

BEYİN-BEDEN-ZİHİN ETKİLEŞİMİNDE “NEBULÖZ KARTEZYEN SİSTEM”

Erol BAŞAR¹, Bahar GÜNTEKİN¹

ÖZET

René Descartes 'ın geliştirdiği *Kartezyen Sistem* “*Newton'un Dinamik Kuralları*” ile ilintili ve iç içe geçmiş olan temel bir kavramsal ve analitik sistemdir. Rönesans'tan itibaren modern bilimin yolunu açmıştır. 20 inci yüzyıl'ın başlarında Kuantum süreçlerini analiz etmek amacıyla, fizikçiler nedensellik ilkesinin olasılıksal ilkeye dönüştüğü bir Probabilistik (olasılıksal) Kartezyen Sisteme yönelmişlerdir. Bu da (kuantum kurallarına itaat eden) elementar parçacıkların yörüngelerinin sadece *bulutlu dalga paketleriyle* açıklanabileceği anlamına gelmektedir.

Beyin-beden-zihin sorununa yönelik bir yaklaşım modern fizik ve kuantum dinamiğindeki çabalardan daha fazlasını gerektirmektedir. Beyin-beden-zihin yapısının analizine *belirsiz nedensizlikleri* ve dolayısıyla da “*çoklu belirsiz nedensellikleri*” dahil etmemiz gerekir. Bu çoklu nedensellikler (1) vejetatif sistemin nonlineer özelliklerinden (biyokimyasal transmittörlerdeki düzensizlikler, kardiyak çıktısı, vasküler sistemdeki turbülanslar, respiratuar apne, peristalsisdeki nonlineer salınımsal etkileşimler); (2) nöronal elektirisitenin nonlineer davranışı (örneğin EEG'nin kaotik yapısı) ve (3) genetik modülasyonlardan kaynaklanabilir, ayrıca, (4) bu fizyolojik olgular yanında vücuttaki fiziksel süreçlerin nonlineer özelliklerini de hesaba katmamız gerekmektedir. Beyin; yaklaşık $D_2=6$ 'lık, düz kaslar da $D_2=3$ 'lük korelasyon boyutu olan deterministik kaos gösterir. Bu gerçekler ışığında, beyin-beden sistemindeki süreçleri tanımlamada ve analiz etmede hiper-probabilistik bir yaklaşımla veya bir Hiper-Olasılıksal Kartezyen Sistemi'yle karşılaşıyoruz.

Eğer bu yapıya veya zaten hiper-probabilistik olan bu yapıya “hislerimizi”, duygularımızı ve yaratıcılığı eklersek bu “Yeni Kartezyen Sistem” hiper-probabilistik olmanın ötesine geçerek bir *Nebülöz Sistem*e dönüşür, geleceğe ilişkin olarak, sadece nebülöz tahminler yürütebiliriz; tüm bunlara rağmen bu mantık zincirine bağlı kalarak beyin-beden-zihin ortaklıklarından yola çıkarak tahminlerde bulunabiliriz. Kesinliğinden emin olmasak da, beyin-beden-zihin ortaklığına ait mekanizmalarının “bulutlu veya sisli bir günde yürünecek yolu bulmak” metaforuyla benzer bir şekilde analiz ve tahmin edilebileceğini varsaymaktayız. “*Nebülöz Kartezyen Sistem*” de (NKS) **işte budur.**

René Descartes, yaşadığı çağda dahice girişiminde bulunurken bugünkü modern fizyoloji ve modern fiziğin bilgi birikimine sahip değildi. Biz Yeni Kartezyen Sistem üzerine düşünmenin vaktinin geldiğini düşünüyoruz. Bunu başarmak için Heisenberg S-Matrisinin ve “Feynman Beyin Şemaları” adını verdiğimiz modifiye Feynman şemalarının kullanılmasını önermekteyiz. NKS'ya dair salınımsal yaklaşımın içinde ele alınması gereken bir diğer metafor ise “sicism kuramı” (string theory) dir.

Ayrıca beyin-beden-zihin ortaklığının kendi dinamik çerçevesini oluşturmak için temel adımlar atılması gerektiğini de ısrarla öne sürmekteyiz, fizik ve matematiğe ait önermeler ve metaforlar faydalıdır ancak beyne özgü dile ait gramerin biyolojik temellere dayalı, uyarlanırlı-olasılıksal bir Kartezyen Sistemle çözümlenmelidir. Bu yeni Kartezyen Sistem mutasyonlar geçirecek ve Beyin-beden-zihin sorununa yaklaşımda yeni kapılar açmak için Charles Darwin'in evrim teorisiyle paralellik içinde Henri Bergson'un felsefesine uzanacaktır. .

Anahtar Kelimeler: *Beyin-Beden-Zihin, kuantum beyin modeli, kaos, beyin salınımları, alfa, sicim kuramı, Feynman Şemaları, Heisenberg S-Matrisi.*

Modeller ve beyindeki yeni kavramlara ilişkin daha önceki bir yazıda nörobilimlerin fizyoloji, fizik, psikofizyoloji ve filozofiyi bir araya getiren multidisipliner yaklaşımların iç içe geçtiği bir atılım hamlesi arayışı içinde olduğunu belirtmiş ve biraz da söz konusu nebülöz sistemin çerçevelerine değinmiştik (Başar ve Karakaş, 2006). Bu özel sayıya ait yazıların değerlendirilmesini takiben yazılmış olan bu inceleme yazısında yakın zamanda orta-

¹ İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi

ya atılan bu Kartezyen Sistem daha ayrıntılı bir şekilde tanımlanacaktır: Çekirdek fikir René Descartes'ın önemli kurallarının izinden gitmektedir. Güncel eğilimler olan bilgisayarlı yaklaşımlar ve istatistiksel analizler artık 1600'lü yıllara ait görkemli "Kartezyen Analitik Geometrisi"nin yerini almaktadır ve beyin-beden-zihin ortaklığını açıklamada hiper boyutlu olasılıksal ve/veya yarı-deterministik yollar esnekliği olmayan Newton yörüngelerinin yerine geçmiştir.

1 Beyin/beden-zihin ilişkisini açıklamada niçin yeni bir "bileşik çerçeve" gerekmektedir?

"Zihin" terimi fizikçiler ve hatta biyologlar için soyut ve görünmez bir kavramdır. Günümüzde, fizikçiler ve biyologlar zihin/beyin ortaklığının sınırlarını incelemeye girişmişlerdir. "Dikkat" ve "hatırlama" gibi bilişsel süreçleri incelemekte, algılamının mutlak eşliğinde elektrofizyolojik aktiviteyi ölçmekte, rüya başlangıcını önceden tahmin edebilmekte, tanıdık ve yabancı yüzlere verilen elektrik yanıtlarını ayırtlayabilmektedirler. Artan bilgi, bilim ve teknolojideki ilerleme ve mükemmelleştirme çalışmaları felsefenin alanında olan süreçleri (fizikçiler açısından metafizik alanında olan süreçleri) "gözlemlenebilir, ölçülebilir ve sınanabilir" kıldı. Zihin ve biliş pozitivistik bilimler tarafından bir yüzyılı aşkın bir süredir incelenmektedir ve önce psikolojinin, sonra da fiziksel/biyolojik bilimlerin konusu olmuşlardır.

René Descartes tarafından oluşturulan kordinat sistemi ve analitik geometri doğal bilimin gelişimine müthiş bir katkıda bulunmuş, "Kartezyen Sistem" üzerine kurulu kavramsal çalışmalar ve araştırma çalışmaları yirminci yüzyılın başlarına dek pozitif bilimlere hükmetmiştir. Fizikçiler Einstein'ın hareketli koordinat sistemi ve Heisenberg'in belirsizlik prensibi ile birlikte çalışma çerçevelerini değiştirmişlerdir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında, Norbert Wiener (1948), René Thom (1975), Prigogine (1980), Herman Haken (1977) son derece parlak önermeler getirmişlerdir, nonlinear matematik ve kaos teorisininin katkılarını da unutmamak gereklidir. Bu yeni akımların yararlılıklarına karşın, çağdaş multidisipliner yaklaşımların hiçbiri "Descartes'ın Kartezyen Sistemi"nin başarısına ulaşamamıştır. Peki bu büyük eksikliğin nedenleri nelerdir? Biz yirminci yüzyılda bilimleri birleştirmeye yönelik akımlar başlatanların çoğunun matematikçiler, fizikçiler ve kuramsal bilimciler olduklarını düşünüyoruz. Bu kişilerin biyoloji alanında doğrudan, ampirik deneyimi yoktu (N.Wiener kurbağalar üzerinde bazı deneyler yapmış da olsa, biyolojik süreçlerin sonuçlarını yeterince inceleyememiştir). Yeni birleştirici akımlara yönelik önemli bir eleştiri de konuyla ilgili bilim adamlarının hiç birisinin daha mükemmel bir kapsam oluşturmak için diğer çağdaş öncülerin düşüncelerini bir araya getirmek için ciddi bir adım atmamış olmalarıdır.

"Sibernetik" (Cybernetics), "Enerji Dağıtan Yapılar" (Dissipative Structures), "Afet Teorisi" (Catastrophe Theory) ve "Sinerjetik" (Synergetics) in yanında kuramsal fizik dünyasında oldukça etkin bir akım da "sicism kuramı"na (String Theory) dayanmaktadır. Bu kuram mevcut kuramları bir araya getirmeye çalışan fizikçiler için oldukça popüler olsa da, beyin bilimciler henüz bu kuramı salınımsal beyin dinamikleri ve bilişsel süreçlerde önemli bir **metafor** olarak görmemektedirler. Bu akıma kısaca 1.4 ve 8'de değinilecektir.

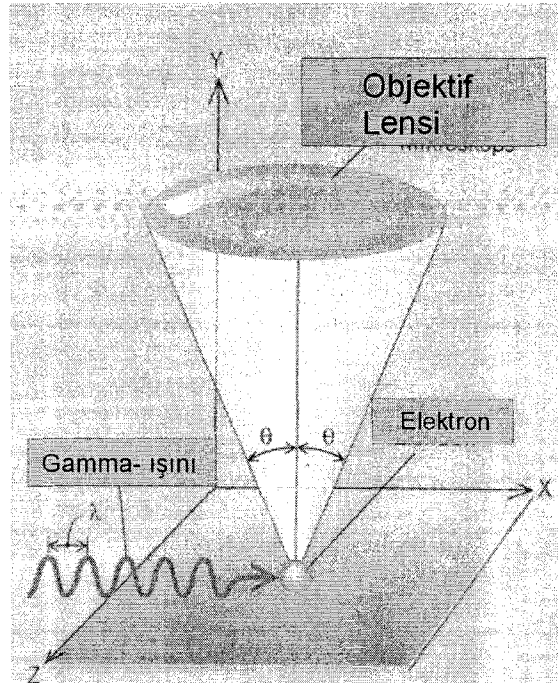
1.1 "Kartezyen Sistem"de büyük bir devrim gerekli mi?

Beyin-beden-zihin ortaklığının tanımlanmasında nasıl bir büyük devrim gerçekleştirilebilir? Tıp ve biyolojideki artan ihtiyaçları göz önüne alarak, salınımsal beyin dinamikleri, dolaşım sistemi dinamikleri ve genel miyojenik sistemle ilgili toplanan verilerden istifade ederek klasik Kartezyen sisteminde köklü değişiklikler önermekteyiz. Bizim "**Nebülöz Kartezyen Sistem**" olarak adlandırdığımız bu yeni Kartezyen Sistemle

sağlayacağımız yaklaşımın kendisinden önce gelmiş olan önermelerden daha etkin olma konusunda şansı olabilecek midir? “Beyin Dinamikleri”nin evrimleştiği zaman zarfında Sibernetik, Kuantum Dinamiği, Kaotik Dinamikler, “Afet Kuramı” (Catastrophe Theory) gibi disiplinlerden alınan kavram ve metotları uyguladık ve geleneksel fizyoloji ve beyin araştırmaları alanında çok sayıda deney yaptık. Bu önemli akımlara ait tüm kavramları kullanarak bu akımların ilgili bölümlerini kavramaya çalıştık (Başar, 1980, 1998, 1999). Salınımsal beyin dinamikleri kuramı bugün bir çok sayıda nörobilimci tarafından tamamen tanınmaktadır büyüyüp, genişlemeye devam etmektedir.

1.2 “Kuantum Dinamikleri” ve beyin salınımları

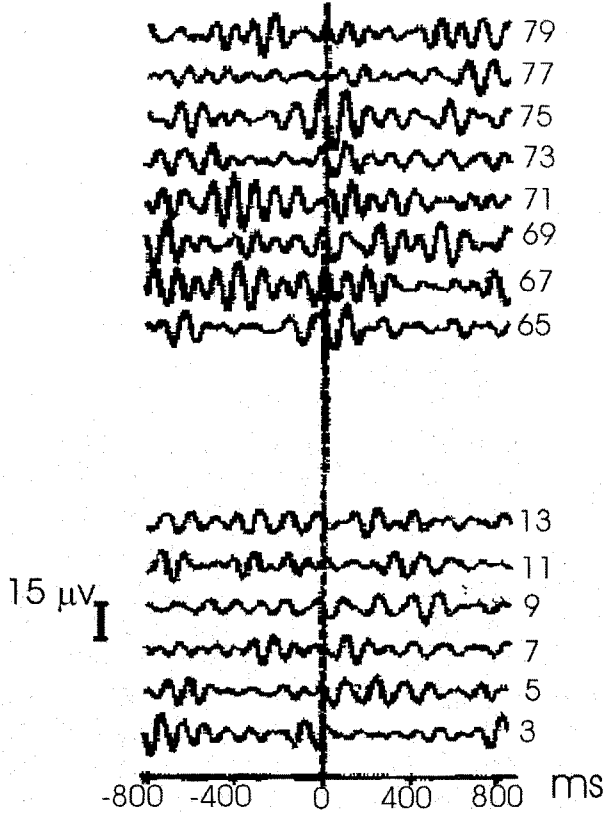
“Kuantum fiziğindeki belirsizlik prensibi” Werner Heisenberg tarafından formülleştirilmiştir. Heisenberg şu düşünce modelini geliştirmiştir: Eğer bir gün çok yüksek çözünürlüklü mikroskoplar kullanılabilir olsa, deneyci bir gama ışınının mikroskobun apertüründeki bir elektronla olan etkileşimini gözlemleyebilecektir. Heisenberg elektrotun aydınlatılmasında (illumination) kullanılan gama ışınının elektrotla etkileşime geçeceğini varsaymıştır (Şekil 1). Bunun anlamı: Elektronu enerji sağlayarak elektronun konumu fiziksel hareket kanunlarına uygun olarak değiştirilebilir. Gözlemci elektrotun konumunu lokalize etmeyi hedeflediğinde, bu girişim kesinlikle başarısızlığa uğrayacaktır. Öyleyse gözlemci elektronun X ışınıyla çarpıştığı andaki tam konumunu gözlemlemeyecektir. Gözlemcinin gördüğü sadece elektronun yer değiştirmesinin gerçekleşmesinden sonraki konumu olacaktır. Bu düşünce modeli kuantum mekaniklerinin gelişiminden sonra bile tartışmalara konu olmuştur. Nihayet Werner Heisenberg’in deneysel gereksinimleri karşılanabilecek düzeye geldi ve mikroskop kuramı yeni deneylerle desteklendi (Cassidy, 1999). Bu şekilde, Heisenberg’in öngörüsü gerçekleşmiş oldu.



Şekil 1

Mikroskop düşüncesi deneyi ile ortaya konan belirsizlik prensibini beyin araştırmalarına aktarabilir miyiz?

Süpürüm numarası



Şekil 2

Beyni bir dizi bilişsel uyarı ile etkilediğimizde, beynin spontan aktivitesi değişmeye başlar. Alfa aktivitesinin artan genliklerle gelişiminin alfa yanıtına önemli bir etkisi olur. Beyin öğrenmeye başlar ve “hazırlık durumundan” öğrenmişlik durumuna” geçer. Aynı duruma mikroskop analogisinde de değinmiştik; bilişsel girdi uygulanması esnasında beynin durumu değişir ve buna bağlı olarak bilişsel girdilere veya duygusal komponentler içeren girdilere verilen tam bilişsel yanıtları belirleyemeyiz (Şekil 2).

1.3 Beyin nasıl kaotik davranış ve kuantum tipi belirsizlik sergileyebilir?

Kaos hakkında, çokça okunan popüler bir kitabında, Gleick (1987) bu yeni bilimi “yirminci yüzyıl üç şey için hatırlanacak: “görelilik”, “kuantum mekanizmaları” ve kaos diyecek kadar ateşli biçimde savunmaktadır. Diğer bir deyişle, kaos yüzyılın fiziksel bilimlerin alanındaki üçüncü en büyük devrimi olmuştur. İlk iki devrim gibi, kaos da Newton’un fizik yasalarına dair öğretilerinden ayrılır. Bu gelişme beyin araştırmalarında da faydalı olup, böylesi büyük bir önem kazanabilir mi? Beyin eşsiz bir nonlineer sistemdir. Buna uygun olarak, kaotik dinamiklere ait kavramlar son on yılda beynin bileşik elektriksel aktivitesi üzerine yapılan araştırmalarda önemli bir uygulama alanı bulmuşlardır.

Beyin niye bir kaotik sistem davranışı göstermektedir? Bu süreci en azından üç temel düzeyde açıklayabiliriz. Beynin pek çok yapısı içinde en azından beş frekans kanalı olan bir çok nöral salınım grubu mevcuttur. Bu nedenle beynin frekanslar ile ilişkili farklı serbestlik dereceleri (degree of freedom) vardır. Buna uygun olarak, beynin veya tüm beynin alt

yapılarının kaotik boyutu (chaotic dimension) yüksektir. Kaotik bir sistemde, başlangıç koşullarındaki küçük değişiklikler sistemin yörüngesinde büyük değişimlere neden olabilirler.

Bunun aksine, bir beyin yapısının kuantum benzeri “belirsiz” davranışı, aynı davranışı sergileyen bir kaç nöronun topluluğu ile bile gözlenebilir. Buna karşın, bir kaç nörondan oluşan, üzerinde çalışılan beyin yapısının boyutu kaotik davranış göstermez. Buna karşın, bu tür uyarının ardından bir beyin yapısı olasılıksal veya indeterministik davranış gösterebilir. Nöron (veya nöronlar) uyarılabilir veya uyarılamaz. Nöron elektriksel etkinlik gösterdiği zaman, deneyci artık nöronu ilk başta olduğu şekilde uyaramaz. Bunun örneği bir insan deneğe verilen ışık uyarımı seansı ile verilmiştir. Sadece tek bir uyarım daha yüksek alfa aktivitesine neden olabilir ve ikinci uyarım aynı işlevsel düzeydeki nöron veya nöronlar grubunu bulamaz.

Şekil 3’de nöron popülasyonlarından oluşan varsayımsal nöral şebekeler verilmiştir. Tek tek nöronların uyarılma olasılığı Şekil 3a’dakiyle benzeşmektedir. Buna karşın, Şekil 3b’deki şebekenin içindeki bol miktarda nöron, sistemin kararsızlığını artırır. Bir uyarımın ardından (duyusal veya bilişsel), nöronlar tek başlarına, birbirlerinden ayrı olarak farklı olasılık derecelerinde reaksiyon verebilirler veya grup halinde de tepki verebilirler. Bazı nöronlar Merkezi sinir sistemindeki (MSS) gizli odaklar tarafından uyarılmış durumdadırlar ve refaktör periyotta reaksiyon veremezler. Grup halinde nöronların bu tür reaksiyonu Boltzman’ın istatistiksel mekanikleriyle veya bir akseleratörde ışın bombardımanına tutulan bir hedefteki atomlar popülasyonuyla kıyaslanabilir.

A

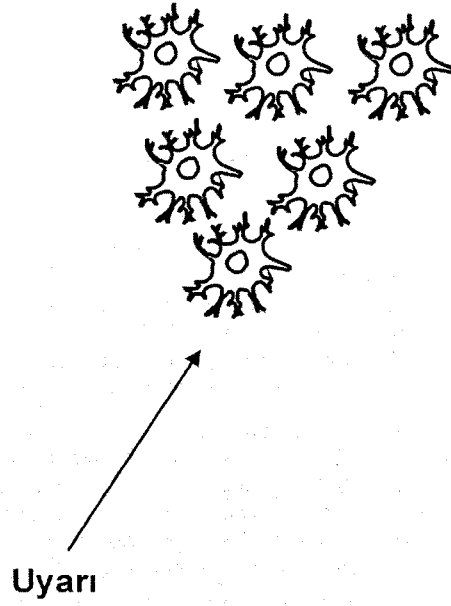
Nöron uyarılır ya da uyarılmaz



Uyarı

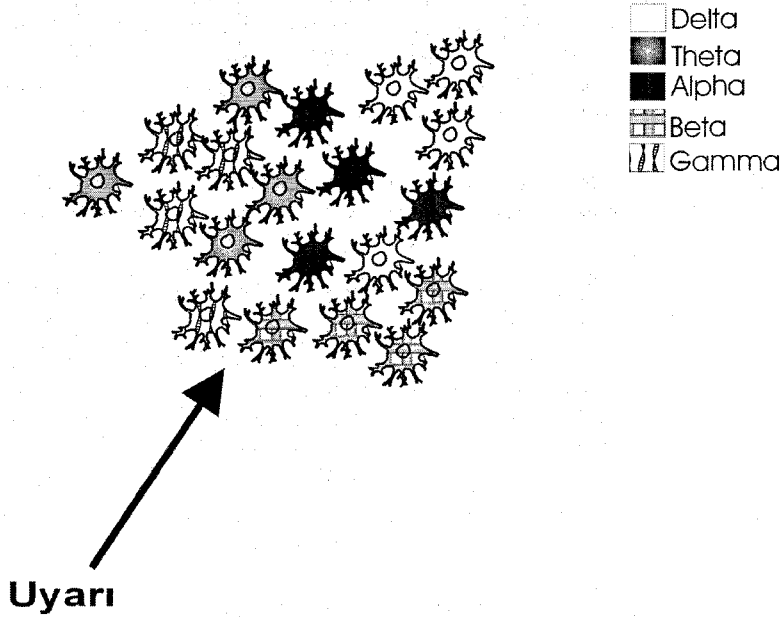
- 1.Nöronun uyarılıp uyarılmamasından kaynaklanan belirsizlik.
- 2.Uyarı ile tetiklenen, durum değişikliklerinden kaynaklanan belirsizlik.

B



1. Atomik bir hedefin kuantum belirsizliğinde bombardıman edilmesine benzer bir durum. Farklı derecelerdeki uyarılma özelliklerinden kaynaklanan belirsizlik
2. Sinaptik plastisite nedeni ile şebekenin multistabilizasyonu

C



Nöron gruplarının sahip olduğu beş serbestlik derecesi (degree of freedom) kaotik davranışa sebep olur
Dimensiyonu 5 olan bir garip çekici

Şekil 3

Einstein’ın deyişiyle “Kuantum fiziği kalabalıkları yöneten yasaları formüle eder, bireyleri değil; tanımlaması yapılan özellikler değil olasılıklardır”. Yasalar sistemlerin geleceğini ortaya koymaz, bu olasılıklardaki geçici değişiklikleri yönetirler. Kuantum fiziğine benzer bir şekilde, bilişsel işlemede beyne ait yasalar tek başına ünitelerin oluşturdukları geniş popülasyonlar için geçerlidirler. Uyarım kuralları sadece tek başına nöronlar için değil nöral popülasyonlar için de geçerlidir. Kuantum mekaniği için geçerli olan kaotik sistemlerin dinamikleri için de geçerlidir. Her iki sistemde de, *özellikler değil, olasılıklar tanımlanmaktadır*, yasalar geçen zaman zarfında olasılıkların değişimlerini ortaya koyar ve bunlar ünitelerin oluşturdukları topluluklar için de geçerlidir.

Tek başlarına nöronlar, nöronların kuantum fiziğine benzeyen doğalarından ve yüksek boyutluluğun varlığının sonucu olan “kaotik belirsizlik” nedeniyle belirsiz davranışlar gösterebilirler. Bu durum farklı serbestlik derecelerine neden olan çok sayıda salınımsal frekansın olmasının bir sonucu olarak yorumlanabilir (Şekil 3c). Ayrıca, teta ve alfa salınımlarının değişimini veya nöral popülasyonlarda bir salınımsal davranış tipinden diğerine olan geçişi tanımlayan Hughes ve Crunelli’nin (2006) temel fizyolojik bulguları da örnek olarak verilebilir.

1.4 Birleştirici bir kavram olarak Sicim Kuramı

Sicim kuramında temel nesnelere uzayda tek boyutlu sicimlerdir. Bu sicimlerin uçları açık olabileceği gibi, iki ucu birbirine kavuşan bir halka şeklinde de olabilirler. Hawking’e (2001) göre, kemanın telleri gibi, sicim kuramındaki sicimler belirli salınım örüntülerini veya dalga boyları tam olarak iki ucun arasına denk düşen rezonans frekanslarını desteklerler.

Buna karşın, bir kemanın farklı rezonans frekansları farklı notaları ortaya çıkarır, bir telin farklı salınımları temel (basit) partiküller olarak yorumlanan farklı kütlelere ve güç yüklenmesine neden olur.

2 Beyin fonksiyonunda birleştirici bir adım: Beyindeki en genel fonksiyonlar. Fessard’ın (1961) bakış açısı.

Fessard’ın en önemli sorusu şudur: Beyindeki hetero-duyusal iletişimlerin işleyişini yönlendiren temel bir takım ilkeler var mıdır? Bu bilgiye ulaşmak için çoklu mikroeletrot kayıtlarının etraflıca yararlanmak ve bunun yanında verilerin bilgisayarlarda işlenmesi gerekecektir (Gray ve Singer, 1989; Eckhorn ve ark., 1988). Fessard (1961) çok üniteli homojen mesajların nöral şebekelerden geçişindeki en genel fonksiyonları veya transfer fonksiyonlarını yöneten ilkeleri belirlemenin gerekliliğine değinmiştir. Transfer fonksiyonu, bir şebekenin (ağ örgüsü) belirli frekans kanallarındaki iletilerin iletişimini arttırmabilme veya önlemeyebilme özelliğidir. Matematiksel olarak frekans karakteristikleri veya dalgacıklarla ifade edilen transfer fonksiyonu (Başar, 1980; Başar-Eroğlu ve ark., 1992) ileti işleme ve aktarımının ana çerçevesini oluşturur. O halde, genel transfer fonksiyonlar beyinde dağılmış olan ve rezonant frekans kanallarındaki ileti aktarımını kolaylaştıran veya optimize eden frekans karakteristikleri olan şebekeler olarak yorumlanabilir (Başar, 1998). Bir elektriksel sistemde, optimal ileti aktarımına alt sistemler aynı frekans dilimine göre ayarlandıklarında ulaşılabilir. Beyinde ortak frekans dilimlerine ayarlı alt sistemler, dolayısıyla ortak frekans modları mı mevcut mudur?

Daha önce gerçekleştirilen deneysel sonuçlar Fessard’ın sorusuna olumlu bir yanıt vermekte ve sağlam bir çerçeve sağlamaktadır. Beyinde frekans seçiciliği, (delta, teta, alfa, beta ve gama) beynin tüm beyin dokularına yayılmış olarak beynin genel transfer fonksiyonlarını oluşturmaktadır. Fessard’ın öngörüsüne göre, tüm beyin dokuları (hem

memeliler, hem de omurgasızlarda) salınımsal aktivite veya benzer transfer fonksiyonlarla duysal ve bilişsel girdilere reaksiyon vermek zorunda kalacaktır.

3 Descartes ve Fessard'ın beyin-beden etkileşimine dair sorularının genellemesi

Yukarıda belirtmiş olduğumuz gibi, Alfred Fessard da (1961), doğayı yöneten bazı ortak ilke ve kuralların olduğuna değinmiş olan Descartes'in sorusuna benzer bir soru sormuştur: (Beyindeki iletilerin aktarımını yöneten bazı genel prensipler var mıdır?) Alfred Fessard'ın sorusu beyindeki elektrik iletileriyle ilgiliydi ve bu sorunun genişletilip, Beyin-Beden ortaklığına genellenmesi mümkündür. Fessard'ın sorusunu genişleterek şöyle bir soruyu gündeme getiriyoruz. "Acaba Beyin ve bedeni birlikte kapsayan ve bunların ortak işlevlerini yansıtan genel transfer fonksiyonları da mevcut mudur?"

Vejetatif organlarımızı düzenleyen otonom sinir sistemi vücudun beyinle birleşen kısmıdır. Otonom sinir sistemimiz bilincimizin denetimi olmadan yaşamsal fonksiyonlarımızı düzenler. Nefes alırız, kalbimiz atar, midemiz sindirir ve mesanemiz kasılır. Ayrıca, tükürük, insülin ve sindirim enzimleri salgılarız. Bizim bilinçli denetimimiz olmadan iskelet kaslarımız vazodilatasyon ve vazokonstriksiyon gösterebilir. Bu fonksiyonlar temelde *göze görünmeyen* yapılar üzerinde işleyiş gösterirler. Otonom sistem düz kaslar vasıtasıyla işler (damarlarda ve bağırsaklarda, kalp kasları ve bezlerde). Otonom sistemin iç organlarımızdan gelen iletileri beyin ve omuriliğe taşıyan afferent yolları vardır. Otonom sinir sisteminin kontrolü altındaki organların ortak kasılabilme özelliklerini araştırdıktan sonra bu organların, Başar ve Weiss (1981) genel miyojenik sistem ifadesini kullanarak bu organların genel sınıflandırmalarını yapmışlardır. Bunlar önümüzdeki bölümlerde açıklanacaktır.

3.1 Sempatik sistem ve EEG-Salınımları

Yaşam sistemleri dedektör grupları ve yaşam sistemlerinin normatif kan basıncı değerleri, solunum ritimleri, kalp atış hızını ayarlama ve beden ısısı gibi hayatta kalma fonksiyonlarını sürdürmesini sağlayan mekanizmalar bütünüdür. Vücudu sağlıklı yaşama uygun sınırlarda tutmada önem arz eden bu tür mekanizmalar, bu sistemlere gelecek zararlar sinir aktivitesini ve bellek aktivasyonunun yüksek düzeylerini oldukça etkilediğinden kalıcı bellek düzeyinde sınıflandırılmalıdırlar. Gebber ve ark. (1995) laboratuvarlarından kedilerde sempatetik sinir deşarjları üzerine yazılmış makaleleri gözden geçirmişler ve bunun fonksiyonel önemi hakkında bir hipotez önermişlerdir:

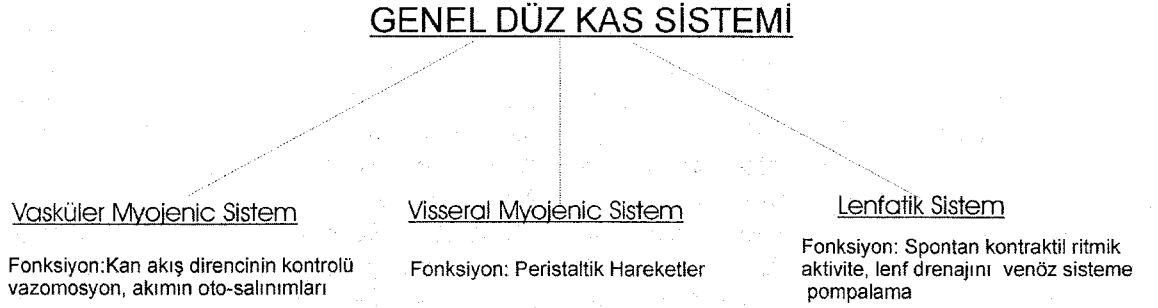
Salınımlar, sempatik sinirlerin aktive edilmesi ile kardiyovasküler bağlantıları, beyin kökünün salınımları ile kilitlenmektedir. Sempatik sinir kümülerinin 10 Hz salınımsal aktivitesi farklı biçimlerde birbirleri ile ilişkidirler.

Gebber ve ark. (1995) farklı sempatik sinirleri kontrol eden temel elektriksel şebekelerin kan akımındaki dinamik işlevin temelini oluşturduğunu ileri sürmektedir. Bu demek oluyor ki 10 Hz aktivitesi dolaşım sisteminin de temel taşlarından biri olarak düşünülebilir. Bilişsel ve vejetatif süreçler arasındaki önemli bağlantı belki de 10 Hz salınımları ile sağlanmaktadır.

Bunlar bilişsel 10-Hz salınımlar ve sempatik deşarjlar arasında ayarlamaları yapıp, etkileri eşleştirmektedirler? Bu soru gelecekte cevaplanabilir. Buna karşın, Gebber'in grubunun temel bulguları dolaşım sisteminin ve filetik bellek karakteristiklerine ait fizyolojik ortamların 10-Hz frekans aralığında olduğunu belirtmektedirler. Bilişsel ve vejetatif süreçler arasındaki bir bağlantı belki de 10-Hz salınımlarla sağlanabilir.

Başar ve Weiss (1981) kontrol mekanizmalarını, kan akışımı oto-salınımları, damarların kasılabilirliğini ve periferik dolaşım sistemindeki uyarılmış salınımları, peristaltic

organların spectral aktivitesini, lenf nodlarının dinamiklerini ve lenfatik sistemi gözden geçirmişler ve tüm bu alt sistemlerin salınımsal aktivitenin spectral özelliklerini 0.01 Hz, 0.04-06 Hz ve 0.1 Hz. ultra yavaş frekans aralığında gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu düz kas dinamiklerinin işleyişini ölçüp, inceledikten sonra yazarlar "genel miyojenik sistem" kavramını getirmişler ve bunu tüm ve koordine bir dinamik sistemin dinamikleri olarak kabul etmişlerdir. Genel miyojenik sistem aşağıda sıralanan sistemleri bir araya getirir:



Şekil 4

- (1) Sistemik dolaşımdaki tüm arterler, arteriyollerin oluşturduğu "vasküler sistem"
- (2) Lenf damarları ve nodlarının oluşturdukları "lenfatik sistem"
- (3) Vejetatif sistemin viseral fonksiyonlarını yürüten ve vejetatif fonksiyonda peristalsizi sağlayan "viseral sistem".

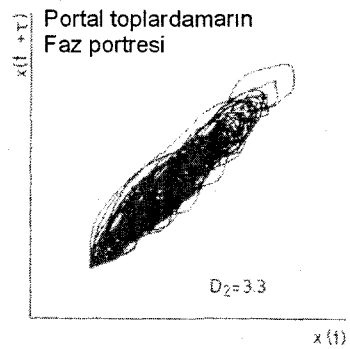
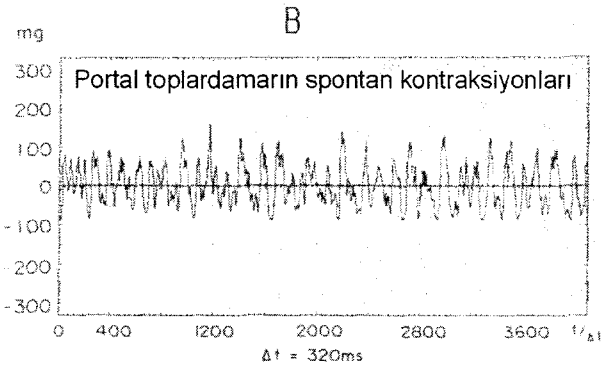
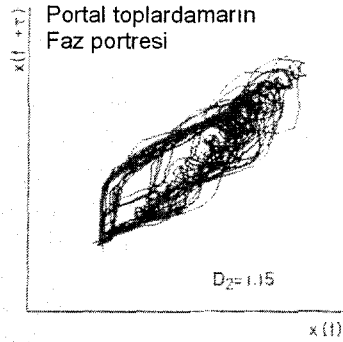
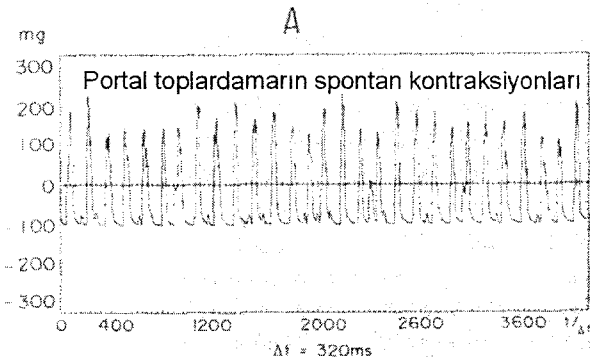
Düz kas hücreleri vejetatif sistemin yapısında mevcut temel taşlarıdır ve genel miyojenik sistemin temel dengeleyicileridir (genel miyojenik sistemin organizasyonu için Şekil 4'e bakınız). Başar ve Weiss'in (1981) ölçümlerine göre "tüm miyojenik koordinasyon" sıklıkla 0.01, 0.04-0.05 ve 0.1Hz frekans aralıklarında gerçekleşir ve bu da literatürde yakın zamanda gerçekleştirilen ölçümlerle uyumludur veya örtüşmektedir (Allers ve ark. 2002).

Aladjalova (1957) daha 1957'de beyinde ultra yavaş periyodisiteler göstermiştir. Bu ultra yavaş salınımların varlığına ve EEG'yle olan olası bağlantılara değinen bazı yayınlar çıkmıştır (Ruskin et al., 1999). Lokal anestezi uygulanmış, hareketsiz bırakılmış sıçanlarda kaydedilmiş 2-60 sn (ortalama, 20-35 sn) aralığındaki ateşleme hızı içinde multi-saniyelik salınımlar bazal gangliyon nöronlarından çıkan spike salıvoların %50-90'ında mevcuttur. Bu periyodik salınımların kortikal aktivitedeki benzer periyodisitelerle ilişkili olup olmadıklarını belirlemek için, transkortikal elektroensefalografik (EEG) aktivitesi subtalamik çekirdekte veya globus pallidusta tek veya çift nöronal aktiviteyle birlikte kaydedildi ve veriler spectral ve dalgacık analizleri ile analiz edildi (Allers et al., 2002). Subtalamik çekirdek nöronlarının %31'inin ve globus pallidus nöronlarının %46'sının ateşleme hızlarındaki multi-saniyelik salınımlar transkortikal EEG'de teta (4-7 Hz) aktivitesiyle anlamlı korelasyon göstermektedir. Bunlar miyojenik organlar ve beyin arasındaki ultra yavaş dalga salınım koordinasyonunu göstermenin olası olduğuna işaret eden somut örneklerdir.

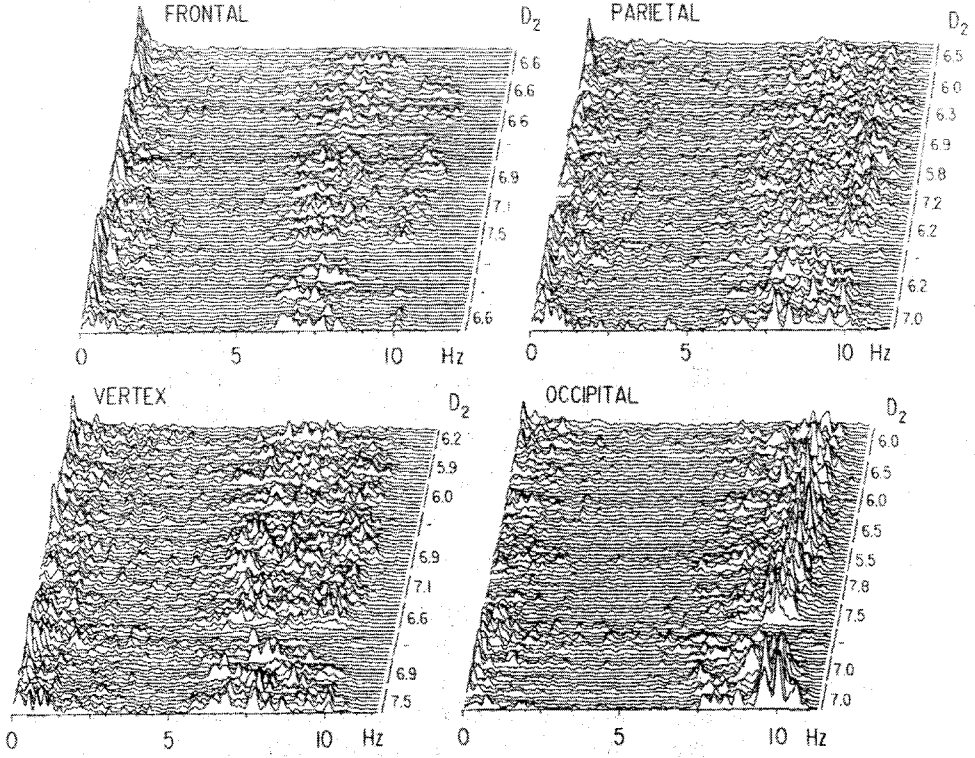
"Genel miyojenik sistem" ve beyindeki karşılıklı uyum ve genel (overall) ayarlama

Beyin-beden-zihin sorununa olan yaklaşım modern fiziğin ve kuantum dinamiklerinin önkoşullarından çok "çoklu nedensellikler"i göz önüne almayı gerektirmektedir. Beyin-beden-zihin Yapısının analizine, çoklu belirsizlikleri veya belirsiz nedensellikleri de dahil

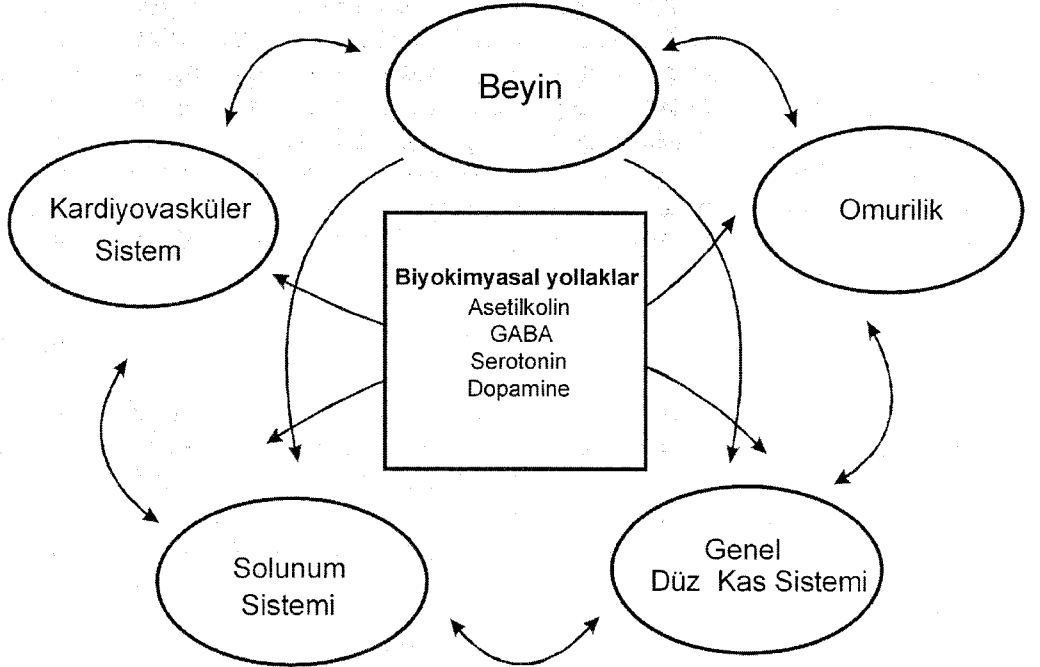
etmemiz gereklidir. Bu çoklu nedensellikler; (1) vejetatif sistemin nonlineer özelliklerinden (biyokimyasal transmitörlerdeki düzensizlikler, kardiyak çıktısı, vasküler sistemdeki turbülanslar, respiratuar apne, peristalsisteki nonlineer salınımsal etkileşimler) (Bkz.Şekil 5), (2) nöral elektrisitedeki nonlineer tavrından (örneğin EEG'nin kaotik tavrı) (bkz. Şekil 6), (3) genetik modülasyonlardan ve (4) fizyolojik entitelerin yanında, vücuttaki fiziksel süreçlerin nonlineer özelliklerinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 5



Şekil 6



Şekil 7

5 Çoklu nedensellikler nedir? “Hiper-olasılıksal Kartezyen Sistem” nedir?

Newton'un düşüncesi “Kartezyen Sistem”le son derece uyum içindedir. Daha etkin olacak, yeni bir “**Beyin-beden-zihin ortaklığı**” kavramını oluşturmak temel ve son derece güç bir adımdır. C. F. von Weizsäcker gibi olasılıksal nedensel faktörleri ararken, beyin araştırmalarında böyle bir arayışın fiziksel bilimlere göre daha zor olduğunu belirtmek gereklidir. 1930’lu yıllarda, Heisenberg’in kuramı metafizik alanına aittir diye sınıflandırılmıştı (**Popper, 1935**). Günümüzde Heisenberg’in kuantum mekanikleri fiziğin önde gelen dallarından biridir. Bizim, “beyin-beden-zihin ortaklığında olasılıksal nedensellik” kuramımız kuantum kuramsal nedenselliğinden farklıdır. Bu farklılık psikofizyoloji süreçlerinde etkileşime giren biyolojik bileşenlerin “çoklu nedenselliklerin” bir sonucudur. Bu nedenle, “**biyolojide olasılıksal nedensellikler**” kavramını formüle etmeye çalışmaktayız. Bu da kısmen metafiziksel bir yaklaşımdır.

Beyin iletişimindeki salınımsal aktivitenin koordinasyonu ve/veya ayarlanması ve vejetatif sistem ve omurilikle bağına göre beyin-beden-beden ortaklığının genel transfer fonksiyonları koordinasyon içinde çalıştığı görünmektedir (bkz. Şekil 7). Buna karşın, çoklu belirsizlikler ve nonlineer etkileşimlerin olasılıksal reaksiyonları vardır. Bu genel transfer fonksiyonları aynı zamanda biyokimyasal yolların aktivasyonundan da etkilenirler.

Pozitif bilimlerdeki gelişmeler ışığında, yeni önermemizi veya yeni Kartezyen Sistemi muvakkaten formüle ediyoruz.

İlk Aşama:

Descartes tarafından formüle edilen *Kartezyen Sistem* konuyla ilgili ilk temel kavram ve analitik çalışmaydı ve *Newton Dinamiği* kavramı ve uygulamalarıyla iç içe geçmişti. Buna karşın, geleneksel ve klasik Kartezyen Sistem 20 inci yüzyılın başına dek fizik alanında dev adımlar atmış da olsa, bu Kartezyen Sistem kuantum teorisinin olasılıksal doğası ve görelilik teorisinin hareketli referans sistemleri nedeniyle yeni gelişmelere yanıt verememektedir. F.Capra (1984), henüz yirminci yüzyılın içindeyken bile bu referans sisteminin biyoloji alanındaki gelişmelere yanıt vermiş olduğunu belirtmektedir. İkinci adım 20.yüzyılın başında kuantum mekaniği alanındaki gelişmeleri kapsamaktadır.

İkinci Aşama:

Olasılıksal (Probabilistic) Kartezyen Sistem

Kuantum Süreçlerini analiz etmek için, fizikçiler nedensellik ilkesinin olasılıksallık ilkesine dönüştüğü bir Olasılıksal Kartezyen Sistem’e geçiş yapmışlardır. Bunun anlamı, elementar parçacıkların yörüngelerinin (kuantum ilkelerine uygun biçimde) sadece bulutlu dalga paketleriyle tanımlanabileceğidir. Kuantum dinamiği süreçleri olasılıksal Kartezyen Sistem başlığı altında sınıflandırılmasa da, bu adım yayınımızda tarihi gelişme açısından ele alınmıştır.

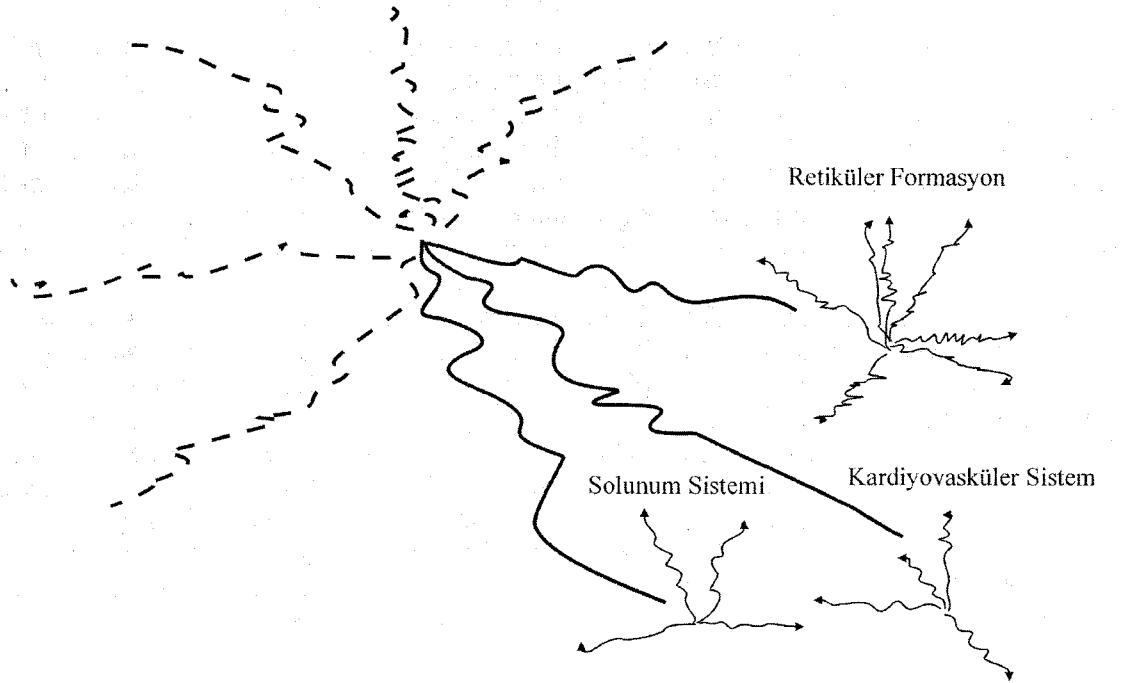
Üçüncü aşama olarak, beyin-beden sistemindeki süreçleri, yani merkezi sinir sisteminin’ nin nonlineer düşünme şekli, ve vejetatif fonksiyonları yürüten otonom kontrol sistemini içeren yeniden yapılanması için Hiper Olasılıksal bir Kartezyen Sistem (Hyper-Probabilistic Cartesian System) öne sürmekteyiz. Burada Şekil 7’ye göz atmamız gerekmektedir. Bu referans sistemini hiper olasılıksal olarak adlandırmaktayız çünkü beyin-beden-zihin bütünleşmesinin alt sistemleri yukarıdaki paragrafta değinilen tüm olasılıksal nedenselliği göstermektedir.

Beyin-beden-zihin bütünleşmesi tanımlanmasında, beynin metafiziğine dair araştırmalara ait bazı süreçleri de dahil etmemiz gereklidir: “Rüyalar”, “Sezgi”,

“Yaratıcılık”, “Bilinç dışı Öğrenme” ve “Problem Çözmeyi” kapsayan “Bilinç Dışı Durumlar” Beyin metafiziği alanına girmektedir. Bunun anlamı hiper olasılıksal Kartezyen Sistemin tam bir çerçeve veya referans sistemi olarak yeterli gelmediğidir. Dolayısıyla, hem bilinç alanlarını, hem de bilinç dışı alanları kapsayan süreçlere ait spektrumu tamamlamak için bu hiperolasılıksal Kartezyen Sisteme “hislerimizi”, “duygularımızı” ve “yaratıcılığımızı” da eklememiz gereklidir. Bu nedenle, dördüncü bir adım daha gereklidir ve bu aşamadan sonra hiper olasılıksal sistem bir “nebülöz sisteme” dönüşecektir. Çünkü rüyalar, bilinç dışı durumlar ve yaratıcılığa dair öngörülerin zorluğu göz önüne alındığında geleceği sadece nebülöz biçimde öngörebileceğimiz ortadadır. Henri Bergson’a göre (1907) yaratıcılık için gerekli olan sezgiler “süre” (La Durée) denen ve homojen olmayan bir zaman mekanında gerçekleşmektedir ve bunlar geleneksel fiziksel saatlerle ölçülemez. Dolayısıyla, önerdiğimiz dördüncü adımın beyin-beden-zihin sisteminin “bulutlu ve sisli bir günde yolu bulmak” metaforuna benzer bir şekilde analiz edilebileceğini ve tahmin edilebileceğini varsaymaktayız. Buna “Nebülöz Kartezyen Sistem” diyoruz.

Kartezyen Sistem Newton Dinamiği ve uygulamalarıyla ilişkili ve iç içe geçmiş temel, kavramsal ve analitik bir çerçevedir. Kuantum süreçlerini incelemek için fizikçiler nedensellik ilkesinin, olasılıksal nedenselliğe dönüştüğü bir Olasılıksal Kartezyen Sistem’e yönelmişlerdir.

Descartes, yaşadığı çağda dahice girişiminde bulunurken bugünkü modern fizyoloji ve modern fiziğin bilgi birikimine sahip değildi. Biz “Beyin-beyin-zihin” bütünlüğünü anlamak için bu tür bir Yeni Kartezyen Sistem’i uygulama gerektiğini düşünüyoruz. Bu yeni “Nebülöz Kartezyen Sistem” şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8

4 “Nebülöz Kartezyen Sistem” çerçevesinde Beyin-Beden-Zihin Ortaklığının İşleyişine Yaklaşmak İçin Olası Yollar

“Nebülöz Kartezyen Sistem”i önerisinde bulunurken elektrofizyoloji, anatomi, öğrenme süreçleri ve tüm fizyolojik yerleşmiş veriler (Physiological-Settings) hakkında bilgi toplamak ve bunları “Nebülöz Kartezyen Sistem”in çoklu koordinat sisteminin bir çok düzeyinde saklamamız gerektiği ortadadır. Beyin çalışırken, beyin işleyişine ait bir çok parametre ve entite, beyin-beden ortaklığı alt sistemlerinin tüm parametrelerine bağlı olarak, çoğunlukla birbirlerine paralel şekilde çalışırlar. Beyni, olasılıksal (nebülöz) işleyiş gösteren ve adaptif bir makine olarak gördüğümüzde, makinenin sonraki adımlarda aşağı yukarı ne yapacağını tahmin etmeyi umarız. Bu makinelerin çalışma ilkeleri ve izledikleri yolları birincil koşullardan başlayarak açıklamaya çalışmamız mümkündür. Bundan sonraki sorun ise yol integralini (path integral) belirlemektir. Bu bakış açısıyla, Feynman Şemaları ve Heisenberg’in S-Matrisini kullanma gerekliliğine dikkat çekeriz. Bu iki yöntem bir şekilde ilintilidir. Önceki yayınlarda bu yöntemi araştırmalarında kullanmanın mümkün olduğuna değinmiştik.

6.1 Heisenberg’in S-Matris formülasyonu, beyin dinamiği ve fiziksel nedensellik

1943’te Werner Heisenberg elementar parçacıkların etkileşimlerine dair S-Matrisi kuramını geliştirdi. Heisenberg (1961) bu kurama yalnızca işleyişte belirgin biçimde önemi olan kavramları dahil etmiştir. Kuram sadece parçacıkların dağılma ve çarpışma sürecinin sonuçlarıyla ilgilidir ve kuantum mekaniğindeki eski yaklaşımda olduğu gibi süreç esnasında gerçekleşen ayrıntılı olaylar dizisini ele almaz. Yüksek-enerji fiziği, özellikle de güçlü etkileşimlerin araştırılmasında en fazla ilginin yöneldiği noktalar çarpışma, dağılma, başlangıçtaki ve sondaki partiküller arasındaki genliklerdir ve bunların toplamı S-Matrisini oluşturur (Barut, 1967; Feynman, 1962; Heisenberg, 1961; Iagolnitzer ve Barut, 1967). S-Matrisi biçimciliğinin temel varsayımı; her bir fiziksel sistemin, “tüm evrimi içinde” düşünüldüğünde, “yeni ortaya çıkan” veya başlangıç konumundaki partikülleri içeren bir Hilbert uzayında (I_n) iyi belirlenmiş bir ışın I_{on} ’uyla (veya bir vektörler topluluğuyla) etkileşim öncesinde ve iyi-belirlenmiş bir O_{out} ışınla “dışarı akan” “nihai” serbest parçacıkların durumlarını içeren bir Hilbert uzayında (H_{out}) etkileşim sonrasında temsil edilebileceğidir. S-matris çarpışma öncesi tüm momentleri, çarpışma sonrası momentlere çeviren yalın bir fonksiyon olarak da kabul edilebilir (Iagolnitzer and Barut, 1967). Bunun sonucu olarak:

$$\langle | S | \rangle = \langle out | in \rangle$$

1983’te Başar (1983a) beyin yanıtını daha öncesinde beyin matrisleri olarak ifade edilen matrisleri ortaya koyan benzer biçimcilikle sunmayı önermiştir. Bu biçimcilik yine basit partiküllerin üremesindeki çapraz kesitleri tahmin eden S-matrisinin bir metaforu gibi görünmektedir. Şu anki varsayımımız pek çok göstergelyi kullanarak beyin işleyişini anlamaya ve yanıtları tahmin etmeye yönelebileceğimizeyizdir.

Kavramsal alandaki çalışmalar ve deneysel tasarımlar beyin araştırmalarında önemli adımlar atılmasını sağlamaktadır. Bir deneyi tasarlarırken EEG, bilişsel bir süreç esnasındaki non-dinamik veya pasif bir sinyal olarak görülmemelidir. Bu yeni tip deneysel tasarıma göre, olaya ilişkin potansiyellerin kavranması için üst düzey EEG çalışmalarında yeni bir parametreler grubunun göz önüne alınması gerekmektedir. Bunları şu an için “beyin göstergeleri” olarak adlandırmaktayız. Göstergelerin geçici listesi şudur:

- 1) Nonlineer korelasyon boyutu (spontan aktivitede düzen derecesini etkiler).
- 2) Çeşitli EEG frekanslarının rms(root mean square) değerleri
- 3) Uzayda ve zamanda her bir frekans için koherens.

Bu göstergeleri kullanarak, yeni bir konuya ulaşmış oluyoruz: "Beyin durumu matrisi".

Beyin Durumu Matrisi nedir? Önceki yayınlarda, beyin durumunun anında (ortalama 0.05-1 saniye içinde) tanımlanan EEG özelliklerinin çok sayıda ölçütüyle tanımlanabileceğini belirtmiştik ve bunlara yukarıda göstergeler adı altında değinmiştik (Başar, 1983a,b). Böyle bir matristeki parametrelere dair bilgi, deneycinin olaya ilişkin potansiyelin şeklini, genliğini ve frekans içeriğini yaklaşık olarak tahmin etmesini sağlar. Uyarılmış bir yanıtın genliği devam eden aktivitenin genliğine çokça bağlıdır (Rahn and Başar, 1993a, b). Bu deneyler, fiziksel duyusal uyarımın yeni, daha koherent bir durum yaratmadığını göstermiştir. Beynin bu tür bir koherent durumunda yeni gelen bir fiziksel uyarıya karşı bir uyarılma potansiyeli ortaya çıkmaz.

EEG'nin korelasyon dimensiyonu düşükse, EEG'nin daha düşük bir dimensiyona geçişinin mümkün olmadığı veya zor olduğu düşüncesinden yola çıkılarak nonlineer sonuçlar şöyle açıklanabilir: Eğer beynin elektriksel aktivitesi düşük bir entropi (yüksek düzen) durumu gösteriyorsa daha düşük bir entropi durumuna geçiş zordur (Başar, 1980; bkz bölüm 11, Şekil 11-7). Beynin yanıtı spontan aktivitenin bir fonksiyonudur. Spontane ve uyarılan aktivitelerin ifadesi burada temel parçacıklar fiziğinin önemli bir analogisi olarak kullanılmıştır. Heisenberg'in çekirdek fiziği için geliştirdiği S-matrisi spontan ve uyarılan aktivitelerin salınımları ele alınarak işlenmiştir.

6.2 Feynman Şemaları

Elementer parçacıkların etkileşiminde *Feynman Şemaları*'ndakine benzer bir kurallar bütünü geliştirme ve bunları beynin tepki işleyişini anlamada bir araç olarak kullanma önerisini getirmiştik. Bu, beyin süreçlerinin bir çok eş zamanlı ölçümünü bir araya getirmede ve "*Beyin nasıl çalışır ?*" sorusuna ayrıntılı bir yanıt getirmede öneri niteliğinde bir adım olarak görülmelidir. Kurallar fiziksel Feynman şemalarından tamamen farklı olacaktır. Buna karşın, bu adımın beynin patolojik durumlarının tanımlaması, basit omurgalılar ve omurgasızların beyinlerini ele alan bir "beyin dinamiği araştırma programı" geliştirerek zenginleştirilebileceği umuduyla Feynman şemalarını kullanabiliriz. Elementer parçacıklar fiziğinde kullanılan Feynman şemaları elektron ve fotonların etkileşime girdiği elektromanyetik süreçleri tanımlama ve tahmin etmede kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Elektron ve fotonların bu etkileşimleri oldukça karmaşıktır. Bu şemalarda bir çeşit "gramer" mevcuttur ve bu gramer gelecekte sadece belli konfigürasyonların gerçekleşmesine imkan verir. Bu gramer; enerjinin ve elektriğin idareli kullanımı gibi fiziğin temel kanunlarının bir sonucudur.

Partikül fizikçileri, bu zorluğun biraz daha hafifletilmiş biçimde ele alınabileceğini keşfettiler ve elektron ve fotonların davranışını anlamak için Feynman şemaları hariç hiçbir şeyi göz önüne almayan tahminler yürüttüler. Belirli süreçler için aşağı yukarı basit yüz semayı göz önüne alarak fizikçiler önemli ilişkileri tam olarak tahmin edebilmektedirler. Yazarlar ve çalışma arkadaşlarının göstermiş oldukları gibi (Başar 1980, 1983b, 1988; Başar ve ark. 1987) uyarılmanın ardından EEG'nin çok sayıda geçişi bulunmaktadır. Örneğin, eğer bir denek duyusal bir uyarım öncesinde yüksek genlikli alfa dalgaları gösterirse, genellikle uyarın sonrası ölçülen yanıtta alfa frekansın arttığı görülmez. Bunun aksine,

arkasından alfa bloklaması gözleriz. Aynı sonuç 40 Hz aktivite için de geçerlidir (Başar ve ark., 1987).

Bunun yanında, eğer çeşitli yapılar arasındaki toplam koherens yüksekse, EEG aktivitesinin artışı düşük olacaktır veya kaybolacaktır. Buna ilaveten, frekans komponentleri arasında ve farklı beyin yapılarındaki çeşitli EEG komponentleri arasında bağlaşımlar vardır. Örneğin, daha önce değinildiği gibi, retiküler formasyon ve talamusun 10 Hz aktiviteleri arasında önemli bağlaşım benzerlikleri vardır (Başar, 1983a,b;). Bir beyin durumu matrisinden yola çıkarak ve adım adım yeni kurallar geliştirerek beynin bileşik yanıt potansiyelleri olarak analiz ettiğimiz çok sayıda beyin reaksiyonunu tahmin etmek mümkün olacaktır.

Bizim düşünce şeklimize göre, EEG sadece belli bir beyin durumunu yansıtan bir aktivite değildir, aynı zamanda reaktif mekanizmaların önceden görülmesini sağlar ve uyarılma yanıtını uyarılmanın durumuna göre kontrol eder. Buna uygun olarak, bu tip yeni bir "gramerin" ortaya konulması bir çok bilişsel deneylerin tasarlanmasına yardımcı olabilir.

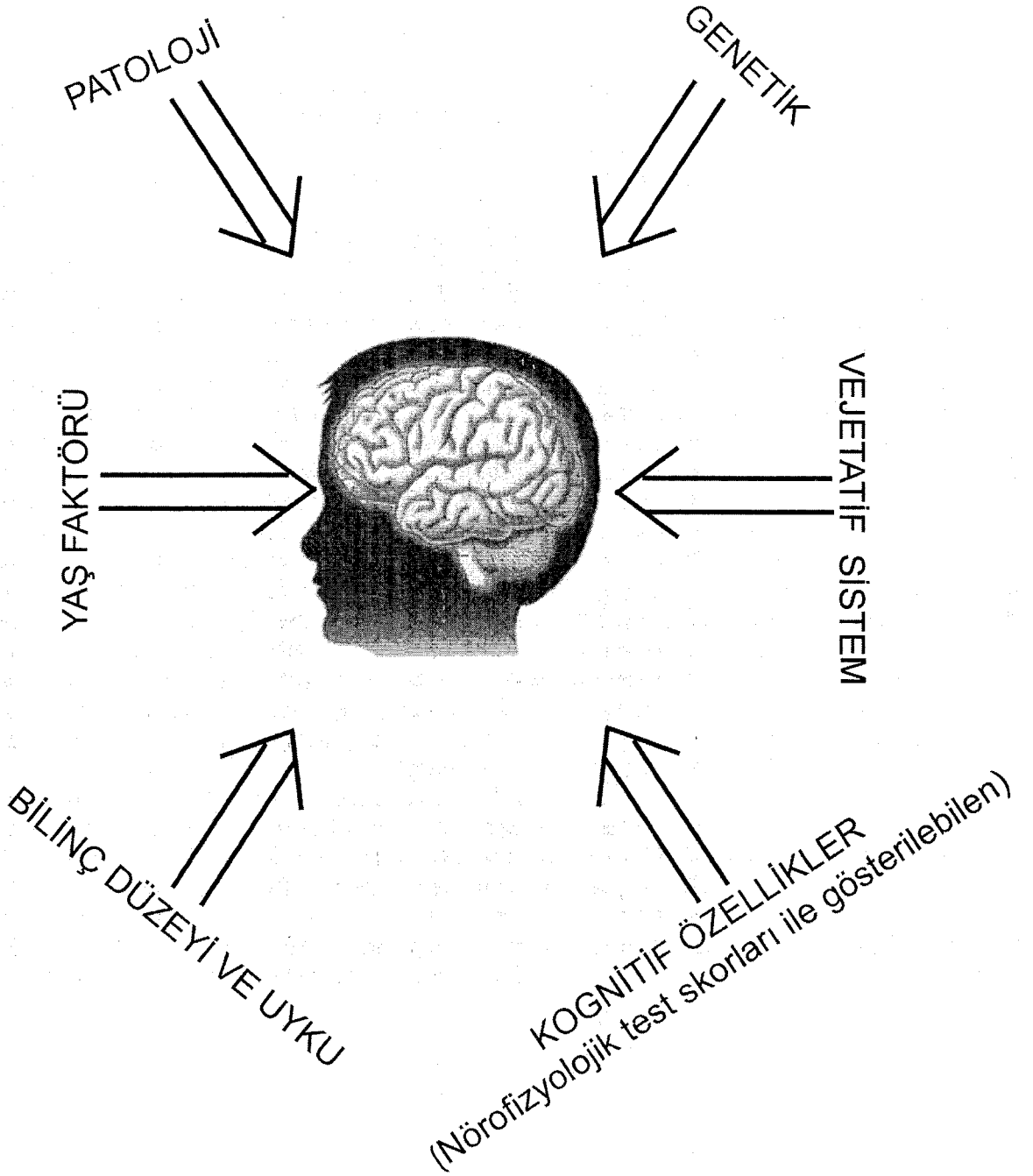
Bunlara ilaveten, beyin "Kuantum Mekaniğinde" açıklanmış olduğu şekilde beyin uyarılmışlığını kontrol eden benzer dinamik kanunları ve kurallarına uyduğunu öne sürmekteyiz. Bir atomda uyarılmış bir durum mevcutsa, aynı atomun enerji çıkıtısını arttırmak çok zordur. Beyin de benzer bir davranış sergiler. Eğer nöronal bir popülasyon uyarılmış bir durumdaysa, bilişsel veya duygusal uyarılma bu popülasyonu daha fazla uyaramaz.

Doğadaki fenomenler arasındaki bazı ritimler veya örüntüler Feynman şemaları ile açıklanabilir ve/veya tahmin edilebilirler.

6.2.1 Beyin-Beden Feynman Şemaları

Beyin-Beden Feynman Şemaları ile analiz etmek istediğimiz nedir? Uyarıdan önceki fizyolojik durumlar ile birleştirilen bütün EEG aktivitesini bu şemalara eklemeye çalışırız. Kan basıncı, solunum durumu gibi fizyolojik durumların belleği çokça şekilde etkilediğini bölüm 4'te açıklamıştık. Şekil 7'de Merkezi Sinir Sistemi'nin vejetatif sistemin alt bileşenleri ile olan etkileşimlerini gösterdik. Beynin elektrofizyolojik yanıtları kan basıncı gibi kardiyovasküler girdiler, solunum döngüsü, kolinerjik veya adrenaljik salgınım düzeyine bağlı ise beyin yanıtlarını tahmin eden Feynman şeması bu fizyolojik parametreleri de içermelidir.

Bu fizyolojik parametreler duygusal durumlarımız tarafından da genişletilir ve /veya etkilenir. Duygusal durumlar beyin yanıtlarını doğrudan etkileyebilir bunun yanında duygusal durumlar kardiyovasküler yanıtınlığı da etkiler ve bu sonucusu yanıt olarak elektriksel beyin yanıtını değiştirebilir. Şekil 9 Beyin Feynman şemasını oluşturmak amacı ile değerlendirilecek olan bazı faktörleri göstermektedir. Başlangıç için en uygun yol tüm bu farklı psikofizyolojik olayları açıklamak için bağımsız "Feynman Şemaları" tasarlamaktır. Duyguların doğrudan beyne etkisini göstermek için kısmi bir Feynman şeması geliştirebiliriz veya kardiyak çıkıtısı ve ayrıca kardiyak çıkıtısının beyne etkilerini araştırmak için Feynman şeması geliştirebiliriz. Böylece tüm olayların zamansal seyri veya fizyolojik durumlarını içeren nihai Feynman şeması birkaç dalı olan büyük bir ağaç gibi oluşturulacaktır.



Şekil 9

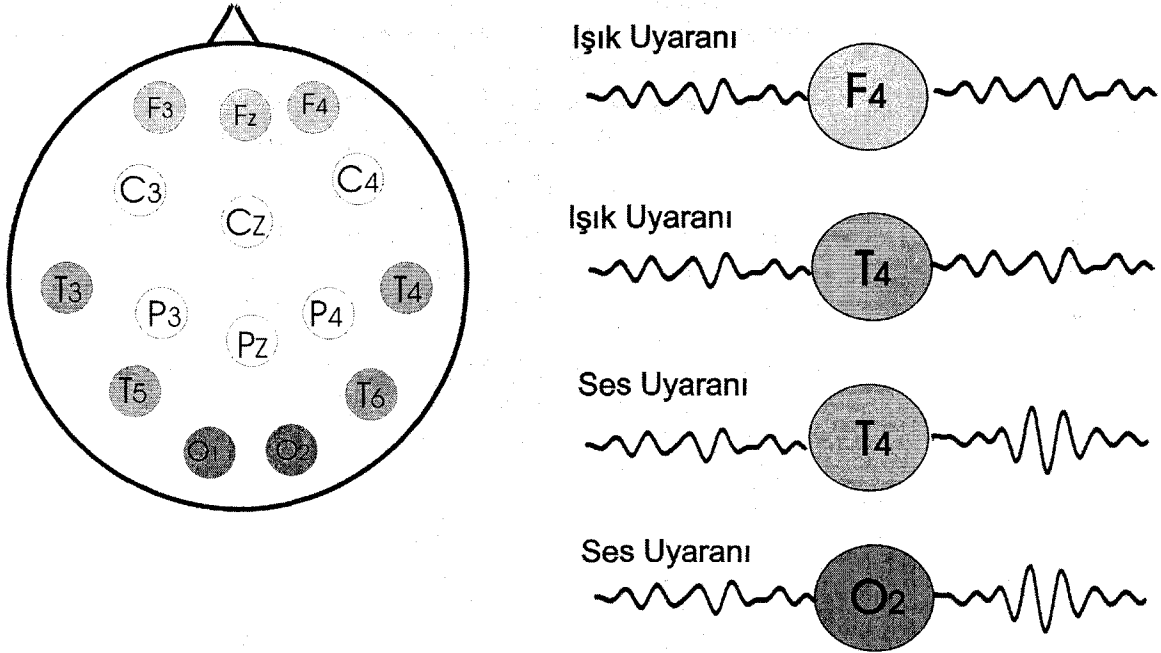
6.2.2 Beyin Feynman Şemalarının Hesaplanması

Bir Feynman şeması kuantum alan teorisinde hesaplamaları yapmak için kullanılan bir kayıt tutma aracıdır. Fizikte, iki cisim arasındaki etkileşim onların çarpışmalarını yansıtan kesitler ile hesaplanır.

Beyne bir duyuşsal veya bilişsel uyarın, salınımları ortaya çıkarır veya tetikler. Genel hesaplama işleminin için aşağıdaki unsurlar hesaba katılabilir.

(1) Belirli bir bölgenin alfa, beta, gama, teta, delta salınımlarının süperpozisyonu ile aktivasyonu. (2) Spontan aktivitenin faz tekrarı veya faz kilitlenmesi (3) Salınımsal yanıt topolojiye bağlıdır. (4) Bazı frekanslarda uyarı öncesi aktivitenin düzeyine bağlı olarak bloklanma veya yükselme vardır. (5) Çalışılan yapılar arasındaki koherensin yanıt üzerinde etkisi vardır. (6) Yaş faktörü önemli rol oynar. (7) Genetik faktörler salınımsal yanıtta önemli bir rol oynar (Porjesz and Begleiter, 1996, 2003; Porjesz et al.1998, 2002) (8) Nörolojik test skorları (Doppelmayr et al., 2005; Karakaş et al., 2003; Klimesch et al.,1997). (9) Sağlık koşulları, Alzheimer veya Multiple Skleroz gibi patolojiler (Tass and Hauptmann, 2006, Başar Eroğlu ve ark. 2006, Yener ve ark. 2006). (10) Uyku evreleri ve bilinç durumu. (11) Yüksek veya düşük kan basıncı düzeyleri ve solunum döngüleri ile ilişkili vejetatif sistem faktörleri. (12) Beyne duygusal girdi. (13) MRI kullanılarak elde edilen anatomik bilgi. (14) Cinsiyet farklılıkları.

Bunlar, hesaplamalar için veya Beyin Feynman Şemalarının uygulanmasında dikkate alınacak sinyallerin gelişimini açıklamak için bazı örneklerdir. S-Matrix yukarıda açıklanan parametrelere bağlı olarak toplanan kuralları dikkate alan çok boyutlu bir matristir. Ayrıca, tüm bu kurallar çalışılan beyin yapılarının topolojisine bağlıdır. Bundan dolayı yanıtılık veya beyin yanıt duyarlılığı için ağırlık faktörlerini açıklamalıyız.



Şekil 10

6.2.3 Feynman şemalarının grameri

Şekil 10'da dört farklı topolojik alan için ışık ve sesli uyarana karşı alfa yanıtları gösterilmiştir. Işık uyarın F₄ ve T₄ yerleşimlerinde herhangi bir anlamlı alfa yanıtı doğurmazken ışık ve sesli uyarın O₂ ve T₄ yerleşimlerinde alfa yanıtları doğurmaktadır. Bu basit modelden oksipital alanlarda ışık uyarana karşı alfa, gama, teta ve beta yanıtlarının karşılaştırması için daha basit bit modele geçeriz. Oksipital korteks görsel uyarılara 10 Hz, 4 Hz, 40 Hz, 20 Hz yanıtlar verir. Aplysia'da serebellar gangliyon yanıtlarını ele alacağız. Aplysia'da alfa yanıtları yoktur ve spontan alfa aktivitesi ise çok azdır. Benzer şekilde,

çocuk beyni üç yaşına kadar ne spontan ne de uyarılmış potansiyellerde alfa yanıtı göstermez. Bu örnekler, az sayıdaki bu basit analiz edilmiş şemaların ilk bakışta karşılaştırmalı analiz için önemli bilgiler sağlayabileceğini göstermektedir. Çok karmaşık Beyin Feynman Şemaları oluşturmak büyük olasılıkla elektrofizyolojik olayların ayrıntılı analizini hızlandırabilir ve araştırmacı bilim adamlarının detaylı analitik araştırmalarla anlaması daha güç olan beyin fonksiyonlarını keşfetmelerine olanak sağlar.

6.3 Beyin-Beden Feynman Şemalarının Hesaplanması

“Klasik” değil, “Kuantum mekaniksel” olarak kabul edilen etkilerden bahsederken “Kuantum hesaplaması” terimini kullanmak daha uygundur Bugün neredeyse bütün ilgi “kuantum paralelizmi”ne yönelmektedir. David Deutsch ‘a göre (2003) bu “paralellik” bir A durumundan bir B durumuna geçiş yapan bir fiziksel sistemin olasılığını yansıtan Feynman yol integral yaklaşımını açıklanmasıdır. Kuantum hesaplamasında bilgisayar başlangıç durumundan itibaren tüm olası yollar boyunca ilerler ve herhangi bir nihai durum olasılığı o duruma ulaşan yolların toplamı olarak verilir. Bunu bilgisayarın ekponansiyel olarak artan (her bir aşamada çoğalan) bir grup yolda ilerlediği ve sonuç aşamasında tüm bu paralel hesaplamaların çeşitli çıktılarının olasılığını belirlemek için birbirleri ile etkileştiği şeklinde de açıklayabiliriz.

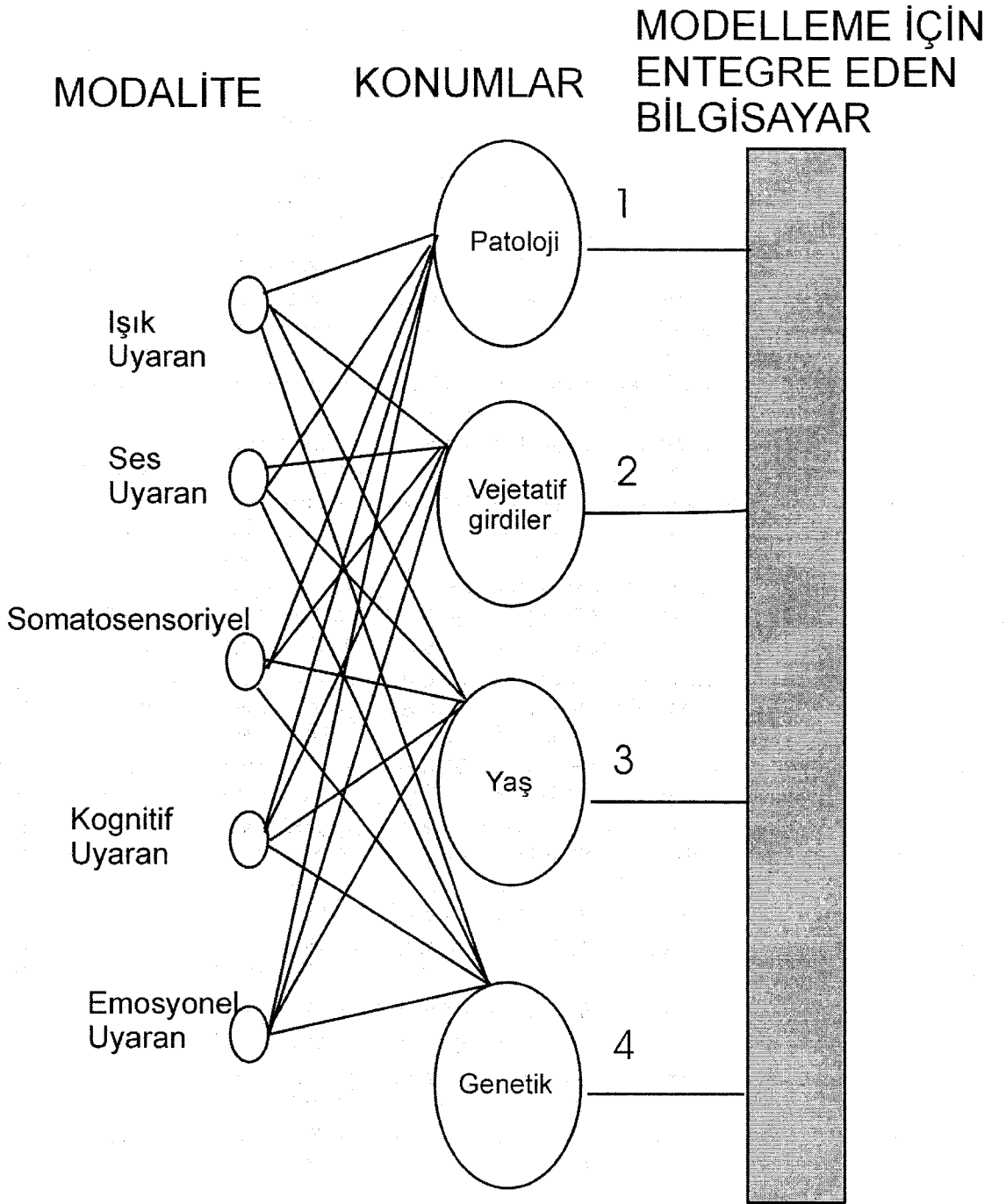
Feynman 1959’da kuantum hesaplaması ve nanoteknoloji arasındaki olası ilişkileri ortaya attı. Ayrıca, klasik bilgisayarlar kuantum mekaniğini etkin biçimde taklit edemediği için ve kuantum bilgisayarları bunu yapabileceğinden, kuantum hesaplamasının potansiyel olarak klasik hesaplamadan daha güçlü olduğuna dikkat çekti.

Bir önceki bölümde, tüm beyinde uyarılma öncesindeki tüm zamansal süreçleri ve süreçlerin evrimini dikkate alarak beyin yanıtlarını tahmin etmek amacıyla bir çok deneysel bulguyu bir araya getirmek için gereken kaba taslak basamakları açıklamıştık. Bunun yanında, tüm bedende beyin yanıtlarını kuvvetli şekilde etkileme gücü ve olasılığı olan diğer vejetatif ve biyokimyasal süreçlerin ilişkili süreçlerini önceden açıklamıştık (Şekil 4 ve Şekil 7’ye bakınız). Daha sonraki bölümlerde farkına varacağımız gibi Feynman şemaları ile beyin yanıtlarının hesaplamaları veya tahmin edilmesi oldukça zordur. Beyin ve merkezi sinir sisteminde tüm olası kombinasyonları ve etkileşimleri değerlendirmek için yüksek güçte bilgisayarların (kuantum bilgisayarları) kullanılmasını gerektiren bu problemi çözmek için ne yapabiliriz? Öncelikle beyindeki olası tüm süreçleri göz önüne almalı ve yaşa özel patolojik durumu ve olası duygusal davranışa bağlı olarak bireyin beyin yanıtlarını kabaca tahmin etmeye çalışmalıyız. Bunu yaptıktan sonra vejetatif parametrelerden elde edeceğimiz düzeltimleri hesaplamalara dahil edebiliriz. Arterial basıncı artırmak veya azaltmak alfa, teta veya gama yanıtlarını nasıl etkileyecektir? Gastrointestinal sistemde artmış yada azalmış peristaltizmin eşlik ettiği hastalıklar nasıl bir etki gösterecektir? Lenfatik sistemdeki denge değişimi beyin yanıtılığını nasıl etkilemektedir? Burada belirtilen fizyolojik parametrelere bağlı olarak gerçekleşen beyin salınımsal yanıtlarındaki değişimlerin çoğunu nörofizyoloji literatüründe bulmak mümkün değildir. Buna karşın, beyin salınımsal yaklaşımlarını kullandığımızda, tüm bu fizyolojik olmayan veya patolojik değişimler zarfında beyin salınımsal yanıtlarının modifikasyonuna ilişkin yeterli deneysel sonuçları toplamak bir zaman meselesi olacaktır. Feynman sunumunun önünü açacak olan illüstrasyon Şekil 9’da verilmiştir.

6.3.1 “Beyin-Beden Feynman” Şemalarının Olası Avantajları

Sunmuş olduğumuz beyin Feynman şemalarını anlamak kolaydır. Buna rağmen beyin yanıtlarına ilişkin çalışmalarda buna benzer gramer kurallarının yüzlercesini sürekli olarak oluşturmak mümkündür. Tüm fonksiyonlar için karşılaştırmalı çalışmalar ve arşivleri oluşturma aşamaları son derece karmaşık ve zor olabilir. Buna rağmen bu tür basit Feynman şemalarının basit görsel analizi beyin araştırmacılarına indirgeme analizi sayesinde daha karmaşık fonksiyonları tahmin etme yeteneğini kazandırır. Örneğin, frontal beyin alfa yanıtları genellikle düşük genliklidir ve faz kilitlenmesi göstermez. Bunun aksine frontal teta yanıtları yüksek genlikli ve kuvvetli faz kilitlidir. Eğer bir beyin yanıtında basit Feynman şemalarından büyük bir sapma gözlemlersek yeni eklenen değerler veya farklılıklar mümkün olan beyin fonksiyonunun hızlı anlaşılmasını sağlayabilir ve yeni sonuçlar çıkarmamıza yardım edebilir.

Burada Feynman şemalarının hesaplanması hakkındaki birçok makaleyi gözden geçirmek amacıyla değiliz. Dahası, Feynman şemaları Heisenberg S-Matris'e şematik olarak paralel bir yol da olabilir. Literatüre göre Feynman şemalarının değerlendirilmesi Monte Carlo hesaplamaları ile gerçekleştirilebilir. Gelecekte kuantum bilgisayarlarının kullanımı mümkün olabilirse kuantum cihazlarının olasılıksal doğası nedeniyle Beyin-Beden-Feynman Şemalarının çözümü için kullanılmaları mümkün olabilir. Monte Carlo yöntemi niçin beyin süreçlerini modellemede ve tahmin etmekte uygun olabilir? Feynman şemalarının şematik gösterimini dikkate aldığımız zaman çoklu nedenselli problemle karşılaşırız (Şekil 9 ve bölüm 5'e bakınız). Beyin yanıtlarının oluşumunun tahmini başlangıç şartlarının çeşitli tiplerine bağlı olacaktır (yani başlangıç beyin durumları ve çoklu girdiler şeklinde vücut ve çevreden beyne yönelen pek çok faktöre). Beyin süreçleri söz konusu olduğunda çok sayıda başlangıç şartı dikkate alınmalıdır. Bunu takiben beynin sinyal işleme sırasında bazı gizli değişkenler ve/veya parametreler beyin işlemlerini, dolayısıyla da salınımsal aktiviteyi etkiler. Bu bazı ana işlemlerin ve alt işlemlerin devrede olduğunu ve bazı bağlantıların dikkate alınması gerektiği anlamına gelmektedir. Bu seri veya paralel şekilde oluşan çoklu işlemler bilgisayar tarafından üretilen rastlantısal denemeler kullanılarak çoklu denemeler olarak milyarlarca kez hesaplanabilir (Şekil 11). Bu şekilde beyin reaksiyonları olasılıksal pencerelerin sınırları içerisinde açıklanabilir veya tahmin edilebilir. Bu öncelikle nükleer reaksiyonlarda nötronların yaşam hikayelerini açıklamak amacı ile kullanılan Monte Carlo yönteminin özüdür.



Şekil 11

7 Beynin Metafizikine Geçiş

Beyin metafizikine geçişin birkaç yolu vardır. Çarpıcı örnekler olan Henri Bergson'un (1907) çalışmalarına ve Charles Darwin'in "Türlerin Evrimi" adlı eserine istatistiksel mekanik ve üst düzey bilişsel işlemler sırasında gelişen entropinin ışığı altında değineceğiz.

7.1 Maxwell'in şeytani yaratıcı gelişimi tetikler mi? "Bergson'un sezgisi"nin

olasılıkal beyin salınımları kavramı çerçevesinde ele alınması

Fransa'nın dahi filozofu Henri Bergson, Charles Darwin'in çalışmalarını inceledi ve daha basit türlerle karşılaştırıldığında *insan beyninin üstünlüğünün "sezgisel ve yaratıcı düşünme"* olduğu fikrine ulaştı (Bergson, 1907).

Henri Bergson türlerin gelişiminde üç tip zihinsel yeteneğin rol oynadığına değinmiştir: *içgüdü, zeka ve sezgi* (Bergson, 1907). İçgüdüler omurgasızlar gibi basit canlılarda gözlenmektedir, zeka davranışı da basit omurgalılar ve memelilerin fonksiyonel özelliğidir. Buna rağmen sadece insanlar sezgi yeteneğine sahiptir. Ayrıca René Descartes ve John Locke'ye göre "sezgi" insanı diğer türlerden farklı kılan bir şeydir. 20. yüzyılın başlarında, Bergson'un önerisi elektrik kayıtlama anlamında sınınamadı. Son yirmi yıl boyunca türlerin spontan elektrik aktivitesini ve uyarılmış potansiyelleri içeren elektrofizyolojilerini San Diego'da bulunan T.H. Bullock laboratuvarı ile gerçekleştirilen ortak bir çalışmayla analiz ettik. (Başar et al., 1999; Bullock and Başar, 1988). Geleneksel elektrofizyolojik kayıtlara ek olarak *Aplysia* izole ganglionunda, *Helix Pomatia*, deniz yıldızı gibi basit omurgalıların beyinlerinde elektrik aktiviteyi analiz etmek için etkili salınımsal beyin dinamikleri yönteminden yararlandık. Ayrıca kedi beyni kortikal ve sub-kortikal yapılarını ve insan saçlı deri kayıtlarını analiz ettik. Beyin salınımlarına dair analizlerimiz delta, teta, beta ve gama salınımlarını içeriyordu.

Bulgularımız (10 Hz) alfa salınımlarının türlerin evriminde bir anahtar olarak gösterilebileceklerini ortaya koydu. *Aplysia* ganglionu ve *Helix Pomatia*'da 10 Hz salınımlar sadece çok zayıf bir şekilde kaydedilmişti. Dahası, basit omurgalılarda ve kedilerde 10 Hz aktivitenin gelişiminin omurgasızlarla karşılaştırıldığında arttığı gözlemlendi. İnsan beyninde alfa aktivitesi düşük entropiye işaret eder. T.H.Bullock'un eski çalışmaları da omurgasız ganglionunda alfa koherensinin tamamen kayıp olduğunu ve basit omurgalılardan insan beynine doğru gittikçe en yüksek değerlere ulaştığını gösterdi.

Ampirik olarak temellendirilen sonuçlar ışığında, alfa salınımlarının koherensinde, gelişiminde ve entropisinde gözlenen değişimlerin türlerin evrimi sırasında zihinsel aktivitenin gelişimi için anahtar belirleyiciler olduğunu düşünüyoruz. Aşağı türlerle karşılaştırıldığında insan beyninin üstünlüğü düşük entropi alfa aktivitesi ile uyumlu olan sezgi ve yaratıcılıkla mı kendini göstermektedir? Termodinamiğin ikinci kanunu sezginin evrimleşmesi ile gelişmekte olan akıllı sistemlerde geçerliliğini yitirmekte midir (Maxwell'in şeytani?) Bu soru henüz kısmen cevaplanmış olmasına rağmen, alfa aktivitesinin evriminin "insanlarda sezgisel davranışın işareti" olma konusunda önemli bir aday olduğu açıkça ortadadır.

8 "Beyin-beden -akıl" dili yeni bir disiplinin gelişimine ihtiyaç duymakta mı? Bu disiplin "kuantum teorisi", "sicim teorisi" ve "koas" ile paralellik gösterir mi?

Bu yazının birkaç bölümünde anlatılan bazı deneysel yaklaşımlar Norbert Weiner, Kopenhag Okulu, Donald Hebb ve Charles Darwin ve ayrıca F.A. von Hayek tarafından ortaya konan temel fikirler ile desteklenmektedir. Seçkin matematikçiler, sistem bilimciler ve kuramsal fizikçilerden çok şey öğrendik. Bu sunulan multidisipliner sistemi ve salınımsal beyin dinamiklerini ortaya çıkaran çok önemli bir noktadır. Fakat daha geniş kapsamlı düşünmenin yolu şudur: Yeni yollar açan tüm bu bilim adamları matematiksel mantıktan yola çıktılar ve beyin kurallarını ve düşünme mekanizmalarını açıklamaya çalıştılar. Sibernetik, Dissipatif Yapılar, Katastrof Kuramı, Sinerjetik konusundaki gelişmelere büyük önem atfetsek de, beyin çalışmasına ve düşünmeye dair "temel ilkeleri" anlamak için beyin

hakkında elde edilecek doğrudan bilgilere de ihtiyaç olduğunu savunmaktayız. Bunun anlamı beyin hakkındaki deney sonuçlardan çok şey öğrendiğimiz ve bugüne dek edindiğimiz bu bilgilerden beynin çalışması hakkında bir dizi kuraldan oluşan genel bir kuram oluşturmaya çalışmakta olduğumuzdur (Başar, 2006). Bu da demek oluyor ki; beyni anlamaya ve fiziksel-fizyolojik ve felsefi bir yapı geliştirmeye çalışırken, tanımları oluşturmada işe matematikten başlamalıyız; öncelikle “*principia-mathematica*”yı (matematiğin başlıca ilkelerini) deşifre ederiz. Düşünme şeklimizin yeterli geldiği savıyla yola çıkarız. İnsan beyni evrende görebileceğimiz en karmaşık yapıdır. Bu nedenle beyni anlamamızı sağlayacak bir çerçeve sadece beynin dilinden elde edilebilir. Şüphesiz, bir çerçeve arayışı veya beynin dinamiğinin tanımı beyin-beden-zihin ortaklığıyla ilgili tüm sorunları çözemez. Buna karşın, geliştirilecek olan çerçeve, ölçümler ve hesaplamalarla beyin-beden-zihin işleyişini daha iyi anlamaya yardımcı olabilir.

Bu makaledeki tanımlamaları göz önüne alırken üç önemli özelliğin altını çizmeye çalışmaktayız; (1) beyin bir öğrenme sistemidir, dış veya iç girdilere reaksiyon verme yeteneği zamanla değişir. Öğrenmiş beynin reaksiyonları duygusal beynin reaksiyonlarından tamamen farklıdır (Güntekin ve Başar, 2006). (2) Beynin yanıtları türlerin evrimi esnasında değişir. (3) Çocukluğun erken dönemlerinden yetişkin beynine kadar olgunlaşan beyin yanıtları da değişir (4). Yaratıcılık ve sezginin yaratıcılıkla ilintili durumları matematikçiler ve kuramsal fizikçiler tarafından eskiden geliştirilmiş olan çerçevelerle açıklanamaz. Salınımsal beyin dinamiklerinin uygulanması ile yukarıda değindiğimiz dört özelliği ölçebileceğimiz bir alana yaklaşıyoruz. Basitçe şunu söylemekteyiz: “*Nebülöz Kartezyen Sistem*” bir kurgusal yapı veya atölyedir, dolayısıyla, bu atölye beyin fonksiyonunun ve beynin olası metafiziklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayarak yeni yollar açabilir. “...*dil olarak kabul edildiklerinde, merkezi sinir sisteminde mantık ve matematiğin yapısal olarak, bilindik anlamıyla aklımıza gelen dillerden tamamen farklı olması gerekmektedir*” diyen John von Neumann’ın (1966), fikirlerini de paylaşmaktayız.

“*Nebülöz Kartezyen Sistem*” oluşturma önerimizin F. Capra’nın (1984, bu yazının 1. bölümünü de bakınız) bu konudaki düşüncesiyle örtüştüğüne ve türlerin evrimine ve öğrenen ve yaratıcı beyinlere ilişkin çok miktarda bilgi topladıktan sonra nörobilimde bir atılım gerçekleştirmek için bu tür bir öneriye ihtiyaç olduğuna inanmaktayız. Bu makale, yazarların nörobilimin yeni ortaya çıkan salınımsal dinamikler dalının keşif sahasındaki makalelerinin değerlendirmesi üzerine kurulmuştur. Beyin salınımları bilişsel süreçler esnasında kemanın telleri gibi ayarlanırlar. Dolayısıyla, kuantum fiziğindeki “*Sicim Kuramının*” beynin fonksiyonel süreçlerini açıklamada bir metafor olduğunu düşünebiliriz. Beynin “doğal frekansları” EEG salınımlarıdır ve salınımsal beyin dinamiğinin özünü EEG rezonansları oluşturur, müziğin temelini oluşturan tınlamalar gibi, beynin temel mekanizmaları da bunlardır.

Bu yazıdaki önermenin bazı genç nörobilimcileri farklı tiplerde ölçümlerin sonuçlarını S-Matrisi ve bir dizi Feynman şemasında toplanmak üzere bir arada değerlendirmek için teşvik edeceğini ümit ediyoruz.

Ne kadar ilerleyebiliriz? Bunu zaman gösterecek...

KAYNAKLAR

- Abraham, R.H., Shaw, C.D., 1983. Dynamics. The Geometry of Behavior. Vols. 1-3, Aerial, Santa Cruz.
- Aladjalova, N.A., 1957. Infra-slow rhythmic oscillations of the steady potential of the cerebral cortex. Nature, 11, 179(4567), 957-9.
- Allers, K.A., Ruskin, D.N., Bergstrom, D.A., Freeman, L.E., Ghazi, L.J., Tierney, P.L., Walters, J.R., 2002.

- Multisecond periodicities in basal ganglia firing rates correlate with theta bursts in transcortical and hippocampal EEG. *J. Neurophysiol.*, 87(2), 1118-1122.
- Barut, A., 1967. *The Theory of the Scattering Matrix*. Mac-Millan, New York.
- Başar, E., 1980. *EEG-Brain Dynamics. Relation between EEG and Brain Evoked Potentials*. Elsevier, Amsterdam.
- Başar, E., 1983a. Toward a physical approach to integrative physiology: I. Brain dynamics and physical causality. *Am. J. Physiol.*, 14, R510– R533.
- Başar, E., 1983b. Synergetics of neuronal populations. A survey on experiments. In: Başar, E., Flohr, H., Haken, H., Mandell, A., (Eds.), *Synergetics of the Brain*. Springer, Berlin, pp. 183– 200.
- Başar, E., 1988. EEG - dynamics and evoked potentials in sensory and cognitive processing by the brain. In: Başar, E., (Ed.), *Dynamics of Sensory and Cognitive Processing by the Brain*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp. 30–55.
- Başar, E., 1998. *Brain Function and Oscillations: I. Brain Oscillations. Principles and Approaches*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Başar, E., 1999. *Brain Function and Oscillations: II. Integrative Brain Function. Neurophysiology and Cognitive Processes*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Başar, E., Karakaş, S., 2006. Neuroscience is awaiting for a breakthrough: An essay bridging the concepts of Descartes, Einstein, Heisenberg, Hebb and Hayek with the explanatory formulations in this special issue. *Int. J. Psychophysiol.*, 60, (2), 194-201.
- Başar, E., Rosen, B., Basar-Eroglu, C., Greitschus, F., 1987. The associations between 40 Hz-EEG and the middle latency response of the auditory evoked potential. *Int. J. Neurosci.*, 33,103-117.
- Başar, E., Weiss, C., 1981. *Vasculature and Circulation*. Elsevier, Amsterdam.
- Başar, E., Schütt, A., Bullock, T.H., 1999. Dynamics of potentials from the brain of anmniotes (vertebrates). In: Başar, E., (Ed.), *Brain Function and Oscillations: II. Integrative Brain Function. Neurophysiology and Cognitive Processes*. Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 109-116.
- Başar-Eroğlu, C., Başar, E., Demiralp, T, Schürmann, M., 1992. P300 response: Possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels. *Int. J. Psychophysiol.*, 13, 161-179.
- Başar-Eroğlu, C., Brand, A., Hildebrandt, H., Kedzior, K.K., Mathes, B., Schmiedt, C., 2006. Working memory related gamma oscillations in schizophrenia patients. *Int. J. Psychophysiol.* Electronic publication ahead of print.
- Bergson, H., 1907. *L'évolution Créatrice*. Presse Universitaires de France, Paris.
- Bullock, T.H., Başar, E., 1988. Comparison of ongoing compound field potentials in the brains of invertebrates and vertebrates. *Brain Res. Rev.*, 13, 57-75.
- Cassidy, D.C., 1999. Werner Heisenberg und das unbestimmtheitsprinzip. *Spektrum der Wissenschaft* 1, 6-13.
- Capra, F., 1984. *The Turning Point*. Flamingo, London, pp. 97.
- Doppelmayr, M., Klimesch, W., Sauseng, P., Hödlmoser, K., Stadler, W., Hanslmayr, S., 2005. Intelligence related differences in EEG-bandpower. *Neurosci. Lett.*, 381, 309–313.
- Eckhorn, R., Bauer, R., Jordan, R., Brosch, W., Kruse, M., Munk, M.,Reitboeck, H.J., 1988. Coherent oscillations: A mechanism of feature linking in the visual cortex? *Biol. Cybern.*, 60, 121–130.
- Fessard, A., 1961. The role of neuronal networks in sensory communications within the brain. In: Rosenblith, W.A., (Ed.), *Sensory Communication*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Feynman, R.P., 1962. *Theory of Fundamental Processes*. Benjamin, New York.
- Gebber, G.L., Zhong, S., Barman, S.M., 1995. The functional significance of the 10-Hz sympathetic rhythm: a hypothesis. *Clin. Exp. Hypertens.*, 17, 181-195.
- Gleick, J., 1987. *Chaos - Making a New Science*. Penguin, New York.
- Grassberger, P., Procaccia, I., 1983. Measuring the strangeness of strange attractors. *Physica D.*, 9, 183-208.
- Gray, C.M., Singer, W., 1989. Stimulus-specific neuronal oscillations in orientation columns of cat visual cortex.

- Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 86, 1698-1702.
- Güntekin, B., Başar, E., 2006. Emotional face expressions are differentiated with brain oscillations. *Int. J. Psychophysiol.* Electronic publication ahead of print
- Haken, H., 1977. *Synergetics. An Introduction.* Springer, New York.
- Hawking, S., 2001. *The Universe in a Nutshell.* Bantam Books, New York, pp. 52.
- Heisenberg, W., 1961. *Einführung in die Theorie der Elementarteilchen (Ausarbeitung einer Vorlesung, gehalten im Sommersemester 1961).* Univ.München., München, FRG.
- Hughes, S.W., Crunelli, V., 2006. Just a phase they're going through: the complex interaction of intrinsic high-threshold bursting and gap junctions in the generation of thalamic alpha and theta rhythms. *Int. J. Psychophysiol.* Electronic publication ahead of print
- Iagolnitzer, D., Barut, A., 1967. *The Theory of the Scattering Matrix.* Mac-Millan, New York.
- Karakas, S., Bekci, B., Erzençin, O.U., 2003. Early gamma response in human neuroelectric activity is correlated with neuropsychological test scores. *Neurosci. Lett.*, 340(1), 37-40.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Pachinger, T., Ripper, B., 1997. Brain oscillations and human memory: EEG correlates in the upper alpha and theta band. *Neurosci. Lett.*, 238(1-2), 9-12.
- Lorenz, E.N., 1963. Deterministic nonperiodic flow. *Atmos. Sci.*, 20,130.
- Rahn, E., Başar, E., 1993a. Prestimulus EEG-activity strongly influences the auditory evoked vertex responses: A new method for selective averaging. *Int. J. Neurosci.*, 69, 207-220.
- Rahn, E., Başar, E., 1993b. Enhancement of visual evoked potentials by stimulation during low prestimulus EEG stages. *Int. J. Neurosci.*, 72, 123-136.
- Ruskin, D.N., Bergstrom, D.A., Walters, J.R., 1999. Multisecond oscillations in firing rate in the globus pallidus: synergistic modulation by D1 and D2 dopamine receptors. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 290, 1493-1501.
- Popper, K., 1935. *Logik der Forschung.* Verlag von Julius Springer, Vienna.
- Porjesz, B., Begleiter, H., 1996. Effects of alcohol on electrophysiological activity of the brain. In: Begleiter, H., Kissin, B., (Eds.), *Alcohol and Alcoholism: The Pharmacology of Alcohol and Alcohol Dependence.* Vol. 2. Oxford University Press, New York, pp. 207- 247.
- Porjesz, B., Begleiter, H., 2003. Alcoholism and human electrophysiology. *Alcohol Res. Health.*, 27, 153- 160.
- Porjesz, B., Almasy, L., Edenberg, H.J., Wang, K., Chorlian, D.B., Foroud, T., Goate, A., Rice, J.P., O'Connor, S.J., Rohrbaugh, J., Kuperman, S., Bauer, L.O., Crowe, R.R., Schuckit, M.A., Hesselbrock, V., Conneally, P.M., Tischfield, J.A., Li, T.K., Reich, T., Begleiter, H., 2002. Linkage disequilibrium between the beta frequency of the human EEG and a GABA receptor gene locus. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 99, 3729-3733.
- Porjesz, B., Begleiter, H., Reich, T., Van Eerdewegh, P., Edenberg, H.J., Foroud, T., Goate, A., Litke, A., Chorlian, D.B., Stimus, A., Rice, J., Blangero, J., Almasy, L., Sorbell, J., Bauer, L.O., Kuperman, S., O'Connor, S.J., Rohrbaugh, J., 1998. Amplitude of visual P3 event related potential as a phenotypic marker for a predisposition to alcoholism: preliminary results from the COGA Project. Collaborative study on the genetics of alcoholism. *Alcohol. Clin. Exp. Res.*, 22, 1317- 1323.
- Prigogine, I., 1980. *From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences.* Freeman, New York.
- Yener, G.G., Güntekin, B., Öñiz, A., Başar, E., 2006. Increased frontal phase-locking of event-related theta oscillations in Alzheimer patients treated with cholinesterase inhibitors. *Int. J. Psychophysiol.* Electronic publication ahead of print
- Tass, P.A., Hauptmann, C., 2006 Therapeutic modulation of synaptic connectivity with desynchronizing brain stimulation. *Int. J. Psychophysiol.* Electronic publication ahead of print
- Thom, R., 1975. *Structural Stability and Morphogenesis (in French).* Benjamin, New York (1972). English translation by Fowler, D.H., Benjamin-Addison Wesley, New York.
- von Neumann, J. and Burks, A.W., 1966. *Theory of Self-Reproducing Automata.* Univ. of Illinois Press: Urbana and London.
- Wiener, N., 1948. *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine.* Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.

Şekil 1 W. Heisenberg'in mikroskopi. Bir düşünce modeli.

Şekil 2: P300 denemesi sırasında hedef uyaranda açığa çıkan filtrelenmiş spontan aktivite- olaya ilişkin salınımlar. Filtre limitleri 8-13 Hz. Süpürüm grupları (3-13 ve 65-79), 10 Hz aktivitesindeki belirgin değişiklikleri göstermek üzere ayrı olarak gösterilmektedir. Bu şekil net olarak, uyarının spontan aktiviteyi dolayısı ile beyin cevabını nasıl değiştirdiğini göstermektedir.

Şekil 3: Nöron topluluklarında açığa çıkan cevap verme olasılıklarının ve bu toplulukların deterministik olmayan ve/veya kaotik davranışlarının üç farklı basamağı.

Şekil 4: Dolaşım, peristaltik organlar ve lenfatik sistemi içine alan genel miyojenik sistemin şematik gösterimi.

Şekil 5: Portal toplardamarın spontan mekanik kontraksiyonu. Solda: zaman serisi, sağda: faz portresi

(A) "Dakika ritim" olarak adlandırılan aktivite (B) Düz kasın karışık kontraktıl aktivite gösteren periyodu. (Başar ve ark.1990 dan değiştirilerek alınmıştır.)

Şekil 6: Güç spektrumlarının karşılaştırmalı gösterimi ve D_2 korelasyon dimensiyonu. Her D_2 değeri ve değişik bölgelerden aynı anda alınan spektra aynı EEG segmentlerinden hesaplanmıştır. (Aynı kişiden alınan frontal, central, parietal ve occipital bölge kayıtları, Başar ve ark. 1990 dan değiştirilerek alınmıştır.)

Şekil 7: Otonom sinir sisteminin şematik gösterimi

Şekil 8: "Nebulöz Kartezyen Sistem" hipotetik olarak tanımlanmıştır. Çok dimensiyonlu uzayda çeşitli alt kordinat sistemleri vardır. Otonom sinir sisteminde ve beyin yapılarında var olan plastisite ve deterministik akslar rijit değildir. Bu kordinat sistemleri, konvansiyonel kordinat sistemlerinden farklı olarak kesin başlangıç noktalarına ve kesin zaman uzayına sahip olmadığı için nebulöz olarak tanımlanmıştır.

Şekil 9: Beyin cevaplarını etkileyen bazı faktörlerin açıklanması.

Şekil 10: Işık ve ses uyarı sonrası cevaplar için kısmi Feynman diyagramları

Şekil 11: Beyin Feynman diyagramlarının hesaplanması için beyin cevaplarının etkileyen çeşitli faktörler paralel olarak veya seriler halinde hızlı bilgisayarlar yerleştirilecektir. Kişilerin beyin cevaplarının tahmin edilebilmesi için Monte Carlo metodunu da içeren büyük istatistikler kullanılabilir.