

Quantum Field Theory and Consciousness

Kuantum Alan Teorisi ve Bilinç

Sultan TARLACI, MD

Abstract

Quantum field theory is the application of quantum mechanics to fields. It provides a theoretical framework, widely used in particle physics and condensed matter physics, in which to formulate consistent quantum theories of many-particle systems, especially in situations where particles may be created and destroyed. Jibu & Yasue were the first researchers that tried to popularize the quantum field theory of Nambu-Goldstone bosons as the one and only reliable quantum theory of fundamental macroscopic dynamics realized in the brain with which a deeper understanding of consciousness can be obtained. This theory was originated by Ricciardi & Umezawa (1967) in a general framework of the spontaneous symmetry breaking formalism, and since then developed into a quantum field theoretical framework of brain functioning called quantum brain dynamics and that of general biological cell functioning called *quantum biodynamics*. There, Umezawa proposed a general theory of quanta of long-range coherent waves within and between brain cells, and showed an outstanding mechanism of memory storage and retrieval in terms of Nambu-Goldstone bosons characteristic to the spontaneous symmetry breaking formalism.

Key Words: quantum field theory, mind, brain, quantum mind, consciousness, vacuum, memory, spontaneous symmetry breaking

NeuroQuantology 2005; 3: 228-245

Kuantum alan teorisinin (*quantum field theory*, QFT) beynin işleyişinde devreye girebileceği Hiroomi Umezawa'nın 1967-1979 yılları arasındaki üç makalesinde QFT ve beyin ilişkisini öne sürmüş ve günümüzde değişik açılımları da yapılmıştır. 1960-70 yılları arasında bir çok 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

Corresponding author: Sultan TARLACI, e-mail: editor@neuroquantology.com

Luigi Ricciardi ile yazdı (Ricciardi, 1967). İkinci ve üçüncü makale 1978 ve 1979 yılında Iain Stuart ve Yasushi Takahashi ile birlikte yayımlandı (Stuart, 1978). Stuart daha çok kuantum teorisindeki ölçme probleminin bilinçle ilişkisi üzerinde durdu. Ardından Mari Jibu ve Kunio Yasue'nin de teori üzerine katkıları oldu (1995). Bir yıl sonra bu teorisinin holografik beyin modeli ile bağlantılı olabileceğini anlayan Karl Pribram (1996)'ın da katkıları oldu. Daha yakın dönemde (2000), Giuseppe Vitiello "dissipatif beyin" kavramını teoriye ekledi.

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, büyük alt birimlerden oluşan bir sistem olarak ele aldı. Bu büyük sistemdeki yaratılış (*creation*) ve yokediliş (*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 (serbestlik derecesi) genişletir. Bu dönemde, Karl Pribram'ın holografik beyin teorisi ortamda vardı ve üç biliminsanları tarafından destekleniyordu. QFT ve bilinç, bellek ilişkisine girmeden önce, giriş niteliğinde temel konulardan bahsetmek, daha sonraki ifadelerin anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

Dendritik Ağlar

Umezawa'nın QFT'de sinir hücresi ağlarına ek olarak, dendritik ağlar önemli yer tutar. Aynı önem Pribram'ın holografik beyin beyin teorisi içinde geçerlidir. Dendritik ağlar mikroskopik bir yapıdır ve bir çok 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, elektron mikroskopunda görülen dikensi çıkıntılar (spine) bulunur. Kimyasal sinapsların bir çoğu bu dikensi çıkıntılar üzerindedir. Bu kimyasal sinapslara ek olarak elektriksel sinapslar da dendritler üzerinde bulunur. Dolayısı ile kimyasal bağlantı yerleri dikenlerin tepe kısmında, elektrik bağlantılar dendritlerin zar kısmındadır. Bu bağlantı bölgeleri sinirileticisi, iyon ve elektrik akımlarına duyarlıdır. Dendritik ağlar sinir ağları ile dışarıdan gelen duyuşal girdilerden etkilenir.

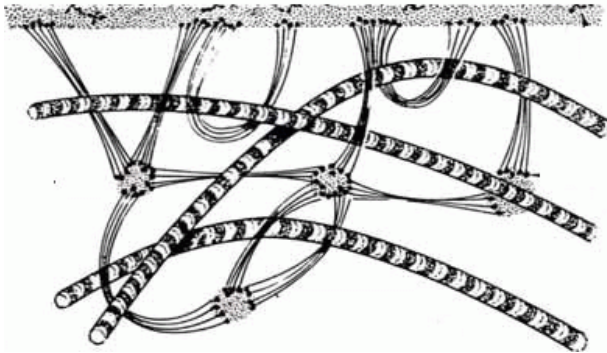
Dendritik ağlar, normal kabul edilen sinir ağlarına göre daha incelikli yapılardır. Sinir ağlarında her sinir hücresi bir anahtar gibi davranırken (0, 1), dendritik ağlarda her dikensi çıkıntı bir anahtar gibi davranır. Sinir hücrelerinde binlerce dikensi çıkıntı olduğu düşünülduğünde, dendritik ağların üstünlüğü tartışılmaz. Ancak sibernetik bakış açısından her iki ağ tipi arasında ciddi bir farklılık yoktur. Dah çok bağlantı ve anahtarla sinir hücreleri bir birlerine daha yoğun bağlanırlar. Dendritik ağların, yüksek beyin işlevleri olan bilinç ve belleği oluşturduğu öne sürülür.

Canlı madde gibi beynimizde biyomoleküllerden oluşur. Moleküller genelde bir çok hidrojen, oksijen, karbon, azot, sülfür, fosfor, demir atomlarından oluşur. Bu biyomeleküllerin 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 elementler, dendritik zarda elektromanyetik yolla etkileşirler. Bu etkileşimin ortaya çıktığı bölgeler Debye tabakaları, biyoplazma tabakaları olarak adlandırılırlar. Hücre zarındaki iç-dış yük farklılığı (transmembran potansiyeli) zardaki biyomoleküllerin yapısını etkiler, onların yüklerini değiştirir ve zar çevresi bölgede elektrik akımı meydana getirir. Tüm dendritik ağ çevresinde bir "alan" oluşturur. Dendritik ağ üzerindeki hız vektörlerinin alanı, yoğunluk akımı olarak da adlandırılır ve zar çevresi (perimembranöz) elektrik akımını verir: $ru = J$, yani Dağılım yoğunluğu \times Akım yoğunluğu = elektrik akımı denklemini verir. Bu elektrik akımı, hem elektromanyetizma hem de hidrodinamik fizik kanunlarına uyan bir akımdır.

Sitoplazma ve Zar

Hayat için vazgeçilmez olan su özgün bir maddedir. Su, sinir hücrelerinin, destek hücrelerinin (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 mikroskopu ile bakıldığında, sitoplazmanın ve hücrenin iç 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.



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 kollejen ağları görülmekte. Dışta yer alan yapı ise matriks olarak adlandırılır.

Fröhlich, hücre zarına yakın (perimembranöz) bölgede aktin iplikçikleri boyunca yüksek elektrik dipol momentli biyomoleküller teorisini öne sürmüştür. Bu elektrik dipol titreşimler (osilasyon) her iplikçik boyunca, termal kayıp olmaksızın yayılır ve eşdurumlu bir yayılım gösterir. Yayılım tıpkı süperiletken ortamda gibidir. Her iplikçikğin protein molekül zincirleri boyunca hareket eden elektronlar elektrik dipol titreşimlerinin kaynağıdır. Bu eşdurumlu dalga Fröhlich dalgası olarak adlandırılır. Fröhlich'in hesaplamalarına göre, saniyedeki titreşim sıklığı 10^{11} ile 10^{12} Hz arasındadır ve bu değerlere Fröhlich frekansı denir (Fröhlich, 1968). Böylece, Fröhlich dalgaları, elektromanyetik alanda foton yaratılması ve yok edilmesi ile oluşan enerji değişimi ile

yayırlılar. Deneysel olarak, Fröhlich dalgalarının kanıtları mikrodalga ve kızılötesi foton spektroskopisi ile tespit edilmiştir (Webb, 1980).

Süperiletkenlik

Çok düşük sıcaklıklarda elektronlar çiftler oluşturmak üzere birleşirler. Bilindiği gibi katı cisimler içinden elektrik (elektron) akımı geçirildiğinde ısınır. Bu elektronların geçtiği maddedeki iyonlara çarpmasından 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 olur. Elektrik akımı, 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 yaratmak sorun oluşturmaz. Çünkü kütlesi yoktur. Ödünç alınan enerji ile yaratma olabilir. Ancak süre kısadır. Ödünç alınan ne kadar önemli enerji ise o kadar kısa sürede iade edilmelidir. Foton için borç enerji miktarı düşük olduğundan, foton uzun süre varolabilir.

Solitonlar

Hücresel iskeletteki, protein moleküllerinin iplikçi yapısı boyunca ortaya çıkan süperiletken tarzındaki elektrik akımı özel soliter bir dalgadır. Bu soliter dalga soliton olarak adlandırılır. Solitonlar alttaki zemin üzerinden doğrusal olmayan etkilerden (non-lineer) doğar. Diğer solitonlarla etkileşebilirler ve çok uzak mesafelere enerjilerini kaybetmeden yayılabilirler. 1979 yılında, Davydov tarafından tek boyutlu protein molekülleri boyunca eşdurumlu dipolar soliter dalganın ilerleyebileceği gösterilmiştir (Davydov, 1979). QFT'de eşdurumlu soliter dalgaların, enerjisini kaybetmeden taşır ve "Davydov soliton" veya "dipolar soliton" olarak adlandırılır. Canlılarda, dipolar solitonlar her protein iplikçiğinde (filament) oluşabilir. Solitonun QFT'deki yeri soliton yapısında enerji depolar. Birden çok dipolar dalgalanmalar tek boyutlu protein moleküllerinde yerel olmayan elektron yakalanması ile sağlanır. Dipolar solitonlar her protein iplikçiğinin sonunda, metabolizma ile sağlanan enerji (ATP) ile oluşur.

Hem dipolar solitonlar hem de su dipol kuvvetlerinin her ikisi protein iplikçiklerinde bir arada çalışır. Bu nedenle beyin dokusunun en iyi tanımlanması, bahsedilen ikisinin toplamının oluşturduğu tek bir elektrik dipol alanı ile tanımlanabilir. Kortikonlar, elektrik dipol alanının (dipolar solitonlar+su dipol momenti) beyin dokusu uzaysal hacmi içinde aracısı olarak alınabilir. Bu nedenle, Umezawa'ya göre, beyin dokusunun temel yapısı sinir hücreleri değil, kortikonlar oluşturur.

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 durumu 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, tipik makroskobik düzenlenmiş ve düzenli bir durumdur.

Fröhlich dalgaları, kalsiyum iyonları tarafından kontrol edilen özel zar protein yerlerinde ATP moleküllerindeki yükler veya enerji ile meydana gelirler. Bu elektrik dipol titreşimleri; elektrik ve iyon yüküne hasas, 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 doğurur.

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.

H₂O: Sadece Su mu?

Evrensel bir çözücüdür ve mineralleri, organik maddeleri (amino asitleri) çözer. Suyun önemi, canlı hücrelerde tam olarak anlaşılammış ya da yeterince önemsenmemiştir. Stuart, Takahashi ve Umezawa'nın beyinde işleyen QFT'e göre su bilinç ve bellek oluşumunda çok esash bir araçtır.

Su donarken genişir. Suyun bu özellikleri moleküler yapısından kaynaklanır. İki hidrojen (H₂) ve bir oksijenden (O) oluşur. 2H ve O'in bir araya geldiğinde, geometrik yapı açısaldır ve sabit bir "dipol momenti"nin varlığına yol açan, yük dengesizliği sergiler. Su molekülünün bir çok serbestlik derecesi (durumunu belirleyen değişken sayısı) vardır: serbest olarak boşlukta hareket edebilir, kendi eksenini etrafında dönebilir, moleküler titreşim yapar. Su molekülünün önemli bir özelliği simetri eksenini-aksı 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 moleküler titreşimsel (vibrasyonel) alanları ile etkileşime girer. Ve ortaklaşa davranışa katılır.

Moleküllerinde, tıpkı atomlar gibi farklı durumlarda ortaya çıkan enerjileri vardır: titreşim (vibrasyonel), dönme (rotasyonel) ve uyarılma şeklinde üç çeşit enerji. Bu enerji şekilleri su moleküllerinde olduğu gibi diğer tüm moleküllerde farklı derecelerde ortaya çıkar. Bütün bu enerjiler kesikli ya da kuantumludur. Moleküllerin titreşimleri genelde harmonik bir hareket gibidir. Harmonik harekete bir benzetme, bir yayın ucuna bağlanmış ağır bir topla 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 enerjisi

$$E_v = (v + \frac{1}{2})h\nu, \quad v=0, 1, 2, 3... \text{ şeklinde yazılır.}$$

Dönme hareketi (rotasyon) için, molekül içindeki atomlar birbirlerine katı bir çubukla bağlı kabul edilir ve bu ikili sistem kütle merkezi etrafında ortak bir açısal

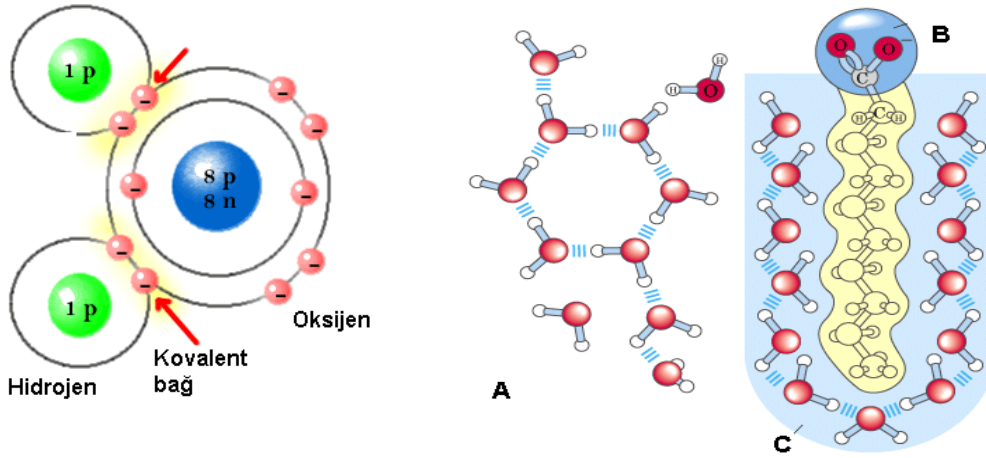
hızla (w) dönerler. Kütle merkezine göre eylemsizlik momenti:

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \text{ olup dönme enerjisi}$$

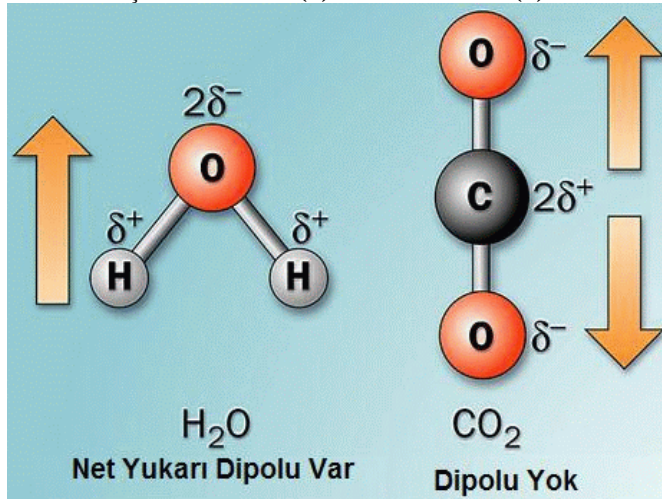
$$E_r = \frac{1}{2} I w^2 = \frac{L^2}{2I} = \frac{(Iw)^2}{2I} \text{ olarak yazılır. Böylece bir molekülündeki elektronik}$$

uyarım E_e , titreşimi E_v ve dönme E_r , enerjilerinden söz edilebilir. Bir molekül herhangi bir etki altındayken bu enerjilerin biri, bir kaç ya da hepsi söz konusu olabilir. Moleküldeki toplam enerji: $E_{\text{toplam}} = E_e + E_v + E_r$ kadardır. Genelde su ve diğer molekülde $E_e > E_v > E_r$ 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 $E_{T=0, \text{ titreşim}} = \frac{1}{2} h w$ geçerli olur.



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).



Su molekülünün hidrojenleri ve oksijeni arasındaki dipol doğuran açıl ilişkisi. H_2O için yukarı doğru vektörel bir dipol olması moleküler yapının bir özelliğidir. Aynı dipol özelliği, CO_2 'de bir birlerini 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. Bu birleşmeye özellikle oksijen atomundaki serbest elektron

çiftleri neden olur. Bu şekilde oluşan hidrojen bağı ortak değerlilik bağıdır $O\cdots H$ şeklinde gösterilerek ayırd edilir. Hidrojen bağı suyun olağanüstü özelliklerinden çoğunu açıklamaya yeterlidir. Bu bağ, suya ek bir yapışma gücü kazandırır, gizli buharlaşma ısısının yükselmesine neden olur. Ayrıca, hidrojen bağı tek yönlüdür; bu bağ $H-O-H\cdots O-H_2$ ile gösterilir.

Kaba bir benzetme ile su, gezegenimizdeki en büyük molekül olarak düşünülebilir. Sudaki tüm oksijen ve hidrojen atomları bir birlerine hidrojen bağları ile bağlanırlar. Yan yana gelen iki su molekülü mutlaka bir birlerine hidrojen bağı atarlar!

Suyun moleküler ağırlığı 18.01508 Dalton'dur ve bunun anlamı suyun kütlesinin 18.01508 gram olduğudur. 1 gram su $N/18.01508 \approx 3.3428 \times 10^{22}$ molekül içerir. N simgesi, Avogadro sayısıdır ve 6.022×10^{23} eşdeğerdir. Suyun içsel manyetik momenti olmadığından, su dimanyetiktir. Yani güçlü manyetik alanlardan zayıf etkilenir. Oda ısısında H_2O-D_2O 'un 293 Kelvin'deki karışımında, kısa süreli, komşu protonlar arasında (deuteronlar) kuantum dolaşıklık olabildiği gösterilmiştir (Chatzidimitriou-Dreismann et al., 1997).

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 ve açılı kutuplanmalara (Keesom kuvvetleri) bağlı olabilir.

Çekirdeğin pozitif yükü, çekirdek çevresinde bir bulut oluşturan elektronların negatif yükleri ile denkleştirdiğinden, atomlar ve moleküller elektriksel olarak yüksüzdürler (nötrdür). Pozitif ve negatif yükler aynı yerde olmadığından moleküller bir elektrik dipolü oluşturabilirler. Su molekülü gibi simetrik olmayan moleküllerde, negatif yüklerin ağırlık merkezi ortalama olarak pozitif yüklerin ağırlık merkezi ile çakışır ve kalıcı dipole müsaade etmez (örneğin karbondioksit molekülü, CO_2). Bununla birlikte belirli bir anda, elektronların konumundaki dalgalanmalar nedeni ile yüklerin ağırlık merkezleri tam olarak çakışmazlar ve molekül çevresindeki uzayda bir elektrik alanı yaratan bir dipol (kutuplama, + ve -) ortaya çıkar.

İki elektrik dipolü birbirine bir takım kuvvetler uygularlar (dipol-dipol etkileşimi) ve 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 ($1/r^7$ olarak değişim). Zayıf olmalarına karşın van der Waals kuvvetleri sıvıların ve suyun akışkanlığını (kohezyonunu) sağlar. Suyun dipol momenti nispeten yüksektir ve oksijen atomunun büyük oranda kutuplanabilmesi, suyun kolayca birleşen bir madde olmasını sağlar.

Casimir Kuvveti

London-van der Waals kuvveti, dielektrik ortamda *CASIMIR* etkisi ile ilişkilidir. Bu etki 1955 yılında tespit edilmiştir. Casimir etkisi 1948 yılında ortaya konulmuştur. Fizikçi Hendrik Casimir, o dönemde yüklü olmayan iki paralel metal plakanın

birbirine çok yaklaştırıldıklarında bir kuvvet uygulayabileceklerini öne sürdü. Bu kuvvet ancak, aradaki mesafe ileri derecede küçük olduğunda (bir kaç atomik çap) ölçülebilir. Bu etki Casimir etkisi olarak adlandırılır. Deneysel olarak 1997 yılında 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 dalga boylarından 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 dalga boyunun daha çok sınırlanmasına neden olur ve plakalar arasındaki basınç-enerjiyi artırır. Aralık genişletildiğinde, uzaklığın 4'üncü kuvveti ile de etki azalır. Küçük nesnelere ve bir birine 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 Fourier uygulamasının sıfır noktası enerjisinden (*zero-point energy*) hesaplanabilir. Alan başına Casimir kuvveti F_c/A , vakumda ideal plakalar arasında

$$\frac{F_c}{A} = \frac{hc^2}{240d^4} \text{ denklemleri ile hesaplanır.}$$

Burada; h Planck sabiti (bazen 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 $1+2+3+4+5+\dots$ 'in toplamıdır ve 1, 2, 3, 4, 5 sayıları plakalar arasında bulunan dalgaların sayısıdır. Aralıktaki her dalga, kuantum harmonik titreşimcisi gibi davranır ve temel durum enerjisi seviyesi $hw/2$ ile ifade edilir (w : titreşim sıklığını gösterir) ve toplam potansiyel enerjiye katkıda bulunur.

Kuantum Alan Teorisi (QFT)

Bir kuantum, temel bir enerjiyi belli bir alanda tutan ve bunu yakındakilere aktaran birimlerdir. Bu yerel enerji kuantumdur. Bu enerji kuantumu elektromanyetik alan ve madde arasında serbestçe geçiş yapabilir, toplam enerji dengede kalır. Son yıllarda Kuantum Beyin Dinamikleri (QBD) kavramı yoğun kullanılmaya başlanmıştır (Jibu and Yasue, 1995). Dinamik terimi “kontrollü değişiklikler” anlamında fizikte çokça kullanılmaktadır. Bunun yanında hareketli nesnelere üzerinde kuvvetlerin 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, elektromanyetizm, termodinamik, sıvı dinamikleri konuyla ilgilenir. Dinamik kavramı bu anlamda canlı ve cansız nesnelere uygulanabilir. Aynı zamanda canlı olan beyin gibi bir yapıya da uygulanabilir.

Kuantum mekaniğinde, spin alanının özel bir anlamı vardır. 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. $1/2$ spinli elektronlar, nötrinolar ve kuarkların spin alanları vardır. Bu alanlar belli bir uzaysal-noktasal hacimle sınırlanmazlar ve uzayın her yerini kaplarlar.

QFT, sadece atom altı ölçekte değil makroskopik ölçekte de (süperiletkenlik) bir çok konuya açıklık getirmiştir. QFT, elektromanyetik alan, çekirdek kuvvetleri alanı ve kütleçekimsel kuvvet alanını kapsar. QFT'de, madde çok sayıda madde alanının enerji kuantumundan oluşur.

Kuantum fiziği dışında (ya da kuantum fiziğine başvurmanın gerekmediği durumlarda) fiziksel bir sistem, alanların ya da parçacıkların (ya da taneciklerin) bileşimi biçiminde göz önüne almak gerekir; bu iki kavram, yani alan ve parçacık, sürekli/sürekli 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 kuantum teorisini ikisinin yerine koyar. Kuantum yerel olmama bununla ilişkilidir. Buna QFT adı verilir.

Fizikten de bildiğimiz gibi sınırlı sayıda sistem, dışarıdan enerji desteği olmadan değişime direnebilir. Dışarıyla bağlantı halinde olan ve uyarılar alan beyindeki bellek buna rağmen stabildir. QFT göre izole olmayan (yani açık, çevre ile ilişkide) bir sistem enerji kaybı olmaksızın stabil kalabilir. En az düzeyde enerji özdeğeri (*eigenvalue*) olan enerji öz durumundaki (*eigenstate*) mikroevrensel alan vakum durumu olarak bilinir. Bu vakum durumu enerji kaybetmez. Vakum durumu QFT'de ideal stabil fiziksel durumu temsil eder. Buna göre beyinde sonsuz sayıda mikroevrensel vakum alanları vardır.

Yukawa, 1935'de atom çekirdekleri içinde bulunan proton ve nötronların kendi aralarındaki etkileşimini açıklamak için orta kütleli bir parçacık alış-verişinde bulduklarını öne sürdü. Bu parçacıklara mezon adını verdi. Proton ve nötronlar arasında alıp-verilen bu parçacıklara π -mezonları ya da pion denir. Yukawa'nın mezon teorisinde her proton ve nötron pion denen parçacıklar salar ve çok kısa süre sonra onu tekrar soğurur. Buna göre, protonve nötronlar etrafında her an pion denen parçacıkların oluşturduğu bir mezon alanı vardır. Bu olay tıpkı H_2 molekülündeki iki elektronun iki hidrojen atomu tarafından ortaklaşılması sonucu kovalent bağ ile bağlanmaya 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 ile, kovalent bağlanma elektron alış-verişi ile olduğu gibi, atom çekirdeği içinde proton ve nötronlar pi mezonları alış-verişinde 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 yokolma durumları ile syreden parçacık ve katı hal fiziğine teorik bir pencere sağlar. Göreli olmayan kuantum alan teorileri süperiletkenliği ve BCS (Bardeen-Cooper-Schrieffer teorisi, düşük ısıda metallerde direçsiz elektrik akımı) teorisini açıklamak için gereklidir. Kuantum torisinde kullanılan Schrödinger denklemi çoğunlukla şu şekilde yazılır:

$$\left[\frac{|p|^2}{2m} + V(r) \right] |y(t)\rangle = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |y(t)\rangle$$

Burada $|y\rangle$, kütlesi m olan parçacığın, V potansiyel varlığında kuantum durumudur.

Bu denklemde *ilk sorun* çok sayıda parçacık içeren sistemlerin durumunu hesaplanmaya çalışıldığında ortaya çıkar. Parçacıkların her şeyi ile aynı olduğu ve ayırlamadığı (bozon) veya anti-simetrik olan fermion gibi çoklu parçacık durumlarında denklem işe yaramaz. Bu çok parçacıklı sistemleri denklemle tanımlamak neredeyse imkansızdır. Örneğin, N parçacıktan oluşan bir bozon sistemi için kuantum durumu şöyle yazılabilir:

$$|f_1 \dots f_N\rangle = \sqrt{\frac{\prod_j N_j!}{N!}} \sum_p |f_{p(1)}\rangle \dots |f_{p(N)}\rangle$$

Burada $|f_i\rangle$ tek parçacık durumunu, N ise j durumunda bulunan parçacıkların sayısını, p ise N parçacık birimi üzerinde tüm olası etkilerin permütasyonlarını gösterir. Genelde, farklı her birimin $N!$ 'in (N faktörial) toplamıdır. Katı hal fiziğinde çok sayıda parçacıklar sıklıkla devreye girer ve parçacıkların sayısı tipik olarak Avagadro sayısı yani 10^{23} kadardır. Ancak bu denklem ifadeleri her zaman yeterli midir? Yanıt: hayır.

İkinci sorun Schrödinger denklemini özel görelilikle bir araya getirmeye çalışıldığında ortaya çıkar. Einstein'in bilinen $E=mc^2$ denklemi, ağır parçacıkların çok daha hafif parçacıklara bozunmasına imkan verir. Örneğin, elektron ve pozitron bir araya geldiğinde fotona dönüşürler.

QFT bu problemlere çözüm getirdiğinden gerekli bir yaklaşımdır. Yine kuantum mekaniğindeki gibi her parçacık belirsizlik prensibine tabidir. Alan, uzay-zamanın her noktası için bir işlemcidir. Bunun yanında yaratma ve yoketme işlemcileri de devreye girer. Çoklu parçacık sisteminden parçacıklar oluşur ve yokolur. Bu oluş ve yokoluş işlemcileri kuantum harmonik osilatörlere benzer. Bozonlar için, genişlemiş bir Hilbert uzayının tipi olan Fock uzayında işlemciler kullanılır ve herhangi bir parçacık içermeyene (vakum durumu) denir.

Kuantum Beyin Dinamikleri

Jibu ve Yasue, Umezawa'nın yolundan giderek QED (Kuantum Elektro Dinamik) ve QCD (Kuantum Kromo Dinamik) bilim alanlarına QBD (Kuantum Beyin Dinamikleri)

kavramını ekleyerek ve bunun “*yeni bilim*” olduğunu öne sürerler. Jibu ve Yasue’ya göre, beynin çalışması için kuantum mekaniği yaklaşımı mutlaka gereklidir. Ancak, diğer kuantum mekaniksel bilinç teorilerinin (Hagan, 2002), kuantum mekaniksel olmadığını, sadece QFT’nin modern ve gerçekçi anlamda bunu başarabildiğini öne sürerler (Jibu and Yasue, 1995).

Beyinde QFT’nin işleminin Temel kabulleri

- Canlı madde mikroskopik yapısı kuantum istatistiksel olarak değil, QFT ile incelenebilir.
- Sinir hücreleri temel işlem gören birim değildir. Sinir hücreleri sadece makroskopik birimdir. Buna ilaveten mikroskopik kuantum sistemi de vardır.
- Kortikonlar ve bozonlar arasındaki etkileşim kuantum beyin dinamiği olarak adlandırılır (QBD)
- Bellek tüm beyine dağıntır
- Beyin dinamiklidir
- Beyin dış dünya ile ilişkili açık sistemdir
- Beyinde “ağ içinde ağ”lar vardır
- Glial hücrelerde bilinç için önemlidir
- Beyinde kortikonlar denilen, mikroskopik sistemin temel elemanları bulunur. Yerleşimleri hücre zarının iki yanındadır. Tüm beyine dağıntırlar.
- Bellek kaydı, vakumda kuantum faz geçişi ile olur
- Kuantum tünelleme, olasılık hesapları dahilinde vakumlarda bozon etkisi yapar.
- Goldstone bozonları vakumları normal düzeltir ve hatırlamada görev alırlar.

Stuart, Takahashi ve Umezawa’nın QFT’de beyin kabuğu alanının kuantumu, kortikon (*corticon*) olarak adlandırılır. 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 edilmiş dinamiklerinden doğarlar. Bilindiği gibi fotonlar ve elektronlar birbirleri ile yakın ilişkiindedirler. Elektronlar foton oluşturabilir ya da emebilir. Örneğin, Elektron (e^-) ve pozitron (e^+) etkileşiminde yokolma ve yaratılma oluşabilir: $e^+ + e^- \rightarrow 2g$. Tersisi şekilde olan

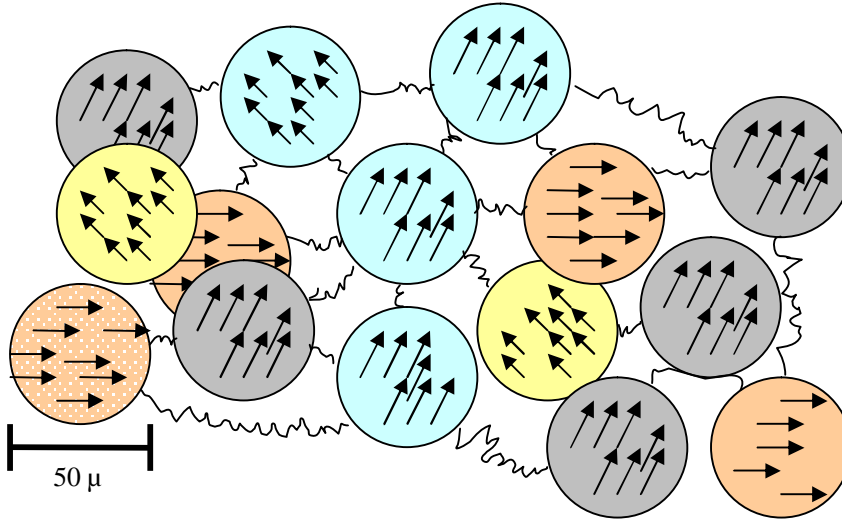
$g \rightarrow e^+ + e^-$ yönündeki dönüşüme çift oluşum denir. Foton, elektromanyetik dalga paketidir. Tek bir fotona dönüşüm, enerji ve momentum korunumu yasasına göre mümkün değildir. Ancak QFT’e göre, enerji korunumu prensibi ile çatışan kısa süreli ara kuantal durumların olmasına izin verir. Bununla ilişkili olarak vakumda parçacıklar, çok kısa süreli yaratılır ve yokolurlar.

Elektromanyetik alanın kuantumu foton, Bose alanının kuantumu ise bozondur. Herhangi iki kortikon arasında bozon değişimi yaratırken, bir diğeri bozon değişimini yok ederek birbirlerine etki ederler. Kortikonlardaki kuantum teorik bozon değişimi ile oluşan yaratılış ve yokluş dinamikleri bellek ve bilinci oluşturur. Kortikoanların yapısı, su moleküllerinin kendi çevresinde dönmesinden kaynaklanan serbestlik derecesi ve elektrik dipol alanları beyin kabuğu hücre ağlarına yayılır. Umezawa, su moleküllerinin kendi çevresinde dönmenin doğurduğu sonuçlar 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 beyine yayılır. Elektrik dipol taşıdığı yük nedeni ile elektromanyetik alanla eşleşmiş (ikili) bir birim oluşturur. Kortikal alan bu alanların temsilidir.

Eşdurumlu Vakumlar

Umezawa ve çalışma arkadaşlarına göre, su molekülleri yaklaşık 50 μ çapında vakum bölgeleri oluşturur. Böylece beyindeki su, her biri 50 μ hacimle ayrılan bir çok 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 içindeki su molekülleri ile kuantum yerel olmam ile eşdurumlu ilişki içindedir. Birbiri ile ilişkili vakumlarda makroskobik bir düzenlenme oluşur.



Şekil: Beyindeki kuantum vakum alanlarının şematik gösterimi. Çapları yaklaşık 50 μ kadar olduğu öne sürülmüştür. Her bir ok bir su molekülünü temsil etmektedir. Her vakumdaki su moleküllerinin dönmesi aynı yöndedir. Her biri belli bir yönde vektöre sahiptir. Aralarında, kuantum yerel olmamadan kaynaklı uzun mesafeli bir ilişki vardır.

Nambu-Goldstone Bozonları

QFT'deki Nambu-Goldstone teoremi, vakumların yapısını gayet iyi şekilde açıklar. Bunlar Nambu-Goldstone bozonları denen, kütleleri sıfıra çok yakın özel bozonlardır. Temelde çok küçük enerji Goldstone bozonlarını yaratmak için yeterlidir (bu çıkarım $m=E/c^2$ 'den yapılabilir). Bunlar kütsüz Bose-Einstein kuantumu olarak, su molekülünün kendi aksı etrafında dönmesine etkisi bulunan yeni bir değişkendir (serbestlik derecesidir). QFT'de Nambu-Goldstone teorisi, herhangi bir yoğun ve devamlı *simetrisinin kendiliğinden kırılması* sonucu (dönme simetrisi gibi), kütsüz bir kuantum olan Goldstone bozonlarının oluşumuna da imkan verir. Vakumlardaki aynı yönde olan düzenlenmeden sapma, bir molekülden diğerine dalga gibi aktarılır ve uzun mesafeli ilişki içindeki vakumlarda, kendiliğinden simetri kırılması yapar. Bu aynı zamanda kuantum enerjisi olarak da düşünülebilir.

Goldstone bozonları, makroskobik düzenlenmiş vakumların özelliğidir. Düzenlenmiş su moleküllerinin elektrik dipollerinin düşük frekanslı dalgaları, düşük frekanslı elektromanyetik dalgalar oluşturlar. Sonuçta, Goldstone bozonları, ileri derecede düşük frekanslı makroskobik elektromanyetik dalga (taşıyıcı parçacığı foton) olarak düşünülebilirler. Vakumda kırılmış simetri, Goldstone bozonlarının yaratılması ile yeniden düzeltilir. Aynı zamanda hatırlama olayı da Goldstone bozonları ile oluşur.

QFT ile işlem gören bir alanın vakum durumu, eşdurumun uzaysal uzanımı genişliğinin makroskobik düzenlenmiş durumu olarak göz önüne alınabilir. Fakat vakum durumu sabit ve değişmez değildir. Bu değişme simetri kırılmasıdır. Su moleküllerinin kendi eksenini etrafında dönmelerinden kaynaklanan alan Schrödinger denkleminde göre değişmez. Vektörler, biri diğerine göre kısmen aynı pozisyonda kalır. Her vektör diğer vektörler ile aynı açıyı koruyacak şekilde kendi merkezi etrafında döner. Bu tek biçimli dönme dinamikleri etkilenmeden vakumda *kendiliğinden simetri kırılması* olur.

Nambu-Goldstone bozonları, parçacık davranışından daha çok, dalga gibi davranırlar. Tüm sistem içerisinde bunlar dağıldığında uzun mesafeli eşdurum sağlarlar (long-range correlation). Böyle bir sistemin makroskobik düzenleniş davranışı "bir bütün" şeklindedir. Yerel özellikler gözlenemez ve bütüncül özelliklerin içine karışırlar. Bir bölgede simetrinin kendiliğinden kırılması QFT'de mümkün olduğundan, bir çok 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 beyine kaydedilmesi, simetri kırılması ile oluşan NG bozonlarının eşdurumlu yoğunlaşması sonucu oluşur. Sonsuz hacmin limitinde, NG bozonları kütleli olduklarından, vakumda yoğunlaşmaları herhangi bir enerji eklenmesine neden olmaz. Yoğunlaşmış Goldstone bozonlu vakum durumu düzenlenmiş bir yapıdadır ve yani sistemin en düşük enerji seviyesindedir. Bu nedenle düzenlenmiş durumun değişmeden kalması sağlanır (Pessa, 2004).

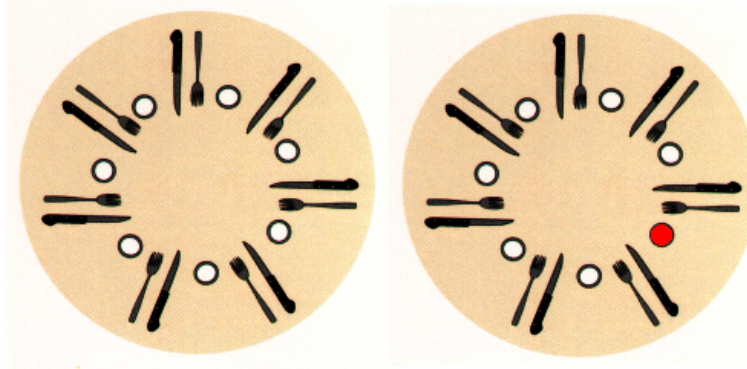
Klasik çok parçacığı ele alan fiziğin yerel olmayan, bütüncül ve eşdurumlu davranışı tanımlaması mümkün değildir. İleri derecede etkilenmeden kalma ve geniş ölçekli düzenlenme durumu, termodinamik kanunlarına göre güçlü enerji girdisinin yokluğunda mümkün değildir. Oysa kristaller, süperiletkenler ve ferromagnetikler dışarıdan enerji kaynağı olmadan yapılarını bozulmadan devam ettirirler ve bu maddelerin bu nasıl yaptığı ancak QFT ile açıklanabilir. Bellek için de aynı şey geçerlidir. Bellek uzun süreli kalcılığını devam ettirebilen ve tüm beyine geniş ölçekli olarak yayılabilen özelliğini QFT'nin kurallarına uymasından alır. Dışarıdan gelen uyarılar, eğer beyinin zemin durumunda herhangi bir değişiklik yapmadan, kütleli Goldstone bozonlarını oluşturursa, bilinç oluşmadan bellek oluşur (örtük/bilinçsiz bellek).

Sonsuz bir hacimde bozonlar kütleli olduklarından, en küçük bir enerji uyarısına neden olur. Buna karşın sonlu bir hacimde, Goldstone bozonları sıfır olmayan kütle kazanırlar. Uyarım enerjisi belli bir eşğin üzerine yükseldiğinde, belleğin bilinçli kaydedilmesi gerçekleşir. Bu uyarılma durumlarının belli bir süreleri vardır ve günlük

yaşamımızda deneyimlediğimiz "hatırlama", "uyanıklık", "farkındalık" ve "dikkat" odaklamada da aynı durum devam eder. Ancak zemin durumdan uyarılmanın bir süresi daima vardır. Tıpkı deneyimlerin de 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 bakışma güzel bir örnek, akşam yemeğinde bir 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, bazılarının ise iki tane düşer.



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 "*bakışımın/simetrinin kendiliğinden kırılması*" denir (Reeves, 2002). (simetri kırılması evrenin başlangıcında maddenin hakim olmasını sağlamıştır. Big Bang sonrası dönemde eşit miktarda bulunan madde-antimadde durumu, simetrinin madde lehine bozulması sonucu, bugün var olan bizler ve meddesel evren var olabilmiştir. Aslında, "*yukarıdaki ve aşağıdaki arasında*" kurallar açısından belki de fark yoktur!)

Biyolojik yapılar, çok parçacıklı sistemlerdir. Beyin 10^{10} hücre ve bir o kadar da sinir hücresi olmayan destek hücresi içerir. İzole biyolojik sistem yoktur ve olamaz da. Canlılık biyolojik yapının bir unsuru olduğundan, canlılık aynı zamanda çevre ile etkileşimi de gerektirir. Canlılık aynı zamanda termodinamiğin ikinci kanununun ihlalidir (negantropi).

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} 'dir. Olasılık hesaplanması

$$j_{MB} = \frac{N!}{n_1!n_2!\dots n_i!} g^{-N} \text{ şeklindedir.}$$

Bu klasik Maxwell-Boltzmann faz uzayı uygulamasıdır. Yani, ideal bir gazda, durum değişkenlerin her birinin olasılık değerleri eşittir ve her gaz molekülü eşit olasılıklı her yerde bulunabilir. Eğer j_{MB} eşit olasılıklı durumları bozulur ise, her bir molekül için alternatif olasılıkların sayısı azalır. Başlangıçtaki sistemin j_{MB} durumu bozulur. Yeni bir sistem durumu oluşur (j_i). Bu bir çeşit simetri kırılmasıdır. Bu varolan durumdaki bozulma aynı zamanda entropi yani düzensizlik artışıdır. Bu nedenle Entropi, $S = k \log j_{MB}$ yazılabilir. Eğer “düzenlilik” yerine, entropinin “bilgi”sini yazacak olursak Bilgi, $I=S^{-1}$ olur, yani $I.S=1$ durumuna gelir. Ya da j_i ile ilgili S_i şeklinde bir entropi oluşur. Orijinal entropi $j_{MB}; S_{orijinal} = S_{MB} - S_i$ halini alır.

j_{MB} ile ilgili Fermi-Dirac (özdeş olamayan parçacıklar) ve Bose-Einstein (özdeş parçacık) durumları karşılaştırıldığında, simetri kırılmasında, alternatif olasılıklar azalırken, tersine “belli özel durumlarda düzenlenme” olasılıkları da artar (ΔI). Bu bir örnekle gösterebiliriz. $g=5$ grup ve $N=3$ parçacık durumunu hesaplayalım. Özdeş parçacık kabul ettiğimizde, Bose-Einstein modeli kullanıldığında;

$$j_{BE} = \frac{g + (N-1)!}{(g-1)!N!} \Rightarrow j_{BE}^{-1} = 0.03$$

Parçacıklar özdeş değilse Fermi-Dirac modeli kullanılır

$$j_{FD} = \frac{g!}{N!(g-N)!} \Rightarrow j_{FD}^{-1} = 0.1$$

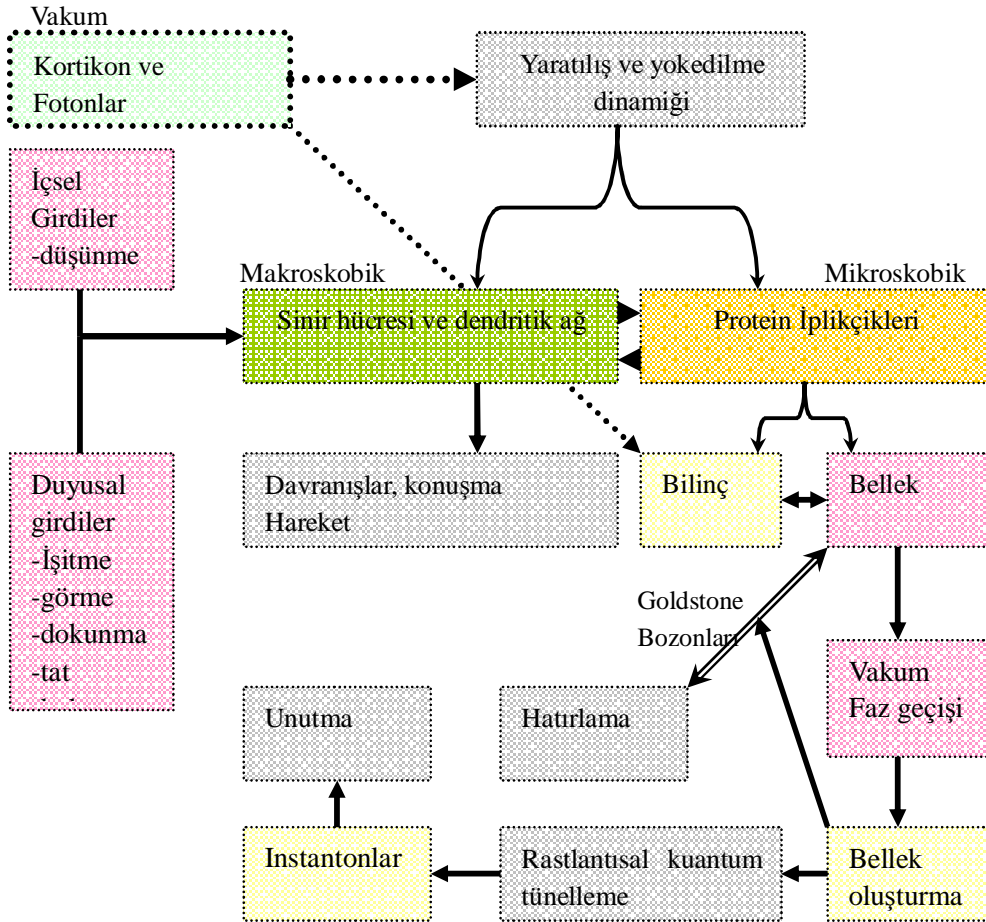
Yukarıda bahsedilen Maxwell-Boltzmann denkleminde;

$$j_{MB}^{-1} = 0.05 \text{ değeri elde edilir.}$$

Özel olasılıklı düzenlenme artışı, ΔI_{BE} için $=0.05/0.03=1.67$ iken ΔI_{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, motor epileptik nöbetler, j_{BE} durumunda bozulma yaparlar ve sistemin değerini j_{MB} durumuna yaklaştırırlar.

Beyin dış dünyadan enerji alır. Duyu organlarından gelen enerji önce sinir ağlarına, sonra dendritik ağlara ve ardından da hüce zarının iki yanında bulunan protein iplikçiklerine gelir. Enerji, dışarıdan gelmeden de içsel olarak sinir hücresi

ağında veya dendritik ağda doğurulabilir (rüya, düşünme gibi). Yayılım yolu aynı şekildedir. Enerji değişimi daima dah alt birimlerle etkileşir. Bu değişen enerji kortikon ve foton (=elektromanyetik alan) yaratmak için yeterli olacaktır. Oluşan bu alan dolaylı yoldan makroskobik sinir hücreleri ve dendritik ağı, doğrudan mikroskobik protein iplikçiklerini etkileyecektir. Sinir hücreleri de gelen uyarıyı farklı beden organlarına ulaştırıp konuşma ve hareket gibi biyolojik değişikliklere neden olurlar.



Bellek

Belleğin önemli bir özelliği zamana karşı dirençli oluşu, yerel olmamasıdır. Umezawa, belleğin bir vakum durumu olabilceğini öne sürmüştür. Bir vakum durumunda diğer bir vakum durumuna geçme, QFT’de “vakum faz geçişi” olarak adlandırılır. Beyin gibi bir sistemin “öğrenmesi”, giren enerji (uyaran) ile yeni vakum durumu oluşmasıdır. Bu nedenle bilinç-bellek-bilinç-bellek-bilinç... devamlı bir işlem olarak devam eder. Biri diğerine bağlı iyi ayrılanlardır.

Belleğin geri çağırılması Goldstone bozonu ile ilişkiliyken, bellek kayıpları “instanton” ile ilişkilendirilir. Instanton, hatırlama esnasında ya da belleği geri

çağırma devreye giren bir başka kuantumdur. Sinir hücresi ve dendritik ağa eğer bir enerji gelirse, mikroskobik iplikcik proteinlerine geçer ve bir eşiği geçerse, yeni kortikon ve fotonlar oluşur, bilinç durumu yeni bilinç durumuna değişir. Bir vakum faz geçişi altında bulunan var olan 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 (Globus, 2001).

Kuantum tünelleme vakum durumunda, kuantum mekaniğinin bir özelliği olarak ortaya çıkar. Tünellemeye bağlı olarak, herhangi bir dışsal uyarın olmadan kendiliğinden vakum faz geçişleri olur. Bu değişimler tamamen olasılıklara bağlıdır (kortikonlar ve fotonların yaratılma ve yokedilme dinamiklerinden bağımsız olarak). 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 instanton’lar olarak adlandırılır. Zaman içerisinde ve yaşla artan instantonlar belleği zayıflatır.

Bu modele göre, belleğin mekanizması elektrokimyasal çalışan sinirsel-sinaptik aralık mekanizmalarından farklıdır: beyin farklı seviyelerde etkileşim içinde olan karışık bir sistemdir. Bellek işlemi kuantum mekanikselken, elektrokimyasal aktivite klasik seviyede çalışır. Bu iki seviye arasındaki etkileşim ile bellek durumu, eşdurumlardan dolayı makroskobik kuantum seviyesidir. Bu birarada çalışma durumu, kristallerde phononlar ve akustik dalgalar arasındaki ilişkiye benzer. Akustik dalgalar klasik dalgalardır, oysa phononlar kuantum Nambu-Goldstone tarzındadır. Her ikisinin etkileşimi kristallerin makroskobik davranışını belirler.

Beyinde QTF uygulamasının açıklayabildiği “bilinç-zihin” olayları (Jibu, 2001)

- Zihin/bilinç-beyin bağlantı sorunu (binding)
- Bilincin birliği (global-uniter)
- Zihin içeriği, öznel (qualia)
- Algoritmik olmayan işleme
- Özgür irade
- Bellek oluşturmayı ve unutmayı
- Anestezik maddelerin bilinci geçici kaldırmasını açıklar

Kaynaklar

- Globus GG (editor). *Brain and Being. At the boundary between science, philosophy, language and arts.* Ed: Globus GG, Pribram KH, Vitiello G. JB Publ. 2004;267-290.
- Chatzidimitriou-Dreismann CA, Abdul Redah T, Streffer RMF and Mayers J. Anomalous Deep Inelastic Neutron Scattering from Liquid H₂O-D₂O: Evidence of Nuclear Quantum Entanglement. *Phys Rev Lett* 1997;79:2839–2842
- Davydov AS. Solitons in molecular systems. *Physica Scripta* 1979;20:387-394
- Eliano Pessa, Giuseppe Vitiello. Quantum Noise, Entanglement and Chaos in the Quantum Field Theory of Mind/Brain States. *Mind and Matter* 2004;1(1):59-79
- Fröhlich, H. Long range coherence and energy storage in biological systems. *International Journal of Quantum Chemistry* 1968;2:641-649.
- Hagan S, Hameroff SR and Tuszynski JA. Quantum computation in brain microtubules: decoherence and biological feasibility. *Phys Rev E* 2002;65:061901-1 to-11.
- Jibu M and Yasue K. *Quantum Brain Dynamics and Consciousness.* Benjamins, Amsterdam, 1995.
- Jibu M ve Yasue K. Quantum brain dynamics and consciousness. An Introduction. *Advances in consciousness studies.* JB Publs. 1995.
- Jibu M. Theory of cell membrane organizers and pressure reversal of anesthesia. *Medical Hypothesis* 2001;56:26-32.
- Pessa E, Vitiello G. Quantum Noise, Entanglement and Chaos in the Quantum Field Theory of Mind/Brain States. *Mind and Matter* 2004;1(1): 59-79
- Reeves H. İlk Saniye. Çev: Özdoğan E. YKY 2000.
- Riccardi LM ve Umezawa H. *Kybernetik* 1967;4:44-48.
- Stuart CIJM, Takahashi Y ve Umezawa H. On the stability and non-local properties of memory. *Journal of Theoretical Biology* 1978;71:605-618.
- Webb SJ. Laser Raman spectroscopy of living cells. *Physics Reports* 1980;60:201-224.