 2003;1(1):59-79 ve arXiv:q-bio.OT/0309009 v1 21 Sep 2003

alışverişin bir göstergesidir. Böylece, sistemin zaman içindeki değişimini tanımlayan denklemler çevre ile etkileşim hakkında da fikir verir.⁴

Açık bir kuantum sistemini tanımlamak için "birbirinin aynı olamayan" birçok vakum sistemini QFT'de kullanmak gerekir. Buna zaman değişkenini de eklemek lazımdır.⁵ Çünkü sistem, zaman içinde "yeni" duruma geçer. Bu durum bir film şeridindeki film karelerine benzetilebilir. Her kare bir anlık fotoğrafı gösterir. Bu kareleri zamansal olarak ardışık dizecek olursak bir film elde ederiz. Yani, sistemin, sistem-çevre etkileşimini de içeren değişimini ya da evrimini görürüz.⁶



Şekil. Çevre ile beyin ya da dış dünya ile iç dünya arasındaki dolaşıklık dağıtık (dissipatif) beyin dinamiklerinin kaçınılmaz bir sonucudur. Bu canlı bir beyinde, çevre ile beyin arasındaki bağlantıyı kesmenin imkânsızlığını gösterir. Etkileşim karşılıklıdır. \tilde{A} durumu matematiksel bir uydurma değil, gerçek bir uyarılma durumudur. Bağlantı kesilmesi, dolaşıklığın ortadan kalkması anlamına gelir ki, bu sadece ölümle olabilecek bir şeydir. Şekilde, yuvarlak olan yapılar vakumları ve içlerindeki değişik yönlere çizgiler de vakum kodlarının farklılığını göstermektedir. Vakum kodları beyin içinde kendiliğinden simetri kırılması ile değişebileceği gibi, dışarıdan gelen uyarılarla da olabilir. Üslü \tilde{A} durumları, üssüz A sisteminde çevrenin modellenmesini temsil eder. Bilinç, \tilde{A} ve A arasındaki devamlı etkileşimle ortaya çıkar.

Çevre en basit olarak, dengeyi sağlamak için enerji akışına neden olur. Diğer bir seçenek de çevrenin "zamansal-ters kopya" olarak temsil edilmesidir. Sistem çevreden enerji kazandığı durumda, enerji "dağıtıcılığı" nedeni ile zamana ters olmalıdır. Bu nedenle çevre, matematiksel olarak sistemin, zamanda-ters görüntüsü olarak ele alınabilir. Yani, sistemde bir çeşit "çiftleşme/ikileşme" oluşur.

Daha önce Umezawa'nın QFT'sinde bahsedildiği gibi, dönmeye bağlı elektrik dipol simetrisinin kendiliğinden kırılması esnasında Nambu-Goldstone bozonları oluşuyordu. Vitiello bunu "dipol dalga kuantum, DWQ" olarak kabul eder. Bunun "çiftleşme durumu" zamanda-ters ayna görüntüsüdür ve \tilde{A}_k ile gösterir. N_{A_k} ve $N_{\tilde{A}_k}$ ise A_k ve \tilde{A}_k durumlarının sayısını gösterir. Alt değer olarak yazılan k, uzaysal momentum gibi kinematik değişkenleri veya içsel alan değişkenlerini, yani serbestlik derecelerini temsil eder. Buradaki, üst işareti (\tilde{A}) yani çiftleşme, matematiksel bir uydurma değil, çevre ile etkileşen sistemin gerçek uyarılma modudur ve sanki bir parçacık (*quasiparçacık*) gibidir. Üs durumu (\tilde{A}_k) ve üs olmayan durum (A_k) arasındaki etkileşme, sistemin zamansal evrimini kontrol eder. Bu bir arada çalışan A_k , \tilde{A}_k sistem içinde sınırlandırılır. Sistem ve çevre arasındaki ilişki kesilir kesilmez ortadan kaybolurlar.⁷



Quasiparçacık-Sankiparçacık

Etkileşen belli parçacık sistemlerinde parçacık-benzeri yapılardır. Özellikle, maddenin makroskobik fiziksel özellikleri ile ilgilenen katı hal fiziğinde önemlidirler ve kuantum mekaniksel çok parçacıklı sistemleri basitleştirmeyi sağlarlar. Kuantum mekaniğinde, düşük uyarılmış durum için

⁴ Alfinito E, Vitiello G. Dissipation and memory domains in the quantum model of brain. arXiv:quant-ph/0006065v1, 2000.

⁵ Celeghini E, Rasetti M, Vitiello G. Quantum dissipation. Annals of Physics 1992;215:156-170.

⁶ Alfinito E, Vitiello G. Life-time and hierarchy of memory in thne dissipative quantum model of brain. arcXiv:quant-ph/9912120v1, 1999.

⁷ Vitiello G. Quantum dissipation and information: a route to consciousness modeling. NeuroQuantology 2003; 2:266-279

kullanılır.

Normal bir sistemde üslü \tilde{A} ve üssüz A 'ların toplam farkının sıfır olması gerekir: $NA_k - N\tilde{A}_k = 0$. Yani sistem ve çevre arasındaki enerji değişimi dengededir. Bu teori sınırsız sayıda vakum durumu (yani bellek) olmasını öngörür ve korkunç sayıdaki bilgi, var olan vakumlarda kodlanabilir. Dağıtık olmayan yapıların aksine yeni bilgi girişinde, önceden kaydedilmiş bilgilerin bozulması gerekmez. Dağıtık durumdaki "beyin zemin durumu" tüm bellek durumlarının üst üste binmesi yani süperpozisyonu durumundadır. Aynı zamanda beyin ve dış dünya-çevre arasında ayrılmaz bir *kuantum dolaşıklığı* vardır. Bu beyin-çevre dolaşıklığı ancak ölü bir beyinde ortadan kalkar.

Fizik kuralları sadece birinin (A ve \tilde{A}) bağımsız var olmasına imkan vermez. Bu "bölünemez iki", "birden" daha temel bir yapıdır ($A \leftrightarrow \tilde{A}$). Dolaşık durum, iki ayrı ya da tekli durumla ifade edilemez. Dolayısı ile bilincin birinci kişi özneliği ile dış dünyanın nesneliliği arasında herhangi bir çatışma olmaz. Nesnellik olmaksızın, açık bir sistem olarak beyin olmaz ve bilinçte de dağıtıcı yapı olmazdı. Dış dünyanın nesneliliği, bilincin var olması için gereklidir. Beynin çevresi ile karşılıklı diyalogu, beyin esnekliğinin de (plastisite) temel nedendir.



Umezawa ve Vitiello'nun Teorilerinin Karşılaştırmalı Özeti

1. Bellek kapasitesi ileri derecede küçüktür. Herhangi bir yeni bellek oluşumu, daha öncekilerin üzerine kaydedilir. Vakum sayısı sınırlıdır. Oysa, dağıtıcı beyinde sınırsız vakum ve üst üste kaydetmeden, sınırsız bellek kapasitesi vardır.
2. Umezawa'nın Nambu-Goldstone bozonları, dağıtıcı modelde *dipole wave quanta* (DWQ) olarak adlandırılır. Elektrik dipol dönme simetrisi kırılmasından kaynaklanır. DWQ'lerin kütleleri de sıfırdır.
3. Dağıtıcı sistem kendi kendini organize eder. İçsel uyarılarla simetri kırılması kendiliğinden olur ve bu "faz geçişi" yapabilir.
4. Beynin çevre ile devamlı etkileşiminden dolayı, etkileşimi geri dönüşüzdür. Dış dünyadan giren veri ile beyin dinamikleri geri dönüşsüz değişir. Yeni bilgi girişi olan birisi, asla "önceki kişi" değildir. Bu, zamanda ileri akma hissi oluşturur. Bilgi girişi olmadan zamanda ileri ya da geri hissi olmaz. Ancak, bilgi girişinden kaçınamayız. Dış dünyadan soyutlamanın yapıldığı bilimsel çalışmalarda ciddi ruhsal bozukluklar ortaya çıkmıştır.
5. Kuantum dağıtıcıların matematik yapısı, beyin-çevreyi çiftleştirmeyi gerektirir. Bu çiftleştirme, beyin-çevre arasındaki enerji dengesini sağlar. Çevre, beyinde zamanda-ters kopya olarak modellenir ($\tilde{A} \leftrightarrow A$).

Vitiello'nun dağıtıcı beyin modelinde, sistemin durumu "*birçok zemin durumu üzerinde yaşam*" gibidir; yani, devamlı şekilde vakumlarda faz dönüşümleri vardır. Çok küçük rastlantısal etkiler bile sistemde gözle görülebilen ve davranışlara yansıyan makroskobik değişiklikler oluşturabilir. Farklı kodlanmış vakumlar arasında değişim, "*çağırışmsal bellek*" durumunu oluşturur. Nambu-Goldstone bozonları belli bir eşik enerjisine ulaştığında "hatırlama" ya da "geri çağırma" sağlarlar. Eğer enerji gereksinimi gerekenden daha az ise, "hatırlamada zorlanma" ortaya çıkar. Diğer yandan, bir uyarılma eşikinin olması olumlu koruma sistemi olarak ele alınabilir. Bu eşik ile istenmeyen ve rahatsız edici (beyinde ısı artışı gibi) uyarılardan bellek korunur. Örneğin, "sıfır eşik" durumunda, herhangi bir düşük enerjili uyarın beyinde hatırlamayı sağlayacağından, beyin "belleğin devamlı akımı" içinde boğulacaktı.⁸ Olup olmadık her şey, uygun olmayan zamanlarda hatırlanacaktı.

Açık bir sistem olan beyin üzerinde çevre ile etkileşimden kaynaklanan dalgalanmalar da (*fluktuasyon*) etkilidir. Bazı deneysel çalışmalarda, sinir hücreleri seviyesinde gürültülü/parazitli dalgalanmaların (*noisy fluctuations*) beyin aktivitesi

⁸ Pessa E, Vitiello G. Quantum Noise, Entanglement and Chaos in the Quantum Field Theory of Mind/Brain States. Mind and Matter 2003;1:59-79.

üzerinde dengeleyici etki yaptığı ve istenmeyen durumlar ve çekicilerin (*attractor*) içine düşmeyi engelledikleri gösterilmiştir. Dağıtıcı yapıda, gürültü ve kaos doğal içerik olarak kabul edilir.⁹



Dağıtık (dissipatif) beyin modelinin açıkladıkları

- Bilincin ortaya çıkışı
- Sınırsız bellek kapasitesi
- Kısa ve uzun süreli bellek
- Unutma ve çağrışımsal bellek
- Gürültü ve kaos etkilerinden kurtulma
- Zihin/bilinç-beyin bağlantı sorunu
- Çevre ile etkileşimi açıklar
- İçsel zaman akışını açıklar

⁹ Freeman W.J. Random activity at the microscopic neural level in cortex ("noise") sustains and is regulated by low dimensional dynamics of macroscopic cortical activity. International Journal of Neural Systems 1996;7:473-480.

Nakagomi'nin Kuantum Monadolojisi

Kuantum monadolojisi, Teruaki Nakagomi tarafından (1992)¹, Leibniz'in monadolojik fikirlerinin etkisi ile oluşturulmuştur.² Bir bakıma, Leibniz'in teorik fikirlerinin kuantum mekaniği çatısı altında matematiksel ifadesidir. Esas amacı, diğer kuantum beyin teorilerinde olduğu gibi fizik ve bilinç arasındaki çatışmayı çözmektir.³ Bu teoriye Gordon Globus da katkılarda bulunmuştur.⁴⁵

Nakagomi öncelikle fizik ve bilinç arasındaki boşluğa ya da derin beş uçuruma dikkat çeker. Bu uçurumların üçü bilinç ile ilgilidir ve fizikte herhangi bir sorun yoktur. Fizik, bilinci yok sayarsa, bunlar da problem teşkil etmezler. İki tanesi ise fiziğin problemidir:⁶

1. *Maddenin içyapısı*: Bilinç içsel bir deneyimdir. İçebakış ile bilincimizi deneyimleriz ve dıştan onu gözlemleyemeyiz. Beyni açtığımızda, sinir hücreleri, mikrotübüller, proteinler, moleküller ve iyonlardan oluşan yalnızca maddesel bir yapı ile karşılaşırız. Ortada bilinç yoktur. Eğer bu maddesel yapı bir içselliğe sahipse (renkler, koku, ağrı...) nerededir? Fiziğin bu konuda herhangi bir açıklayıcı kavramı yoktur. Buna ek olarak kütle çekimi makroskobik fiziğin özelliğidir. Mikroskobik fizik kitaplarında kütle çekimine rastlamaz. Ancak gerçekte kütle çekiminin mikroskobik dünyada olmadığını söyleyemeyiz. Mikroskobik dünyada etkili bir kuvvet olabilir ve parçacıkların davranışları üzerinde etkisi olabilir. Aynı şekilde bilincin karmaşık maddesel sistemlerde olduğunu öne sürecektir olursak, daha düşük miktarda bilinç basit sistemlerde olamaz mı?

2. *Şimdiki an*: Bilinç "şimdi"de var olur. Şimdi, gelecek veya geçmişin herhangi bir noktasındadır. Madde içinde, ne geçmiş ne de gelecek vardır. Şimdi nedir? Şimdi, bilincin var olduğu durumdaki süreçte zamansal bir noktadır. Benim ve sizin bilinciniz ortak bir şimdi zamanını paylaşırlar. Zaman, fiziğin dört boyutundan biridir. Oysa içsel zaman ve dışarıdaki fizik zamanı ile ilişkisi hakkında fizik bir şey söylemez.

3. *İrade*: Bilinç yalnızca duyuları dış dünyadan alan edilgen yapı değildir. Etkin-aktiftir ve dünya üzerinde belirlenimsiz etkisi vardır. Etki şimdide ortaya çıkar ve geleceğe devam eder. Geçmiş üzerine etki edemez. Oysa, fiziğin tepesinde belirlenimcilik yatar. Bu kuantum mekanik Schrödinger denkleminde de aynıdır.

4. *Ölçüm*: Kuantum mekaniğinde ölçüm problemi, Schrödinger denkleminde dolayı belirlenimcidir ve ölçüm nedeni ile belirlenimsiz arasında çatışma vardır. Diğer bir ölçüm sorunu da neyin neyi ölçtüğüdür. Fizikte her şey maddedir. Bu nedenle madde yine bir madde olan beyni ölçer. Ancak, fizik maddeyi iki kısma ayıracak bir prensibe sahip değildir. O zaman ölçen nedir, ölçülen nedir?

5. *İstatistiksel mekanik*: Isıya bağlı gelişen olasılık farklılıklarını henüz tam olarak anlamış değiliz. Kuantum mekaniği ile biyolojik yapıdaki beyinde ne olduğunu ve tüm olası durumları değerlendirmek zordur.

Yukarıda bahsedilen problemlerin üstesinden gelmek için fizik dışından iki çözüm gelmiştir: materyalizm (maddecilik) ve düalizm (ikicilik). Maddeciliğe göre her şey maddedir ve irade, bilinç gibi şeylerin beynin içinde yeri yoktur. Fiziğin maddeci bakış açısı, bilinci sadece yadsır ve içsel deneyimleri açıklamakta yetersiz kalır. Düalizm ise, zihin ve maddeyi ayrı kabul eder. Bunlar bazı mekanizmalarla birbirlerine bağlıdır. Bilinç, zihnin bir görüngüsüdür, fiziksel dünyanın dışındadır, fizik kanunlarına tabi değildir. Zamanın akışındaki "şimdi" zihinle birlikte vardır ve bir noktada fiziğin

¹ Nakagomi T. Quantum monadology: A world model to interpret quantum mechanics and relativity. Open Sys and Information Dyn 1992;1:355-378.

² Kutateladze SS. Leibniz's Definition of Monad. NeuroQuantology 2006;249-251.

³ Nakagomi T. Mathematical formulation of Leibnizian world: a theory of individual-whole or interior-exterior reflective systems. Biosystems 2003;69(1):15-26

⁴ Globus G. Quantum Intentionality. NeuroQuantology 2006;4(3):

⁵ Globus G. The Saltatory Sheaf-Odyssey of a Monadologist. NeuroQuantology 2006;4:222-229.

⁶ Nakagomi T. Picture of the World As a Quantum Monadistic System. NeuroQuantology 2006;4:241-248.

uzay-zamanındaki süreye bağlıdır. İrادی hareketler fiziğin kanunlarının dışındadır. Belirlenimsizlik, zihin ve madde arasındaki bağlantı ile oluşur. Düalizm bu açıdan avantajlı olmasına karşın, zihin-madde ilişkisinde birçok sorun ortaya çıkar ve yetersizdir.

Leibniz'in Monadları

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), metafizik ve mantığa yaptığı katkılarla, çağının önde gelen biliminsanlarından biridir. Adı Descartes ve Spinoza'dan sonra anılan, 17. yy'daki üç büyükten biridir. Leibniz, monad kavramını ortaya atmış ve *"bölünmez bir birlik olan sonsuz sayıdaki tözlerin her birine"* monad adını vermiştir.⁷

"Monadoloji" adlı eserinde monad kavramını ortaya atan Leibniz, her şeyin yapı taşı olan yalın *töz*'lerden bahseder. Monadlar daha alt temel parçaları olmayan, bölünmez yapı taşlarıdır. Bir araya gelerek karmaşık şeyleri oluştururlar. Monadların şekil ve büyüklükleri yoktur ve her birinin kendine ait özellikleri vardır. Bu özellikler daha yaratılırlarken belirlenmiştir. Leibniz buna *"önceden kurulmuş uyum ilkesi"* der. Monadların diğer bir ortak özelliği, fiziksel etkileşimle yaratılmamaları ve yok edilememeleridir. Her monad çevresindeki monadı algılar, ancak her monadın algılama düzeyi aynı değildir. Herhangi bir fiziksel değişime uğramadan, iç düzenleri değişebilir. Her monad değişmekte olan diğer monadları algılar ve buna bağlı olarak kendi de değişir. Dolayısı ile bir monadın içsel yapısı bir bakıma bütünüdürün durumunu yansıtır.

Leibniz'in kendi ifadeleri ile özetleyecek olursak: *"Monadların, ruh gibi, basit olarak varlıkları ortadan kalkmaz. Ölüm durumunda da devam ederler... Yaşamda bilincin ortaya çıkması ile oluşurlar. Ölürler ama kaybolmazlar... Her monadın dünyası, kendi bilinçlilik aktivitesi ile yaşamını devam ettirir..."*

Kuantum Monadolojisi

Nakagomi'ye göre, Leibniz'in bakış açısı ne düalizm ile ne de materyalist bakış açısı ile ortaya konulabilir. En uygun yöntem kuantum mekaniği ile açıklamadır. Aslında daha erken dönemde, 1929 yılında, Alfred Whitehead (1861-1947), kuantum mekaniği ve Leibniz'in monadları arasındaki benzerliğe dikkat çekmişti. Ancak, bu uygulama bir *"düşünme yolu"* ydu ve fiziği yeterince içermiyordu. Nakagomi'nin kuantum mekaniğini monadlara uygulaması ile *"Kuantum Monadolojisi"* doğdu.

Kuantum monadolojisinin anlaşılması için Nakagomi'nin bazı ön kabullerinden bahsetmek gerekir:

1. Öncelikle, bir otoyolda araçların gittiğini düşünün. Nadir durumlar dışında, araçlar birbirine yaklaşır, uzaklaşırlar ama çarpışmazlar. Fiziğin buna bakışı, araçlar arasında itici bir kuvvet olduğu şeklindedir. Araçların ortalama hareketini fizik hesaplar. Ancak, araçların bireysel hareketleri hakkında çok ciddi bilgi vermez. Araçların hareketi, sürücülerin zihinleri tarafından belirlenir. Kararlar, sürücülerin geçmiş deneyim ve gelecekteki tahmin yapmalarına göre değişir. Kararlar, normal şartlarda diğer sürücülerden etkilenemez. Buradan çıkarılacak sonuç şudur: kuantum mekaniğinde, parçacıkların davranışları parçacığın oluşturduğu dalga fonksiyonu ile belirlenir, diğer parçacıkların dalga fonksiyonu ile değil.
2. Hepimizde bir *"ulus"* kavramı vardır. Ancak fiziksel olarak ulus yoktur, zihinlerimizde vardır. Ulus kavramına sahip olduğumuz için ulus vardır. Eğer bireyler farklı bir ulus kavramına sahipse, ulus devam etmez. Yani, gerçekte olmayan şeyler hakkında da kavramlar oluşturabiliriz.
3. Sizle konuştuğum zaman, gerçekte sizin zihnimdeki hayalinizle konuşurum, fiziksel bedenle değil. Bu zihinsel işlem fiziksel işleme neden olur (konuşma) ve sizde zihinsel (düşünme) işleme neden olur.
4. Bir bilgisayar ağında, iki kişinin oynadığı bir savaş oyununu düşünün. Ağda farklı iki oyuncu bağlantıdadır. Ancak, herhangi bir yerde savaş oyunu yoktur. Ne ölenler ne de silah sesleri. Hepsi sanaldır.

Kuantum Monadik Dünyalar

Nakagomi kuantum monadolojisi için monad özellikleri çıkarımları yapar.

⁷ Leibniz GW. The Monadology. NeuroQuantology 2006;4:S282-290.

1. Dünya monadlar olarak adlandırılan birimlerden oluşur ve onlardan daha başka alt birim yoktur.
2. Her monad kendi içsel dünyasında yaşar. Buradaki yaşam içsel durumunun algılanması ve etkilenmesidir.
3. Her monadın içsel durumu bir diğerinden farklılık gösterir.
4. İçsel durum farklı olmasına karşın, olası içsel durumların düzenlenişi ve içsel durumların değişim kuralları tüm monadlarda aynıdır.
5. Her monadın içsel durumunun birincil içeriği bir dizi görüntü içerir ve bunlar “monad görüntüleri” olarak adlandırılır. Özel olanı “*kendi görüntüsü/self-image*” olarak adlandırılırken, bunun dışında kalanlar “*diğer görüntüler/other-image*” olarak adlandırılır. Monadlar arasında, karşılıklı görüntü-görüntü eşleşmeleri vardır. Bu eşleşme iki yönlüdür. Örneğin, A monadındaki bir *i* görüntüsü, B monadındaki bir *j* görüntüsü ile eşleşmiş ise, aynı şekilde B’deki *j* görüntüsü de A’daki *i* görüntüsü ile bire bir eşleşir. Eşleşme A ile B monadlarının içerdiği tüm görüntü içerikleri arasında olabilir. Eğer A, B ve C gibi üç monad varsa, A’daki *i* görüntüsü B’deki *j* ile ve B’deki *j* görüntüsü aynı zamanda C’deki *k* ile eşleşmiş ise, A’daki *i* doğrudan C’deki *k* ile eşleşmiş olur.
6. Bunun yanında monadlardaki içsel görüntü sayısı aynıdır ve tüm monadlara eşittir. Şu şekilde sembolize edilebilir; $C \mathbf{a} iA \text{ monadında, } iA \mathbf{a} jB \text{ monadında} \Rightarrow C \mathbf{a} jB \text{ monad.}$ Burada A, B, C monadlar ve *i*, *j* monad içsel görüntüleridir. Herhangi bir A monadı için “A \mathbf{a} Kendi görüntüsü”dür.
7. Bir monad, kendi görüntüsü ile birlikte içsel durumunun bir parçasına etki ederek içsel durumunu değiştirebilir. Bu etki istemli ve belirlenimcidir. Bu içsel durumların tercihlerine göre yapılır. Ve burada seçimde işleyen kurallar kuantum mantık dâhilindedir.
8. Tüm monadlar aynı kuantum mantık durumuna sahiptir. Tercihlerin ağırlık durumlarına göre yapılan seçimler, monadın içsel dünyasında deneyimlenir ve monadda içsel değişikliğe neden olur. Bu nedenle, tercih edilebileceklerin dizisi, monadın algılaması ve hisleri olarak ifade edilebilir.
9. Bir monadın seçimi diğer tüm monadlardaki ilgili eşleniklerine yayılır ve bu aşama belirlenimcidir. Yayılım ya da diğer monadlara bilgi ulaşması fiziksel değildir ve fiziksel terimlerle tanımlanamaz.
10. Şimdiki içsel durum \mathbf{a} bir monad tarafından istemli seçim \mathbf{a} tüm diğer monadlara yayılan değişim haberi \mathbf{a} değerlendirme \mathbf{a} seçim ve değerlendirme ile değişen tüm monadların içsel durumu \mathbf{a} yeni içsel durum şeklindeki değişim “zamanın bir birimini” oluşturur. Bu döngünün tekrar etmesi zaman akışı hissini doğurur.
11. Boş bir durumdaki monadda hiçbir durum değişikliği olmaz. Ancak, diğer içsel görüntüsü olan monadlar tarafından etkilenip değiştirilebilir. Buna rağmen boş monad olarak kalır. Monadik içsel seviye ile fizik arasında karşılıklı bağlantılar vardır.

Tablo. Kuantum monadolojinin temel açıklama iddiaları. Sağ ve soldaki veriler birbirini gerçekleştirir ve birbiri ile ilişkidirler.

İçsel dünya	Kuantum durumu ve monad görüntüleri ile birlikte Lorentz çerçeveleri
Otomatik değişim	Tek yönlü dönüşüm kanunu
İrade	Kuantum durum indirgenmesi
Bilinç	Kendi-diğeri ilişkisi (<i>self-other coupling</i>)

Kuantum monadik dünya matematiksel olarak sembolize edilmiştir. Burada sonuca ulaşma yollarının matematiğinin karmaşık olmasından dolayı, ağırlıklı olarak sonuçları vereceğiz. Bir kuantum monadik dünya, üç dizi ve beş işlevle temsil edilir:

$$W = (V, F, L, \eta, \rho, \omega, \lambda, \beta)$$

Bu denklemde:

$V \rightarrow$ Monad-görüntülerinin sonlu dizisi

$F \rightarrow$ İçsel durumların dizisi

$L \rightarrow$ Bilincin içeriğinin iskelet-kafes yapısı (*lattice*)

$\eta \rightarrow$ İsteklerin (*appetite*) listesi $\psi \in F \mathbf{a} \eta(\psi) \geq 0$

$\rho \rightarrow$ Tercihlerin (*preferability*) haritası $\psi \in F$ a $\rho(\mathbf{1}|\psi)$
 $\omega \rightarrow$ Seçilebileceklerin listesi $\psi \in F$ a $\omega(\psi)$
 $\lambda \rightarrow$ Değerlendirme durumu $(r, \psi) \in \Omega(V) \times F$ a $\lambda(r, \psi)$, burada Ω , monad-
 görüntülerinin (V) simetrik grubudur.
 $\beta \rightarrow$ Durum değişikliği işlemcisi $(\mathbf{1}, \psi) \in L \times F \rightarrow \beta(\mathbf{1})\psi \in F$
 Herhangi bir içsel durumların dizisinde $\psi \in F$, bu denklemlere göre, en düşük
 seçim listesi,

$$\omega(\psi) = \emptyset \Rightarrow \rho(\mathbf{1}|\psi) = 0$$

sıfır değerini alır yani seçmeme olabilir ve bu durumda isteklerin listesi $\eta(\psi) = 0$ olur. Seçilebileceklerin listesi sıfırdan başka değer olarak;

$$\omega(\psi) \neq \emptyset \Rightarrow \sum_{\mathbf{1} \in \omega(\psi)} \rho(\mathbf{1}|\psi) = 1 \text{ olabilir.}$$

Yani seçilebilecekler listesinden en fazla bir tane seçilebilir (çay, kahve ve kola içerisinden \rightarrow sadece kahve gibi). Monadların seçimi, kendi-diğeri (*self-other*) ilişki durumlarının kuantum indirgenmesi olarak görülebilir. Tercihler (ρ), olasılık indirgenmesi ile ilişkilidir. Durum değişikliği işlemcisi (β) seçimi sağlar. Sonuçta; isteklerin listesi (η), seçilebilecekler (ω) üzerinden, tercihlerin (ρ) dağılımını verir.

Bilinç ve İçsel Dünyalar

Her monadın (m), kendi içsel dünyası vardır ve içsel durumu Ψm ile temsil edilir. Yine de içsel dünya, monadın bilinci olarak tanımlanamaz. Bir monad (m), herhangi bir karar verirken ya da seçim yaparken, istemli hareket üzerinde istekler $\eta(\Psi m)$ ve bunlar arasından tercihler $\rho(\mathbf{1}|\Psi m)$ bir seçim listesinin $\omega(\Psi m)$ etkisi altında yapılır. Bu nedenle bu üç etkene, bir monad bilincini oluşturanlar olarak bakılabilir. Özellikle seçim listesini oluşturan birimler, bilincin içeriği olarak kabul edilir. L içeriği ise bilincin tüm olası içeriğini oluşturur.

Bilinç, kendi-diğeri arasındaki birleşmenin bir sonucudur. Bilinç, kuantum monadoloji de Hilbert uzayı içinde işlem görür. Hilbert uzayı sınırsız-sonsuz boyutlu olduğundan, bilincin bir sınırı olmadığı söylenebilir.

Boş ve Aktif Monadlar

Eğer $\omega(\psi) = \emptyset$ ise boş küme durumu olarak adlandırılır. Bunun dışındaki tüm durumlarda monadlar aktif ve doludur. Boş monadlar seçimlerde devreye girmezler ve monad dünyasının değişimine etki etmez, katılmazlar. Eğer bir monad, boş durumda ise $\omega(\psi) = \emptyset$, bilincin tüm olası içeriğinde herhangi bir $\mathbf{1} \in L$ için tercih durumu $\rho(\mathbf{1}|\Psi m) = 0$ olmaz ve seçilebileceklerin listesi de $\omega(\beta(\mathbf{1})|\Psi m) = \emptyset$ boş küme olur. Bu nedenle boş bir monad, boş monad olarak kalır. Diğer yandan aktif bir monad, boş monada dönüşebilir. Eğer tüm monadlar boş olursa, karar verme süreci ve bilinci olmayan bir *zombi* haline geliriz.

Zaman Akışı ve Monadlar

Monadın durum değeri (Ψm), her yenileme döngüsünde ve değişiminde ardışık dizi olarak yazılabilir. Başlangıçtan numaralayarak, $\psi_m[0], \psi_m[1], \psi_m[2], \dots, \psi_m[s]$ zaman ardılığı denklemini elde ederiz. s zamanındaki monadın (m), durumunu $\psi_m[s]$ ifadesi temsil eder. Bu zamansal dizilimden dolayı “önce, sonra” gibi zamansal ardışıklıkları ψ_m 'e gönderme yaparak belirtebiliriz. Zaman değişkeni olan s, zaman akışını temsil eder ve bu uzay-zamanın zaman ekseninde değildir. Zamanın akışı, monadların istemli hareketi ile ilerletilir.

Kuantum mekaniğinde, bir kuantum durumunun zaman içindeki evrimi veya dönüşümü

$$\psi_{(t)} = e^{-iHt} \psi$$

ile yazılır. Burada H , Hamiltoniandır. $\psi_{(t)}$ 'nin her değeri, ardışık olarak zaman eksenini boyunca, negatif sonsuzdan pozitif sonsuza ($t = -\infty$ ile $+\infty$) dizilebilir. Bu monadik dünyadaki zamansal dizilim denklemine benzer. Ancak önemli bir fark vardır: Kuantum mekaniği tek yönlü ya da doğrusal evrimleşir ve ardışık bir sıralama elde edildiğinde, tüm değerler $t = -\infty$ ile $+\infty$ arasında tespit edilebilir. Bu nedenle, sıradan kuantum mekaniğindeki değişim yeni bir şey oluşturmaz. Değişiklik yalnızca görünümüdür. Monadik zamansal ardışıklıkta ise gerçek değişiklik olur.

Diğer yandan, monadik zamansal ardışıklık denklemi belirlenimsiz, yani indeterministtir. Ardıllardan bir değer, diğerlerinin durumunu belirlemez. Dizide her zaman yeni ortaya çıkışlar olur. Monadik dönüşümü fiziksel dönüşümle bir araya getirince şu denklem elde edilir:

$$\psi_{[s](t)} = e^{-i(t-\tau s)H} \psi_{[s]}$$

Burada s ardılların göstergesini, t ise s 'nin her bir değeri için zaman aralığını $t = -\infty$ 'dan $+\infty$ 'a gösterir. İçsel dünyaların yenilenme döngüsünde iki parametre değişir ve ardılları temsil eden s 'ye yeni bir ardıl eklenir ($s+1$):

$$e^{-i(t-\tau s)H} \psi_{[s]} \rightarrow e^{-i(t-\tau(s+1))H} \psi_{[s+1]}$$

Bu durum değişikliği zamanın tümünde olur. Ardılların zamansal ardışık olarak hissedilmesi ya da zamanın ileriye akması, monadın seçim yapması ile ortaya çıkar.

Kendi-Diğeri Birleşmesi (Self-Other Coupling)

Bir sistemde anlamlı bir ölçüm için sistemi iki parçaya bölme ihtiyacı duyarız: ölçen ve ölçülecek olan. Böylece içsel dünya, kendi (*self*) ve diğeri (*other*) olarak ikiye bölünür. Bu nedenle Hilbert uzayı H , vektörel uzayda tensor ürünlerine (\otimes) ayrışır:

$$H = H_{\text{Kendi}} \otimes H_{\text{Diğeri}}$$

Kendi-diğerleri arasında birleşme olduğu da hatırlanmalıdır. Bu ilişki bilincin ortaya çıkmasını sağlar. Kuantum monadolojideki S dizisi, iki alt gruba ayrıştırılabilir: V_{kendi} ve $V_{\text{diğeri}} = V - (Kendi)$ olarak.

Sonuç

Monadların bir bilinci ve iradesi vardır. Ancak temel kuantum teorisi seviyesinden, insan zihni seviyesine çıkarılması uzun bir yol olacaktır. Ayrıca, monad görüntülerinin yaşadığımız dünyada nasıl görüldüğü bir sorundur. Kuantum monadolojisi bunu denklemler seviyesinde tanımlar, ama pratik anlamda ortada kalır. Bu teori, sadece bakış açımıza bir analogik renk katmaktan ibaret görünmektedir.

Hu ve Wu'nun Spin Aracılı Kuantum Bilinç Teorisi

Spin aracılı kuantum bilinç teorisi, Huping Hu ve Maoxin Wu tarafından geliştirilmiştir. Hu uzun yıllar çekirdek spinleri üzerine çalışmalar yapmış bir fizikçidir. Özellikle eşleşmemiş serbest elektronlar ve nitroz oksit üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar esnasında da Wu ile mesleki ve ailevi olarak evlenmiştir.¹

Hu, genel anesteziğin etki mekanizmasının 1994 yılında kadar hala anlaşılabilmesi üzerine bu konuya merak salmış ve genel anesteziğin oksijen yolunda bozucu (*perturbation*) etki ile anestezi yaptığını öne sürdü. Bu fikrini "oksijen yolu bozma teorisi" olarak yayımladı.² Bu teoriye göre, genel anesteziğin, sinir hücresi zarı ve proteinler üzerindeki oksijen yollarında bozucu etkilere neden olarak bilinçsizlik durumu oluşturuyorlardı. Bu düşünce, tüm bilimsel camiadan destek almadı, ancak zaten anesteziğin nasıl etki ettiği konusunda, 150 yıl sonra bile tek ve kabul edilmiş bir teori de yoktu.

Bu çalışma ardından bilincin gizemi ile ilgilenmeye başladı. Bir akşam dişlerini fırçaladıktan sonra yatağına giderken birden aklına bir fikir geldi. Yüksek voltajlı hücre zarı içindeki eşleşmemiş çekirdek spinleri ve/veya elektron spinleri bilinç için esas yerleşim yerleri olabilirdi. Wu'ya konuyu açtığı anda bu düşüncenin mantıklı olduğuna karar verdiler. Böylece 2002 yılında "spin aracılı bilinç teorisi" doğdu.³ Diğer birçok yeni teori gibi tahmin edileceği üzere dirençle karşılaştı ve bilinç hakkında özelleşmiş dergilerde bile 2004'e kadar yayımlanamadı. Daha sonra, 2004 yılında teorinin ayrıntıları yayımlandı.⁴ Bu teori iyi düzeyde tanımlanmış sinir hücresi çalışmasını, atom altı seviyeye kadar indirmek manasına da geliyordu. Dolayısı ile bu konuda söylenecek her şey spekülasyona açıktı.

Spin

Spin, kütle ve yük gibi parçacıkların iç, özgün özelliğidir. Kuantum kuramının zorunlu bir sonucudur. Parçacık ve parçacık sistemlerinin kuantum durumlarının tam olarak belirlenebilmesi için, diğer kuantum sayıları ile birlikte spin kuantum sayılarının da belirlenmesi gerekir. Kuantum mekaniğindeki spin açısal momentumu, klasik mekanikteki katı cisimlerin spin açısal momentumu ile aynı şeyi ifade etmez. Katı cisimlerin bir simetri eksenleri etrafında dönüşlerinden dolayı klasik spin ve yörünge hareketlerinden dolayı da yörüngesel momentumları vardır. Örneğin, dünya kendi eksenini etrafında dönmesi ile spin ve

¹ NQ Biography. Men Who Made a New Science: Huping Hu and Maoxin Wu. NeuroQuantology 2006; 4(1): 1-3.

² Hu H and Wu M. Mechanism of anesthetic action: oxygen pathway perturbation hypothesis. Med Hypotheses 2001; 57:619-627

³ Hu H and Wu M. Spin-mediated consciousness theory: possible roles of oxygen unpaired electronic spins and neural membrane nuclear spin ensemble in memory and consciousness. arXiv quant-ph/0208068, 2002

⁴ Hu H and Wu M. Action potential modulation of neural spin networks suggests possible role of spin in memory and consciousness. NeuroQuantology 2004;2:309-317

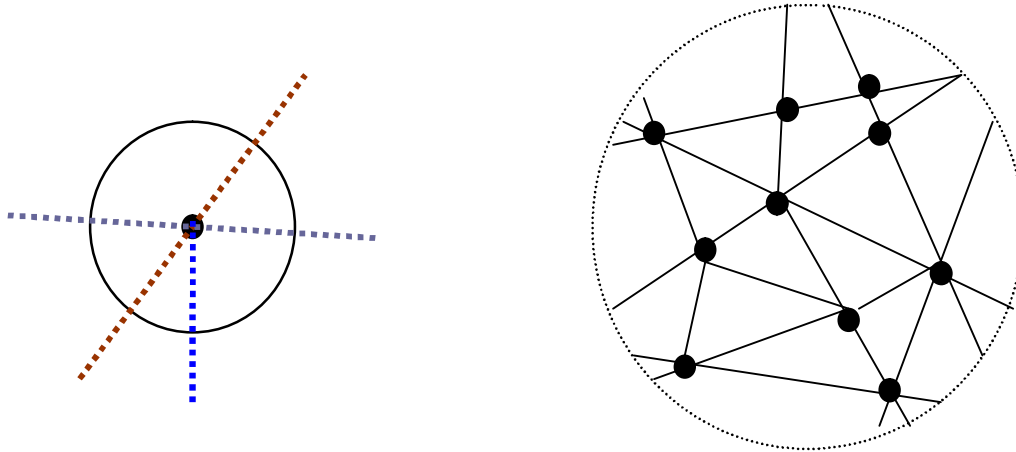
Güneş etrafında dönmesi ile yörüngesel açısal momentuma sahiptir. Kuantum mekaniksel spin için böyle bir benzetme yapılmaz. Spin parçacığının kendi eksenini etrafında dönmesi ile bağdaşmaz. Spin açısal momentumun klasik fizikte bir karşılığı yoktur.⁵ Kuantum mekaniğinde, klasik mekanikteki gibi yörünge kavramı zaten yoktur. Çünkü sistem sonlu veya tüm uzaya dağılmış dalga fonksiyonu ile betimlenir.

Kuantum Spin Ağları (KSA)

Kuantum spin ağı (*quantum spin network*) teorisine göre, tüm evren hacim ve alanlardan oluşur. Bilinen en küçük uzunluk Planck uzunluğudur (10^{-33} cm). Bundan yararlanılarak, en küçük alan 10^{-66} cm² ve en küçük hacim 10^{-99} cm³ olarak hesaplanabilir. Büyük patlama öncesi tekilliğin Planck hacmi olan 10^{-99} cm³ olduğu düşünüldüğünde, bugün, patlamadan 13,7 milyar yıl sonra görünür evrenin hacmi 10^{85} cm³ olarak hesaplanabilir.

KSA teorisinde, bir kuantum Planck alanı tek bir hat ile, birden çok kuantum alanı ise birden çok hat ile sembolize edilir. Benzer olarak da, bir kuantum hacmi bir “düğüm” (node) ile gösterilirken, birden çok hacim birden çok düğümlerle temsil edilir. Bu düğümler uzayda herhangi bir özel yerde, ayrı olarak bulunmazlar. Evrendeki madde ve var olan her şey “düğümler ve hatlardır”. Bu nedenle de, aslında uzayın içindeki her şey, birbiri ile bu şekilde bağlantı ve ilişki halindedir.⁶ Evrenin başlangıcında, tüm evren bir Planck düğümü veya hacmi ile temsil edilebilirken, aradan geçen zaman içerisinde, genişleyen evren ile tüm evrenimizin detaylı kuantum spin ağı resmi, “*gargantuan*” bir spin ağıdır ve yaklaşık 10^{104} düğümden oluşur.

Uzayda hareket eden parçacıklar ve alanlar, grafiklerin ardışık adımlı çizimi ile temsil edilebilir. Einstein, görelilik teorisinde uzay ve zamanı birleştirir. KSA teorisinde ise uzay-zaman kavramını içine aldığından “spin köpükleri” olarak adlandırılır. Zaman, KSA teorisinde ardışık ve su gibi akmaz. Ayrı birimler halindedir ve saatin tik-takları gibi akar. Tik-taklar arası süre ise Planck zamanı kadar, yani 10^{-43} saniyedir. Aslında tik-taklar arası zaman da yoktur. Tıpkı iki su molekülü arasında su olmaması gibi.⁷



⁵ Dereli T, Verçin A. Kuantum Mekaniği, METU press, Cilt 2, 2000;16-21

⁶ Smolin L. How far are we from the theory of quantum gravity, arxiv.org/hep-th/0303185

⁷ Smolin L. Atoms and Space and Time. Scientific American, Jan 2004;56-65

Şekil. Solda bir kuantum hacmi görülmektedir. Sağda ise 10 adet düğümden oluşan bir hacim temsil edilmektedir. Grafiklerin her biri düğümü ve kenarı, uzayın ileri derecede küçük bölümünü temsil eder. Bir düğüm tipik olarak yaklaşık bir Planck hacmini ve bir hat ise bir Planck kare alanını temsil eder. Pratikte bu çizimlerin hiçbir sınırı yoktur.

Kuantum Dolaşıklığı

Kuantum dolaşıklığı (*entanglement*) olarak adlandırılan etki, nesnelerin birbirinden ayrı, ama yine de iletişim halinde buldukları bir duruma karşılık gelir. Klasik fizikte buna benzer bir durum söz konusu değildir. Yaptığımız bir gözlem-ölçüm bununla ilişkili olabilecek diğerini uzaktan bağımsız olarak etkiler. Genelde kuantum düzeyi, küçük ölçekli parçacıkların düzeyi olarak düşünülürse de, küçük kavramı aslında fiziksel bir boyutu bildirmez. Kuantum durumu sonuçları metrelerce hatta ışık yılları boyunca etki eder. Alain Aspect (1982) düşüncüyü sadece matematiksel ifadelerle sınırlamayıp, deneylerle de ortaya koymuştur. Yani, tüm nesne ve fenomenler evrensel biçimde birbiriyle ilişkilidirler ve bu atomsal gerçekliğin temel bir özelliğidir. Bu matematiksel soyut bir kabul değildir.⁸ Spin ağları teorisine göre de, tüm evren birimler halindedir ve birimler birbiriyle ayrılmaz ilişki içindedir.

Spin Aracılı Bilinç Teorisi

Spin aracılı bilinç teorisine göre, kuantum spinleri bilincin beyinde yerleştiği yerdir. Bu bölgeler zihin-beyin arasındaki bağlantı noktasıdır. Buradaki spin “*zihin-pikseli*”dir. Piksel bir benzetmedir ve görüntülerinde kullanılan iki boyutlu (2D) en küçük görüntü birimidir. Üç boyutlu (3D) görüntü birimi ise *voksel* olarak adlandırılır. Dolayısı ile piksel olan spinler bir araya gelerek zihin resminin tamamını oluştururlar. Buna göre bilinç içsel olarak spin işlemleri ile bağlantılıdır ve spin durumlarının kendiliğinden çökmesi ile ortaya çıkar, bilinci ve zihnin birliğini, bütünlüğünü oluşturur. Ancak, bu ayrı ayrı spinlerle olamaz, bütün spinlerin etkinliği ile olur. Tüm spinleri bir araya getiren ve etkileşim içine sokan ise kuantum dolaşıklığıdır.

Spin, temel kuantum bit'i olan *kubit*'in başlangıç noktasıdır ve bilgiyi kodlar. Çekirdek spinleri ve muhtemelen eşleşmemiş elektron spinleri “*zihin-pikselleri*” için en olası yerlerdir. Kuantum spin teorisine göre, bilinçli beynin çalışması özetle şu şekildedir: sinir hücrelerindeki aksiyon potansiyelleri denen iyon değişimlerinin neden olduğu zardaki iyonik elektriksel akımlar atom çekirdeği spin etkileşimleri ve paramanyetik O₂(oksijen)/NO (nitrik oksit) ile ayarlanır. Hücre zarı proteinleri içindeki çekirdek spinleri farklı derecelerde kuantum dolaşıklıkları oluştururlar. Dolaşık durumdaki spinler bir arada etki ederek, sinir hücreleri ağı makroskobik yapısını etkilerler. Bu etki ile de görünen bedensel hareketler veya duyumlar meydana gelir.⁹

Daha da ayrıntıya girecek olursak; oksijen molekülü iki eşleşmemiş elektron içerir ve bu nedenle güçlü şekilde paramanyetiktir. Kendi yayılımı boyunca manyetik alanda belirgin dalgalanmalar meydana getirir. Çoğu molekülde eşleşmemiş elektronun bulunması çok

⁸ Josephson BD and Pallikari-Viras F. Biological utilisation of quantum nonlocality. Found Phys 1991;21:197-207

⁹ Hu H and Wu M. Concerning Spin as Mind-Pixel: How Mind Interacts with the Brain Through Electric Spin Effects. NeuroQuantology 2008; 6(1): 26-31

nadirdir. Oksijen beyinde yoğun olarak bulunur. Aynı zamanda, solunum ve dolaşım sisteminin, beyne ulaştırmak için çabaladığı, temel kimyasal enerjide kullanılan girdidir. Oksijen flordan sonra elektronegatifliği en yüksek olan elementtir. Kendisinde bulunan iki elektronu değişik yollarla alabilir. Sıklıkla yapısında bulunan iki eşleşmemiş elektronu kullanarak, ortak değerlikli iki bağ meydana getirir (H₂O gibi). Oksijen iki eşleşmemiş elektron içerdiğinden, toplam spini s=1 ile üçlü durumdadır (*triplet state*, s=1→2S+1=3). Dışardan uygulanan güçlü bir manyetik alan yoksa üçlü spin durumu yıkılır:

$$|s\rangle = \alpha |1\rangle + \beta |0\rangle + \delta |-1\rangle \text{ burada}$$

$$|1\rangle = \left| \frac{1}{2} \right\rangle \left| \frac{1}{2} \right\rangle$$

$$|0\rangle = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right) \left(\left| \frac{1}{2} \right\rangle \left| -\frac{1}{2} \right\rangle \right) + \left| -\frac{1}{2} \right\rangle \left| \frac{1}{2} \right\rangle$$

$$\text{ve } |-1\rangle = -\left| \frac{1}{2} \right\rangle \left| -\frac{1}{2} \right\rangle \text{ dir.}$$

Benzer olarak, bir sinir ileticisi olan NO toplam spini s=1/2 ile bir eşleşmemiş elektron içerir. Yine güçlü manyetik alan yokluğunda spin durumu yıkılır:

$$|s\rangle = \alpha \left| \frac{1}{2} \right\rangle + \beta \left| -\frac{1}{2} \right\rangle.$$

Spin kuantum sayısı s=1/2 olan parçacıkların B₀ dış manyetik alanı uygulandığında spin uzayı dalga fonksiyonu matrisi

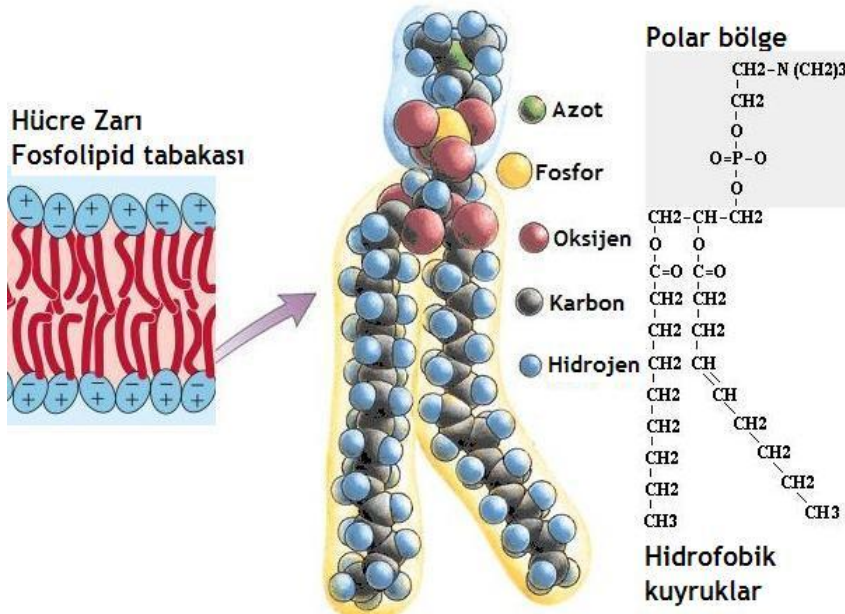
$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \rightarrow s = \frac{1}{2} \mathbf{h} \text{ ve } \beta = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \rightarrow s = \frac{1}{2} \mathbf{h} \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

s güçlü şekilde fosfolipitler, proteinler ve diğer büyük moleküllerdeki çekirdek spinleri ile dipol-dipol etkileri ile etkileşir. O₂ ve NO hızla sinir hücresi zar ve proteinlerinde yayılarak durum bilgisi taşır. Bu durumda |s> değeri, *zaman bağlı* Schrödinger denkleminde göre dönüşüme uğrar.

Hücre zarı ve proteinlerdeki eşleşmemiş çekirdek spinleri zihin-pikselleridir. Neden eşleşmemiş fermionik spinler zihin pikselidir? Wu ve Hu'nun yanıtına göre, fermionların sıkıca dolaşık durumda olması, zihin pikseli olmasına imkan verir:

$$|s\rangle = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right) \left(\left| \frac{1}{2} \right\rangle \left| -\frac{1}{2} \right\rangle - \left| -\frac{1}{2} \right\rangle \left| \frac{1}{2} \right\rangle \right) = 0$$

toplam spini sıfır olarak verir ve bu sıfır manyetik moment demektir. Bu şekilde diğerleri ile etkileşime girerler. Biyolojik olarak oksijen ve NO hücre zarı ve proteinlerdeki zihin piksellerini uyarabilir. Spinler dolaşık durumda olduğundan, birisinin durumunu bilmek diğerlerinin durumu hakkında da bilgi verebilir. Bu tıpkı, belleğin hatırlama esnasında olan çağrışım özelliğine benzer.



Şekil. Sinir hüresinin zarı, diğer zarlar gibi ikili fosfolipit tabakasından oluşur. Hücrede, proton spinini $\frac{1}{2}$ olan ve canlıda en yoğun bulunan spinli kuantumdur. Kendi başına değil, hidrojen atomunda veya su molekülünde bulunur. Yerleşim yeri ise hücre zarı veya hüresel proteinlerdir. Hücre zarında ağırlıklı olarak fosfolipitler, proteinler ve kolesterol bulunur. Her fosfolipit molekülünün yağ zinciri üzerine kümelenmiş, çekirdek spinini $\frac{1}{2}$ olan 60'dan fazla hidrojen atomu yer alır.

Sinir hücrelerindeki elektron ağı, bilinç yanında bellekte oluşumunda da devreye girebilir. Serbest oksijen ve nitrik oksite ek olarak, hücre zarındaki eşleşmemiş elektronların önemli bir kaynağı da metal iyonları ve büyük moleküllerdir. Serbest radikaller, biyokimyasal reaksiyonları ve içsel manyetik alanlardaki oynamalar ile uyarılmış molekül durumlarını tetikler. ^1H , ^{13}C ve ^{31}P gibi spinli çekirdek taşıyan atomlar paramanyetik etkileri nedeni ile manyetik alanda oynamalara neden olur. O_2 , NO ve ^1H 'in çekirdeğindeki eşleşmemiş elektronların manyetik dipolleri nedeni ile manyetik bir alan meydana gelir. Elektronun yörünge açısız momentumu yanında bir de kendi eksenini etrafında dönmelerinden kaynaklanan spin açısız momentumu vardır. Manyetik dipol momentleri birbirine göre farklıdır. Örneğin, eşleşmemiş bir elektronun manyetik dipol momentini, ^1H çekirdeğine göre 658 kat daha güçlüdür.¹⁰ Tüm dipol manyetik momentlerin etkisi uzaklık arttıkça azalır: $B = \mu_0 m / 4\pi r^3$, burada μ_0 serbest uzayda geçirgenlik, m ise manyetik dipol momenttir.

Tablo. Oksijen, Nitrik oksit ve Hidrojen atomunun oluşturduğu manyetik alanın uzaklık (r) ile değişimi. Rakamlar Tesla'dır. Å: angström

Uzaklık, r , (Å)	Oksijen	Nitrik Oksit	Hidrojen
1	3,713940	1,856970	0,002821
2	0,464243	0,232122	0,000353
3	0,137553	0,068777	0,000104

¹⁰ Hu H and Wu M. Action potential modulation of neural spin networks suggests possible role of spin. NeuroQuantology 2004;4:309-317

4	0,058030	0,029015	0,000044
5	0,029712	0,014856	0,000023
10	0,003714	0,001857	0,000003

Ek olarak O₂ ve NO hidrofobik, yani suyu sevmeyen moleküllerdir. Sinir hücresi zarındaki yoğunlukları, hücre içi sıvısına göre çok yüksektir.¹¹ Ortama hızla dağılır ve çözünürler. Kısa mesafeli olarak güçlü ve oynak manyetik alan meydana getirirler. Oksijen, sinir hücresi zarındaki güçlü manyetik alanın kaynağıdır. Manyetik alandaki dalgalanmalar devamlı olarak sinir spin ağında değişimlere neden olur. Değişimlerin şiddeti beyindeki hücre içindeki O₂ ve NO yoğunluğuna bağlıdır. Dolayısı ile değişimler sadece sinirsel spinlerle değil, beyinde ortaya çıkan sinir hücresi eşdurumlu ateşlemesi (aksiyon potansiyelleri) gibi doğrusal olmayan dinamiklerin de kontrolü altındadır.

Sonuçta, sinir hücrelerindeki spin ağı hem aksiyon potansiyelleri hem de mikroevrensel olarak güçlü içsel manyetik alanlar tarafından etkilenir. Bu kombine etkiler, beyinde anlamlı bilgi olarak ortaya çıkar. Buna bir benzetme, manyetik rezonans görüntüleme, görüntüyü oluşturan ve makroskobik resmi yapan “spin paketleri”dir. Bir spin paketi, aynı manyetik alana maruz kalan bir grup protondur. Her spin paketinin manyetik alanı bir manyetizasyon çizgisel uzayı/vektörü ile gösterilir. Spin paketlerinin manyetizasyon vektörünün toplamı ise, net manyetizasyon vektörünü verir. Aynı şekilde, kuantum spin aracılı bilinç teorisinde, sinir hücresi zarı içindeki çekirdek spinleri bilincin ve bilişsel işlevlerin temel birimlerini yani zihinsel/bilişsel resmin en küçük parçasını, pikseli oluşturur. Piksellerin birbiri ile ilişkisi ise kuantum dolaşıklık yolu ile sağlanır ve bu bilince bütünlüğünü verir.

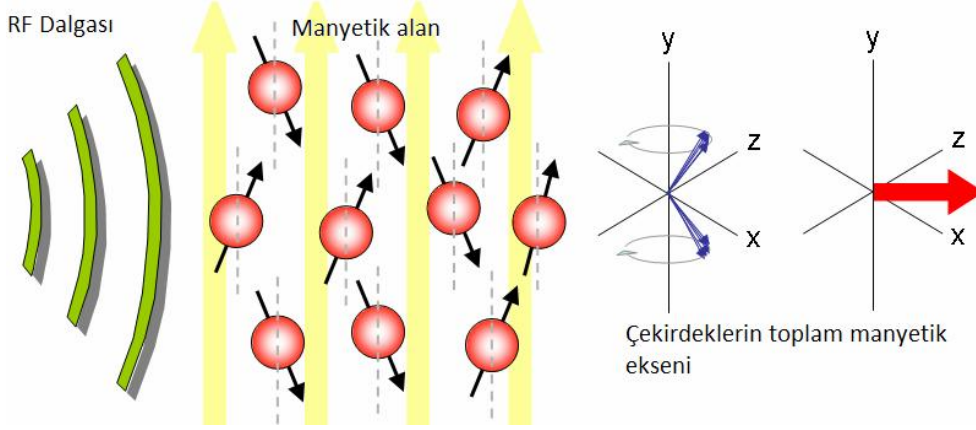
Spinlerden Manyetik Rezonans Görüntülemeye (MRG)

Başı orta hattan geçen bir beyin MR görüntüsü. Resimde beyin, beyin yarıküreleri arası bileşke, beyin sapı, beyincik, boyun omurları, burun gayet net olarak görülmektedir. Bu görüntü, dokulardaki suyun hidrojen atomundaki protonların spinlerini değiştirmesi ile elde edilir. MRG’de ise görüntü elde etmek için hücre sıvısı ve lipitler içerisindeki hidrojen çekirdeğinin yoğunluğunun dağılımı ve çekirdeğin hareketi ile ilgili parametreler kullanılır. MRG’de bu yapıların uyarılması, sabit manyetik alandaki bölgeye radyo frekans (RF) uyarımı gönderilmesi ile olur. RF uyarımı yardımıyla dokulardan elde edilen sinyaller bilgisayar ortamında çözümlenerek görüntüye dönüştürülür. MRG’de sinyalin merkezi, tek bir protondan oluşan hidrojen çekirdeğidir. Protonun sinyal için gerekli olan özelliği ise spin hareketidir. Spin hareketi sayesinde protonun etrafında doğal bir manyetik alan oluşur; ancak çekirdekteki nükleonlar (proton ve nötron) çift sayıda buldukları zaman, birbirinin spin hareketlerini ortadan kaldıracak şekilde dizildiklerinden, net manyetizasyonu sıfır olur. Yani sadece tek sayıda nükleonu bulunan çekirdeklere doğal manyetizasyon bulunmaktadır. Bu nedenle, hidrojen atomu tek protonuyla manyetik rezonans görüntüleme için önemli bir

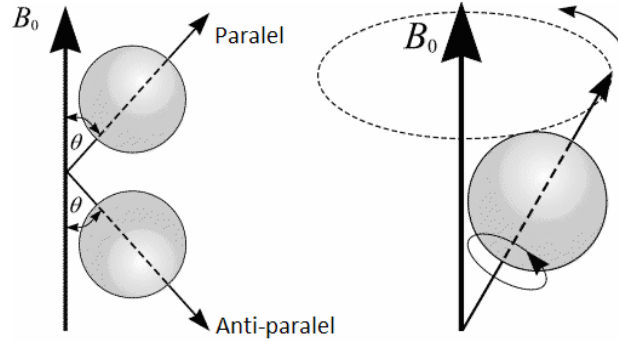


¹¹ Marsh D. Polarity and permeation profiles in lipid membranes. PNAS USA 2001; 98:7777-7782

elementtir. Spini 1/2 olan çekirdekli atomlar manyetik alanlar için iyi bir seçimdir. Bu şekilde olan beş çekirdek vardır: ^1H , ^{13}C , ^{14}N , ^{19}F ve ^{31}P . Klasik bir MRG'de görüntü pikselleri hidrojen proton spinleridir. Dokulardaki protonlar, doğal ortamlarında birbirinden farklı vektörel konumlara sahiptir; ancak doku sabit manyetik alana yerleştirildiğinde protonların çoğunluğu manyetik alanla aynı yönlü olacak şekilde dizilir.



Hidrojen atomundaki protonların her biri minik bir mıknatıs olarak düşünülebilir. Her proton rastlantısal olarak belli bir eksende durur. Solda bu şekilde duran bir grup hidrojen atomu (proton) görülmektedir. Dağınık şekilde duran protonları dışardan bir B_0 manyetik alanına maruz bırakılırsa, alanın şekline göre ya paralel ya da anti-paralel bir düzenleme içine girerler. Bu sırada bir enerji kazanırlar. Manyetik alan kaldırıldığında ise tekrar eski hallerine dönerler. Bu sırada kazandıkları enerjiyi salarlar. Salınan bu enerji ise kaydedilerek bildiğimiz manyetik rezonans görüntüsü elde edilir.



Konuya daha ayrıntılı bakalım. Büyüklüğü B olan bir manyetik alana, ν frekansında bir foton emen (*absorblayan*) bir parçacık yerleştirildiğinde, frekans (ν) giromanyetik orana (γ) bağlıdır: frekans $\nu = \gamma B$. Hidrojen atomu için $\gamma = 42,58 \text{ MHz/T}$ olarak hesaplanabilir. ν , MRG çalışmalarında, rezonans frekansı ve Larmor frekansı olarak adlandırılır. Hidrojen atomunun eşleşmemiş bir protonu vardır ve net spini $1/2$ 'dir. MRG'de, hidrojen çekirdeği protonunu görüntülemek için $\nu = 15-80 \text{ MHz}$ radyo frekans dalgası kullanılır ve bu aynı zamanda uyarım yapan fotonun frekansıdır. Uyarım ardından spin değişir. İki spin durumu arasındaki değişim için gereken foton enerjisi $E = h\nu$ ile hesaplanır. Burada h Planck sabitidir. Uyarım kesildiğinde aynı miktarda enerji salınır ve salınan bu enerjiler kaydedilerek, spinlerin bir araya gelmesi ile oluşan spin grupları ile makroskobik MR görüntüleri elde edilir.

Peki, spin uyarımından nasıl bilinç doğar? W_u ve H_u 'ya göre bilinçlilik durumu zihin piksellerinin istatistiksel karışımının kuantum sonucudur. Her çekirdekteki proton spini bir kubittir ve O_2 spin üçlüsü ileri derecede dolaşık durumdadır. Dışsal uyarımlar altında birden

Dr. Sultan Tarlacı

www.KuantumBeyin.com

Kişisel kullanım içindir. Serbestçe dağıtılabilir...

fazla çekirdek spinleri molekül içinde eşdurumda ve eşdurumdan çıkmış olarak üst üste binmiş durumdadır. Buna ek olarak iki ayrı yapı vardır: *spin aracılı bilinçli işlemler* ve *klasik sinirsel aktiviteler*. Her ikisi de normal bir uyanık kişide etkileşim içindedir. Klasik sinirsel aktivitelerden spin aracılı bilinç etki olduğu gibi, spinlerden de klasik sinirsel sinir hücresi ağları üzerine etkiler vardır. Spin aracılı bilinçten, klasik sinirsel yapıya olan etkiler ise işlevsel çıktılara neden olur (bedensel hareket gibi). Sinir hücresi zarı çok ince olduğundan (5 nm), sinir iletilsinin küçük voltajları bile (50 mV) hücre zarı içinde ciddi elektrik alanı meydana getirir. Bu elektrik alanı zar ve proteinlerdeki çekirdek spinleri üzerine etki edebilir. Dolayısı ile, iyon kanalları ve proteinler gibi yapılar çekirdek spinlerinde değişimlere neden olabilirler.

Anestezi ve Spin Teorisi

Hu ve Wu, hem oksijenin hem de genel anesteziklerin, hidrofobik (suyu sevmeyen, yağ seven) olması nedeni ile aynı şekilde etki ettiklerini öne sürer. Ve yeni bir teori ortaya koyarlar: Genel anestezikler hücre zarında oksijen kullanan yollar ve proteinler üzerine etki ederek bilinci kaldırır. Diğer ifade ile, oksijen kullanım yollarını bloke ederler. Bu tıpkı, oksijensiz kalınca ortaya çıkan bilinçsizlik durumu gibidir. Anestezinin tek farkı, kontrollü yapılması ve ardından bilincin, beyinde hiçbir zedelenme olmadan geri dönebilmesidir. Genel anestezik olan *nitroz oksit* (N_2O), *nitrik oksit* (NO) ve zehir olan *nitrojen dioksit* (NO_2) ile karıştırılmamalıdır. Güldürücü anestezik gaz nitroz oksit ile nitrik oksit akrabadırlar. Nitroz oksit, oksijene benzemekle beraber, eşleşmemiş elektron içermez ve reaktif değildir. Düşük polaritesi vardır ve bu nedenle su ve yağda çözünür. Buna karşın nitrik oksitte eşleşmemiş elektron vardır ve beyinde çok uzak bölgelere rahatlıkla yayılabilir. Nitroz oksit, anestezik olarak uygulandığında, hücre zarında oksijen ile yer değiştirir ve oksijen kullanımını engelleyerek anestezik etkisini ortaya çıkarır. Solunumla alındığında hızla beyne ulaşır ve neşe hali, bilinç bulanıklığı, daha yüksek dozda ise bilinç kaybı oluşturur. Bu etki sadece sinir hücreleri arası bağlantı bölgesinde değil, tüm sinir hücresi zarı boyunca oluşur.

Teorinin Geçerliliği

Teorik düzeydeki bu düşüncelere diğer araştırmalardan da destek gelmiştir. Örneğin; oda ısındaki sıvı kristalde proton spinlerinin uzun süreli dolaşık durumda tutularak, moleküller arası kuantum eşdurumu sağlanabilmiştir.¹² Uzun mesafeli (10 mikron üzeri) çoklu moleküller arası kuantum eşdurumu, moleküllerin fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında bilgi veren nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi ile 1990'lı yıllarda başarılmıştır.¹³ Buna ek olarak, uzun süreli (0,05 milisaniye) iki spinde, oda ısısında dolaşıklık olduğu ortaya konmuştur.¹⁴ Sıcak ve ıslak beyinde, hücre zarlarında ve proteinlerde geniş ölçekli kuantum dolaşıklı eşdurumu olabileceğini destekleyen deneysel ve teorik birçok çalışma vardır.¹⁵

Kafa dışından yapılan manyetik uyarımın beyin kabuğu sinir hücrelerinde

¹² Khitrin AK, Ermakov VL and Fung BM. NMR molecular photography. J Chem Phys 2002;117:6903-6906

¹³ Warren WS et al., MR imaging contrast based on intermolecular zero-quantum Coherence. Science 1998; 281:274-250

¹⁴ Julsgaard B, Kozhekin A and Polzik ES. Experimentally long-lived entanglement of two macroscopic objects. Nature 2001;413:400-403

¹⁵ Khitrin AK et al., Cluster of dipolar coupled spins as a quantum memory storage. 2002. arxiv.org/pdf/quant-ph/0202035

elektriksel akımı tetiklemesi klasik bir bakış açısı olmasına karşın, bu etki spin dinamiklerini değiştirmesi ile mümkün olabilir. Manyetik uyarımın dilsel yetiyi bozduğu, bazı bilinç durumlarını etkilediği gösterilmiştir ¹⁶ Kuantum spin bilinç teorisine göre, genel anesteziğin bilinçsizlik durumu oluşturması, anesteziğin hücre zarı yapısındaki O₂ yoluna bozucu etki etmeleri ile açıklanır. Bununla ilişkili olarak, kısa süreli oksijensiz kalmalarda (suda boğulma ya da kömür sobalarından zehirlenmelerdeki oksijensizlik) bilinç bulanıklığının, oksijen yollarının uyarımındaki yetersizlikten kaynaklandığı kabul edilir. Anestezinin beyin tüm metabolizmasını yavaşlattığı gösterilmiştir. Bu yavaşlatma oksijen yollarında, oksijenin yerini anesteziğin alması ve oksijen kullanımının kısıtlanması ile ilişkili olabilir.

Bütün bu fikirlere göre, dışsal manyetik alanların ya da manyetik alan doğuran elektrik kablolarının beyne etki ederek bilişsel işlevleri olumsuz yönde etkilemesi gerekmez mi? İnsan bedeni ve beyni, ağırlıklı olarak yağ ve sudan oluşur. Hem yağ hem de suda çok sayıda hidrojen atomu vardır. Genel olarak, insan bedeninin %63'ünü hidrojen atomu ve içerdiği proton oluşturur. Yine beden ve beyindeki her su molekülü bir oksijen ve iki hidrojen atomundan oluşur. Eğer hidrojen atomunun içine bakacak olursak, çekirdeğinin bir protondan oluştuğunu görürüz. Bu proton spine sahiptir. Dışarıdan beyne uygulanan 60-800 MHz arasındaki bir radyo frekans dalgası, hidrojen protonlarının spinlerini değiştirmeye yeterli gelir. Peki, dışarıdan uygulanan güçlü manyetik alan spinleri değiştirince beyin işlevini değiştirir mi? Hu ve Wu'ya göre hayır. Çevresel manyetik alanların büyüklüğü 10⁻⁴ ile 10⁻⁶ Tesla arasındadır. Örneğin, Dünya'mızın manyetik alanı yaklaşık 5•10⁻⁵ Tesla'dır. Sinir hücresi zarındaki *mikroevrensel* ölçekte manyetik alan etkileri, çevresel olanlara göre binlerce Tesla daha yüksektir. Manyetik alanın gücü, uzaklıkla belirgin olarak azalır. Böylece dışarıdan, *makroevrenden* gelen manyetik alanın gücü yüksek olsa da, uzaklıkla etkisi azalacağından, hücre içindeki mikroevrensel manyetik alan etkisi baskın olacak ve bozucu etki oluşturamayacaktır. Manyetik rezonans görüntüleme cihazlarının gücü, bugün için en fazla 8,0-9,0 Tesla civarındadır. Pratikte, günümüz hastanelerinde en çok kullanılanlar 1,0-1,5 Tesla'dır. Bu değerler zar içindeki manyetik alandan belirgin olarak daha yüksek manyetik alandır. Bu kadar yüksek manyetik alanlar bile, uzaklıkla zayıflamasından dolayı, çekirdek spinlerinin net manyetizasyonu sadece milyonda bir iki oranında değiştirebilir. ¹⁷ Bu nedenle, güçlü manyetik alanların sinir hücresi spin ağları üzerinde çok az etkisi vardır. Ancak, hiç olmadığını da söyleyemeyiz. Çünkü, MR ile beyin görüntülemeleri esnasında, bazen tat duyumu, ışık çakmaları gibi duyumlar oluşabilmektedir. Diğer yandan, kafa dışından manyetik uyarımlarla beyin uyarılabilmektedir. Bir sonraki konuda, dışarıdan uygulanan manyetik alanların beyin üzerindeki etkisine ayrıntısı ile değinilecektir.

¹⁶ Chicurei M. Magnetic mind games. Nature 2002;417:114-116

¹⁷ Gershenfeld N, Chuang IL. Bulk spin resonance quantum computation. Science 1997; 275: 350-356

Elektromanyetik Bilinç Teorisi

Bilincin “*et beynimizle*” olan bağlantı sorunu, bilinç hakkında çözülmemiş en önemli problemlerden biridir. Bağlantı sorunu (*binding problem*) bilincimizin nasıl bilgiyi işleyerek milyarlarca sinir hücresine dağıttığı ve bu dağıtımdan nasıl bilincin ortaya çıktığı olarak tanımlanabilir.

Bağlantı sorununa değişik çözümler önerilmesine karşın beynin oluşturduğu elektromanyetik alan teorisi bunlar içinde en dikkat çekici olanıdır. ElektroEnsefaloGrafı (EEG) yaklaşık bir yüzyıldır kullanılmaktadır. EEG’de beyin kabuğundaki elektrik alanındaki değişimler kafa derisine yerleştirilen elektrotlarla kaydedilir. Ancak kafa kemikleri ve derisi, beyin dokusu, beyin omurilik suyu tarafından elektrik alan zayıflatılır. Daha modern yöntemlerle beyin zarları ya da beynin kendi dokusu üzerinden, ameliyat esnasında beyin elektriği kayıtlamaları yapılabilir. Yapılan bu kayıtlamalar hücre dışındaki elektrik akımlarının uyarıcı olmadan kayıtlamasıdır. Çok iyi uzaysal bir çözünürlüğü olduğu ve milimetre ya da milimetre altına kadar inebildiği gösterilmiştir.¹ Elektrik alanı aynı zamanda manyetik alan anlamına gelir ve beyinde ileri derecede organize bir EMA’nın olduğu söylenebilir.

Elektrik ve Elektromanyetik Alan İlişkisi

Alanlar yalnız kuvvetleri tanımlamada kullanılmazlar. 1820 yılından beri, akımların pusula üzerinde, mıknatıs benzeri etkisi olduğu ve bu nedenle elektrik manyetiklik arasında bir bağ olduğu bilinmektedir.

Manyetik alanlar hareket halindeki yükler veya akımlar tarafından oluşturulurlar. Böylece, doğrusal bir tel, çembersel çizgileri tele dik bir düzlem içinde yer alan bir manyetik alan oluşturur. Aynı türden yükler bir doğrultuda yer değiştirdiklerinde bir elektrik akımı oluştururlar. Manyetik alan sembolik olarak B ile gösterilir. Daha çok manyetik alan akım yoğunluğu anlamındadır. $H=B/\mu$ manyetik alan olarak adlandırılır (μ , manyetik geçirgenliği simgeler, 10^{-6} ile sabittir). Her iki sembol de bazen manyetik alan anlamında kullanılır. B ve H, Tesla (T) ya da metre başına amper olarak (A/m) ifade edilir. Elektrik alan gibi, manyetik alanlar da meydana getirdikleri kuvvet ile tanımlanabilirler. $F=qv \cdot B=q \cdot E$ denklemi elektrik ve manyetik kuvvet ilişkisini verir ve buna *Lorentz kuvvet denklemi* denir. Bu denkleme göre elektrik kuvveti manyetik kuvvete dönüşebileceği gibi, manyetik kuvvet de elektrik kuvvetine dönüşebilir. Bu denklemde;

F Newton ile ölçülen kuvvet

E Elektrik kuvveti

• Çarpım

q Coulomb ile ölçülen elektrik yükü

v saniyede metre olarak ölçülen elektrik yükünün (q) hızı

B manyetik alan yoğunluğu ve Tesla ile ölçülür

Bir q yüküne, biri elektrik, diğeri manyetik iki kuvvet etkiyebilir. Manyetik kuvvet $F=qv \cdot B$ ’den kaynaklanan yerel manyetik alan olan bir B vektörüne ve yükün V vektörüne bağlıdır. Kuvvetin doğrultusu, V ve B vektörlerinin doğrultusuna diktir. Şiddeti $qv \cdot B \cdot \sin\theta$ ifadesi ile verilir. θ iki vektör arasındaki açıdır. Bu kuvvet, yüklü parçacık demetlerini saptırmaya imkan verir. TV tüpündeki elektron demetleri bu şekilde saptırılır.

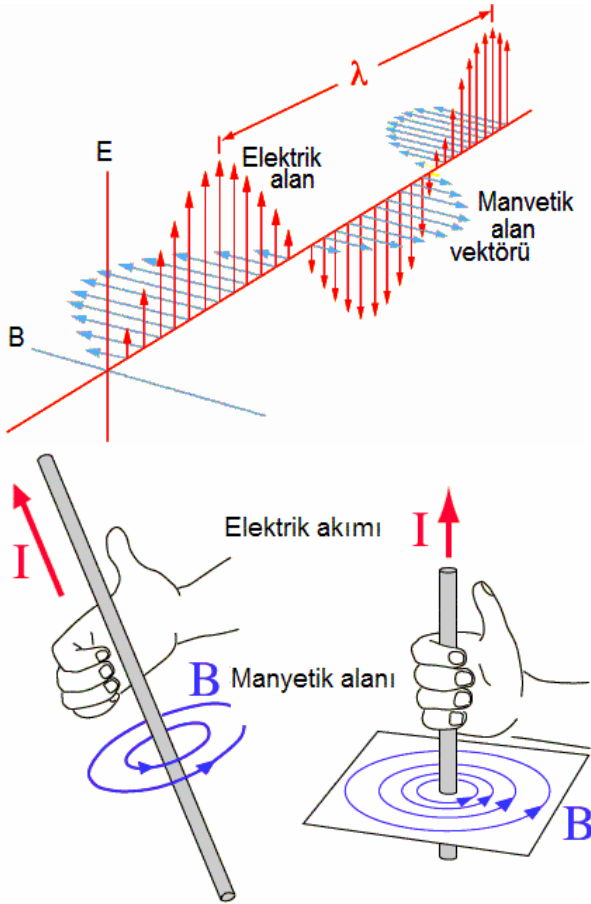
Elektrik alanı E çizgileri, pozitif yüklerden çıkıp negatif yüklere girmesine karşın, manyetik alan çizgileri kendi üzerlerine kapanırlar. Bir manyetik alana (bir mıknatısa), kapalı sarılmış bir tel yaklaşıtırlırsa, bir elektrik akımına neden olur. Alan ne kadar şiddetli ise, indüklenen akım o kadar büyüktür. Elektriksel kuvvet qE ’nin ℓ uzunluğunda bir sarılmış tel boyunca yaptığı iş $qE\ell$ ile gösterilir ve içinde $e=E\ell$ kadar

¹ Bullock TH et al., EEG coherence has structure in the millimeter domain: Subdural and hippocampal recordings from epileptic patients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1995;95:161–77.

elektromotor kuvvet indükler (Volt olarak). ℓ ile tel sarımı içindeki manyetik akı arasında $e=\Delta\Phi_B/\Delta t$ bağıntısı vardır. Manyetik indüklemenin tersi elektrik indüklemesidir ve biri diğere dönüşürülebilir.

Noktasal bir q yükünden, r uzaklıkta, E elektrik alanının akısı $4\pi^2 \cdot E$ biçiminde verilir. Burada $4\pi^2$, r yarıçaplı kürenin alanıdır. Aynı şekilde, içinden bir i akımı geçen bir telin r uzaklığında, B manyetik alanının dolaşımı $2\pi r \cdot B$ biçiminde yazılır. Burada $2\pi r$, r yarıçaplı çemberin çevre uzunluğudur. Dolaşım $\mu_0 i$ biçiminde de ifade edildiğinden, $B=\mu_0 i/2\pi r$ eşitliği söz konusudur.

Diğer yandan, beyinlerimiz, diğer tüm organlar gibi atomlardan oluşur. Bir atom, yörüngesi çevresinde dönen bir elektronu ile, içinden akım geçen bir bobine benzer. Aslında hem elektronlar hem de protonlar mikroskobik mıknatıstırlar ve manyetik özellikleri vardır. Aslında atom ölçeğinde her kinetik momente ve hatta spinlere eşlik eden manyetik bir moment vardır. Kinetik moment, Planck sabiti seviyesindedir. Eh/m düzeyinde olan manyetik moment, elektronun e yükü için e/m yaklaşık 10^{11} ettiğinden, atomun manyetik momenti 10^{-23} $A \cdot m^2$ değerini bulur. Bu şu anlama gelir; bir doğru üzerine dizilmiş olan bir mol ($6 \cdot 10^{23}$) atomun manyetik moment değeri, 1 cm^2 yüzeyli, içinden 6 amperlik akım geçen 10 bin sarımlı bir bobinin manyetik momentine eşdeğerdir.



Şekil. Fizikte, bir manyetik alan elektrik yükleri ya da akımlarının hareketi ile ortaya çıkar. Bir manyetik alan uzaysal çizgisel (vektör) alandır. Kaynaktan yayımlanan bir elektromanyetik dalga (EMD), uzaysal çizgisel yayılım gösterir (B). Buna dik bir elektrik alanı vardır (E). Dalganın tepelikleri arası mesafe, dalga frekansını (ν) verir. Saniyedeki tepeler arası sayı Hz olarak titreşim frekansıdır. Tüm EMD ve bir dalga olan fotonun (ışık) içyapısı da aynı şekildedir.

Şekil. Sağ el kuralına göre, elektrik akımı ve manyetik alan ilişkisi. Manyetik alan elektrik alana diktir ve başparmak elektrik akımı (I) yönünü gösterdiğinde, buna eşlik eden diğer dört parmak yönünde sarmalayan bir manyetik alan (B) vardır.

Tablo. Konunun anlaşılması açısından, bazı elektromanyetizma ile ilgili birimler ve değerleri

Özellik	İsim	Sembol	Boyutu
Akım	Amper	A	A
Elektrik yükü	Coulomb	C	A·s
Potansiyel farkı	Volt	V	J/C = kg·m ² ·s ⁻³ ·A ⁻¹
Direnç, empedans	Ohm	Ω	V/A = kg·m ² ·s ⁻³ ·A ⁻²
Elektrik gücü	Watt	W	V·A = kg·m ² ·s ⁻³
Kapasitans	Farad	F	C/V = kg ⁻¹ ·m ⁻² ·A ² ·s ⁴
Geçirgenlik	Metrede Farad	F/m	kg ⁻¹ ·m ⁻⁵ ·A ² ·s ⁴
Manyetik akım	Weber	Wb	V·s = kg·m ² ·s ⁻² ·A ⁻¹
Manyetik akım yoğunluğu	Tesla	T	Wb/m ² = kg·s ⁻² ·A ⁻¹
Manyetik indüksiyon	Metrede Amper	A/m	A·m ⁻¹
Manyetik etkilenirlik	Boyutsuz	x	-

1 Tesla=metre karede 10.000 Gauss çizgisine eşittir, 1Tesla=10.000 Gauss, 1μ=10 miliGauss, T=1Wb/m² =1 kg·s⁻²·A⁻¹ Manyetik alana karşılık elektriksel alan Volt/metre (V/m) ile ölçülür.

Dünya'nın Manyetik Alanı

Dünyanın manyetik alanı iki kutuplu (dipol) dev bir çubuk mıknatısa benzer. Manyetik alan hatları güneyden çıkarak kuzeyden gezegenimizin içine girer. Manyetik ekvator bölgesinde manyetik alan dünya yüzeyine paraleldir. Manyetik alan kutuplarda en güçlü derecedeyken ekvator bölgesinde zayıftır. Bazı bölgelerde ferromanyetik minerallerin yoğunlaşmasından dolayı manyetik alanda yerel sapmalar oluşur; ama bu sapmalar %1'in altındadır.

Tablo. Doğal ve yapay değişik manyetik alanlar ve güçleri.

P; piko, T; Tesla, μ; mikro, n; nano, f; femto

İlgili kaynak	Tesla (T) olarak güç
Kalbin manyetik alanı	10 ⁻¹⁰ T
Beynin manyetik alanı	10 ⁻¹⁵ T (veya 0,1 pT)
Dünya'nın manyetik alanı	
Dışı uzayda	0,1-10 nT (10 ⁻¹⁰ ile 10 ⁻⁸ T)
Ekvatorda	31 μT (3.1·10 ⁻⁵ T)
50 ^o enlemde	20 μT (2·10 ⁻⁵ T)
Manyetik rezonans görüntüleme cihazında	4T (deneysel 7T)
Güneş rüzgârında	0,2-80 nT
Güneş lekesinde	1-10 T
Kuantum kritik manyetik alan	4,4 GigaT
Cep telefonu yakınında	100 μT
Evdeki elektrik kablosu manyetik alanı	0.1-100 μT
Bizim galaksimizin manyetik alanı	0,5 nT
Parçacık hızlandırıcısında	10 T
Deneysel en yüksek oluşturulan	44 T
Beyaz cüce yıldızda	10 ⁴ T
Nötron yıldızında	1 ile 100 MegaT (10 ⁶ ile 10 ⁸ T)
Evrende en yüksek (Planck) alan	2,2·10 ⁵³ T
En düşük ölçülen (Schumann titreşimi)	1 fT

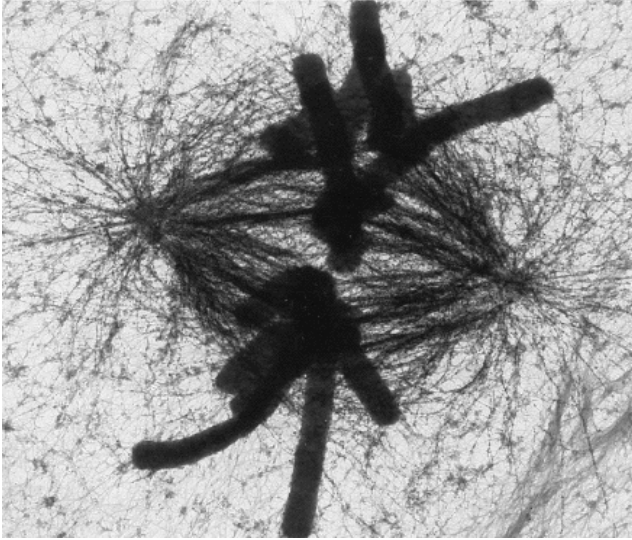
Hayvanlar Dünya'nın manyetik alanından yön bulmada yararlanırlar ve bu iki şekilde olur. *Birincisi*, manyetik alan çizgilerini kullanmaktır. Bu, kuzey veya güney konusunda fikir verir ve bu yönlere harekete yardımcı olur. Çizgiler, omurgasız olan yumuşakçalar, sinekler, kabuklular tarafından ve omurgalılar tarafından kullanılır. Tek başına bu çizgileri hayvanların kullanması yeterli kabul edilmez. Örneğin, genç yeşil denizkaplumbağaları uzun mesafeli göç ettiklerinde, Avustralya'daki Melbourne

sahilinden ABD'deki Florida sahillerine ulaşırlar. Kaplumbağaların üzerlerine yerleştirilen manyetik alan ölçerleri ile manyetik yönleri takip ettikleri gösterilmiştir.² Bu göçleri deniz dalgaları gibi birçok nedenle saptırılmasına karşın, yine de doğru hedefe ulaşırlar. *İkincisi*, manyetik alan açısı ve alan yoğunluğunu kullanarak yön bulmadır.³ Bazı kuşlar, deniz kaplumbağaları, semenderler ve istakozlar manyetik alandaki çok küçük değişimleri ayırt edebilirler.⁴

Hayvanlarda Manyetik Alan Duyumu

Davranışsal deneysel kanıtlara dayanılarak hayvanların bir kısmının Dünya'nın manyetik alanını hissedebildikleri ve bu alanı kullanarak uzak veya kısa mesafeler arasında hareket ettikleri öne sürülmüştür. Ancak, bu manyetik alanı tanıma mekanizması altında yatan sinir hücrel ve biyofiziksel yapıları bilmemekteyiz. Birçok algılayıcı (reseptör) tanımlanmasına karşın, manyetik alan algılayıcıları herhangi bir hayvanda tespit edilememiştir.⁵

Manyetik algılayıcıların tespit edilememesinin birçok nedeni vardır. *İlki*, manyetik alanlar biyolojik yapıları bir yandan diğer yana geçer. Halbuki, görme ve koklamada olduğu gibi alıcılar dıştan gelen uyarıyı algılayabilmek için dokunmatik ilişkiye girmelidir. Bu sınırlamalar manyetik algılayıcılara uygulanamaz. *İkinci olarak* manyetik algılayıcılar dokuların büyük hacimleri içinde incecik yapıları ile dağınık olabilirler veya manyetik alanın etkileri bazı kimyasal dönüşümlerle ortaya çıkabilir. Son olarak da, insanlar manyetik alanı bilinçli olarak algılamaz ve fark etmezler.

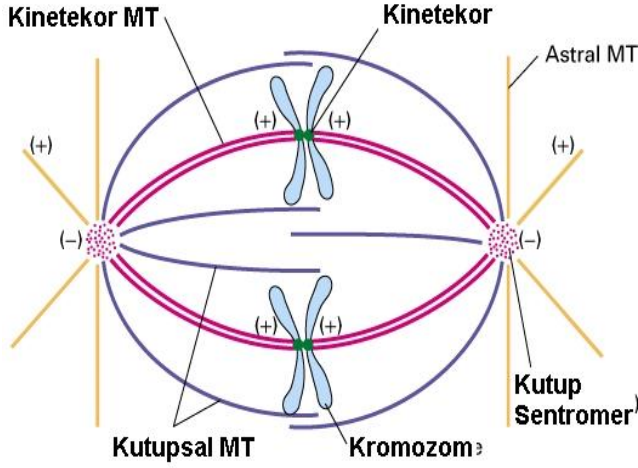


² Lohmann KJ ve ark. Geomagnetic map used in sea-turtle navigation. Nature 2004;428:909.

³ Lohmann, K. J. et al. Long-distance navigation in sea turtles. Ethol Ecol Evol 1999;11: 1.

⁴ Fischer JH. et al. Evidence for the use of magnetic map information by an amphibian. Anim Behav 2001;62: 1-10.

⁵ Johnsen S ve Lohmann KJ. The physics and neurobiology of magnetoreception. Nature Reviews Neuroscience 2005;6:703.



Şekil. Hücre bölünmesi olan mitoz sırasında, kromozomların hücrenin iki yanına taşınması esnasında mikrotübüllerin (MT) taşıma ve çekmesi, bir mıknatısın manyetik alan çizgilerine uygun hatlar boyunca olur.

Canlıda Manyetik Algılayıcılar

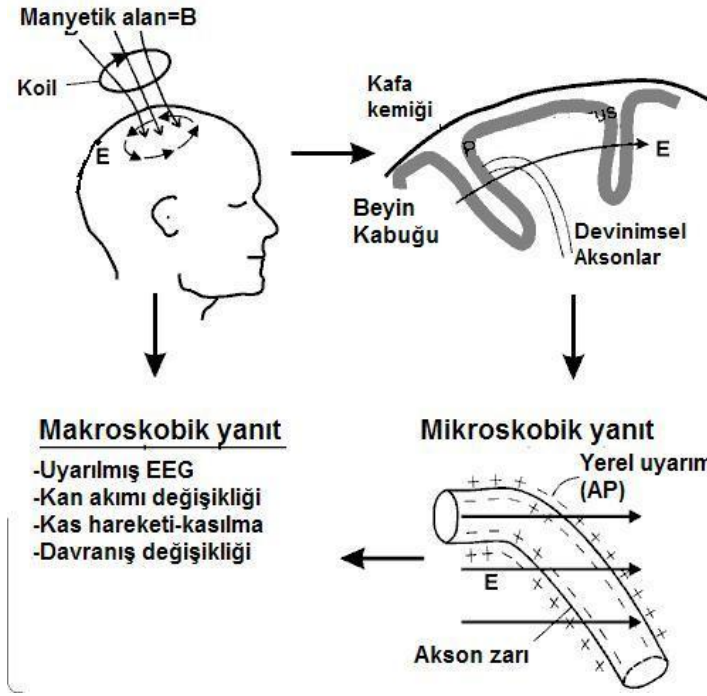
Manyetik alanların nasıl algılandığı tam bir muamma olmasına karşın son yıllarda üç fikir öne sürülmüştür.

1. Elektromanyetik indüksiyon

Yüklü bir parçacık bir manyetik alana maruz bırakıldığında alanın hareket ve yönü ile ilgili bir kuvvete maruz kalır. Bu Lorentz kuvvetinin şiddeti manyetik alan büyüklüğü, parçacığın yükü ve hızı, alan çizgileri ile hareket arasındaki sinüs açısı ile ilişkilidir. Bu nedenle, elektriksel iletken bir çubuk, manyetik bir alanda paralelden başka bir yönde hareket ederse, pozitif ve negatif yüklü parçacıklar çubuğun karşıt uçlarına hareket eder, gruplanırlar. Bu sabit bir voltaja neden olur ve bu voltaj manyetik alandaki çubuğun hareket yönü ve hızına bağlıdır. Bu elektromanyetik indüksiyon olarak bilinir (aynı yöntem bazı doğrudan elektriğe teması olmayan, şarj edilebilir aletlerde de kullanılmaktadır. Örneğin, elektrikli dış fırçalarında). Bu bakış açısı, köpekbalıklarının Dünya'nın manyetik alanını nasıl algılayabildiğini açıklamaktadır. Balıkta jöle kıvamında sıvı dolu olan Lorenzini organı olarak adlandırılan kısım, uzun mıknatıs çubuğuna karşılık gelir. Ancak, doğrudan bir kanıt olmamakla birlikte, köpekbalıklarının çok düşük voltajlı elektriğe çok duyarlı oldukları bilinmektedir.⁶ Balıkların burun kısımlarına yerleştirilen mıknatıslarla öğretilmiş yön bulmada bozulma olurken, normal bir çubuk yerleştirme ile herhangi bir yön bulma kusuru oluşturulamamıştır. Bu da, manyetik alanı algılayabildiklerini göstermektedir.⁷

⁶ Kalmijn AJ. The electric sense of sharks and rays. J Exp Biol 1971;55:371 .

⁷ Kirschvink JL et al. Magnetite-based magnetoreception Curr Opin Neurobiol 2001;11: 462.



Şekil. Beyne kafa dışından yapılan manyetik uyarımın etki mekanizması ve etkileri. Kafatasının dışından uygulanan manyetik alan (B), beyin kabuğundaki sinir hücrelerini uyararak bir elektrik (E) alan doğurur. Oluşan elektrik akımı sinir hücreleri uzantıları olan aksonlar boyunca yayılarak, doğal sinirsel akım (aksiyon potansiyeli, AP) gibi davranır. Bu akım davranışsal, devinimsel ve beyinde kan akımı değişikliklerine neden olur.

2. Manyetik alana bağlı kimyasal reaksiyonlar

Dünya'nın manyetik alanının bazı kimyasal reaksiyonlara neden olarak etki ettiği öne sürülmektedir. Manyetik alanın elektron orbitallerinin seviyesini değiştirdiği öne sürülmektedir. Buna karşılık fizyolojik ısılarda biyolojik moleküllerin kinetik enerjisi Dünya'nın manyetik alanından $2 \cdot 10^{11}$ kat daha güçlüdür. Bu farklılık manyetik alan etkilerini silebilir. Ancak, zayıf manyetik alanların bile bazı durumlarda kimyasal reaksiyonlara neden olabileceği bilinmektedir. Dünya'nın manyetik alanının eşleşmiş kök iyonlar üzerinde etkisi olabilir.⁸ Köklerdeki serbest elektronların kendi manyetik spinleri (dönüşleri) vardır ve bu Dünya'nın manyetik alanı tarafından etkilenebilir. Ancak, bu durumun gerçekleşmesi için; yeterince uzun süreli etki olmalıdır (en azından 100 nsan).⁹ Bu bakış açısı çok muhtemel görünmemektedir.

Kuşlarda, görme sisteminden beyne giden uzantıların manyetik alan değişikliğine duyarlı olduğu gösterilmiştir. Domuzlardaki bazal optik kök, gözdeki ganglion hücrelerinden uzantılar alır, manyetik alandaki değişikliklere belirgin yanıt verir.¹⁰ Ancak, yanıtın genliği göze giren ışığın dalgaboyu ile de ilişkilidir. Manyetik alana verilen bu yanıt görme sinirleri kesildiğinde ortadan kalkar.¹¹

Pineal bez ile manyetik algılama arasında da birçok çalışma ile bağlantı kurulmuştur.¹² Domuzlarda pineal bezden yapılan kayıtlamalarla, Dünya'nın manyetik alanındaki değişimlere yanıt verebildiği tespit edilmiştir. Beze gelen diğer yollar kesildiğinde, pineal bezin manyetik alan değişimine verdiği yanıt azalır, ancak tam olarak ortadan kalkmaz. Bu nedenle manyetik duyarlılığın bezin doğrudan kendisinden kaynaklandığı öne sürülür.¹³

⁸ Ritz T et al. A model for vision-based magnetoreception in birds. *Biophys J* 2000;78:707.

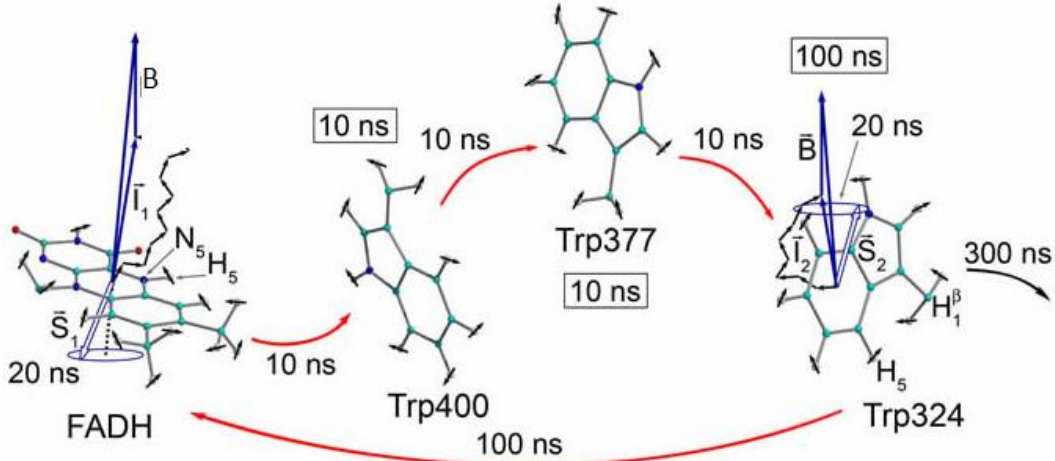
⁹ Eveson RW et al. The effects of weak magnetic fields on radical recombination reactions in micelles. *Int J Rad Biol* 2000;76:1509.

¹⁰ Semm P. et al. Neural basis of the magnetic compass: interactions of visual, magnetic and vestibular inputs in the pigeon's brain. *J Comp Physiol A* 1984;155:283.

¹¹ Semm P ve Demaine C. Neurophysiological properties of magnetic cells in the pigeon's visual system. *J Comp Physiol A* 1986;159:619.

¹² Deutschlander ME et al. Extraocular magnetic compass in newts. *Nature* 1999;400:324.

¹³ Demaine C & Semm P. The avian pineal gland as an independent magnetic sensor. *Neurosci Lett* 1985;62: 119.



Şekil. Kuşlarda, kriptokrom manyetik yön bulmada etkili olarak kabul edilir. Bunlar bitkilerde bulunduğu gibi hayvanlarda retinada bulunurlar. Foton uyarımına duyarlı bu yapı aynı zamanda manyetik alana da duyarlıdır. Kriptokromdaki triptofan (Trp) ve protonla birleşmiş flavin adenin dinükleotid (FADH) arasındaki kök değişimi üzerinde manyetik alanın etkisi görülmektedir. Eşleşmemiş elektron spinleri (S1 ve S2), yerel manyetik alan ve dışsal manyetik alanla (B) değişime uğrar. İki kök (*radikal*) üzerindeki çekirdek spinlerinden de (I1 ve I2) etki oluşur. Spin şekli, bu etkilerle tekli (*singlet*; spin durumu $s=0 \rightarrow 2s+1=1$) durumdan üçlü ($s=1 \rightarrow 2s+1=3$) duruma döner. Triptofandan FADH'ye geri elektron aktarımı, kriptokromun aktif durumunu ortadan kaldırır. Bu dönüşümler nanosaniyeler hızında oluşur.

3. Biyojenik mıknatıslık

Bazı bakteriler ve tek hücreli yosunların hareketlerinin manyetik hatlar boyunca olduğu gösterilmiştir. Özellikle manyetik mineral kristalleri olan *magnetit* (Fe_3O_4) ve *gerigitt* (Fe_3S_2) farklı hayvanlarda olduğu gösterilmiştir. Bal anlarında, kuşlarda, somon balıklarında, denizkaplumbağalarında tespit edilmişlerdir. Bu kristaller yaklaşık 50 nm çapındadır, herhangi bir manyetik alan olmadan da ($B=0$) manyetik özellik gösterirler ve Dünya'nın manyetik alanı çizgisi ile ilişkili olarak hareket ederler. Eğer dışsal bir manyetik alan varsa, serbest olarak dönme hareketi yaparlar. Buna ek olarak, süperparamanyetik kristaller de vardır ve bunların kendiliğinden bir manyetik alanı yoktur. Ancak, bir manyetik alana yakalanırlarsa, etkilenirler. Domuzlarda, sinir hücreleri zarına yerleşik olarak süperparamanyetikler bulunmuştur.¹⁴

Biyolojik manyetikleri aramada, çoğunlukla domuz ve alabalıklardan yararlanılmıştır. Alabalıkların koku sinirinde ve burun kısmında manyetik kristaller olduğu gösterilmiştir.¹⁵ Burun kısmı duyarları trigeminal sinir tarafından alınmaktadır. Bu sinirden yapılan kayıtlamalar manyetik alan uyarımına yanıtın sinirde oluştuğunu desteklemektedir. Domuzların üst burun kısmında süperparamanyetik kristaller tespit edilmiş ve kristallerin sinir sonlanım bölgelerine, hücre zarı boyunca kümelendikleri gösterilmiştir.¹⁶ Bu süperparamanyetiklerin kısa süreli manyetik vurulardan (bunlar aynı zamanda daha büyük elektrik alan oluştururlar) bile etkilendiği, domuzların yön kaybettikleri gösterilmiştir.

Kuşlarda üst gaga kısmında demir-3 (Fe_3) şeklindeki manyetit tespit edilmiştir.¹⁷ Aynı zamanda, balıklarda da kuşların üst gagasına benzer anatomik bölgede manyetitler tespit edilmiştir. Bu bölge, trigeminal sinirin oftalmik parçası tarafından sinirlendirilmektedir.¹⁸ Bu sinirden yapılan kayıtlamalar, kuşların Dünya'nın manyetik alanındaki %0,5'lik değişime bile yanıt verdiklerini ortaya koymuştur.¹⁹ Yumuşakçaların

¹⁴ Davila AF et al. A new model for a magnetoreceptor in homing pigeons based on interacting clusters of superparamagnetic magnetite. *Phys Chem Earth* 2003;28:647.

¹⁵ Diebel CE et al. Magnetite defines a vertebrate magnetoreceptor. *Nature* 2000;406:299.

¹⁶ Fleissner GE et al. Ultrastructural analysis of a putative magnetoreceptor in the beak of homing pigeons. *J Comp Neurol* 2003;458:350.

¹⁷ Winklhofer ME. et al. Clusters of superparamagnetic magnetite particles in the upper-beak tissue of homing pigeons: evidence of a magnetoreceptor. *Eur J Mineral* 2001;13:659.

¹⁸ Walker MM et al. Structure and function of the vertebrate magnetic sense. *Nature* 1997;390:371-376.

¹⁹ Semm P & Beason RC. Responses to small magnetic variations by the trigeminal system of the bobolink. *Brain Res Bull* 1990; 25:735.

sinir hücrelerinde yapılan çalışmalarla, yaklaşık 45 Tesla manyetik alanlara yanıt verebildikleri gösterilmiştir ve bu manyetik alan, sinir hücresi elektrik alanında 0,26 mV/m değişikliğe neden olur.²⁰



Elektron Manyetik Dipol Momenti²¹

Atom çekirdeği çevresinde dolanan elektronların da bir manyetik dipol momentleri vardır. Bunun için, r yarıçaplı çembersel bir yörüngede, sabit v hızı ile ve $T=2\pi r/v$ periyodu ile dolaşan m kütleli ve q yüklü bir parçacığı ele alalım. Bu sistemin manyetik dipol momentini

$$\mu = \frac{qv}{2\pi rc} \pi r^2 = \frac{q}{2mc} L$$

olarak yazılır. Burada $L=mvr$, hareket düzlemine dik, \vec{L} yörüngesel açısal momentum büyüklüğüdür. e temel yük, \hbar Planck sabiti, c ışık hızı olmak üzere $q=-e$ olan elektron için

$$\mu_L = -\frac{eh}{2m_e c} \frac{L}{\hbar} \cong 9,272 \times 10^{-21} \text{ erg/Gauss bulunur.}$$

Elektron gibi, eksi yüklü parçacıklar için μ_L ile \vec{L} anti paraleldir. Elektronların buna ek olarak spin açısal momentumu olduğundan, spin manyetik dipol momentleri de (μ_s) vardır. Toplam manyetik dipol momentini μ_L ve μ_s toplamıdır.

Beyindeki Manyetik Alanının Kaynağı

Beyindeki içsel elektromanyetik alan (EMA) sinir hücrelerinin ateşlemesinin, iyonların hücre içine ve dışına doğru hareketinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Beyinde iyonların akımından kaynaklanan bir elektrik alan, her sinir hücresi uzantısı (aksonu) üzerinde zaten vardır. İleti bu iyon akımı ile sağlanır. Elektrik akımının olduğu her yerde, elektrik akımına açısal olarak dik bir manyetik alan da oluşur. Günlük yaşamımızda bunu bobinli motor ve mıknatıslarda kullanırız. Daha belirgin olarak da, beyin görüntülemesi olan MRG cihazında benzer bir etkiden yararlanırız. Beyindeki sinir hücreleri rastlantısal dağıldıklarından, oluşturdukları alanın toplamı sıfırdır. Ancak, yarıbeyin kabuğunda (neokorteks), hipokampustaki tabakalı paralel sinir hücresi yerleşimleri yerel EMA'ları büyültür.

Beyinden kaynaklanan (*endojen*) elektrik alanlar birkaç yolla ortaya çıkabilir. Sinir hücresi fizyolojisinden kaynaklanan, iyonlarının içeri-dışarı hareketi bu alana katkıda bulunur. Ek olarak sıkı bağlantı yerleri (*gap junction*) elektromanyetik alana hassastırlar. İnsan beyinde az oranda olan bu bölgeler, hayvanlarda daha sık olarak bulunur. Bu bölgelerin insan beyindeki işlevleri tam anlaşılammıştır. Beyin elektromanyetik alanının en karakteristik etkili yeri, sinir hücresi zarlarında bulunan ve bilgi işleme yapan voltaja bağlı iyon kanallarıdır. Bunun yanında manyetizmaya hassas kimyasal reaksiyonlar da başka bir etki yeri olabilir.²²

Duyuları alan sinir hücrelerinin uyarılması birçok faktöre bağlıdır. İnsan beyin kabuğu mm^2 'de 10^4 sinir hücresi içerir. Bu alan hacminde yaklaşık 200 komşu sinir hücresi bulunur. Bir sinir hücresinin ateşleme yapması birçok sinir hücresini etkisi altına almasına yeter. Bu etki, tabii ki, hücrelerin geometrik yerleşimi ve elektriksel uyarılabilirlikleri ile de ilgilidir. Elektrik alanlar iç içe girdiği gibi elektrik alanlardan doğan manyetik alanlar da üst üste biner. Bu üst üste binme, beyin manyetik alanının daha belirgin olmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda uzak beyin bölgeleri arasında

²⁰ Lohmann KJ et al. An identifiable molluscan neuron responds to changes in earth-strength magnetic fields. J Exp Biol 1991;161:1-24.

²¹ Dereli T, Verçin A. Kuantum Mekaniği, Cilt 1, s:21-25.

²² Weaver JC et al. Biological sensing of small field differences by magnetically sensitive chemical reactions. Nature 2000;405:707-9.

eşdurumlu bir bağ oluşur. Bir bölgedeki elektrik ve manyetik alan değişikliği beyin çok uzak bölgelerine kolayca yayılabilir.

Eşdurumlu ateşleme hayvan ve insan beyinlerinde gösterilmiştir. Bu ateşleme ile yerel bir alanda başlayan eşdurum tüm beyne yayılır.²³ Sinir hücrelerinin eşzamanlı ateşlemesi üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle belli frekanslardaki eşzamanlı ateşlemelerin, bilinç durumu ve dikkatle ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. 40-80 Hz arasındaki (gamma) titreşimlerin dikkat ve algılama ile ilişkisi gösterilmiştir. Ancak, tüm beyinde ve değişik alanlarda gerçekleşen eşzamanlı ateşlemeye neyin kaynaklık ettiği açık değildir. Beyindeki EMA'nın bu eşzamanlılığa katkıda bulunduğu ya da neden olduğunu öne sürenler vardır. Dolayısı ile, eşzamanlı ateşleme bilinçli olaylarla birlikte olduğundan, beyindeki EMA ile bilincin ilişkisi üzerinde durulmaya başlanmıştır. Bazı araştırmacılar da "bilincin oturduğu yerin" EMA olduğunu öne sürmüşlerdir.^{24,25,26,27} Ancak, EMA ve bilinç teorisine ciddi eleştiriler de yapılmıştır.^{28,29}

Dışsal EMA ve Beyin Üzerine Etkileri

Son yıllarda elde edilen kanıtlar doğal ya da yapay manyetik alanların insan ve hayvan fizyolojisini etkilediğini göstermektedir. İnsanlarda kafa dışından yapılan manyetik uyarımlarla (TMS) anlaşıldığına göre, beyin düşük şiddetteki manyetik uyarımlara bile duyarlıdır. TMS'de saçlı deri üzerinden kafaya verilen bir manyetik alan uyarımı, kemiği geçip beyin dokusuna ya da kabuğuna ulaşarak sinir hücrelerinde elektrik akımına yol açar. Beyinde ilişkili bölgelere manyetik uyarım verildiğinde göz önünde ışıık çakmaları, konuşma durması, göz hareketlerinde değişme, kaslarda hareket ve duygudurum değişiklikleri ortaya çıkar.³⁰ Tek bir manyetik uyarımın bile beyin elektrik aktivitesini değiştirdiği ve bunun sonrası birkaç milisaniye daha etkisinin devam ettiği gösterilmiştir.³¹ Dışarıdan verilen bu manyetik uyarımların beyni etkilemesi gibi beyin kendisinden kaynaklanan, içsel manyetik değişiklikler de, beyin üzerine etki etmelidir. İleri derecede düşük frekanslı EMA'lar (16 Hz ya da 28,9 Tesla) beyinde elektrik alanda 0,1 mV/m değişiklik doğururlar.³²

EMA'ların sadece zararlı değil, yararlı etkileri olduğu gösterilmiştir. 5-20 Hz EMA'nın kafa dışından şakak kısmına uygulanması, insanlarda hatırlamayı kolaylaştırır. Dışsal manyetik alanın insanlar tarafından algılanabileceği ve bunun yeni bir duyu olduğu da öne sürülmüştür.³³ Bazı çalışmalarda ise, duyu dışı algılamanın (ESP), Dünya'nın manyetik alanında büyük düşmeler olduğunda daha belirgin olarak ortaya çıktığına dikkat çekilmiştir.³⁴

Farklı EMA frekanslarının farklı etkileri tespit edilmiş olsa da, tek bir yanıtla olumsuz demek zordur. Cep telefonlarının kafaya yakın 20-40 saniye tutulması, beyinde 2,5-6,0 Hz *yavaş dalgalara* neden olur ve telefonun uzaklaştırılması ile bu dalgalar normale döner.³⁵ Yavaş dalgalar beyin anormal ürettiği dalgalarıdır. Fareler üzerinde yapılan çalışmalarda ise yüksek frekanslı cep telefonu EMA'nın yavaş dalgalara neden

²³ Bullock TH et al. Temporal fluctuations in coherence of brain waves. PNAS U S A, 1995;92:11568-72.

²⁴ Singer, W. Consciousness and the structure of neuronal representations. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 1998;353:1829.

²⁵ McFadden, J. Synchronous firing and its influence on the brain's electromagnetic field: Evidence for an electromagnetic theory of consciousness, JCS 2002;9:23.

²⁶ Smith WL. The Human Electromagnetic Energy Field: Its Relationship to Interpersonal Communication. Journal of Theoretics Vol.4-2

²⁷ Cherry NJ. Human intelligence: the brain, an electromagnetic system synchronised by the Schumann Resonance signal. Med Hypotheses 2003 ;60:843.

²⁸ Pockett S. Difficulties with the electromagnetic field theory of consciousness. Journal of Consciousness Studies 2002;9:51.

²⁹ Pockett S. Difficulties with the Electromagnetic Field Theory of Consciousness: An Update. NeuroQuantology 2008; 5(3): 271-275.

³⁰ Hallett M. Transcranial magnetic stimulation and the human brain. Nature 2000;406:147-50.

³¹ Ilmoniemi RJ ve ark. Neuronal responses to magnetic stimulation reveal cortical reactivity and connectivity. Neuroreport 1997;8:3537-40.

³² Jenrow KA et al. Weak ELF magnetic field effects on hippocampal rhythmic slow activity. Exp Neurol 1998;53:328-34.

³³ Persinger MA, Makarec K. Possible learned detection of exogenous brain frequency electromagnetic fields: a case study. Percept Mot Skills 1987;65(2):444-6.

³⁴ Radin DI ve ark. Geomagnetism and psi in the ganzfeld. Journal of the Society for Psychical Research 1994; 59 (834):352-363.

³⁵ Kramarenko AV, Tan U. Effects of high-frequency electromagnetic fields on human EEG: a brain mapping study. Int J Neurosci 2003;113(7):1007-19

olduğu ve bunun zedelenme açısından risk oluşturduğu tespit edilmiştir.³⁶ Gece uykusu esnasında 60 Hz manyetik alana maruz kalmanın ciddi EEG bozulması yaptığı gösterilmiştir. Yine, 900 MHz EMA'a maruz bırakılan farelerin beyinlerinde, destek hücreleri olan glial hücrelerde hasar olduğu gösterilmiştir. Aynı frekansın, GABA ve N-metil D-aspartat adlı sinir ileticisi (NMDA) algılayıcılarında etkilenme yarattığı,³⁷ 6 Hz EMA ile fare beyininde bir kısım sinir ileticilerini yıkan monoamino oksidaz A (MAO-A) enziminin aktivitesini artırdığı gösterilmiştir.³⁸ 150-175 MHz'in fare beyinlerinde glikoz aminoglikanları belirgin oranda azalttığı, ancak 3000 MHz'in herhangi bir etki göstermediği ortaya konmuştur.³⁹

Sinir sisteminin salgıladığı endorfin ve enkefalinlerin manyetik alandan etkilendiği ve bunun da ağrı ve davranışlar üzerinde etkileri olduğu öne sürülmüştür. EMA'nın opioid peptidleri üzerinde baskılayıcı etkisi tespit edilmiştir.^{40,41}

Epilepsi nöbetlerinin genellikle rastlantısal ve kaotik olarak ortaya çıktıkları kabul edilmekle birlikte, güneş lekeleri ya da patlamalarının artışından kaynaklanan Dünya'nın manyetik alanındaki değişimlerin nöbetleri tetiklediği öne sürülmüştür. Yerel olarak yerin manyetik alanındaki değişimlerin (50 nanoTesla'dan daha yüksek) epilepsi hastalarında görülen ani-açıklanamayan gece ölümü ile ilişkili olduğunu destekleyen kanıtlar vardır. Manyetik alanın gece nöbetini engelleyen melatonini baskıladığı ve kalp ritim bozukluklarına neden olarak ölüme yol açtığı öne sürülmektedir.⁴² Ancak başka çalışmalarda anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.⁴³

Elektromanyetik Alan ve Su

Su, insan bedeninin olduğu gibi beyin yapısının da yaklaşık %60-70'ini oluşturur ve önemli kısmı sinir hücreleri içerisinde bulunur. Su bipolar yapıdadır ve elektrik alanda kısmen yeniden bir düzenlenme içine girer. İleri derecede yüksek elektrik alanda ($5 \cdot 10^9$ V/m) donma engellenebilir.⁴⁴ Düşük manyetik alanda ise (0,2T) monomer su moleküllerinin sayısı artar.⁴⁵ Manyetik alan, su molekülleri arasındaki Van der Waals bağlarını zayıflatır. Bu zayıflama ile hidrojen bağları daha da gerilir. Kaynama noktası manyetik alan altında yükselir (6T'da 5,6 mK). Bu, suyun manyetik alan etkisi ile daha güçlü bir düzenleniş (daha az entropi) gösterdiğinin kanıtıdır. Manyetik alanın sudaki proton spin relaksasyonunu artırdığı ve proton transferi ile çalışan reaksiyonları hızlandırdığı gösterilmiştir.⁴⁶

Daha az hidrojen bağı olan ve kümelenmemiş olan su, çevre ile daha çok reaksiyona girme eğilimindedir. Çok hidrojen bağı ağı yapıları suyun akışkanlığı, dağılıma yeteneği azalır ve diğer moleküllerle daha az etkileşir. Elektrik alanı gibi, su-su hidrojen bağı zayıflatan nedenler reaksiyona girmeyi tetikler. Rastlantısal oluşsa da, su molekül kümeleri her yönde aşağı-yukarı eşit hidrojen bağı içerirler. Elektrik veya elektromanyetik alanların su molekülü kümelerine yeniden düzenleme yapması, bazı hidrojen bağlarını kırar. Suyun manyetik alanda artan birleşme yeteneği, jel şekline dönüşüne neden olur. Daha kararlı bir hal alır.

³⁶ Barcal J et al. Effect of whole-body exposure to high-frequency electromagnetic field on the brain electrogeny in neurodefective and healthy mice. Prague Med Rep 2005;106(1):91-100.

³⁷ Mausset-Bonnefont AL ve ark. Acute exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields induces glial reactivity and biochemical modifications in the rat brain. Neurobiol Dis 2004;17:445-54.

³⁸ Dolgacheva LP ve ark. The effect of electromagnetic radiation on the monoamine oxidase A activity in the rat brain. Radiats Biol Radioecol 2000;40(4):429-32.

³⁹ Matych S. Glycosaminoglycans in the brain of rats subjected to electromagnetic field action. Med Pr 1981;32:393-402.

⁴⁰ Kavaliers M et al. Magnetic fields abolish the enhanced nocturnal analgesic response to morphine in mice. Physiol Belier 1984;32:261-264

⁴¹ Betancur C et al. Magnetic field effects on stress-induced analgesia in mice: modulated by light. Neurosci Lett 1984;182:147-150

⁴² Persinger MA, Psych C. Sudden unexpected death in epileptics following sudden, intense, increases in geomagnetic activity: prevalence of effect and potential mechanisms. Int J Biometeorol 1995;38:180-187.

⁴³ Schnabel R et al. Is geomagnetic activity a risk factor for sudden unexplained death in epilepsies? Neurology 2000;54:903-908.

⁴⁴ Schevkunov SV and Vegiri A. Electric field induced transitions in water clusters. J Mol Struct (Theochem) 2002;593:19

⁴⁵ Zhou KX et al. Monte Carlo simulation of liquid water in a magnetic field. J App Phys 2000;88:1802

⁴⁶ Madsen HL. Crystallization of calcium carbonate in magnetic field in ordinary and heavy water. J Crystal Growth 2004;267:251



Aharonov-Bohm Olayı

Beyindeki elektriksel akım, temelde yüklü iyon hareketlerinden kaynaklanan elektrotonik elektriksel bir akımdır. Genel olarak bakıldığında, ana sinir hücresi uzatısı olan akson üzerindeki iyonik elektriksel iletim hem de sinir hücreleri arası bağlantı noktası olan sinapslarda, kuantum mekaniksel bir etki olan Aharonov-Bohm olayı unutulmuştur. AB olayı, yüklü parçacıkların giremediği bir bölgede bulunan elektromanyetik alanların, bu bölgenin dışında, elektromanyetik alanın sıfır olduğu bölgede hareket eden yüklü parçacıkların kuantum mekaniksel davranışlarında gözlenebilir etkiler oluşturması olayıdır. Bu durum klasik fizikte karşılığı olmayan kuantum mekanik etkidir.

Bilincin EMA Teorisi

Beyinde EMA, sinir hücresi ateşlemesinde olduğu gibi sıradan ve normal bir aktivitedir. Bilinci anlamak için uzun yıllar, sinir hücresi ateşlemesi ve sinaptik ileti üzerine çalışılmış, ancak elektrik akımının olduğu her yerde oluşan EMA göz ardı edilmiştir. Einstein'ın denklemine göre madde ve enerji birbirinin farklı türleridir. Herhangi bir ön kabul (a priori) bilinci, sinir hücreleri arasındaki veya içindeki EMA'dan ziyade, madde kaynaklı kabul etmemiz için hiçbir gerekçe yoktur. Sinir hücrelerindeki bilgi işleme dijital, ayrık ve uzaysal olarak yerleşiktir. Oysa, EMA bütüncüldür ve bu yönüyle de bilincin özelliklerini taşır. Bu nedenle, beynin EMA'nının bilinç olduğu iddia edilir. Bu bakış açısı doğru kabul edilerek bazı savlar öne sürülmüştür:^{47,48}

1. Bilinçli farkındalık aşamasına ulaşan uyaranlar EMA'da değişimlere neden olmalıdır ve devinimsel hücrelere de etki etmelidir.

Duyusal ve devinimsel bilgi sinir hücrelerinde bir ateşlemeye neden olur ve bunun aritmetik bir ölçüsü vardır. EMA bir dalga yapısında olduğundan, büyüklüğü ile eşdurumunda ateşleme yapan sinir hücresi sayısı arasında bir bağlantı vardır. Yani EMA teorisine göre, bilinçli farkındalık sinir hücresi ateşlemesi sayısı ile doğrudan orantılı değildir. İlişkili olduğu şey, sinir hücresi ateşlemesindeki eşdurumun yaygınlığıdır. Bununla ilişkili olarak, birçok çalışma ile sinir hücresi ateşleme örüntüsünün tek başına farkındalıkla doğrusal ilişkisi olmadığı gösterilmiştir. Ancak, değişik çalışmalarla, beynin uzak bölgelerinden aynı anda yapılan kayıtlamalarla, eşdurumlu ateşlemenin farkındalıkla ilişkili olduğu gösterilmiştir.⁴⁹ Hatta bu eşdurumlu ateşlemesinin kesilmesinin uyaranlara farkındalığı azalttığı gösterilmiştir.⁵⁰ Dolayısı ile eşdurumlu ateşleme bir epifenomen değildir ve bilgi işlemede önemli işlev görür. İnsanlarda da eşdurumlu sinir hücresi ateşlemesinin farkındalık ve dikkat ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.⁵¹ Sonuç olarak, insan ve hayvanlardaki farkındalık ve dikkat, bunlarla ilişkili olarak da insanlarda bilinç durumu, sinir hücrelerinin eşdurumlu ateşlemesinden kaynaklanan EMA'nın değişimi ile birliktedir.

2. Bilinçli farkındalık seviyesine ulaşmayan uyaranlar EMA'da değişikliğe neden olmadan devinimsel sinir hücresi ateşlemesi yapmalıdır.

Birçok çalışma ile tekrarlayan uyaranlarla ortaya çıkan adaptasyon=alışma durumunda, ManyetoEnsefaloGrafide (MEG) uyaranlarla ilişkili genliklerde düşme olur. Farkındalık azalması durumu beyin EMA azalması ile doğrusal ilişkili bulunmuştur.⁵² Beynin EMA teorisine göre, beyin sapı, görme beyin kabuğu ve gözdeki retina gibi "bilinçsiz" sinir

⁴⁷ McFadden J. Synchronous Firing and Its Influence on the Brain's Electromagnetic Field. Evidence for an Electromagnetic Field Theory of Consciousness Journal of Consciousness Studies 2002;9:23-50

⁴⁸ McFadden J. The Conscious Electromagnetic Information (Cemi) Field Theory. The Hard Problem Made Easy? Journal of Consciousness Studies 2002;9:45-60.

⁴⁹ Kreiter AK and Singer W. Stimulus-dependent synchronization of neuronal responses in the visual cortex of the awake macaque monkey. J Neurosci 1996;16:2381.

⁵⁰ Stopfer M ve ark. Impaired odour discrimination on desynchronization of odour-encoding neural assemblies. Nature 1997;390:70-4.

⁵¹ Srinivasan R ve ark. Increased synchronization of neuromagnetic responses during conscious perception. J Neurosci 1999;19:5435-48.

⁵² Anninos PA ve ark. Biomagnetic measurements using squids. Int J Neurosci 1987;37:149-68.

hücresi çalışmasının olduğu alanlarda da bilinç öncesi bilgi işleme esnasında EMA oluşur; ancak devinimsel sinir hücreleri üzerinde bir etkisi olmaz.

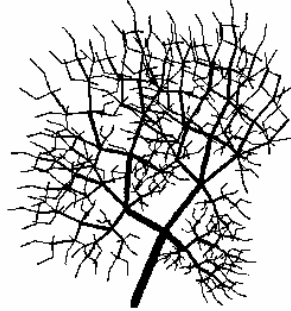
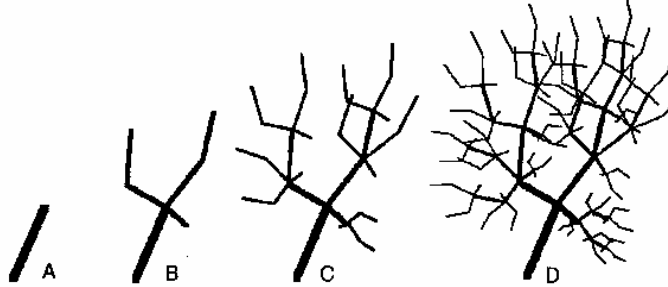
3. Buna göre beyin EMA içindeki bilgi akışı bilinçtir. Bu nedenle, bilinçlilik durumunda yükselme ve karmaşıklık artışı, beyin EMA'sındaki karmaşıklık artışı ile doğrusal artış ilişkisi göstermelidir.

Yapılan çalışmalarla, yaratıcılığın ön planda olduğu bilişsel durumlarda EEG'deki fraktal boyutta artış olduğu ve EMA ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Aynı durum koma ya da hızlı göz hareketlerinin olduğu uyku döneminde görülmez.

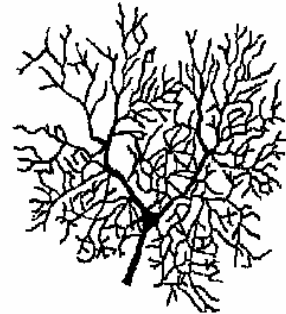
Fraktal ve Boyutu



1960'lı yıllarda biliminsanları doğal sistemler olan havanın zamanla nasıl yer değiştirdiğini anlamaya çalıştılar. Havanın davranışını kaotik olarak düşündüler. 1970'li yıllarda ise Benoit Mandelbrot tarafından kaotik bileşenleri açıklamaya yardım eden "Fraktal Matematiği" keşfedildi. Ve Latince "kırık" kelimesinin karşılığından (*fractus*), fraktal kelimesi doğdu.



Fraktal Purkinje Modeli



Gerçek Purkinje Hücresi

Şekil. Bir Purkinje sinir hücresinin fraktal modeli ve gerçek görüntüsü. Sinir hücreleri yapısal olarak fraktal boyutlarına uyarlar.

Fraktaller, "kendine benzerlik" gösterirler. Yani herhangi bir büyütme ile kendilerine benzer yapılar ortaya çıkar. Kendine benzerlik iki nedenle oluşur: ısrarlılık ve istatistik. Fraktallerle oluşan yapay bir ağaç ısrarlı bir tekrar sergiler ve bu farklı büyütmelerde de aynıdır. Gerçek bir ağaçta ise örüntü (*patern*) ısrarlı tekrar etmez.

Fraktaller için esas bir özellik "fraktal boyutu" kavramıdır ve "D" ile gösterilir. D, farklı büyütmelerde görülen örüntüler arasındaki ölçek ilişkisinin değeridir. Karmaşıklığı gösterir ve bir sayı değildir, bunun yerine kesirli dirler. Örneğin, düz olan, çizgisel bir hat herhangi bir fraktal içermediğinden D'nin değeri 1'dir. Tam olarak dolu, kare gibi bir alan için 2 değerini alır. Bu nedenle D, 1 ve 2 arasında değerler alır. Karmaşıklık arttıkça D'nin değeri 2'e yaklaşır. Ancak D=2 ve D=1 fraktal değildir. Bir fraktaldan kesit alınarak büyütülmesi ile D'nin değerinde bir değişiklik olmaz. Buna göre, bulutların D'si 1,3'tür.⁵³

⁵³ Taylor RP. Order in Pollock's Chaos. Scientific American 2002; 287:84-89.

4. Beynin EMA'sı ve sinir hücreleri arasındaki bağlantıyı bozan ajanlar bilinçsizlik durumu meydana getirmelidir.

Anestezik maddeler uyarılara farkındalığı azaltarak eşdurumlu beyin ateşlemesini bozarlar.⁵⁴ Bu, aynı zamanda sinir hücresi ateşlemesindeki EMA'nın etkisinin azaldığı anlamına da gelir. Bilinçsizliğin ortaya çıktığı solunum durmaları ve anestezi altında, EEG sinyallerinin genlikleri azalır, eşdurumlu ateşleme bozularak beynin kendisinden kaynaklanan manyetik alan zayıflar.

5. Uyanıklık ve farkındalık durumu EMA oynamalarıyla doğrusal bir ilişki göstermelidir. Aynı ilişki sinir hücreleri üzerine etkiden dolayı da sinir hücrelerinde görülmelidir.

Bilincin EMA teorisine göre, uyanıklığın seviyesi arttıkça, beyin EMA'ı ve sinir hücreleri arasındaki eşleşmede daha bir güçlenme ortaya çıkmalıdır. İnsanlarda, EEG ile ölçülen uyarılmış beyin dalgalarının genliklerinde uyku⁵⁵ ve koma⁵⁶ esnasında belirgin düşme olur. Seçici dikkat verilmesi veya uyanıklık halinde ise tam tersi olur.⁵⁷ EEG örüntüsünde görülen uzaysal eşdurum - ki bu alttaki içsel EMA'nın da eşdurumu yansıtır - dikkat ve farkındalık ile doğrudan ilişkilidir. EEG'deki eşdurumun problem çözme için gereken yaratıcılık seviyesi ile doğrusal ilişkili olduğu tespit edilmiştir.⁵⁸ Meditasyon esnasında da eşdurumda artışı görülmüştür.⁵⁹ AIDS'e bağlı bilişsel yıkımı olan hastalarda ise eşdurumda bozulma tespit edilmiştir.⁶⁰

6. Beynin EMA'nı, normal çevre içindeki EMA'lardaki bozucu etkilerden (perturbation) ayırıştırılmalıdır.

Beyin içindeki beyin-omurilik sıvısı, boşlukların (*ventriküller*) içinde hızlı şekilde akarak dolunur. Bu adeta bir Faraday kafesi oluşturarak beyni dışarıdan gelecek manyetik alanlardan koruyabilir. Beyin çevresindeki sabit elektrik alanlar beyin üzerine doğrudan bir etki oluşturmaz. Elektrik kabloları ve cep telefonlarının alternatif akımları (AC) değişken alan meydana getirirler, ancak şiddetleri çok zayıftır. Örneğin; 60 Hz ve 1000 V/m elektrik alan (evdeki bir kablodaki elektrik alanı) kafa içerisinde 40 μ V/m alan meydana getirir.⁶¹ Bu EMA, hem beyin kendinden hem de beyin ısısından kaynaklanan gürültünün (*thermal noise*) oluşturduğu alandan daha zayıftır.

Manyetik alanlar dokuların içine çok rahatlıkla ulaşır. Doğadaki manyetik alanlara maruz kalmamıza rağmen, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) esnasında da yüksek yapay manyetik alan içine gireriz (1,5-3,0 T). Bu manyetik alan kafatası içine geçerek elektrik alan tetiklemeleri yapabilir.

7. Hayvanlarda bilincin evrimi ile ilişkili olarak, beyin EMA ve sinir hücreleri arasındaki etkileşimde de doğrusal ilişki olmalıdır.

Genellikle kabul edilen, hayvanlarda, farkındalık dışında genel bilincin ve karar verme mekanizmasının insandaki gibi olmadığıdır. Yalnızca, insanlarda bilinç davranış üzerinde belirgin olarak etki eder. Dolayısı ile alt türler ve insanların beyin EMA'ları arasında bilinçlerinde olduğu gibi ciddi farklılıklar olması gerekir.

8. Bilinç, EMA seviyesindeki dinamik değişkenlerle birlikte, matematiksel olarak ortaya konulabilmelidir.

⁵⁴ Whittington MA ve ark. Morphine disrupts long-range synchrony of gamma oscillations in hippocampal slices. PNAS USA 1998;95:5807.

⁵⁵ Wesensten NJ and Badia P. The P300 component in sleep. Physiol Behav 1998;44:215

⁵⁶ De Giorgio CM ve ark. Predictive value of P300 event-related potentials compared with EEG and somatosensory evoked potentials in non-traumatic coma. Acta Neurol Scand 1993;87:423

⁵⁷ Coull JT. Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. Prog Neurobiol 1998;55:343

⁵⁸ Jausovec N and Jausovec K. EEG activity during the performance of complex mental problems. Int J Psychophysiol 2000;36:73.

⁵⁹ Travis F and Wallace RK. Autonomic and EEG patterns during eyes-closed rest and transcendental meditation (TM) practice: The basis for a neural model of TM practice. Conscious Cogn 1999;8:302

⁶⁰ Fletcher DJ, Raz J and Fein G. Intra-hemispheric alpha coherence decreases with increasing cognitive impairment in HIV patients'. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1997;102:286

⁶¹ Adair RK. Constraints on biological effects of weak extremely-low-frequency electromagnetic fields. Physical Review A 1991;43:1039.

Öncelikle, EMA teorisinin dalga-mekaniksel yapısı, klasik sinir hücresi yapısından ayrı olarak teorize edilebilmelidir. Sinir hücreleri ve onlar tarafından oluşturulan manyetik alan aynı bilgiyi taşımasına karşın, bilginin şekli eşit değildir. Bu nedenle, sinir hücresinin ateşlemesinin tam tanımı, gerçek anlamda bir alanı tanımlayabilir. Ama bir alan tanımı geriye doğru sinir hücresi ateşlemesi tanımını vermeyebilir. Çünkü herhangi bir EMA karmaşık dalgası birçok dalganın üst üste binmesi şeklinde olabilir (bilincin farklı durumlarında) ve bu birçok farklı sinir hücresi ateşlemesinin ürünüdür. Birden fazla sinir hücresi aynı EMA'yı oluşturursa, bu alanların ayrımı yapılamaz.

Buna ek olarak EMA'ların dalga mekaniksel özellikleri nedeni ile "girişim etkisi" ortaya çıkar. Girişim etkisi hayvanlarda dikkat çalışmalarında öne sürülmüştür.⁶² Ancak bu etkinin genelde sinaptik ayarlama devreye girdiği kabul edilir.

Belki beynin EMA'nı, bilincin bir epifenomenidir (*alttaki dinamikleri yansıtan bir görüngü*). Ancak, bunun tam tersine, beynin EMA ve bilinç arasında bir etkileşim ve bilinç üzerinde ayarlayıcı etkide bulunabilir. Beyin EMA'ı bilgi taşıyıcısı olabilir. Bizler, günlük yaşamımızda çok karmaşık kodlanmış EMA bilgilerini televizyon ve radyolarda çözerek ses ve görüntü aktarabilmekteyiz. Benzer olarak, beyindeki sinirsel bilgi elektromanyetik olarak temsil edilebilir. Bu bilgi, amaçlı hareketler ya da özgür irade olarak kendini gösterebilir. Sinir hücreleri ve EMA arasındaki geri dönüşlü bu halka, bilincin temel elemanlarından da biridir. Benlik olarak, ne yaptığımız ya da farkında olduğumuzun farkında olmayı bu halka sağlıyor olabilir. Sinir hücrelerinde eşdurumlu ateşleme, bilginin sinir hücrelerinden EMA geçişine imkan verebilir. Ancak buradaki önemli konu eşdurum (veya EMA büyüklüğü) değil, eşdurumlu ateşleme ile bilgi aktarımıdır. Örneğin, aşırı sinir hücresel eşdurumlu ateşlemenin hastalıklı bir örneği olan epilepsi durumunda, sinir hücresel ateşleme engellenir, EMA'nın içeriği azalır ve bilinç (dikkat ve uyanıklık) kaybı olur. Küçük kümeler halinde eşdurumlu sinir hücreleri ateşlemeleri, EEG'de genlikte artmaya neden olur ve bazı çalışmalarda "bilinçli düşünme" esnasında da aynı EEG bulgularına rastlanmıştır.⁶³

Johnjoe McFadden tarafından EMA bilinç teorisinin, bilinç-beyin (zihin-beyin) probleminin önemli sorunlarını çözdüğünü öne sürmektedir.⁶⁴ Aynı zamanda da, bilinç-beyin ilişkisini anlamada bize yeni ufuklar açar. Bilincin elektromanyetik alan teorisi bizim önümüzde duran ve kognitif bilimin henüz yanıt vermede zorlandığı, aşağıda yer alan sorulara tatmin edici yanıtlar verir.

1. Bilinçli ve bilinçsiz bilgi işleme arasındaki farkı açıklar

Bilinçli ve bilinçsiz bilgi işleme arasında önemli farklar olduğu öne sürülmüştür. Bilinçli bilgi işleme, bilinçsiz olandan ayırmak için "yüksek seviyeli" işleme olarak adlandırılmıştır. Ancak, yüksek seviyeli bilinçle düşük seviyeli bilinç ayırımının nasıl olduğu net değildir. Buna en sık verilen örnek, kişinin bildiği bir yolda otomobil sürmesidir. Her gün gidilen bir yolda birçok şey olur, ama farkında olmayız. Trafik ışıkları yanar söner, vites değiştiririz, insanlar yürür, mağaza vitrinleri değişir, arabada hızlanırsınız ya da yavaşlarsınız... Ancak, tehlikeli bir durumla karşılaşarsak - yola bir çocuk atarsa - hemen yolda çocuk olduğunun farkında oluruz. Daha sonra yavaşlarsınız ve daha bilinçli bir kontrol ile araç süreriz. Ancak, hangi sinirsel yapıların araç sürmeyi "daha bilinçli kontrol" altında yapmayı sağladığı belirsizdir. EMA teorisine göre, bilinçsiz araç sürme esnasında, duyu ve motor sistem sinir hücresi ateşlemesi kritik bir eşikle araç sürmeyi sağlar, ama beyin bu durumda EMA'ya duyarlı değildir. Yeni ve beklenmedik bir uyarın geldiği zaman, bu bilgi sinir hücrelerinin eşdurumlu ateşlemesi ile EMA'ya etki ederek, bilinçli farkındalık düzeyine ulaşır. Bizim bilinçli "niyetimiz", devinimsel sinir hücreleri üzerine olan EMA'nın etkilerin deneyimlenmesidir. Öznel deneyimlerimiz, ancak "bilinçli kararlar" aracılığı ile oluşur ve bilinçsiz zihinsel durumlar "zihni" oluşturamaz. Her sinir hücresi ateşlemesi EMA oluşturmasına karşın, her EMA oluşumu bilinç üzerinde etki etmez. Uyarılmış potansiyellerde, bilincin ortaya çıkması için +250 msan'ye gerek duyması, EMA'nın yeterli genliğe ulaşmasından sonra sinir hücresi ateşlemesini etkilemesinin dolaylı bir göstergesi olabilir. McFadden'a göre, EMA ve bilinçte esas olan, EMA varlığı değil, devinimsel sinir hücrelerine EMA'nın etki ederek bilgi aktarımıdır. Devinimsel sinir hücrelerine ve aynı zamanda dış dünyaya olan bu aktarım oransal

⁶² Barinaga M. Listening in on the brain [news]. Science 1998;280:376.

⁶³ Molle M et al., Enhanced dynamic complexity in the human EEG during creative thinking. Neurosci Lett 1996;208:61-4.

⁶⁴ MacFadden J. Conscious Electromagnetic (CEMI) Field Theory. NeuroQuantology 2007; 5(3):262-270.

olarak düşüktür. Dolayısı ile bilincin, devamlılığından ziyade, kesikli bilinçsiz dönemlerle ayrılmış olması söz konusudur. Bunu sağlayan mekanizmalardan biri sinir hücrelerinin tümünün EMA'ya, belli bir eşik altında duyarlı olmamasıdır. Ancak, birlikten kuvvet doğması gibi, çok sayıda sinir hücresi eşdurumlu ateşleme yaparsa, EMA değişikliğe neden olup, devinimsel sinir hücrelerini uyarır ve davranışsal değişiklikler ya da niyetlenmeler ortaya çıkar.

EMA bilinç teorisine göre, paralel bilinçsiz sistem üzerine kurulu, "seri" bir bilinç sistem vardır. Bilinçsiz birçok hareketin otomatik olarak yapıldığı gösterilmiştir. Günlük yaşamdaki davranışlarımızı gözlediğimizde de bunu rahatlıkla görebiliriz. Bilinç seri çalışır ve bir arada birçok bilinçli işlem yapılır. Her işlem birçok sinirsel yolda karşılıklı bir uyuma gerek duyacak şekilde (paralel) yapılarak, işlenen bilgi tüm EMA'ya yayılır.

2. Bellekte bilincin işlevi

Bilinçli uyanıklık veya dikkatin uzun süreli bellek oluşumu için gerekli olduğu Uzun zamandır bilinmektedir (ancak bilinçsiz öğrenmeler de mümkündür!). EMA'nın beyin (ve bilinç) üzerindeki etkileri ile devinimsel işler üzerine etki yapılır. Sinir hücreleri EMA'dan etkilenerek, öğrenme ile yeni bağlantılar kurarlar. Tekrarlayan EMA etkileri ile bilinçli devinimsel hareketler artık EMA etkisinden bağımsız yapılır olur. Bu aktivite "öğrenilir" ve "bilinçsiz" yerine getirilebilir. Özetle, bilinçsiz olarak herhangi bir hareketi otomatik oluşturma, EMA'dan bağımsız sinir hücreleri ağı ile yapılır. EMA'nın öğrenme ve bellek üzerindeki etkisini ortaya koymak zordur. İyonize olmayan EM dalgaların öğrenme üzerine etkisi gösterilmiştir. Dalgaya maruz kalan kişilerde reaksiyon zamanlarında kısalma tespit edilmiştir.⁶⁵

3. Özgür irade

EMA bilinç teorisine göre, özgür irade, devinimsel sinir hücreleri üzerine olan EMA etkisinin öznel olarak deneyimlenmesidir. Farklı olarak, bilinçsiz (veya otomatik) yaptığımız hareketlerde bu etki yoktur. EMA etkisi, daha çok nedenseldir. Bizim isteklerimiz ve istemlerimiz (ya da EMA'nın sinir hücresi ağları üzerine olan ateşleyici etkisi) tam olarak "özgür" değildir. Çünkü bir fiziksel nedeni vardır. Belirlenimcidir, ancak tam olarak otomatlar değildir. Çünkü, hareketlerimizin farkındayızdır. Bizim farkındalığımız (ya da bütüncül EMA) bizim bilinçli hareketlerimizde nedensel bir rol oynar.

4. Zihin içeriği (qualia) veya Öznellik

Zihin içeriği/öznellik, David Chalmers'ın belirttiği gibi "bilincin zor problemleri"nden biridir. Bu, aynı zamanda, beyindeki maddenin düzenlenişinin bilinç ve farkındalık gibi görüngüsel bakışa (qualia) nasıl neden olduğu sorusudur. Maddeci bakış açısı ile, eğer beynimizin silikon bir kopyasını yapabilseydik, bilinçli ve farkında olabilecekti anlamına gelir. EMA teorisine göre, bilgi hem beyindeki sinir hücreleri ağında hem de oluşan bütüncül EMA'da bulunur. Herhangi bir alan, tüm alanla nedensel ilişkilidir. Oysa, sinir hücrelerindeki bilgi dağınık değildir ve yereldir. Bu nedenle farkındalık, beyin EMA'ında yer alır. Zihin içeriğine farkındalık için de aynı şey geçerlidir. Bilinçli olmak, EMA'nın içerdiği bilginin "farkında" olarak, özel ve öznel bir zihin durumunu "hissetmektir". Kırmızı rengin hissedilmesi, gözden giren kırmızı ışığın beyindeki bir grup sinir hücresi üzerinde etkisinin, beyin EMA'da dalgalanmalar (pertubasyon) oluşturması sonucudur.

EMA teorisine göre, işlevsel olarak insan beynine eşit yapay robot beyinleri yapılabilir. Ancak, EMA devreye girmediği asla öznel deneyimleri olmayacaktır.

5. Bağlantı Sorunu

Maddesel olan "et beynimizin" bilinçle ya da zihnimizle nasıl bağlantılı olduğu konusu, bilincin zor problemlerinden biridir. EMA ve sinir hücresi ağlarının etkileşimleri, bu "derin" soruya çözüm getirir niteliktedir. Bağlantıyı sağlayan EMA'dır.

⁶⁵ Preece AW ve ark. Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. Int J Radiat Biol 1998;75:447.

Bilinci ve Beyni Kopyalamak

Felsefeci William Occam (1285-1349), “*varlıklar gerekmedikçe çoğaltılmamalıdır*” demişti. Bunu elbette genetik çoğaltma için söylememişti ama bu uyarıya rağmen, 1997 yılında Dolly adlı koyunun bedensel hücrelerinden yararlanılarak kuzu (kopya yavru) Dolly elde edildi. Büyük tartışmalara neden oldu ve arkasından fare, inek, keçi ve maymun kopyalaması yapıldı. Bunlar yapılırken de sık sık insan kopyalamasına atıf yapıldı. Yasal ve etik yönleri tartışıldı. Ama, daha sonra anlaşıldı ki, Dolly ikiziyle tıpatıp aynı değildi ve bazı yönlerden ikiziyle farklılıklar gösteriyordu.¹

X-Change

“*X-Change/Değişim*” adlı film (Yönetmen: Allan Moyle, Oyuncular: Stephen Baldwin, Senaryo: Christopher Pelham, 2000) New York’tan San Francisco’ya iş ortağının cenazesine yetişmek için 1 saati kalan kişinin, hızlı seyahat için zihin-bilinç aktarımını konu alır. New York’ta bulunan kişi, bu işi yapan bir şirkete gider ve kendisinin zihin-bilincini San Francisco’ya, 3000 km uzağa anlaşmalı bir kişiye aktarır. Bu zihin aktarımı yolculuğu dünyanın en güvenli yolculuğu olmasına rağmen, filmin kahramanı için öyle olmaz. Kendi bedeni kötü işler yapan bir konakçının eline geçer. Filmin kahramanının bedeniyle, yüz görünümüyle, ama katil adamın bilinci ile cinayetler işler.

Bu arada, filmin kahramanı, geçici olarak edindiği katil bedenini koruyacağı, yanlış amaçlar için kullanmayacağına dair bir sözleşme imzalamıştır. Tabii, yeni bedeninin çileğe karşı alerjisi olduğu da hatırlatılır ve çilek yememesi yönünde uyarılır. Yeni beden hastalıkları ve alışkanlıklarıyla (hor kullanılmış katil bedeni), yeni bir zihin ve bilinç (kendi bilinci, zihni) bir araya gelir. Normalde sigara içmediği halde sigara içme isteği doğuran bir bedeni olur. Ancak, ödünç verdiği kendi bedenine hiç de öyle davranılmaz. Her şey beklenildiği gibi gitmez.

Bunlar da yetmez ve geriye, kendi orijinal bedenine dönüş zamanı geldiğinde, ödünç aldığı katil olan beden sahibi ortada yoktur. Konakçı olan katil, aslında bir beden hırsızdır. İçine girdiği bedenlerle, cinayet işlemekle meşguldür. Beden bulunmadığından, yasalar gereği, bedeni bulunana kadar kahramanımızın zihin-bilinci geçici bir süre bir robota aktarılır. Bu arada kendi bedenini aramaya koyulur. Ama ortada başka bir sorun daha vardır. Geçici olarak zihninin-bilincinin aktarıldığı robotlar en çok 7 saat yaşayabilmektedir. Bu süre sonunda zihin-bilinç gerçek bedenine geri aktarılamazsa, zihni-bilinci ortadan geri dönüşümsüz şekilde kalkacaktır... Üstelik bu işi yapan şirketin de çok umurunda değildir...

Bugünlerde insan kopyalanmasından sıkça bahsedilmekte ve bu bilimsel/dinsel çevrelerde tartışmalara neden olmaktadır. Bazı ülkelerde bu konuda yasaklar başlamıştır.² *Peki, bir insan beyni ve bilinci tam olarak kopyalanabilir mi? Kopyalanırsa eski beynin bilinci ne olur?*³ Yoksa iki aynı bilinçli kişi mi olacaktır? Eğer aktarılabılırsa, o zaman beynin tüm atomsal dizilimlerinin ortaya çıkardığı bilinç, benzer elektronik yapıların hazırlanması bilinçli olmayı sağlamayacak mıdır? İnsanlardan alınan bilinçler bu elektronik yapılara aktarılabilecek midir? Fizik ve kuantum mekaniği buna izin verir mi? Beynin sinir hücreleri, sinir hücreleri ağından, daha da alt yapı olarak atomlar ve onların etkileşiminden kaynaklanan bir yapı olduğu düşünüldüğünde, beyin için de fizik kuralları geçerli olmalıdır.

Kütle, yük ve spin gibi bütün gözlenebilir iç, özgün özellikleri aynı, bu özellikleri ile birbirinden ayırt edilemeyen parçacıklara özdeş parçacıklar denir. Sistemin fiziksel özelliklerinde hiçbir değişikliğe yol açmadan birbiri ile değiş-tokuş edilebilen özdeş

¹ Cohen P. Dolly's mixture. New Scientist. 4 Sept 1999.

² Green RM. Your Bionic Future: I, Clone. Scientific American. September 1999.

³ Wolciech H. Zurek. Quantum cloning. Schrödinger's sheep. Nature 2000;404:130-131

parçacıklardan oluşan sistemlere özdeş parçacık sistemi denir. Klasik fizikteki makroevrensel parçacıklar (tenis topları, misketler) özdeş olsalar bile, onları numaralayabilir ve hareketlerini izleyerek herhangi bir anda onları ayırt edebiliriz. Mikroevrensel parçacıklar ise çoğu durumda ayırt edilemezler. Kuantum mekaniğindeki hareket denklemi, tek bir parçacık için değil, göz önüne alınan tüm sistem için yazılan Schrödinger dalga denklemidir. Beyin anlaşılacağı gibi özdeş parçacıklardan oluşmaz. Özdeş olan ve olmayan, makroevrensel ve mikroevrensel parçacıklardan oluşur.

Kuantum Kopyalama

Atomların çevresindeki her elektron özdeştir. Bu ilke herhangi bir proton ya da başka parçacıklar için de geçerlidir. İnsan beynindeki bir elektron bir tuğladaki ile değiştirilse, sistem bir bütün olarak öncekinden farklı olmaz. Aynı durum, atomlar ve moleküller için de geçerlidir. Bir insana özelliğini veren ve bilinçli olmasını sağlayan bireysel parçacıklar değil, parçacıkların tümünün dizilişinin ortaya çıkardığı biçim ve etkileşimlerdir. O zaman, beyni oluşturan aynı atom ve atom altı düzeni oluşturan bir kopya ile bilinçleri ikileyebiliriz, istediğimiz kadar çoğaltabiliriz! Ancak, Wootters ve Zurek'in ortaya koyduğu kuantum mekanik hesaplamaya göre, bilinmeyen kuantum durumlarının silinmesi yasaktır. Bu kuantum mekaniğinin *doğrusal* olmasından kaynaklanır. Bu nedenle kopyalama mümkün değildir.⁴ Kuantum işlemleri, daha önce de sıklıkla bahsedildiği üzere, Hilbert uzayında tensor ürünleri olarak ele alınır. Klonlayıcının kendisi H_x , kopyalanacak girdi H_a ve boş kopya da H_b ile sembolize edilebilir. Girdi kubitini keyfi olarak

$$|\psi\rangle_a = a|0\rangle_a + \beta|1\rangle_a$$

şeklinde yazılırken, boş kubit başlangıçta daima $|0\rangle_b$ şeklindedir. Kopyalamayı yapacak kişi başlangıç durumunu $|Q\rangle_x$ olarak kabul eder. İdeal bir kopyalayıcı şunu yapar:

$$|\psi\rangle_a |0\rangle_b |Q\rangle_x \rightarrow |\psi\rangle_a |\psi\rangle_b |Q'\rangle_x \quad \text{Denklem 1}$$

Eğer kopyalayıcı herhangi başlangıç durumunu çoğaltmak isterse, açıkça temel durumu her şeyiyle kopyalamalıdır. Bunun kuantum hesaplamada anlamı şudur:

$$\begin{aligned} |0\rangle_a |0\rangle_b |Q\rangle_x &\rightarrow |0\rangle_a |0\rangle_b |Q_0\rangle_x \\ |1\rangle_a |0\rangle_b |Q\rangle_x &\rightarrow |1\rangle_a |1\rangle_b |Q_1\rangle_x \end{aligned} \quad \text{Denklem 2}$$

Bu denklemler herhangi bir girdi durumunun, lineer (doğrusal) dönüşümünü gösterir.

$$|\psi\rangle_a |0\rangle_b |Q\rangle_x \rightarrow \alpha |0\rangle_a |0\rangle_b |Q_0\rangle_x + \beta |1\rangle_a |1\rangle_b |Q_1\rangle_x \quad \text{Denklem 3}$$

Denklem 1 ve 3 karşılaştırıldığında şu görülür: denklemlerdeki sağ yanlardaki α ve β değerlerinin tümü eşit değildir. Dolayısı ile ideal ya da mükemmel klonlama olamaz.

Peki, neden bilinmeyen kuantum durumunun bir kopyasını silemiyoruz? Kuantum iki bit sistemi (kubit, Q-bit, $|0\rangle$ ve $|1\rangle$) klasik işlemde belirgin farklıdır. Kubit üst üste binme durumu oluşturabilir yani; üst üste binme, kubitin aynı anda hem 1 hem de 0 olduğu bir durumdur. Bu durum; $|s\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ şeklinde yazılabilir. Burada α ve β karmaşık sayılardır ve $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ 'e eşittir. Kuantum C-NOT (kontrollü değil kapsısı) kopya ve aslının sadece belli durumlarında klasik C-NOT ile benzerlik gösterir. Klasik bir bitin (C-bit) kopyasının silinmesi (aslı bulunurken bir kopyası çıkarabilir ve iki aynı kopya olur) mantıksal olarak geri dönüşlüdür ve termodinamik olarak bir fiyatı yoktur. 0 bitin kopyasını baştan

⁴ Wootters WK and Zurek WH, A Single Quantum Cannot be Cloned, Nature 1982;299:802-803.

kurmak için koşullu mantıksal işlem operatörü olarak C-NOT kullanılır. C-NOT kapısı, bir girdinin durumunun kontrolünden dolayı çıktığı ters çevirir. Kuantum C-NOT kapısı, klasik eşdeğerine göre kuantum üst üste binmeden dolayı çok yönlü bir kapıdır. C-NOT belli kuantum durumlarının üst üste binmesine uygulandığında kopyalamayı ya da silmeyi engeller.

Mantıksal durumların her parçası için $|aslı\rangle$ ve $|kopya\rangle$ 'sını göz önüne alarak C-NOT işlemcisi:

$$\begin{aligned} |0\rangle|0\rangle &\rightarrow |0\rangle|0\rangle, & |0\rangle|1\rangle &\rightarrow |0\rangle|1\rangle \\ |1\rangle|0\rangle &\rightarrow |1\rangle|1\rangle, & |1\rangle|1\rangle &\rightarrow |1\rangle|0\rangle \end{aligned} \text{ olarak yazılabilir.}^5$$

Kubitlerin çiftler halinde belirttiklerinde, genel $|s\rangle|0\rangle$ durumunda, kuantum C-NOT aslının bir kopyasını yalnızca üst üste binme olan $|s\rangle$, hem $|0\rangle$ hem de $|1\rangle$ olduğu durumda oluşturacaktır. Genel $|s\rangle$ durumunda bu C-NOT aslı ve kopyası ile dolaşıklık oluşturacak ve $(\alpha|0\rangle+\beta|1\rangle)|0\rangle\rightarrow(\alpha|0\rangle|0\rangle+\beta|1\rangle|1\rangle)$ meydana getirecektir. Bu kopyalama, orijinalinin tıpkı kopyası değildir. Özellikle, $|\pm\rangle=(|0\rangle\pm|1\rangle)$ gibi tamamlayıcı aslı ve kopya durumu ile başlandığında aslı silinecektir!⁶

Roger Penrose da aynı görüşü öne sürer ve orijinal durumu ortadan kaldırmadan “bilincin” bir kopyasını çıkarmamıza kuantum kuramının izin vermediğini belirtir.⁷ Çünkü, ilk durumu bozmadan bir kuantum durumunun kopyasını çıkarmak olanaksızdır. Bir elektronun spin durumunun kopyasını çıkardığımızı var sayalım. Bunu bir kez yapabilirsek tekrar tekrar yapabiliriz. Sonuçta ortaya çıkan sistem, Heisenberg belirsizlik ilkesine göre; konumu çok iyi tanımlanmış (x), ama aynı oranda da büyük bir açısal momentumu (p) olan bir durumdur. Dolayısı ile orijinalini yok etmeye hazırsak, ancak o zaman bir kuantum durumunun kopyasını elde edebiliriz.

Kuantum silme ya da kopyalama problemi, üst üste binme durumunu tekrar düşünmemiz gerektiğini söyler. Bilinmeyen *klasik bir durum*, 0 ve 1 bitlerinin farklı alternatifleri durumunda olabilir. Bilinmeyen bir *kuantum durumu* ise bu alternatiflerin üst üste binmesi durumunda bulunabilir. Klasik bilgiden farklı olarak, bir kopyalama veya silme durumunda, üst üste binme durumunu biliriz. Fakat, üst üste binme bilinmezse, uygun geri dönüş seçilemez. Seçilemediği için de, bilinmeyen kuantum durumu ölçülemez. Nesnel bir ölçüm, gerçekte kuantum durumunun bir kopyasını içeren kopya ya da kopyalama meydana getirir. Dolayısı ile kopya veya silme için durumu bilmeye gerek duyarız. Durumun ölçümünü (bu aynı zamanda bir klondur) yapmadıkça da, kuantum durumunu bilemeyiz.

O halde, Dolly nasıl kopyalandı? Dolly aslında “tam anlamıyla” bir kopya ve aynı zamanda da kuantum nesnesi değildir. DNA'nın atomlarından olmuş olması, cevap oluşturmaz. Burada, klasik dünya ile kuantum dünyası farkı, Schrödinger'in kedisi gibi tekrar devreye girer. DNA çift sarmalının herhangi bir yerinde, hem 0 hem de 1'lerden sorumlu küçük moleküller vardır ve asla iki farklı molekül, kuantum üst üste binme durumlarında bulunmazlar. Üst üste binme durumu olsa bile, sistem ve çevrenin etkileşmesiyle (*decoherence*) hemen engellenir. Aynı zamanda genetik bilgi, DNA'da üst üste binme durumunda kodlanmadığından güvenle kopya edilebilir. Harika kopyalama mümkün olmamakla birlikte, zamanın en iyi ve yaklaşık kopyalaması, aslını ortadan kaldırmadan, silmeden oluşturulabilir. Tam bir kopyalamadan (tıpkısının aynısı) ziyade yapılan bir genetik ikizi oluşturmaktır. Bilindiği üzere, tek yumurta ikizleri aynı bilinç durumunda değildir.

Özetle, ilk durumunu bozmadan bir kuantum durumunun (bilinci oluşturan beynin olası tüm kuantum durumları) kopyasını çıkarmak imkansızdır. Ancak, orijinalini yok etmeye hazırsak, bir kuantum durumunun kopyasını elde edebiliriz. Eğer bilinç kuantum mekaniksel bir ürünse kopyalanamaz. En azından şu an elimizde olan kuantum kuramı buna izin vermez.

⁵ Fuji K. A Lecture on Quantum Logic Gates. arXiv: quant- ph/ 0101054 v1 13 Jan 2001

⁶ Zurek WH. Quantum cloning. Schrödinger's sheep. Nature 2000;404:130-131

⁷ Penrose R. Kralın Yeni Usu-II. Fiziğin Gizemi. TÜBİTAK yay. 1999;148.

Nanoteknoloji ile Bilinci Download Etmek!

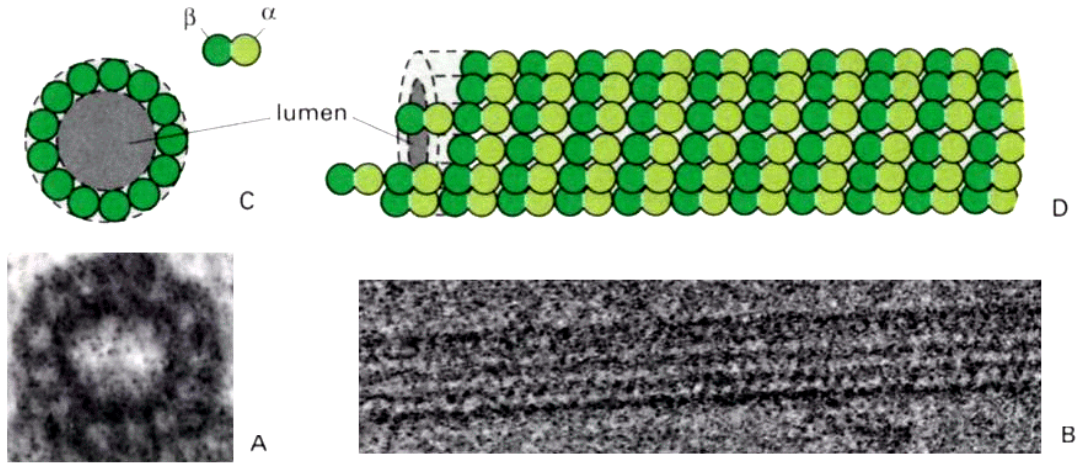
Bilimin uzun tarihi göz önüne alındığında, insan bedeninin mikroskobik hücrelerden oluştuğunu daha 1839 yılında öğrendik. Daha sonraları gelişen teknolojilerle bu hücreler görüntülendi ve tipik olarak büyüklüklerinin 10 µm olduğu tespit edildi. Ancak bilim insanlarındaki karşı konulamaz merak duygusu devam etti ve “daha derine” olan ilgi nedeni ile hücreleri oluşturan daha küçük organcıklar, diğer yapı elemanları tespit edildi. Böylece başlangıçta mikrometre düzeyinde olan ölçümler nanometre (1 nanometre, nm =1 metrenin milyarda biri) düzeyine indi. Nanometreyi anlamak için saç telinin 800 bin, insan kırmızı kan hücresinin ise 7000 nm büyüklüğünde olduğunu hatırlatmakta yarar vardır. Gelişen teknoloji ile artık bir hücrenin hemen her yerinin ölçümlerini bilebiliyoruz. Artık bugün bir amino asitin 0,42-0,67 nm, nükleotidlerin 0,81-0,87 nm, monosakkaritlerin boyutunun 1 nm olduğunu biliyoruz. Buna rağmen alınacak yol uzundur. Çünkü insan bedeni yaklaşık 100 bin farklı molekül içerir. Bedenimizi anlamak için, her birinin özelliklerini ve birbiri ile olan etkileşimlerini ortaya koymak durumundayız.

Gelişen teknolojinin tıbbı yansıması daima çok belirgin olmuştur. Görüntüleme cihazları (tomografi, manyetik rezonans görüntüleme), daha iyi görüntüler elde etmek için kullanılan kontrast maddeler, cerrahilerde kullanılan yardımcı araçlar, yapay solunum cihazlarının ideale yakın çalışır olması teknolojinin yansımalarıdır. Günümüzde yeni ufuklar açacağı düşünülen nanoteknolojinin de tıbbı uygulamalara etkisi çok geçmeden başlamıştır. Buna ek olarak da uzun dönemde gerçekçi ya da hayalî çıkarımlar yapılır olmuştur. Nanoteknolojinin oluşturduğu nano materyallerin tıpta kullanılması biyomedikal nanoteknoloji, nanotıp, biyonanoteknoloji ya da nano-biyoteknoloji olarak yerleşik dile geçmeye başlamıştır. Nanotıp sadece bir bilimsel alanın ya da ülkenin ürünü değildir. Birçok bilimsel disiplinin, matematik, mühendislik, biyoloji, kimya ve fiziğin bir arada çalışmasının ürünleridir. Nanotıp açısından bakıldığında, nano-biyoteknoloji henüz çocukluk çağında ve hatta belki yeni doğan döneminde bir bilimdir.

Biyolojik materyallerle nanomateryeller arasında sıkı bir benzerlik olması her ikisinin bir birinin yerini tutabileceği düşüncesini doğurmuştur. Örneğin, kendi kendini düzenleyen DNA bir çeşit nanotüp süper moleküler yapıdır ve nanotüplere yapısal olarak birçok benzerliği vardır. Ancak, bu benzerlik daha çok yapısaldır ve işlevsel olarak aynı özellikleri elde etmekten çok uzaktayız. Dolayısı ile her yapısal benzerliği işlevsel benzerlik olarak yorumlamamak gerekir. Nanomateryeller, adının da çağrıştırdığı gibi nano ölçektedirler. Bu materyaller tek boyutlu (ince bir film tabakası gibi), iki boyutlu (nanotüpler ve teller) ve üç boyutlu (nanoparçacıklar ve küreler) olarak yapılabilirler.

Biyomimetikler, bedendeki bir doku, hücre yapısı ya da parçasının benzerinin nanoteknoloji ile yapılıp, onun yerine kullanılmasıdır. Nanoteknoloji ile sadece mühendislik kısmı yapılmasına karşın, devreye giren nano-biyoteknoloji ile de işlevsel olarak da aynı görevi yapması sağlanır. Son zamanlarda üzerinde çalışılan yapay kan bunlardan biridir. Yapay kan hücreleri henüz teorik olarak vardır ve ‘respirosit’ (*respirocyte*) olarak isimlendirilmişlerdir. Respirositler 1 mikron çapında köşegen yapılardır ve normal kırmızı kan hücrelerinden 236 kez daha fazla oksijeni dokulara taşırlar. Yapı olarak 18 milyar atomdan oluşurlar. Atomların dizilimi elmastaki gibi tabakalıdır ve atomlar da genelde karbon atomlarıdır. Bu yapısı ile 9 milyar oksijen ve karbondioksit molekülü taşır. %50’si respirositten oluşan 5 ml sıvının taşıyacağı oksijen ve karbondioksit, bedenimizde bulunan 5500 ml kanın taşıdığı ile eşdeğerdir. Kanımızın bir litresini eğer respirositlerle değiştirecek olsak, taşıdığı oksijenin çok fazla olması nedeni ile nefes alıp vermeden yaklaşık 4 saat soluğumuzu tutabiliriz. Respirositler normal kan ihtiyacının olduğu her durumda kullanılabilir gibi, uzun dönemli insan dondurma durumlarında (*cryonics*) damar içi sıvı ve kanı değiştirmede de kullanılabilirler.

Bütün bunlara ek olarak insanın yaşamının esas istediği uzun yaşamak ve belki de ölümsüzlüğe ulaşmaktır. Nano-biyoteknoloji ile yaşlanan ve eskiyen organ ve dokularımızın yerini yapay olarak yapılmış yenileri almaya başlayacaksa, ölümsüzlük çok uzak değil demektir. Yapılan nano-biyoteknolojik bu yapılar zamanın önüne set çekebilir.



Şekil. Sinir hücrelerinde bulunan mikrotübüllerin ayrıntılı yapısı. Üstte şematik (C-D), altta gerçek elektron mikroskopik görüntüler (A-B). Her mikrotübül 25 nanometre çapındadır ve tübülün denilen daha alt parçacıkların uzunlamasına dizildiği, 13 zincirden oluşur. Uzunluğunca tipik bir nano tüpü andırır. Bunlar bilincimizin doğduğu yerler ise nanoteknoloji bilinçli makineler oluşması için atılan ilk adımlardır.

Eğer ölümsüzlük bir gün gerçek olacak ise, bunun alt yapısı nano-biyoteknoloji ile atılacaktır. O zaman kişilerin zihin-bilinç, duyu durum ve tüm kişilik özellikleri, nano-biyoteknolojik yapılara yüklenebilir (download) hale gelecektir. Böylece yaşlanan bedenlerdeki tüm kişilik özellikleri yeni bir nano-biyolojik bedene aktarılabilir. Bunu yapmak için hiç ilgisiz bir alandan veriler gelmeye başladı bile. Roger Penrose ve Stuart Hameroff'a göre insanda bilincin ortaya çıktığı yer sinir hücreleri içindeki bu nanotüp yapısındaki mikrotübüllerdir (geleneksel anlayışa göre sinir hücrelerinin oluşturduğu ağ yapısı). Bu yapılar "hüresel iskelet" olarak adlandırılır. İçi boş silindirik şeklindeki bu nanotüpler 25 nm çapındadır ve uzunlukları çok farklı olabilir. Her mikrotübül, dış kısmı su tarafından izole edilen bir nanotüpe benzer. Uzunlamasına düzenlenmiş 13 ipliksel yapının bir araya gelmesiyle oluşur. Her ipliksel yapı da tübülün dimeri denilen daha alt nanometrik yapılardan oluşur. Her tübülün 8 nm'dir ve birbirinden çok az farkı olan 4 nm'lik alfa ve beta yapısından meydana gelir. Penrose ve Hameroff'a göre bu nano tüplerin üzerinde bulunan tübülün denilen küçük yapılar 'kuantum nesnel indirgenme' veya bir çeşit kuantum bilgi işleme/hesaplama ile bilinci doğururlar. Yani bizi bilinçli yaparlar. Gelişen nano-biyoteknoloji ile bu tüpçüklerin benzerlerini yapabiliriz. O zaman nano-biyoteknoloji yardımı ile bunların kullanılması ile yapılabilecek bilinçli makineler ve hatta *download* edebileceğimiz zihinler ya da bilinçler çok uzakta sayılmaz. Ancak nano-biyoteknoloji araştırmalarında Tanrı'yı oynarken dikkatli olmalıyız. Kendimizi kaybedebiliriz!

“Zamanı ölçmeye kalkarsanız onu ölçsüz ve ölçülemeyen olarak bulursunuz. Zamanı ırmak yapar ve başında oturup akışını seyredersiniz.”
Halil Cibran

“Dün hatıra, yarın hayal, bugün ne? İki renk arası bir çizgicik pay.”
N.F. Kısakürek

“Kendi tecrübelerimizin yarattığı sürekli var oluşta yaşıyoruz.
Kendi başına zaman yoktur.”
Lucretius, MÖ 95

4. Boyut Zaman ve 5. Boyut Bilinç ile İlişkisi

Evrenin doğum sancısı 13,7 milyar yıl kadar önce, büyük patlama ile başladığında, zaman da ortaya çıktı. Zamanın büyük patlama ile başlamadığını öne sürenler de vardır. Ilya Prigigone ve Stephen Hawking’e göre büyük patlamadan önce zamanın olmadığı konusunda bir yorumda bulunamayız. Hatta Prigigone’a göre patlamadan önce de olasılıkla zaman vardır ve büyük patlama bu zaman içinde oluşmuştur. Modern bilimden önce de benzer ifadeler kullanılmıştır. Augustine (MS 354-430) “Evrenin zamanda değil, ama zamanla eşzamanlı olarak yaratıldığını” yazar ve “Zaman, aynen bir ırmak gibi oluşan olaylardan yapılmıştır ve akıntısı güçlüdür; bir şeyin görünmesiyle sürüklenmesi birdir” der. Thomas Aquinas zamanı, “önce ve sonra içinde olan hareket ve art ardalıkların sayılması, ölçülmesidir” diye tanımlar ve zamanı yaratılışla başlatarak, başlangıcı olduğunu söylemekle zamanın sonu olduğunu dile getirir.¹

Genel görelilik, uzay-zaman oluşturmak üzere, zaman boyutunu uzayın üç boyutu ile birleştirir. Bu kuram, uzaydaki madde ve enerji dağılımının, uzay-zamanı büktüğünü, bu nedenle uzay-zamanın düz olmadığını söyler ve kütle çekim etkisini de içine alır. Uzay ve zaman ayrılmaz bir bütün olduğundan, büyük patlamadan hemen sonra uzayın oluşumu ile beraberinde zaman da ortaya çıkmış oldu. Geçmişe doğru bakıldığında ve gidildiğinde madde yoğunluğunun sonsuz olduğu “tekilliğe” gidilir ve zaman kaybolur. Augustin’e, Tanrı’nın yaratılıştan önce ne yaptığı sorulduğunda, yanıt olarak “zamanın kendisinin Tanrı’nın yaratılışının bir parçası olarak oluştuğunu, bu nedenle basitçe önce olmadığını” belirtir. Bazıları ise “işine fazla karışanlar için cehennemi hazırlıyordu” ifadesini ona mal ederler.

Neden ve etki, zamana ait kavramlardır ve zamanın var olmadığı durumda uygulanamazlar. Zaman daima, sebep olunmuş olan şeyden önce var olmalıdır.² Evren var olmasa da, var olacağı kabul edilen zamanın sonu ve başlangıcı yoktur. Çizgisel ve sürekli bir niteliği vardır. Zamanın büyük patlamayla başladığı bir spekülasyondur ve büyük patlamanın zamanın değil, evrenin başlangıç noktası olduğu, öncesinde olan kararsızlık ortamında zaman diye bir kavramın olamayacağı öne sürülür. O dönemde zaman olsun ya da olmasın, bilinçli bir beyin olmadığından, belki zaman algısı önemli değildi. Bilinçli bir insan beyninin ortaya çıkışı ile birlikte zamanın gerçekten var olduğu hissedildi.

Uzay ve zaman, bütün fiziksel olayların ortak sahnesidir. Olaylar bir zaman ve üç uzay koordinatıyla sembolize edilerek çözümlenirler. Yani evren, geometrik yapıdan ziyade uzay-zamansal yani “kronogeometrik”dir. Bu nedenle, zaman uzaydan farklı olarak ele alınamaz. Sadece zaman ya da uzay ifadesinden ziyade uzay-zamandan bahsetmek gerekir. Bu hem fizik hem de beyin için geçerlidir. Zaman genişleyebilir, bükülebilir, durabilir. Bunları uzayla ilişkisiyle oluşturur. Uzay-zamanın karşılıklı ilişkisine bakıldığında, zamanın her saniyesi, uzayın 180 bin mili değerindedir.

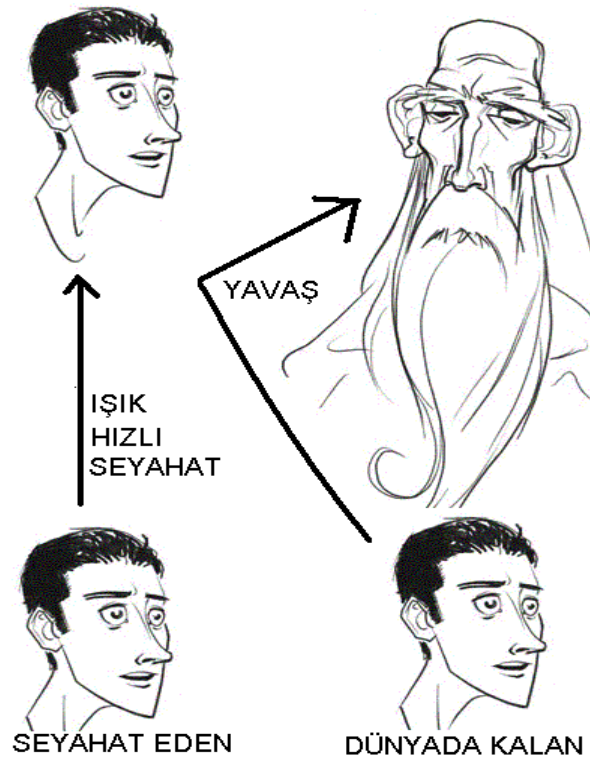
¹ Çüçen AK. Ortaçağ Felsefesinde Zaman Kavramı. Felsefe Dünyası Dergisi 1996;20: 78-79.

² Davies P. Tanrı ve Yeni Fizik. İm yayınları, 1995:61;94;96

Stephen Hawking ise üç değişik zaman okunun varlığından bahseder;³ 1. Termodinamik; entropinin arttığı zaman yönü, 2. Psikolojik; bizim zamanın geçtiğini hissettiğimiz yön, 3. Kozmik; evrende sürekli artan zaman oku. Ancak, görelilik teorisine göre, zaman kişiden kişiye farklı olabilir. İki şeyin aynı anda olduğunu düşünüyorsanız, bu sizin kanınızdır; başka birisi olaylardan birinin diğerinden önce olduğu sonucunu çıkarabilir. Bu nedenle, “aynı anda olma” durumu, öznel bir izlenimdir. Evrensel olarak, “şimdiki zaman” kavramı yoktur. İnsan beyninin şimdiki konumu ile bir anlam ifade edebilirlerse de, evrendeki her yere bu “şimdi” uygulanamaz.

İkizler paradoksu zamanın hem nesnel hem de öznel olarak nasıl farklı akış gösterdiğini anlamak açısından ilginçtir. Yüksek hızlarda giderken sadece saatler yavaşlamaz, aynı zamanda canlı ya da cansız tüm süreçler ışık hızına yaklaşıldığında yavaşlar. Yani kalbimiz ve biyolojik saatlerimiz de yavaşlar. Bir ikizimiz olduğunu ve onu ışık hızına yakın hızda uzayın derinliklerine seyahate gönderdiğimizi düşünelim. Geri döndüğünde kardeşinden daha genç olacaktır. Sahip olduğu tüm saatler (kalp atımları, kan dolaşımı, beyin dalgaları...) dünyadaki *gözlemci* kardeşine göre gezi sırasında yavaşlamış gözükcek, fakat geziye çıkan kişi hiçbir olağan üstü durum hissetmeyecektir. Ancak, dünyaya döndüğünde ikizinin kendinden daha fazla yaşlandığını görecektir.

Işık hızının %80'i hızında hareket eden bir parçacık, yavaş hareket eden “ikiz” kardeşine göre 1,7 kat daha uzun yaşar. Işık hızının %99'u kadar hızda hareket eden parçacık ise, diğerlerinden yaklaşık 7 kat daha uzun yaşamda kalır. Ancak, burada parçacıkların içsel ömür sürelerinde bir değişme olmaz. Parçacık açısından bakılacak olursa, sahip olduğu ömür süresi yine aynı olacaktır. Ama dışsal gözlemci, parçacığın içsel saatinin yavaşladığını ve ömrünün uzadığını tespit eder.



Şekil. İkizler paradoksu hem nesnel hem de öznel zamanın farklı aktığının bir göstergesidir. Hareket halindeki gözlemci ile hareket halinde olmayan kişi arasında da zaman genişmesi ortaya çıkar. A ve B gözlemcisi düşünelim. A hareketsiz ve B hareket halinde ise, B tarafından ölçülen t_0 zaman aralığında ve A gözlemcisine göre

$$t = t_0 \left(\frac{1 - v^2}{c^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

kadar zaman farkı oluşur. Burada t_0 başlangıçtaki ortak zaman, c ışık hızı, t ışık hızına yakın seyredilen hızda oluşan zaman farkıdır. Seyahate giden ikizi (solda-hızlı) ışık hızının %75'i ile seyahat edip 37. yaş gününde dünyaya geri dönse kardeşini 57 yaşında bulur (sağda- dünyada kalandaki yaşlanma).

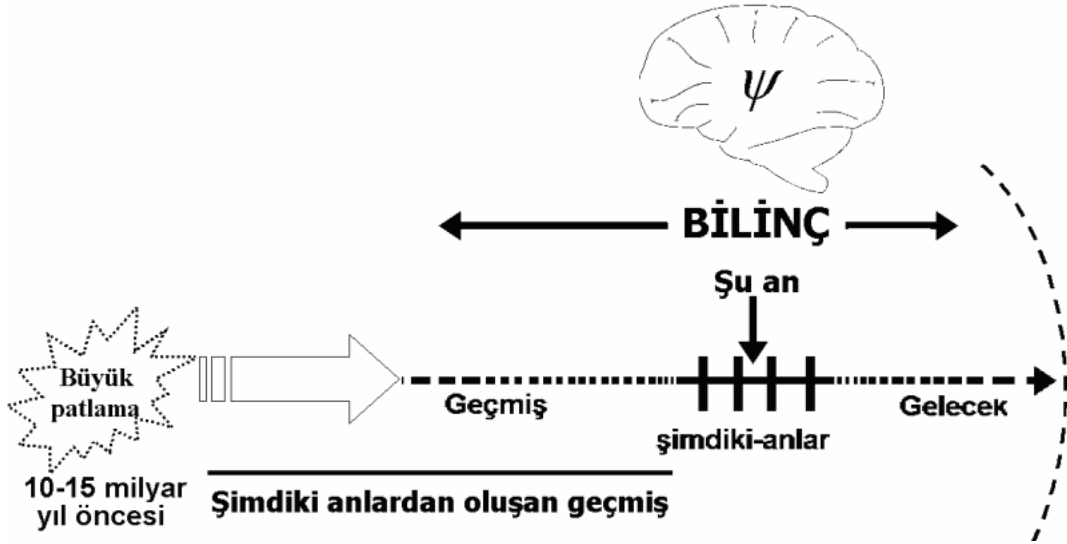
Bilinç ve Zaman

Günlük hayatımızda, düşüncelerimiz ve eylemlerimiz büyük oranda zaman algısına bağlıdır. Hayatımızı oluşturan olaylar dizisini bir sıraya sahipmiş gibi hissederiz. Doğarız; bebeklik, çocukluk, erişkinlik ve yaşlılık dönemi yaşarız. Bu akış yönünden

³ Hawking S. A Brief History of Time, s:145

dolayı doğrusal bir zaman yaşadığımız gibi mantıklı bir sonuca ulaşırız. Zamanın okunu ruhsal yapımızda hissederiz.

Çevremizdeki nesne ve olayları bir düzene sokmak için uzay ve zaman tasarımlarımız doğanın anlaşılmasında hayati öneme sahiptir. Bir birey olmak ve benlikten bahsedebilmek için yaşantının sürekliliği şarttır. Süreklilik, düşüncelerimizi oluşturur ya da tersi. Bu zaman cetveli, kişiden kişiye değişir ve süreklilik zamanın var olmasıdır. Düşüncelerimiz ise düşünen ve bilinçli bir beynin varlığını gerektirir. Yani, bilinçli bir insan beyninin varlığı, bir ölçüde zamanın ve diğer boyutların varlığını anlamlı hale getirir. Diğerlerinin yanında olmazsa olmaz gibi durur. Bazılarının iddia ettiği gibi zaman 5. boyutu oluşturur.



Doktorlar her gün hastalarla konuşurken onların öykülerini, şu ana kadar olan geçmiş olayları, o an muayene bulgularına bakarak şimdiyi değerlendirir ve geleceğe yönelik ön tahmin ve ön tanımlara varır. Hastanın durumu bir bakıma uzay-zaman ilişkisi içinde değerlendirilir. Zamana uyumun bozukluğu bazı hastalıklarda sık olarak karşımıza çıkar ve “nörolojik görelilik” olarak değerlendirilebilir. Bilinçli varlıklarda, uzay-zamanın var olması büyük oranda sinir sistemi ve beynin algılamasına bağlıdır. William Goddy’nin deyişiyle; “Beyin uzay ve zamanın eşitliği için bir organ olarak görülebilir, bu nedenle uzay-zamanın var oluşu için esas mekanizma sinir sistemidir.”⁴ Carl Jung da bu ilişkiden bahseder: “Psişik varlığımızın en azından bir parçasının, uzay ve zamanın göreliliği tarafından tanımlandığı düşüncesindeyim.”

Rüyalarımızda zamansızlık yaşarız. Oysa, aynı rüyanın gerçek dünyada gerçekleşmesi birkaç saati alır. Uykuyu esnasında hem geçmişe hem geleceğe erişmemize izin veren zamansızlık ve mekansızlığı deneyimleriz. Uykuya, zamanı ve uzayı yanımıza almadan gireriz. Hem zamanı hem de uzayı tam olarak beynimizin dışında bırakırız. Uyandıığımızda ise günlük zaman akışı içine gireriz ve rüyamızı bu zaman akışı içinde bir noktaya yerleştiririz. Ama, gördüğümüz rüya, günlük zaman akışı içinde bir bölgede sıkıştırılmış bir rüyadır. Çünkü içeriğini, normal günlük yaşamda deneyimlemek saatler ya da günler alabilir.

Zaman ve bilinç arasındaki en önemli ilişki, zamanın ne ölçüde bilinçli yaratıkların varlığına bağlı olduğudur. Birinin “şimdi” sözünden bahsetmesi, olayın kişinin bilincinin şu andaki durumuyla ya da bu sözün söylendiği an ile eşzamanlı olduğunu belirtmek anlamına gelir. Böylece, bilinçli varlıkların yokluğunda geçmiş, şimdiki ve gelecek zaman kavramı yoktur. Zaman algısı her zaman yaşanan zamanı kapsar. Kişi geçmişe dönüp ya da geleceğe gidip, yaşanmış ya da yaşanacak olayların zamanı algılayamaz.

⁴ Handbook of Clinical Neurology. Ed. PJ Winken, GW Bruyn. Disorders of Higher Nervous System Activity. Chapter: William Goddy. Disorders of the time sense. Vol:3. North-Holland Pub Co. 1969;229-250.

Farklı ruhsal durumlar altında zaman akışı farklı algılanabilir. Kişinin yapmaya istekli olmadığı iş, gerçekte olduğundan daha uzun süreli algılanabilir. Einstein'ın deyimi ile "kızgın bir sobanın üstünde geçen iki dakika ile sevgilinin yanında geçen iki saat aynı değildir". Uyanıklık durumuna göre, uyku ve anestezi altında zaman daha kısa algılanır. Uyarıların azalması durumunda yaşanan olaylardaki değişiklik düzeyi son derece düşük olduğundan, zaman duygusu ve algısı baskılanır. Yani, zaman akışı algısı hızı tam olarak öznelidir.

Doğrusal zaman, yaşamımızın büyük bir bölümünü kapsadığı için, zamanın başka biçimde var olacağını kavramak oldukça güçtür.⁵ Zaman akışını hissetmek bilinçli farkındalığın sonucudur. Normal bilinç biçiminde zaman doğrusaldır. Zaman aslında doğrusal akmaz. İçinde durağan olayların yerleştiği, sabit bir uzay zamana sahibiz. Algılarımızdan dolayı zamanı "akar" algılarız. Akan sadece bizim düşüncelerimiz ve bilincimizdir. Sıralama, öznelliğimizle zorla kabul ettiğimiz bir şeydir.⁶ Bu akış zihnin varlığına bağlıdır. Bütün günlük düşüncelerimiz, umutlarımız, korkularımız, inançlarımız şimdi ve gelecek üzerinde şekillenir.

Bilinçli duyularımızdan belki de en önemlisi, zamanın ilerleyişini duyumsayarak, şu an, geçmiş ve gelecek beklentimizin olmasıdır.^{7,8} Geçmişe ait bilgimiz daha önceki deneyimlerimizi imgelememizden kaynaklanır ve geçmişe ait bu imgeler, geçmiş bir yaşamda "şu an"ı oluşturan beynimize kayıtlanmış imgelerdir. Şu anı yaşayarak oluştururuz ve onu geçmiş dediğimiz dosyalara-anılarımıza kaydederiz. Şimdiki zamanı, geçip giden zaman olarak sürekli yaşarız. Yani, hep şimdi içindeyizdir. Geçen her anla şimdi, geçmiş olur ve gelecekle yer değiştirir. Geçmiş, şimdiki ve geleceği içerir ve birbirini izleyen olayların ardışıklığından oluşur.

Geçmiş

Geçmiş, gelecek ve şu anın kalıntılarıdır. Zaman, şimdiki zaman olarak akıp gider ve bu akıp gitmişliğe geçmiş deriz. Geçmiş zaman dediğimizde, hakkında bir şey bildiğimiz ve bilebileceğimiz olayları düşünürüz. Geçmişin ve beraberinde zamanın varlığı tamamen belleğimize bağlıdır. Bir anda tüm belleğimizin silindiğini düşünürsek geçmişimiz ve geçmiş zaman kavramı da ortadan kalkar. Geçmişimiz ve deneyimlerimizin ortadan kalkmasıyla "ben" olma duygumuzu kaybederiz. Geçmişin bir yerlerde olduğunu sürekli olarak duyumsarız. Ama bu duyumsama öyle güçlüdür ki, geleceğin de bir yerlerde var olduğunu düşündürterek, bizde "kader inancı" oluşturur. Zamanın geçmişe akışı tamamen zihindedir. Eğer, anılarımızı ardışık deneyimlerle kaydetmemiş olsaydık, bir zaman akışından bahsedemeyecektik. Şu anki yaşamımızda olduğumuzu düşünemeyecektik. Geçmiş, geçmiştir ve artık onun üzerinde bir etki oluşturamayız. Uzak ve yakın geçmiş birbirinden farklıdır. Her ikisi, yaptıklarımız ve seçimlerimizi nedensel açıdan aynı derecede etkilemez. Yakın geçmiş, uzak geçmişin yapamayacağı kadar zorlayıcı tesir oluşturur.

Şimdi

Gerçekliğin "şu anki" anıdır. Yani, eski dilde "lahza"dır. Aslında şimdi çok küçük bir zamandır. Beynimizin anlık farkındalığıdır. Evrensel bir şimdi yoktur. Şu an bu satırları okurken Güneş'te neler oluyor derken, düşüncelerimizdeki şimdiki zamanla, Güneş'te olan olaylar eşzamanlıdır. Ama eğer benim şimdiki zamanımda Güneş patlamayla yok olsaydı, Güneşin şimdisiyle benim şimdiki algısal olarak, benim şimdiki 8 dakika sonra ortaya çıkacaktı. Ya da daha uzak Andromeda galaksisindeki bir patlamayı şu an düşünmüş olsaydım, bundan dört yıl sonra haberim olacaktı. Oysa, ben onun yok olduğunu gördüğümde o zaten dört yıl önce yok olmuştu. Şimdi, geleceğe doğru ilerleyebilir, ama gelecek de geriye doğru, şimdikiye akabilir. Şimdi bazen çok yavaşlayarak, geleceğe akışı ağır çekim haline sokar ya da geleceğin şimdikiye ulaşmasının önünde direnç oluşturur. Örneğin, çok acı çekerken yaşadığımız "şimdi" algılamasını düşünün. Bir de "sevgilinin yanındayken" yaşadığımız şimdi algısını ve geleceğin şimdikiye doğru akmasını. Şimdiki kısa süreli belleklerimizde kaydederek,

⁵ Ornstein RE. Yeni Bir Psikoloji. İnsan Yay. İst. 1990.

⁶ Penrose R. Kralın Yeni Usu, Fiziğin Gizemi. TÜBİTAK yay. 1999.

⁷ Cook JE. Correlated activity in the CNS: A role on every time scale? Trends Neurosci 1991;14:397

⁸ Brown JW. Psychology of time awareness. Brain Cognit 1990;14:144-164.

daha sonraki şimdiler geldiğinde onları uzun süreli belleklerimizle aktararak geçmiş oluştururuz. Düşüncelerimiz ve var olan “ben”imiz, büyük oranda kaydettiğimiz geçmişlerimizle var olan şimdilerimizle oluşur.

Gelecek

Şimdiye kadar herhangi bir şekle girmemiş zamandır. Onu değiştirebileceğimizi ve etkileyebileceğimizi düşünürüz. Ama ondan bahsederken bile şimdiye dahil olur ve geçmişe doğru yolculuğuna devam eder. Gelecek, geçmiş ve şu anla bir aradadır. Yarı gelir ve bugün olarak adlandırılır. Bugün de dün halini alır. Gelecek, şimdi içinde şekillenerek, beynimizdeki sinir hücresi ağlarında deneyim olarak kaydedilir, geçmişe bırakılır. Şu anki içsel durumlarımız, beklentilerimiz ve hazırlıklarımızla gelecek zamanın nasıl olacağını kısmen tahmin edebiliriz. Ama, benim geleceğim, başkasının geçmişi olabilir. Tıpkı Andromeda’da olan bir patlamayı dört yıl sonra algılamak gibi. Gelecek önceden bilinmez olmasına rağmen, kuralları olan sistemlerde gelecek durumlarla ilgili sağlıklı çıkarımlar yapılabilir. Örneğin, gezegenimiz, Ay ve Güneş, başlangıçta belirlenen fizik kuralları gereğince, belli bir hız ve yöne doğru hareket ederler. Biz bu hareketlerin kurallarını tespit ederek gelecekte (ve geçmişte) olabilecekleri durumu önceden bilebiliriz. Bu belli ölçülerde evrenin belirlenimci olmasından kaynaklanır.

Kronobiyoloji

Bilinçli algılama ve zaman arasındaki ilişki 1920’lerde sinirbilimciler tarafından literatürde işlenmeye başlandı. Bilginin zaman akışı içine yerleştirme yeteneği bilincin oluşumu için bir ön ihtiyaç olarak görüldü. Zaman algısında değişikliklerin ortaya çıktığı farklı beyin hastalıklarında gözlenmişti. A. Gruenbaum (1929), bir hastasında 30 yılın 3 yıla sıkıştırıldığı, ancak olayların ardışıklığının bozulma göstermediğini tespit etti. Sadece normal zamanla karşılaştırıldığında, kronoloji 10 kat azalmıştı. Yine 1932’deki bir makalede E. Grünthal bir hastanın zaman algısını hissetmediğini ve saate bakmadan zamanı bilemediğini bildirdi. Bu olguların bazılarında parietal korteks etkilenmişken, bazılarında beynin trafo merkezi olan talamus hasarları neden olarak görünüyordu. Hastaların günü ya da yılı bilmesi imkânsızdı. Bu durum “*chronotaxis*” olarak adlandırılmıştı.⁹ Yine o dönemlerde, aşırı alkol kullanımına bağlı beyni yozlaşmış Korsakoff hastalarından elde edilen bilgilerle, hastaların zamanın parçalarına sahip olduğu ve olayları doğru olarak zamansal sıralayamadıkları ortaya konuldu. Oysa, bu hastalar uyanık ve çevrelerinin tam olarak farkındaydılar.

İnsanlarda biyolojik ve mekanik farklı zamansal ölçümler vardır. Henri Bergson, dışımızdaki fiziksel zaman ile içsel zaman hissimiz arasında fark olduğunu erken fark edenlerdendir (1889). İçsel saatimiz saatlerin ölçtüğünden farklıdır. Bergson bunu “*durée*” olarak adlandırır ve şimdi, şimdiki zamanın özdeğeridir (*eigenvalue*).

Ülkelerin kullandığı, günlük aktivitelerin uyum içinde yapılmasını amaçlayan ve kolumuzdaki “saat”le temsil edilen bir saat ve kişisel olarak içimizde bulunan “içsel saat ya da biyolojik saat”imiz vardır. Ülke zamanı (ÜZ), diğer zamanların değerlendirimi için referans olarak alınır ve düzenlidir. Kişisel zaman (KZ) ya da biyolojik içsel saatimiz ise o kadar düzenli değildir. Günlük kaymalar gösterir ve kişiden kişiye de farklı olabilir. Bundan dolayı ÜZ’na gerek duyulur.¹⁰

Bedenlerimizde ritmik olarak çalışan sinir sistemine ait ve sinir sistemi dışı birçok olay vardır. Sinir sistemi başlı başına bir saat olarak çalışır. Bunu en basitinden aksiyon potansiyelinin “hep ya da hiç” prensibine göre çalışması ve uyarılamaz bir dönem içermesiyle örnekleyebiliriz. Bunun yanında hareketli ve duyuşal işlemler tamamen zaman boyutunda işlenerek ilişkilendirilir ve içimizdeki saatin tik-takları ile oluşan, 25 saatlik günlük ritmimiz buna güzel bir örnek teşkil eder. Ancak, bu ritim her gün yaklaşık bir saat ileri kayar. İçsel saatin 25 saati ile ülkesel 24 saat birbirine yakın olmasına karşın, bu yakınlık bazen ileri derecede kaymalar gösterebilir. Bu kaymalar değişik şekillerde olabilir:

1. KZ ve ÜZ’nin her ikisinde de bozulmalar oluşabilir (koma durumunda)

⁹ Markowitsch HJ. Cerebral bases of consciousness: A historical view. *Neuropsychologica* 1995;33:1181-1192.

¹⁰ Handbook of Clinical Neurology. Ed. PJ Winken, GW Bruyn. Disorders of Higher Nervous System Activity. Chapter: William Goddy. Disorders of the time sense. Vol: 3. North-Holland Pub Co. 1969;229-250.

2. ÜZ'nin farkında olunmaz, KZ normal kalır
3. ÜZ hızlı akar ama KZ'nin yavaş ya da durağan olduğu hissedilir (ileri bunama durumlarında)
4. KZ yavaş akar ve ÜZ belirgin olarak yavaş/durağan kalır (depresyon durumunda)
5. KZ hızlı geçer ve ÜZ yavaş/durağan akar (bunama durumlarında)
6. KZ yavaş aktığını hisseder ve ÜZ'da yavaş akar (depresyon, Parkinson hastalığı).

Aşırı neşe hali ve bu durumun hastalıklı hali olan manik atak durumlarında, uykuda, mutluluk anlarında ve cinsel ilişki esnasında KZ hızlıdır. Bu durumda, ÜZ yavaşlamış hissedilir. Hibernasyon, yorgunluk, kendini iyi hissetmeme durumları, ağrı, korku ya da tiroit bezinin az çalışması (*hipotiroidi*) durumlarında ise davranışlarda ve kişisel zaman akışında belirgin yavaşlama ortaya çıkar. KZ daha yavaş akar. Bu nedenle KZ, ÜZ'ye eşittir veya ÜZ daha hızlı akar. Bunamada (*demans*) ise KZ ve ÜZ değişebilir. Yokluk (*absans*) ve tüm bedeni etkileyen büyük sara nöbetleri, hem KZ hem de ÜZ hakkındaki farkındalığı ortadan kaldırır. Uyku felci denilen durumda adeta zaman durur. Bu esnada kişi ne konuşabilir, ne hareket edebilir, ne de çılgın atabilir. Kişi, bilinci yerinde olmasına karşın bir türlü hareket edemez ve tam bir felç hali vardır. Korku ile birlikte zaman durur... Kendine geldiğinde sanki saatler geçmiştir. Ama geçen 30-50 saniyedir. Bellek kaybı olan amnezide ise, kişisel ve ülke zamanı hissi ve bellek kaybolur. Şizofrenide zamansal karışıklık ve zamanda sıkışma ortaya çıkar. Bu durumlarda pozitif ya da negatif yönde KZ ile ÜZ arasında farklılıklar görülür.

Bazı hastalıklar ise, yılın belli dönemlerinde ve hatta belli saatlerinde ortaya çıkarlar. Klein-Levin sendromu (aşırı uyuma, aşırı yeme ve aşırı seksüel düşünceler ile seyreden bir hastalık), gündüz uyku atakları ile seyreden narkolepsi, küme baş ağrısının içsel biyolojik saat bozukluğundan kaynaklanır. Küme baş ağrılı hastaların çoğunluğunda, yılda bir veya iki küme devri vardır. Her biri bir-üç ay arasında sürer. Küme devirlerinde sıklıkla, kesin bir yıllık 24 saatlik döngüsel ritim görülür. Bazen ağrı neredeyse günün belli saatlerinde, örneğin gece 22:00'de veya sabah 09:15'te ortaya çıkar. Genelde ağrı dönemleri yılın aynı aylarında-mevsimlerinde ortaya çıkar.

Şizofreni hastalarında genelde şimdiki zamanda uzama ve genişleme hissi olurken (zamanın durması gibi), nevrotik durumlarda zamanın yapısının sağlam kalmasına karşın, yalnızca geçmiş ya da gelecek üzerine aşırı bir odaklanma oluşur. Geçmiş üzerine aşırı odaklanma genellikle suçluluk duyguları ile birlikteyken, ağır depresyonda geleceğin bütünüyle yitmesi görülür. Mani hastalarında ise daha çok geçmişin kaybı olur ve zaman olduğundan hızlı akar.

Zaman Algısının Sinirsel Temeli

Zaman algısı beynin birçok alanını ilgilendirir. Olayların ardışık sıralandığı bellek kısmı, karar vermelerin yapıldığı önbeyin (*prefrontal*) bölgesi, olayların ardışık yapılmasını sağlayan beyincik... Beyni açtığımızda içinde doğrudan bir saat bulamayız. Hepsi bir bütün halinde çalışan ilgili beyin alanları, dış dünyanın döngüleri yardımıyla da kendi içsel zamanlarında ince ayarlar yaparlar. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, alın ve parietal lob, beyincik ve derin beyin yapılarının (*bazal ganglion*) zaman algısı için önemli olduğu tespit edilmiştir. Derin beyin çekirdekleri ve beyincik ardışık zamansal birimleri kodlamasına karşın, önbeyin ve parietal lob çalışan bellekte öznel zamanın sürekliliği ile dikkati sürdürmeyi sağlar. Önbeyin zamanın algılanmasına ek olarak, zaman aralıklarının karşılaştırılmasını da sağlar.¹¹ Bazı çalışmacılarca, çalışan belleğin dördüncü boyutu olarak da kabul edilir.¹² Literatürde zaman aralıklarının algılanması ve değerlendirmesinin bozulduğu beyin hasarı olan vakalar bildirilmiştir. Genellikle bu hastalarda sağ beyin yarıküresinde, önbeyin bölgesinin arka kısmında (*dorsolateral prefrontal*, alan BA 46/9) hasarlar tespit edilmiştir.¹³ Bu bölge beyincik, derin beyin

¹¹ Mangels JA, Ivry RB, Shimuzu N. Dissociable contributions of the prefrontal and neocerebellar cortex to time perception. *Cogn Brain Res* 1998; 7:15-39.

¹² Harrington DL et al. Cortical networking underlying mechanism of time perception. *J Neurosci* 1998;18:1085-1095.

¹³ Koch G et al. Selective deficit of the time perception in a patient with right prefrontal cortex lesion. *Neurology* 2002;59:1658-1659.

yapılarından sıkı bağlantılar alır. Ancak, zaman algılamadaki bozulmanın, bu bölgenin saat gibi çalışmasından ziyade, dikkat vermedeki zayıflama ile ilişkili olabilir.

Önbeyin kabuğu bağlantısı olan medial talamusta meydana gelen bir hasar, aynı zamanda anılara ayrılan yer-zaman açısından da hatalara yol açar. O an konuşulan ve düşünülen şeylerle ilgisiz olan anılar, yerli yersiz, bağlam dışı ortaya çıkabilir. Önbeyin kabuğunun, belli bir anda ve yerde meydana gelen olayları anımsamanın yanı sıra, muhtemelen benzer bir zamanda ya da yerde meydana gelen ilişkili olaylarla bağdaştırılması üzerinde de etkili olduğu sanılmaktadır. Bu nedenle, önbeyin hasarlarında, bellek korunmasına rağmen, olayların meydana geldiği yer ve zaman ilişkisi kopar. Eğer önbeyin kabuğu, olaylara ilişkin bellekte yer-zaman açısından gerekli ise, olaylara ilişkin belleğin bu türü, diğer hayvanlarla kıyaslanamayacak kadar büyük olan önbeyin kabuğu olan biz insanlarda özellikle belirgin olacaktır. Ters olarak da, hayvanlarda olaylarla bağlantılı yer ve zaman ilişkisi daha zayıf olacaktır. Onlar için daha çok geçmişten ziyade “şu an” durumu söz konusudur.¹⁴

Beyincik, denge ve koordinasyon dışında öğrenmede de görev alır. Uzaysal yer-konum kodlama, görsel ayırım ve görsel dikkatte görev alır. Son yıllarda yapılan çalışmalarla zaman algısı üzerinde de etkili olduğu gösterilmiştir.¹⁵ Beyincik hasarı olan kişilerde; işitilen seslerin aralarındaki boşluğu ayırma¹⁶, algılama hızı¹⁷ ve algısal zamanlamada bozulma olur. Beyincik yan bölgelerinde hasar zamanlama işlerinde eksikliğe neden olurken, orta kısımlardaki hasarlarda ise zaman uygun algılamasına rağmen, istenilen zamanda cevap oluşturulamaz.¹⁸

¹⁴ Greenfield S. İnsan Beyni. Varlık yayınları. 2000;134-136.

¹⁵ Nichelli P et al. Perceptual timing in cerebellar degeneration. *Neuropsychologia* 1996;34:863-871.

¹⁶ Ivry RB, Keele SW. Timing functions of the cerebellum. *J Cogn neurosci* 1989;1:136- 152

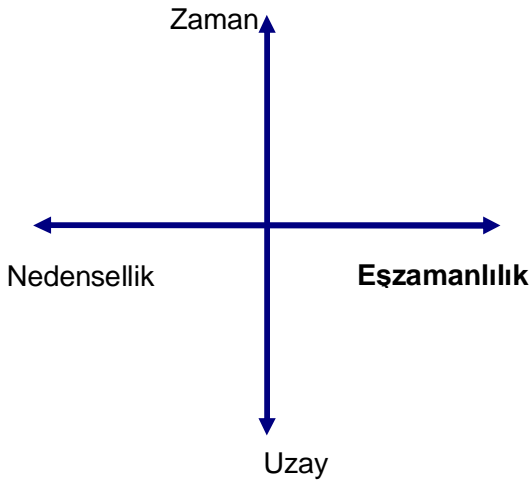
¹⁷ Ivry RB, Diener HC. Impaired velocity perception in patients with lesion of the cerebellum. *J Cogn Neurosci* 1991;3:355-366

¹⁸ Ivry RB, Keele SW, Diener HC. Dissociation of the lateral and medial cerebellum in movement timing and movement execution. *Exp Brain Res* 1988; 73: 167- 180

Jung'un Yanılgısı: Eşzamanlılık

Carl G. Jung (1875-1961), çağdaş psikiyatrinin kurucularındadır. Sadece psikiyatri ile değil fizik, mitler ve efsanelerle de ilgilenmiştir. Fizikçiler Albert Einstein (1879-1955) ve Wolfgang Pauli (1900-1958) ile yaptığı tartışmalar sonrasında, eşzamanlılık kavramını ortaya atmıştır. Eşzamanlılığın altında yatanı, bugün de yoğun şekilde inanılan arşetiplere bağlamıştır. Ancak, bu türdeki olayların görüleceği gibi daha basit açıklamaları da vardır. Jung'un çalışmalarının asıl bölümü çağdaş psikoloji tarafından kabul görmemiştir. Jung'un düşünceleri 1970'lerde ve 1980'lerde mistik içeriğinden dolayı halkın büyük ilgisi ile karşılaşılmıştır.¹

Bu ilkeyi Jung kendi buluşu olan Türkçe eşzamanlılık, Almanca *synchronizität*, İngilizce *synchronicity* sözcüğü ile ifade eder. Eşzamanlılık; kısaca “nedensel olmayan bir bağlantı” ilkesidir. Jung'un eşzamanlılık (EZ) kelimesini seçmesinin nedeni; anlamlı fakat nedensel bağlantısı olmayan iki ayrı olayın EZ oluşumudur. Dolayısı ile EZ, aynı ya da benzer kavramı içeren ve nedensel ilişkileri bulunmayan iki ya da daha çok olayın zamanda rastlaşmasını ifade etmede kullanır.



Şekil. Jung ve Pauli, klasik fiziğin geleneksel üçlemesine, yani uzay-zaman-nedensellik ilkesine, bir dördü oluşturacak ve nedenselliğin karşısında yer alacak şekilde eşzamanlılık terimini yerleştirdiler. Pauli bu sürecin metafizik bir neden olduğuna inanıyordu. Çünkü eşzamanlı olaylar, arkalarında kişisel, fakat daha büyük bir gücün faaliyette bulunduğu duygusunu verirler.

Jung'a göre EZ olaylar arşetiplerle (ilk örneklerle) ilişkilidir. Arşetipler, bizim davranış örüntülerimizi etkileyen bilinçdışı, toplum belleğinde ve genetiğinde yer alan, evrimsel yolla aktarılan bilgilerdir. Bunlar hepimizin ortak varlıklarıdır ve *Noosfer* denilen ortak düşünce atmosferinin ürünleridir. Jung, EZ olayının, hem fiziksel hem de var oluş için ortak bir zemin oluşturan bir gerçeklik düzeyini, tek dünyayı (*unus mundus*) kanıtladığını öne sürer ve anlamlı rastlantıları, daha derin, bütünleşmiş bir gerçekliğin sadece yüzey etkileri kabul eder. EZ alt yapılarının arşetip formları, en azından iki olayı bağlantılaştırır: endopsişik ve ekzopsişik alanı. EZ durumu, nedenin etkiden önce geldiği zaman akışına bağımlı değildir. Fiziksel bir olay ruhta (*psyche*) “içsel bir imge” deneyimi olarak “aynı zamanda” veya bu deneyimlerden hemen sonra ortaya çıkar. Uzaysal göstergelere de

¹ Schultz DP, Schultz SE. Modern Psikoloji Tarihi. Çev: Aslay Y. Kaknüs Yay. 2001;491

bağımlı değildir (ancak, bilindiği gibi uzay ve zaman kavramı modern fizikte ayrılmaz, uzay ve zaman yoktur, yalnızca uzay-zaman vardır). Jung, EZ deneyimini, uzay-zaman göreliliğinin ifadesi kabul eder.



Eşzamanlılık Örnekleri

[*Köşeli parantezler yazarın yorumudur*]

1. Bir kadın eşinin doğum gününde ona bir pipo hediye eder. Adam aynı gün parka gider ve ağaçların altında, aynı pipo ile sigara içen bir adamın yanına oturur. Ve her ikisinin de vaftiz isimlerinin aynı olduğunu öğrenir. Adam pipoyu kendisine eşinin doğum günü hediyesi olarak verdiğini söyler. Yanında oturduğu adam “bana da” der. Konuşunca, ikisinin de doğum tarihlerinin aynı olduğunu öğrenirler.

2. Bu EZ örneği bu teorinin kurucusu ve yazarı olarak bana ait. RLS (Huzursuz bacaklar sendromu) adlı hastalık toplumda yaklaşık %5-15 arasında olmasına karşın, hastaların polikliniklere başvurusu nadirdir. İşte bir tesadüfler zincirinin oluşturduğu eşzamanlılık; sabah poliklinikte hasta muayenesine başladığımda ilk hastama RLS tanısı koydum. Ardından gelen ikinci hastada benzer şikâyetlerle gelir ve aynı tanıyı alır. Bundan sonra ise, poliklinik odasından çıktım ve yaklaşık 1 saat sonra geri geldiğimde, masamda 2 ayda bir çıkan, abone olduğum *Practical Neurology* dergisini buldum. Aslında dergi bir haftadır sekreterlikte beklemekteydi. Bugün sekreterin aklına dergiyi bana vermek gelmiştir. Dergide ilginç olan, dört kapak konusundan birisiydi: RLS hastalığı. Ardından, iki saat kadar sonra ise e-posta ile bir hasta soru sordu; “RLS tanımlı bir hastayım, şikâyetlerim yoğun ne yapmalıyım?” Bu şekilde art arda dörtleme eşzamanlılık oluştu. Bu eşzamanlılıkların oluşması, bende bu teorinin doğmasına neden oldu.

3. Carl Jung, bir hastası ile görüşürken, hasta altın renkli, Mısır bokböceği ile ilgili rüyasını anlatırken olan EZ olayına dikkat çeker: “Bana bu rüyayı anlatırken, arkamı kapalı pencereye vermiş oturuyordum. Aniden, arkamda hafif vuruş gibi bir ses işittim. Döndüm ve dışarıdan pencerenin çerçevesine çarpan, uçan bir böcek gördüm. Pencereyi açtım ve uçarken böceği havada yakaladım... Altın renkli bokböceğinin en yakın benzeriydi.” [Jung'un bir sembol olarak böceği yorumlaması ilginçtir: Böcek Mısır mitolojisinde tekrar doğuşun sembolüdür. Rüya da görülmesini, hastanın tedavisinde kritik bir döneme girilmesi olarak yorumlar. Tedaviye dirençli hastası için “açıkçası, benim meydana getirme gücümün ötesinde olan, bir hayli akıllı olan bir şeye ihtiyaç duyuluyordu” der. Hastası bu durumu öğrenince düzeldi].²

4. Mitolog Joseph Campbell, Bushman mitolojisinde kahraman rolü oynayan peygamberdevesi hakkında okurken, “aniden pencereyi açmak için bir dürtü hissettim. Pencereyi açtım ve sağa doğru baktım, orada bir peygamberdevesi vardı. Orada, tam pencerenin kenarındaydı [*mucize hissi*]... Bana baktı [*hayret*] ve yüzü tam olarak bir Bushman yüzüne benziyordu [*şaşkınlık*].”

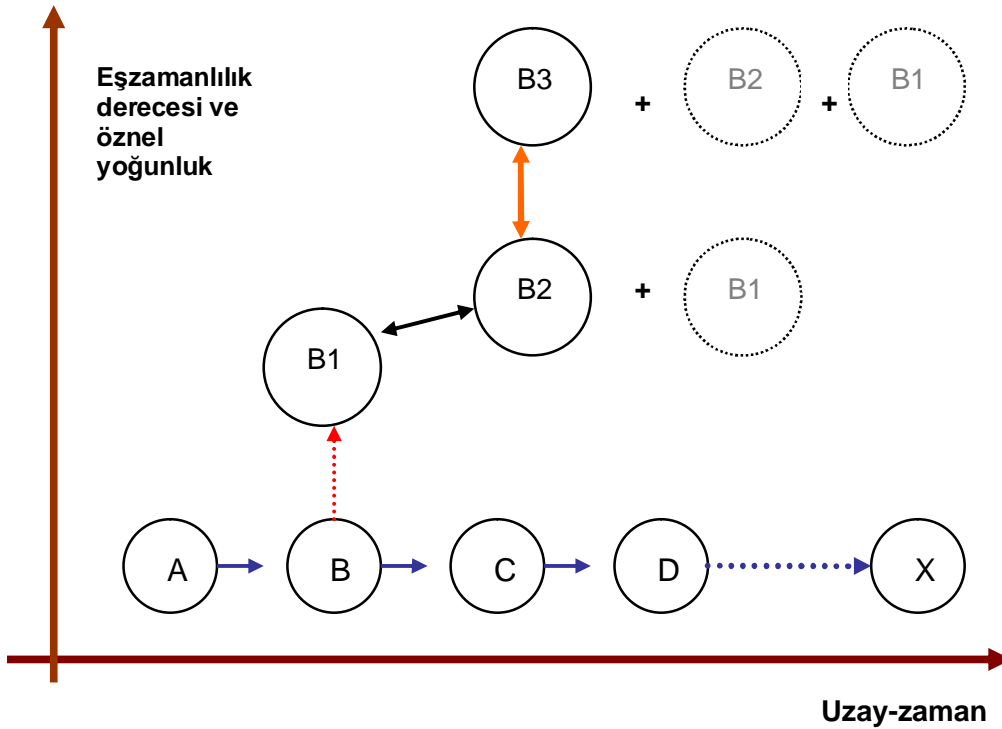
5. Jung, 24 saatlik bir sürede, balık temasının altı ayı nedenlen EZ yarattığını fark eder. “Bugün cuma, öğle yemeğinde balık var. Birisi tesadüfen başka birisine Nisan şakası [*İngilizce “April Fish”, fish=balık*] yapma geleneğinden bahsetti. Aynı sabah, yarısı insan, yarısı balık olan bir yazıtı fark ettim. Öğleden sonra, aylardır görmediğim eski bir hastam bana, yaptığı çok etkileyici balık resimlerini gösterdi. Akşam yine bana, üzerinde balığa benzer yaratıklar olan nakışlı bir işleme gösterdi. Bunu izleyen 2 Nisan sabahı, yıllardır görmediğim bir başka hastam, ...rüyasında ayaklarının dibinde karaya çıkan büyük bir balığı gördüğü rüyasını bana anlattı. O günlerde, tarihteki balık sembolünü incelemekle meşguldüm.”

Jung, EZ olayların tümünün, iki zihinsel durumu içerdiğini düşünüyordu. Biri, o an birey hangi faaliyetle meşgul ise, onun sonucu olan sıradan zihin durumu, diğeri; bir

² Jung CG. Synchronicity: An acausal connecting principle. CW, Vol 8, Princeton, NJ, Princeton UP, 1973

arşetipin harekete geçirilmesinden ileri gelen olağandışı zihin durumları. İkincisi bilinç dışıdır. Jung EZ olayının üç şekilde olabileceğini ifade eder:

1. Belirli bir psişik içeriğin, kendine tekabül eden ve kendisiyle eşzamanlı olarak meydana gelmişçesine algılanan nesnel bir süreçle rastlaşması,
2. Öznel bir psişik halin, aşağı yukarı eşzamanlı olarak, fakat uzakta oluşan, eşzamanlılık niteliğe sahip, nesnel bir olayın aslına uygun yansımaları olduğu daha sonra anlaşılacak rüya veya görüntü ile rastlaşması,
3. İkinci şıkka ek olarak, algılanan olayın gelecekte oluşması ve şimdiki zamanda sadece, kendisine tekabül eden bir rüya veya görüntü ile temsil ediliyor olması şeklindedir.



Şekil. Eşzamanlılığın ortaya çıkışını gösteren çizim. Sıradan günlük deneyimlerimiz (A, B, C, D...X gibi) normal günlük yaşamımızın toplam içeriğini oluşturur: $ToplamDeneyim = \Sigma A + B + C + D + \dots + X$ şeklinde yazılabilir. Bu deneyimlerimizden herhangi birisi (B), kendisi ile eşleşen bir benzeri ile karşılaştığında (B1) eşzamanlılık olayı başlar. Tekrar benzer bir olayla karşılaştığında (B2) daha önceki rastlantı daha da güçlenir (B1↔B2). Üçüncü bir eşleşme (B3) durumunda, geçmişteki iki ilişki hatırlanır (B1 ve B2) eşzamanlılık zinciri üçe çıkar. Eşzamanlılıklar zamanın ilerleyişi esnasında ortaya çıkarlar (B1→B2). Oysa, koincidans "aynı zaman esnasında" ortaya çıkarlar (B2→B3).

Yanılgısı

EZ ile ilgili en farklı açıklama Hines'tan gelir. Hines, bu durumu, yalnızca "yapıcı (*constructive*), seçici bellek ve algı" olarak değerlendirir. Ve gerçekten de daha fazlası değildir.³ EZ olayı bir *augmentum ad personam*'dir. Yani, kişinin ya da kişilerin öznel bir takım deneyimlerinin ya da eğilimlerinin kanıt olarak öne sürüldüğü yanıltıcı akıl yürütme biçimidir.

Bilimsel sorgulamaların temel amacı, bir olayın öncesindeki duruma bakılarak, olayı mantıksal nedensel terimlerle açıklamaktır. Genel bir ifade ile nedensellik şu şekilde ifade edilebilir;⁴ 1. Zamansal süreçte önceden gelmek; neden etkiden önce gelir, 2. Zamansal ve

³ Hines T. Pseudoscience and paranormal. Buffalo, NY, Prometheus, 1988

⁴ Storm L. Synchronicity, causality, and acausality. The Journal of Parapsychology 1999;63:247-269.

uzaysal bitişiklik; nedenler ve etkiler uzay-zamanda birlikte ortaya çıkmalıdır, 3. Sürekli ve ısrarlı ortaya çıkmama; nedenleri takip eden etki(ler) düzenli bir şekilde ortaya çıkmalıdır. Jung'a göre, 1 ve 2 geçerlidir. Bu nedensellik olayları daima bir enerji geçişini de beraberinde bulundurur. Enerji geçişi olmadan olan durumlara ise "nedensiz" denir. Nedensellik, dünya ve doğada klasik fiziğin kanunlarına uyar. Nedensiz durumlarda ise Jung'un deyimi ile "ısrar etmeyen bağlantılar" vardır.

"EZ, insanın bilincine göre *a priori* olan ve görünürde insanın dışında var olan bir anlamı öngörür" diyen Jung, bu düşünceyi Platon'a kadar götürür. Platon'a göre, görünen var olan şeyler asıllarının sadece sönük kopyalarıdır ve asılları başka bir evrende bulunur. Gerçekten EZ "görünürde" dışımızda yer alır. "Görünürde" vurgusu gerçekten önemlidir ve EZ ne dışımızda ne de içimizde olur. Her ikisinin eşleşmesi durumunda oluşur ve anlamları. Sadece dışarıda olan eşleşmeye "denklik veya uygunluk" demek daha doğru olacaktır.

EZ düşündüğümüzden ya da kanıtlayabildiğimizden çok daha sık meydana gelir, ama herhangi bir alanda onların bir yasaya uyduklarını ileri sürebileceğimiz sıklıkta ve düzenlilikte meydana gelip gelmediklerini henüz bilemiyoruz. Tek bildiğimiz şey, bu tür bütün fenomenleri açıklayabilecek temel bir ilkenin bulunması gerektiğidir, diyen Jung bu konuda bir açıklık sunmaz. Öncelikle, EZ hazır bir beyinde ortaya çıkar. Gerçekten de sıklıklar, ama hayret ve mucize hissi uyandıranlar gerçekten kişide etki bırakırlar. Düzenli bir şekilde ortaya çıkmazlar. Tamamen rastlantısaldırlar. Bu fenomenleri açıklayabilecek ilke "EZ yalnızca sizin beyninizdedir," dış dünyada "aynı yer ve zamanda" olan bir EZ örneği yoktur. Dış dünyadaki olayın kalıbı ile içsel/öznel/beyinsel olayın görelisi olarak üst üste binmesi EZ hissini bizde oluşturur ve dışarıda, bizim algılarımızın dışında olan bir EZ yoktur.

Jung'un "nedensel olmayan" ifadesi doğru yorumlanamaz. Dikkat edilirse, cümle yine bir ilişkili olan "bağıntı" ile devam eder. Bu ifade nedensel olmasa da, ayrı bir ilişki veya eşleşmenin olmasını gerektirir. Bu eşleşmeyi sağlayan kişinin belleğidir. Bellek o anda oluşmuş olabileceği gibi, daha önceden de (rüya gibi) olmuş olabilir. Her an bu belleğe, bilinçaltı ile nedensel ilişkili olaylar giremez. Çünkü, bu durumda uyaranlar ile boğulurduk. Ancak, nedensellik özelliği olmayan ve zaman dışı olan bellekteki bir eşleşme ile "nedensellik, gizli alt nedensellik" ortaya çıkar. Var olan olayla eşleşerek bilinçli farkındalığa ulaşır ve birinci derecede ya da basit EZ oluşur.

Anamlılık, Jung'a göre, her durumda EZ kaçınılmaz bir ölçütüdür. "Bize anlam olarak görünenin aslında ne olduğunu bilme olanağımız yoktur," şeklinde ifade etmesi, Jung'un kaçırıldığı önemli bir noktadır. Anlam, tam olarak eşzamanlı olan olayların eşleştirilmesi esnasında, bellekten kaynaklanan bir çeşit "uyanma durumu= bilinçli farkındalığa" ulaşma durumudur. Anlam; bir anlamda dikkatin eşleşmiş olayların üzerine odaklanmasıdır. Anlam; bir anlamda, bir tiyatro sahnesinde baş aktör üzerine tutulan spot ışıklara benzetilebilir. Anlam, tutulan bu spotla eşleşmiş olayların, bilinçaltısından bilince çıkarılmasıdır. Bu EZ'nin temel noktasıdır. Anlam, aynı zamanda adaptasyonun kırıldığı an (lahza) ve eşzamanlılığın başlangıcıdır. Anlam kazandıran organ, öznelliğe sahip olan ve nesnel dünyadan girdileri alan beyindir.

Eşzamanlılığın Nedeni: Adaptasyon Kırılması

Günlük yaşamımızda beyin çevreden gelen tekrarlayıcı benzer uyaranları bir süre sonra farkındalık düzeyine ulaştırmaz. Her an çevreden binlerce yeni görüntü, ses, konu, dokunmaya yönelik veri beynimize ulaşır. Ancak bu veri içinde, anlamlı olanları daha ön plana çıkarmak ve beyni lüzumsuz veri yığını altında sıkışmaktan kurtarmak için adaptasyon=uyum mekanizması geliştirmiştir.

Adaptasyon bütün duyusal girdiler üzerinden olabilir. Örneğin; parmağınıza taktığınız yüzüğünüzü ya da kol saatinizin varlığını hissetmezsiniz. Ama, başlangıçta her an varlığının nasıl kendisini hatırlattığını bilirsiniz. Yani farkındalık düzeyinize ulaşır. Ama bir süre sonra, evrimsel bir avantajla, artık parmaktan veya koldan gelen uyaranlar beyne ulaştırılmaz. Çünkü gereksiz ve anlamsızdır. Buna "alıştık" deriz, yani bilimsel ifade ile

“uyarana adapte” oluruz. Bu dokunsal alışkanlık dışında, diğer tüm duyuşal girdiler için de alışkanlık gelişmesi söz konusudur: tat, koku, görme gibi... Her gün yürüdüğünüz ya da araçla geçtiğünüz yolu düşünmenize gerek yoktur. Artık, neredeyse gözleriniz kapalı olarak geçebilir durumdasınızdır. Ancak, yeni bir sokağa girdiğınızı düşünün. Her şey yeni ve farklıdır. Her şeye dikkatle bakarsınız. Beynimize dış dünyadan gelen veriler daha öncekilerden farklı olduğundan, adeta bir girdi bombardımanına tutuluruz. Bu nedenle kısa süre sonra, bu yeni durum için de “alışkanlık” gelişmek zorundadır. Bir süre sonra, her gün geçmeye başladığımız bu sokağa, belediye ekipleri bir değişiklik yaparsa, “yenilik” alışkanlığımızı kırar ve daha farklı olarak ortama bakarsınız. Aynı alışkanlık durumu evliliklerde de en önemli bozulma nedenidir. Aynı şekilde devam eden evlilik ve kişiler bir süre sonra artık beyin tarafından silinir ve ciddi bir değişiklik olmadığında evlilik “monotonlaşır”. Bu durum da bir çeşit alışkanlık ve beyin adaptasyonudur. Fizyolojik olarak, alışkanlıklar hızlı ve uyumlu davranış-yanıt oluşturmayı sağlarlar. Bu evrimsel olarak bir avantajdır.

EZ olayı, adaptasyonun ya da alışkanlık olayının kırılmasıdır. Günlük yaşamda olayların akışında, benzer olaylar sıklıkla yan yana gelmezler. Çoğu olaylar “eşzamansızdır.” Bu eşzamansızlık, dünyamızdaki olayların doğal bir görünümüdür. Dolayısı ile günlük beyin girdisi için normaldir ve buna “alışkanlık” geliştirmiştir. Ortaya çıkan EZ bir olay, bu alışkanlığı kırarak beyindeki farkındalık düzeyini artırır ve ardışık gelen olaylar dizisi beyinde mucize etkisi yaratır. Eğer, sürekli EZ olayların yaşandığı bir dünyada yaşayacak olsaydık, EZ olaylara “alışacak/adapte olacak” ve “eşzamansızlıklar” bizim farkındalık düzeyimize ulaşarak mucize etkisi yaratacaktı. Mucizeler bu şekilde doğa yasalarının ihlalidir. Doğanın olağan seyri içinde gelişen olaylar, insanların olağana olan adaptasyonları nedeni ile bir mucize olarak değerlendirilmezler. Mucizelerden ortaya çıkan hayret ve şaşkınlık, olaylar hakkındaki inanç doğrultusunda hissedilir bir eğilime neden olur. Bireysel olarak bizler, mantıksal çıkarımlarımızla olağandışı olan bir olguyu hemen geri çevirmemize rağmen, zihin her zaman aynı kuralı işletmez. Mucizeler de daha verimli bir toprağa ekildiklerinden hemen meyvelerini verirler.

Konuya doğaüstü ve kuantum fiziksel anlamlar yüklenmesine karşın,⁵ aslında EZ olayları sadece bizim beynimizdedir. Çevremizdeki dünyadan beynimize sürekli olarak, eşzamansız olaylar girmekte ve bu giriş adaptasyon mekanizmaları ile dikkatten uzak kalmaktadır. Ancak, dış dünyada gelişen bir EZ olayı bu adaptasyon mekanizmasını kırıp dikkatimize ulaşır. Ve kısa süreli bellekten geçmiş EZ olaylar zincirinin halkaları bir araya getirilir. Böylelikle, öznel deneyim olan EŞ yaşarız... Bu yeni bir teoridir ve bugüne kadar olanlardan farklı bir bakış açısıdır.⁶

⁵ Peat D.Synchronicity: The Bridge between Matter and Mind, Bantam, 1987.

⁶ Tarlaci S. Jung's Error: Synchronicity. A new theory. New Symposium 2006;44(3):151-156.