



**T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI SİNİRBİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**KUANTUM FİZİĞİ TEMELİNDE BEYİN ARAŞTIRMALARI
ve NÖRODEJENERATİF HASTALIKLARDAKİ
MİKROTÜBÜL DEĞİŞİMLERİNİN DERLENMESİ ve
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tugay Keçeci

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hülyam KURT

Prof. Dr. Tefvik Erhan COŞAN

2018



**T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI SİNİRBİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**KUANTUM FİZİĞİ TEMELİNDE BEYİN ARAŞTIRMALARI
ve NÖRODEJENERATİF HASTALIKLARDAKİ
MİKROTÜBÜL DEĞİŞİMLERİNİN DERLENMESİ ve
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tugay Keçeci

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hülyam KURT

Prof. Dr. Tefik Erhan COŞAN

KABUL VE ONAY SAYFASI

Tugay Keçeci'nin Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığı "**Kuantum Fiziği Temelinde Beyin Araştırmaları ve Nörodejeneratif Hastalıklardaki Mikrotübül Değişimlerinin Derlenmesi ve Değerlendirilmesi**" başlıklı bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddesi uyarınca değerlendirilerek "**KABUL**" edilmiştir.

Tarih
30.05/2018

Üye: Prof. Dr. Emel ULUPINAR

Üye: Prof. Dr. Hülyam KURT

Üye: Prof. Dr. Ferhan ESEN.

Üye: Prof. Dr. Sinan Çarar

Üye: Prof. Dr. Didem TURBUT COŞAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 04/06/2018 tarih ve 1177/58-10 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hasan Veysi GÜNEŞ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Nörodejeneratif hastalıklar en genel anlamda nöronların çeşitli nedenlerle dejenerasyona uğraması sonucu oluşan tıbbi durumlar olup ilk akla gelen; Alzheimer, Parkinson, ALS vb. türü rahatsızlıklardır. Bu tez çalışmasında bilhassa bu türdeki rahatsızlıkların temelde mikrotübül odaklı sinir hücresi dejenerasyonu süreçleri, tıbbi sinirbilimsel temellerinin yanında ülkemizde belki de ilk defa kuantum fiziği yaklaşımı ışığında öncelikli olarak incelenmeye çalışılmıştır. 'Nörokuantoloji' olarak adlandırılan bu yeni multidisipliner yaklaşım metodu ile; nörodejeneratif hastalıklar bilhassa mikrotübüller özelinde hem tıbbi biyolojik ve sinirbilimsel bakış açısıyla hem de kuantum fiziğinin perspektifi ile çok boyutlu olarak incelenmiştir.

Çalışmada öncelikli olarak nörodejenerasyon kavramından yola çıkarak Alzheimer, Parkinson, ALS vb. hastalıklar detaylı olarak incelenmeye çalışılmıştır. Ardından beyin genel yapısı, sinir hücrelerinin özellikleri ve bilhassa mikrotübüller hakkında derinlikli ve detaylı bilgilerin sunulması sonrası mikrotübül ve bilinç kavramı arasındaki ilişkilere ve bilinç kavramına dair araştırma sonuçlarına yer verilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında ise tıbbi süreçlere paralel olarak tezin bir diğer bilimsel altyapısı olan 'matematiksel ve kuantum mekaniksel temellere dair temel bilgilere değinilmiştir. Ardından mikrotübüller özelinde 'biyolojik yapılarda ve bilhassa beyinde kuantum mekaniksel olaylar' son yapılan araştırmalar ışığında detaylı olarak incelenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda özellikle Penrose ve Hameroff'un ortaklaşa geliştirdiği mikrotübüller odaklı 'Orch-OR' yaklaşımının detayları ve bu konuda yapılması önerilmiş deneysel tasarımlara yer verilmiştir. Tartışma bölümünde beyinde kuantum mekaniğinin işlediğini düşünen ve düşünmeyen araştırmacıların öne sürdükleri iddia ve görüşlerine yer verilmiştir.

Sonuç bölümünde ise kuantum mekaniğinin sinirbilim özelinde ne gibi etki ve katkılar sunabileceğine dair tespit ve önerilere yer verilmiştir. Bu sayede sinirbilim alanı özelinde nöronların çalışma yapılarını multidisipliner bir anlayışla ilk defa bir yüksek lisans tezi olarak hem tıbbi hem de kuantum mekaniksel açıdan inceleme imkanı bulunmuş olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sinirbilim, nörodejenaratif hastalıklar, beyin, bilinç, kuantum fiziği, mikrotübül, Orch-OR.

SUMMARY

Neurodegenerative diseases; in the most general sense, are medical cases which are the result of degeneration for various causes and Alzheimer, Parkinson, ALS etc. are the first diseases that come to mind of this kind. In this study, especially microtubule-mediated nerve cell degeneration processes of neurodegenerative disorders are tried to be studied probably first time in our country in the light of the quantum physics approach. With this new multidisciplinary approach called 'neuroquantology'; neurodegenerative diseases will be tried investigate multidimensionally, particularly with respect to microtubules, both from a medical biological and neuroscientific point of view as well as from the perspective of quantum physics.

In the study, first the neurodegenerative diseases like Alzheimer, Parkinson, ALS etc. are tried to be examined in detail through the neurodegenerative concept. Then, after presenting deep and detailed information about the general structure of the brain, nerve cells and especially microtubules, the relationship between the concept of microtubule and consciousness and the results of research on the concept of consciousness have been tried to be included.

In the next stage of the study, the basic knowledge about 'Mathematical and Quantum Mechanical Basis', which is another scientific infrastructure of the thesis, in parallel with the medical processes, has been mentioned. Subsequently, the microtubules have been tried to be examined in detail in the light of recent researches on 'Biological Structures and especially Quantum Mechanics in the Brain'. In this respect, details of the 'Orch-OR' approach focused on microtubules, developed jointly by Penrose and Hameroff, and the experimental designs proposed for this topic are included. In the discussion section, the claims and opinions of researchers who think and do not think that quantum mechanics works in the brain are mentioned.

In the conclusion part, determinations and suggestions about what kind of effects and contributions can quantum mechanics offer to neuroscience in particular are given. In this respect, examination of working structures of neurons in terms of neuroscience in particular, has been investigated for the first time as a graduate thesis with a multidisciplinary approach, in both medical and quantum mechanical aspects.

Keywords: Neuroscience, neurodegenerative diseases, brain, conscious, quantum physics, microtubule, Orch-OR.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
SUMMARY	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO DİZİNİ.....	viii
ŞEKİL DİZİNİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Tezin Dayandığı Sinirbilimsel Temeller	5
2.1.1.1. Genel Olarak Nörodejenerasyon Kavramı ve Yansımaları	5
2.1.1.2. Nörodejenerasyon Hastalıklarının Sınıflandırılması	5
2.1.1.3. Nörodejeneratif Hastalıklara Etkin Eden Faktörler	7
2.1.1.4. Nörodejeneratif Hastalıklarda Genetik Faktörünün Etkisi.....	8
2.1.2. Alzheimer Hastalığı ve Bazı Temel Evreleri	8
2.1.2.1. Alzheimer Hastalığının 3 Aşamalı Anlatımı	9
2.1.2.2. Alzheimer Hastalığının 7 Aşamalı Anlatımı	9
2.1.2.2.1. Evre-1: Normal Evre	11
2.1.2.2.2. Evre-2: Normal Yaşlı Unutkanlığı.....	11
2.1.2.2.3. Evre-3: Hafif Bilişsel Bozukluk	11
2.1.2.2.4. Evre-4: Hafif Alzheimer Hastalığı	12
2.1.2.2.5. Evre-5: Orta Dereceli Alzheimer Hastalığı.....	12
2.1.2.2.6. Evre-6: Orta Şiddette Alzheimer Hastalığı	13
2.1.2.2.7. Evre-7: Şiddetli Alzheimer Hastalığı.....	13
2.1.2.3. Alzheimer’da Unutkanlık ve Hastalık Patolojisi	14
2.1.2.4. Alzheimer’ın Olası Oluşum Nedenleri	14
2.1.2.5. Alzheimer’ın Erken Teşhisine Yönelik Çalışmalar.....	16
2.1.2.6. Alzheimer Hastalığına Dair Tedavi Yaklaşımları	17
2.1.3. Temel Mikrotübül Bilgisi	18
2.1.3.1. Bir Sinir Hücresi Organeli Olarak Mikrotübül	18
2.1.3.1.1. Genel Olarak Sinir Hücreleri (Nöronlar)	18

2.1.3.1.2. Sinir Hücresi Tipleri.....	18
2.1.3.1.3. Sinir Hücresinin Yapısal Kısımları.....	19
2.1.3.1.3.1. Nöronların Hücre Gövdesi.....	19
2.1.3.1.3.2. Nöronların Hücrelerinin İskelet Sistemi.....	20
2.1.3.1.4. İlkel Yapılardaki Mikrotübüller.....	20
2.1.3.1.4.1. İlkel Yapılardaki Mikrotübül Örneği: Protistalar ve Amipler	21
2.1.3.1.5. Genel Olarak Mikrotübül Yapısı	22
2.1.3.1.6. MT'lerin Genel Fonksiyonları	24
2.1.3.1.7. MT ve MAP İlişkisi	24
2.1.3.1.7.1. Tip I- MAP1.....	25
2.1.3.1.7.2. Tip II: MAP2, MAP4 ve tau	25
2.1.3.1.7.3. Diğer MAP'ler ve Adlandırma Sorunları	26
2.1.4. Bilince ve Şuura Dair Genel ve Temel Bilgiler	26
2.1.4.1. Bilince Dair Kısa Bir Tarihçe	26
2.1.4.2. Kavram Olarak Bilinç ve İlgili Bilim Dalları	27
2.1.4.2.1. Kavram Olarak Bilinç.....	27
2.1.4.2.2. Bilinci Konu Alan Bilim Dalları	27
2.1.4.2.3. Bilince Dair Diğer Tamamlayıcı Kavramlar ve Sınıflandırma Örnekleri.....	28
2.1.4.3. Bilinç Sürekliliği Olgusu	29
2.1.4.4. Bazı Temel Bilinç Teorileri	30
2.1.4.4.1. Yüksek Dereceli Teoriler	30
2.1.4.4.2. Dönüslü(Reflexive) Teoriler	31
2.1.4.4.3. Temsiliyetçi (Representationalist) Kuramlar	31
2.1.4.4.4. Çoklu Taslak Model Teorisi	31
2.1.4.4.5. Bilişsel Kuramlar.....	32
2.1.4.4.6. Bilgi Entegrasyon Teorisi.....	32
2.1.4.4.7. Sinirsel / Sinirbilimsel Teoriler	33
2.1.4.4.7.1. Bilincin Beyindeki Yeri ve İşlevine Dair Görüşler	33
2.1.4.4.7.2. Bilincin Beyindeki Fiziksel Kaynağına Dair Son Tespitler	37
2.1.4.4.8. Kuantum Odaklı Teoriler	38

2.1.4.4.9. Fiziksel Olmayan Kuramlar	40
2.1.4.5. Teorilere Dair Genel Bir Değerlendirme	40
2.1.5. Bilinç ve Bilinçsizlik İlişkisi	41
2.1.6. Bilinçsizlik Halleri ve Bilinç Bozuklukları	41
2.1.7. Bilinç Yapay Kaybı: Anestezi	42
2.1.7.1. Tanım ve Kavram Olarak Anestezi.....	42
2.1.7.2. Anestezi Etki Bölgeleri ve Olası Etki Şekli.....	43
2.1.7.3. Anestezinin Etkisinin Tubulin Dipollerle Olan İlişkisi	44
2.2. Matematiksel ve Kuantum Mekaniksel Temeller	45
2.2.1. Kuantum Mekaniğinin (KM) Temel İlkeleri	45
2.2.1.1. Fiziğin ve Kuantum Mekaniğinin Kısa Tarihçesi.....	45
2.2.1.2. Kuantum Mekaniğinin Makroskopik Dünyaya Uygulanması.....	47
2.2.1.3. Kuantum Mekaniğindeki Matematiksel Uygulamalar.....	48
2.2.2. Kuantum Mekaniğinin Temel Kabulleri	49
2.2.2.1. Enerji Sürekli Bir Salınımında Değildir	49
2.2.2.2. Parçacık-Dalga İkiliği Hâkimdir.....	49
2.2.2.3. Schrödinger'in Dalga Denklemi	52
2.2.2.3.1. Denklem Formül İfadesi	52
2.2.2.3.2. Denklem Yörünge Boyutu Olarak İfadesi	53
2.2.2.4. Belirsizlik Durumu	55
2.2.2.4.1. Belirsizlik Durumunun Genel İfadesi	55
2.2.2.4.2. Belirsizlik Durumunun Alternatif İfadeleri	59
2.2.2.5. Kuantum Dolaşıklığı ve EPR Paradoksu	59
2.2.2.5.1. Kuantum Dolaşıklığı İçin Temel Spin Kavramı	60
2.2.2.5.2. EPR Paradoksu'nun Yapısı	60
2.2.2.6. Kuantum Tünelleme	61
2.2.2.7. Yeni Varlık-Yokluk Anlayışının Yeni Hali	64
2.2.2.8. Kuantum Olasılık Hali	65
2.2.2.9. Kuantum Eşdurumluluğu (Coherence) ve Bose-Einstein Yoğunlaşmaları (BEY)	67
2.2.2.10. Sicim Kuramı ve Yeni Fiziğin Geleceği.....	70

2.2.2.11. Yönlendirilmiş Nesnel İndirgenme Yaklaşımı	72
2.3. Biyolojik Yapılarda Kuantum Mekaniksel Olaylar	73
2.3.1. Biyolojik Yapılarda Klasik Fizikten Kuantum Mekaniğine Olan Yolculuk	73
2.3.2. Biyolojik Yapılarda Kuantum Mekaniğinin Uygulanma Zorlukları ve Çözüm Önerileri	74
2.3.3. Biyolojik Yapılara Uygulanan Kuantum Mekaniği Uygulama Örnekleri...	74
2.3.3.1. Fotokimyasal Tepkimeler	76
2.3.3.1.1. Fotokimyasal Bir Tepkime Örneği Olarak Görme Eylemi.....	78
2.3.3.1.2. Görmenin Kuantum Mekaniksel Fizyolojisi	79
2.3.3.1.3. Fotosentez Olayı ve Kuantum Mekaniksel İşlevi.....	81
2.3.3.1.4. Ateşböceği ve Biyolojik Işıldama	83
2.3.3.1.5. Aktif D Vitamini Oluşum Sürecindeki Kuantum	84
2.3.3.2. Koku Reseptörlerindeki Kuantum Tünelleme	85
2.4. Beynin İşleyişine Dair Önerilen Temel Kuantum Mekaniği Modelleri.....	86
2.4.1. Beynin İşleyişinin Kuantum Mekaniği İle Açıklanmasına Dair İlk Girişimler.....	86
2.4.2. Bilincin Kuantum Mekaniği İle Açıklanmasına Dair İlk Girişimler	87
2.4.3. Penrose ve Hameroff'un Kuantum Nesnel İndirgenmesi	90
2.4.3.1. Kuantum Nesnel İndirgenmesi Teorisinin Kısa Tarihçesi	91
2.4.3.2. Kuantum Nesnel İndirgenmesi Teorisinin Temelleri.....	93
2.4.3.3. Yerçekiminin Objektif/Nesnel İndirgemedeki Yeri	94
2.4.3.4. Mikrotübüllerin Objektif/ Nesnel İndirgemedeki Yeri	95
2.4.3.5. Mikrotübüllerde Kuantum Bilinç Oluşum Yaklaşımı	97
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	99
3.1. Mikrotübül Etkinliğine Dair Deneysel Bir Kanıt.....	99
3.2. Çalışmada Kullanılan Bazı Temel Kavram ve Yaklaşımlar.....	100
3.2.1. Histerezis Kavramı	100
3.2.1.1. Dereceye Bağlı Histerezis	100
3.2.1.2. Dereceye Bağlı Olmayan Histerezis	101
3.2.2. Manyetik ve Elektriksel Histerezis	101
3.2.3. Ferroelektrik ve Piezoelektrik Kavramları	101

3.2.4.Ferroelektrik ve Piezoelektrik Kavramlarının Mikrotübüllerdeki Görünümleri	102
3.3. Deneyin Uygulanışı	102
4. BULGULAR	105
5. TARTIŞMA	107
5.1. Sinirbilimsel Açıdan Beyin	107
5.2. Sinirbilimlerine Kuantum Mekaniğinden Bakış	107
5.3. Bazı Araştırmacılar Beyinde Kuantum Mekaniğinin İşlemez Olduğunu Düşünmektedirler	109
5.4. Bazı Araştırmacılar Kuantum Mekaniğinin Beyinde İşler Olduğunu Düşünmektedirler	111
5.5. Kuantum Yaklaşımı Sinirbilime Ne Gibi Yeni Katkılar Sağlayabilir?	114
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	117
7. KAYNAKLAR DİZİNİ	121
8. ÖZGEÇMİŞ	

TABLO DİZİNİ

Tablo 2.1. Alzheimer hastalığına dair klinik özelliklerin ilgili evre süreçlerine göre dağılımı.

Tablo 2.2. Klasik fizik ve kuantum mekaniğinin karşılaştırmalı bazı farklılıkları tablosu.

Tablo 2.3. Kuantum beyin teorileri, öne sürüldükleri kişiler ve tarihlerinin kısa bir özeti.



ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1: Bir sinir hücresinin (nöron) temel yapısal kısımları.

Şekil 2.2: Farklı sinir hücresi tipleri.

Şekil 2.3: Hücre iskeletinin temel elemanları.

Şekil 2.4: Bir mikrotübülün genel yapısı.

Şekil 2.5: Bir mikrotübülün 3'lü heliks yapısı.

Şekil 2.6: Bilinç teorilerinin toplu bir gösterimi.

Şekil 2.7: Çift yarık deneyinde, foton salınımının gösterimi.

Şekil 2.8: Bir "H" atomunun elektronunun atom çekirdeğin yörüngesindeki yerinin bulunma olasılığının gösterimi.

Şekil 2.9: Dalga fonksiyonu $\psi(x)$ 'nin iki boyutlu konumsal olarak gösteriminin enerji düzeylerine göre dağılımı.

Şekil 2.10: Uzayın 3-boyutlu yapısındaki bir parçacığın oluşturduğu ψ -eğrisi şekilleri.

Şekil 2.11: Bir elektronun yerini tespit etmek için yapılan bir deney düzeneğinin şekli.

Şekil 2.12: Kuantum Tünelleme olayının kuantum fiziği ve klasik fizik açısından karşılaştırmalı olarak bir değerlendirilmesi.

Şekil 2.13: Bir parçacığın klasik fizikte ve kuantum fiziğinde konumsal durumu ve Kuantum Tünelleme olayı.

Şekil 2.14: Bir maddenin fiziksel formundan sicimlere doğru geçiş diyagramı.

Şekil 2.15: Sitokromların genel yapıları.

Şekil 2.16: Görme sürecinin gözden beyine devam eden süreçleri ve ilgili organellerinin gösterimi.

Şekil 2.17: Işığa bağlı gelişen dönüşüm süreçleri.

Şekil 2.18: Fotosentez süreçlerinin temel basamakları.

Şekil 2.19: Ultraviyole-B ışığının aktif vitamin (D3) oluşumundaki etkisi

Şekil 2.20: Moleküllerinin koku reseptörlerince algılanış diyagramı.

Şekil 2.21: Tübülinlerdeki uzay-zaman ayrışımının şematik gösterimi.

Şekil 2.22: Mikrotübüllerin hücre içindeki yerleşimi ve yapısının şematik gösterimi. (Penrose'un bir çiziminden.)

Şekil 2.23: Mikrotübüllerdeki klasik ve kuantum mekanik işleme modellerinin tübülinler üzerindeki şematik gösterimi.

Şekil 2.24: Tübülinlerdeki kuantum eşduruma karşılık zamanın şematik gösterimi.

Şekil 2.25: Hilaire ve Bierman tarafından önerilen deneyin optik düzeni.

Şekil 3.1: Deney sonucu elde edilen verileri gösteren şekil.

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

a. Simgeler

Büyük	Küçük	Okunuşu	Sıklıkla kullanılan ifadesi
A	α	Alfa	Yunan alfabesinin bir harfidir. Radyan açı değeri ve ışın türü olarak kullanılır.
B	β	Beta	Yunan alfabesinin bir harfidir. Radyan açı, ışın türü ve manyetik alan olarak kullanılır
Γ	γ	Gamma	Yunan alfabesinin bir harfidir. Radyan açı değeri ve ışın türü olarak kullanılır.
Δ	δ	Delta	Yunan alfabesinin bir harfidir. Önüne gelen sembolün zamana göre değişimi (Δt gibi)
E	ϵ	Epsilon	Yunan alfabesinin bir harfidir. Çoğunlukla enerji ifadesinde kullanılır.
H	η	Eta	H Hamilton işlemcisi
Θ	θ	Teta	Açısal yer değiştirme
I	ι	İota	Yunan alfabesinin bir harfidir. Bir fonksiyon türünü ifade etmekte kullanılır.
Λ	λ	Lambda	Dalga boyu, kozmolojik sabit
M	μ	Mu	Mikron, manyetik dipol momenti,
N	ν	Nu	Yunan alfabesinin bir harfidir. Çoğunlukla frekans ifadesinde kullanılır.
Π	π	Pi	Pi sayısı: 3,14159
Σ	σ, ς	Sigma	Σ toplam, Parçacık fiziğinde baryon tipi
Φ	ϕ	Phi	Dalganın fazı, manyetik akım.
X	χ	Chi	Uzaysal konum
Ψ	ψ	Psi	Kuantum mekaniğindeki dalga fonksiyonu.
Ω	ω	Omega	Ω şeklinde Ohm, ω şeklinde açısal hız.
Å	-	Angström	Işık dalgalarını ölçme birimi olup $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$.
-	nm	Nanometre	Işık dalgalarını ölçme birimi olup $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.
-	μm	Mikrometre (Mikron)	Uzunluk ölçü birimi olup $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$.
-	h	Planck sabiti	$6,6260693 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
-	\hbar	Dirac sabiti	$\hbar/2\pi$ 'e ile elde edilir. $= 1,05457168 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
-	nA	Nano amper	Elektrikte akım şiddeti birimi olan Amper için bir ölçüm değeri olup $1 \text{ nA} = 10^{-9} \text{ A}$ 'dir.

Kısaltmalar

AH: Alzheimer Hastalığı

AAH: Ailevi Alzheimer Hastalığı

AC: Alternatif Akım

ACh: Asetilkolin

ACE: Asetilkolinesteraz

AFM: Atomic Force Microscope /Atomik Kuvvet Mikroskopu

AI: Anterior İnsula

ALS: Amiyotrofik Lateral Skleroz

BBT: Bütünleşik Bilgi Teorisi

BCE: Bütirilkolinesteraz

BEY: Bose-Einstein Yoğunlaşması

BOS: Serebrospinal Sıvı / Beyin-Omurilik Sıvısı

BST: Bilincin Sinirbilimsel Teorileri

ÇTM: Çoklu Taslak Model

DC: Doğru Akım

EEG: Elektro-Ensefalografi

HH: Huntington Hastalığı

KBT: Kuantum Bilinç Teorisi

KÇA: Küresel Çalışma Alanı

KM: Kuantum Mekaniği

MAP: Microtubule-Associated Protein / Mikrotübüllere Eşlik Eden Protein

MCI: Hafif Bilişsel Bozukluklar

MT: Mikrotübül

NH: Nörodejeneratif Hastalıklar

OR: Objective Reduction / Nesnel İndirgenme

Orch: Orkestral/Planlanmış

Orch-OR: Orkestral/Planlanmış Nesnel İndirgenme

pACC: Anterior Cingulate Cortex

PH: Parkinson Hastalığı

SAH: Sporadik Alzheimer Hastalığı

TMS: Transkraniyal Manyetik Stimülasyon

YDA: Yüksek Düzeyli Algı

YDD: Yüksek Dereceli Düşünce

YDT: Yüksek Dereceli Teoriler

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bu çalışmada, Nörodejeneratif Hastalıklar (NH) olarak bilinen durumların, ülkemiz şartlarında akademik camiada ilk defa bir yüksek lisans tezi olarak, tıbbi sinirbilimsel temellerinin yanında kuantumsal boyuttaki fiziksel kurallarla da birlikte sunulacaktır. Bugünkü bilimsel terminolojide 'Nörokuantoloji' olarak adlandırılan bu yeni multidisipliner yaklaşım metodu ile; nörodejeneratif hastalıklar, bilhassa mikrotübüller özelinde hem tıbbi biyolojik ve sinirbilimsel bakış açısıyla hem de kuantum fiziğinin perspektifi ile çok boyutlu olarak incelenmeye çalışacaktır. Bu sayede Alzheimer, Parkinson, ALS vb. türündeki nörodejeneratif rahatsızlıklarda görülen durumlar bir yandan nörofizyolojik olarak incelenirken diğer yandan da bilhassa mikrotübül odaklı sinir hücresi dejenerasyonu olgusuna kuantum mekaniği bakış açısıyla değerlendirilmelerde bulunulacaktır.

Bugün için bilim camiasında ortak kabul görmüş nadir ifadelerden biri de sinir sistemi dediğimiz muazzam yapının bilinen evrendeki en karmaşık yapılanma biçimi olduğu fikridir. Öyle ki bugün bilimin geldiği noktada bile sinir sistemi hala büyük oranda gizemini korumaya devam edegelmekte olup alışlagelmiş klasik bilimsel paradigmalara da asla tam olarak anlaşılamayacak gibi durmaktadır. Nitekim yakın zamana kadar süren sinir hücreleri ve aralarındaki iletişime dair süreçlerin ayrıntılarını ortaya çıkarmaya yönelik yapılan çalışmalarla beynin en azından temel çalışma mekanizmasının önemli ölçüde aydınlatılmış gibi görünmesine rağmen, halen genel ve özel işleyiş sistemiyle ilgili çok önemli sorular yanıtsız kalmaya devam etmektedir.

Beyin denen organ, hem makroskopik ve hem de moleküler seviyede oldukça karmaşık ve çoklu fonksiyonlu bir yapıya sahiptir. Beynin makroskopik yapısı, en genel açıdan bakıldığında sinir sistemi ve ilgili sinir akımı yollarından oluşur. Mikroskopik yapıda ise, makroskopik sinir hücresi sistemi ile etkileşen çok parçacıklı çoklu sistemler vardır. Son on yıldan daha fazla zamandır, bu tip moleküler ve daha alt düzey özellikli yapıların açıklanması adına, matematiksel ve kuantum mekaniğin türden yaklaşımların bilhassa bilinç/zihin teorisine olan katkıları konusundaki tartışmalar ve kuramlar artarak devam etmektedir. Bu çalışmaların bir tarafında geleneksel diyebileceğimiz türden sinirbilimciler yer almaktadırlar. Bu kişiler beynin bütünsel yapısını anlamak için yoğun bir şekilde sinir hücrelerine bakılmasının büyük oranda yeterli olacağını iddia etmektedirler. Burada geçerli olan söz konusu geleneksel yaklaşım, tıpkı dış dünyanın büyük çoğunluğunda olduğu gibi beynin ve dahi bilincin genel yapısını ve birbiriyle olan ilişki ve iletişimini anlamada klasik fiziğin yeterli olduğunu düşünmek şeklinde hakim olan düşünce şeklini ifade eder.

Diğer taraftan bazı önemli fizikçi, matematiksel sinirbilimci ve biyofizikçilerse, bilhassa bilinç/zihin dinamiklerinde, matematiksel ve kuantum mekaniğin türü yeni ve özel yaklaşımların da etkilerinin araştırılması gerektiği konusunda ısrar etmektedirler. Zira 'Genel Görelilik' ve 'Kuantum Mekaniği

Teorisi' gibi yaklaşımlar, son yüzyıl içerisinde bilimsel dünyanın bakışlarını değiştirmiş ve pek çok bilimsel yaklaşımı ciddi düzeyde etkiler olmuştur. Bu etkinin en çok hissedildiği alanlardan biri de hiç kuşkusuz sinirbilimleri olmuştur. Nitekim beynin çalışabilmesi ve davranışların oluşabilmesinin büyük oranda iyonlara, nöroileticilere vb. atomik boyutlu işlemci ve işlemlere bağlı olduğundan kuantum mekaniği türü çok daha küçük dünya bilimleri, ister istemez işin içine girmektedir. Örneğin; genel olarak bilindiği üzere sinirlerdeki elektriksel uyarılar, sinaptik birleşim bölgelerine varınca, kalsiyum iyonlarının uyarılmasını sağlayarak onların sinaptik bölgenin içine girmesi sağlanmış olur. Oysa bu süreç içinde klasik fizik biliminin gözünden kaçan çok önemli bir olgu gerçekleşmektedir. Söz konusu iyonlar ve iyon kanalları bütünüyle klasik fizik kurallarınca incelenemeyecek kadar küçük boyutludurlar. Bu tip nano boyutlu ortamlarda benzer süreçlerde olduğu gibi beyinde de ilgili kanalların açılması ve iyon hareketleri esnasında kuantum mekaniği kuralları devreye girmektedir. Nitekim söz konusu süreçte aslında, içeri giren iyonlar sinir iletilicileri içeren keseciklerden her zaman sürekli ve kesinlikli bir salınımına neden olmamaktadırlar. İlgili salınımlar bazen düzenli olarak gerçekleşirken bazense olmayabilmektedir. Salınan sinir iletilicileri, algılayıcılara bazen etki edebilmekte bazense hiç etki edemeye bilmektedirler. Bu tip olasılıklı davranışlar da ancak 'Kuantum olasılık yöntemleri' ile belirlenebilirler. İlk bakışta burada bahsi geçen tek bir sinaptik yapı için böylesi bir kuantum etkisinin çok yüksek olmayabileceği düşünülebilir. Ancak bu durumun bütün bir beyinde gerçekleştiği düşünülürse, klasik fizik yaklaşımının bu tip durumları açıklamada ne kadar yetersiz kalacağı da çok net görülecektir.

Diğer yandan nörolojinin temel hücresi olan nöronların dahi, bilgi işlemede o kadar da temel birimler olmayabileceği yönünde giderek artan sayıda yeni ve güçlü kanıtlar oluşmaya devam etmektedir. Bilhassa son dönemlerde yapılan ses getirici bazı araştırmalar, temel işlem birimleri olarak nöronlar yerine, mikrotübüller, tübülünler ve hatta dendrit üzerindeki dikensi çıkıntıların bile olabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadırlar.

Tüm bu ve diğer sebeplerden dolayı bu tez çalışması ile hâlihazırda genel olarak nöron dejenerasyonu kaynaklı olduğu düşünülen Alzheimer, Parkinson, ALS vb. türdeki rahatsızlıkların temel özellikleri hem klasik fizyolojik açıdan hem de matematiksel sinirbilim önderliğinde nörokuantolojik olarak incelenerek, yeni bakış açıları sunmaya gayret edilmiştir.

Sinirbilimlerinin çoklu disiplinli temel yapısına da uygun olarak, bu tez çalışması süresince, diğer tıp kökenli bilim dallarının temel aldığı deneysel odaklı bir çalışma esasından ziyade, sinirbilimlerinin diğer temel dallarından olan matematik, fizik gibi ana bilimlerin temel aldığı teorik ve matematiksel kuramsal çalışma sistemi ağırlıklı olarak tercih edilmiştir. Bu bağlamda bilhassa matematiksel sinirbilim ve nörokuantum alanlarına yönelik, hâlihazırda yapılagelmiş çalışma ve sonuçlarıyla, halen devam eden araştırma, öneri ve bilimsel yaklaşımların yer aldığı gerek yazılı gerekse görsel kaynakların temel

alınacağı, teorik ağırlıklı çalışmalar esas alınmıştır. Bu sayede, hâlihazırda geleneksel sinirbilim yaklaşımlarına yeni deneysel çalışma alanlarının da doğmasına vesile olacak bütünüyle bilimsel yeni teorik yaklaşımların sunulması amaçlanmıştır.

Bilindiği gibi 'Sinirbilim' yani bir diğer adıyla 'Nörobilim' en temel anlamda sinir sistemine dair çalışmaları temel alan ve özünde biyolojinin bir dalı olarak değerlendirilen bir alt bilim dalıdır. Bununla birlikte bilhassa son yüzyıl içinde yaşanan gelişmeler ışığında pek çok bilim dalında olduğu gibi sinirbilim alanında da tek boyutlu çalışmalardan çoklu disiplinli çalışmalara doğru hızla bir geçiş yaşanmaya başlanmıştır. Bugün için sinirbilim alanı artık sadece tıbbi alanlarda değil; felsefe, fizik, kimya, matematik, mühendislik, müzik, psikoloji, teoloji ve hatta pazarlama alanlarıyla bile ortak disiplinler çalışmaları yapmaya başlayan çok boyutlu bir çalışma alanı haline gelmiş bulunmaktadır.

Çoklu disiplini sinirbilim alanları içinde belki de en eski kökenli olanlarından birisi de 'Nörofelsefe' alanıdır. İlk zamanlarda felsefeyle sinirbilimin ortak terimleri olan; bilinç ve durumları, algılama, irade, karar verme, zeka vb. kavramların ortak bir alan üzerinde incelenmesi şeklinde değerlendirilmelerde bulunmaya çalışan bu alan, bu haliyle de uzun zaman boyunca "sinirbilimlerinin felsefesi" başlığı altında incelenmeye devam etmiştir. Bugün ise bu söylevin yerini "nörofelsefe" kavramı almış ve temel amaç olarak da geleneksel felsefi sorunları ve çözümlerini sinirbilimi bilgileri üzerine inşa etmeyi benimsemiştir.

Söz konusu nörobilim türevlerinden bir diğeri olan "Nörokuantoloji" terimi ise, ilk defa Dr.Sultan Tarlacı tarafından 11 Mart 2002 ortaya atılmış yeni bir bilimsel multidisipliner ortak çalışma alanının adıdır (Tarlacı, 2018). Nörokuantoloji bilimi en genel anlamda sinir sisteminin işleyişini kuantum fiziği bakış açısıyla incelemeye çalışır (Tarlacı, 2018). Her ne kadar kuantum fiziği ile sinirbilimin ortak çalışma tarihçesi 1950'lere kadar uzanıyor olsa da, o tarihe kadar bu alana yönelik yapılan çalışmaları içeren ortak bir bilimsel disiplin adı tanımlanmamıştır. 1950'li yılların öncesine dek, beyin işleyişinin açıklanmasında daha çok klasik fizik etkisi altında geliştirilmiş yasalardan yararlanılmış ve bazı büyük boyutlu genel konulara dair değerli bilgilere de ulaşılabilmisti. Ancak daha derinlere yani daha mikro boyutlu yapılara inildikçe, pek çok alanda olduğu gibi burada da klasik fizik yasalarının geçerliliğini kaybetmeye başladığı ve onun yerine kuantum fiziği yasalarının daha etkin hale geldiği keşfedilmiştir. Dolayısıyla beyin ile ilgili araştırmalarda kuantum olgusunun kullanılmaya başlanması zamanla bir gereklilik olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu alanda son dönem içinde yapılan en güçlü çalışmalardan biri de fizikçi Roger Penrose tarafından yaklaşık 20 yıl önce ortaya atılmıştır. Sonrasında bu durumun farkına varan diğer bir çok bilim adamı da bu konuya dair özel çalışmalar sunmaya başlamışlardır.

Kuantum fiziğinin, klasik fizikten farklı olarak işlem sonuçlarının aslında onu izleyen kişi ile ilişkili olabileceği fikri bundan yaklaşık 100 yıl kadar önce öne

sürüldüğünde aslında kuantum ile bilinç kavramı arasındaki ilişkiye dair tartışmaların da temelleri atılmaya başlamış oluyordu. Bu durum bizi Nörokuantoloji'nin iki temel çalışma alanlarından birisi olan ve kuantum fiziğinde ölçme sorunu olarak bilinen alana yöneltmektedir. Nörokuantolojinin bir diğer ana çalışma konusu da, bizim 'et yapılı beynimizde' kuantum fiziğinin işleyip işlemediği tartışmasıdır. Nitekim çalışmanın sonraki sayfalarında da gösterilmeye çalışılacağı üzere, bilhassa son 20 yıl içinde ortaya çıkan bulgular sonrası öne çıkan bazı teori ve çalışmalara göre beynimizde kuantum fiziğinin pekala işleyebileceği düşüncesi çok daha büyük kuvvet kazanmaya başlamıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tezin Dayandığı Sinirbilimsel Temeller

2.1.1. Nörodejeneratif Hastalıklara Dair Temel Bilgiler

2.1.1.1. Genel Olarak Nörodejenerasyon Kavramı ve Yansımaları

“Nörodejenerasyon” kavramı terminolojik olarak; temel sinir hücrelerinden olan nöronları temsilen ‘Nöro’ ön ekiyle, yapıyı veya fonksiyonu kaybetme sürecini ifade eden ‘Dejenerasyon’ kelimelerinden oluşur. Bu nedenle, kelimenin tam anlamıyla nörodejenerasyon, esasen nöronları etkileyen herhangi bir patolojik koşula karşılık gelir. Tıbbi uygulamada ise, nörodejeneratif hastalıklar (NH); bazı özel fonksiyonlu anatomik sistemlerde, nöronları ve onların bazı spesifik alt gruplarını etkileyen geniş bir nörolojik bozukluk grubunu temsil etmektedir (Goedert ve Spillantini, 2001). Bu hastalık grubun ortak özelliklerine baktığımızda ise; çoğunlukla başlangıçlarının bilinmeyen sebepli olduğu ve belli bir süre kadar bütünüyle fark edilmeden sinsi bir şekilde kuluçka ve gelişim sürecini tamamladığı görülmektedir. Bu sürecin ardından ise tam olarak bilinmeyen başka bir tetikleyici sebep ya da sebepler sonucu hızla yıkım sürecine geçiş gösterdikleri görülmektedir.

Bugüne dek nörodejeneratif bozukluk kökenli olduğu düşünülen yüzlerce farklı hastalık türü arasında en çok dikkat çeken ve öne çıkanları; Alzheimer Hastalığı (AH), Parkinson Hastalığı (PH), Huntington Hastalığı (HH) ve Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS) gibi nispeten daha çok yaygın görülen türlerdir. Daha az yaygın olan ya da kamuoyuna duyurulan nörodejeneratif bozuklukların çoğu, ya daha az yaygın görülen ya da nispeten daha az yıkıma sebep olan türler olarak değerlendirilmektedir. Nörodejeneratif bir bozukluğun görülmesinde, bilhassa AH veya PH gibi rahatsızlıklarda en tutarlı risk faktörü olarak ileri yaş durumu olduğu görülmektedir (Tanner, 1992). 65 yaş ve üstü bireyler dikkate alındığında, PH'nin % 1'den fazlasında görülürken, AH'nin ise aynı kriterler ışığında % 1-5'inden fazlasında görüldüğü tespit edilmiştir. Aynı çalışmada 85 yaş üzerindeki nüfusunsa % 20-40'ının AH'den etkilenebileceği öne sürülmektedir (Small, Rabins, Barry, Buckholtz, vd. 1997). Geçen yüzyılda ve özellikle endüstrileşmiş ülkelerde 65 yaş ve üzerindeki nüfusun büyüme oranı, nüfusun tamamına kıyasla çok daha fazla olmuştur. Böylece, önümüzdeki nesiller boyunca, yaşlı kişilerin oranının iki katına çıkacağı ve bununla birlikte, muhtemelen bir çeşit nörodejeneratif bozukluktan muzdarip insanların oranının daha çok artış gösterebileceği düşünülmektedir.

2.1.1.2. Nörodejenerasyon Hastalıklarının Sınıflandırılması

Nörodejeneratif kökenli hastalıkların sayısının şu ana dek birkaç yüzden fazla olabileceği tahmin edilmektedir. Bunların çoğu klinik ve patolojik özellikler bakımından birbiriyle çakışmaktadır ki bu da onların pratik olarak sınıflandırmalarını oldukça zorlayıcı hale getirmektedir. Bu duruma sebep olan etkenlerden

birisi, beynin çeşitli alanlarının etkilenen çoklu sistem atrofisi gibi hastalıklarda farklı lezyon kombinasyonlarının farklı klinik tablolara neden olabileceği gerçeğidir. (Burn ve Jaros, 2001). Dahası aynı nörodejeneratif süreç beynin farklı alanlarını etkileyebilmekte ve belirli bir hastalığın semptomatik bir bakış açısından çok farklı görünmesini de sağlayabilmektedir.

Bu tip güçlüklerle rağmen, nörodejeneratif bozuklukların en popüler sınıflandırılması hâlâ baskın klinik özelliklere veya baskın lezyonun topografisine veya çoğunlukla her ikisinin kombinasyonuna dayanmaktadır (Sulkava, Haltia, Paetau, Wikstrom ve Palo, 1983). Buna göre; merkezi sinir sistemi nörodejeneratif bozuklukları ilk önce serebral korteks, bazal gangliyonlar, beyin sapı ve serebellum veya omuriliğin hastalıklarına göre gruplanabilir. Ardından, her grupta belirli bir hastalık, ana klinik özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Örneğin, ağırlıklı olarak serebral korteksi etkileyen hastalık grubu demanslar ve nondensif koşullar şeklinde bölünebilir. Sadece demans tipi başlığı altında en az 50 farklı hastalık türü saymak mümkündür (Tomlinson; 1977) Dikkate değer olarak, AH serebral korteks patolojisinde bunamaya neden olan en sık etken nedenidir. Dahası, demans nörodejeneratif bozukluklarda bütünüyle tek başına da görülmeyip; aynı zamanda beynin iskemik, metabolik, toksik, enfeksiyöz ve travmatik durumlarında da sıklıkla görülebilmektedir.

Bir diğer NH grubu da ağırlıklı olarak; putamen, globus pallidus, substantia nigra, subtalamik çekirdeği, kırmızı çekirdeği ve bazı talamik ve beyin sapı çekirdeği dahil olmak üzere, ön beyin tabanında yer alan derin çekirdeklerin bir dizilimi şeklinde görülen bazal gangliyonları etkilemesiyle karakterize edilen hastalıklar grubudur (Sulkava vd., 1983). Burada görülen hastalık türleri, anormal hareketlerinin fenomenolojisine göre, hipokinetik veya hiperkinetik olarak sınıflandırılabilir.

Hipokinetik bazal gangliyon bozuklukların temsilcisi olarak ise Parkinson Hastalığı (PH) gösterilebilir. PH'nda istemli hareketlerin genliği ve hızı azalır veya aşırı durumlarda bile mevcut değildir. Bu da hastanın kendi bünyesinde adeta bir mahkûm gibi olmasına neden olur. Parkinsonizm, PH dışında şu klinik bulgulardan en az ikisinin bir birleşimini ifade eder: Postürel tremor (Dinlenme sarsıntısı) ve hareketlerin yavaşlığı, sertlik ve postürel dengesizlik (Stacy ve Jankovic, 1992). Bazılarında (Örneğin, striatonigral dejenerasyon) yalnızca Parkinsonizm vardır. Ancak çoğunlukla artı sendromlar olarak adlandırılan ilave semptomlar görülebilmektedir. Nitekim bu artı Parkinson sendromları, çoğu zaman Parkinsonizm için tek erken klinik ifadesi olabilmesi açısından önemlidir. Zira söz konusu hastalığın daha ileri bir aşamasına gelmeden önce doğru bir tanıya ulaşmak çoğu zaman zordur. Bu problem, Parkinsonizm olan hastaların % 77'sinden fazlasının yaşamda PH'na sahip olduğu teşhisi konmasıyla iyi tanımlanmaktadır (Hughes, Daniel, Kilford ve Lees, 1992).

Yelpazenin diğer ucunda ise, HH ve esansiyel tremor ile özetlenen hiperkinetik bazal gangliyon bozuklukları vardır. Bu iki durumda, 'korrea' veya

'tremor' gibi aşırı anormal hareketler, normal istemli hareketlerin üstüne eklenir ve bunlara müdahale eder. Hiperkinetik bazal gangliyon bozuklukları muhtemelen hipokinetik bazal gangliyon bozuklukları kadar çeşitli olmasına rağmen, kısmen bu mutasyonların bazıları için gen mutasyonu gibi spesifik hastalık belirteçleri mevcut olduğu için yaşamı boyunca bile doğru sınıflandırmaları daha az sorunludur.

Serebellumun NH'nın sınıflandırılması ve bağlantıları, çeşitli patolojik koşullar arasındaki çakışma durumundan dolayı özellikle zordur. Bununla birlikte serebellumun bazı hastalıkları; 'serebellar kortikal atrofi, pontocerebellar atrofi ve Friedreich ataksisi' olmak üzere üç ana nöropatolojik gruba kolayca ayrılabilir (Cummings ve Zoghbi, 2000). Bununla birlikte, serebellumun diğer bazı hastalıkları ve bağlantıları, en belirgin lezyonların dentat ve kırmızı çekirdeğinde bulunduğu dentatorubral dejenerasyon ve 'Machado-Joseph Hastalığı' gibi bu kategorilerden birinde yer alamaz.

Ağırlıklı olarak omiriliğe etki eden nörodejeneratif hastalıklar arasında, en şiddetli lezyonların omuriliğin ön kısmında bulunduğu ALS ve omurga kas atrofisi ve omuriliğin arka kısmında da en ciddi lezyonların bulunduğu, Friedreich Ataksisi bulunmaktadır. Son olarak, kronik seyri ve bilinmeyen etyopatogenez nedeniyle nörodejeneratif olarak kabul edilen, ancak her zaman olmasa da nörolojik hastalıklardan oluşan bir grup vardır. Ancak, yukarıda tarif edilenlerden farklı olarak, hiçbir belirgin yapısal anormallik göstermemektedir. Bunlara torsiyon distonisi, Tourette Sendromu, esansiyel tremor ve şizofreni dâhildir (Prusiner,1998).

2.1.1.3. Nörodejeneratif Hastalıklara Etkin Eden Faktörler

Nörodejeneratif hastalıkları (NH) genel olarak göz önüne aldığımızda, hepsi için geçerli olabilecek en dikkat çekici ortak özellik; her bir hastalık süreçlerinin, belli bölgelerde ve kendine özgü nöron tiplerine yönelik etki gösterecek şekilde karakteristik özellikler sergiliyor olmasıdır. Örneğin; PH'de substansia nigradaki dopaminerjik nöronların yaygın hasarı söz konusu iken, korteks başta olmak üzere beynin diğer birçok bölgesindeki nöronlarda ise belli bir olumsuz etkileşim gözlenmemektedir (Schrag, 2004). AH ise ilgili nöron hasarının en ciddi seviyede gözlendiği bölgelerin hippokampus ve neokorteks olduğu tespit edilmiştir. Hatta korteks içinde bile nöronların kaybı tek tip olmayıp farklı fonksiyonel bölgelerde farklı dejenerasyon tiplerine rastlanabilmektedir. Bir başka nörodejeneratif hastalık türü olan HH'de nöropatolojik değişikliklerin temel olarak neostriatumda sınırlandığı görülürken, ALS'de ise özellikle spinal motor nöronlar ve kortikal nöronlarda ciddi bir kayıp ön plana çıkmaktadır. Nöronal dejenerasyonun örnek modellerinde görülen bu tip çeşitlilik hallerinin; nöronal anlamda hasar görme sürecinin genetik ve çevresel faktörlerin tesiri ile nöron topluluklarının kendine özgün fizyolojik karakteristikleri arasındaki etkileşimler sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir (Galvin, Lee ve Trojanowski, 2001).

2.1.1.4. Nörodejeneratif Hastalıklarda Genetik Faktörün Etkisi:

Pek çok hastalık halinde olduğu gibi, NH'nin etiolojisinde de genetiğin önemli bir rol oynadığından uzun süre boyunca şüphelenilmiş olsa da ancak son çalışmalarda bu patolojilerle ilişkili bazı önemli buluşlar olası mekanizmalara ışık tutmaya başlamıştır. Örneğin HH, temel yapı olarak otozomal dominant geçişli hastalıklar grubundandır. Yani 4. otozomal kromozom üzerindeki genlerin iki setinin sadece birinde bile Huntingtin isimli gen bulunursa, kişide hastalık hali görülmekte ve %50 ihtimalle de bu geni bir sonraki nesle aktarabilmektedir (Apolinário, Paiva ve Agostinho, 2017). Buna karşın Parkinson, Alzheimer veya ALS vakalarının ise çoğunluğunun tek/kendine özgün türden olmasına karşın, bu hastalıkların her biri için yüksek görülme oranı taşıyan aileler olduğu da görülmüştür. Nihayetinde yapılan bu çalışmaların hastalıkların patogenezinde ışık tutacak önemli ipuçları verdiği görülmektedir (Goedert ve Spillantini, 2001).

AH'nin ise iki temel türünden söz etmek mümkündür: Ailevi Alzheimer (AAH) ve Sporadik Alzheimer (SAH) Hastalığı. Yapılan çalışmalarda, Alzheimer vakalarının çoğunluğunun 65 yaştan sonra gelişen SAH vakalarının olduğu kaydedilmiş olup bu tür hastalık tipinin nedenleri ise henüz bütünüyle anlaşılamamıştır. Alzheimer'in AAH türü, erken başlangıçlıdır. Yani genel olarak 65 yaştan önce ortaya çıkmaktadır. AAH, bazı gen mutasyonlarından kaynaklanan nadir bir kalıtsal türü olup, Alzheimer hastalarının % 2'den daha azını oluşturmaktadır. Eğer ebeveynlerden birinde bu hastalık görülürse, aynı jenerasyonda olan çocukların hepsinde AAH'nin ortaya çıkma olasılığı yarıya yakındır.

2.1.2. Alzheimer Hastalığı ve Bazı Temel Evreleri

Alzheimer hastalığı (AH), oluşumundan itibaren zaman içinde günlük hayat içindeki normal davranışlarını gerçekleştirme becerilerinde bozulma süreçleri ile birlikte, bilhassa bellek ve bilişsel işlevlerde yıkım ve kayıplarla kendini gösteren nörodejeneratif özellikli bir çeşit bunama hastalığıdır. Bununla birlikte yanlış bir şekilde birbirlerinin yerine kullanılsalar da, Alzheimer tek başına bunama hastalığının kendisi değildir. Bunama, günlük yaşamı etkileyebilecek kadar sert bir şekilde gerçekleşen zihinsel yeteneklerde gerileme süreçleriyle fonksiyonize bir nörodejeneratif hastalık halidir. AH ise bunamanın özel bir çeşidi olup süreç içinde giderek daha çok artış gösteren hafıza kaybıyla ve diğer zihinsel fonksiyonlarda bozulma şeklinde kendini gösterir.

AH; sinsi ve belirsiz bir şekilde başlamakta, yavaş ama aralıksız bir seyir halinde ilerlemekte olup, bilinçli farkındalığın açıkça farkedilmeyecek bir biçimde, giderek kaybolması şeklinde tipik bir görüntü sergilemektedir. Hastalığın ancak son evresindeki kişilerde bilincin tümüyle yitilmesi farkedilmektedir. AH'da bellek ve bilişsel bozulma tablolarına, genellikle duygulanım ve davranış bozukluklarının da eşlik ettiği gözlenmektedir. AH'nin daha ileri aşamalarında içinde bulunduğu rahatsızlık durumunu ayırt edememe ve hatta inkar etmeye

çalışma tepkileri ortaya çıkar. Daha da ileri tablolarda davranış aksaklıklarının farkında olamamaya başlarlar. Buna paralel olarak, beynin ön bölgelerinde kan akımında fark edilir bir azalma ile beraber kendi yetersizliklerine dair iç görüşleri de kaybolmaya doğru ilerler (Posner, 1994)". AH sonucu oluşan ölümler, sıklıkla pulmoner emboli, pnömoni türünden immobilite komplikasyonları nedeniyle olur.

2.1.2.1. Alzheimer Hastalığının 3 Aşamalı Anlatımı

Alzheimer hastalığına dair yazılan bir çok eserde Alzheimer, klinik olarak en genelde; erken, orta ve ileri olmak üzere 3 temel evrede incelenebilmektedir (Karaman, 2002):

1. Erken evre: Tipik belirtileri; konuşma esnasında kelime bulmada zorluk, söyleyeceği şeylerde yaşanan unutkanlıkla beraber soru veya cümlelerin tekrarı, belirginleşen kişilik değişikliği ve hafif oryantasyon bozukluğudur. Erken evrenin daha ileri aşamalarında temel hesaplamalarda zorluklar yaşanır ve eşyaları sık sık kaybetmeye başlarlar.

2. Orta evre: Erken evrenin bir sonraki süreci olup bellek kaybı gittikçe daha çok artmaya başlamıştır. Kişilik değişiminin bir diğer yansıması olarak uygunsuz kelimeler kullanmaya başlarlar. Kişilerin temel kişisel bakım yeteneklerinde bozulmalar başlar. Zaman algısı bozulmakta, gece ve gündüz kavramları karışmaya başlamaktadır.

3. İleri evre: Bilinç düzeyi iyice kaybolmuş olup, unutkanlık süreçleri iyice gerilemiştir. Kendi öz bakımını, beslenmesini yapamaz hale gelmişlerdir. Yatağa bağımlılık ve kendi iç dünyasına kapanıp dış dünya ile iletişimi kesme halleri hâkimdir.

AH'da genel olarak "Hastalık süresi yaklaşık 1.5 ile 15 yıllık bir oluşum süreci geçirir ve tanı konularının %50'si 3.5 yıl yaşar (Waite, Grayson , Jorm, Creasey vd., 1999)". Bunun yanında sürenin ortalama 8 yıla kadar olduğunu bildiren başka yayınların var olduğu bildirilmiştir (Scinto ve Daffner, 2000).

2.1.2.2. Alzheimer Hastalığının 7 Aşamalı Anlatımı

Alzheimer hastalığı (AH)'nın klinik evreleri başka alternatif yollarla da tarif edilebilmektedir. Bununla birlikte, özellikle yaşlı insanlarda olmak üzere bir çok koşul, AH haricindeki işlevleri de etkileyebilmektedir. Bundan ötürü işlevsel değişiklikler tek başına AH'nın ilerlemesini yeterince tanımlamaz. AH'nın davranışsal ve ruhsal belirtileri, hastalığın ilerlemesinin bilişsel ve fonksiyonel özelliklerinden çok daha çeşitlidir. Bu açılarından bakıldığında başka bazı çalışmalarda (Reisberg ve Franssen, 1999) en genel değerlendirme olarak, AH'nın temel düzeyden başlayıp en şiddetli aşamalara kadar 7 ana aşama tanımlanabildiği de görülmüştür.

Tablo 2.1. Alzheimer hastalığına dair klinik özelliklerin ilgili evre süreçlerine göre dağılımı (Reisberg ve Franssen, 1999).

EVRE	TEMEL KLİNİK ÖZELLİKLERİ	SÜRESİ
Evre 1: <i>Normal Evre</i>	Nesnel ve öznel bilişsel eksiklik bulgusu yoktur.	
Evre 2: <i>Normal Yaşlı Unutkanlığı</i>	Bilişsel yetersizlikler hakkında öznel yakınmalar vardır: İsimleri hatırlayamama, nesnelere koydukları yerleri bulamama gibi.	
Evre 3: <i>Hafif Bilişsel Bozukluk</i>	Karmaşık mesleki ve sosyal görevlerde çok az nesnel kayıplar olur. Fazla tanımadığı yerlerde kaybolabilir, istekli olduğu bir işte performansı azalır, kelime ve isim bulma konusunda belirgin zorlanabilir, açık bir şekilde ne söylediğini unuttur ve tekrarlanmalara gerek duyar. Bu dönemde bilişsel kayıpla ilişkili kaygılar yoğunlaşır.	≈ 7 yıl
Evre 4: <i>Hafif Alzheimer Hastalığı</i>	Yoğunlaşma, bellek, yönelim ve işlevsel kapasitede belirgin bozulmalar olur. Yakın bellekte ciddi etkilenme olur. Sosyal ve mesleki işlevlerinde önemli aksamalar olur. Bu döneme künt bir duygulanım eşlik edebilir.	≈ 2-4 yıl
Evre 5: <i>Orta Dereceli Alzheimer Hastalığı</i>	Karşılaşılan güçlükler hastanın yardım almadan yaşamını sürdürmesini önleyecek kadar fazladır. Yaşamları hakkında önemli konuları hatırlayamazlar. Oturdukları adres, bitirdikleri okulun adı, başbakanın adı gibi. Buldukları yılı hatırlayamazlar. Hesaplama önemli güçlük çekerler. Depresyon ve öfke atakları olabilir.	≈ 1,5 yıl
Evre 6: <i>Orta Şiddette Alzheimer Hastalığı</i>	Günlük yaşamın temel etkinliklerinde yardım gerekir. Eşlerinin adını unuturlar, adres bilmezler. Yaşamlarının erken dönemlerini anımsayabilirler (doğum yeri, anne-baba isimleri). 10'dan geriye birer birer saymada güçlük çekerler. Ajitasyon, öfke ve fiziksel şiddet gösterebilirler.	≈ 2,5 yıl
Evre 7: <i>Şiddetli Alzheimer Hastalığı</i>	Günlük etkinliklerde sürekli yardım gerekir. Konuşma yetisi sınırlanmaya başlar ve evre sonunda doğru kaybolur. Hareket ortadan kalkar. Saldırgan ve kontrol edilemez davranışlar olabilir.	≈ 3-6 yıl

2.1.2.2.1. Evre-1: Normal Evre

Herhangi bir yaşta, kişiler muhtemelen objektif ya da sübjektif biliş ve işlevsellik semptomlarından ve aynı zamanda davranışsal ve ruhsal değişikliklerden arınmış olabilirler. Bu türden olup herhangi bir yaşta zihinsel olarak sağlıklı insanlar, birinci evre veya normal evre sürecindeki kişiler olarak değerlendirilebilmektedir.

2.1.2.2.2. Evre-2: Normal Yaşlı Unutkanlığı

Yapılan çalışmalara göre, ortalama olarak 65 yaşın üzerindeki nüfusun yarısına veya daha fazlasına, bilişsel ve/veya fonksiyonel güçlüklerin öznel şikâyetleri olduğu saptanmıştır. Bu öznel şikâyetlerin niteliği kişiye ve duruma göre karakteristik özellikler gösterebilmekte ise de bazı ortak şikâyet ve semptomların çokluğu da dikkat çeker nitelikte olabildiği görülmektedir. Mesela söz konusu semptomları olan yaşlı insanların çoğu, 5 ila 10 yıl önceki hallerine göre, bilhassa en son tanıştıkları kişiler başta olmak üzere, başkalarının isimlerini hatırlamakta daha çok zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca sıkça, daha önce olduğu gibi önceden yerleştirdikleri yeri hatırlayamayacakları inancı da yaygın görülen semptomlar arasında görülmektedir. Yine günlük konuşma sırasında konsantrasyonda ve doğru kelimeyi bulmakta öznel olarak yaşanan zorluklar da yaygın görülen diğer belirtiler arasında görülmektedir. Bu durum için çeşitli terimler önerilmişse de normal yaşlı unutkanlığı tabiri muhtemelen en tatmin edici terminoloji olarak yaygın şekilde kullanılmaya devam etmektedir.

2.1.2.2.3. Evre-3: Hafif Bilişsel Bozukluk

Bu evrenin en tipik özelliği hafif bilişsel bozuklukların (MCI) başladığı evre olup öğrenme ve organizasyon becerilerinde düşüşlerin daha açık bir şekilde kendini göstermeye başladığı süreçlerin yaşandığı aşama olmasıdır. Bu aşamadaki hafif bilişsel bozukluk durumları olan kişiler belirgin bir şekilde bilgi tekrarı gerektirmeye başlayan sorgulamalar içinde kalmaya başlarlar. Sadece temel bilişsel fonksiyonlarda değil yürütme gibi fiziksel işlevlerini de yerine getirme kapasitelerinde belirgin düşüşler gözlenmesi olasıdır. Bu açıdan bakıldığında halen çalışmakta olan kişiler için, iş performanslarında belirgin düşüşlerin gözlenebildiği bir evredir. Bununla birlikte bilhassa yeni beceri gerektiren işlere uyum ve konsantrasyon konularında ciddi sorunlar yaşanabilmektedir.

Bu tip ince belirti bozukluğu belirtileri olan kişilerin prognozu, bozuklukları açıklayabilecek veya katkıda bulunabilecek açık tıbbi veya psikolojik koşullardan yoksun seçilmiş bir denek grubunun araştırılması durumunda bile değişkendir. Bu kişilerin önemli bir kısmı, uzun yıllar boyunca takip edildiğinde bile düşüş göstermeyebilmektedir. Bununla birlikte, evre-3 belirtileri olan kişilerin çoğunluğunda açık düşüş meydana geldiği ve net demans semptomlarının yaklaşık 2-4 yıl aralıklarla ortaya çıkabildiği tespit edilmiştir (Reisberg, Kenowsky,

Franssen vd. 1999). Karmaşık mesleki ve/veya sosyal görevleri yerine getirme konusunda vazifeleri olmayan kişilerde, bu aşamadaki belirtiler, aile üyeleri veya MCI hastalarının arkadaşları için belirgin olmayabilir. Belirtiler belirginleştğinde bile, endişeler klinik konsültasyona yol açmadan önce MCI konuları sıklıkla bu aşamada ortada veya yakınındadır.

Sonuç olarak, MCI hastalarında bir sonraki aşamaya doğru ilerleme yaygın olarak 2-3 yıl içinde gerçekleşirse de, bu aşamadaki gerçek süre, daha sonra ortaya çıkan bunamanın habercisi olduğunda, muhtemelen yaklaşık 7 yıl olarak tespit edilmiştir (Reisberg vd. 1989). Bu aşamadaki kişilerin yönetimi, karmaşık ve zorlayıcı bir mesleki rolü sürdürmenin arzusuyla ilgili danışmanlık içerir. Bazen, emeklilik biçiminde bir stratejik çekilme, psikolojik stresini hafifletebilir ve hem öznel hem de açıkça kaygı endişesini azaltabilir.

2.1.2.2.4. Evre-4: Hafif Alzheimer Hastalığı

Evre-4'teki hastalarda değer düşüklüğü ve ileri hafıza kaybı belirtileri bu aşamanın en belirgin özelliğidir. Örneğin, yakın tarihli bir akraba ziyareti veya son zamanlarda yaşanan bazı olaylarda hatırlama sorunları daha yağın bir şekilde görülmeye başlayabilir. Benzer şekilde, içinde bulunduğu haftanın günü, ayı veya mevsimi hatırlamakta açık hatalar olabilir. Bu aşamadaki hastaların çoğu ikametgâh adreslerini, başbakan, cumhurbaşkanı gibi önemli devlet adamlarının isimlerini, ya da sıklıkla gördükleri bazı ünlülerin adlarıyla, halan aktif olan çok önemli güncel olayları hala doğru hatırlayabilirler. Bilişin yağın açıklarına rağmen, bu aşamadaki kişiler potansiyel olarak topluluk ortamlarında bağımsız olarak hayatta kalabilirler. Buna karşın, günlük hayatın karmaşık etkinliklerinde işlevsel kapasitelerin tehlikeye girebildiği de görülmektedir. Örneğin, bu kişilerde kişisel finansman yönetim kapasitesinde azalmalar gözlenmektedir. Bağımsız olarak yaşayan evre-4 hastası için, bu, kira ve diğer faturaları ödemekte zorluklar şeklinde belirginleşebilir. Buna karşın beklenenin bu evredeki hastalarda olması gerekenden daha fazla bir duyarlılık hali gözlenmemektedir. Bu derece artan bir duyusak duyarlılığın olmaması muhtemelen hastanın durumunu reddetmesi ile ilgilidir. Hastaların giderek artış gösteren hata ve eksikliklerine karşın, bu durumun özfarkındalığı çoğu insan için acı verici olmakta inkar yoluna gitmeyi tercih edebilmektedirler. Bu nedenle tıbbi patolojinin karmaşık olmadığı durumlarda, AH teşhisi bu aşamadan başlayarak belirgin bir şekilde yapılabilir.

2.1.2.2.5. Evre-5: Orta Dereceli Alzheimer Hastalığı

Bu aşamadaki hastalar artık toplulukta kendi başına idare etmekte açık bir şekilde zorluk çekmeye başlamışlardır. Doğru şekilde izlenmeyen ve/veya denetlenemeyen kişiler için yabancılar ciddi bir sorun haline gelebilmektedir. Bu aşamada yeterli desteği olmayan kişilere karşı yaşanan yaygın tepkiler; öfke ve şüphe uyandırıcı davranış gibi davranışsal sorunlardır. Bu aşamadaki kişiler, bir önceki evreden farklı olarak ülkeyi idare eden kişileri, ya da televizyonda çok sık

gördüğü ünlüleri yâda evlerinin ikametgâh adreslerini bilinçli olarak hatırlamakta zorluk çekmeye başlarlar. Oryantasyon, geçmişe dönük hatırlamalarda doğru yılı geri çağıramayacağı ölçüde tehlikeye girebilir.

2.1.2.2.6. Evre-6: Orta Şiddette Alzheimer Hastalığı

AH'nın bu 6. evresinin ortalama süresi yaklaşık 2-3 yıldır. Bu aşamada, günlük yaşamın temel faaliyetlerini yapma kabiliyeti tehlikeye girer. Evre-6'daki hastalar sıklıkla yalnız kalmaktan korkarlar. Bu evredeki süreçler işlevsel olarak, birbirini izleyen beş alt aşama tanımlanabilir.

Başlangıçta hastalar, yardım almadan kıyafet seçme yeteneklerini kaybetmenin yanı sıra elbiselerini düzgün bir şekilde koymada yardım almaya başlarlar. Denetlenmedikçe, hastalar giysilerini geride bırakabilir, kollarını doğru kola koymada güçlük çekebilir veya kendilerini yanlış sırayla giyebilirler. Örneğin, hastalar sokak giysilerini gece kıyafetlerinin üzerine koyabilir. AH'nın bu evresinin bir sonraki alt aşamasında hemen hemen aynı noktada, ancak temporal dizide genellikle biraz ileride, hastalar yardım almadan bağımsız olarak yıkama konusundaki yeteneklerini de kaybederler. AH'nın daha da ilerleyişi ile hastalar, güncel adresleri veya günün hava koşulları gibi mevcut yaşam koşulları hakkında sorgulamada bulunma yeteneklerini kaybetmeye başlamışlardır. Çok daha eski tarihlere ait bilgiler, örneğin anne-babalarının isimleri, eski meslekleri ve doğdukları ülke gibi temel yaşam olaylarını hatırlamada henüz çok belirgin bir kayıp süreci yaşadığı görülmemekte ise de hafıza kaybının etkisinin gittikçe daha da eskiye doğru hızla ilerlediği farkedilebilmektedir. Örneğin bu evrede çoğunlukla hâlâ kendi isimleriyle ilgili biraz bilgiye sahip gibi görünseler de örneğin etraftaki yakınlarını, ölmüş diğer yakınlarıyla karıştırmaya başlarlar ya da yakın aile bireylerinin kimliklerini karıştırırlar. Hesaplama kabiliyetlerinin, bu aşamada genellikle ciddi derecede tehlikeye düştüğü gözlenmiştir. Bu konuda iyi eğitilmiş hastaların bile belli bir sayıdan geriye doğru saymakta güçlük çekmekte olduğu gözlemlenmiştir.

Duygusal değişiklikler genellikle AH'nın bu 6. aşamasında en açık ve rahatsız edici hale gelir. Bu duygusal değişiklikler kısmen nörokimyasal bir temele sahip olabilmelerine karşın, hastanın durumuna yönelik psikolojik tepkisi ile açıkça ilgilidir. Örneğin, bilişsel eksikliklerinden dolayı hastalar artık enerjilerini verimli aktivitelere kanalize edemezler.

2.1.2.2.7. Evre-7: Şiddetli Alzheimer Hastalığı

AH'nın bu en son aşamasında hastalar, hayatta kalmak için günlük yaşamın temel faaliyetleri ile sürekli yardıma ihtiyaç duyar hale gelmişlerdir. Bu aşamadan başlayarak konuşma, yaklaşık yarım düzine anlaşılabilir kelimeyle sınırlandırılmıştır. Bu aşama ilerledikçe, konuşma, daha sınırlı hale gelir. Bununla birlikte, ayakta kalma yeteneği, altıncı evrenin sonunda ve yedinci evre boyunca gittikçe daha da büyük kayıplara uğramaya başlar. Normal koşullar altında bu bu

evreyi kendi içinde 3 ayrı aşmaya ayıracak olursak; ilk aşamanın ortalama 1 yıl, ikinci aşamanın ortalama 1,5 yıl kadar sürebildiği görülmektedir. Hayatta kalabilen hastalarda, evre-7'nin üçüncü aşaması da gözlemlenir ve bu süre de yaklaşık 1 yıl kadardır. Bu aşamadan sonra hastalar bağımsız olarak ayakta kalma ve gülümseme gibi fizyolojik yeteneklerini bütünüyle kaybetmeye başlarlar. Gülümsemelerin yerine donuk bir yüz ifadesi alır. Bu son aşamada hastalar sandalyeye oturacak kadar kol dayamaları olmadıkça otururlarsa düşerler. Daha ileri evrelerde hastaların başlarını bağımsız bir şekilde tutma yeteneğini de kayb ettikleri gözlemlenmiştir. Fakat uygun bakım ve yaşam desteği ile hastalar AH'nın bu son alt aşamasında da bir süre hayatta kalabilirler.

AH'nın en sık ölüm nedeni pnömoni olup bir diğer yaygın nedeni de dekübitatif ülserlere bulaşmış olmasıdır. 7. aşamadaki AH hastaları; inme, kalp rahatsızlığı ve kanser gibi yaşlılıktaki genel ölüm nedenlerine karşı daha savunmasız görünmektedir. Bu son aşamadaki bazı hastalar AH haricinde tanımlanamayan çeşitli başka durumlara da yenik düşebilmektedirler.

2.1.2.3. Alzheimer'da Unutkanlık ve Hastalık Patolojisi

AH'nın en önemli ve en belirgin erken semptomlardan biri de tipik hafıza kaybı halidir. Söz konusu hafıza kaybı, öncelikle en erken kayıtlı geçmiş hafızanın korunması şeklindedir. Hastalığın ilerlemesi ile birlikte küçük unutkanlıkların başlaması şeklinde bir tablo görülmeye başlar. Zihinsel bozukluğun ilerlemesi ile sürece eşlik eden bilişsel yeteneklerdeki kayıp, frontal ve temporal lob işlevleri ile ilişkili, dil alanlarında, beceri gerektiren hareketlerde ve tanıma fonksiyonlarında bozulmaya doğru uzanım göstermeye başlar (Kowall, 1999). Hastalığın seyri esnasında ilgili patolojik süreçlerin bir yansıması olarak limbik sistem ile frontal ve temporal loblar arasındaki bağlantılarda zamanla, kopmalar olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu patolojik süreçler, "Temporoparietal korteksin yoğun bir şekilde tutulduğu fakat frontal lobu da etkileyen amiloid plak ve nörofibriler yumaklarla karakterize, inflamatuvar cevabın birlikteliğinde nöron kaybı ve atrofisini içerir (Kowall, 1999)".

2.1.2.4. Alzheimer'ın Olası Oluşum Nedenleri

AH'nin oluşum sebebi karmaşık ve olasılıkla birçok nedene bağlı gibi görünmekte olup, henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Ancak bu zamana dek yapılan çalışmalar sonucu elde edilen kanıtlarla, AH'deki davranışsal bulgulara anormal kolinerjik işlevin neden olabileceği düşündürmektedir (Ohkura, Isse, Akazawa vd. 1994). Bunun yanında AH'deki bilişsel, bellekse ve davranışsal bozukluklara dair, Asetilkolin (ACh) yetersizliğinin de sinir ileticisindeki yetersizliklere neden olarak bu süreçleri etkilediği tespit edilmiştir (De la Morena, 1993). Bilindiği üzere ACh, sinir hücrelerinde asetil koenzim-A ve kolinden kolinasetil transferaz enzimi ile oluşturulmakta olup, kolin esterazlar tarafından hızla asetat ve koline parçalanırlar (De la Morena, 1993).

Memelilerde iki tipte kolin esteraz enziminin olduğu tespit edilmiştir. Bunlar Asetilkolinesteraz (ACE) ve Bütilkolinesteraz (BCE) enzimleridir. ACE'nin daha çok sinapslarda, BCE'nin ise yoğun bir şekilde destek hücreleri olan glialarda bulunduğu görülmüştür. AH ile ACE/BCE ilişkisini incelediğimizde, AH esnasında beyindeki BCE düzeylerinin yükseldiği ve ACE düzeylerinin ise tam tersi bir şekilde düştüğü tespit edilmiştir. Bu nedenle başlangıçta görülen ACh yıkımı olgusu, zaman içerisinde giderek ACE'den BCE yönüne doğru bir kayış gösterdiğinden hastalığın ileri evrelerinde artan BCE düzeyinin bilişsel gerilemeye etki ettiği düşünülmektedir (Cooper, 1994). Bu nedendir ki ACh'nin AH'nin klinik davranış bozuklukları görünümüne neden olduğuna dair çok güçlü kanıtlara rastlanmış olsa da, ACh dengesizliğinin temelinde yatan etkenin tam olarak ne olduğu ise henüz anlaşılamamıştır.

AH'nin oluşumuna dair diğer bir etken olarak da mesleki maruziyet durumlarının etkileri incelenmiş ve bazı ciddi sonuçlara varılmıştır. Örneğin mesleki olarak kurşun veya civa ile yoğun bir şekilde temas halinde olan kişilerin, bu tip mesleki maruziyetlerinin etkilerine dair yapılan araştırmalarda (Gun, Korten, Jorm vd., 1997), AH'na dair net bir ilişki bağına varılamamışsa da, beyindeki önemli olmayan civa yükselmesi ile MS hastalığı arasında belirgin bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, diğer bir mesleki metal maruziyeti sebeplerinden biri olan demir metali ile, AH'na maruz kalanların beyindeki demir yükselmesi arasında da (Cornett, Markesbery ve Ehmann, 1998b) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlemlenmiş ve demir depolama ile ilgili olarak, protein ferritin artışı, AH'na maruz hastaların serebral omurilik sıvılarında kontrollerden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Kuiper, Mulder, van Kamp, Scheltens ve Wolters, 1994). Aynı şekilde bazı zirai ilaçların da, bilhassa pestisitlere maruz kalma ile AH arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmiş (Baldi, Lebailly, Mohammed-Brahim, vd., 2003b) olup bunun yanında fümigantlar ve defoliantların, AH için istatistiksel olarak anlamlı bir risk olduğu gözlemlenmiştir (Tyas, Manfreda, Strain, Montgomery, 2001).

AH'nin gözlenebilen iki önemli patolojik göstergesi; hücre içinde anormal fosforillenmiş ve mikrotübül ile ilişkili protein olan tau proteinlerin hiperfosforile şekliyle oluşan *nörofibriler yumaklar* ve çözünmeyen beta-amiloid proteinlerinin hücre dışında birikimi ile oluşan *amiloid plaklar*dır. Oluşan nörofibriler yumaklar sağ kalan hücrelerin etrafında birikmeye devam edip, hücrenin işlevini bozarak onların ölümüne sebep olurlar. Bu süreç içinde anormal derecede ve aşırı miktarda fosforilenmiş tauralar ise mikrotübüllerde hasarlara yol açarlar. Yumakların çokluğu ile bilişsel bozulma arasında doğrudan bir ilişki göze çarpmaktadır. Nitekim daha ileri düzey AH'da çok sayıda 'senil plaklar' ve 'nörofibriler yumaklar' görülmektedir. Söz konusu "Patolojik deformasyonlar en fazla hippokampus ve korteksin ilişkili bölümlerinde bulunurken, visüel ve motor korteks gibi bölgeleri, diğer bölgelere nispeten daha korunmuş halde görünmektedir" (Small, Rabins, Barry, Buckholtz, vd., 1997). Hastalığın başlangıç aşamalarında yaşanan, günlük olaylara dair bellek kayıplarının ise hipokampus ile

ilgili çağrışım alanlarının arasındaki bağlantıların yavaş yavaş bozulmaya başlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum bilhassa başlangıç ve orta gelişim aşamalarında hafızanın ve soyut düşünmenin bozulmaya devam etmesine karşın, görme ve diğer hareket işlevlerinin bu süreçlerden neden etkilenmediğini de açıklamaktadır. Fakat bu etkilenmeme olgusu da sürekli olmayıp, daha da ilerleyen süreçlerde hastalığın bilhassa 'şakak, duyuşal beyin bölgesi ve alın bölgeleri'ne etkilerinin artması sonrası konuşma, görme ve işitsel ve görsel algılama bozukluklarının ortaya çıkmaya başladığı tespit edilmiştir.

2.1.2.5. Alzheimer'ın Erken Teşhisine Yönelik Çalışmalar

Bugün gelinen noktada, bazı biyogöstergeler sayesinde hastalığın erken başlangıcını, semptomlar bütünüyle belirmeden önce tespit edebilmenin mümkün olabileceğine dair güçlü çalışmalar olduğu söylenebilmektedir. Bu konuda yapılan tüm çalışmaların ortak amacının ise; bu tip biyogöstergelerin yakın dönem içinde diğer rutin testler gibi sıradan ve kolay erişilebilir bir hale gelebilmesini sağlamaktır.

Söz konusu araştırma örneklerinden biri de UCLA Üniversitesi'nde Nöroloji Doktoru olan John Ringman ve çalışma arkadaşlarının gerçekleştirdiği ve *Journal Neurology* dergisinde yayınlanan çalışmalarıdır (ScienceDaily, 2008). Söz konusu çalışmada; 'Alzheimer'ın en erken evreleri esnasında kandaki ve omurilik sıvısındaki belirli proteinlerin hastalık ilerlemeye başladıkça düşmeye başladığı' (ScienceDaily, 2008) belirtilmiş olup, bu amaç doğrultusunda geliştirilen biyogöstergelerin, temel semptomların ortaya çıkmasından çok önce tanımlamaya başladıkları ve zamanla daha kullanışlı hale gelebilecekleri ifade edilmiştir.

Bilindiği üzere hastalığın iki temel türünden biri Ailevi Alzheimer (AAH) ve diğeri de Sporadik Alzheimer (SAH) hastalığıdır. Söz konusu bu çalışmada araştırmacılar AAH mutasyonları olan hastalardan gelen işaretleri izlemişlerdir. Bilindiği gibi birinci derece akrabalarda aynı özellikli nadir mutasyonlar kalıtım yoluyla aktarılabilir. Bu sebeple söz konusu deneklerde AH'nın ortaya çıkma ihtimali de aynı derece mümkün görülebilmektedir. Bu nedenle burada özellikle AAH vakalarındaki beyin ve omurilikle ilgili sıvı ve kanda meydana gelen biyokimyasal değişimler üzerinde çalışma yapılma kararı alındığı belirtilmiştir (ScienceDaily, 2008).

Söz konusu çalışmada, AAH mutasyon taşıyıcısı 21 kişinin serebrospinal sıvı ve plazmalarında var olan çeşitli proteinlere bakılmış ve elde edilen veriler taşıyıcı olmayanların örnekleriyle karşılaştırmıştır. Araştırmacılar; AH'nın beyinde oluşan ekstraselüler plaklarının çoğunlukla 'AB42' olarak adlandırılan Fibröz Beta-Amiloid Proteini'nden meydana geldiği düşüncesinden hareketle, ilgili proteine bakmışlar ve AB42'nin aşırı bunamanın gelişmesinden çok önce AAH mutasyon taşıyıcılarının plazmasında yükselmiş olduğunu keşfetmişlerdir. Bunun yanında AH seviyeleri daha da ilerledikçe önceki sürecin tersine giderek düşüyor olduğu gözlemlenmiştir (ScienceDaily, 2008). Ayrıca araştırmacılar, AB42'nin, bir diğeri

protein türü olan AB40'a olan oranının AAH mutasyon taşıyıcılarının serebrospinal sıvısında azaldığını ve T-tau ve P-tau181 olarak adlandırılan iki diğer proteinin seviyelerinin açıkça görülen semptomlardan önce yükseldiğini göstermişlerdir. Bu şekilde Ringman; AH'nin klinik semptomlardan önceki beyin-omurilik sıvısı (BOS) biyogöstergelerinin varlığı üzerine yaptığı bu çalışma ile söz konusu biyogösterge sonuçlarının Alzheimer'ın patolojisinin klinik semptomlardan önce davrandığını ve böylece tipik zihinsel ve bilişsel işlev bozukluğunun ortaya çıkmasından önce yakalanabilmesinin mümkün olabileceğini göstermiştir (ScienceDaily, 2008).

Bununla beraber, AAH'na sahip kişilerdeki söz konusu mutasyonel değişimlerin çok daha ender olması nedeniyle AH'nin bu nadir biçimindeki bazı bulgular daha tipik olan geç başlangıçlı AH için genellemeyebilmektedir. Aynı şekilde; temelde AAH'nin patolojisinin Sporadik Alzheimer'ınki ile aynı olduğu düşünülse de, söz konusu proteinlerde görülen prelinik değişikliklerin, hastalığın bütün çeşitleriyle ortak olması nedeniyle daha fazla araştırma yapmasını gerekli kılmaktadır.

2.1.2.6. Alzheimer Hastalığına Dair Tedavi Yaklaşımları

Bugün için AH'nin tedavisinde en çok kullanılan yaklaşım; ACE'nin çalışmasını engelleyerek, ACh miktarını artırmak üzerine kuruludur. Böylece halen mevcut olan ACh miktarının toplam etkisinin güçlendirilmesi amaçlanmaktadır. Burada ACh artışı ile yapılmak istenen kolinerjik sistem işlevinin eski haline döndürülmesi ya da artış yönünde oluşacak düzenlemeler sağlamaktır. Böylece glutamat, GABA ve serotonin gibi başka sinir ileticilerinin fonksiyonlarında bir artış sağlamak hedeflenmektedir. (Waeker ve Perry, 2003). Bu amaçla kullanılan ACh miktarını arttırıcı ilaçların genel olarak davranışları ve uykuyu düzelttiği, belleği güçlendirerek varsanımları ve anormal rüya içeriğini azalttığı gösterilmiştir (Waeker ve Perry, 2003). Bunun için kullanılan ilaçlardan beklenen bir diğer olumlu etki de; hem ACE hem de BCE'nin çalışması etkilenecek, özellikle ilerlemiş hastalarda sık görülen BCE artışının önüne geçebilmektir. Bununla birlikte, BCE beyin dışı dokularda da yoğun olarak bulunabildiğinden, ilgili ilaçların tedavi edici etkilerinden ziyade yan etkilerinin daha yıkıcı şekilde ortaya çıkabildiği gözlemlenmiştir (Waeker ve Perry, 2003).

Bugün için AH'nin tedavisinde, hastalığın temel etki unsurlarının başında mikrotübüllerin geldiği de bir diğer önemli unsur olarak dikkate alınmaya başlanmıştır. Bu sebepten dolayı bilhassa ACh parçalanmasına yönelik ilaçların yanında mikrotübüllerin parçalanmalarını engelleyen ilaçlara dair çalışmalar yapmak da önemlidir. Bu konuda yapılan bir çalışmada kanser tedavisi ilacı olarak kullanılan Paclitaxel'in farelere verilmesi halinde, mikrotübül sayısında artış gözlemlendiği ve devinimsel bozuklukların ciddi miktarda düzelttiği gösterilmiştir (Zhang, Maiti, Shively vd.2005).

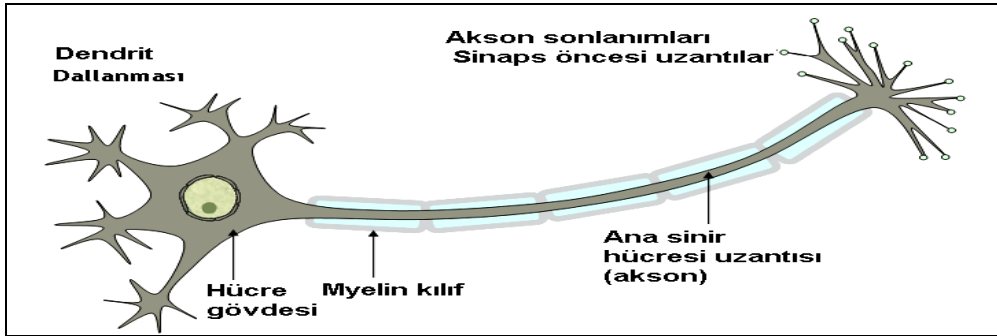
2.1.3. Temel Mikrotübül Bilgisi

2.1.3.1. Bir Sinir Hücresi Organeli Olarak Mikrotübül

Beyin, anne karnında 12. gün dolaylarında şekillenmeye başlar. Doğum süreci tamamlandığında ise normal şartlarda, ileriki hayatımızda taşıyacağımız nöron ve glia türlerinden oluşan sinir sistemi hücrelerinin neredeyse tümü hazır hale gelmiş olur. Doğumdan hemen sonra başlamak üzere yaşamın sonraki dönemlerinde dıştan gelen uyarılarla, adeta bilgi bombardımanına tutulan nöronlar ve glia hücreleri, hızla çeşitli yeni bağlantılar kurarak, beyinsel fonksiyonların temeli olan sinirsel ağları meydana getirmeye ve geliştirmeye devam ederler.

2.1.3.1.1. Genel Olarak Sinir Hücreleri (Nöronlar)

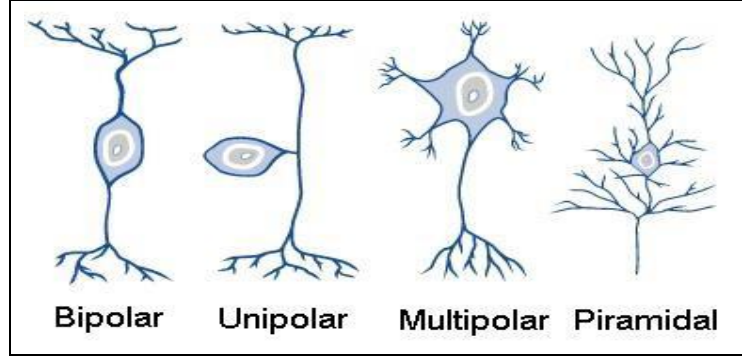
Beynin en temel yapı hücrelerinden olan nöronlar, beynin işlevsel ve yapısal temel birimlerinden biridir. Tüm nöronlar temelde birbirine benzer ve benzer temel yapıda olup, bir ana gövde ve ondan çıkan uzantılardan oluşur. Ancak sahip oldukları şekil ve büyüklükleri, yerleşimleri ve işlevlerine bağlı olarak, diğer hücrelerden büyük farklılıklar gösterirler. Bu haliyle tipik bir sinir hücresi; yapısal olarak dört ana bölgeden oluşur: Hücre gövdesi (Perikaryon ve soma), akson, presinaptik uçlar ve dendritler (Shepherd, 1994). Tüm bu birimler bir hücre zarla çevrili olup nörona ait akson sonlanmaları, bir diğer nöron hücrelerine ait dendrit uzantılarıyla sinaps denenen bağlantılar yaparlar.



Şekil 2.1: Bir sinir hücresinin (nöron) temel yapısal kısımları.

2.1.3.1.2. Sinir Hücresi Tipleri

Beyin fonksiyonları için görevli nöronlar pek çok farklı özelliklerine göre sınıflandırılabilir. En genel anlamda ise nöronları şekilsel özelliklerine göre 4 ana sınıfta toplamak mümkündür. Bunlar; bipolar, ünipolar, multipolar, piramidal nöronlardır (Kandel, Schwartz ve Jessell, 2000).



Şekil 2.2: Farklı sinir hücresi tipleri.

Omurgalı canlıların sinir sisteminde nadir olarak bulunan ünipolar (Tek kutuplu) nöronların hücre gövdesinden tek bir uzantı çıkar. Bu yapılarıdaki akson yapısı çevresel sinir sistemine giderken, dendrit kısmı merkezi sinir sistemine uzanır. Denge, işitme ve koku yolları gibi duyuşal sinir sistemindeki bazı hücreler ünipolar yapıdadır.

Multipolar (Çok kutuplu) nöronlar ise insan sinir sisteminde en fazla sayıda bulunan nöron tipi olup çoğunlukla omurilik gri maddesinin ön kısmında daha fazlaca bulunurlar. En temel görevleri hareket emrini kaslara taşımaktır. Bu tip nöronlarda ikiden daha fazla sayıda uzantı bulunur. Bu hücrelerde büyük bir hücre gövdesinden çıkan ve tüm yönlere doğru uzanan dendritler ve bu dendritlerin üzerinde birçok alıcı sinapları bulunur.

Piramidal denilen hücre grubu ise piramide benzeyen genel yapıları ile korteksteki en temel nöron grubunu oluştururlar. Genelde buldukları korteks tabakası dışına çıkmazlar. Her piramidal hücrede tek bir 'apeks' denilen tepe noktası bulunur ve bu büyük tepe dendriti, korteksin en üst tabakasına doğru bir ağaç gibi dallanarak uzanır. Gövdenin altta kalan kısmından ise tipik olarak ancak birkaç milimetre uzağa uzanabilen, uç ya da daha çok dendrit uçlar çıkar.

Bahsi geçen nöron tipleri dışında, bir de küçük bir yıldız gibi görünen 'internöron' adlı ara geçiş hücreleri vardır. Bu hücrelerin piramidal hücrelerdeki gibi tepe dendritleri olmayıp, nispeten daha dar alana erişebilen çok sayıda kısa uzunlukta dendritleri bulunur. Bunlar beyin ve omurilikte, daha sınırlı ve dar bir alanda olup, ana görevlerinin hücreler arasında bağlantıyı sağlamak olduğu düşünülmektedir.

2.1.3.1.3. Sinir Hücresinin Yapısal Kısımları

2.1.3.1.3.1. Nöronların Hücre Gövdesi

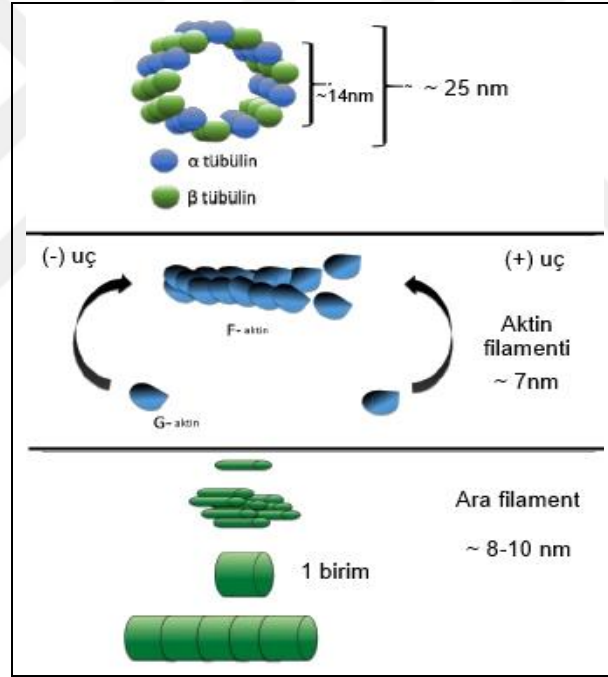
Nöronların hücre gövdeleri farklı şekil ve büyüklüklerde olup, çapları 3-4 mm'den 150 mm'ye değişen büyüklükte dirler. Şekil olarak; yuvarlak, oval ve üçgen gibi farklı biçimlerde olabilirler. Nöron hücrelerinde gövde kısmı, hücrenin organelleri, yapısal proteinleri, enzimleri ve sinir ileticilerinin oluşturulmasında

kullanılmakta olup hücre gövdesi, nöronların asıl enerji merkezidir (Arshad ve Timothy, 1997). Hücrelerin içleri 'sitoplazma' denilen bir tür sıvı ile doludur. Sitoplazmanın yapısında ise; mikrotübül (MT) ve nörofilament (NF) adlı, temel hücrenin iskeleti elemanları bulunur (Arshad ve Timothy, 1997).

2.1.3.1.3.2 Nöronların Hücre İskelet Sistemi

Hücre iskeleti; hücre içindeki yapı ve oluşumların düzenlenmesinde görev alan temel yapılardır. Bu yapıyı oluşturan iskelet elemanları; hem hücreye şeklini verirken, hem de ona yapısal desteklik sağlayarak hücrenin hareketinde ve düzenlenmesinde önemli görevler alırlar.

Hücre iskeleti en genel anlamda üç farklı yapıdan oluşur. Bunlar; 'mikrotübüller (MT), mikrofilamentler (aktin filamentler) ve ara (intermediyer) filamentlerdir (Bradke ve Dotti, 1999).



Şekil 2.3: Hücre iskeletinin temel elemanları (Cooper ve Hausman, 2006).)

2.1.3.1.4. İlkel Yapılardaki Mikrotübüller (MT)

Hücre iskeleti, canlı hücrelerin yapısını ve dinamik olarak iç kısımlarını organize eden protein polimer ağlarından oluşur. MT'de, işte hücre iskeletini oluşturan en temel yapılardan olup bugüne kadar bilinen en iyi karakterize edilmiş ve belki de en temel filamentöz subselüler yapılardır. MT, çeşitli laboratuvar koşullarına karşı çok hassas olan kendinden organizasyon fenomenlerinin büyüleyici bir dizisini sergiler. MT hücre içinde, ilgili reseptörleri tutarlar veya serbest bırakırlar. Bünyeleri protein yapıda olup, uzun, içi boş silindirik şekillerdedirler. Genel olarak bakıldığında ökaryot ve

prokaryot hücre yapılarının temel farklılıklarında önemli rol oynarlar. Örneğin ökaryot hücre kamçısı (flagella) içerisinde mikrotübüller bulunduğu halde prokaryot kamçısında bulunmaz. Bu durum ökaryotların prokaryot kamçısı arasındaki farklarından biridir. Bu yapılardaki MT'lerin belli başlı görevlerini ise; sentriyollerin, sillerin ve kamçıların yapısal unsurlarını oluşturmaları şeklinde sıralamak mümkündür.

2.1.3.1.4.1. İlkel Yapılardaki Mikrotübül Örneği: Protistalar ve Amipler

Ökaryot yapılar içinde en belirgin MT yapılanması gösteren birimlerden biri de Protistalardır. En genel anlamda protistaları; "Hayvan, bitki ya da mantar olmayan bütün ökaryotik canlılar" olarak tarif etmek mümkündür. (Sunay ve Karaca, 2014). Protistaların çoğu tek hücreli olup bazıları ise gelişmiş özellikli yapılara sahip olmamak kaydıyla çok hücreli de olabilirler. Protistaların, oldukça farklı hareket tipleri bulunabilir.

Protistalar üç türlü hareket yapısına sahiptirler: 'Yalancı ayaklar'la (pseudopods), 'silialarla' (cilia) veya 'kamçılarla' (flagella). Yalancı ayaklar, hücre içi sitoplazmik sıvının hedeflenen yöne doğru akışı ile canlının o doğrultuda hareket etmesini sağlarlar. Bir diğer unsur olan silialar ise, küçük tüysü yapılar olup, hızla ama koordineli bir şekilde çalışarak hücrelere istenilen yöne doğru itirme şeklinde hareket kazandırırılar. Kamçılar ise, hücrenin önünde veya arkasında, bir ya da daha fazla sayıda olabilirler ve sillere göre çok çok daha uzun ve güçlü bir yapıdadırlar. 'Ancak bu farklılıklara rağmen siller ve kamçıların temel yapıları birebir aynı özelliğe sahiptirler. Bu yapıya '9+2 planı' denir (Palazzo, 2006). Bu yapı; 9 tane çevreleyici mikrotübül ile 2 tane merkez mikrotübülün bağlantısından ve 1 adet sil ya da bir adet kamçıdan meydana gelir (Palazzo, 2006).

Protistaların bazılarında ise, kendilerini dışarıya karşı korumak için hücre dışı yapılar gösterebilmektedirler. Örneğin "Terliksi hayvan" olarak bilinen "*Parameciumlar*"; 50-300 µm büyüklüklerinde olup bilhassa durgun tatlı sularda bulunurlar ve 'pelikül' (pellicle) denen protein yapılı bir çeşit zırh şeklindeki dış yapıya sahiptirler.

Son dönemlerde bilhassa mikrotübüller üzerine yaptıkları çalışmalarla dikkat çeken araştırmacılardan biri olan Anestezi uzmanı Stuart Hameroff, bahsedilen tek hücreli olan *Paramecium*'un, bir tek hücreli olmasına karşın, diğer benzer yapılarına göre çok daha belirgin derecede akıllı (!) davranışlar gösterebilmekte olduğunu ve bunun temel sebebinin de gövdesinin dışında bulunan silia uzantılarındaki MT iskeletten kaynaklandığını öne sürmüştür (Hameroff, 1996). Zira bu konuda yapılan çalışmalar göstermektedir ki; terliksi hayvan denen bu tek hücreli yapılar, bulunduğu ortamda tıpkı zihinsel fonksiyonları olan canlılar gibi bulunduğu ortamlarda yiyecek arayıp bulabilir, tehlike anında kaçabilirler. Daha da ilginç ise, tüm bunları yaparken terliksi hayvanın bir çeşit öğrenme yeteneği oluşturmakta olabildiğine dair kanıtlar

vardır (Collipp, 1969). Yani teknik olarak öğrenme kavramının en gerekli yapıları olduğu düşünölen herhangi bir nöron veya nöronal ağlara sahip olmamasına karşın, söz konusu öğrenme olgusunu, sahip olduğu tek temel yapı olan hücresel iskeletle yapabileceği düşünölmektedir.

Parameciumlar dışında amipler (Öğlena) de tek hücrelidirler ve "hücre içindeki sol-jel değişimi (¹) ile hücresel iskelet yardımıyla ışığa yanıt verirler" (Hameroff, 1996). Öğlenada 'MT tabanlı flagellium' denen yapının bir merkezi bulunur. Merkezindeki 'Göz lekesi' denen bölge, ışığa yanıt verir ve ışığa doğru yönelme hareketi gerçekleştirir. Öğlenada da tıpkı parameciumlarda olduğu gibi, herhangi bir sinir hücresi olmamasına karşın ışığı tepki gösterip ona karşı hareketsel bir yanıt oluştururlar. Bunu MT hücresel iskeleti ile yaptığı öne sürölür (Hameroff, 1996).

2.1.3.1.5. Genel Olarak Mikrotüböl (MT) Yapısı

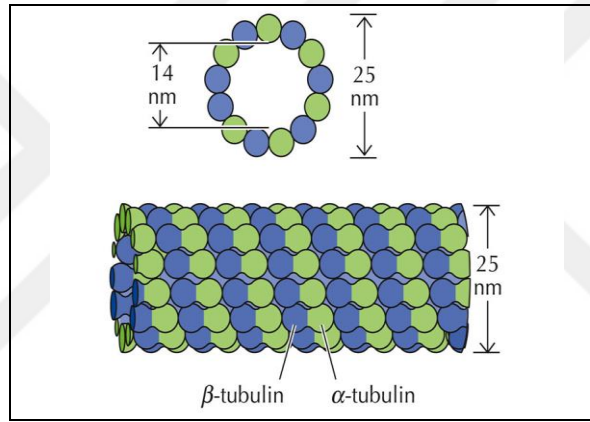
MT'ler bütün bölünebilen hücrelerde bulunan polimer yapılarıdır. İnsanların temel hücre yapısında ve bilhassa beyinde ve diğer temel hücrelerde, uzaysal ve dinamik olarak organize olan ve 'Hücresel iskelet' olarak adlandırılan bazı protein ağları vardır. Bu yapılar aynı sinapsların da çalışmasını düzenler (Baas, 1999). Bu yapıların birçok özel tipi olmasına karşın en önemli kısmını, içi boş minik silindirik tüpcükler halindeki küçük tübölün proteinlerinden meydana gelmiş MT'ler oluşturur.

MT'ler, aksonlar içinde tek yönlü olarak uzunlamasına yerleşik vaziyette olup, bir ucu hücre gövdesinde uzanırken diğer ucuyla da akson sonlanmasına kadar giderler (Baas ve Yu, 1996). Bölünebilir yapılı hücrelerin bölünmesi esnasında, MT'ler kromozomların bölünmesi ve yeni oluşan hücreler arasında paylaşımında önemli bir görev alırken, bölünmeyen hücrelerde ise yapı elemanı olarak kullanılırlar. Dendritlerdeki MT'ler ise nispeten daha düzensiz veya daha dağınık yapıdadırlar (Baas ve Yu, 1996).

İçi boş silindir şeklindeki MT'lerin dış çapı yaklaşık 20–24 nm çapındadır ve farklı uzunluklarda olup hatta bazen 70 cm'e varan bir akson uzunluğunda bile olabilirler. Her MT, tübölün denen alt birimlerden oluşur. Her dimerin uzunluğu yaklaşık 8 nm'dir ve hafifçe farklı 4 nm'lik alfa ve beta monomerlerinden oluşan dimer şeklinde iki tip tübölün vardır (Baas ve Yu, 1996). MT'lerin ferroetik özelliklerini veren bir dipol içerir. Alfa ve beta tübölün monomerlerinin yaklaşık %50'si aminoasit seviyesinde aynı yapıdadır. Tübölünler, MT yapısında heksagonal şekilde, hafif dönük olarak dizili halde olup, dönmüş zincir yapısı 3, 5, 8...de bir tekrarlar ve bu da 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13 şeklinde devam eden *Fibonacci matematiksel dizilerine* denk gelir (Baas, 1999). Alfa ve beta tübölünlerin uzun iplik gibi araya gelmesine '*polimerizasyon*' ve oluşan her iplikçi yapıya da '*polimer*' denir.

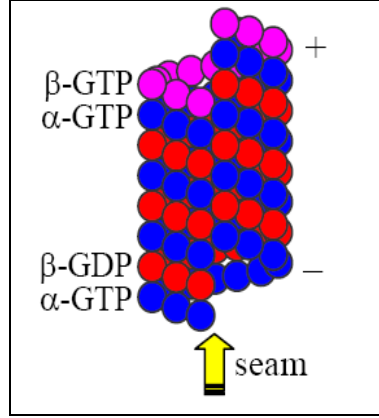
(¹): Sistem sıvı fazdan (sol) katı faza (jel) geçiş yapamaması yada tersi bir durumda olmasıdır.

Dimerler paralel sıralı protofilamentleri oluşturmak için baştan kuyruğa kadar toplanırlar ki buradaki protofilamentler de tübülün dimerlerinden oluşur. MT'lerdeki protofilament sayısı, insan sinir hücrelerinde 10-15 arasında değişmekte olup, çoğunluğu 14 uzun zincirden oluşur. Hücre bölünmesinde kullanılanlar ise genelde 13 uzun zincir içerirler (Sandra vd., 2000). Bu protofilament zincir sayısı, beta tübülünün özel bir şekli tarafından belirlenir. "MT'ler polar yani (+) ve (-) yüklü yapılardır ve baş-kuyruk kısmı ile iki kutupludur. Her iki uçtaki farklı polimerizasyon oranları kutuplanmaya neden olur. Kinesin adlı MT motor proteini için bu polarite çok önemlidir. ATP'yi enerji kaynağı olarak kullanarak, polarite yardımı ile tek yönlü olarak MT üzerinde kayarak hareket eder" (Baas, 1999).



Şekil 2.4: Bir mikrotübülün genel yapısı (Cooper ve Hausman, 2006).

Tübülün dimerleri helistik şekilde dipol yapıdadır ve negatif yükleri monomerlere doğru yerleşiktir. MT'lerin kutuplanması sadece uçlarla sınırlı olmayıp, tüm uzunluğu boyunca, alfa ve beta alt birimlerin örüntüsünün değişiminden dolayı, aslında MT'nin boylu boyunca kutuplanma oluşumu gösterebildiği görülür (Baas, 1998). Oluşan bu kutuplu hal 'Moleküler motor' denilen taşıyıcı proteinlerce tanınır ve MT'lerin yüzeyi ile etkileşime girererek MT'nin pozitif ve negatif uçlarının her ikisine doğru hareket eder (Baas, 1998). Bu haliyle her MT, dış kısmı su tarafından izole edilen bir nanotüpe benzer ve bu şekilde yapısındaki enerji, herhangi bir dağılıma uğramadan bütünüyle yayılım gösterebilir (Baas, 1998).



Şekil 2.5: Bir mikrotübülün 3'lü heliks yapısı (Cooper ve Hausman, 2006).

MT'ler en genel olarak 3 çeşit şekilde incelenebilirler:

- 1- Kinetorlar (Kromosomal mikrotübüller)
- 2- Polar MT (Kromosomal olmayan mikrotübüller)
- 3- Astral MT

2.1.3.1.6- MT'lerin Genel Fonksiyonları

MT'lerin şu ana dek şu temel fonksiyonlarda görev aldıkları tespit edilmiş ve/veya düşünülmektedir (Hameroff, 1994):

1. Dinamik bir hücre yapısı oluşturur. Tek hücrelilerde, harekete yardımcı olmak ve hareket amacıyla kullanılırlar.
2. Hücre bölünmesi (mitoz) sırasında kromozomların kutuplara çekilmesini sağlarlar.
3. Sinir hücrelerinde sinir ileticilerinin ve organellerin hücre içinde taşınarak yer değiştirmesini sağlarlar. Sinir ileticisi taşınmasıyla sinapsların gücünü belirlerler.
4. Dendritlerin sap kısımlarının şeklini değiştirirler. Genişler, büzülürler ve yapıyı değiştirirler.
5. Sinir hücrelerinin gelişimi ve yozlaşmasında (demans) etkilidirler.
6. Bilinçli olmayı sağlayan temel elemanlardan biri olduğu düşünülmektedir.

2.1.3.1.7. MT ve MAP İlişkisi

Önceki bölümlerde bahsedilen genel yapıların yanında, "MT'lerin her birini bağlayan ve onlara eşlik eden MAP (MAP: Microtubule-Associated Protein) denilen protein yapıları vardır" (Tucker, 1990). Çeşitli MAP türleri, belirli kafes bölgelerinde bağlanır ve bir binadaki kirişler gibi hücre mimarisini tanımlayan diğer MT'lere köprü kurar. Bu bağlantılar, alt birimlerin ayrışmasını engeller. Hâlihazırda dört ana tip MAP'in varlığı tespit edilmiştir (Tucker, 1990):

2.1.3.1.7.1. Tip I- MAP1:

MAP1 ailesinin üyeleri, sinir hücrelerinin akson ve dendritlerinde bulunur. "MAP-1A ve MAP-1B, MAP1 ailesinin iki önemli üyesidir. MAP-1B, MAP-2'nin ağır ve düşük moleküler ağırlıklı formudur" (Drewes, Ebneith ve Mandelkow, 1998). Yüklenme etkileşimleri yoluyla diğer birçok MAP için farklı bir mekanizma yoluyla mikrotübüllere bağlanırlar (Cooper ve Hausman, 2004). Bu MAP'lerin 'C' termini mikrotübülleri bağlarken, 'N' termini, hücredeki mikrotübülün boşluğunu kontrol etmek için hücre iskeletinin veya plazma membranının diğer kısımlarını bağlar.

2.1.3.1.7.2. Tip II: MAP2, MAP4 ve tau

Tip II MAP'ler yalnızca memelilerdeki sinir hücrelerinde bulunur. Bunlar sinir hücrelerinin farklı bölümlerinin yapısını belirlemeye katılan MAP2 ve taunun en iyi çalışılan MAP'larıdır. MAP2 çoğunlukla dendritlerde ve aksonda tau bulunur. Bu proteinlerin, muhafaza edilmiş bir C-terminal mikrotübül bağlanma alanı ve muhtemelen diğer proteinlerle etkileşime giren dışa doğru çıkıntı yapan değişken N-terminal alanları vardır. MAP2 ve tau, mikrotübülleri stabilize eder ve böylece tepkime kinetiğini, yeni alt birimler eklenmesiyle değiştirerek mikrotübül büyümesini hızlandırır. Hem MAP2 hem de tau mikrotübül protofilamentlerin dış yüzeyine bağlanarak mikrotübülleri stabilize ettiği gösterilmiştir (Al-Bassam, Ozer, Safer, Halpain ve Milligan, 2002). MAP2, pek çok MAP2 proteini, stabilizasyonu teşvik etmek için tek bir mikrotübülü bağlayan kooperatif bir tarzda bağlanır. Tau, sinir hücresi içinde mikrotübüllerin yığılmasını kolaylaştıran ek bir işleve sahiptir. MAP'lerin, komşu MT'ler arası uzaklığı ayarladıkları ve diğer hücrel iskelet elementleri arasında etkileşimleri sağladıkları düşünülmektedir. (Tucker, 1990). MAP'ın başka bir türü tau'dur ve MT'lerden yer değiştirmesi nörofibriler yumaklar ve AH'nın bilişsel işlev bozukluğu ile sonuçlanır (Brunden, Yao, Potuzak, vd., 2011).

Diğer MAP'ler arasında, MT boyunca hızla hareket eden, kargo moleküllerini belirli sinapslara ve diğer yerlere nakleden motor proteinler (Dinein, kinesin) bulunur. MT'lere bağlı Tau proteinleri, görünüşte, motor proteinlerin hareket yollarında nereye götürdüğünü belirleyen trafik sinyalleri gibi görev yapmaktadırlar.

Tau'nun işlevi nörolojik durum AH'na bağlıdır. Tau, AH'nın sinir dokusunda anormal agregalar oluşturur. Bu biriken tau, çoğunlukla hiperfosforilasyon yoluyla bu tipteki ciddi biçimde modifiye edilir. MAP'lerin fosforilasyonu, mikrotübüllerden ayrılmalarına neden olur. Böylece, tau'nun hiperfosforilasyonu kitlesel ayrılmaya yol açar ve bu da sinir hücrelerindeki mikrotübüllerin stabilitesini büyük ölçüde azaltır (Santarella, Skiniotis, Goldie vd., 2004). Mikrotübül instabilitesindeki bu artışın, AH'nın semptomlarının başlıca nedenlerinden biri olabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca MAP4'ler sadece sinir hücreleri ile sınırlı olmayıp neredeyse tüm hücre tiplerinde de bulunabilirler. MAP2 ve tau gibi, MAP4 de mikrotübüllerin stabilize edilmesinden sorumludur ve MAP4ler, aynı zamanda hücre bölünmesi süreciyle de bağlantılıdır (Permana, Hisanaga, Nagatomo, Iida, Hotani ve Itoh, 2005).

2.1.3.1.7.3. Diğer MAP'ler ve Adlandırma Sorunları

Klasik MAP gruplarının yanı sıra, mikrotübüllerin uzunluğunu bağlayan yeni MAP'ler tespit edilmiştir. Bunlara *STOP* (MAP6) ve *Ensconsin* (MAP7) dâhildir. Ek olarak, artan mikrotübüllerin ucuna bağlanan artı bitim izleme proteinleri de tanımlanmıştır. Bunlar arasında EB1, EB2, EB3, p150Glued, Dinamitin, Lis1, CLIP170, CLIP115, CLASP1 ve CLASP2 bulunur. Hücrelerin bölünmesi esnasındaki süreçlerin araştırılması esnasında da XMAP215 olarak bilinen bir başka MAP türüne rastlanmıştır. Bulunan bu XMAP215'in ise genellikle mikrotübül stabilizasyonu ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir (Wade, Chrétien ve Job, 1990).

2.1.4. Bilinç ve Şuura Dair Genel ve Temel Bilgiler

Bilinç olgusu, yapısı itibariyle pekçok farklı disipline sahip bilim insanlarının tanımlamak için en çok çabaladıkları bilinmezlerin başında gelmektedir. Bu haliyle bilinç , sadece tıp bilimlerinin değil, felsefeden, psikolojiye, soyolojiden fiziğe kadar pek çok bilim alanının ortak bir ilgi ve araştırma konusu olarak incelemeye devam edilmektedir. Haliyle her bilim dalı da söz konusu kavramı kendi sınırları ve bakış açıları ile inceme altına almaktadırlar. Bu tez çalışması kapsamında bilinç olgusunu açıklamak için üretilmiş çeşitli kavramlar içinden (Consciousness, qualia, awareness, scruple, mind vs.) özellikle daha içsel, öze dönük bir farkındalık ve kişisel tecrübeler veya algılara dayanan özellikler olarak tanımlanabilen ve "Şuur"un eş değeri olarak düşünülen "Qualia" kavramından ziyade, daha gündelik, dışa dönük farkındalık anlamına gelen "Consciousness" kavramı üzerinden hareket edilecektir.

2.1.4.1. Bilinç Dair Kısa Bir Tarihçe

Bilinç kavramı canlılığın en önemli ve en temel; farketme, öğrenme ve farkındalık araçların başında gelmektedir. Bu nedenledir ki bilinçli farkındalığın doğası hakkındaki sorular da muhtemelen insanlık tarihi kadar eskidir. Bilinç kavramının kökenine dair modern çağlar için John Locke'ın 1690 yılında yayınlanan "Essay Concerning Human Understanding" adlı çalışmasına atıf yapılmaktadır (Locke, 2010). Bu çalışmada bilinç; 'Bir insanın kendi zihninden geçen şeyin algısı' olarak tanımlanmaktadır. Diderot ve d'Alembert'in ansiklopedisinin 1753 tarihli cildinde ise bilinç kavramı; "Kendi yapmış olduğumuz şeylerden aldığımız fikir veya içsel duygu" olarak tanımlanmıştır (Jaucourt, 1753).

18. yüzyılın sonlarında İmmanuel Kant, deneyim ve olağanüstü bilinç ilişkin yeterli bir açıklamanın çok daha zengin bir zihinsel ve kasıtlı örgüt yapısı

gerektirdiğini savundu (Kant, 1787/1929). Kant'a göre olağanüstü bilinç, ilişkili düşüncelerin sadece bir ardılı olamazdı, ancak en azından uzay, zaman ve nedensellik açısından yapılandırılmış nesnel bir dünyada yer alan bilinçli bir benliğin deneyimi olmalıydı. 19.yüzyılın ortalarında modern bilimsel psikolojinin başında, zihin hâlâ bilinçle eşit olarak kabul ediliyordu ve sonraki pek çok çalışmada bu yaklaşım defaten tekrarlanmıştır. 20.yüzyılın başlarında, özellikle Gestalt psikolojisi gibi hareketler bilinç kavramının etkisini Avrupa'da araştırılması devam eden bilimsel bir mesele şeklinde koruduysa da (Watson, 1924 ve Skinner, 1953), bilhassa davranışçılığın yükselişiyle birlikte bilimsel psikolojiden gelen bilincin tutulmasını gördü. 1960'lı yıllarda, davranışçılık kuramının yükseliş kazanmasıyla birlikte, bilişsel psikolojinin de yükselişi ve bilginin işlenmesi ve iç zihinsel süreçlerin modellenmesi üzerine yapılan vurgu nedeniyle bilinç, sonraki yıllar boyunca büyük ölçüde ihmal edilmiş bir konu olarak kalmıştır.

2.1.4.2. Kavram Olarak Bilinç ve İlgili Bilim Dalları

2.1.4.2.1. Kavram Olarak Bilinç

Bilinç ve bilinçlilik kavramlarının ilk kez tanımsal olarak kullanımının 1500'lü yıllara dayandığı söylenmektedir. Aslen Latince kökenli "Conscius" (Kon-"Birlikte" ve Scio- "Bilmek"), kelimelerinden türetilen "Consciousness" kavramı (Lewis, 1990) bugün itibariyle bilinç dair çok çeşitli zihinsel fenomenleri kapsayan bir şemsiye terim olarak kullanılmaya başlanmıştır. Gerek bilinç gerekse bilinçlilik kelimelerinin her ikisi de bir anlam çeşitliliği ile kullanılır ve bilinçli sıfatı, hem organizmanın yaratıcılığına, hem de belirli zihinsel durumlara ve süreçlere/bilinç durumlarına uygulanan, özel bir kavram olarak kabul görmüştür (Rosenthal, 1986 ve Carruthers, 2000).

Tanımlamadaki zorluğa rağmen, pek çok filozof, bilincin ne olduğuyla ilgili genel olarak paylaşılan bir sezginin var olduğuna inanmaktadır (Searle, 2005). Bu hususta bilhassa Descartes ve Locke zamanından bu yana pek çok filozof, bilincin doğasını kavramak ve temel özelliklerini belirlemek için uğraş vermiş ve bu amaçla 'Bilinç Felsefesi' adlı özel bir çalışma alanı oluşturmuşlardır (Farthing, 1992). Bilinç felsefesinin en temel çalışma konuları arasında, bilinç kavramının temelde ne derece tutarlı olduğu, bilinçlilik halinin mekanik olarak açıklanabilir olup olmadığı, insan dışı başka canlı ya da yapılarda bilinç olup olmadığı ya da olup olmayacağı ve eğer öyleyse nasıl tanınır olabileceği gibi konular temel alınmıştır (Locke, 2010).

2.1.4.2.2. Bilinci Konu Alan Bilim Dalları

Son birkaç yılda teknolojiye gelişmeler sayesinde, bilinç kavramı önemli bir disiplinler arası araştırma konusu haline gelmiştir. Başta bilişsel bilim gibi temel alanların katkıları yanında; psikoloji, nöropsikoloji, nörobilim ve antropoloji gibi önemli bilim dalları da bu konuda büyük destekler sağlamaktadır. Birincil odak, bilgi için biyolojik ve psikolojik açıdan ne demek olduğunu anlamaya yöneliktir (Cohen ve Rapport, 1995). Deneysel çalışmaların çoğunluğu, deneklerin

deneyimlerinden sözlü olarak rapor almalarını isteyerek - Örneğin, "Bunu yaptığımda bir şey fark ederseniz bana söyleyin" tarzında- insanlardaki bilinçliliği değerlendirir (Trnka ve Lorencova, 2016).

Tıbbi açıdan bakıldığında ise bilincin varlığına dair, kişilerin uyarılma ve karşı yanıtlarına göre gözlemleyerek değerlendirmelerde bulunulur. Bu noktada bilinçlilik hallerinden ziyade bilinç bozukluğu ya da bilinç kaybını temel alan; ağırlı tepki olarak oryantasyon bozukluğu, deliryum, ve anlamlı bir iletişim kaybı, ağır hasta, komada veya anestezi altındaki insanlarda bilincin varlığının nasıl değerlendirilebileceği ve bilinç bozukluğu veya yokluğu gibi koşulların nasıl tedavi edilebileceği gibi süreçler öncelikli olarak incelemeye alınmaktadır. Bu aşamada da tıbbi olarak bilinç düzeyini tespit etmek adına "Glasgow Koma Ölçeği" temel ölçümlerden biri olarak kullanılır (Güzeldere, 1997).

2.1.4.2.3. Bilince Dair Diğer Tamamlayıcı Kavramlar ve Sınıflandırma Örnekleri

Eğer bilinç denen olgu beynin bir ürünü ise ya da bilinç durumu beyinde oluşan bir süreçse, o halde beyin nasıl bilinçleniyor? Çoğu araştırmacı ve uzman, bilinci, kimyasal olarak aracılık edilen sinapsları birbirine bağlayan ve değiştiren beyin nöronları arasındaki 'Entegre-ateş' süreçlerinin bir ürünü olarak ortaya çıktığını düşünmektedir (Koch, 2004). Bununla birlikte, bu nöronal hesaplamanın bilinçli deneyimi nasıl üretebildiğine dair işleyiş mekanizmasının içeriği henüz tam olarak bilinmemektedir (Chalmers, 1996).

Bilinç kavramı tarih boyunca, çoğu zaman birbirinden ayrık anlar dizisi olarak ele alınmıştır. William James bilinçlilik süresinin belirsizliğine vurgu yaparken (James, 1890), Stroud da geliştirdiği 'Algısal an' teorisi yaklaşımı ile (Stroud, 1956) bilinçliliği, bir filmin ardışık çerçeveleri gibi ayrı olaylar serisi olarak akan bir unsur gibi tanımlamıştır.

Modern bilimler yoluyla bilinçliliğin en iyi ölçülebilir ilişkisi, çeşitli senkronize beyin bölgeleri boyunca meydana gelen 30 ila 90 Hz tutarlı nöronal membran aktivitesi olan gama eşzamanlı elektro-ensefalografi (EEG)'dir (Woolf ve Hameroff, 2001).

Bilincin ne olduğu sorusu kadar önemli bir başka soru da insanda bilincin ne zaman ortaya çıktığı sorusudur. Bu konuya dair Grenfield'ın üç değişik yanıt önerisi vardır (Grenfield, 2000):

1. Anne karnındayken bilinçli geliyor olabiliriz.
2. Bilinç olgusu doğum eylemi ile birlikte ortaya çıkıyor olabilir ve doğumdan sonra bilinçli hale geliyor olabiliriz.
3. Doğumdan sonra, yaşanmışlıkların etkisiyle yavaş yavaş bilinçli hale geliyor olabiliriz.

Bilinç konusundaki çalışmalarıyla tanınan John Taylor'a göre ise bilinç deneyimi, birbiriyle ilişkili üç temel tipe ayrılmıştır (Taylor, 1999). İlki, pasif veya algısal deneyimlerdir. Günlük hayata dair kimi sıradan deneyimler bu aşamada yer alır. Bu tip deneyimler, bilincimizin işlenmemiş verileri şeklinde olup çalışan bellek tarafından oluşturulurlar. İkinci türden bilinç deneyimlerimizi kendi kişisel deneyimlerimiz oluşturur. Bu aşamada içinde bulunduğumuz anda ani bir farkındalık hali meydana gelir. Diğer bir deyişle, "Deneyimin özneliği bilinçle kişinin üzerine yansıtılarak kısa süreli ani farkındalık haline geçiş süreçleri yaşama halidir (Taylor, 1999). Üçüncü tip ise, aktif bilinç kısmı olup düşünme, planlama ve karar verme süreçleriyle yakından ilişkilidir. Bu bilinç aşamasında beyin, algısal ya da bilişsel problemleri aktif bir farkındalık haliyle çözmeye çalışır. Çalışan bellek belli düzeye çıktığında bilinç aktifleşir. Bunun yanında kişiler "Kendi" olma deneyimini yoğun bir şekilde algılar halledir. Kendilik bilinci, olaylarla ilişkili belleklerin ardışık sıralanmasıyla oluşur ve bu kayıtlar kişinin kişiliğini etkiler (Taylor, 1999).

2.1.4.3. Bilincin Sürekliliği Olgusu

Bilince dair bir diğer tartışma konusu da onun akışkanlığı üzerine olmuştur. Ünlü araştırmacı ve psikolog William James, 1890'larda "Psikolojisinin İlkeleri" (Principles of Psychology) adlı çalışmasında, insan bilincinin sabit ya da kesikli değil, sürekli bir akış şeklinde aktığı fikrini öne sürmüştür (James, 1890). James'e göre söz konusu bilince dair 'düşünce akışının 5 temel özelliği vardır':

- 1)- Her düşünce kişisel bir bilincin bir parçası olma eğilimindedir.
- 2)- Her kişisel bilinç içinde düşünce daima değişmektedir.
- 3)- Her kişisel bilinç içinde düşünce, makul derecede kesintisizdir.
- 4)- Bilinç her zaman kendisinden bağımsız nesnelere ilgilenebilir.
- 5)- Bilinç bu nesnelere bazı bölümlerinde başkalarını dışlamaya meyilli olmaktadır (James, 1890).

Bu konuda yapılan bazı başka çalışmalar da bilinçlilik halinin; uyku, baygınlık gibi uzun süreli haller dışında günlük hayat içinde hiç bir kesintiye uğramadan sürekli bir şekilde devam ettiği yönündeki düşünceleri destekler nitelikte görülmektedir. Bununla birlikte İsviçre'de bulunan ve kısa adı EPFL olan 'Ecole Polytechnique Federale de Lausanne' den Michael Herzog ile Zürih Üniversitesi'nden Frank Scharnowski "Beynin bilinçsiz bilgiyi, bilinç düzeyine çıkarmak için nasıl işlediğinin anlaşılmasına yönelik yeni bir yöntem" önerisinde bulunmuşlardır (Herzog, 2016). PLOS Biyoloji Dergisi'nde yayımlanan ilgili çalışmada; "Bilinçli olma durumunun, sadece 400 milisaniyeye kadar çıkan zaman dilimlerinde belirlediği ve bunların arasında bilinçsizlik halinde geçen boşluklar bulunduğu" (Herzog, 2016) öne sürülmüştür.

2.1.4.4. Bazı Temel Bilinç Teorileri

Bilinci açıklamak üzere geliştirilmiş genel olarak birçok metafizik/ontolojik teori mevcut olsa da, doğası ile ilgili ayrıntılı teorilerin listesi daha da uzundur ve çeşitlidir (Jackson, 1993). Bununla birlikte en çok ilgi ve destek gören 9 temel sınıfta düzenlenmiş bilinç teorilerinden bahsetmek daha derleyici ve düzenleyici gibi görülmektedir (Rosenthal, 1997). Bu 9 temel teori tipini;

- 1- Yüksek Dereceli Teoriler,
- 2- Dönümlü (Reflexive) Teoriler
- 3- Temsiliyetçi (Representationalist) Kuramlar
- 4- Çoklu Taslak Model Teorisi
- 5- Bilişsel Kuramlar
- 6- Bilgi Entegrasyon Teorisi
- 7- Sinirsel / Sinirbilimsel Teoriler
- 8- Kuantum Odaklı Teoriler
- 9- Fiziksel Olmayan Kuramlar

şeklinde sınıflamak mümkündür. Bununla birlikte söz konusu kategoriler arasında keskin bir sınır çizgisinin olmadığı, aksine bazı teorilerin diğer başka teoriler için temel alt yapı niteliği sağlayacak şekilde iç içelik halinde olabildiği de görülecektir. Örneğin, birçok bilişsel teori, ilgili bilişsel süreçler için sinirsel bir altlık önermektedir. Bu haliyle söz konusu kategoriler birbirini dışlamayan değil, yerine göre birbirlerini destekleyen nitelikte bir durum gösterebilmektedir. Bununla birlikte bunları yedi sınıfta gruplamak temel bir genel bakış sağlaması açısından önemlidir.

2.1.4.4.1. Yüksek Dereceli Teoriler

'Yüksek dereceli teoriler' (YDT) sınıfı altında toplanan bu değerlendirmeler, bilinç kavramına, 'Refleksif meta-zihinsel benlik bilinci' açısından bilinçli bir zihinsel durum kavramını analiz etmek amaçlı olarak yaklaşım gösterirler. Temel fikir; normal bir zihinsel durum halini bilinçli bir zihinsel konumuna getiren şeyin, içeriği şu anda normal zihin modunda olan ama eşzamanlı ve çıkarımcı olmayan daha üst düzey bir duruma eşlik ettiği düşüncesidir (Van Gulick, 2004). Örneğin bir çikolata yemek konusunda bilinçli bir arzusu duyma halinde aslında iç içe iki zihinsel durum hali etkin demektir. Böyle bir süreçte hem bir çikolata isteğine dair arzu bilinci, hem de kişinin şu anda böyle bir arzusu olduğunu fark etmesini sağlayan daha üst düzey bir zihinsel durum halinin iç içe olduğu görülmektedir. Bu demektir ki; bilinci yerinde olmayan zihinsel durumlar, temelde üst düzeyi bilinçsiz hallerdir.

YDT, ilgili bilinçli meta-zihinsel durumların psikolojik moduna bağlı olarak iki ana değişkene sahiptir. Bunlar; 'Yüksek Dereceli Düşünce' (YDD) Kuramı ile 'Yüksek Düzeyli Algı' (YDA) Kuramlarıdır. YDD kuramı; üst düzey bir durumu bir assertorik düşünce benzeri meta durum olarak kabul eder (Rosenthal,

1993). YDA kuramı ise, onları daha algısal hale getirir ve bir tür içsel duyu ve zihinsel izleme sistemleri ile ilişkilendirilir (Lycan; 1987, 1996).

2.1.4.4.2. Dönüştürücü (Reflexive) Teoriler

Bu yaklaşım, yüksek dereceli teoriler gibi, bilinç ile benlik bilinci arasında kuvvetli bir bağlantı olduğunu savunurlar. Bununla birlikte varlıkların, kendi farkındalığının yönünü kendilerine yöneltmiş ayrı bir meta-durumun varlığından ziyade, kendilerini doğrudan bilinçli bir durum içerisinde bulduklarını savunma açısından bu YDT'den farklılık gösterirler. Bilinçli durumların çifte bir bilinçlilik hali içerdiği fikri, Brentano'ya (1874) kadar uzanmaktadır (Van Gulick, 2004). Bu yaklaşıma göre; bilinçli durum, kasıtlı olarak önce kendi dışındaki bir nesneye yönlendirilir ve tekrar kendi içine yönlendirilir. Bu iki durum aslında bir ve aynı olup, iç içe bir dışa dönük ve kendi başına bir farkındalık hali hâkimdir. Nitekim bu yaklaşımı baz alan birkaç yeni teori de, bu tür refleksif farkındalığın bilinçli zihinsel durumların merkezi bir özelliği olduğunu iddia etmiştir.

2.1.4.4.3. Temsiliyetçi (Representationalist) Kuramlar

Temsil fikri uzun yıllardır bilinçliliğin tartışılmasında merkezi olmuştur. Fakat daha yakın zamanlarda, özellikle bilincin yeni teorilerinde ve yeni zihin felsefesi yaklaşımlarında daha geniş bir rol oynamaya başladığı görülmektedir. Daha temkinli bir biçimde ifade edecek olursak, bugünlerde bilince dair üretilen neredeyse tüm teoriler, onu temsilsel özelliklere sahip olarak görür. Ancak temsiliyetçi kuramlar (TK), söz konusu temsil özelliklerinin zihinsel özelliklerini tükettiği yönündeki daha güçlü bir görüşle tanımlanmaktadır (Harman, 1990). Bu kurama göre temsili düşünen bilinçli zihinsel durumların, temsil özelliklerinden başka zihinsel özellikleri yoktur. Dolayısıyla, tüm temsil özelliklerini paylaşan iki bilinçli veya deneyimsel durum herhangi bir zihinsel açıdan farklılık göstermez (Tye 1995). Bu açıdan bakıldığında oluşan içsel talebin kesin gücü, pek çok makul alternatif kriterin bulunduğu "Temsil açısından aynı" olma fikrini nasıl yorumladığı üzerine bağlı olur. Bu durum tatmin ya da hakikat koşulları açısından kaba bir şekilde tanımlayabiliyor gibi görünse de, bu yaklaşımın temsilsel tezin temellerinin çok da sağlam olmayabileceği gerçeğini değiştirmemektedir (Tye, 2000).

2.1.4.4.4. Çoklu Taslak Model Teorisi

Bazı bilinç teorileri, temel esas olarak bilinç hakkındaki gerçeklerin yorumlayıcı niteliğini ön plana alırlar. Bu yaklaşıma dair en belirgin felsefi örnek, Daniel Dennett (1991) tarafından ileri sürülen çoklu taslak model (ÇTM) yaklaşımıdır. Bu kuramda hem temsiliyetçiliğin hem de üst düzey tezin unsurları birleştirilir ve ÇTM, pek çok farklı fakat birbiriyle ilişkili özellik içerir. Beyinde herhangi bir zaman aralığında gerçekleşen içeriklerden bazılarını bilinçli kılan şey, o olguların, ÇTM'nin reddettiği özel bir yapı veya formatta 'Kartezyen Tiyatro' olarak adlandırılan, ayrıcalıklı mekanik veya işlevsel bir yerde gerçekleşmesidir.

ÇTM'nin temel iddialarından biri farklı problemlerin (örneğin, farklı sorular sorulması veya farklı davranış taleplerini ortaya koyan farklı bağlamlarda olmak) kişinin bilinçli hali hakkında farklı cevaplar ortaya çıkarabildiği düşüncesidir. Dahası, ÇTM'ye göre, konunun, kişinin şuurlu durumunun gerçekte ne olduğu konusunda probdan bağımsız bir gerçek olamayabilir. Dolayısıyla ÇTM'nin birden çok tarafı, içerik ilişkileri açısından bilinç analizinde 'temsilselist'tir (Dennett, 1992).

2.1.4.4.5. Bilişsel Kuramlar

Bilişsel yaklaşımın en önemli psikolojik örneği 'Küresel Çalışma Alanı' (KÇA) teorisi. Başlangıçta Bernard Baars (1988) tarafından geliştirilen küresel çalışma alanı teorisi, bilinçliliği, yaygın erişim ve kullanım için "yayın" yapan sınırlı kapasiteli bir kaynak için işlemciler ve çıktılar arasındaki bir rekabet açısından tanımlanmaktadır. Bu şekilde küresel çalışma alanına sunulmak, en azından erişim anlamında bilginin bilinçli olmasını sağlar. Dennett'in "Cennet şöhreti" gibi, çalışma alanına yayınlanmak içeriklerin diğer içerikler ve diğer işlemciler açısından daha erişilebilir ve etkili olmasını sağlar (Dennett, 2003). Aynı zamanda, orijinal içerik, çalışma alanından ve içindeki diğer içeriğinden tekrar tekrar desteklenerek güçlenir. Bu model, Stanislas Dehaene ve diğerleri tarafından belirli sinirsel ve işlevsel beyin sistemlerine önerilen bağlantılar ile daha da geliştirildi (Dehaene ve Naccache, 2000). Bu modelde önemli olan, bilincin hem erişim hem de olağanüstü anlamda ilgili içerik olarak, hem primer duyu alanlarını hem de dikkat ile ilişkili frontal ve parietal alanlar da dâhil olmak üzere diğer birçok alanı kapsayan daha geniş bir küresel ağa girdiğinde ortaya çıkmakta olduğu tespitidir (Dehaene ve Naccache, 2000). Dehaene, bilinçli algının ancak o büyük küresel ağın "Tutuşması" ile başladığını iddia etmiştir ve bu işlem için birincil duyu bölgelerindeki aktivite ne kadar yoğun ya da tekrarlayan olursa olsun bilinçli algıyı başlatmak için yeterli olmayacaktır.

Bu alandaki bir diğer bilişsel kuram ise Jesse Prinz'in (2012) 'Katılımcı Orta Düzey Temsil Teorisi (KODT)'dir. KODT teorisine göre, bilinçli bir algı hem bilişsel hem de sinirsel koşulları karşılamalıdır. Prinz'a göre, üst düzey özellikler konusundaki farkındalığımız, tamamen bilinçli bir deneyim değil yargılar meselesidir. Ona göre bilinçli olmak için, böyle bir temsil edilen içeriğe de katılmak zorunda olunmalıdır.

2.1.4.4.6. Bilgi Entegrasyon Teorisi

Bilginin birçok kaynağından entegrasyonu, bilinçliliğin önemli bir özelliğidir ve çoğu zaman önemli işlevlerinden biri olarak gösterilir. Bunun yanında içerik bütünleştirmesi, çeşitli teorilerde ve bilhassa küresel çalışma alanı teorisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, sinir bilimci Giulio Tononi tarafından önerilen bir öneri, entegre bilgi ile şuurun belirlenmesinde daha da ileri gider ve ilgili türdeki bilgi entegrasyonunun, içinde bulunduğu sinirsel veya biyolojik alt tabakaya bakılmaksızın bilinç için gerekli ve yeterli olduğunu iddia eder (Tononi, 2008). Tononi'nin 'Bütünleşik Bilgi Teorisi'ne (BBT) göre bilinç,

sistemlerin salt bilgi-teorik bir özelliğidir. Bu teori, verilen bir sistemin sadece bölümlerindeki bilgileri değil, sistemin organizasyonunda yer alan ve üzerinde kendi bölümlerinde bulunan bilgileri ölçmeyi amaçlayan ve 'φ' şeklinde ifade edilen bir matematiksel ifade önerir. Böylece 'φ' ifadesi ile sistemin bilgi entegrasyon derecesi ifade edilmiş olunur. Böyle bir sistem birçok örtüşen kompleks içerebilir ve en yüksek 'φ' değeri olan kompleks BBT 'ye göre bilinçli olacaktır.

BBT'ye göre, bilinç miktarı değişir ve 'φ' değerlerine tekabül eden birçok derece gelir. Bu nedenle, tek bir foto diyot gibi basit bir sistem bile, daha büyük bir kompleks içinde yer almıyorsa, bir dereceye kadar bilinçli olacaktır. Bu anlamda BBT, Tononi'nin açık bir şekilde desteklediği bir tür panpsizme ima eder. BBT'ye göre, ilgili bilincin niteliği, ilgili bütünleşik kompleks içindeki bilgi ilişkilerinin bütünüyle belirlenir. Bu nedenle BBT, olağanüstü bilincin niceliğini ve kalitesini açıklamaktadır. Bu noktada teoriye dair diğer sinirbilimcilerin ve de özellikle de Christof Koch'ın, BBT yaklaşımını onaylar değerlendirmelerde bulunduğu görülmüştür. (Koch, 2012).

2.1.4.4.7. Sinirsel / Sinirbilimsel Teoriler

2.1.4.4.7.1. Bilincin Beyindeki Yeri ve İşlevine Dair Görüşler

Bilincin sinirbilimsel teorileri (BST) pek çok formda görülebilir. Ancak birçoğunun eninde sonunda bilincin sinirsel bağıntıları ile bir şekilde ilgisi olduğu görülür. Açıklayıcı bir sinir kuramı, ilgili korelasyonların neden ya da nasıl bir şekilde bulunduğunu açıklamak zorundadır. Aynı zamanda söz konusu teorinin, altında yatan sinirsel alt tabakaların nöral korelasyonlarla özdeş olabileceğini göstermek veya en azından gerekli rolleri yerine getirerek bunları gerçekleştirmek için fiziksel olarak gerekli kararlılıkta olduğunu gösterebilmek gerekir. (Metzinger, 2000).

Bu alanda çalışma yapan sinirbilimciler bilinçli farkındalığın algılanan dünyasının beyin içinde nasıl oluşturulduğunu araştırmak için çok çaba harcamış ve harcamaktadırlar. Bu konuda yapılan çalışmalarda bilincin sinirbilimsel olarak işleyen sürecinin genellikle iki temel mekanizma içerdiği düşünülmektedir (Shevell, 2003):

- 1- Duyusal girdilerin hiyerarşik olarak işlenmesi ve
- 2- Hafıza.

Duyusal organlardan kaynaklanan sinyaller beyne aktarılır ve ham girişten çok sayıda bilgi çıkaran bir dizi aşamada işlenir. Görsel sistemde ise, örneğin, gözlerdeki duyu sinyallerinin talamus ve daha sonra birincil görsel kortekse aktarılması; serebral korteksin içinde, üç boyutlu yapı, şekil, renk ve hareket gibi özellikleri çıkaran alanlara gönderilmesi şeklinde bir mekanizmanın olduğu görülür (Bennett ve Hacker, 2003).

Bilince dair sinirbilimsel çalışma yapan teorisyenler, bilhassa görsel farkındalık süreçlerinde hangi beyin bölgelerinin daha kritik öneme sahip

olabileceği konusunda farklı görüşlere sahip olmuşlardır. Bu tür kuramların bazıları beyindeki üst düzey sistemik özelliklere dayanır. Bazılarıysa daha spesifik fizyolojik veya yapısal özelliklere odaklanır ve amaçlanan açıklayıcı hedefleri ile aralarında bazı farklılıklar bulunabilir. Bu kuramların çoğu, bir bakıma, biliş kuramlarıyla, bilişsel, temselsel veya daha üst düzey kuramlar gibi diğer açıklama seviyelerinde bağlantı kurmayı amaçlar.

Söz konusu teorilerin mimarlarından Gerald Edelman ve Giulio Tononi'nin birlikte geliştirdiği ve 'Dinamik öz' adı verilen anatomi temelli fikirlerine göre; "Bilincin nöral bağlantıları, birbirleriyle güçlü bir etkileşim halinde olan unsurlardan oluşan hareketli bir hedef ve yer değiştiren bir ittifaktır" (Tononi, Edelman ve Sporns, 1998). Edelman, bilinçlilik konusundaki kitaplarından biri olan "Hatırlanan Günümüz" (The Remembered Present) adlı kitabında bu noktayı oldukça net bir şekilde ifade etmiştir: "Her verili zamanda, temel bilinçten (Algı deneyimimizden) sorumlu dinamik öz, birbiriyle ve talamusdaki kendileriyle alakalı çekirdeklerle canlı bir iletişim halinde olan serebral korteks bölgelerini kapsar. Korteks bölgeleri, duysal bir rol oynayan kortikal görsel alanlar gibi alanları ve geçmiş deneyimler tarafından biçimlenen bölgeler gibi duyum akımını anlam ve duyguyla yoğurabilen alanları içerir (Edelman, 1989)."

Edelman ile Tononi; "Bilincin bu alanlar arasındaki faaliyetlerin bütünleşmesinden, bilgi hızla ileri geri akıp da bir yandan yerel kortikal döngülerin uzmanlaşmış, ayrılmış işlevlerini yerine getirmelerini, diğer bir yandan da dinamik özün diğer unsurlarıyla birleştirici bir diyalog içine girmelerini sağlarken ortaya çıktığını" iddia ederler (Edelman, 1989). Onlara göre bilincin ortaya çıkmasına yardımcı olan nöral süreçlere dayalı bu modelle, bilince dair pek çok bilinmeyen noktanın açıklanabileceğini düşünürler.

Francis Crick ve Christof Koch ise, Edelman'inkine çok benzer ama ayrıntılara inildiğinde bazı farklılıklar taşıyan bir dizi yeni öneriler geliştirmişlerdir. Onların bu çalışmalarının önderliğinde üretilen son zamanlardaki sinir kuramlarının bir örneği, 'Senkron osilasyon ile bağlanan küresel entegre alanlara hitap eden modeller 'den olup (Singer 1999; Crick ve Koch 1990), talametik olarak modüle edilmiş kortikal aktivasyon desenleri, reentrant kortikal döngüler, karşılaştırmalı mekanizmalar ile NMDA aracılı geçici nöral durumları içeren yapıları içerebilmektedir (Gray, 2000).

Seattle'daki Allen Beyin Araştırma Enstitüsü başkanı Christof Koch'un önderlik ettiği bir ekip tarafından geliştirilen yeni 3 boyutlu haritalandırma yöntemi ile, insanlarda ve hayvanlarda bilincin kaynağı olduğuna inanılan, beyinde yer alan küçük ve ince bir beyin hücreleri katmanı olan "*Claustrumun*" varlığına dair bir tespit bulunulmuştur. Bu çalışmada Koch, beynin her iki yarısı boyunca yayılmış üç beyin hücresinin var olduğunu hayretle görmüştür. Bireysel nöronları görüntüleme tekniklerinin yetersiz oluşu sebebiyle bu nöronlar bu güne kadar gizli kalmıştır. Bu hücrelerden biri o kadar büyüktü ki, "dikenli çalılardan bir taç" gibi beynin çevresini sarıyordu. Dahası bu üç tane claustrum hücresi, tamamı olmasa da, bilgi toplayan ve davranışı yöneten diğer beyin kısımlarının çoğuna

bağlanıyor ve elde edilen bu bulgular Koch'un, claustrumun girdileri ve çıktıları koordine ederek bilincin oluşturulmasında yer aldığına dair düşüncesini pekiştiriyordu (Crick, 2005). Francis Crick'le birlikte yazdıkları makalede Koch, Claustrum'u potansiyel bir 'Bilinç iletkeni' olarak adlandırmıştır. Yeni fark edilip, tanımlanan bu claustrum nöronları, bu mekanizmanın bir parçası olabilme konusundaki en güçlü adayların başında görülmektedir.

Krick ve Koch, bu tespitlerin ışığında "Bilincin nöral bağlantılarının ve nöral ateşleme arka planının en az 100-200 milisaniye üzerinde kendini gösteren dağınık, ama yaygın bir nöron ağını kapsadığı" tahmininde bulunmuşlardır (Crick, 2005). Onlara göre bilinç nöronların sahip oldukları tüm anatomik, fizyolojik, biyofiziksel vb. özelliklerinin birlikte kombine bir hali sonucu oluşan özel bir durumun halidir. Tüm bu özellikler dikkate alındığında beyindeki bazı bölgelerin bilinç açısından diğerlerine göre daha özellikli ve öncelikli olabileceği düşünülebilir. Örneğin Crick, kortikal görme alanının 5. tabakasındaki bir yığın piramit hücrenin kritik bir rol oynadığı (Crick, 2005) tahmininde bulunur. Nitekim aynı gerekçelerle, sonraki zamanlar içinde Crick ve Koch bu teorilerine daha başka bir fikir daha eklerler ve "VI alanı, primer görme korteksi dâhilindeki nöronların, görsel alanlarda işlenmiş bilgilerin çoğunu tedarik etmelerine rağmen, görsel farkındalık konusunda bilincin nöral bağlantılarıyla doğrudan bağlantıya geçmediğini" ileri sürerler (Crick, 2005).

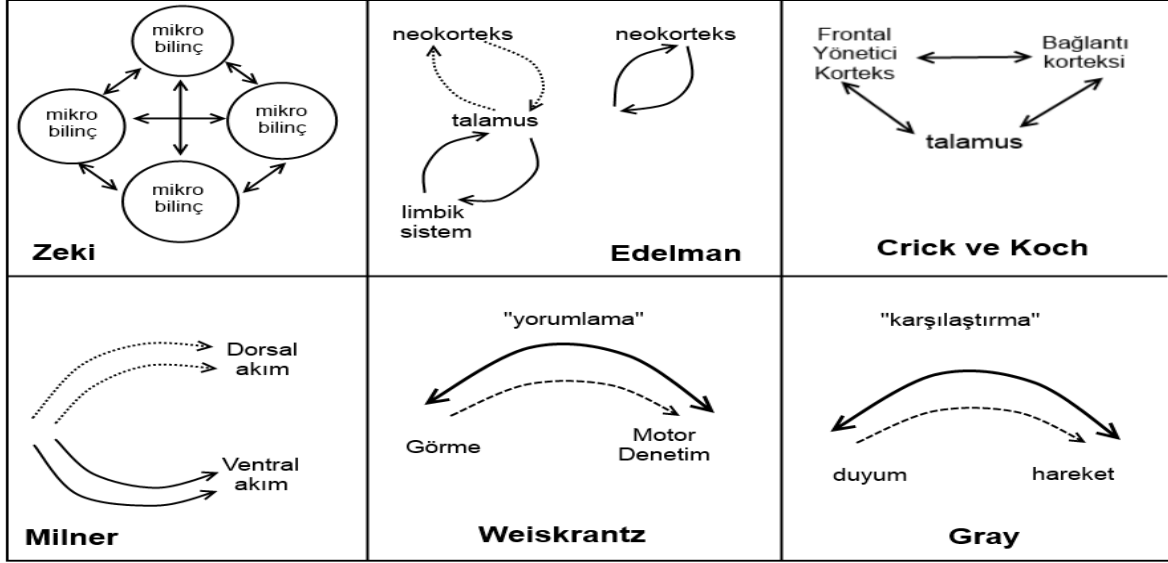
Edelman ve Crick'in; normalde bilinçsiz özellikteki nöronal süreçlerin bazı beyin bölgeleriyle etkileşime geçmesi sonucu bilinçlilik özelliği kazanabileceğine dair yaklaşımları pekçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde değerlendirilmeye alınmıştır. Bu fikri benimseyenler arasında 'Körgörü' kavramını öne süren Weisenkrantz, bilinç konusundaki düşüncelerini daha çok beynin hasar görmüş yapıları sonrası ortaya çıkan bozulmuş duygu, düşünce ve davranışlar yansımaları üzerine inşa eden psikolog Jeffrey Gray ve Antonio Damasio yer almaktadır. Örneğin Weiskrantz, normalde göremediği halde göremediğinden haberdar olamayıp görüyormuş gibi ilgili hedefi göstermeye çalışan bir hastasıyla yaptığı çalışmada, bilinç olgusunu destekleyen onaylanmış paralel yorumda bulunabilme yeteneğinin olabileceğini savunur. (Weiskrantz, 1997). Ona göre; "İlkel yetilerimizden olan görme veya bellek yetisi ayakta kalır, ama bu yetiyi yorumlama veya onun üzerinde düşünme yeteneği, onu düşüncede veya hayalde kullanma yeteneği yok olmuştur" (Weiskrantz, 1997). Weiskrantz'e göre farkında olma olgusuyla asıl kastedilmek istenen ve de bilinçlilik denen hissi ortaya çıkaran şey tam da budur. Savunmakta olduğu bu görüşle, felsefeci David Rosenthal'in geliştirdiği bilinç kavramı arasındaki benzerliğe dikkati çeken Weiskrantz, Rosenthal, 'Kişinin gördüğü şeyin bilincinde olmasının, o şeyi gördüğü düşüncesine sahip olması demektir. Başka bir deyişle bilinç, düşünce bilinçsiz duyumu aydınlattığında ortaya çıkar" (Rosenthal, 1986) önerisinin de kendi yaklaşımına bir destek olduğunu savunur. Weiskrantz, çalışmalarında ön plana çıkardığı yorumlama evresi kavramına dair olguların beyinde hangi bölgede geçmekte olabileceğine dair tam anatomik bir yer vermekten kaçınır. Buna karşın

tıpkı Edelman ile Crick gibi o da yorumlama bölgesinin bellek ile hareketi yöneten 'Fronto-limbik' bölgelerini içerebileceği öngörüsünde bulunur.

Diğer yandan Antonio Damasio ise; nöral tabanlı bir benlik modeline başvurarak bilincin beyin süreçleri arasındaki bir etkileşimden ortaya çıktığını öne sürer (Damasio, Grabowski, Bechara, vd., 2000). Damasio; bilincin yalnızca, beynin ikincil haritalama denilen bir süreci sayesinde, duyu verilerinin organizma üzerindeki etkilerini temsil ettiğinde ortaya çıktığını belirtir. Damasio'ya göre, "Duyumun, önce bilginin etkisini kişiye aşikâr kılacak bir süreç tarafından dönüştürülmesi gerekir". Damasio benliğin nöral temsilini; vücut-duyu korteksi, talamus, üst beyin sapı ve derin ön beyin çekirdekleri gibi, beynin görece eski bölgelerine yerleştirerek açıklama yoluna gitmiştir.

Hesaplamalı sinirbilimde ise Bayesian, hem önceki deneyim ışığında duyu bilgilerin değerlendirilmesini, hem de zaman içinde bilginin entegrasyonunu anlamak için beyin fonksiyonuna dair bazı temel yaklaşımları kullanılmıştır (DC, 2007). Beynin Bayesci modelleri, bilinçli bir algılamayı formüle etmek için belirsiz duyu bilgileri yorumlamak için beyin ön bilgisinden yararlanan olasılıksal çıkarım modelleri olup (Battaglia, Jacobs ve Aslin, 2003) Bayes modelleri, görme ve görsel olmayan duyumlardaki birçok algısal olayı başarıyla tahmin etmiştir (Goldreich ve Tong, 2013).

Bazı bilinç teorileri ise beynin görece yerel faaliyetlerinden ortaya çıkabileceğini söyleyen modellerle taban tabana zıttırlar. Bunlardan biri de 'Mikrobilinç modeli' ve onun teorisyeni ve aynı zamanda görme fizyolojisi uzmanı olan Semir Zeki'nin yaklaşımıdır. Zeki'ye göre, "Beyin içinde olup belli işlevsel sistemler konusunda uzmanlaşmış her bir sistemin kendi mikrobilinci vardır" (Zeki ve Bartels, 1998). Bu yaklaşımın temel çıkış noktası da, görsel uyaranların farklı yönlerine kısa bir zaman aralıklarından sonra fark edebildiğimiz olgusu üzerine kurulu olmasıdır: "Bir nesnenin renginin mikrobilinci ile o nesnenin şeklinin farkında olmak arasında çok az bir eşzamansızlık söz konusudur" (Zeki ve Bartels, 1998). Bu doğruysa, "Sıradan görsel farkındalık, farklı yerlerdeki hücrelerin faaliyetlerinin birbirine bağlanmasından ziyade bir grup mikrobilincin birbirine bağlanmasının bir sonucudur" denebilir. Zeki, yalıtılmış bir görsel sistemin, hatta alt sistemlerinden birinin bile, pekâlâ bilinçli olabileceğini ileri sürmektedir.



Şekil 2.6: Bilinç teorilerinin toplu bir gösterimi. (Düz çizgiler doğrudan bilinç bağlantısını gösterirken, kesik çizgiler bilinçsiz veya sadece bilinç potansiyeli olan süreçleri göstermektedir).

2.1.4.4.7.2. Bilincin Beyindeki Fiziksel Kaynağına Dair Son Tespitler

Bilinçle ilgili yapılan son araştırmalarda, bilincin beyindeki fiziksel yerine dair son derece önemli bulgulara varıldığı görülmektedir. Yapılan son çalışmalar kişinin günlük hayatta işlerini sürdürürken sahip olduğu bilincin beyinde birbiriyle bağlantılı üç ayrı bölgeden kaynaklanabileceğini göstermektedir. Nitekim Kasım 2016'da Harvard Üniversitesi'nden bilim insanlarınca yapılan bir araştırmanın (David, Aaron, Athena vd., 2016) sonuçlarına göre araştırmacılar, bulgularını beyindeki üç sinir bölgesinin aktivitelerine indirgemeyi başardıklarını bildirmişlerdir.

Boston'daki Beth Israel Deaconess Berenson-Allen Non-Invaziv Beyin Stimülasyonu Merkezi Direktörü ve söz konusu araştırma ekibinin başındaki isim Dr. Michael Fox, ilk defa beyin sapındaki uyarılma bölgesi ile farkındalık bölgesi arasındaki bağı bulduklarını ve bu iki bölgenin, bilinç adı verilen kavramın iki ön şartı olduğunu bildirmişti (David vd., 2016). Nitekim beyin omurilik ile bağlandığı bölge olan beyin sapının uyarılmayı sağlayan bölge olduğu zaten bir süredir biliniyordu. Bu yapılan son araştırmayla, beyin sapını iki farklı korteks bölgesiyle ilişkilendirebildiği görülmektedir. Toplamda bu üç bölgenin birlikte çalışarak bilinç hâlini oluşturduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma boyunca araştırmacılar önce beyin saplarındaki lezyon nedeniyle hastanede yatan 36 hastayı incelemiştir. Bu hastalardan 12'sinin komada, 24'ünün ise şuuru yerinde olduğu bildirilen çalışmada, 24 hastanın neden bilincini yitirmediğini anlamak için önce beyin saplarındaki sinir hücre faaliyetlerinin haritası çıkarıldı. Eleme yöntemiyle varılan sonuçta "Rostral dorsolateral pontine tegmentum" isimli bölgenin koma ile güçlü ilişkisi olduğu bulundu. Nitekim

çalışmada kullanılan komadaki 12 hastanın 10'unda bu bölgenin hasarlı olduğu görülmekteydi. Bilinci yerinde olan 24 hastadan ise sadece birinde bu bölge hasarlıydı. Elde edilen sonuçlar ışığında bu bölgenin bilinçle alakalı olduğu güçlü bir şekilde düşünülse bile yine de tam bir sonuca varmak için yeterli görülmemektedir. Nitekim bu çalışmayı çok daha sağlam sonuçlara dayandırabilmek için beynin hangi kısımlarının bu bölgeye tamamen bağlı olduğunu anlamak adına, çalışmaya ek olarak sağlıklı bir bireyin beyin sinir haritasından (Konnektom) yola çıkıldı ve beyin zarındaki iki bölgenin, daha önce koma ile bağlantılı olduğu tespit edilen bölgeyle (rostral dorsolateral pontine tegmentum) doğrudan bağlı olduğu ve farkındalık sağladığı sonucuna varıldı. Bu bölgelerden biri sol önde, Anterior İnsula (AI) alanındaydı. Diğerisi ise ön pregenual bölgede, Anterior Cingulate Cortex (pACC) alanındaydı. Her iki bölge de daha önceki benzer araştırmalarda uyarılma ve farkındalık ile bağlantılandırılmıştı. Fakat bu çalışmada ilk kez beyin sapı ile ilişkileri ortaya kondu. Ekip, araştırmanın sağlamasını yapmak için komada veya bitkisel hayatta bulunan 45 farklı hastanın da fMRI taramalarını inceledi. Tüm hastalarda bu bölgenin hasarlı olduğu ortaya çıktı.

Daha önceki araştırmalarda da söz konusu beyin bölgelerinin farkındalıkta rol oynadığı gösterilmişti. Her iki bölge de "von Economo" hücreleri olarak isimlendirilen farklı yapıdaki bir grup nöron (beyin hücresi) içermektedir. Von Economo hücreleri aynı zamanda yüksek bilinç yeteneği olan diğer memelilerde de bulunmaktadır. Bu çalışma yayınlanana kadar kimse beyin sapının beynin hangi bölgeleri tarafından uyarıldığını bilmemekteydi. Şimdi ise parçalar bütünleşmiş oldu.

Fakat her şeye rağmen söz konusu araştırmanın kabul görebilmesi için bağımsız ekiplerce yeniden incelenmesi ve farklı deney gruplarında test edilmesi gerekmektedir. Bu süre zarfında araştırmanın bulguları, komada veya bitkisel hayatta olup beyninin geri kalanı sağlıklı olan hastaların yeniden şuurlarını kazanmalarında yardımcı olabilir. Öbür yandan bu çalışma derin beyin stimülasyonu ve transkraniyal manyetik stimülasyon tedavilerinin desteğiyle, bitkisel hayattaki hastaların minimal bilinç durumuna getirebileceğine dair bir umut sunmaktadır. Nitekim bu çalışmanın bir sonucu olarak Dr. Fox ve diğer bilim insanları derin beyin stimülasyonu adı verilen yöntemle Parkinson hastalığını tedavi edebilmek için cerrahi yöntemle beynin özel bir bölgesine yerleştirilen elektrotları kullanmaktadırlar. Yine Transkraniyal manyetik stimülasyon gibi girişimsel olmayan yöntemlerle de depresyon gibi hastalıkların tedavisi için çalışmalar devam etmektedir.

2.1.4.4.8. Kuantum Odaklı Teoriler

Bu teorilere göre, bilincin doğası ve temelleri klasik fizik çerçevesinde yeterince anlaşılamamaktadır. Bu nedenle çözümleri kuantum mekaniğin sağladığı fiziksel realitenin alternatif resmi içinde aranmaya çalışılmıştır. Bu nedendir ki bilinç özelliklerinin çeşitliliğini açıklamak için çeşitli kuantum

fenomenlere hitap eden, çok çeşitli spesifik teoriler ve modeller vardır. Burada temel çalışma alanı olarak, geleneksel biyolojik çalışma alanlarının çok daha derinine, atomaltı yapılara inilmeye çalışılmaktadır.

Bu noktada söz konusu yaklaşımlardan biri olan kuantum bilinç yaklaşımının savunucuları, bilinci; kuantum fiziğinin radikal olarak alternatif ve çoğunlukla ayna-karşıtı niteliğini, psiko-fiziksel boşluğu kapatmak için daha fazla standart girişime karşı çıkan açıklayıcı engelleri aşmak için ihtiyaç duydukları şey olarak görmektedirler (Lockwood, 1989). Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, bu modeller özellikle bilinçliliğin tutarlılığını açıklamak için geleneksel fizikteki atom tabanlı kavramaya karşı genel bir zorluk olarak ortaya çıkmışlardır.

Kuantum odaklı bilinç teorilerin en öncülerinden olan 'Kuantum Bilinç Teorisi' (KBT) nin ana temsilcilerinden Fizikçi Roger Penrose (1989 ve 1994) ve anesteziist Stuart Hameroff (1998), insan bilincinin hesaplanabilir kanıtların ötesinde çok özel bir yapıya sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Hatta Hameroff, mikrotübüller içinde meydana gelen kuantum süreçlerinin bilinçle alakalı olabileceği önerisiyle bu düşünce çizgisine katkıda bulunmuştur. Söz konusu bu KBT'nin temeli, "Objektif çökme" denilen bir olgu üzerine kurulu olup, bu durum, kuantum sisteminin çok sayıda olası durumun bir birleşiminden tek bir kesin duruma geçmesini baz alır. Ancak çoğu kuantum mekanik modellerde görüldüğü gibi bir gözlemcinin müdahalesi olmadan dâhil edilmesini gerektirir.

Penrose ve Hameroff'a göre mikrotübüllerin içindeki çevre, bu gibi objektif çökmeler için özellikle uygundur ve ortaya çıkan kendi kendine çökmeler, nöronal etkinliği düzenleyen ve algoritmik olmayan zihinsel işlemleri mümkün kılan uyumlu bir akış oluşturur (Hameroff, 1998). Nitekim günümüzde bu konuda, bilhassa bazı türler üzerine yapılan önemli çalışmalarla, bu iddiayı destekleyen ciddi sonuçlara da ulaşıldığı görülmüştür. "Örneğin, civcivler öğrenmeye başladığında ve fareler gözlerini ilk açtıklarında beyinlerinde MT öncüsü tübülünlerin oluşumunda belirgin artış olduğu gösterilmiştir" (Astin, Harkness ve Ernst, 2000).

Öte yandan Psikiyatrist Ian Marshall'da, fizikte geçerli olan Bose-Einstein kondensatına benzer fiziksel bir durumun benzerinin beyinde de geçerli olabileceğini iddia ederek, bilinçliliğin tutarlı birliğini açıklamayı amaçlayan başka bir model sunmuştur (Marshall, 1989). Söz konusu bu modelin temeli ise, bir atom kümesinin tek bir tutarlı varlık olarak hareket ettiği ve ayrı atomlar arasındaki ayrımın kaybolduğu bir kuantum fenomendir. Bu model yaklaşımında, beyin çeşitli durumları büyük çoğunlukla Bose-Einstein yoğunlaştırıcı örneklerine benzemediği halde, beyinlerin neden benzer tutarlılık sergileyebilecek durumda olabileceğini göstermek için çeşitli yaklaşım örnekleri önerilmiştir (Marshall, 1989).

Bilincin açıklanmasına dair diğer kuantum mekaniği yaklaşımları, en temel seviyede getirilmesi gereken fiziksel realitenin kesinlikle temel bir yapısı olduğunu iddia ederek ön plana çıkmışlardır (Stapp, 1993). Bu modellerde özellikle bir

ölçüm yapıldığında, gözlemcinin dalga işlevinin çöküşündeki rolü üzerine, kuantum gerçekliğin olası durumların bir birleşiminden bir tek kesin halden çökmesine dair itiraz edilmiştir.

2.1.4.4.9. Fiziksel Olmayan Kuramlar

Kavram olarak her ne kadar bütünüyle ezoterik özellikte değilse de kullanım açısından bakıldığında bilincin çoğu zaman disiplinli soruşturma için tutarlı, tarafsız bir çerçeve sağlayan bir şekilde karakterize edilemediği de görülecektir. Onu tek bir tipte tanımlaştırmanın neden bu kadar zor olduğu gerçeğinin de temel sebebi işte bu çok boyutlu yapısından kaynaklanmaktadır. Bilince ait en spesifik teori; bilişsel, sinirsel veya kuantum mekanik olsun, bilinci fiziksel dünyanın doğal bir özelliği olarak açıklamak veya modellemek amacındadır. Bununla birlikte, bilinçlilik konusunda bir fiziksel ontolojiyi reddedenler bunu gerçekliğin fiziksel olmayan bir yönü olarak modelleme yolları bulmalıdırlar. Dolayısıyla, düalist veya anti-fizikçi bir metafizik görüş benimseyenler, nihayetinde, yukarıda belirtilen beş farklı türden farklı bilinç modelleri sağlamalıdır.

Bu anlamda bilinci açıklamak adına da çok çeşitli modeller önerilmiştir. David Chalmers, yalnızca olağanüstü ve fiziksel olarak gerçekleşen bilgi alanları arasındaki psiko-fiziksel değişimleri açıklamakla kalmayıp aynı zamanda kendisinden türetilen fiziksel ontolojiyi açıklamak için bilgi kavramına hitap eden bir yaklaşım önerisinde bulunmuştur (Chalmers, 1996). Benzer bir şekilde, Gregg Rosenberg de nedensel ilişkilerin nihai kategorik temelini eşzamanlı olarak ele alan bilinç hesabına dair başka bir yaklaşım önerisinde bulunmuştur (Rosenberg, 2004). Bununla birlikte Rosenberg, hem nedensel hem de bilinçle ilgili durumlarda, ilişkisel-işlevsel olguların nihayetinde kategorik olmayan ilişkisel bir tabana bağlı olması gerektiğini savunarak, nedensel ilişkilerin ve nitel olağanüstü olguların aynı tabana bağlı olduğu bir yaklaşımın temel model olarak kabul edilmesi gerektiğini belirtmiştir (Rosenberg, 2004). Bunların yanında bilhassa kuantum odaklı yaklaşımı temel alan ve bazı kuantum teorilerini, bilincin gerçekliğine dair temel bir özellik olarak kabul eden bazı kuantum fiziksel yaklaşımlar da (Stapp, 1993) bazı çevrelerce fiziksellik dışı teoriler olarak sınıflandırılabilirlerdir.

2.1.4.5. Teorilere Dair Genel Bir Değerlendirme

Bilinç ve bilinçlilik konusunda bugüne dek yapılmış çalışmalar ışığında çok miktarda bilgi mevcut olmasına rağmen, algılamanın birçok önemli yönünün hala gizemini korumaya devam ettiği görülmektedir. Örneğin duyuusal sistemlerde düşük seviyeli sinyal işleme hakkında çok şey bilinmesine karşın, duyuusal sistemlerin, hareket ve dil/konuşma sistemleriyle nasıl ve ne şekilde bir etkileşimde oldukları konusu hala bilinmemektedir (Levine, 1994).

Diğer yandan burada bahsi geçen tüm bu teoriler düşünüldüğünde aklımıza gelen en temel soru şu olmaktadır: O halde, bu teorilerden hangisi *doğru*? Söz

konusu teoriler incelendiğinde her birinin birçok ortak yönleri olduğu gibi, temel bazı farklılıklarının da olduğu görülmektedir. Öncelikle, bilinç için gerekli beyin bölgeleri ile ilgili işlevler arasındaki diyalogun türü ve miktarı konusunda benzerlikler kadar farklılıklar da bulunmaktadır. Örneğin bilinç için kritik önem taşıdığı kabul edilen korteks ve korteks-altı yapıların menzili konusunda farklı şeyler söylerler. Öne sürülen teorilerin hepsi belli serebral korteks bölgeleriyle talamusun bilinçte rol oynadığını kabul eder ama korteksin hangi bölgelerinin yaşamsal önem taşıdığı ve basal ganglionlar ve beyin sapı gibi daha derin merkezlerin önemi konusunda farklı görüşler öne sürülmektedir.

2.1.5. Bilinç ve Bilinçsizlik İlişkisi

Bilinçlilik kadar, bilinçsizlik hallerinin fizyolojisi ve psikolojisi de önemli bir başka unsurdur. Zira tıpkı bilinç süreçlerinde olduğu gibi, bilinçsizlik süreçlerinin beyindeki temelleri hakkında da hala oldukça sınırlı bir bilgi birikimine sahibiyiz. Bilinçli ve bilinçsiz zihinsel durum arasındaki ayrım, ilgili bir meta-zihinsel halin varlığına veya yokluğuna dayanır. (Armstrong 1968; Carruthers 1996, 2000). Bilhassa Carruthers'in belirttiği gibi, öznel deneyim hissi, daha üst düzey bir farkındalık için bir kapasite öngörür ve daha sonra devam eder. "Böyle bir benlik bilinci, bir organizmanın olağanüstü duyguların bir öznesi olması için ya da deneyimlerindeki gibi bir şey olması için kavramsal olarak gerekli bir şarttır" der Carruthers. (Carruthers 1996).

2.1.6. Bilinçsizlik Halleri ve Bilinç Bozuklukları

Bazen işlev ve fonksiyon bozuklukları, normal işleyen sistemlerden çok daha geniş ve açıklayıcı bilgiler sunabilmektedir. Bilhassa sinirbilim ve psikoloji gibi insanın fizyolojisi ve fonksiyonitesine yönelik yapılan çalışmalarda, ilgili olguları incelemek için başvurulan alternatif yollardan biri de; söz konusu yapının işlevinin bozulması halinde ya da normal formunun anormal bir şekil aldığı anda ne olacağını görmeye çalışmaktır. Düzgün çalıştığı zaman basit ve kesintisiz görünen bazı olaylar ve durumlar, arızalanmaya başladıklarında ya da bazı fonksiyonları ile çalışmaz olduklarında, ilk aşamada fark edilmeyen birçok farklı yapıyı ortaya çıkarabilmektedir. Tıpkı fizyolojik sistemlerde olduğu gibi zihinsel sistemlerin ve de bilhassa bilincin kendisinde de benzer şekilde bir bozukluk ya da işlev eksiklikleri görüldüğünde, ortaya çıkan tablolar bilincin yapısına dair o ana dek bilinmeyen pek çok farklı bilginin de öğrenilmesini imkân sağlayabilmektedir.

Genel olarak bakıldığında bilinci engelleyen tıbbi koşulların bütünü, bilinç bozuklukları olarak kabul edilir (Bernat, 2006). Bu kategori çoğunlukla en alt düzeyde az bilinçli hali ve kalıcı vejetatif durumu içermekte olsa da, bazen daha az şiddetli kilitli sendrom ve daha ağır kronik komayı da tarif etmek için de kullanılabilir (Bernat, 2010). Bilinç bozuklukları ya da kısmi veya tüm bilinçsizlik hallerine dair yapılacak ayırıcı tanı çalışmaları, biyomedikal araştırmaların aktif bir alanıdır (Coleman, Davis, Rodd, Robson, Ali, Owen vd. Pickard, 2009). Bu durumlar çoğunlukla bunama ve deliryum gibi, bilincin ılımlı bir şekilde bozulmasına veya Grand mal ve petit mal nöbetlerinde olduğu gibi

geçici bir kesintiye uğramasına neden olabileceği gibi (Seel, Sherer, Whyte vd., 2010), beyin ölümü ile bilincin geri döndürülemez bir şekilde bozulmasına da neden olabilmektedir (Monti, Vanhauzenhuysse, Coleman vd., 2010).

Bilinçliliğin en çarpıcı aksaklıklarından biri, 'Hastalıkların bilinçsizliği' anlamına gelen ve Yunanca'dan türetilmiş bir terim olan 'Anosognozya' ile ifade edilir. Bu, hastaların bir felç sonucu bir şekilde özürlü olduğu bir durumdur, ancak ya sorunun doğasını yanlış anlarlar veya onlarla ilgili yanlış bir şey olduğunu inkâr ederler (George ve Daniel, 1991). En sık görülen formu, beynin sağ hemisferindeki parietal lobuna zarar verecek şekilde inme geçirmiş kişilerde görülür ve 'Hemispatial ihmal' olarak bilinen bir sendroma neden olur. Bu tür rahatsızlığın en tipik yansıması, vücutlarına göre solda bulunan cisimlere yönelik eylem veya dikkatin yönlendirilememesi ile karakterize edilir. Hemispatial ihmali olan hastalar genellikle vücudun sağ tarafında felç olur, ancak bazen hareket edememekten de kaçınırlar. Açık sorunun sorgulanması durumunda, hasta doğrudan bir cevap vermemekte ya da mantıklı olmayan bir açıklama yapmaktadır. Bu hastalar, vücutlarının felç edilmiş kısımlarını tanımamayı da başarısız olabilirler.

Anozognozinin daha çarpıcı bir türü 'Anton-Babinski Sendromu'dur. Bu durum nadiren ortaya çıkar ve hastaların körleşmesine neden olur. Bu durumu ilginç kılsa ilgili hastaların fiziksel olarak kör olmalarına karşın normal olarak görebilmekte olduklarını iddia etmeleri şeklinde karakterize bir durumun olmasıdır. Öyle ki sunulan tüm aksine delillere rağmen hastalar bu iddiasında ısrarcı olmaya devam ederler. (Kenneth, 1991).

2.1.7. Yapay Bilinç Kaybı: Anestezi

2.1.7.1. Tanım ve Kavram Olarak Anestezi

En temel anlamada anestezi; "Merkezi sinir sisteminin baskılanarak, tüm dışsal uyaranların ve uyaranlara yanıtın ortadan kaldırılması" (Hurford, Bailin, Davison vd., 2002) olarak tanımlanmakta ise de bu tanımın iki önemli sebepten dolayı eksik kalabileceği düşünülmektedir. Birincisi, sadece duyuşsal algılamının engellenmiş olması tek başına anestezi demek değildir. İkinci sebep ise, anestezik etkisi olduğu düşünölen tüm o maddelerin her birinin aynı şekilde ve eşit oranda duyuşsal baskılanma oluşturamayabilecekleridir. Örneğın barbitöurat grubu maddeler, önemli bir anestezik maddesi olmasına karşın ciddi ağrı kaybedici özellikleri yoktur. Buna karşın bir diğör anestezik madde türü olan kürar ise tüm bedensel hareketlerini ortadan kaldırdığı halde ağrı duyumunu ya da bilinçlilik halini ortadan kaldıramayıp sadece kas kasılmasını ve hareket oluşumunu engellemektedir (Sedensky ve Meneely, 1987).

Anestezinin yakın döneme dair bilinen tarihi kloroform ve eterin keşfi ile başlamıştır. Bu iki madde sayesinde modern cerrahi de başlamış olacaktır. Geçen 150 yıllık zamana karşın, bugün hala bu amaçla kullanılan birçok anestezik maddenin sinir sistemine ne şekilde etki ederek bilinci nasıl ortadan kaldırdığı

olgusu hala gizemini korumaya devam etmiştir. Buna karşın bilindiği kadarıyla anestezi ilaçlarının etki mekanizmalarının ortaya konulamamasının birkaç olası nedenine dair şu tespitlerde bulunulmuştur:

-“Anestezinin kesin bir tanımı yapılamadığından, sağlam canlıdaki etki mekanizmalarını canlı dışı deneylerle eşleştirmek mümkün olamamaktadır.”

-“Anestezi ilaçları arasında belirgin bir yapı-etki ilişkisi yoktur. Çok geniş ve yapısal olarak birbiri ile ilişkisiz maddeler anestezi etki edebilmektedir. Örneğin, asal bir gaz element olan “Ksenon” renksiz ve kokusuz özellikli iyi bir anestezi ilacıdır. Ama diğer anestezi ilaçlarıyla hiçbir yapısal ilişki göstermez. Buna karşın ksenon ile benzer nitelikteki asal gazlar grubundan olan; helyum, neon, argon, kripton gibi diğer elementlerin ise hiçbir anestezi etkisi olmadığı görülmüştür.”

-“Diğer ilaçlar, sinir iletilicileri ve hormonlarla karşılaştırıldığında anestezi ilaçları çok yüksek miktarlarında ve yüksek kan yoğunluklarında etki eder. Bu demektir ki; eğer bir anestezi ilacı etkisini göstermek için özel bir bölgeye bağlanıyor ise, çok kısa süreli olarak bağlanıp ayrılıyor demektir. Bu etkiyi ortaya koymaksa oldukça zordur” (Merlin, 2005).

2.1.7.2. Anestezi Etki Bölgeleri ve Olası Etki Şekli

Bilincin, anestezi maddelerinin etkisiyle geçici olarak ne şekilde ortadan kaldırılabildiğine dair bugüne kadar tam bir açıklama yapılmamıştır. Buna karşın anestezi maddelerinin sinir sisteminin çalışmasını değişik seviyelerde ve farklı biçimlerde etkilediği görülmüştür. Anestezi maddelerinin etki edebileceği olası hedef bölgelerin; derideki duyuşsal algılayıcılar, omurilik, beyin sapı ve korteks kısımları olduğu söylenebilir (Angel, 1993). Anestezi sırasında ağrı algılaması olmadığından etkinin çevresel sinirlerdeki ağrı algılayıcılarına olduğu düşünölmüşse de, hayvan çalışmaları bu fikri destekleyen güçlü bir kanıtla desteklenmemiştir (Angel, 1993). Halihazırda sahip olduğumuz bilgilere dayanarak anestezi maddelerinin sinir sistemi üzerinde üç değişik şekilde etkisi olabileceği düşünölmektedir (Angel, 1993):

1. Sinir hücresi uyarılabilirliğini azaltarak etki edebilirler,
2. Uyarıcı veya engelleyici sinir iletilicilerini etkileyerek etki ederler. Ya uyarıcı nitelikli sinir iletimini baskılar veya engelleyici sinir iletilicilerinin etkisini güçlendirerek, sinir hücreleri arasındaki haberleşmeyi engelliyor olabilirler,
3. Bazı yapısal anahtarların kapanmasını sağlayacak şekilde etki edebilirler.

Bununla birlikte bir anestezi maddenin sinir sistemi üzerindeki etkilerini değerlendirdiğimizde ise, genel olarak şu 3 başlıkta toplandığını görürüz (Knudsen, Beckman, Blomberg vd., 1997):

1. Bilinci ve bilinçlilik halini geçici olarak ortadan kaldırır,
2. Anestezi etkisinde geçen sürede yaşananları uyanıldığında hatırlanmasını engeller (Amnezik etki).
3. Bazı türleri ilave olarak ağrıyı algılamayı engeller.

Bu etki mekanizmalarının içinde en önemlisi ve en etkilisi kuşkusuz bilincin geçici olarak ortadan kalkmasıdır. Zira gerek ağrı hissini azaltmak ya da kaldırmak, gerekse geçici hafıza kaybına sebep olmak gibi etkiler, başka diğer biyolojik ve fizyolojik etkilerle de sağlanabilmektedir.

2.1.7.3. Anestezinin Etkisinin Tubulin Dipollerle Olan İlişkisi

Her ne kadar bugüne dek yapılan çalışmalar, anestezik maddelerin nasıl ve ne şekilde etki ettiğine tam ve kesin bir bilgiye sahip olunmasa da, bu konuda bazı ciddi olası güçlü teoriler üretilmiştir. Bu teorilerden biri de Anestezik maddelerle yağda çözünürlük arasında doğrusal bir ilişki olduğu üzerinedir. Nitekim ilk olarak Meyer (Meyer, 1901) ve Overton (Overton, 1901) tarafından polar olmayan, ama gerektiğinde polarize olabilen protein içindeki hidrofobik aminoasitlerin, aslında bildiğimiz zeytinyağına benzer nitelikte çözünme özellikleri gösterdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte farklı gaz yapısındaki anestezi moleküllerinin de benzer bir hidrofobik ortam içinde çözünürlüğü olan birçok yapı üzerinde tam olarak benzer türden ilişkili olduğu bildirilmiştir (Franks ve Lieb, 1984). Son yıllarda yapılan başka çalışmalarda ise, anesteziklerin hedeflerindeki proteinler üzerinde hidrofilik bölgelere etki ettikleri görüşü kuvvet kazanmıştır (Franks ve Lieb, 2004). Bu etkinin, polar olmayan yani yüksüz aminoasitler ve anestezik madde arasındaki zayıf 'Van der Waals kuvvetleri' ⁽²⁾ aracılığı ile olduğu görüşü savunulmuştur. Hidrofobik paketlerdeki Van der Waals kuvvetlerinin katlanma esnasında protein yapısını şekillendirdiği ve bu şekilde hidrofobik paketlerin de Van der Waals kuvvetleri ile birlikte bilinç üzerinde ortak bir etkisinin olduğu, Hameroff tarafından öne sürülmüştür. Buna göre; anestezikler, hidrofobik paketler arasındaki Van der Waals kuvvetlerini etkisiz hale getirir ve geçici olarak bilinci ortadan kaldırır. Ek olarak anesteziklerin elektron hareketini engellediği yönündeki çalışmaları dikkate alarak, kuantum üst üste binmenin engellenmesinin de bilinci ortadan kaldırmada bir aracı olduğu düşünülebilir (Franks ve Lieb, 2004).

Tübülinler, diğer proteinler gibi, peptid omurgalarına bağlı heterojen bir amino grup asit grubundan olup suda çözünen kutupları ve suda çözünmeyen polar olmayan grupları kapsar (Hameroff, 2006). Bunlar; fenil ve indol halkalarında ' π ' orbital elektron rezonansı bulutları olan aromatik amino grup asitler (fenilalanin, tirozin ve triptofan) içerir. Sudan ayrılan ve yağ gibi polar olmayan elektron bulutları, protein katlanmasında, çözülebilirlik nitelikteki proteinler için izole edilmiş hidrofobik bölgeler oluşturur (Hameroff ve Watt, 1983). İşte anestezik gaz moleküllerinin, bu İntra-protein hidrofobik bölgelerde

⁽²⁾: Her protein bir aminoasit zincirinden oluşur ve daha sonra katlanarak, 3-boyutlu bir yapı kazanır. Bu yapı, protein zincirindeki aminoasitlerin gruplarına ve kuvvetlere bağlıdır. Esas katlanmayı sağlayan yüksüz, polar olmayan aminoasit gruplarının birbirine bağlanmasıdır. Bunlara hidrofobik (suyu sevmeyen) gruplar denir ve Van der Waals kuvvetleri ile proteinlerdeki aminoasitler arasındaki yüklü bağlar. Etkileşimler ise iyon ve hidrojen bağları ile olur (Franks ve Lieb, 2004).

Van der Waals kuvvetleri dipol bağlantıları ile bağlanarak bilince etki edebildikleri düşünülmektedir (Craddock, George, Freedman vd., 2012).

Nitekim son yıllarda Eckenhoff ve arkadaşları, beyin nöronları içindeki protein tübülünün mikro iskelet sistemi polimerleri olan mikrotübüllerde anestetik etki buldular (Siebrands, Binder, Eckhoff vd., 2006). Anestezi uzmanı Prof. Hameroff da, anesteziklerin bu türden bilinç kaybına sebep olma etkisini, mikrotübüllerde bilgi işleme yönü ile bağlantılı olarak ele almıştır (Hameroff, 1998). Her ne kadar bugüne dek anestezi maddelerinin etkilerinin nöronal membran proteinlerine yönelik olduğu düşünülmekteyse de, yapılan birçok çok çalışma, asıl etki merkezinin mikrotübüllerde olduğuna dair kanıtlar sunmaktadır.

2.2. Matematiksel ve Kuantum Mekaniksel Temeller

2.2.1. Kuantum Mekaniğinin Temel İlkeleri

2.2.1.1. Fiziğin ve Kuantum Mekaniğinin Kısa Tarihçesi

Fizik bilimi, günümüzde en genel olarak iki temel alanda incelenebilir ve bu ayrım aslında bilim tarihinin de iki büyük ayırımına işaret etmektedir. İlki 'klasik fizik', 'Newton mekaniği' ya da 'Newtonian fizik' türü adlarla bilinmekte olup, ilk kez Newton'un 1687'de kaleme aldığı '*Principia / İlkeler*' adlı eseri ile bütünsel olarak ortaya konmuştur. Bununla birlikte aslında bu bahsedilen fizik anlayışının oluşup şekillenmesinde, Newton'dan daha önce yaşamış olan René Descartes, Galileo ve Johannes Kepler gibi bilim insanlarının da büyük katkısı olmuştur denilebilir. Söz konusu bu fizik yaklaşımının dünyamız üzerinde ikiyüz yılı aşkın bir süredir devam edegelen bir bilimsel hakimiyeti olup, bugün için dahi makro düzeydeki yapıları ve onlara dair temel işleyiş prensiplerini en iyi anlatan, en geçerli bir bilimsel araç olarak kabul görmektedir.

Newton'un klasik fiziğinde madde yapısı makroskopik açıdan incilir. Klasik fizik anlayışına göre; herhangi bir düzeneğin başlangıç durumu belli ise, belirlenen yasalar gereği, daha sonraki bütün olası durumları büyük bir doğrulukla önceden tanımlayabilmek mümkündür. Buna göre bütün sonuçlar mutlaka onları oluşturan sebepler tarafından ve onların etkisiyle belirlenmek zorunda olup, bu olaya belirlenimci (*determinist*) düşünce de denmektedir. Aynı şekilde tıpkı olası sonuçlarda olduğu gibi, bu belirlenme durumu da önceden tahmin edilebilir bir özelliktedir.

Newton fiziğinin etkisi, pek çok alanda olduğu gibi, nöropsikoloji alanında da karşılığını bulmuş ve Pavlov'un köpeği ve şartlı refleks deneyi örneği gibi birçok deneysel çalışmalarla etkisini göstermiştir. Bilindiği üzere, söz konusu bu deneysel çalışmada, bir köpek zil sesinden sonra beslenmeye alıştırılmaktadır. Devam eden sürekli tekrarlar sonrası deney hayvanı, zil çalmasının ardından beslenmeye dair şartlandırılmış hale gelir. Bu durum yeterince tekrar edildikten sonra ise deneyin bir diğer safhasına geçilir ve bu aşamada her zamankinden farklı olarak zil sesinin arkasından yiyecek verilmez. Fakat zil sesinden sonrasında

deney hayvanının ağzında tükürük, midesinde mide asidi salgısında artış olduğu tespit edilir. Bu haliyle ilgili deney, nedensellik ilkesinin psikolojideki şartlı refleksle bir çeşit temsili olarak görülmüştür.

Fizik biliminin diğer bir temel alt dalı ise 'Kuantum mekaniği/fiziği'dir ve klasik fiziğe nazaran çok daha yakın tarihli bir başlangıç zamanı vardır. 20. yüzyılın ilk yıllarında yani Newton'dan yaklaşık iki yüzyıllık dönem sonra, klasik fiziğin zannedildiği gibi tüm doğa olaylarını açıklamada yetersiz kaldığı görülmüş bu nedenle de daha geniş bir yelpazesi olan yeni bir fiziksel yaklaşım arayışına girilmiştir. Nitekim bu arayışlar sonunda Kuantum Mekaniği (KM)'nin ilk çalışma örnekleri 1900'ün başlarında Max Planck tarafından fizik dünyasına kazandırılmaya başlanmıştır. Planck o güne kadar, yıllardır üzerinde uğraştıkları bir problem 'Siyah cisim ışıması' sorununa dair önerdiği çözümle KM'nin de ilk temellerini atmaya başlamıştır. Söz konusu problemin özetle açılımı şu şekildedir: Isıtılan bir madde parçası, sürekli ısıtmaya devam ederse daha çok kızmaya ve kızdıkça da daha çok ışıdamaya başlar. Bu ısıtma daha da devam ederse daha yüksek sıcaklıklarda önce kızıl renkli bir kor haline gelirken, en sonunda ise akkor dediğimiz bir hale gelir. Yüksek ısılarda tüm maddeler, bu şekilde siyah cisim ışıması yapmış olurlar (Heisenberg, 1993). O güne dek bilinen klasik fizik anlayışına göre enerjinin sürekli ve kesintisiz bir şekilde aktığı kabul edilmekteydi. Planck ise, söz konusu çalışmasında, ortaya çıkan ışınımaya ait enerjinin, sürekli olmayıp, ayrı ayrı enerji paketleri şeklinde yayıldığını ileri sürmüştür ki bu yaklaşım o güne dek bilinen fizik anlayışının bütünüyle karşısında yeni ve radikal bir tespittir. (Amelino-Camelia, 2000). Burada bir kuantum miktarı denilen bir enerji paketindeki enerji miktarının değerinin ışınım frekansıyla doğru orantılı olduğu söylenir. Bu çalışmaya ait sonuç denklemi de şu şekilde belirtilmiştir: **($E=h\nu=hc/\lambda$)**. Bu denklemde Planck, denklemin eşitliği için gerek duyduğu işlem sabitini 'h' ile göstermiştir. Bu sabit değeri, daha sonraları 'Planck sabiti' olarak adlandırılmış ve tıpkı diğer ışık hızı (c) ya da pi sayısı (π) gibi doğanın bir değişmez sabiti olarak kabul edilmiştir.

Yine aynı dönemler içinde bu sefer de Louis de Broglie adlı bir bilim insanı tarafından, parçacığa eşlik eden bir dalganın varlığı matematiksel olarak gösterilmiştir. 1913'de ise bu sefer sahneye Niels Bohr adlı fizikçi çıkmış ve bir atom çekirdeğinin yörüngesindeki elektronların açısal momentumunun yalnızca **$h/2\pi$** 'nin tam katları şeklinde değerler alabileceğini (Beiser, 1989) göstermiştir. Daha sonra ise bu yaklaşım Dirac tarafından biraz daha geliştirilip, bugün için en yaygın kullanım şekli olan $\hbar = h/2\pi$ halini almıştır. 1923'lü yıllara gelindiğinde ise parçacık-dalga kavramı süreçlerine bu sefer De Broglie tarafından bir aşama daha ekleme yapılmıştır. Bu şekilde parçacıkların bazen dalgalar gibi davrandıkları fikri çok daha fazla taraftar kazanmaya başlamıştır. Böylece Einstein'ın ünlü **$E=mc^2$** 'si ile Planck'ın ' **$h.f$** 'si arasındaki ilişki, yeni bir eşitlik olarak şu şekilde tespit edilmiştir: " **$E=mc^2=h.f$** "

Tarihler 1925'i gösterdiğinde ise, bu seferde Werner Heisenberg tarafından 'Matriks mekaniği' kavramı gündeme gelmiş ve hemen ardından 1926'da Erwin Schrödinger tarafından 'Dalga Mekaniği' olgusu ortaya konmuştur. Tüm bu yaklaşımlar kuantum kuramına çok daha geniş bir bakış açısı kazandırılmıştır.

2.2.1.2. Kuantum Mekaniğinin Makroskobik Dünyaya Uygulanması

Kuantum teorisinin içinde bulunduğumuz makroskopik dünyamıza uygulanması ise, 1935'de Erwin Schrödinger'in öne sürdüğü "Kedi düşünce deneyi" ile ortaya konulmuştur (Blatter, 2000). Bu yaklaşım sadece kuantum mekaniği için değil, bilinen evren anlayışımız için de çok büyük değişimlere vesile olmuş ve o güne dek bilinen nedensellik merkezli evren anlayışımız, Schrödinger'in dalga fonksiyonu denklemiyle olasılıklar evrenine doğru yer değiştirerek insan merkezli bir anlayış haline çevrilmek zorunda kalmıştır. Bu yeni fiziksel anlayışta artık sadece deney ortamının değil gözlemcinin de süreçlere büyük etkisinin olabileceği düşünülmeye başlanmıştır.

KM'nin bu yeni yaklaşımı ile o güne dek tanımlamayan ve tespit edilemeyen pek yeni ve özel sonuçlara ulaşmak mümkün hale gelmiştir. Nitekim KM olmaksızın bugün için ne DNA'nın moleküler yapısını, ne yıldızların spektrumunu, ne atomların kimyasal bağlarını ve ne de üstün iletken-akışkanların özelliklerini ve lazeri anlayamaz, anlatamazdık (Zurek, 1991).

Tüm bu süreçlere bakıldığında, KM anlayışının, kendine teorik temel parçacık fiziğinin tam merkezinde bir yer bulduğu görülmektedir. Dönemin bir takım önde gelen bilim insanları tarafından bilhassa atom ve atom altı yapıların doğru bir şekilde tanımlama ve anlatması bakımından oldukça uygun bir teori olarak görülmesine (Gerard't, 1999) karşın, karşı olan diğer bir kesim tarafından ise hiçbir netlik ve kesinlik içermeyen, olasılık ve belirsizliklerle dolu, pekçok yönden boşluklar içeren bir teori olarak değerlendirmiştir. Zira KM, o güne dek alışılmış ve genel kabul görmüş klasik fizikten farklı olarak net ve kesin değerlerden ziyade, bütün sistemlerin kesinlikler şeklinde değil, sadece istatistikî olasılıklar olarak tasvir edilebileceğini öne sürmektedir. Yani, aslında çok küçük sistemlerden daha büyük olanlara kadar, tüm evrenin görünürdeki nedenselliği, zannedildiği gibi sebep sonuç kesinliği ile değil, ihtimal toplamının 1'e eşit olmasına bağlıdır. Bu açıdan bakıldığında KM, sadece tek bir kuramdan oluşan bir bütün kuram olmayıp, o güne dek geçerliliği ispatlanmış en önemli fizik kurumların bir paketi şeklinde düşünülmesi (Stengers ve Prigogine, 1997) daha uygun görülmektedir. Tüm bu garipliklerine karşın, KM'ne inanmamızın nedeni ise; KM çerçevesinde oluşturulan matematiksel öngörülerinin, yapılan deneysel sonuçlarla mükemmel bir uyum gösteriyor olduğu (Feynman, 1988) gerçeğidir.

Tablo 2.2: Klasik fizik ve kuantum mekaniğinin karşılaştırmalı bazı farklılıkları tablosu.

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

2.2.1.3. Kuantum Mekaniğindeki Matematiksel Uygulamalar

Bugün KM açısından bakıldığında, içinde bulunduğumuz bilinen tüm evrenin, şu üç matematiksel varlık kullanarak tanımlanmaya çalışıldığı görülecektir (Medium.com-2016):

1. Hamiltonyan yapı (Sistemin toplam enerjisi),
2. Yoğunluk matrisi (Sistemdeki kuantum durumları arası ilişki),
3. Schrödinger denklemi (Tüm bunların zamanla değişimi).

KM'de yer alan kuantum temelli nesnelere, 'Hilbert Uzayı' diye tanımlanan ve çok boyutlu, soyut bir alanda mevcut olan, herhangi fiziksel bir şeye karşılık gelen ya da gelmeyen dalga fonksiyonları ile tarif edilirler (Chiribella, D'Ariano ve Perinotti, 2016).

KM, temel fizik kuramları içerisindeki en üstün kuramlardan biri olarak kabul edilir (HSOFT, 1999). Burada bahsi geçen üstün kuramın temel özellikleri ise şudur; bir üstün kurum, evren ve dünyadaki tüm olgulara uygulanabilir ve hiç bir gözlemsel sapmaya yer vermez. Km'ndeki yasalar o kadar kesin işlemektedirler ki, onları yadsımak mümkün değil gibi görünmektedir (HSOFT, 1999). Buna karşın KM'nin yasaları çok kesin bir biçimde formüle edilmesine rağmen sonuçları yorumlamak tuhaf bir belirsizlikle uğraşmaya benzer. Nitekim, bir cisim büyüdükçe ve buna bağlı olarak kütlesi de arttıkça, KM ile hareketin normal klasik fizik yasaları arasındaki farkı görmek giderek güçleşir (HSOFT, 1999). Zira bugün

için kuantum kuramının tanımları, ancak alternatif olasılıklar arasındaki enerji farkları çok küçük düzeyde kaldığı sürece, yalnızca molekül, atom veya atom altı parçacıklar düzeyinde değil, daha büyük ölçeklerde de uygulanabilmektedir (Penrose, 1999). Başlarda sadece mikro dünyanın sınırları içinde işleyebilen bir kuram olarak düşünülen kuantum yaklaşımı zamanla gelişme göstermiştir. 1980'li yıllarda yapılan çalışmalarla, çevresel etkenlerden yeterince uygun şekilde korunabilirse, sadece mikroskobik sistemlerin değil, makroskopik sistemlerin de kuantum sistemleri gibi davranabileceği gösterilmiştir (Cadderia ve Leggertt, 1983). Bu haliyle KM'nin, her ne kadar matematiksel açıdan üstün kural olma niteliğini en fazla taşıyan özelliklerde olduğu söylene de; içinde yaşadığımız dünyanın eksiksiz bir resmini tanımlamak için halen yetersizdir ve daha pek çok ilave çalışmaya muhtaç olduğu da bir gerçek olarak karşımızda durmaktadır. (Feynman, 2002)

2.2.2. Kuantum Mekaniğinin Temel Kabulleri

Kuantum mekaniğinin iç içe geçmiş olan temel kabulleri şunlardır:

2.2.2.1. Enerji Sürekli Bir Salınımda Değildir.

Alman fizikçi Max Planck'a kadar Newton fiziğinin yaklaşımı etkisiyle enerjinin sürekli ve kesintisiz bir akış halinde salındığı düşünölmekteydi. Oysa Planck 1900 yılında, kuantum yaklaşımının doğumuna sebep olacak öğelerden biri olan madde ile ışınım arasındaki dengeyi incelerken bu bahsi geçen yaklaşımın pek de doğru olmayabileceğini düşünmüştür. Ona göre enerjinin salınımı daha önceden kabul edildiği gibi sürekli bir şekilde değil de, birbirinden ayrı küçük salınımlar/küçük birimler şeklinde yayılması gerekmekte olup, bu sürecin tek bir yönlü olmayabileceğini iddia etmiştir. Planck'a göre söz konusu ayrık birimler, maddeden ışınımaya ya da ışınımdan maddeye de dönüşebilmektedir. Bu iddiasını kanıtlamak ve ilgili dengeyi elde etmek için, Planck, "**h**" katsayısını geliştirerek "**E=h.f**" ifadesini ortaya koymuştur. Söz konusu bu denklemden geçen, **E: enerji**, **f: frekansı**, "**h**" da **Planck sabitini** ifade etmektedir.

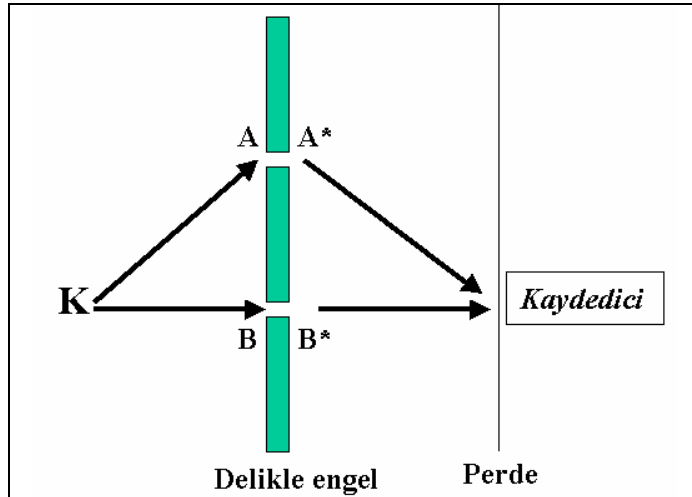
2.2.2.2- Parçacık-Dalga İkiliği Hâkimdir.

Önceleri ışığın/fotonun tanecik olduğu kabul edilmesine rağmen, daha sonra Young'ın çift yarık deneyleriyle, ışığın sadede parçacık gibi değil, yerine göre dalga gibi davrandıkları da ortaya konulmuştur. İşin en ilginç yanı ise KM'ne göre bu durumun sadece fotonlar için değil, elektronlar, ya da herhangi bir tür parçacıklar ve bütün halinde atomlar için bile geçerli olabileceği önerisidir. KM'ne göre her parçacık uygun koşullarda hem parçacık hem de tek başına bir dalga olarak davranabilir özelliktedir. Zira KM anlayışına göre parçacıklar dalgaya, dalgalar ise parçacığa benzer niteliktedirler. Bir parçacığın farklı yollar arasındaki girişim, maksimum ve minimum değerleri, ifade edilmiş bir olasılık dağılımı verir ve burada bir parçacığın başka bir yerde değil de belli bir konumda saptanması daha olasıdır. Yani, duruma göre ya dalga ya da parçacık olarak davranırlar. Bu durumun en açık şeklini de Young, yapmış olduğu çift yarık deneyi ile ortaya

koymuştur (Feynman, Leighton ve Sands, 1965). Young deneyi, Newton tarafından öne sürülen ve 17. ve 18. yüzyılda ışığın yayılma modeli olarak kabul edilen ışığın parçacık teorisini mağlup ederek, 1800'lerin başında ışığın dalga teorisinin kabul edilmesinde çok önemli bir rol oynamıştır.

Young deneyinde tekil şekilde foton/elektron salınan bir kaynağın karşısına, üzerindeki aralıkları bir kaç milimetre olan iki küçük delikli bir düzenek koymuştur (Şekil 2.7: A ve B). Deneyin ilk aşamasında söz konusu düzeneğin üzerindeki bir deliği kapattığımızda, perdenin arkasına kaynaktan çıkan tekil fotonların iz bırakarak ulaştığı tespit edilmiştir. Deneyin ikinci aşamasında, düzenek üzerindeki her iki deliği de açık bırakıp foton gönderilmesi yapıldığında ise, perdenin arkasında ilginç bir girişim deseninin olduğu görülmüştür. Üstelik, perde belirli bir uzaklıktaysa beklenenden çok daha fazla foton geçişi olduğu da tespit edilmiştir.

Normalde ikinci deliği açmanın, kaydediciye erişen foton yüzdesini her zaman arttıracakı düşünülse de gerçekte bu olmaz. Bununla birlikte gönderilen fotonların da "Ya bu delikten ya da diğerinden" gitmek şeklinde seçim yaptığını söylemek de aynı derecede yanlıştır. Zira bir delikten geçme genliği olan fotonun, diğer delikten de gitme genliği vardır. Ancak, tam delikler üzerine, perdeye ulaşmadan önce fotonların varlığını gösteren kaydediciler koyulduğunda ise, her iki delik açıkken fotonun hangi delikten geçtiği tespit edebilmiştir (Şekil 2.7: A* ve B*). Bu durumda bir foton gönderildiğinde ya birinci delik ya da ikinci delikten geçecektir. Çünkü teknik olarak fotonun ikiye bölünemediği düşünülmektedir. Bu durumda perde üzerinde bulunan kaydedici de birinci ve ikinci delikten geçen fotonların toplam yüzdesini gösterecektir. Bununla birlikte perdedeki girişim deseni de, kaydediciler deliklere konulduğunda yok olur.



Şekil 2.7: Çift yarık deneyinde, foton salınımının gösterimi. (Yılmaz, 2017).

Bu demektir ki; gerek fotona gerekse elektronlara dair, hem dalga hem de parçacık davranış özelliklerini göstermesi, ölçümün tipiyle yakın ilişkilidir. Yani, aslında sadece elektronun yapısal özellikleri hakkında konuşmak yerine, elektron ve ölçüm cihazının ikisinin birden oluşturduğu ortak özellikler hakkında düşünmek daha doğru görünmektedir. Zira elektronun parçacık-dalga davranışını bu ortak özellik hali belirleyici olmaktadır. İşte bu türden gösterilen davranış şekline "Kuantum mekaniksel davranış" denir (Darling, 2007). Bu durum, daha önce gördüğümüz hiç bir şeye benzemeyen ve çok kabaca söylenecek olursa, çekirdeği saran bir olasılık perdesi veya bulut tabakası şeklinde tarif edilecek bir yapıyı ifade etmektedir.

Çift-yarık deneyi (ve varyasyonları) kuantum mekaniğinin temel bilmecesini açıkça ortaya koyabildiği için klasik bir düşünce deneyi haline geldi. Richard Feynman, bu tek deney üzerinde dikkatlice düşünerek tüm kuantum mekaniğinin derlenebileceğini söylemiştir (Feynman, 1965).

Peki, madem her parçacığa bir dalga eşlik ediyor ise, büyük boyutlu yapılarda bu dalga durumu niye görülmemektedir?

KM'ne göre gerçekten de her parçacığa bir Broglie Dalgası eşlik etmekte olup bu durum " $E=h.f =mc^2$ " (E:Enerji, h:Planck sabiti, m:Kütle, c:Işık hızı, λ :Eşlik eden dalga boyu) şeklinde de formüle edilebilmektedir. Bu formülünden yola çıkarak, eşlik eden dalgayı, " $\lambda=h/mc$ " şeklinde hesaplamakta mümkündür ve ayrıca bu söz konusu yapı, "Compton dalga boyu" olarak adlandırılır. Bu formülasyondan yola çıkacak olursak; örneğin, ışığın %1 hızıyla hareket eden (1.0×10^6 m/s) bir tek elektrona 7.3×10^{-10} metre ya da 7Å genişliğinde bir dalganın eşlik ettiği hesaplanabilecektir⁽³⁾. Bununla birlikte elektrondan çok daha büyük yapıları makroskopik cisimlerin momentumları, çok daha büyük olduklarından söz konusu Broglie Dalgası'nın da, burada hesaplanan dalga boyundan kat ve kat daha küçük olacağı açıkça görülecektir Tam da bu nedendir ki makroskopik cisimlerin dalga özellikleri, atom altı partiküllerde olduğu gibi makroskopik olarak ya da belirli deney düzenekleriyle gözlememektedir. Zira verilen formül gereği, bir parçacığın ya da cismin enerjisi ne kadar yüksekse, dalganın uzunluğu da o kadar kısalcaktır. Yukarı bahsettiğimiz elektron yerine kütlesi çok daha büyük bir maddeyi, 75 kg ağırlığında olan bir insanı göz önüne alacak olursak ve de bu kişi 5 metre/sn. hızında koşturursak, bu kişiye sadece 1.7×10^{-36} metre genişliğinde bir dalganın eşlik edebileceği görülecektir⁽⁴⁾. Tüm bu nedenlerden ötürüdür ki elektronun dalga özelliği, atom düzeyinde çok büyük olmasına karşın, makroskopik cisimlerin dalga yapısı çok çok küçük olacağından makroskopik olarak gözlenmemektedir.

⁽³⁾: İlgili sonucu açık olarak hesaplayacak olursak: $\lambda = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js} / (9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.0 \times 10^6 \text{ m/s}) = 7.3 \times 10^{-10} \text{ m} \cong 7 \text{ Angstrom}$

⁽⁴⁾: İnsan boyutu için; $\lambda = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js} / (75 \text{ kg})(5.0 \text{ m/s}) = 1.7 \times 10^{-36} \text{ m}$ eşlik eden dalga boyu olarak elde edilir.

2.2.2.3. Schrödinger'in Dalga Denklemi

2.2.2.3.1. *Denklemin Genel İfadesi:* Klasik fizikteki "**F=m.a**" denklemi ne ise, kuantum mekaniği için de Schrödinger Denklemi odur. Temel olarak, Schrödinger'in dalga denklemi, olayların ya da olayların sonuçlarının dalga fonksiyonu cinsinden ifade edildiği bir eşitliktir. Bilhassa moleküler fizikteki araştırmaların, materyal ve ileri malzeme bilimi ve de nükleer fizik araştırmalarının neredeyse tamamı Schrödinger Dalga Denklemi'nin özelliklerine dayanır.

Schrödinger'in dalga denklemi; kuantum dalga sistemlerinin uzaya ve zamana bağlı değişimini ifade eden bir denklem sistemi olup, bir kuantum sisteminin çözümlenmesinde temel bir sonuca ulaşmamızı sağlayan dalga fonksiyonu çözümlemesidir. Max Planck'ın 1900 yılında ortaya attığı "Kuantum varsayımları" yayınından sonra, 1924'de ortaya çıkan Broglie varsayımı ve ardından da 1927 yılında ortaya atılan Heisenberg Belirsizlik İlkesi ile başka yeni teorilerin doğmasına vesile olmuştur. Broglie tarafından madde dalgalarının tanımlanmasının ardından, Erwin Schrödinger da parçacık ya da parçacıklar sisteminin farklı yerlerde, ne dereceye kadar bulunduğunu gösteren dalga fonksiyonu eşitliğini ortaya koydu. Bu şekilde, madde dalgasının dış kuvvetler altında nasıl değiştiğini tanımlayan denklemi formüle etmiş ve farklı uzaysal yerleşimler için bir dalga fonksiyonu $\psi(x,y,z)$ oluşturmuştur. Daha sonra da bu fonksiyonu, zamandan bağımsız dalga fonksiyonu olarak yeniden düzenlenmiştir. Bu haliyle Schrödinger, Broglie'nin madde tarafından oluşturulmuş ve onunla birlikte hareket eden dalgasını, farklı fiziksel problemlere matematiksel olarak uyarlanabilir kılınmasını da sağlamıştır. Tüm yaşanan bu ilerlemeler, Max Planck'ın kuantum varsayımları ve Schrödinger'in dalga mekaniği ile kuramları birleştirilerek, kuantum mekaniği kuramını ortaya çıkarmıştır.

2.2.2.3.1. *Denklemin Formüsel İfadesi:* Schrödinger Dalga Denklemi'nin kapalı formda gösterimi şöyle ifade edilebilir: **H** ψ = **E** ψ

Bu denklemde geçen "**H**" Hamiltonyen ifadesi olup, parçacığın toplam enerjisini veren bir operatörü temsil eder ve

$$H = \frac{p^2}{2m} + V \quad \text{şeklinde ifade edilir.}$$

Bu denklemdeki ilk terim kinetik enerjiyi, ikinci terim ise potansiyel enerjiyi temsil eder. Momentum operatörü olan $\vec{p} = -i\hbar\vec{\nabla}$ ifadesi de, denklemde yerine konursa Schrödinger denkleminin sol tarafı şu şekilde elde edilir.

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V \right) \psi = i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}$$

Bu elde edilen denklem, "Zamana Bağılı Schrödinger Denklemi"dir. Denklem sağ tarafının sıfıra eşit olması durumunda ise, "Zamandan Bağımsız Schrödinger Denklemi" elde edilmiş olunur.

Bu denklemde geçen ifadelerde şu şekilde tanımlanabilir:

\hbar = Planck sabiti ($1,1 \cdot 10^{-34}$ Js),

m ; parçacığın kütlesi,

V ; potansiyel enerji,

ψ ; parçacığa eşlik eden dalga fonksiyonudur.

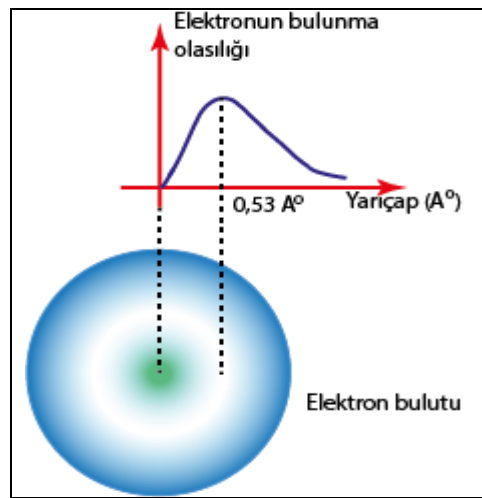
Parçacığın kinetik enerjisinin, hareket etmezken sahip olduğu iç enerjisinden oldukça büyük olması durumunda ise, enerjisi görelilik olarak ifade edileceğinden; $E^2 = p^2c^2 + m^2_0c^4$ şeklinde olur.

Bu sayede elde edilen Schrödinger denklemine ise, "Relativistik (görelilik) Schrödinger Denklemi" denir ve $D_t = \partial / \partial t$ olmak üzere şu formda yazılır:

$$\left(\nabla^2 - \frac{1}{c^2} D_t^2 \right) \psi = \left(\frac{mc}{\hbar} \right)^2 \psi$$

2.2.2.3.2. Denklem Yörünge Boyutu Olarak İfadesi

Schrödinger denklemi ile verilen dalga fonksiyonu, bir sistem için mümkün olabilecek ihtimalleri gösterir. Bu ihtimal belirli bir uzaklığa kadar çok yüksek iken, bu uzaklıktan sonra neredeyse sıfır olur. Örneğin bir hidrojen atomunun elektronu, herhangi bir anda atom çekirdeği ile sonsuz arasında herhangi bir yerde bulunabilir. Elektronun belirli bir anda bulunacağı yer ile bulunması muhtemel yerler aynı değildir.

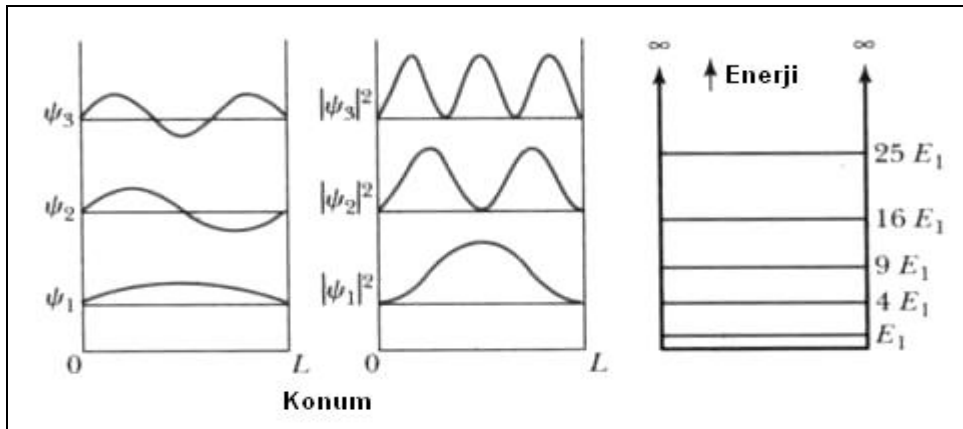


Şekil 2.8: Bir H atomunun elektronunun atom çekirdeğinin yörüngesindeki yerinin bulunma olasılığının gösterimi. (Yılmaz, 2017).

Deneyisel olarak bir elektronun belirli bir anda belirli bir bölgede bulunmasının sonlu olasılığı vardır. Bu durumun olasılığı 0 ile 1 arasında bir değerdir. Örneğin bir elektronun belirli bir yarıçapta bulunma olasılığı 0,4 olsun. Bu değer, elektronun bu konumda olma olasılığının % 40 olduğu anlamına gelir. Bu haliyle Schrödinger denklemleri, elektronun belirli bir anda nerede olacağını değil, orada olma ihtimalinin ne olduğu bilgisini vermiş olmaktadır. Bu da bize klasik fizik anlayışının tersine, atom içinde hareket eden elektronların belli bir zamanda tam olarak hangi konumda olduğunun kesin olarak bilinemeyeceğini ama onun yerine ancak bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yerleri tespit edebileceğimizi göstermiş olur. Bu süreçte elektronların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yerlere de "Elektron bulutu" adı verilir.

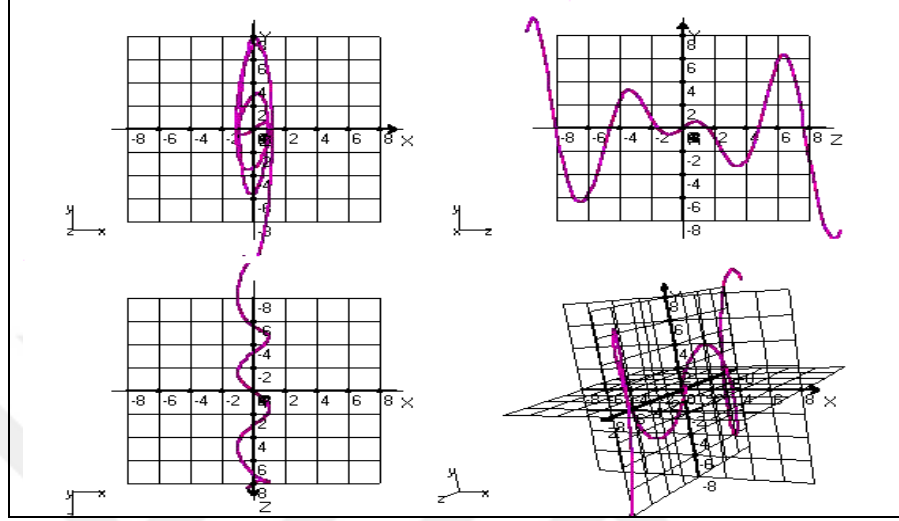
Hidrojen atomunun Bohr enerji seviyesindeki elektronun konumu birçok kere ölçülerek, yapılan ölçümler noktalar şeklinde belirlendiğinde elektron bulutuna benzer bir desen elde edilir. Farklı zamanlarda elektron bu desenin herhangi bir yerinde olabilir. Çok küçük de olsa anlık olarak elektronun çekirdek içinde olması ihtimali de vardır. Ancak elektronun, Bohr yarıçapı olarak tanımlanan uzaklıkta bulunma ihtimali daha fazladır. Schrödinger dalga denkleminin sonra Bohr'un ifade ettiği, elektronların sınırlı bir bölgede hareket etmedikleri daha net olarak anlaşılmıştır.

Klasik fizik yaklaşımı baz alınarak inceleme yapılırsa, Schrödinger denklemi yörünge denkleminin farklı bir dalga fonksiyonudur. Yörünge boyutu açısından gösterim için, öncelikle herhangi bir x-konumunu ele alalım. Bu konum için, dalga fonksiyonu $\psi(x)$ değerine sahip olur ve parçacığın x-konumunda var olma olasılığı, aynı zamanda parçacığın dalga boyunun genliği kadardır. Ψ -psi dalga fonksiyonu olasılık genliğidir. Genlik, dalgalanmalı olaylar dizininden doğan bir kavram olup, oluşan dalga fonksiyonu gözlemlenemez. Parçacığın izlediği yol ise, aynı eksenin etrafında dolaşarak bir eğri oluşturur.



Şekil 2.9: Dalga fonksiyonu $\psi(x)$ 'nin iki boyutlu konumsal olarak gösteriminin enerji düzeylerine göre dağılımı (Griffiths, 2005).

Eğer ki bir dalga denkleminin içinde bulunduğu uzayda sıradan bir doğru boyunca davranışını incelemek istersek, bu sefer de x-eksenini üç boyutlu düzlemde tanımlamamız gerekir.



Şekil 2.10: Uzayın 3-boyutlu yapısındaki bir parçacığın oluşturduğu ψ -eğrisi şekilleri (Griffiths, 2005).

Çok parçacık içeren sistemler için bu tanımlama çok daha karmaşıktır. Bunun için her bir ayrı parçacıkların, ayrı ayrı olası konumlarının tümünün farklı formülse yapılarla birleştirilmesi gerekir. Örneğin, daha basit olması adına sadece iki parçacıktan oluşan bir sistem düşünecek olursak, bu iki parçacıktan biri A noktasında, diğeri B noktasında bulunabilir. Başka bir durumda birincinin B'de ikincinin A'da ve ya her ikisi de A'da ya da B'de olma ihtimalleri de bulunabilir. Bu durumda ilgili daha belirgin olası konum bilgisi için iki parçacığı içeren her bir çift konum ile ilgili bir genliğe ihtiyaç duyarız. Bu durumda da sadece iki parçacık için; $10^2=100$ farklı konum, 3 parçacık içinse 1000 farklı olası konum durumu karşımıza çıkacaktır. İşte tüm bu nedenlerden ötürüdür ki, çok parçacık içeren sistemler çok daha karmaşık hesaplar gerektirir.

2.2.2.4. Belirsizlik Durumu

2.2.1.4.1. Belirsizlik Durumunun Genel İfadesi: 1920'li yılların başlarında Kuantum Teorisi, atomun etrafında kesikli sabit yörüngelerde elektronların bulunduğu bir model ile tasvir ediliyordu (Sakurai ve Napolitano, 2011). Her ne kadar tek elektronlu bir yapıya sahip hidrojen atomu için oldukça başarılı olan bu model, daha büyük atomları ve molekülleri açıklamakta ise bir o kadar yetersiz kalmaktaydı. O dönemlerde Max Born'un asistanı olarak çalışan Alman fizikçi Karl Werner Heisenberg, kuantum mekaniğine yeni bir yaklaşım getirecek farklı bir atom işleyiş modeli üzerine çalışmalarına devam etmekteydi. 1927 yılına gelindiğinde ise Heisenberg tarafından ortaya atılan "Heisenberg Belirsizlik ilkesi" kuantum mekaniğinin en büyük ve önemli yaklaşımlarından biri olarak tüm dünyaya bildirilmiştir (Griffiths, 2005). Özüne inildiğinde doğadaki en temel

olguların ve niceliklerin belirsizliğini anlatan belirsizlik ilkesi, ayrıca klasik fizik ile kuantum mekaniğinin birbirinden ayrıldığı en temel noktalardan da birini oluşturmaktadır. Genel hatlarıyla bakıldığında bu ilkede konum ve momentum birbirini desteklemeyen bir yapıda görünmektedir. Buradaki belirsizlik ilkesi, fiziksel bir sistemde konum ve momentumun her ikisinin birden aynı anda kesin olarak belirlenemeyeceğini söylemektedir.

Bu haliyle belirsizlik ilkesi, kuantum mekaniğinin en tartışmalı kabullerinden en başındaki yerini almıştır. Hatta o dönemlerde Einstein'ın bile kuantum kuramında kusur olarak kabul ettiği başlıca unsurlardan birisi olmuştur. Çünkü kuantum fiziği ile gelen söz konusu belirsizlik ilkesi bize, evrendeki her türlü cismin özelliğini hesaplayabilecek bir bilgisayarımız olsa bile bu özelliklerin asla tam bir kesinlik ile bilinemeyeceğini söyler.

Genel anlamda bakıldığında fiziksel olarak iki temel türde belirsizlikten söz etmek mümkündür:

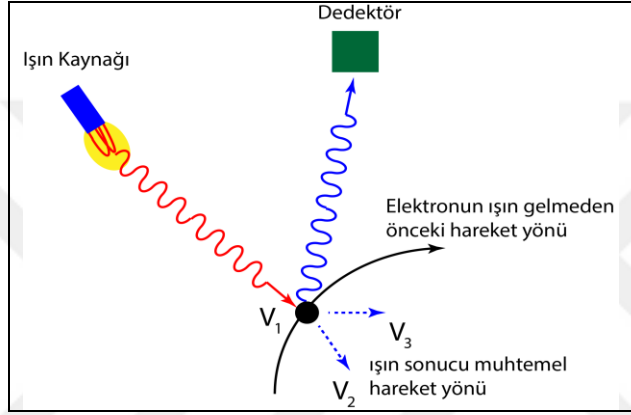
- 1- Sistemdeki cisimlerin sayısının çokluğundan kaynaklanan belirsizlik hali
- 2- Sistemde tek bir cisim olmasına rağmen, şartlara bağlı olarak gerçekleşen belirsizlik durumu.

Sistemdeki cisimlerin sayısının çokluğundan kaynaklanan ilk belirsizlik durumunda, sistemdeki bütün cisimler birbiriyle karşılıklı olarak güçlü etkileşimler halinde bulunmaktadır. Söz konusu nesnelerin aralarındaki etkileşimlerin çokluğundan dolayı, önceden bilinemeyecek tarzda değişik ve farklı koordinatlara yönelik davranışlar sergilenmekte ve bu nedenle de farklı formlarda belirsizlik halleri oluşabilmektedir. Buradaki belirsizlik öznel bir belirsizlik hali olup, kısmen sistemin bütünü hakkındaki bilgimizin yetersizliğinden kaynaklanır. Bir tek cisimden kaynaklanan ikinci türdeki belirsizlikte ise, kendi dışındaki etkiler nedeniyle değil de, daha çok cismin kendi içinden, kendi doğasından kaynaklanan bir belirsizlik hali hâkimdir. Objenin kendi iç yapısı, bilgi edinen öznenin ulaşamayacağı bir yapıdadır. Bu noktada ilk durum için geçerli olan öznellik hali son bulur ve nesnellik devreye girer. Zira artık bu durumda sadece olasılık halleri söz konusu olur.

Normal şartlarda bir elektronun hareketi ve konumu incelenmek istenildiğinde, elektronun var olan konumunu kesin olarak belirlemek için ona kısa dalga boylu yani yüksek enerjili bir ışık demeti gönderilir. Burada gönderilen ışığın, elektrona çarpıp yansması sonucu tekrar geri gelmesi sonucu elektronun bulunduğu konum belirlenmeye çalışılır. İşte belirsizlik paradoksu tam da bu noktada kendini göstermektedir. Zira tüm bu düzen içinde gözden kaçan en önemli durum ise, başlangıçta ihmal edilen enerji nakil durumudur. Burada gönderilen ışığın yüksek enerjili bir yapıda olması nedeniyle, yeri tam olarak tespit edilmek istenilen elektrona çarpması halinde, onu da etkileyerek elektronun da enerji düzeyinde ve dolayısıyla momentumunda değişime sebep

olacaktır. Bu nedenledir ki parçacığın hızı, dolayısıyla konumu anlık konumu, yanlış hesaplanmış olacaktır.

Özetle, atomaltı parçacıkların niceliklerinden birinin kesin olarak bilinmeye çalışılması halinde, diğer nicelikte değişimlere sebep olunarak ortamdaki belirsizlik düzeyinin artmasına yol açılacaktır. Ancak unutulmamalıdır ki belirsizlikler sadece ölçümlerden kaynaklanmamakta olup, aynı zamanda atomaltı parçacıkların herhangi bir anda nerede olduğunun ve nereye gittiğinin belli olmamasından, yani parçacığın karakteristik özelliğinden de kaynaklanabilmektedir.



Şekil 2.11: Bir elektronun yerini tespit etmek için yapılan bir deney düzeneğinin şekli (Yılmaz, 2017).

Tüm bu veriler ışığında, belirsizlik ilkesine göre fiziksel olarak, bir parçacığın aynı anda, hem momentumunun hem de pozisyonunun her ikisini birden bilmenin imkânsız olduğu görülecektir. Yani, parçacığın davranışını betimleyen belli özel değişkenlerin birinin belli olması yüzdesi ne kadar fazla olursa, diğerinin belirsizliği de aynı oranda artış gösterecektir.

Werner Heisenberg'in ifadesiyle parçacığın ilk bulunduğu konumu konumunu "x" ve momentum düzeyini de "p" ile göstermemiz halinde, söz konusu belirsizliğe dair formülasyon bilgisi de şu şekilde karşımıza çıkmaktadır:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

Bu denklemde kullanılan ifadelerse şu anlamlara gelmektedirler:

Δx : Konumdaki belirsizlik

Δp : Momentumdaki belirsizlik

\hbar : $h/(2 \cdot \pi)$ İndirgenmiş Planck sabiti (1.05×10^{-34} J·s)

Yukarıdaki eşitsizlikte, " Δx " bahsi geçen parçacığın konum bilgisindeki belirsizliği, " Δp " ise aynı parçacığın momentum bilgisindeki belirsizliği ifade etmekte olup, \hbar ise indirgenmiş Planck sabitidir. Bu denkleme göre bir parçacığın

momentumundaki belirsizlik ile konumundaki belirsizliğin çarpımı, $\hbar/2$ 'den büyük olmak zorundadır.

Tipki Schrödinger dalga denkleminde olduğu gibi, belirsizlik ilkesine dair üretilen bu denklemde de geçen Planck sabiti ifadesi, normal değer ifadesi olarak çok çok küçük bir ölçekte kaldığından, bu belirsizliği makroskopik dünyada gözleme imkânımız olamamakta, ancak atom altı ölçeğe indikçe belirsizlik belli bir şekilde kendini göstermeye başlamaktadır.

Bununla birlikte söz konusu belirsizlik ilişkisi olan sadece momentum ve konum arasında sınırlı kalmayıp, aynı belirsizliği enerji ve zaman ilişkisi içinde de görmemiz mümkündür. Enerji ve zaman arasındaki bu belirsizliğe dair denklemse ifade ise şu şekilde gösterilebilmektedir:

$$\Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$$

Bu denklemde kullanılan ifadelerse şu anlamlara gelmektedirler:

Δt : Zamandaki belirsizlik

ΔE : Enerjideki belirsizlik

\hbar = $h/(2 \cdot \pi)$: İndirgenmiş Planck sabiti (1.05×10^{-34} J·s)

Tipki momentum-konum belirsizliğinde olduğu gibi, enerji-zaman belirsizliğinin de muazzam sonuçları olmuştur. Nitekim yapılan çalışmalar göstermiştir ki; başlarda maddesel olarak boşluklar içerdiği sanılan uzayın, aslında hiç de sanıldığı gibi olmadığı ve hiçbir maddesel nitelikli varlık belirtisi olmayan bir bölge de bile, çok kısa süreli oluşup kaybolacak şekilde yeni parçacıkların meydana gelebildiği farkedilmiştir. Bunun yanı sıra bu belirsizlik ifadesi parçacıkların, kısa süreliğine büyük enerji kazanmalarına da sebep olabilir ki bu sürece de 'Kuantum Tünelleme' denmektedir. Örneğin normal şartlarda yıldızların enerji üretilip ışık yayması için çekirdeklerdeki moleküllerin enerji potansiyelini aşip füzyon tepkimesiyle birleşmeleri gerekir. İlginç olan ise; yapılan araştırmaların da gösterdiği gibi, yıldızların çekirdeğindeki sıcaklık, moleküllerin enerji bariyerini aşması gerekenden biraz daha düşük görülmektedir. İşte bu tip yıldızlar, enerjileri yetmediği halde söz konusu füzyon tepkimelerini gerçekleştirebilmelerini, burada bahsedilen enerji-zaman belirsizliğine borçlulardır.

Belirsizlik ilkesinin yanlış anlaşılmaya yol açan yorumlarından biri de, kuantum sistemlerinin özelliklerinin deneylerimizin kuantum sistemini etkilemesinden ötürü belirsiz olduğuna dair üretilen düşüncelerdir. Başka bir deyişle bu yorum, kuantum sistemleri hakkındaki bilgilerimizin belirsizliğinin ya da söz konusu çalışmalarda üretilen ölçümden dolayı meydana gelen bir belirsizlik yüzünden deney yöntemlerimizin hassasiyetlerinin azlığı sebebiyle kaynaklandığını öne sürülmektedir. Normal şartlarda ölçümden dolayı bazı

belirsizliklerin olduğu doğrudur. Fakat bu durumun kuantum fiziğindeki Belirsizlik İlkesi ile hiçbir alakası yoktur. Heisenberg bu örneği Belirsizlik İlkesi'nin daha iyi anlaşılması için vermiştir. Zira Heisenberg belirsizlik ilkesi, doğanın temelinde var olan, deneylerin mükemmeliyetinden bağımsız bir özelliktir.

Bununla birlikte elbette bilimin en temel özelliklerinden birinin deneyle ispat yöntemi olmasından hareketle, söz konusu belirsizlik ilkesine yönelik olarak da bir deney seti tasarımı gidilmiştir ve belirsizlik ilkesi, konum-momentum ikilisi üzerinden, Anton Zeilinger ve ekibi tarafından, 2001'de deneysel olarak test edilip doğrulanmıştır (Nairz, M.Arndt ve Zeilinger, 2001). Bahsi geçen deneyde, 900 Kelvin'de hazırlanmış fulleren (C70) molekülleri, önce 10 mikrometrelik bir yarıktan geçirilip, daha sonra genişliği değiştirilebilen ikinci bir kırılım yarığında da geçirildikten sonra, lazerler ve detektörler yardımıyla, parçacıkların momentum bilgilerindeki belirsizlik ölçülmeye çalışılmış ve deney sonunda da karşılıklarına belirsizlik prensibiyle mükemmel uyumlu bir sonuç çıkmıştır.

2.2.2.4.2. Belirsizlik Durumunun Alternatif İfadeleri

Belirsizlik ilkesinin, kuantum mekaniği açısından nasıl işlediğine dair geniş bir bilgi içeriğine sahip olunmasına karşın, ilgili belirsizlik durumu mümkün kılan süreçlerin neden ve nasıl geliştiğine dair, bazı görüş önerileri bulunsa da gerçek hala gizemini korumaya devam etmektedir. Bu süreçlerin işleyişine dair görüş önerisi öne süren fizikçilerden biri de Roger Penrose'dur. Penrose, kuantum mekaniğinin geleneksel yapısına dâhil olan fizikte, bazı kısımların muhtemelen eksik olduğunu düşünmektedir. Penrose, belirsizlik süreçlerinin oluşumunda daha çok durum vektörünün indirgenmesinin (R) etkili olduğunu ve dalga fonksiyonunun nesnel indirgenmesi, OR (Objectif reduction, nesnel indirgenme) adını verdiği olgunun, kuantum fiziğinin bu konudaki açıklama eksikliğini gidereceğini öne sürmektedir (Penrose, 1994).

Parçacık herhangi bir nesneyle temasa geçmediği sürece dalga fonksiyonu olan " Ψ "nin momentumu sabit kalacaktır ki bu durum için bir olasılık hali söz konusu olmaz. Buna karşın, parçacığın konumunu klasik düzeye yükseltmek istersek yani herhangi bir durumda ölçmeye kalkışırsak, işte tam o zamanda mutlak değer karelerini almamız gereken bir dizi olasılık genlikleriyle karşılaşmaya başlarız. Tüm bunlar ışığında; (Ψ) değeri dünyanın gerçekliğini tanımlarsa, (U) fonksiyonu asıl belirleyici olup, kompleks kuantum durumlarını her zaman korur ve süreklidir. Buna karşın (R) ise durum vektörünün çöküşü/indirgenmesidir. Sonuçta oluşan kuantum toplamları her zaman korunmaz olup, açık ve süreksizdir.

2.2.2.5. Kuantum Dolaşıklığı ve EPR Paradoksu

Klasik fizikle kuantum fiziği arasındaki temel ayırıcı unsurlardan biri de 'Yerellik' kavramıdır. Yerellik; uzay ve zaman içinde herhangi bir noktada oluşan bir olayın, yalnızca olayın yakın çevresindeki etkilere bağlı olduğu durumları

anlatır. Klasik fizikte karşılaşılan hemen bütün konular bahsi geçen yerellik ilkesine uygun olarak gerçekleşmektedir. Kuantum olayları ise, klasik fiziğin tam tersine yerellik ilkesine uyum göstermemektedir. Zira 'Kuantum Dolaşıklığı/Dolanıklığı (Entanglement)' olarak adlandırılan bir etki ile nesnelere birbirinden ayrı ama yine de karşılıklı iletişim halinde buldukları, bir ara durumdadırlar. Atom altı parçacıklar bazen yüksek enerjili bir çarpışmaya maruz kaldıklarında, birbirinin eşi (Fakat bazı özellikler açısından zıddı) parçacık çiftleri üretirler. Bu parçacık çiftleri, bazı özellikleri açısından birbirlerini tamamlarlar. Parçacıklardan birisi bir yönde spine sahipse, diğer eşi olan parça ise onun tam zıddı spine sahip görünmektedir.

Özetle kuantum dolaşımı; çoklu parçacıkların bir parçacık kuantum durumunun ölçülmesinin, diğer parçacıkların olası kuantum durumlarını belirleyecek şekilde birbirine bağlandığı anlamına gelir.

2.2.2.5.1. Kuantum Dolaşıklığı İçin Temel Spin Kavramı

Bu noktada atomlara ait bir başka özellik türünün daha etkisi devreye girmektedir ki bu da 'Spin' özelliğidir. Nasıl ki uzayda gezegenler, içinde buldukları yıldız sistemine bağlı olarak kendi etraflarında dönüyorlarsa, aynı şekilde foton ya da elektron gibi temel parçacıkların da spin adı verilen kendi eksenleri etrafında dönme özelliği bulunmaktadır. Spin, en genel anlamı ile bir objenin kendi etrafında dönme miktarını ifade eden bir büyüklüktür. Klasik mekanikte bu büyüklüğe 'Açısal momentum' adı da verilmektedir. Kendi etrafında dönen tüm cisimlerin belli bir açısal momentum değeri vardır. Bununla birlikte tek bir parçacığın açısal momentumunun ya da spin değerinin, çok ilginç bir şekilde sadece belli değerlere sahip olabildiği görülmüştür. Örneğin; atomaltı parçacıklardan olan elektron ve kuarklar, yarım tam sayılı spine sahip ($-1/2$ ya da $+1/2$) iken, fotonların ise tam aksine sadece tam sayı spine" (-1 ya da $+1$) sahip olabildiği Higgs bozonunun spinin ise de "0" olduğu tespit edilmiştir.

Spin değerlerinin tam ya da yarım tam sayıya sahip olması, bunların tamamen farklı şekilde davranmalarına sebep olmaktadır. Bunlara örnek olarak; elektron yarım tam sayı spine sahip bir parçacık olması sebebi ile atom etrafındaki yörüngelerde dolarken, her bir yörüngede belli sayıda elektron bulunabilmektedir. Bunun aksine, tam sayılı spine sahip parçacıklar aynı kuantum durumunda bulunabilme özelliğine sahip olabilmektedir.

2.2.2.5.2. EPR Paradoksu'nun Yapısı

"Kuantum Dolaşıklığı" durumunu en iyi "Einstein-Podolsky-Rosen (EPR) paradoksu" düşünce deneyi (1935) ortaya konmuştur. Bu konuları ilk ortaya koyan makale, 1935 yılında yayınlanan "Fiziksel Gerçekliğin Kuantum Mekaniksel Tanımı Tam Olarak Düşünülebilir Mi?" adlı çalışma (Einstein, Podolsky ve Rosen,1935) olmuştur. Einstein kuantum mekanik biçimciliği açısından ölçümlerle yorumlanarak ortaya çıkanlar dışındaki nesnel fiziksel bir gerçekliğin var olduğu

görüşünü protesto etmiş ve kendi düşüncesine daha çok uyan nedensellik teorisi adına bu fikirle mücadele etmeye çalışmıştır. Ancak, Einstein'ın ölümünden sonra yapılan deneylerden biri de (Lamehi-Rachti ve Mittag, 1976) Fransız bilim adamları Lamehi-Rachti ve Mittag tarafından 1976 yılında Saclay Nükleer Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiş olup bu deneyler, yerel gerçekçilik fikrinin yanlış olduğunu göstermiştir.

Albert Einstein, Boris Podolski ve Nathan Rosen'ın adlarına hitaben EPR Paradoksu olarak anılan bu düşünce deneyinin başlarda temel tasarlanma amacı; kuantum kuramının eksik, tamamlanmamış olduğunu göstermek içindi. EPR paradoksu ilk olarak, kuantum teorisinin temel formülizasyonları esnasında ortaya çıktığı düşünülen bir çelişkiyi ortaya koymak amacıyla oluşturulmuş bir düşünce deneyi olarak tasarlanmıştır. Bu durumun Einstein tarafından paradoks olarak sınıflandırılmasının sebebi ise, görünürde bu iki parçacığın Einstein'ın İzafiyet Teorisi'yle reddedilen, ışık hızından yüksek bir hızda iletişime sahipmiş gibi görünüyor olmasıdır. Zira Einstein, yerel olmama olayının açıklayabilecek, başka bir fiziksel gerçeğinin olması gerektiğinde ısrar ediyordu. Ona göre olasılık genlikleri, nesnel gerçeği tanımlamaktan çok uzaktı ve dolayısıyla da bu haliyle kuantum kuramının tamamlanmış bir kuram olmadığını düşünüyordu. Çünkü belirsizlik ilkesi ve dalga fonksiyonu gereği, birbirinden ayrılan parçacıkların spinleri birbirine zıt olsa da, bu spinler ölçülmediği/gözlenmediği sürece 'gizli' durumdaydı ve her parçacık için her iki spin durumunun da birlikte bulunduğu bir kuantum binişiklik (süperpozisyon) durumu söz konusu olmalıydı. Fakat parçacıklardan bir tanesinin spinini ölçüldüğünde hiç beklenmedik bir şey meydana gelmektedir ve elimizdeki parçacık, diğerinde ölçtüğünüz spinin tam tersi bir özelliği gösterecek şekilde anında değişime uğramış gibi görünür. Üstelik bu olgunun gerçekleşmesi için mesafenin de hiçbir önemi yok gibi görünmektedir. İstenirse bu iki eş parçacık evrenin iki farklı köşesine gönderilse bile, kuramsal olarak bunların birinde yapılacak bir ölçümün, anında diğer parçacığı bir şekilde etkileyebiliyor gibi görünmektedir.

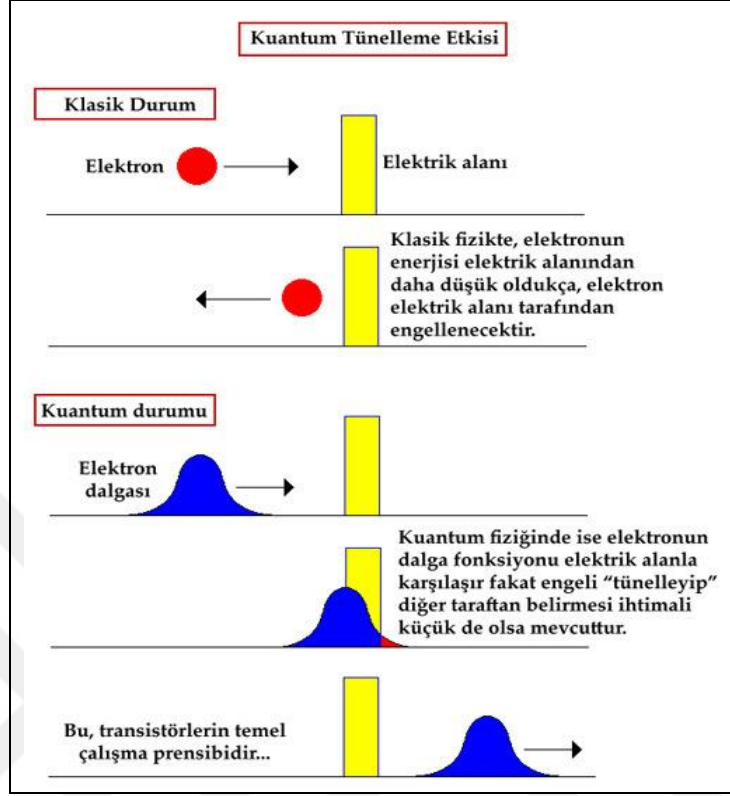
2.2.2.6. Kuantum Tünelleme

Kuantum mekaniğinin bir başka garipliği, küçük maddi parçacıkların aslında bulunmamaları gereken yerlerde birdenbire gözlenivermeleridir. Kısaca "Kuantum Tünelleme Olayı" olarak tanımlanan bu olgu, temelde klasik fiziğin bir parçası olmayıp KM'nin çok önemli bir yapısını oluşturur. Tünelleme kavramı, parçacıkların fiziksel olarak üzerinden aşması ve/veya içinden geçilmesi imkânsız görünen bir engelin içinden, engele ya da kendisine hiçbir zarar vermeden geçebilmesini anlatan bir kuantum olgusudur. Bu haliyle tünelleme olayı, sıklıkla Heisenberg belirsizlik ilkesi ve maddenin dalga parçacık ikiliği yapısı kullanılarak açıklanmaya çalışılır ve bilhassa Güneş benzeri yıldızlar dizisinde meydana gelen nükleer birleşmeler türünden birçok fiziksel olayda önemli bir rol oynamaktadır.

Kuantum tünelleme olgusu, ilk defa 1896'da Henri Becquerel tarafından keşfedilen radyoaktivite çalışmalarıyla geliştirilmiştir (Mohsen, 2003). Buna karşın Kuantum mekaniği kapsamında atomlar için geçerli olabilecek Tünelleme olasılığı olgusu ise ilk kez 1927 yılında Friedrich Hund tarafından fark edilmiştir (Mohsen, 2003). Hund, benzer enerjilere sahip iki ayrı durumun bir potansiyel engel ile ayrıldığı bir sistemde, bir çift kuyu potansiyelinde temel durum enerjisini hesaplariken tünellemenin ilk ipuçlarını da elde etmeye başlamıştır. Hund, yaptığı çalışmalar sonucunda amonyak gibi çoğu moleküllerin bu tür sistemlerin örneklerinden biri olabileceği sonucuna varmıştır. Tünelleme olgusunun matematiksel olarak yapılan ilk uygulaması ise, "Alfa bozunumu örneği" denilen bir çalışma ile olmuştur ki bu çalışma 1928'de George Gamow, Ranold Gurney ve Edward Condon tarafından uygulanmıştır. Bu iki araştırmacı, tünelin matematiksel olasılığını ispatlamak için, direkt olarak ilişkili olduğu parçacığın yarı ömrü ve emilim enerjisinin arasındaki ilişkinin sürümünden ve nükleer potansiyelini belirlemek için de Schrödinger'in denkleminde faydalanarak özel bir çözüme ulaşmışlardır.

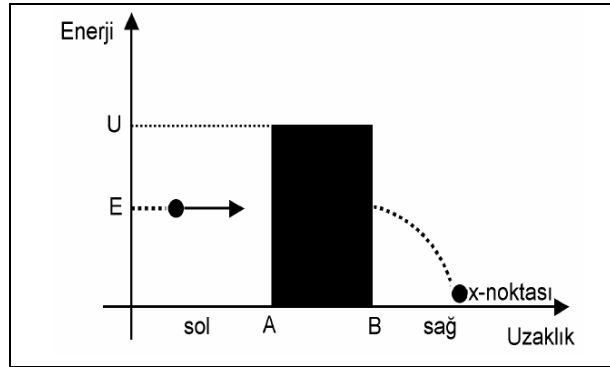
Klasik mekanikte, eğer bir parçacık bir potansiyel engeli aşmak için enerjisi yeterli değilse basitçe o parçacık o engeli aşamaz. Aynı şekilde klasik fiziğe göre de, herhangi bir cismin kinetik enerjisi negatif olamaz. Örneğin duvara atılan bir top, esneklik düzeyine göre duvarı delmeden diğer tarafa geçemez (Şekil:2.14). Bu nedendir ki duvara çarparak geri yansır. Klasik fiziğe göre normalde topun duvar engelini delmeden geçebilmesi için, negatif enerjiye sahip olması gerekmektedir. Zira klasik mekanikte radyoaktif atomlar hariç, normal atomun çekirdeğini oluşturan proton ve nötron gibi bileşenler, normal şartlarda atom çekirdeğini bir arada tutan çekirdek kuvvetlerini aşarak serbest hale geçemezler. Fakat bu olay radyoaktif atomlarda kendiliğinden gerçekleşir ve her nasılsa, bazı atom çekirdeği elemanları, etraflarındaki enerji engelini hiç çaba harcamadan geçip, radyoaktif ışınla denene süreçle atom çekirdeğinden kurtulurlar.

Kuantum dünyasında, dalgalar bir engel ile karşılaştıklarında, söz konusu kuantum dalgası aniden sönümlenmeyip genliği üstel olarak azalacaktır. Genlikteki bu azalma, engel içinde izlediğimiz bir parçacığın bulunma olasılığındaki azalmaya karşılık gelir. Eğer aşılması gereken engel yeterince ince ise, genlik diğer tarafta sıfırdan farklı olabilir. Yani orada bazı parçacıkların engel boyunca tünelleme yaptığına dair sonlu bir olasılık vardır.



Şekil 2.12: Kuantum tünelleme olayının kuantum fiziği ve klasik fizik açısından karşılaştırmalı olarak bir değerlendirilmesi (Atmaca, 2017).

Tünellemenin özel bir açıklaması aslında Schrödinger'in dalga fonksiyonunda gizlidir. Durumu fiziksel olarak tanımlayacak olursak; "E" enerjili bir parçacık, potansiyel engelinin maksimum yüksekliği "U" olan bir boyutlu bir enerji potansiyel duvarının içinde bulunduğunu düşünelim: Klasik fiziğin bakış açısına göre; eğer $E < U$ olması halinde, parçacık daima orada kalacaktır. Eğer $E > U$ ise, parçacık bariyeri aşip dışarı kaçabilir. Fakat KM'nin bakışı bu kadar basit değildir.



Şekil 2.13: Bir parçacığın klasik fizikte ve kuantum fiziğinde konumsal durumu ve kuantum tünelleme olayı. (Atmaca, 2017).

KM'e göre; $E < U$ durumunda, yani bir enerji engelini aşmak için yeterli enerjisi olmayan bir kuantum parçacığı, bu engeli aşma olasılığına sahiptir. Yani, engelin diğer yanındaki x -konumunda bulunma olasılığı sıfır değildir ve bunu yapabilir. Bu diğer tarafa geçiş olgusu, dalga mekaniğinde şu şekilde açıklanır:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U)\psi = 0$$

Genel çözümü ise şu şekilde olur:

$$\psi = A \left[\left(\frac{2\pi i x}{h} \right) \sqrt{2m(E-U)} \right]$$

Bu denklemde A ifadesi (grafikte $x=0$ olarak A) sabittir. " x " değeri engele olan uzaklık, " m " değeri parçacığın kütlesi ve " i " ise kompleks matematikten dolayı $\sqrt{-1}$ 'dir.

Eğer $E < U$ durumunda ise engel kalın ya da ince olsun fark etmez. Parçacık soldan sağa, x -noktasına geçmeyi başarır. Bu durumda da çözüm şu şekilde olur:

$$\psi = A \left[-\left(\frac{2\pi x}{h} \right) \sqrt{2m(U-E)} \right]$$

2.2.2.7. Varlık-Yokluk Anlayışının Yeni Hali

KM'e göre parçacık kavramı, klasik mekanikteki kadar kesin değildir. Burada klasik fizikten farklı olarak parçacıklar, enerjisi sürekli bir akış halinde değil, ayrı paketçikler halinde taşırlar. Bu süreçte parçacıklar her daim sürekli olarak bir an için var olurlarken bir an içinde yok olmaya devam ederler. Bundan dolayı, çok kısa bir an aralığında geçici bir varoluşa sahiptirler.

Aynı değişim durumu parçacığın içinde bulunduğu uzay kavramı için de geçerli olmuştur. Einstein'ın yerçekimsiz alan kuramı ve buna ilaveten geliştirilen kuantum alan kuramı ile parçacık ve onu çevreleyen uzay ayrımı ortadan kalkmıştır. Çok daha uzun süreli bir var oluşa ve de kütle, enerji, momentum değerleri arasında katı ilişkilere sahip olan daha büyük kütleli maddesel nesnelere, kendi çevrelerindeki uzayın yapısını etkilerken, uzayın temel yapısını belirleyen daha küçük parçacıklar ise, yalıtılmış varlıklar olarak değil, uzayın her yerinde bulunan sürekli bir alanın bölgesel yoğunlaşmaları şeklinde etki gösterirler. Bunun sonucu olarak da bir parçacıkla etkileşime giren bütün diğer parçacıklar, her an bir değişimin içinde olurlar. Bu nedenledir ki KM'de enerji olayı aslında birer kuantum dalgalanması (Quantum Fluctuation) olayıdır (Pagels, 1993).

KM ile birlikte anlam değişimine uğrayan kavram da boşluk kavramıdır. KM'ne göre gerçek boşluk, ya da vakum durumunda bile aslında o mekânın içi gerçek anlamda boş değildir. Kuantum boşluğu daha çok, sürekli ortaya çıkan ve ortadan kaybolan sanal parçacıklar denizine benzetilebilir. Herhangi bir gözlem eylemi ile söz konusu parçacıklar gerçek parçacıklar haline dönüştürür. Enerji, bu parçacıkları yaratmak için adeta boşluktan ödünç alınır ve hemen hemen aynı anda geri verilir (Tarlacı, 2003). Yaratılan parçacıklar zıtları ile birlikte ortaya çıkarlar ve bu çiftler sürekli olarak birbirlerini yok ederler. Yani bu haliyle vakum; dinamik ve sürekli bir akış halinde olan adeta bir canlı bir boşluk gibidir (Tarlacı, 2003).

Fiziğin önemli yaklaşımlarından biri olan "Bootstrap" (Ayakkabı bağı) felsefesini ortaya atan *Geoffrey Chew'e* göre; doğa maddenin temel yapı taşları gibi temel birimlere indirgenemez (Tarlacı, 2003). Nesnelere karşılıklı tutarlı ilişkileri sayesinde bir arada dururlar ve bu bağları oluşturan parçaların hiç birisi temel oluşturmayıp hepsi diğer bölümlerin özelliklerini taşırlar. Chew'e göre bu teori, kuantum teorisinin temel ilkelerini, makro dünyadaki zaman-mekân anlayışımızı ve hatta insan bilinci anlayışımızı içerir (Tarlacı, 2003). Buna göre; eğer bildiğimiz anlamda katı gerçeklik, gözlem/ölçüm yapılmadığında yoksa veya ortaya çıkmıyorsa, gözlemler arasında olan hiç bir şey bütünüyle gerçek olmayabilir. Yani kuantum matematiksel olarak söylenecek olursa, bir anlamda dünya aslında sadece olasılık dalgaları olarak vardır. Gözlenene kadar da o şekildedir. Gözlenince olasılık dalgalarından oluşan bu yapı bir çok olasılıktan birine nesnelleşir ve varlık hali kazanır. Gözlem olayı, gözleyen kişi tarafından bırakıldığında ise, nesnellik hali çözülerek tekrar olasılık dalgaları haline dönüş yapar ve tekrar bir gözlem olana kadar o şekilde olmaya devam eder.

2.2.2.8- Kuantum Olasılık Hali

Klasik fiziğin temel yaklaşımlarından biri olan determinizm ya da diğer adıyla belirlenimcilik yaklaşımıdır. İlk olarak ünlü düşünür Kant tarafından kullanılan bu kavrama göre; meydana gelen tüm doğa olayları ve insana ilişkin olguların, kendilerinden gelen olgular ve olaylar nedeniyle meydana geldiği ileri sürmüştür. Başlangıçta, bilimin açıkça ortaya koyduğu nedensel belirlenimler topluluğuna dikkat çekmiş ve öngörüye yakın bir anlamda kullanılmıştır. Zaman içinde yer yer kadercilikle karıştırılmış olursa da, aslında belirlenimcilik olasılıkları hiç bir zaman dışlamamıştır (Ruelle, 1994). Fakat yine de bir sistemin temel işleyişi çözüldüğünde sonraki tüm süreçlerin de büyük bir olasılıkla öngörülebileceğini belirtmekten de geri durmaz.

Oysa Kuantum fiziğinin getirdiği yeni fizik dünya anlayışıyla birlikte, maddenin atom altı yapısının, sanıldığı gibi determinist değil daha çok düalist bir davranış gösterebildiği ortaya konmuştur. Yani yeni fizikle birlikte anlaşılmıştır ki; atom altı temel yapıları çift karakterli özelliklerde bilinen nedensellik ilkelerine uymamaktadırlar. Yani aslında mutlak bir kesinlikten ziyade sadece olasılıkları

hesaplama imkânıyla sınırlı olup, söz konusu olasılık fonksiyonunun kendisi de, olayların zaman boyunca gidişini ifade etmemektedir. Yalnızca olayların meydana gelme eğilimini, olayın olabilme derecesini, ya da olay hakkında bilgi derecemizi yansıtmakla sınırlı tutulmaktadır. Bu açıdan bakıldığında aslında elde edilen değer oldukça rastlantısal ve öngörülemez gibidir. Ancak, yeterli miktarda fazla sayıda ölçüm yapıldığında sonuçları çok daha yüksek olasılıkla doğruya yakın olarak öngörülebiliriz. Yani, Kuantum dünyası, istatistik olasılık yasaları dâhilinde harekete izin vermekle yetinir. Bu haliyle kuantum dünyasının 'belirsizlik' dünyasından da öte 'olasılıklar' dünyası olduğu söylenebilir (Ruelle, 1994). Çünkü söz konusu gözlem/ölçüm yapılmadan önce, Schrödinger'in zamana bağlı eşitliğindeki dalga fonksiyonu olan " ψ ", diğer olası durumların bir karışımı halindedir. Yani, gözlenmemiş bir parçacık, başlangıçta sadece olasılık dalgası halindedir.

Bununla birlikte yapılan her gözlem/ölçüm ise bir dizi durumları içeriyor olup oluşan her durum da gözlemin bir sonucunu oluşturabilir. Örneğin yapılan her bir gözlem sonrasında elimizde " N " kadar gözlem olasılığı varsa bunların her birini $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_N$ ifadeleri ile ve elde edilebilecek ölçümlerin her birini de a_1, a_2, \dots, a_n ile simgeleri ile gösterebiliriz. Bu durumda sistemin toplam durumu " $\Psi = C_1\phi_1 + C_2\phi_2 + \dots + C_N\phi_N$ " ile ifade edilir.

Ölçüm ya da gözlemin yapılmasıyla birlikte ise, dalga fonksiyonu olan " ψ ", diğer durumların (ϕ_s) karışımı olan halden, tek bir alternatifte, a_1, a_2, \dots, a_n 'den herhangi biri olan tek bir sonuca indirgenir. Bu durum fizikte "Çökme" ya da "Dalga fonksiyonunun indirgenmesi" olarak adlandırılır. Çökme olgusu, " ψ " de devamlı olmayan bir değişikliktir olup, başlangıç durumu olan " ψ " kesin olarak bilirse bile sonuç kesin olarak bilinemez. " ψ " oluşan enerji değerlerin herhangi birinin sonucu olabilir. Bu durum kuantum fiziğinin klasik fizikten ayrılan noktalarında biridir. Zira klasik fizikte aynı nitelikteki cisimlerin aynı değerdeki ölçümlerinin, aynı sonucu vermesi gerekir. Oysa kuantum fiziğine göre sadece sistemdeki seçenekler bir tane ise diğerlerinin durumu kesin olarak ölçülebilir. Seçenekler çoğaldıkça bu ölçüm de aynı oranda kesinlikten uzaklaşarak olasılıksal hale dönmeye devam eder.

Tüm bunların yanında Hugh Everett'in çoklu dünya/zihin yorumu, gözlenmeyen atomun kuantum pozisyonlarının sadece olasılık değil, gerçek olduğunu da öne sürmüştür (Tarlacı, 2003). Bu ilginç teoriye göre, olasılık durumlarından her biri aslında farklı evrenlerde gerçek olarak bulunabilecek olan durumlardır. Everett'e göre, olası her şey, dev bir evren içinde küçük olasılık evrenleri olarak bulunabilir. Tüm bu olasılık durumlarından her birini gözlemleyen insanların olduğu birçok alt evren bulunabilir ama bu insanların birbirlerinden haberi olmayabilir. Anlaşılacağı gibi bu modelde 'olasılıktan gerçeğe, gözlemcilerle yaratılan gerçeklik geçişleri yoktur, aslında gerek de yoktur' (Tarlacı, 2003).

2.2.2.9. Kuantum Eşdurumluluğu (Coherence) ve Bose-Einstein Yoğunlaşmaları (BEY)

Kuantum dünyasının etkisinin genelde çok küçük bir alan, atomlar ve temel parçacıklar düzeyiyle sınırlı bir dünya olduğu düşünülür. Neyse ki 'Bose-Einstein Yoğunlaşması' (BEY) gibi tuhaf bir olgu sayesinde bu sınırların sanıldığı gibi çok da dar bir dünya için geçerli olamayabileceği gösterilebilmiştir. Zira bu deney göstermektedir ki; uygun koşullar sağlandığı takdirde, bazı özel makroskopik sistemleri oluşturan elemanlar da, tıpkı atomaltı parçacıklar gibi, son derece ahenkli bir forma gelip, birbirlerinin tıpatıp aynısı olan ortak bir dalga hareketi gibi "Eşdurumlu" (coherent) hale gelebilmişlerdir (Tarlacı, 2003). Bunun sonucunda da, parçacıkların ahengini sağlayan o küçük çaptaki kuantum olasılık etkileri, makroskopik bir karakter kazanıp görünür hale gelirler. Bu sistemler, böyle bir olayı birbirlerinden bağımsız olarak tahmin eden Hintli fizikçi Satyendra Nath Bose ve Albert Einstein'ın adlarına hürmeten "Bose-Einstein yoğunlaşmaları" (condensate) olarak adlandırılmıştır.

En temel anlamda BEY; bozon denilen atomaltı yapıların, seyreltilmiş gaz hallerinin mutlak 0° sıcaklığına (0°K veya -273,15 °C'ye çok yakın) yakın değerlerde soğumasının ardından ortaya maddenin yeni bir hâli çıkmasının beklendiği durumun bir karşılığıdır. Bu deneyde ekip, bozonik atomlarının çok düşük derecelere kadar soğumasının yeni bir madde formu oluşturarak ulaşılabılır en düşük nicem durgusuna dönüştüğünü göstermeyi hedeflemiştir.

BEY düşüncesi 1924 yılında Hindistanlı teorikçi Satyendra Nath Bose'un özdeş parçacıklardan oluşan bir gaz gibi davranan fotonlar için Planck'ın karacisim ışınması yasasını türettiğinde ortaya çıkmıştır. Bose'un çalışmalarını Albert Einstein'e göndermesinin ardından Einstein, Bose'un bu teorisini atomlardan oluşan bir ideal gaza genelleştirmeye çalışmıştır. Buna göre eğer atomlar yeterince soğuk olurlarsa onların dalga boylarının çok büyük ve onların dalga fonksiyonlarının da üst üste geleceğini öne sürülmüştür. Bu atomlar aslında kendi özdeşliklerini bir makroskopik kuantum durumu veya 'Süperatom' oluşturarak kaybedeceklerdir. İşte bu öngörülerdeki süperatom veya makroskopik kuantum durumu, bir Bose-Einstein yoğunlaşması örneği olarak günümüze dek gelmiştir.

Uzun yıllar boyunca, BEY fikri, teorik bir fikir olarak kalmıştır. Hatta 1980'lerde gelişmekte olan ultra düşük sıcaklıklara atomların soğutulması için lazer soğutma tekniklerine bakarak BEY sadece bir olasılık olarak değerlendirilmekteydi. Ancak 5 Haziran 1995 Pazartesi günü, Colorado Üniversitesi ve ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nden (NIST) bir grup araştırmacı JILA laboratuvarında dünyanın ilk BEY'i oluşturmayı başardıklarını ilan ettiler (NIST, 2015). Bu araştırmacılar bir lazer ve buharlaşmalı soğutucu kombinasyonunu kullanarak, 170 nanoKelvin ($1.7 \times 10^{-7}K$) sıcaklığına sahip bir manyetik tuzakta, 2000 tane Rubidyum-87 atomundan oluşan bir BEY üretmeyi başardılar (NIST, 2015). Bu çalışmadan birkaç ay sonra, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden bir başka araştırmacı grubu Wolfgang Ketterle ve

arkadaşları da, 2 mikroKelvin sıcaklığındaki 500 bin 'Sodyum-23' atomundan bir BEY yapmayı başardıklarını duyurdular. Her iki grubun tüm bu çabaları 2001 yılında Nobel Fizik Ödülü ile ödüllendirildi (Levi, 2001). Sonraki yıllarda ise BEY çalışmaları daha da hız kazanmış ve nihayet Kasım 2010'da ilk BEY fotonu gözlemlenmiştir (Klaers, Schmitt, Vewinger ve Weitz, 2010). 2012'de ise BEY foton teorisi geliştirilmiştir (Durrani, 2013). Bu BEY'e geçiş belirgin içsel serbestlik derecesi ile etkileşmeyen parçacıklar içeren üç boyutlu üniform gazların kritik sıcaklığın altında oluşur:

$$T_c = \left(\frac{n}{\zeta(3/2)} \right)^{2/3} \frac{2\pi\hbar^2}{mk_B} \approx 3.3125 \frac{\hbar^2 n^{2/3}}{mk_B}$$

- T_c : Kritik Sıcaklık,
 n : Parçacık Yoğunluğu,
 m : Bozon Başına Düşen Kütle,
 \hbar : İndirgenmiş Planck Sabiti,
 k_B : Boltzmann Sabiti
 ζ : Riemann Zeta Fonksiyonu; ($\zeta(3/2) \sim 2,6124$)

BEY'in uygulanması modern fiziğe pek çok önemli kazandırılmasını sağlamıştır. Bu buluşların en ünlü örneklerinden birisi, "Süper/üstün iletkenler"dir. Süper/Üstün iletkenlik; normal şartlarda elektrik akımına karşı bir direnç göstererek elektrik akımının geçmesi sırasında oluşturdukları ısı ile akımın sönümüne yol açan iletkenlerin, yaklaşık -200 dereceye kadar soğutulduklarında ise, akıma karşı neredeyse sıfır düzeyde direnç göstermeleri şeklinde ortaya çıkan özel bir durumun tanımıdır. Böyle bir üstün iletkende ilerleyen akımın, teorik olarak çok uzun yıllar boyunca herhangi bir direnç/sönüme uğramadan yoluna devam edebileceği düşünülmektedir. Zira fizik yasalarına göre, bir iletkendeki elektrik akımına karşı oluşan direnç, iletkeni oluşturan atomların rasgele hareketlerinden kaynaklanmaktadır. Oluşan bu rasgele titreşimler parçacıkların farklı dalga işlevleri ile yakından ilişkilidir. Böyle bir sistem soğutulduğunda ise, atom ve molekül hareketleri gittikçe azalacak ve mutlak sıfır noktasında tüm sistemi oluşturan parçacıklar aynı dalga işlevine sahip bir Bose-Einstein yoğunluğu oluşturarak eşdurumlu bir sistem haline dönüşeceklerdir. İşte bu sayede elektrik akımına karşı gösterilen direnç, normal iletkenlere göre çok çok daha azalacak ve üstün iletkenlik durumu ortaya çıkmış olacaktır.

BEY'in temel alındığı bir başka bilinen örnek ise, "Lazer" (*LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation; Uyarılmış Işıma yayılması ile ışık yükseltmesi*) olarak bilinen yüksek enerjili ışınlardır. Lazerlerin üretilmesi, genellikle yakut gibi maddelerin atomlarının ışın bombardımana tutulması sonucu ortama ışık fotonları çıkartması esasına dayanır. Bir lazerde, ışık hüzmelerini oluşturan tüm fotonlar, aynı dalga işlevini paylaşan eşdurumlu bir sistemin

elemanlarıdır. Bu sayede lazer ışınları, binlerce kilometre yol aldıkları halde, normal bir ışık huzmesinde gözlenen dağılma durumunu göstermezler ve yoğunluklarını büyük ölçüde korurlar. Bu durum da lazer ışınının Bose-Einstein yoğunlaşması karakteri taşıdığıнын bir kanıtı olarak açıklanır.

Az bilinen bir diğer örnek ise sıvı helyumun üstün akışkan halidir. Burada da yine sistemi oluşturan helyum atomları bir BEY gibi davranırlar. Bu haliyle de tıpkı üstün iletkenlerde olduğu gibi, akışa karşı normal bir akışkanın göstereceği direnci sıfır düzeyine indirerek, üstün bir akışkan haline gelir ve hiç bir dirençle karşılaşmadan boru sistemleri içinde akıp gidebilirler. Bu türden örnekler, Bose-Einstein yoğunlaşmalarının istisnai makroskopik örneklerinden bazılarıdır. Bu tip olayların önemli bir ortak özelliği de, kuantum etkilerinin büyük boyutlara taşınarak nasıl gözle görülebilir sistemleri etkileyebilir hale geldiğini gösterebilmesidir.

Her ne kadar mekanik sistemler temel alındığında bu tip örnekler heyecan ve ilham verici bulunarak teşvik edilmişse de söz konusu durum canlı sistemler olduğunda ise aynı heyecan ve teşvikin pek duyulmadığı da görülmektedir. Bilhassa sinir bilimleri açısından, beyin gibi büyük bir organın ve zihin gibi karmaşık bir işlevin açıklanmasında, BEY fikrinin uygulanmaya çalışılmasının, oldukça ilginç ve tartışmalara açılımlara yol açtığı ve açmakta olduğu görülmüştür. Özellikle son 50-60 yıldır, bu tipten Bose-Einstein yoğunlaşmalarının bir ürünü olan eşdurumluluk hallerinin, bilincin temelini ve bilinç bilimindeki bağlantı problemi, teklik tecrübesi gibi sorunları açıklayabilecek bir zemin oluşturabileceği konusunda ciddi savlar boy göstermeye başlamıştır.

Bu tipten yaklaşım gösteren araştırmacılardan biri de Fizikçi Herbert Fröhlich'tir. Fröhlich, canlılardaki moleküler titreşimler üzerine ilginç kuramları ve öngörülerini olan bir fizikçi olup, BEY'in hayatın ayırıcı özelliklerinden biri olduğunu iddia etmiştir (Fröhlich, 1968). Onun görüşüne göre, kendi düşüncesinin bir ürünü olan "Organik Fröhlich Sistemleri", kendi kuantum eşvireliliklerini canlı bir hücre boyutunda sürdürmektedirler. Çünkü bu Fröhlich sistemleri, makroskopik mesafelere uzanan öz-organizasyon durumlarıdır. Ona göre canlı sistemler, bağıdaşıklık ve hücre veya organ boyutlarındaki karmaşık işlemleri koordine etme kapasiteleriyle nitelendirilirler ve aralarında uygun elektriksel özelliklere sahip bir ortam bulunan büyük ve (tercihen) polar moleküller, eşdurumlu titreşim ve rezonans özellikleri gösterebilirler. Bunun bir diğer anlamı da, bu şekilde kenetlenmiş iki molekül, birbirlerinden çok uzakta olsalar bile, birinin belli frekanslarda titreşmesi ile diğerinin de eşzamanlı ve eşdurumlu olarak aynı frekansta titreşmesi mümkün kılınabilecektir. Bu da moleküllerin eşdurumlu titreşimleri aracılığıyla nispeten uzak mesafeler arasında kuantum-fiziksel bir bilgi aktarımı olması anlamına gelmektedir (Fröhlich, 1968).

Fröhlich'in bu öngörüsüne temel oluşturan moleküller, biyolojik yapılarda bol miktarda bulunan büyük, kutuplu moleküllerdir ve özellikle hücre zarını oluşturan fosfolipid molekülleri bu açıdan en önemli aday moleküller olarak

değerlendirilmektedir. Fröhlich, bu durumun BEY'E benzer bir şeyin göstergesi olduğunu ileri sürmüştür. Çünkü BEY sistemi, makroskopik boyutların tek bir dalga fonksiyonu ile tanımlandığı bağdaşık bir sistemdir. Fröhlich, canlı sistemlere metabolik enerji pompalandığında da, benzeri bir şeyin gerçekleşebileceğini öne sürmüş ve onları hücre zarlarında aynı EVRE içinde salınan moleküller olarak modellendirilmiştir. Bu BEY'E benzeyen yaklaşımı diğerlerinden farklı kılan ve bu haliyle de en çok tepki toplayan en önemli yanı ise diğer mekanik örnekleri gibi aşırı düşük sıcaklığı gerektirmemesidir. Hatta O bu durumun, yeryüzünde bulunan normal sıcaklıklarda gerçekleşen sıradan bir durum olduğunu öne sürmektedir (Marshall, 1989).

Fröhlich sistemleri kavramı, bu haliyle yaşamsal faaliyetlerinin koordinasyonu ile ilgili çok önemli sorulara cevap verir nitelikte önermeler öne sürse de, birkaç anlamlı deneye rağmen, yine de genel bilimsel camianın kabulünü bekleyen bir hipotez olarak kalmıştır (Marshall, 1989).

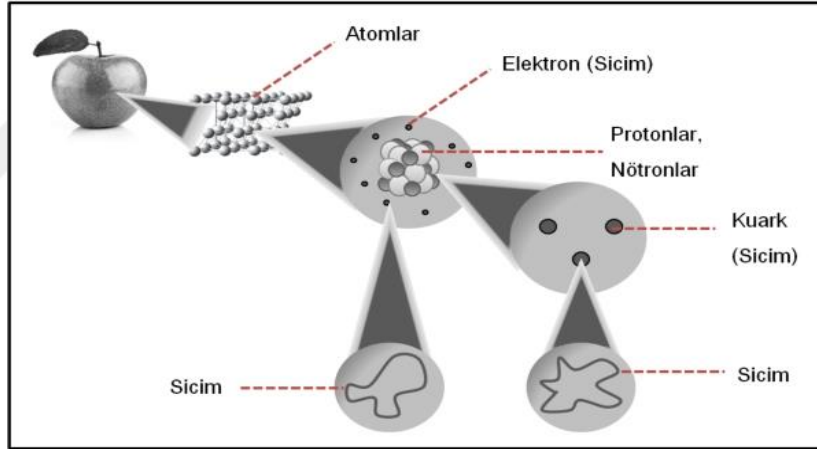
2.2.2.10- Sicim Kuramı ve Yeni Fiziğin Geleceği

Fizik dünyasını ilgilendiren belki de en önemli sorunlardan bir tanesi, birbirlerinden bağımsız olarak keşfedilmiş olan temel tabiat kuvvetlerini tutarlı bir çatı altında birleştirmektir. Zira bugün artık bilim dünyası evrenimizin adına Big-Bang dediğimiz büyük patlama (genişleme) ile meydana geldiği hususunda yüksek bir oranda anlaşmış görünmektedirler. Bu söz konusu büyük patlamanın; boyutları bir kum tanesinden binlerce defa daha küçük ve hatta neredeyse sıfır sayılan mikroskobik bir boyutta olmasına rağmen, inanılmaz derecede büyük kütleli bir alanın, bir anda patlamasıyla gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu devasa kütleli ama mikroskobik nokta boyutlu bir alanın, çok çok kısa bir süre için bile olsa tam bir bütünlük içinde kalabilmesi için, bugün ayrı olarak gördüğümüz temel kuvvetlerin bir arada olabilmesinin mutlak gereklilik olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bu alanda hem genel görelilik, hem kuantum mekaniğinin eş zamanlı olarak devreye girmesi demektir. Fakat bugünkü bilgilerimizle genel görelilik kuramı ile kuantum mekaniği arasında tam bir uyum sağlanamadığı için, bu kuramlarla evreni tam olarak açıklamamız da mümkün olamamaktadır. Örneğin Maxwell'in elektrik ve manyetizmayı "Elektromanyetik kuvvet" adı altında birleştirmesi gibi, bugün için bilinen 4 temel kuvvetin bir tek kuvvet altında toplanabilmesi için geçmişte pek çok bilim insanı tarafından sayısız girişimler olmuştur. Bu birleştirme çabalarının önünde ise yakın zamana kadar ciddi bir engel olagelmıştır. Araştırmacılar, özellikle çok zayıf bir kuvvet olan kütleçekim kuvvetini ve buna bağlı olarak görecelik kuramının ön gördüğü evreni, kuantum âleminde rol oynayan yasalarla birleştirme konusunda maalesef başarılı olamamışlardır.

Her ne kadar kuantum kuramı bu haliyle diğer üç kuvveti başarıyla birleştiriyor gibi görünse de, kütleçekim kuvvetini de bu denkleme dâhil etmekte çok ciddi zorluklar yaşandığı görülmektedir. Zira genel kabul görmüş standart fizik modeline göre, evrenin temel bileşenleri hiçbir içyapısı olmayan nokta

biçimindeki boyutsuz parçacıklardan oluşmaktadır. Bu haliyle standart model kütle çekimini de içermediğinden, bu model tam ve kusursuz değildir. Kütle çekimini kuantum mekaniği içine oturtma girişimleri ise, Plank uzunluğundan (10^{-33} cm) daha kısa mesafelerde uzamsal dokuda gözlenen şiddetli dalgalanmalar yüzünden başarısızlığa uğramıştır. İşte bu nedenledir ki 4 temel kuvveti birleştiren bir tekil kuvvet oluşturulamadığı gibi, evrende olup biten de tam açıklanamamıştır.

Fakat 1984 yılında Queen Mary College'den Michael Green ile California Teknoloji Enstitüsünden John Schwarz Süper Sicim (kısaca sicim) Kuramının bu sorunu çözebileceği yönünde ilk defa ikna edici bir kanıt ortaya koyduklarını ilan etmişlerdir (Davies ve Brown, 1992). Bu Sicim kuramına göre, standart model anlayışından farklı olarak, evrenin temel bileşenleri nokta parçacıklar olmayıp, çok küçük, Plank uzunluğunda (10^{-33} cm) tek boyutlu ipçikler şeklindedir ve bunlar çok ince lastik bantlar gibi sürekli olarak ileri geri titreşim halindedirler ve oluşan bu titreşimler de evrendeki dalga hareketini doğururlar (Greene, 2003).



Şekil 2.14: Bir maddenin fiziksel formundan sicimlere doğru geçiş diyagramı (Özkan, 2017).

Sicimler nokta parçacıklardan bile çok daha küçük olduklarından, yalnızca geniş, uzamış boyutlarda değil, ince ve kıvrılmış boyutlarda da titreşebilmektedirler. Bu nedenle bildik 3 uzamsal boyuta ilaveten diğer 6 kıvrılmış uzamsal boyutla beraber, evrenimizde 9 uzay boyutunun varlığı bu yaklaşımla birlikte kabul edilmiştir. Bununla birlikte 1990'dan sonra bu kabul de yeterli görülmemiş ve evrenimizin 10 uzay boyutu ve 1 zaman boyutu olmak üzere 11 boyutlu olduğu üzerinde büyük bir çoklukla karar kılındığı görülmüştür (Musser, 2008).

Bugüne dek Sicim Kuramı'nın bilinen 5 ayrı versiyonu geliştirilmiştir. Bunlar: Tip I, Tip II A, Tip II B, Heterotik-O ve Heterotik-E kuramlarıdır. Sicim Kuramı'nın bütün özellikleri bu kuramların her biri için geçerlidir. 1995'den sonraki, '2. Süper Sicim Devrimi'nin başlangıcından bu yana, fizikçiler 5 ayrı kuram yerine hepsini

tek bir temel kuram düşüncesinde birleşme eğilimi göstermiş ve bu her şeyi kapsayan kurama da "M Kuramı" demişlerdir (Becker, Becker ve Schwarz, 2007). Böylece birbirinden ayrı ilerleyen araştırmalar artık tek bir çatı altında birleştirilerek, uzun zamandır aranan ve her şeyin kuramı olacak bir kuramda birleştirilmiştir. Böylece 1990 yılının ortalarından önce kabul edilmiş olan 9 uzay boyutu ve ilave 1 zaman boyutu olmak üzere, 10 boyut kavramı, 10 uzay boyutu ve 1 zaman boyutu olmak üzere 11 boyut olarak kesinlik kazanmış ve eski yaklaşımlar temizlenmiştir.

2.2.2.11. Yönlendirilmiş Nesnel İndirgenme Yaklaşımı

Kuantum kuramının öne sürdüğü teori ve yaklaşımlar yalnızca konunun kendisinden uzak insanlar için değil, bu yolda özel bilgi ve tecrübeye sahip en önde gelen bilim insanlarınca bile kolay kolay kabul edilemez türden özelliklere sahiptir. Bu nedenlerden ötürüdür ki tarih boyunca pek çok bilim insanı kuantum teorisini ya yanlış ve kabul edilemez ya da en masum haliyle henüz yeterince gelişmemiş veya eksik olarak gördüğünü ifade etmekten çekinmemişlerdir. Örneğin Einstein kuantum mekaniğinin öne sürdüğü teorilerin bazılarını, bir türlü kabul edememekte olup ömrünün çoğunu, kuantum mekaniğinin bütünlüğü olmayan eksik bir kuram olduğunu göstermeye adanmıştır. Daha sonraları ise kuantum mekaniğinin bütünsel olarak yanlış olduğunu değil ama tüm gerçeği söylemediğini ve bazı iyileştirmeler yapılması gerektiğini savunmaya devam etmiştir. Nitekim bu tip iyileştirme çalışmaları bilim tarihinin hemen her döneminde göze çarpmakta ve pek çok bilim insanının kendine göre bazı iyileştirme önerileri sunmaya çalıştığı görmüştür. Benzer şekilde yakın dönem bilim insanlarından Roger Penrose da, kuantum fiziğindeki ölçme sorunu temelinde kuantum mekaniğinin eksik olduğunu ve standart kurallarına şu anda elimizde olmayan bir şey eklememiz gerektiğini düşünmüş ve dalga fonksiyonunun nesnel indirgenmesi, OR (*Objectif Reduction/Nesnel İndirgenme*) adını verdiği şeyin bu açığı kapatacağını öne sürmüştür (Penrose, 2014).

Aslında ölçme sorunu Schrödinger'in kedisi deneyinden beri kuantum fiziğinin temel konularından biri olarak durmaya devam etmektedir. Buna göre bir parçacık gözlem yapıldığı kadar üst düşüm (superposition) durumundadır ve durumu bir dalga fonksiyonu yardımıyla kuantum mekaniğinin izin verdiği sınırlar içerisinde tam olarak belirlenebilir. Ölçüm yapıldığı zaman ise durum fonksiyonu çöker ve önceden bilinmeyecek bir şekilde belirli olasılık hesaplarına göre alabileceği klasik durumlardan birisini alır. İşte Penrose'un çalışmasında geçen bu OR süreci durum vektörünün indirgenmesi ya da dalga fonksiyonunun çökmesi demektir. "OR" yaklaşımına göre; yapılan ölçüm ya da gözlem sonucunda, ilgili seçeneklerden sadece birisi ayakta kalır. Yalnızca bu aşamada, kuantum kuramının belirleyici olmaması devreye girer ve üst üste binme uzay-zaman seviyesinde ortaya çıkar. Bu Planck uzunluğu-zamanı seviyesidir. İki uzay/zaman ayrışır. Planck ölçeğinde bir uzay-zaman ayrışması durumunda, küçük bir uzaysal ayrışma uzun bir zamana denk gelirken, büyük uzaysal ayrışma daha kısa bir zamana karşılık gelir. Doğa iki seçeneğin uzay-zamanını ayrıştırırken bir

takım kurallara uyar (Penrose, 2014). Peki, söz konusu ayrışma olayı ne kadar sürede olur? Penrose'a göre, Planck zamanı (10^{-43} sn) kadar bir sürede üst üste binme iki durumdan birine bozunur. Planck uzunluğunda (10^{-33} cm) ve Planck zamanında (10^{-43} sn) bu durumun ikisinden birine indirgenmesi/klasik seviyeye çıkması için gereken zaman $T=\hbar/E$ 'dir. Bu denklemde "T" gereken zaman ve "E" ise kütle çekim enerjisini ifade eder. Bu denkleme göre, üst üste binmenin çökme zamanı bir atom çekirdeği için 10^8 yıl iken, proton için birkaç milyon yıl, 10^{-5} cm büyüklük için 2 saat, 10^{-4} cm için 1/10 san, 10^{-3} cm için çökme 10^{-6} san'dir (Penrose, 1998). Yani, kütle arttıkça indirgenme zamanı kısalır. Bu nedenle makroskopik nesnelere üst üste binme durumunda göremeyiz.

2.3. Biyolojik Yapılarda Kuantum Mekaniksel Olaylar

2.3.1. Biyolojik Yapılarda Klasik Fizikten Kuantum Mekaniğine Olan Yolculuk

Biyolojik yapılar, bilhassa klasik fizik yaklaşımının etkisiyle uzun yıllar boyu çoğunlukla makro ölçekli fizyolojik yapılar şeklinde incelenmiştir. Bununla birlikte 20. yüzyılın başlarından itibaren gerek kuantum fiziğinin etkisi gerekse gelişen teknolojinin sağladığı yeni imkanlar sayesinde, temel düzeyde ve daha alt boyutlarındaki biyolojik sistemlerin fiziksel ve matematiksel açıklamalarına yönelik yeni açılımlar gösterilmeye başlanmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak da, bilim adamları yalnızca klasik fizik kullanımı ile açıklanamayan diğer biyolojik ve fizyolojik olaylara açıklamalar getirebilmek için kuantum fiziğinin biyolojideki rolünü sorgulamaya başlamışlardır.

Nitekim Kuantum Biyolojisi'nin ortaya çıkışına katkıda bulunan iki ünlü eserden biri olup artık bir klasik olan Schrödinger'in 'What Is Life?' (Schrodinger, 1967) isimli kitabında da belirtildiği gibi; sadece görünür fizyolojik yapı için değil, örneğin genetik yapılanma, kalıtım gibi pek çok biyolojik olgunun da yalnızca klasik fizik veya istatistik mekaniği tarafından bütünüyle anlaşılamayacak kadar daha alt boyutlarda yeni yaklaşım yollarının aranması, temel esas olarak dikkate alınmalıdır (Schrodinger, 1967). Yine kendi döneminin saygın bilim insanlarından olan ve sosyoloji biliminin kurucusu, matematikçi ve filozof Auguste Comte'un da "Bilimlerin Hiyerarşisi" adlı çalışmasında bildirdiği gibi; bilim dallarının, tabandan tepeye doğru sıralanması halinde, tabanında matematik ve üstünde de sırasıyla fizik, kimya ve biyoloji olacak şekilde sıralanmış bir piramidi andırıldığı düşünülebilir (Hançerlioğlu, 2016). Bu piramitsel dizilişte matematiğin hemen üstünde fiziğin ve onun üstünde kimya tarzında bir düzende her katman, altındaki diğer katmanlara dayanarak yükselmektedir. Bu açıdan bakıldığında ise, ana konusu canlılar olan biyoloji bilimi, diğer disiplinlerin hepsini içermesi yönüyle aslında en fonksiyonlu bilim dalı olarak karşımıza çıkmaktadır. 20. yüzyılda daha gelişmiş nitelikli mikroskopların üretilmesi ile biyolojik sistemlerin fiziksel ve matematiksel açıklamalarını sağlamaya büyük ilgi duyulmasına yol açılmıştır. Bu durum da bizi, yalnızca klasik fizik yaklaşımı ile çözülemeyen biyolojik sistemlerin

karmaşıklıklarını açıklamak amacıyla, kuantum fiziğinin biyolojideki rolünü keşfetmeye yöneltmiştir. Zira canlılardaki kimyasal süreçler kimya yasaları ile açıklanırken, kimya kurallarının, etrafında elektronların döndüğü atom fiziğine, atom fiziğinin de matematiğin çokça kullanıldığı kuantum alan teorilerine indirildiği bir devirde bilim insanlarının, "Kuantum fiziğinin biyolojide rolü nedir?" sorusunu sormaları gayet makul görünmektedir. Nitekim biyoloji bilimini kendi içinde Fiziko-kimyasal düzeye indirgeyip moleküler yapıların ötesine geçtiğimizde de yine bizi kuantum dünyası karşılamaktadır. Bu durum aslında biraz da zorunluluktan kaynaklanmaktadır. Zira halihazırda bilinen birçok biyolojik olgunun klasik anlayışla çalışma mekanizması halen çözülememektedir.

2.3.2. Biyolojik Yapılarda Kuantum Mekanizmasının Uygulanma Zorlukları ve Çözüm Önerileri

Kuantum fiziği etkilerinin gösterimi, genellikle aşırı koşullarda yüksek derecede izole edilmiş sistemleri gerekli kılmaktadır. Zira bilinen pek çok kuantum mekaniğin olayların gerçekleştiği ortamlar, cansız nitelikli atomaltı yapılardır. Aynı şekilde biyolojik özellikli ortamlarda hayatta kalan kuantum fenomenlerine dair bulunan kanıtların ise diğerlerine nazaran oldukça sınırlı sayıda kaldığı görülmektedir. Bununla birlikte yapılan bir çok çalışma ile; bazı uzmanlaşmış organik yapısal özelliklerin, biyolojik sistemin parçalarını, çevreyle etkileşimlerden korumak için gelişebileceği ve böylece kuantum süperpozisyonunun kısa zaman ölçeğinde var olmasına izin verebileceği gösterilmiştir (Lidar, Chuang ve Whaley, 1998).

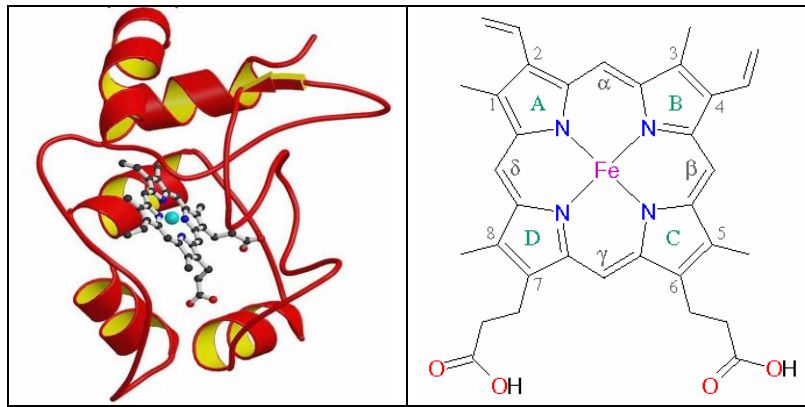
Bu konuya dair literatüre geçen pek çok çalışma vardır. Örneğin Cai ve arkadaşları 2008'de, titreşen moleküllerde sürekli yinelenen dolaşma yoluyla kuantum dolaşımının bir biçiminin oluşabileceği düşüncesini önermişlerdir (Cai, Popescu ve Briegel, 2010). Aynı şekilde bugün için biyolojik yapılarda sadece kuantum mekaniğine özgü olan tünellemenin oluştuğuna dair olan başka birçok çalışma da literatürlerde dikkate değer şekilde yer almıştır (Kelley, Treadway, Barton vd., 1999). Bu çalışmalardan bazılarında, temel protein işlevleri esnasında bazı aminoasitler arasında sıklıkla elektron veya proton aktarımının yapıldığının tespit edildiğine dair önemli tespitlerde bulunulmuştur (Kelley vd., 1999). Tüm bunlar ve daha fazlası, biyolojik yapılara bir de kuantum mekaniği bakış açısıyla bakmanın, zannedilenden daha fazla önem arz ettiğini göstermektedir.

2.3.3. Biyolojik Yapılara Uygulanan Kuantum Mekanizması Uygulama Örnekleri

Biyoloji alanında makro düzeyde yaşanan pek çok olay ve durum, klasik fiziğin temel yaklaşımı ile kolayca açıklanabilmektedir. Bununla birlikte söz konusu yapıların moleküler düzeylerin çok daha altında bir incelemesi yapılmak istendiğinde, yalnızca klasik fizik yaklaşımı ile çözülemeyen karmaşıklık biyolojik sistemlerin varlığına rastlanılmaktadır. Örneğin geleneksel klasik biyofizik bakış

açısına göre, proteinlerde elektron tünelleme olması için mesafenin 1 nm altında olması gerekir (KİM-511,2017). Bu durum genellikle serbest iyonik ortamlarda geçerli olup böylesi ortamlardaki proteinlerin varlığı, ortamdaki tünellemeyi kolaylaştırabilmekte ve 2 nm veya daha uzağa tünellemeye fırsat sağlamaktadır. Nitekim bu anlatılan şekilde, Sınıf-I ribonükleaz redüktaz enziminin, 3,5 nm uzaklıktan tirozin aminoasitinden kendi sistemine elektron veya proton aktarımı yaptığı belirlenmiştir (Kelley vd., 1999). Benzer şekilde protein içindeki triptofan aminoasidinden de DNA'ya elektron aktarımı yapıldığı pek çok araştırmada gösterilmiştir (Rajski, Kumar, Roberts vd, 1999). İleri derecede polarize halkasal yapıları nedeni ile aminoasitlerdeki triptofan ve tirozinin, elektron aktarımı için depo görevi gördüğü düşünülmektedir. Aromatik aminoasitlerden tirozin, triptofan, fenilalanin ve histidin, benzer şekilde halkasal yapılara sahip olup elektronları mobil yapıdadır. Aynı şekilde hücrelerde yer alan mikrotübüllerin çevresinde ve zarlarda da, triptofandan diğer aminoasitlere doğru çeşitli düzeylerde foton aktarımının yapıldığı gösterilmiştir.

Biyolojik yapılarda kuantum fonksiyonları açısından önem arz eden bir diğer yapıda Sitokromlardır. Genel olarak, yapısal özellikleri "HEM grupları" ihtiva eden ve öncelikle ATP üretiminden sorumlu olan elektron taşıma zincirinde, elektron taşınmasından sorumlu hemoproteinlerden yani "HEM" denilen bir çekirdekten oluşurlar. HEM'in merkezinde 2. yükseltgenme derecesinden 3. dereceye geçebilen bir demir atomu bulunur. Bu atom, her derece değişiminde bir elektron aktarımı yapar (Miyashita, Okamura ve Onuchic, 2005). Bu yapının çevresinde, tam işlevinin ne olduğu yakın zamana dek tam olarak anlaşılamamış bir aminoasit zinciri bulunur. Yapılan son araştırmalar da ise aslında bu zincirin, elektron aktarımı esnasında söz konusu yapıya bazı seçimsel özellikler kazandırdığı ve "Solunum zinciri" (Oksidatif Fosforilasyon) denen yapıya katıldığı belirlenmiştir (Miyashita vd., 2005).



Şekil 2.15: Sitokromların genel yapıları. Solda; Sitokrom C2 yapısı (Rhodobacter capsulatus'tan. Ortada demir çekirdek ile etrafında Hem halkası ve onu saran aminoasit halkası bir arada görülmektedir). Sağda; ortadaki HEM halkasının açık gösterimi vardır (Tarlacı, 2009).

Biyolojik yapılardaki bir diğ er kuantum mekaniksel fonksiyon ö rneğ i de ATP süreçlerinde gözlenir. Bilindiğ i üzere gelişmiş yapılı canlılar enerji ihtiyaçları için glikoz (C₆H₁₂O₆) gibi molekülleri parçalarlar. Bu parçalamadan elde edilen kimyasal enerji, diğ er başka hücrel tepkimelerde kullanılır. Bu süreçlerdeki enerji üretimi bir bütün olarak değ il de, 60 kJ'luk birimler halinde açığ a çıkar ve oluş an enerji paketleri de temel ATP oluş umunda kullanılır (Miyashita vd., 2005).

Fizyolojik yapılarda görö len glikoz-enerji çevirimi süreçlerinin bir diğ er ö rneğ i de bitkilerde görö lenidir. Genel "Fotosentez Denklemi" olarak da bilinen ve bu süreçlerin sonraki bölümlerinde daha detaylı olarak değ inilecek olan bu kimyasal süreçte: **6CO₂ + 6H₂O => C₆H₁₂O₆ + 6O₂** şeklinde oluş an reaksiyonun gerçekleşmesi için 2800 kJ/mol enerji gerektirir. Bu enerji de Güneş'imizden alınan fotonlardan, **E=h.v** dönüşümü ile elde edilir. Fotosentez denilen bu olay bitkilerde olur ve hayvanların yediğ i bitkilerle de enerji aktarımı olur.

Tıpkı bitkilerde olduğu gibi hayvanlar üzerinde de kuantum mekaniğ in etkilerini görmek mümkün olabilmektedir. Ö rneğ in manyetizmaları algılayarak yönü belirleme yeteneğ i, bazı kuşlarda ve diğ er hayvanlarda görö ldüğü gibi, davranış araştırmaları yoluyla, bazı kuşların retinasında jeomanyetik alana tepki olarak oluş an bir kimyasal reaksiyonu iç erdiğ i gösterilmiştir (Heyers, Zapka, Hoffmeister, Wild ve Mouritsen, 2010). 1978'de Schulten ve arkadaşları tarafından, manyetosepsiyonun ışığ a-bağ ımlı özelliklerini açıklamak için, "radikal-çift mekanizması" olarak adlandırılan bir kuantum mekanik tabanlı açıklama önermiştir. (Schulten, Swenberg ve Weller, 1978). Bahsi geç en radikal-çift modeli, farklı konfigürasyonlarda bulunabilen elektronların ve çekirdeklerin spinine dayanmakta olup, bu modelde kuantum efektlerin rolü hala belirsiz görö lmektedir. Buna karşın son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, spin konfigürasyonlarının kuantum tutarlılığ ı ve dolaşım olasılığ ı ile ilgili olabileceğ ini ö ne sürmüştür (Stoneham, Gauger, Porfyrakis, Benjamin ve Lovett, 2012). Ş imdi bu yeni kuantum bakış açısının biyolojik sistemlere getirdiğ i açıklamalardan en ö nde gelen birkaç tanesine daha yakından bakalım.

2.3.3.1. Fotokimyasal Tepkimeler

Fotokimya, ışığın kimyasal etkileri ile ilgili bir kimya alt dalı olup bu terim genellikle ultraviyole (Dalga boyu 100 – 400 nm), görö nür ışık (Dalga boyu 400 – 750 nm) veya kızılötesi ışım a (Dalga boyu 750 – 2500 nm) absorpsiyonu ile ortaya çıkan kimyasal reaksiyonları tanımlamak için kullanılmaktadır (IUPAC, 1997). Bu süreç, molekülleri normalden daha yüksek enerjili durumuna yani "uyarılmış" duruma getirir. Uyarılan moleküller, enerjisini dış ortama genelde ısı veya ışık olarak yayarlar. Bazen ise ışık, ısı etkisi ile oluş amayacak kimyasal dönüşümlere imkân verir.

Doğ ada, insan bedeninde ve/veya bazı başka türden canlılarda, pek çok farklı çeşit ve şekillerde gerçekleş en fotokimyasal reaksiyonlara rastlamak mümkündür. Oluş an bu fotokimyasal reaksiyonlar, sık rastlanan diğ er termal

reaksiyonlardan daha farklı süreçleri içerdiklerinden organik ve inorganik kimya için daha öncelikli bir öneme sahiptirler. Zira fotokimyasal yollar, kısa bir süre içinde büyük aktivasyon engellerini aşarak ve termal işlemlerle ulaşılamayan bazı reaktiviteleri mümkün kılarak, termal yöntemlere göre daha fazla avantaj sağlayabilmektedirler.

Gerçekleşen fotokimyasal reaksiyonlarda temel işlev parçacığı fotondur. Fotonlar yük değeri olarak yüksüzdür ve kendiliğinden bozunuma uğrayamazlar. Fotonlar dalgaboyu ve frekansları ile şu şekilde ilişkili enerji taşırlar:

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

Burada "h" Planck sabiti, "c" ışığın boşluktaki hızı, "λ" dalgaboyu, "ω" açısal frekanstır. Fotonların momentum değerleri de şu şekilde hesaplanır:

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

Bu özelliklere sahip fotonlar, bir moleküle çarptığında, şartlar uygun ise yapısal değişikliğe neden olabilirler. Bir molekül genelde bir fotonu emerek, enerjisini alır ve uyarılmış duruma geçer. Uyarılmış yeni durumda, molekülün şekli ve elektronlarının dağılımı değişebilir. Bu nedenlerden ötürüdür ki, fotokimyasal uyarımlar, ısı ile oluşan uyarımlara göre daha düşük enerjilerde gerçekleşirler. Fotokimyasal olaylar, temelde elektron hareketleri ile ilgili olduğundan çok daha kısa sürerler. Yaklaşık 10-15 saniye olan ışığı soğurma süresi boyunca elektronların yapısında yeni bir düzenleme gerçekleşir ve molekülleri oluşturan atom çekirdekleri sabit kalır. Ayrıca bir molekülün foton soğurması için, ışımadaki dalga boyunun bir soğurma bölgesine gelmesi de gerekir. Böyle bir durumda molekül, kuantum mekaniğindeki $\Delta E = hc/\lambda$ denklemi ile ilişkili olarak enerji dönüşümü gösterir.

Temelde bakıldığında pek çok çeşitli fotokimyasal reaksiyonlardan söz etmek mümkündür (Saunders, 2002):

a- Fotosentez: Bitkilerin karbondioksit ve su kullanarak glikoz ve oksijen oluşturması için güneş enerjisini kullanımı şeklinde gerçekleşen bir fotokimyasal reaksiyondur

b- Bio-ışıldama: örneğin Ateş böceğinin karnındaki bir enzim ile ışık üretimi.

c- Polimerizasyonlar: Radikal polimerizasyonu için serbest radikaller üretmek amacıyla ışığın soğurulması.

d- Görme Fizyolojisi: Görme fizyolojisinde rodopsinin fotokimyasal reaksiyonu.

e- D Vitamini Sentezi: İnsanlarda güneş ışığı yardımı ile meydana gelen D vitamini sentezi.

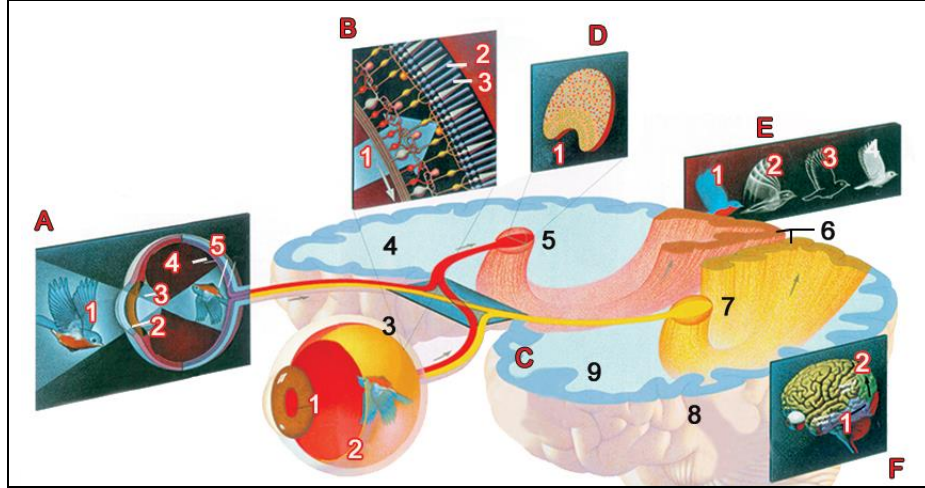
f- Fotobozulmadan korunma: Birçok maddenin, örneğin tıbbi şişelerde bulunan ilaçların fotobozulmadan korunması.

- g- Fotodinamik tedavi: Işığın oksijeni etkimesi yardımı ile tümörleri yok etmek için kullanımı. Tipik fotosensitizörler tetraphenylporphyrin ve metilen mavisidir.
- h- Mikroelektronik bileşen üretiminde kullanılan ışığa dirençli teknolojiler.
- i- Sıtma önleyici ilaç olarak artemisinin fotokimyasal üretimi.

2.3.3.1.1. Fotokimyasal Bir Tepkime Örneği Olarak Görme Eylemi

Canlılardaki görme olayı, aslında bütünüyle bir fotokimyasal süreçlerle açıklanabilmektedir. Göze gelen ışık ışınları önce korneadan göz bebeğine, orada da merceklere geçer. Buradaki saydam tabakanın bükümlü üst yüzeyi ve mercek yapısı, gelen ışınları kırar ve nesnenin görüntüsü terse çevrildikten sonra retina ulaşır. İşte görme denilen süreç tam da burada, göz küresi içini kaplayan retina denilen bölgede başlar.

Bir araya gelen bu retina hücreleri ışıkla ilgili bilgilerin ilk işleme tabi tutulduğu yerdir. Retina göz küresinin iç kısmının %72'sini kaplayan 0,5 mm kalınlığında bir tabaka olup (Stryer, 1996) bünyesindeki ışığa duyarlı hücrelerin üst üste dizilmesinden meydana gelmiştir. Retinada ortalama 125 milyon adet ışığa duyarlı alıcı hücre bulunur ve bunlar görme sinirini oluşturan 1 milyon uzantı ile beyinle ilgili alanlarına ulaşırlar (Stryer, 1996). Retina, sinirsel retina ve pigment epitelinden oluşan iki tabakalı bir yapıya sahiptir. Sinirsel retina bölümü, ışık algılayıcıları olan fotoreseptör denilen ışığa duyarlı alıcılar aracılığı ile ışığı hisseder. Fotoreseptörlerin temel görevi foton enerjisini elektrik enerjisine çevirmektir. Bu süreçte retinada yer alan kimyasal maddelerin yapısal şekli, fotonların etkisi ile değişime uğrar ki bu sürece "İzomerleşme" denir. Bu değişiklik hücrede bir dizi metabolik olayı uyararak foton enerjisinin elektrik akımına dönüşmesini sağlar. Böylece üretilen bu elektriksel akımların beyne ulaşması sonucunda görme işlemi sağlanmış olunur. koni ve çubuk hücrelerden meydana gelen ve reseptör denilen ışığa duyarlı hücreler, ışığı elektrik sinyallerine çevirir ve sinir uçlarına uyarı olarak yollarlar. Bu noktada retinadan gelen görüntü, orijinaline göre baş aşağı durumda ve terstir. Ancak beyin gerekli düzeltmeleri yaparak görüntünün düz olmasını sağlar. Bu elektriksel uyarılar beyne; nesnenin çeşidi, büyüklüğü, rengi, uzaklığı vb. hakkında bilgi götürürler ve bu işlemler saniyenin onda biri kadarlık sürede gerçekleşir (Bernard, 2002).



Şekil 2.16: Görme sürecinin gözden beyne devam eden süreçleri ve ilgili organellerinin gösterimi.

Yukarıdaki şekilde de gösterildiği gibi, bir görme eyleminin gerçekleşmesi için gerekli organeller ve görme işlemi için sıralama şu şekilde gerçekleşmektedir:

A. Gözün Yapısı: 1. Kornea, 2. İris, 3. Mercek, 4. Retina, 5. Fovea

B. Retina: 1. Fotonlar, 2. Çubuk Hücreleri, 3. Koni Hücreleri

C. Görmenin Beyindeki Uzantıları: 1. Pupil, 2. Retina, 3. Optik Sinir, 4. Beynin Sağ Lobu, 5. Sağ Genikulat Bölge, 6. Birincil Görme Alanı, 7. Sol Genikulat Bölge, 8. Korteks, 9. Beynin Sol Lobu,

D. Devre Paneli: 1. Büyük Akıntı

E. Bir araya Getirme: 1. Renk, 2. Hareket, 3. Form, 4. Derinlik

2.3.5.1.2. Görmenin Kuantum Mekaniksel Fizyolojisi

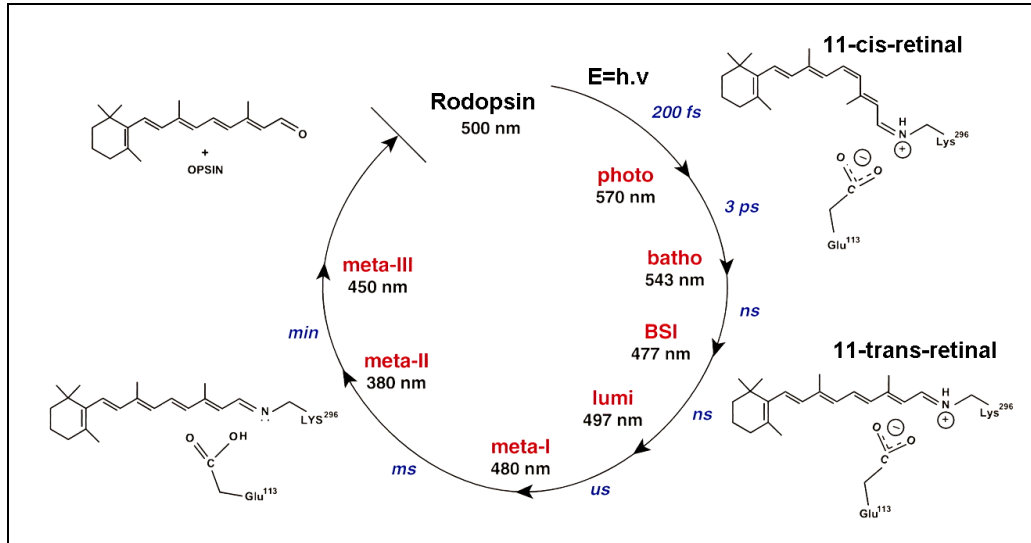
Görülmesi istenen nesneden yansıyan ışık fotonları retinaya ulaşarak buradaki fotoreseptörleri harekete geçirirler. Burada "Koni" ve "Çubuk/Çomak" olarak adlandırılan iki çeşit farklı görevli fotoreseptör bulunur. Bu iki reseptör yapısı genel olarak birbirlerine benzerler ve dış kısımlarında gerçekleşen kimyasal dönüşümlerle fotonları elektrik sinyallerine çevirirler. Bununla birlikte yaptıkları görevleri farklıdır. Koniler görüntünün net ve renkçe zengin olmasını sağlarken çubuklar ise karanlıkta görmemizi sağlarlar.

Çubuklar/Çomaklar, biyolojik yapıdaki hücrelerdir ve protein, lipid, karbonhidrat, sudan oluşurlar. Hepsinin içleri rodopsinle doludur ve zarsal disk kümelerini içeren silindirik yapılarda olup genişlikleri yaklaşık 6,0-6,5 nm'dir (Hargrave ve McDowell, 1992). Söz konusu fotokimyasal tepkime esnasında ışığın fotonlarının rodopsine çarpması ile "Transdüsin" denilen bir G- proteini ile birlikte "Fosfodiesteraz" adlı bir enzimin uyarılması gerçekleşir. Bu işlem sırasında etkin olan fosfodiesteraz, siklik adenozin guanozin monofosfatın (cGMP) hücre içindeki seviyesini düşürür. Böylece karanlıkta cGMP düzeyi artış gösterir. Bu işlem sırasında, çomağın dış kısımlarında açık sodyum (Na^+) iyon kanallarından sürekli

akımın akması sağlanarak yüksek istirahat potansiyelinin ortaya çıkması gerçekleşmiş olur. Aksi bir durum olan cGMP seviyesi düştüğünde ya da kalsiyum iyonu (Ca^{++}) arttığı zaman ise, Na^+ kanalları kapanır. Bu açılıp kapanmalar sırasında, oluşan iyon değişiklikleri ile elektrik akımı ortaya çıkmış olur. Bu şekilde fotonla uyarılan rodopsinin her bir izomerizasyonunda 10^5 katyonun (pozitif yüklü iyonun) hücreye girmesi engellenir ki bu şekilde sinir hücreleri aracılığı ile elektriksel akımlar beyne ulaştırılır (Baylor, 1996).

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

Çubuk ve konilerden gelen bilgiler doğrultusunda, büyük gangliyon hücreleri nesnenin hareket ve dış şekliyle ilgili bilgileri işlerken, küçük gangliyon hücreleri nesnenin küçük ayrıntılarını ve rengini kodlarlar. Bu hücrelerden çıkan sinyaller gözü terk ederek optik sinirlere ulaşırlar.



Şekil 2.17: Işığa bağlı gelişen dönüşüm süreçleri (Tarlacı, 2009).

Görme olayında kuantum mekaniğinin etkisini araştırmak adına bir çok deney modeli yapılmıştır. Bunların en önemlilerinden biri de "Foto Yankı Deneyi" olarak bilinen çalışma örneğidir (Hilaire ve Bierman, 2003). Hilaire ve Bierman tarafından tasarlanan bu deneyde, göz retinasında yer alan rod ve koni

fotoreseptör hücreleri üzerine, retinaya zarar vermemesi için düşük enerjili lazer atışı yapılmıştır. Gönderilen lazer ışını, retinadaki rod ve koni hücrelerinin rodopsine moleküllerini uyarmakta ve moleküllere eşlik eden dalgalar, eş evreli olarak üst üste binme hareketi gösterdiği tespit edilmiştir. Oluşan edevrelik durumu bozulmadan aynı noktaya ikinci bir lazer atışı yapıldığında ise, bazı atomlar eski kuantum seviyelerine inerek fazla enerjiyi foton olarak salmışlardır. Foton-yankı spektroskopisi denen bu yöntemle gerçekleştirilen deneyde bahsi geçen foton salınımı kuantum optik aletlere saptanmıştır (Hilaire ve Bierman, 2003).

Bu deneyde mikrotübüllerin kuantum mekaniksel olarak en önemli ayırt edici özelliklerinden biri olan üst üste binme ilkesi ön planda görüldüğünden Roger Penrose ve Stuart Hameroff, bu deneyi "Kuantum bilinci" düşünceleri için kanıt olabileceğini düşünmüşlerdir (Hameroff, 2001). Penrose ve Hameroff'a göre canlı cansız her şey kuantum durumlarının eş evreli şekilde üst üste binmesinden meydana geliyor olup bu durumun uzun süre korunabilmesi halinde de bilinç denen olgunun gerçekleştiği öne sürülmektedir (Hameroff, 2001). Ancak bunun gerçekleşmesi için bir eşik zaman değeri vardır ve aynı zamanda çevre etkilerinden de yalıtılmış olmalıdır.

2.3.3.1.3. Fotosentez Olayı ve Kuantum Mekaniksel İşlevi

Oldukça karmaşık bir mekanizması olan fotosentez olayı, en özet haliyle; yeşil bitkiler ve birçok bakterinin, güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürdükleri bir sürecin adıdır. Bu mekanizma yakın zamana kadar, klasik fiziğin etkisiyle, elektronların yarı klasik bir sıçrama hareketiyle anlatılırdı. Bu modele göre gelen ışık, taşımakta olduğu enerjisini bir pigment molekülündeki elektrona aktararak onun yörüngeden kopmasını sağlar. Kopan elektronsa yakınlarındaki molekülleri uyarır ve molekülden moleküle atlayan elektron uyarımı sayesinde, kimyasal enerjiye dönüşümün gerçekleşeceği tepkime merkezine ulaşır. Fakat bu noktada klasik fizikle açıklamayacak büyük bir sorun bizi beklemektedir: Nasıl oluyor da bu süreç, moleküller arası mesafede nerdeyse hiçbir enerji kaybı olmadan gerçekleşebiliyor? Bu sorunun klasik fizikte yeterince tatminkâr bir cevabı bulunamadığı için çok uzun yıllardır fotosentezdeki enerji iletiminde kuantum salınımlarının etkili olduğu düşünülmüştür.

Buna göre Güneş'in soğurulan ışık enerjisi bitkilerde karbon indirgenmesine yol açar ki bu açıdan bakıldığında fotosentez denen olayın temelde, organik molekülleri kullanarak, ışık yardımı ile besin elde etme yolu olduğu söylenebilir. Fotosentez süreci öncesinde bitkiler; ışığı bir doğal boya maddesi olan ve bitkinin tüm yeşil kısımlarında olmasına karşın, en fazla yapraklarda bulunan yeşil klorofil aracılığı ile yakalarlar. Bu süreç boyunca "Kromofor" adı verilen pigment molekülleri, güneş enerjisini tepkime merkezlerine öyle hızlı taşıyor olmalı ki, arada hiç ısı kaybı olmadığından güneş enerjisinin hemen hemen hepsinin kimyasal enerjiye dönüşmesi gerekir (Roberts, 2000). Bu aşamada gerçekleşen

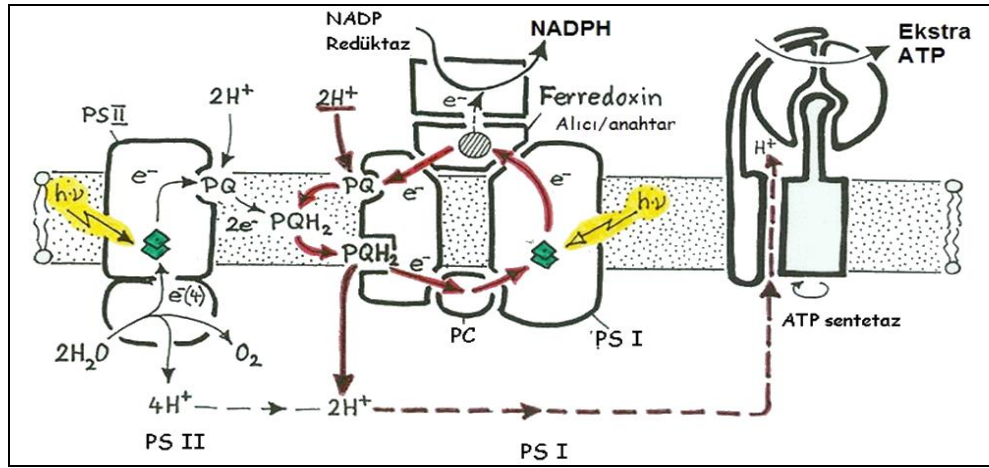
reaksiyon basitçe şöyledir ve oluşan şeker, sellüloz ya da enerji kaynağı olarak kullanılır: $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{Işık/fotonlar} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (glikoz/şeker)} + 6\text{O}_2$

Fotosentez, belli dalga boyundaki ışıktan yararlanılarak yapıyor olup genelde 680-700 nm dalga boylarındaki ışıkların kullanıldığı düşünülmektedir (Roberts, 2000). Fotosentez süreci, ışığın foton enerjisi ile bir klorofil molekülünü iyonize etmesiyle başlar. İyonize edici enerji, temel kuantum mekaniği denklemi olan $\Delta E = h.c/\lambda$ formülüne göre olur ve buna göre ΔE 'lik bir enerji kazanılır. Oluşan bu iyonizasyonla iki elektron salınır ve salına bu elektronlar, elektron transport zinciri denilen yol ile taşınır. Fotofosforilasyonda kullanılan bu elektronlar, hücrelerde enerji yakıtı olarak kullanılan ATP'yi (adenozin trifosfat) meydana getirmede kullanılır.

Bitkilerde fotosentez için iki ayrı sistem vardır. Fotosistem-I'de, elektronlar klorofile döner. Fotosistem-II ise, ilkinde göre daha karmaşık bir yapıdır. Bu süreç 17 polipeptitten ve 45 binin üzerinde atomdan oluşur (Roberts, 1995). Bu süreçte ışık aşağıdaki reaksiyona neden olur: $\text{NADP}^+ + \text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{NADPH}$

NADPH (Nikotin amid adenindinükleotid fosfat), hücredeki esas indirgenmiş ajandır ve koenzim denenen çok önemli bir enzim yardımcısı olup diğer reaksiyonlar için elektron kaynağı olarak kullanılır. Bitkilerde ve yosunlarda, elektronların yokluğu halinde, sudan yararlanılarak da elektronlar elde edilebilir ve bu şekilde ortama oksijen salını sağlanabilir (Jordan, Fromme, Witt, Klukas, Saenger ve Krauss, 2001): $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

Oluşan elektronlar da diğer hücresel reaksiyonlarda kullanılır.



Şekil 2.18: Fotosentez süreçlerinin temel basamakları (Roberts, 2000).

Kuantum fenomeninin fotosentez sürecindeki rolü belki de kuantum biyolojisindeki araştırmanın en iyi karakterize edilmiş alanıdır. Fotosentez işleminin elektronik uyarılma devri de dâhil olmak üzere çeşitli kısımları, kuantum fizik temelli açıklamalar gerektirebilir. Yeşil kükürt bakterilerin Fenna-Matthews-Olson kompleksinin, ışık enerjisinin elektronik eksitasyon dinamikleri yoluyla reaksiyon merkezine aktarılmasına aracılık ederek fotosentez sürecinde önemli

bir rol oynadığı gösterilmiştir. Bu kompleksin dikkate değer verimliliği, absorbe edilen her fotonun% 100'e yakın bir oranda reaksiyon merkezine aktarılmasını sağlar.

Bu konudaki ilk deneysel kanıt, 2007'de Kaliforniya Berkeley Üniversitesi'nden Graham Fleming yönetimindeki araştırma ekibinden gelmiştir (phys.org, 2007). Bu çalışmada araştırmacılar enerji iletiminin, tıpkı teorik olarak öngörüldüğü gibi, pigment moleküllerinin kuantum dalgalarının eş evreli girişimi ile gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Berkeley ekibi, klasik anlayıştaki gibi sanılan aksine fotosentez yapan bakteri hücrelerinde uyarılan her pigment molekülünden ayrı ayrı merkeze taşınan bir enerji taşınımı olmadığını, bunun yerine tıpkı yaylarla birbirine bağlı bir grup sarkaçtan oluşan sistemin yaptığı titreşim hareketi gibi, pigment moleküllerinin de ortaklaşa hareket ettiklerini tespit etmişlerdir. Yani fotosentez sürecinde uyarılan pigment moleküllerinin kuantum durumları, eş evreli şekilde üst üste binerek, hep birlikte bir kuantum durumunda bulunabilmektedirler (phys.org, 2007). Buradaki en temel sorun ise, sistem bu konumunu sadece birkaç yüz femtosaniye (saniyenin milyar çarpı on binde biri) kadarlık bir süre boyunca koruyabilmesidir. Öyle ki araştırmacıların bu işlemi izleyebilmesi için femtosaniye lazeri kullanmak zorunda kalmışlardır. Söz konusu işlemin izlenmesinin bir diğer zorlu tarafı da biyolojik sistemlerde sıcaklık düzeyi nedeniyle eş evreli girişimi gözlemlemenin oldukça zor olmasıdır ki bu durum aslında diğer tüm biyolojik yapılar için kuantum mekanizması uyarlanmasında yaşanan ortak sorunun ta kendisidir. Çünkü sıcaklık arttıkça moleküllerin ortaklaşa hareketi, yani eş evreli girişimi daha hızlı bozulmuş göstermektedir. Araştırmacılar bu zorlu durumu da aşmak için deneyi 77 Kelvin (yaklaşık -196.15°C) sıcaklıkta gerçekleştirmek zorunda kalmışlardır.

Aradan geçen süre içinde söz konusu deney başka araştırmacılarca da tekrarlanmış ve hatta Elisabette Collini ve arkadaşlarının, 2010 yılında yaptıkları benzer bir deneyde (Collini, Wong, Wilk, Curmi, Brumer ve Scholes, 2010) aynı olayın, foton-yankı spektroskopisi kullanarak bu sefer çok daha yüksek sıcaklıklarda (180K=-93.15°C) gözlemlenebildiği gösterilmiştir.

2.3.3.1.4. Ateşböceği ve Biyolojik Işıldama

Ateşböcekleri, bazı derin deniz balıkları, planktonlar ve mantarlar kendi bünyelerinde doğal ışık yayarlar. Bu süreç kimyasal ışıldama denen bir olgudur. Ateşböceği, *Lampyridae* (ateşböcekleri) familyasından olup bahar ve yaz aylarında geceleri uçarken yanıp sönen ışıkları ile tanınan kınkanatlılar takımındandır. Erkekleri kanatlı iken, dişileri kanatsız olup larvalarına benzerler. Bazı çeşitlerinde erkek, dişi ve larvalar da ışık üretir. Bu özelliklerinden dolayı, dişilere ve larvalara "Yıldız kurdu" adı verilir. Her türün kendisine özgü sinyal şifresi vardır. Işık üretim organları karın bölümünün son kısmında bulunur bu bölge saydam bir kütüküla tabakası ile örtülüdür. İç kısmı fotojenik hücrelerden oluşan ışığı yansıtıcı bir tabakadan oluşur. Işık organında üretilen ve yağa benzeyen lüsiferin maddesi "Lüsiferinaz" enziminin yardımı ile kademeli olarak

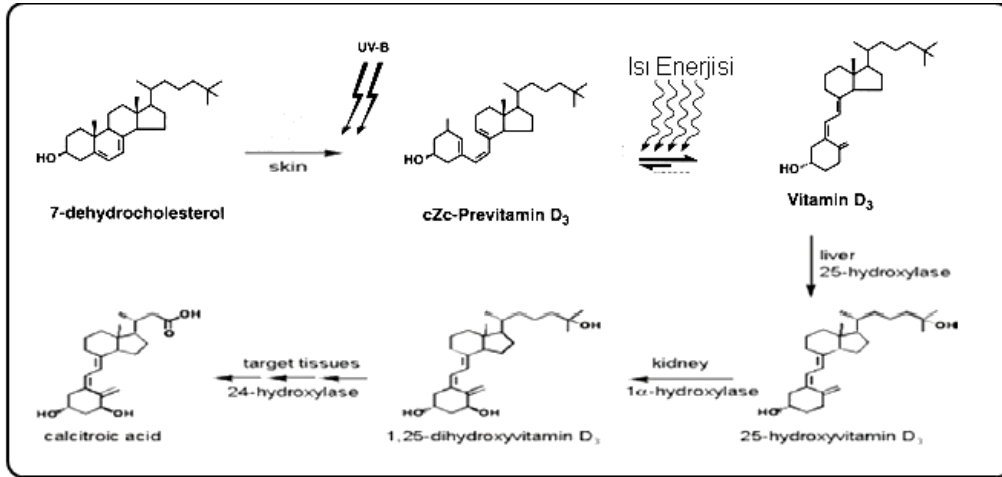
oksijenle yakılır. Bu kimyasal olayda ışık ya da foton salınımı olur. Havadaki oksijeninin kontrollü tüketimine bağlı olarak ışık zaman zaman yanıp söner. Bu yanıp sönmeler eşlerin birbiriyle haberleşmesini sağlar. Ateşböceğinin ürettiği ışık, yavaş yavaş meydana gelen oksitlenme sonucu kimyasal enerjinin ışığa dönüşmesidir. Bu sürecin en önemli aşaması ise çıkan ışığın tamamen soğuk olmasıdır. Oluşan bu süreçte hiç ısı kaybı yoktur. Bu reaksiyonlardaki kimyasal enerjiden ışık-foton oluşturulur. Genellikle soğuk kimyasal reaksiyonlardır ve şu şekilde gerçekleşirler:



Bu tepkimenin kuantum verimi (Kimyasal tepkimeye giren ışık başına yayımlanan foton sayısı) hem doğada hem de insan yapımı yapay durumlardan çok üstündür ve verim yaklaşık % 88 olarak hesaplanmıştır (Hastings, 1983).

2.3.3.1.5. Aktif D Vitamini Oluşum Sürecindeki Kuantum

D Vitamini yağda eriyen vitaminlerden olup normal şartlarda iki şekilde bulunur. Bunlardan biri olan 'Aktif ergosterol'; kalsiferol ve D2 vitamini gibi adlarla da bilinen ergokalsiferol ışınlanmış mayalarda bulunur. Aktif 7-dehidrokolesterol ve D3 vitamini gibi adlarla da anılan 'Kolesalsiferol' ise insan derisinde güneş ışığı ile temas sonucu meydana gelir (Koo ve Tsang, 2005). Kolesalsiferol'un daha çok balık yağında ve yumurta sarısında bulunuyor olup ısıya ve pişirilmeye karşı dayanıklıdır.



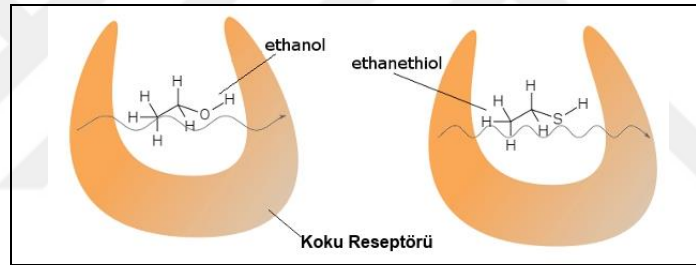
Şekil 2.19: Ultraviyole-B ışığının aktif vitamin (D3) oluşumundaki etkisi (7-dehidrokolesterolü provitamin D3'e çevirir. Provitamin D3 ise ısı etkisi ile aktif D3'e dönüşür) (Kaynak: Wacker, Holick, 2013).

'290-310 nm' dalga boyundaki UV ışığı, deride vitamin-D'nin yapımına katkıda bulunur. Kolekalsiferol, UV ışığı ile deride '7-dehidrokolesterol'den yapılır

ve bu bedenimizdeki D vitamini üretiminin tek kaynağıdır (Koo ve Tsang, 2005). Bunun yanında ışık, renksiz olan üroporfirinojen-III maddesine etki ederek onu renkli olan üroporfirin-III'e çevirir (Tarlacı, S. 2009).

2.3.3.2. Koku Reseptörlerindeki Kuantum Tünelleme

Koku olayının fizyolojik sürecinin büyük çoğunluğu uzun zamandır gizemini korumaktadır. Yakın zamana kadar, burunda 400 farklı çeşidi olduğu düşünülen kimyasal reseptörlerin, molekülün fiziksel şeklini tanımlayan bir 'Kilit-anahtar süreci' ile değişik kimyasalların varlığını algıladığına inanılıyordu (azoquantum.com; 2017). Fakat bu teoriyle ilgili bazı temel sorunlar vardı. Mesela bazen benzer şekillere sahip moleküllerin kokuların birbirinden çok ayrı kokularda algılandığı görülüyordu. Örneğin etanol ve etantiyol gibi çok benzer şekillere sahip iki molekül için, koku değerleri tamamen farklı şekilde algılanmaktaydı (azoquantum.com; 2017). Bu yaşanan durum bize koku algılanmasında molekülün fiziksel yapısının da dışında başka bir tanımlayıcı mekanizmasının daha etkili olabileceğini göstermektedir.



Şekil 2.20: Moleküllerinin koku reseptörlerince algılanış diyagramı (Soutter, 2017).

Kokuların algılanması üzerine bugüne dek geliştirilen söz konusu moleküler yapı yaklaşımına alternatif olarak, bazı araştırmacılar tarafından kuantum mekaniği odaklı bir kuantum tünelleme teorisi önerisi geliştirilmişti. Daha yeni bir teori olan 'Titreşim Teorisi'ne göre ise; önemli olanın moleküllerin şeklinden çok, kendilerine özgü titreşim frekansları olduğu öne sürülmektedir.

Buna göre; molekül titreştiğinde elektronları yine moleküllerin şekliyle sınırlı olmak üzere 'Esnemez elektron tünelleme' (Inelastic electron tunneling) adı verilen kuantum süreci ile belli reseptör kümelerine sığıyor. Farklı moleküler titreşimler farklı kokular üretiyor (Chess, Buck, Dowling, Axel ve Ngai , 1992). Yani koku algılama yapıları olarak bilinen reseptörler, karakteristik bir şekilde titreşime neden olan koku yayan molekül boyunca küçük bir akım pompalar. Akmakta olan akım için elektronların reseptör ve molekülün hücreleri arasındaki iletken olmayan boşluk üzerinden tünelleme yapmaları gerekir (Chess, Buck, Dowling, Axel ve Ngai, 1992). Fakat bu teoriye destek olanlar kadar pek çok karşı çıkışlarda söz konusu olup, henüz titreşim teorisini destekleyen deneyler sonuçlarına rastlanılamamıştır.

2.4. Beynin İşleyişine Dair Önerilen Temel Kuantum Mekaniği Modelleri

2.4.1. Beynin İşleyişinin Kuantum Mekaniği İle Açıklanmasına Dair İlk Girişimler

Fiziğin, beyin bilimlerine uygulanması düşüncesi aslında çok da yeni bir yaklaşım değildir. Fakat söz konusu konuya dair bugüne dek geliştirilen yaklaşımların büyük çoğunluğunda, 'Newton Fiziği' etkisindeki klasik mekanik fiziğin etkileri olduğu görülmektedir. Ancak bugün biliyoruz ki, Newton fiziği, Descartes'in evreni ikiye bölen düşüncesinin ('*Res Cogitans/Zihin*' ve '*Res Extensa/Madde*') sadece *res extensa* ile ilgilenen tarafını temsil etmekle sınırlı kalmıştır (Yaldır, 2008). Nitekim bu noktadan hareketle teori üreten klasik anlayışlı nörobiyologlar ve sinirbilimciler, beyin ve ona bağlı yapıların, klasik nesnelere gibi davrandığını kabul ederler ve kuantum mekaniği etkisini çok da önemsemezler. Bu nedendir ki klasik fizik etkisindeki beyin çalışmaları, zihni ve bilinci açıklama konusunda çok da tatminkar cevaplar verme konusunda yetersiz kalmıştır. Başlangıçta fiziğin felsefi yorumları içine giren bazı kavramların, zaman içerisinde fiziksel denklemler şeklinde de ifade edilebileceği gösterilebilmiştir. Örneğin Hodgkin-Huxley ve Katz adlı araştırmacılar, mürekkepbalığı sinir hücresi aksonunun potasyum iletimini fizik denklemleri ile tanımlayabilmişler ve söz konusu bu denklemlerle sinir iletiminin elektriksel özelliklerinin yapay olarak modellenilebileceğini göstermişlerdir (Hodgkin-Huxley ve Katz). Aynı şekilde 1959'da Rall, dendritik dallanmalar kablo modelini geliştirmiş (Rall, 1959) olup, 1988'de ise üst kollikulustaki sinir hücrelerinden yapılan kayıtların vektör ortalamaları ile göz hareketlerinin genliği ve yönü önceden tespit edilebilmiştir. Yine aynı dönemler içinde, ileri matematiksel modellerle, Georgopoulos ve arkadaşları devinimsel korteks sinir hücrelerinden yaptıkları kayıtlamaların ortalamalarını alarak, el ve kol hareketlerini önceden tahmin edebilmişlerdir (Georgopoulos, Schwartz ve Kettner, 1986). Bu işlem aynı zamanda işlemsel sinirbiliminin (*Computational neuroscience*) de önemli bir aşaması olarak tarihe geçmiştir.

Kuantum mekaniğinin 1900'lerde yükselmesi ile fiziğin içinde, maddenin yanında onu etkileyen başka unsurların da etkisi aranmaya başlandı. Beyinde kuantum mekaniğinin işleyebileceği düşüncesini ilk kez araştırmaya başlayan kişi biyolog Alfred Lotka olmuştur (Lotka, 1925). Lotka, kuantum mekaniğinin beyindeki işleyiş mekanizmasına dair ilk fikirlerini '*Elements of Physical Biology*' adlı kitabında öne sürerek bilhassa popülasyon dinamikleri üzerinde de önemli çalışmalar yapmış oldu. Lotka'ya göre beyin zihin fonksiyonu, tam olarak rastlantısal düzende ortaya çıkan kuantum sıçramaları ile kontrol ediyordu. Lotka'nın bu fikirleri pek çok yeni fikrin doğmasına ilham kaynağı olmuş ve hatta bu fikirden bir yıl sonra da (1925), Bose-Einstein Yoğunlaşması (BEY) yaklaşımı teorik olarak öne sürülmüştür.

Lotka'nın bu kuantum fiziği odaklı çıkışının ardından giderek artan sayıda

pek çok bilim insanı ve araştırmacı daha, beyinde gerçekleşen sinirbilimsel olaylara kuantum fiziği penceresinden bakmanın yollarını aramaya başladılar. Bu kişiler arasında bilhassa çalışmalarıyla yeni sonuçlara ve araştırma alanlarına imkân sağlamış olanların adları ve çalışma konularını kısaca şu tablo ile göstermek mümkündür:

Tablo 2.3: Kuantum beyin teorileri, öne sürüldükleri kişiler ve tarihlerinin kısa bir özeti (Tarlacı, 2009).

Tarihi	Teorisyenleri	Geliştirilen Kuantum Beyin Teorileri
1970	<i>Ewan Harris Walker</i>	Sinapslarda elektron tünellemesi
1971	Karl Pribram / David Bohm	Dendritik ağlar – Holografik beyin modeli
1978	Stuart/Takahashi / Hiroomi Umezawa	Sinir hücresi suyu-kuantum alan düzenlenişi
1986	Herbert Fröhlich	Biyolojik sistemlerde Bose-Einstein Yoğunlaşması
1986	<i>John Carew Eccles</i>	Sinapslardaki mikro tünellenen yerler- Psikolar
1989	Ian Marshall	Sinir hücresi zarı Bose-Einstein Yoğunlaşması
1989	Lockwood	Beyin durumlarının algılanması
1992	Friedrich Beck / <i>John Carew Eccles</i>	Sinaps öncesi kesecik salınımı –Kuantum belirsizlik
1992	Conrad	Sinir hücresi proteinleri
1993	<i>Nick Herbert</i>	Kuantum animizm düşüncesi
1994	Stuart Hameroff	Mikrotübüller – Kuantum eşdurum
1994	Jibu/Yasue	Düzenlenmiş su – Superradians
1994	<i>Henry Stapp</i>	Kalsiyum iyonları – Dalga fonksiyonu çökmesi
1995	Roger Penrose / Stuart Hameroff	Mikrotübüller – Kuantum hesaplama/nesnel indirgenme
1995	<i>Kunio Yasue</i>	Dendritik ağlar – Kuantum bellek
1995	Gordon Globus	Kuantum bilişsellik ve kuantum duyuusal girdi
1996	Wallace	Hücre zarı lipitleri- Kuantum girişim
1998	Hameroff	Hücreler arası sıkı bağlantılarda (Gap Junction) tünelleme
1998	Hagan	Mikrotübüller- Biofoton emisyonu

2.4.2. Bilincin Kuantum Mekanikliği İle Açıklanmasına Dair İlk Girişimler

Bilinç kavramı tarihin hemen her devrinde, felsefeden tıbbı, fizikten matematiğe kadar hemen pek çok bilim dalından sayısız bilim insanının özel bir merak ve araştırma konusu olagelmıştır. Zira genel kanaat olarak büyük ihtimalle beyin bir ürünü olduğu düşünülen bilincin; nerede bulunduğu, nasıl çalıştığı ve ne şekilde oluştuğunun, geçmiş dönemlerde olduğu günümüzde de gizemini korumaya devam etmesi, onun daha uzun yıllar özel ilgi ve araştırma konusu olmaya devam edeceğini göstermektedir.

Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi bilince dair geçmiş dönemlerden bugüne felsefeden tıbbı kadar pek çok farklı tanımlama ve açıklama girişimleri olduysa da, yapılan çalışmaların çok büyük bir çoğunluğunun klasik fizik etkisiyle

yapılmış olması, yapılan açıklamaların da zamanla ufak tefek değişikliklerle de olsa genelde birbirini tekrar eden bir döngü içinde sıkışıp kaldığı görülmüştür. Fakat Lotka'nın açtığı yolla yeni bir yönelim ve özellikle Schrödinger'in 'What Is Life?' (Schrodinger, 1967) isimli kitabıyla da her giderek artan bir ivme kazanan beyinde kuantum mekaniğini etkisini araştırma çalışmaları, bilhassa farklı disiplinlerden katılan her bir araştırmacı ile çok daha yeni fikir ve yaklaşımların doğmasına da vesile olmuştur. Örneğin bilgisayar dışında bilinç konusundaki çalışmalarıyla da bilinen bilgisayar bilimci James Culbertson 1963'te, bilincin, uzay-zamanın göreceli bir bulgusu olduğunu ve her nesnenin bir dereceye kadar bilinçli olabileceği fikrini öne sürmüştür (Culbertson, 1963). 1970 yılına gelindiğinde ise, fizikçi *Evan Harris Walker*, sinir hücreleri arası sinaptik tünelleme modelini geliştirmiştir. Söz konusu bu sinaptik tünelleme modelinde Walker, sinir hücrelerinin birbiri ile bağlantıya geçtiği sinaptik yarıklarda, fonksiyon halindeki elektronların kuantum fiziğine özgü olan tünelleme yapabileceklerini öne sürmüştür (Walker, 2000). 1971'li yılların başlarında, beyin cerrahı Karl Pribram ve fizikçi David Bohm tarafından, beyin çalışma prensibinin hologram modeli ile açıklanabileceği görüşü ortaya atılmıştır (Griffin, 1998). Bu görüşe göre; "Belleğin zannedildiği gibi sadece belli sayıdaki merkezlerde depolanmış olmayıp, bunun yanısıra ilgili bilgilerin tüm beyin boyunca dağıldığını ve bu dağılmanın da holografi prensiplerine göre olduğu" öne sürülmüştür (Griffin, 1998). Bu modelin getirdiği bir diğer farklı yaklaşım da; o ana dek etkin olan yaygın anlayışın tersine, belleğin sinir hücrelerinde bir merkez yapıda depolanmasından ziyade bir girişim örüntüsü dalgası (*Wave interference pattern*) olarak tüm beyinde kaydedildiği düşünülmüştür. Pribram'a göre; oluşturulan herhangi bir duyuşsal bir algı, bir beyin dalga paketi halinde bir elektromanyetik aktivasyon gibi beyin içerisinde yayılım göstermektedir. Bu süreç içinde oluşan diğer farklı dalgalar beyinde yayılırken birbirleriyle farklı biçimlerde etkileşim gösterirler. Nihayetinde oluşan bu dalgasal etkileşim de bir bakıma kuantum mekaniksel etkileşimlerin bir sonucudur (Pribram, 1991). Bu yaklaşım o günlerde bazı çevrelerde genel bakış açısı olarak oldukça farklı ve fantastik bulunmuş olsa da bu teorinin, 1920'lerde Karl Lashley'in yaptığı deneylerle uyumlu olması da bu fikrin üzerinde düşünülmeğe değer bir bakış açısı taşıdığını göstermiştir.

Nitekim Lashley'in yaptığı deneysel çalışmalarında, hayvan beyinlerinde büyük hasarlar yaptığında bile temel belleklerinin kaybolmadığını ve büyük oranda bütünlüğünü korunduğunu tespit edilmiştir (Lashley, 1950). Dolayısıyla, belleğin beyin sadece belli merkez yerlerinde depolanmış olmayıp, belki de tüm beyin boyunca yayılmış olabileceği fikri destek kazanmıştır. Bu yaklaşım aynı zamanda beyin kapasitesine dair yapılan araştırmalar için de yeni bir çözüm yaklaşımı sunması açısından önemli olmuştur.

1986 yılında fizikçi Herbert Fröhlich, Bose-Einstein Yoğunlaşmaları'nın bilhassa bitki ve hayvan odaklı biyolojik sistemlerde de etkili olabileceğini ve bilhassa biyolojik salınımların kökeninde bu tür eşdurumlu davranışların kaynak olabileceğini belirtmiştir. Yine aynı dönem içerisinde sinirbilimci *John Carew*

Eccles de, korteksdeki sinir hücreleri arası bölgelerin, kuantum mekaniksel olarak çalışıyor olabileceğini öne sürmüştür. *Eccles*'a göre; "Psikonlar (*Psychon*) adını verdiği madde olmayan zihin temel yapı taşlarının kuantum sıçramaları sonucunda oluşan tünelleme ile sınırlar uyarılabilmekte ve bu şekilde diğer bedensel hareketleri meydana gelebilmektedir" (*Eccles*, 1994).

Psikon teorisinden sonra da bilinç kavramı üzerine araştırma ve çalışmalarına devam eden *Eccles*, bilhassa uzun süre birlikte çalıştığı bilim felsefecisi *Karl Popper*'ın da etkisiyle zaman içerisinde zihnin ilerleyişine dair başka bir alternatif teorisini geliştirmiştir. "İkincil (düalist) etkileşim" olarak da bilinen bu modelde *Eccles*, klasik fiziğin bütünüyle dışına çıkarak, kuantum fizikçisi *Friedrich Beck*'in de yardımıyla zihin-beyin etkileşimini açıklamaya çalışmışlardır (*Beck ve Eccles*, 1992). Söz konusu teoride; korteksin ince temel yapısı, kuantum mekaniği bakış açısıyla yeniden incelenmeye çalışılmıştır. *Eccles*, korteksin esas temel birimi olarak *dendron*ları kabul etmektedir. Ona göre *dendron*lar maddesel beynin temsilcileri olup bu *dendron*ların karşılığı da, daha önceki teorisinde belirttiği psikon denen ve bilinçli deneyimin birliğini temsil eden, zihinsel birimlerle bağlantılıdır. Oluşan bir istemli hareket niyeti ve düşüncesi sonrasında psikonlar, *dendron*lar üzerine etki ederek seçilen sinir hücrelerinin ateşlenme olasılığını artırmaktadırlar. Böylece, örneğin kolumuzu kaldırmaya niyetlendiğimizde, beyindeki kol bölgesinde sinir hücreleri ateşleme yaparlar ve bu şekilde kolumuzun kaslarına uyarı göndererek kolumuzun kaldırılması sağlanmış olunur. Bu modele göre psikonlar arasındaki bu etkileşim ile, zihnimizin iç dünyası ve algılarımızın birliği de oluşturulmuş olunur (*Beck ve Eccles*, 1992).

Beyne kuantum fiziği ile bakış konusunda önemli etkilerden biri de hiç kuşkusuz Bose-Einstein Yoğunlaşması (BEY) fikriyle olmuştur. 1925 yılında teorik olarak öne sürülen BEY fikri, 1989 yılında fizikçi *Ian Marshall* tarafından bilinç kavramının oluşturulmasında temel olarak alınmıştır. *Marshall*'ın Bose-Einstein yoğunlaşmaların bütüncül özellikleri ile bilinç arasında benzerlikler olduğunu göstermeye çalıştığı araştırması, BEY'in beyinde de etkili olabileceğine dair güçlü şüphelerin de oluşmasına imkan sağlamıştır. 1995 yılında deneysel olarak da gösterilmiş olunan BEY'e göre, bütünü oluşturan birimler, bazı özel şartlar altında eşdurumlu ve aynı olarak davranabilmektedirler. Nitekim *Marshall*'ın teorisi de *Fröhlich* öne sürdüğü türden benzer yoğunlaşmalar içermekte ve elektrik alanla uyarılır uyarılmaz bilinçli deneyimlerin ortaya çıktığını öne sürmektedir.

Bu teoriye göre; beyin, alttaki kuantum dolaşıklık ile devamlı dinamik bir ilişki halinde bulunmaktadır. Beynin bütüncül çalışmasına benzeyen bu kuantum fiziksel sistemin, bir ölçüde beyinde de olabileceği fikri *Marshall*'ın çalışması sonrası daha çok tartışılmaya başlanmıştır.

1993 yılında, fizikçi *Nick Herbert*, kuantum mekaniğinin bilinçle olan yakın benzerliklerine dikkat çekerek 'Kuantum animizm' düşüncesini öne sürdü ve bu yaklaşımıyla, bilincin doğanın vazgeçilmez bir özelliği olduğunu belirtti (*Herbert*, 2002). *Herbert*'e göre; "Zihin, evreni oluşturan yapıların temel elemanıdır". Aynı dönemlerde Fizikçi *Henry Stapp* da, klasik fiziğin, bütünü kendini oluşturan

parçalarının toplamından nasıl daha fazla olabileceğini açıklayamadığını ve bu haliyle de bilinci açıklamada yetersiz kaldığını öne sürerek, bu durumun ancak kuantum mekaniği ile açıklayabildiğini iddia etti. Bu fikrini desteklemek için de Stapp, Heisenberg'in kuantum mekanik yorumunu temel alarak "Bilincin kuantum teorisini" geliştirdi. Stapp'ın geliştirdiği kuantum bilinç modeli şu üç temel yapı üzerine kuruludur:

1.Schrödinger işlemi: mekanik ve belirlemeci olup sistemin durumunu tahmin eder,

2.Heisenberg işlemi: Bilinçli yapılan bir seçimdir. Kuantum mekanik teoriye göre, bir şeyi doğaya bir soru sorduğumuzda biliriz. Soruya bağlı olarak evrenin durumunu etkileriz.

3.Dirac işlemi: Bizim sorduğumuz sorumuza yanıt verilmesidir. Yanıt tam olarak rastlantısaldır.

Bilincin kuantum fiziği etkisiyle açıklanması fikri devam eden yıllarda giderek daha çok taraftar toplamaya başladı. 1995 yılına gelindiğinde Fizikçi *Kunio Yasue* ve Gordon Globus, beyni bir kuantum alanı olarak yorumladılar. Aslında Yasue, daha önceleri fizikçi *Hiroomi Umezawa* ile birlikte, kuantum alan teorisini ya da "kuantum nörofizik" düşüncesini geliştirmişti. Onların bu ilk teorisinin temel yapı taşları "Kortikonlar" idi ve bunlar sinir hücrelerinden daha basit yapılarıydı. Yasue'ye göre, sinir hücrelerinin bağlantı kurarak organize olmasının bir önemi yoktu. Çünkü zaten beynin birçok alt birimi kuantum işlememesi için ev sahipliği yapabiliyordu. Yasue'ya göre beynin bütünü aslında makroskopik bir kuantum sistemi gibiydi. Bilhassa sinir hücreleri arası boşlukta, su ve diğer moleküller üzerinde yoğunlaşarak bu bölgelerde kuantum hadiselerinin gerçekleşebileceğini öne süren çalışması, Fröhlich yoğunlaşmasından da ilham alarak, sinir hücresi zarında bazı özel moleküllerin kuantum alanı oluşturabileceği şeklinde bir sonuçla tamamlandı. Bu süreç içinde mikrotübüllere de dikkati çeken Yasue, mikrotübüllerin, kuantum mekaniksel etkilerle bellek kaydında görev alabileceklerini, elektromanyetik alanın su ve protein molekülleri ile etkileşerek bilinci ortaya çıkardığını kanıtlamaya çalışmıştır (Tarlacı, 2009).

Bilincin mikrotübüller vesilesiyle açıklanması konusundaki en detaylı ayrıntılı çalışma ise hiç kuşkusuz Roger Penrose ve Stuart Hameroff sayesinde oluşur. Daha sonrasında da detaylı bir şekilde değinileceği gibi Penrose ve Hameroff'un 1992'de buluşması sonrasında hız kazanan mikrotübül odaklı bilinç gelişimi teorileri, 1995 yılında ilk meyvesini vererek, bilincin kuantum mekaniksel olarak sinir hücrelerinde yer alan mikrotübüllerden nasıl doğabileceği sorusunun yanıtı olarak ortaya çıkmıştır.

2.4.3. Penrose ve Hameroff'un Kuantum Nesnel İndirgenmesi

Zihin ve maddenin birbirleriyle nasıl ilişkili olduğu sorunun birçok yönü vardır ve birçok farklı başlangıç noktasından ele alınabilir. Bilincin ya da daha genel olarak zihinsel aktivitenin bir bakıma maddi beynin davranışıyla ilişkili olduğu düşüncesi, genel kabul gören bir yaklaşımdır. Bununla birlikte kuantum teorisi de

şu anda mevcut olan maddenin en temel teorisidir. Bilincin açıklanmasına dair çalışmalarda bulunan disiplinler daha çok; davranış bilimi, bilişsel bilim ve sinirbilimi ile birleştirilen felsefe ve psikoloji olmuştur. Buna ek olarak bilhassa son yüzyıl içinde de karmaşık sistemlerin ve kuantum fiziğinin bilinç tartışmalarında önemli bir rol oynadığı görülmektedir.

Kuantum fiziği ile ilgili olarak, kuantum olaylarının meydana geldiği ve biyolojik sistemler de dâhil olmak üzere, maddi dünyanın başka yerlerinde olduğu gibi beyinde de etkili olduğu konusunda henüz net bir kanıt ortaya konulabilmiş değildir. Ancak, bu olayların beyin aktivitesiyle zihinsel etkinlikle ilişkili olan yönleri için ne derece bir etki sahibi olabileceği düşüncesi de hala tartışılmaya devam edilmektedir. Bu noktada Penrose da konu hakkındaki değerlendirmeleri neticesinde geliştirdiği düşüncelerini sisteme dâhil etmiştir. Penrose'un bilincin kuantum mekaniği ile ilişkisine dair sorduğu soru şuydu: Tek bir kuantum olayına tepki olarak durumlarını değiştirebilen moleküler yapılar beyinlerimizde de olabilir mi? Eğer beyinlerimizde böylesi parçacıklar varsa, bunlar da tıpkı çift yarıık deneyinde görülen parçacıklar gibi, süperpozisyon durumuna geçebilirler mi? Daha da önemlisi bu kuantum süperpozisyonları, elektrik sinyalleri sayesinde iletişim kurmak için tetiklenen nöronlar şeklinde kendini gösteremez miydi?

Penrose, insan bilincindeki kuantum etkilerinden ilk defa 1989'da yayımladığı Kralın Yeni Us'u (The Emperor's New Mind) isimli kitabında bahsetmiştir. Bu kitapta Penrose ilk defa, "Orchestrated objective reduction" (Planlanmış nesnel düşüş/indirgeme) ifadesinin kısaltılmış bir biçimi olan Orch-OR yaklaşımdan bahsetmiştir. Söz konusu nesnel indirgeme ifadesi, Penrose'un inandığı şekilde, kuantum girişiminin ve süperpozisyonun çöküşünün, bir baloncuğun patlaması gibi gerçek bir fiziksel süreç olduğu anlamına gelmektedir. Orch-OR, Penrose'un, günlük hayattaki nesnelere kuantum etkileri göstermemesinden kütle çekimin sorumlu olduğuna dair fikrinden çıkmıştır. Penrose; atomlardan daha büyük cisimler için kuantum süperpozisyonunun mümkün olmadığını, çünkü bu cisimlerin kütle çekimsel etkilerinin, uzay-zamanın birbirleriyle uyumsuz iki farklı versiyonunu bir arada bulunmaya zorladığını belirtmiştir. Daha sonrasında bu fikirlerini, Amerikalı hekim Stuart Hameroff ile birlikte geliştiren Penrose, birlikte yaptıkları çalışma sonrasında kuantum bilincinin oluşmasında yer alan yapıların, mikrotübül adı verilen protein dizileri olabileceğini iddia etmişlerdir.

2.4.3.1 –Kuantum Nesnel İndirgenmesi Teorisinin Kısa Tarihçesi

Oxford Üniversitesi'nin önde gelen matematiksel fizikçisi Roger Penrose, 1989 yılında zihin ile kuantum mekaniği arasındaki bağlantıyı daha farklı bir şekilde açıkladığı "Kralın Yeni Us'u" adlı bir eser yayınlamıştır. Söz konusu bu kitapta Penrose; bilinç denen olgunun, beyin hücrelerinde yer alan ve "Nesnel indirgenme/objectif reduction" adını verdiği kuantum mekaniksel işlemler sonrası ortaya çıkmakta olduğunu iddia etmiştir. Penrose'a göre, "Beyinde kuantum mekanik işlemin olabileceği yer, sinir hücrelerinde yoğun olarak bulunan mikrotübüller ya da mikrotüpçüklüdür" (Penrose, 1989). İlginç olarak, Penrose'un

bu iddiası o dönem için, sinir bilimlerinin önde gelen dergilerinde hiç bir atıf almaz ve dikkate değer bulunmazken, aynı dönemler içinde bilinç konusunda çalışmalar yapmakta olan Dr., Stuart Hameroff'un dikkatini çekmiştir.

Aynı dönemlerde ise, Arizona Üniversitesi Anesteziyoloji, Psikoloji ve Bilinç Çalışmaları Merkezi anestezi uzmanı Profesör Stuart Hameroff, mikrotübüllerin kuantum etkileri için uygun adaylar olduğunu ileri sürmüştür. Kitabın yayınlanmasından sonraki 10 yıl içinde Hameroff, önemli bir zamanını, Penrose'un işaret ettiği mikrotübüllerin, beyin hücreleri içinde bir bilgisayar ağı gibi nasıl çalışabileceğini anlamaya adanır. Zira Hameroff da, bilincin kilit noktası olarak her sinir hücresinin kendisini değil, onların içindeki mikrotübül elemanlarının önemli bir etken olabileceğini düşünmektedir. Hameroff, mikrotübüller üzerinden uygulayabileceği bir bilinç teorisi geliştirmiş olmasına karşın, o güne dek bunu hangi kuantum mekanik olayları temelinde ortaya koyabileceğini bilmiyordu.

Penrose'un ise tam tersi olarak elinde bir kuantum mekanik bilinç teorisi vardır ama o da bu teorisini beyinde bunu ortaya koyabileceği uygun bir biyolojik yapı hakkında bilgi sahibi değildir. Penrose, "Bilinçli beyin eylemlerini, ancak Göden'in söylediği türdeki *hesaplanmaz* ilkelerle açıklayabiliriz" savını temel alarak kuantum bilinç teorisinin içine katar. Böylece Gödel'in hesaplanamaz süreçlerini de dikkate alır. Gödel teorisi esasen; bir insanın bir konuyu matematik yolu ile kavrama etkinliğinin, yalnızca bilinen ve tümü ile inanılan bir dizi hesaplama kuralına indirgenemeyeceğini öne sürer (Tarlacı, 2009). Buradan hareketle Penrose, bilinen fizik yasalarına bakarak, *hesaplanabilir olmayan* davranışı bulmaya çalışır. Penrose, eğer bilinen yasalarla bunu başaramazsa, hesaplanamaz süreçleri açıklamak için eldeki fizik yasalarının ötesine geçmek gerektiğini öne sürer. Bu nedenle de Penrose, "Gödel kanıtlanması" olarak bilinen bir matematiksel temelden yola çıkarak, beynimizin algoritmik olmayan süreçler tarafından yönetilmesi gerektiğini savunan bir yaklaşım geliştirir.

Buna göre beynimizdeki süreçler, matematiksel kesinlikle ve bilgisayarlarca betimlenebilen "iş akışları" anlamında algoritmalarla yönetilemeyecek kadar derin bir bilgi temeline sahip olmalıdırlar. Böylesi algoritmik olmayan süreçlerin beyinde nereden ve nasıl ortaya çıktığını da göstermek gerekiyordu ki, o güne dek bilinen klasik "Sinir-sinaps-bilgisayar" benzetmesini temel alan açıklamaların bu durum destekleyecek mekanizmadan yoksun olduğunu düşünüyordu. Penrose da bu durumun çözümünü aramak için en uygun alanın kuantum fiziği olması gerektiğine karar verir.

1992'de Hameroff, Penrose ile yazışarak Londra'da bir görüşme ayarlar. İki saatlik konuşmadan sonra, bilincin kuantum mekaniksel olarak sinir hücrelerinde yer alan mikrotübüllerden nasıl doğabileceği sorusunu, "Orch-OR" adlı kuantum mekaniksel modeli ile yanıt bulmaya çalışmışlardır. Bu haliyle de *Penrose ve Hameroff* 'un bu ortak teorisi, kuantum mekaniksel bilinç teorilerinin en güçlü tabana oturmuşlarından biri haline gelmiştir.

2.4.3.2. Kuantum Nesnel İndirgenmesi Teorisinin Temelleri

Kuantum fiziğinin temel yapısını oluşturan kuantum parçacıkları, fenemolojik bir özelliğe sahip olup; gözlemlenmediklerinde tanecik halinde iken, gözlemlenmedikleri zaman ise daha çok dalga benzeri bir halde bulunmaktadır. Fakat bu dalgalar klasik fizikte yaygın olarak bilinen şekliyle, 'Kuvvet taşıyan dalgalar' gibi olmayıp, kuantum fiziğine özgü haliyle 'Olasılık dalgaları' şeklindedir. Söz konusu olasılık dalgalarının bir özelliği ve belirsizlik yasası gereği; bir kuantum parçacığının aynı anda hem yerini hem de hızını net olarak belirtebilmek mümkün olmayıp, bu iki nitelikten bir an için sadece birisini belli bir kesinlikte ölçebilme imkânımız olabilmektedir. Ne zaman bir ölçüm yapsak ya da bir gözlemlerde bulunuyor olsak, bu olasılık dalgası, bulunma ihtimalindeki konumlardan birine doğru 'çöker' ve bundan dolayı da 'bizim kuantum parçacığımız artık bu noktadadır' deriz. Fakat bir ölçü ya da gözlem olayından önceki süreçte ise, o parçacığa ait olası bütün ihtimallerin bir arada bulunduğu, 'Üst üste binmiş' (superposed) diyebileceğimiz bir özel bir durum halindedir. Fakat bu aşamada söz konusu çökme yâda üst üste binme şeklinde tarif edilen süreçleri, klasik fiziğin hâkim olduğu dünyadan ayrılan ve henüz tam olarak çözümlenememiş önemli bir yansıması da şudur: Ölçüm esnasında meydana gelen bu dalga fonksiyonu çökmesi neticesinde kuantum parçacığını bulacağımız yer tamamen rastlantısaldır. Yani algoritmik özellikteki herhangi bir nedensel olaylar dizisi tarafından belirlenmeyen bu çökme olayı, her defasında, kuantum parçacığının olasılık dalgasının etki ettiği mekânsal koordinatların rastgele birisinde olacak şekilde gerçekleşmektedir (Tarlacı, 2009).

İşte bu durum baştan beri algoritmik olmama konusunda çalışma yapan Penrose'un da dikkatini çekmiş ve geliştirdiği "Objektif indirgenme" fikrini bu yaklaşımın üzerine kurmasını sağlamıştır. Penrose, bu haliyle teorisini, o genel kabul gören von Neumann'ın kuantum süreçlerinin birim zamanda evrimleşmesi düşüncesinin aksine, geçerli bir kuantum azalma formülasyonunu temel almış ve bu olguyu da "Objektif indirgeme" diye adlandırmıştır.

Bu açıdan bakıldığında Penrose; kuantum mekaniğinde tartışma konularından biri olan, öznel ve nesnel indirgenme arasına da bir ayırım getirmiş olur. Öznel indirgenme için genel kabul gören açıklama olan; bir kuantum sisteminde ne olduğu gözlenene kadar herhangi bir özel durum söz konusu değildir algısını kabul eder. Bununla birlikte bir gözlem süreci yaşandığında ise gözlem eyleminin, sistemde bir indirgenme/çökme/kollapsa neden olduğunu bu sürecin de "Nesnel indirgenme" (*Objectif reduction*) denen olguyu oluşturduğunu öne sürerek, görelilik ile kuantum mekaniğinin bu noktada birleşebileceğini iddia etmiş olur. Penrose aynı zamanda nesnel indirgenmeyi, kuantum mekaniksel bilinç teorisinin içine dâhil etmiş olur.

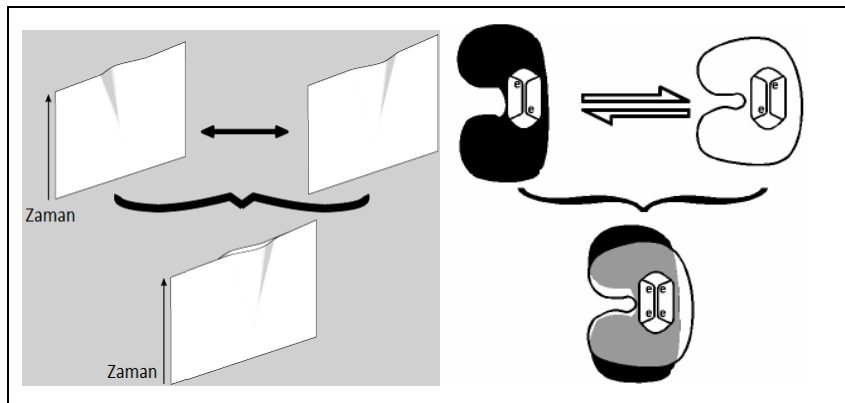
Penrose, kuantum mekaniğine dair konuların, bilinci anlamaya dair gösterilen çalışmalarla bir şekilde ilişkili olabileceğini düşünmektedir. Bu nedenledir ki kuantuma dair yaklaşım ve olgularının, beynin işleyişi yönünden

de etkin ve önemli olabileceğine inanmaktadır. Örneğin Penrose'a göre 'yerel olmama olgusu' ve 'kuantum eşdurumu' gibi temel kuantum ilkelerinin, beynin kendisinde de geçerli olabileceğini ve bu yaklaşımların beynin geniş bölgelerinin belli bir eşdurumluluk haliyle çalışmasını açıklamakta kullanılabileceğini düşünmektedir.

2.4.3.3. Yerçekiminin Objektif/Nesnel İndirgemedeki Yeri

Normalde kütle çekimi kavramını, uzay-zaman düzlemi içinde Güneş gibi çok daha büyük cisimlerde gözlemleriz. Örneğin, Güneş'in yanından geçen bir başka yıldızın ışığının, kütle çekimi etkisiyle uzay-zaman düzleminde eğrilime uğradığı görülür. Penrose, bu kütle çekimi etkisinin mikro evrensel dünyada da geçerli olup olamayacağı düşüncesinden yola çıkar. Zira o zamana kadar kuantum teorisine entegre edilmeyen tek temel etkileşim, kütle/yer çekimi etkisidir ve Penrose da bu etkinin kuantum mekaniği ile bütünleşmesi gerektiğini düşünür. Bu açığı kapatacak teorinin hangi düzeyde etkili olacağını bulmak içinse, üst üste binme durumunu örnek verir.

Einstein'in genel göreliliğinden de faydalanan Penrose, tıpkı Einstein'in kütle uzay zamanı büküğünü göstermesi gibi, her bir üst üste binmiş dalga fonksiyonun, uzay zamanı kendi gücü nispetinde bükebildiğini göstermeye çalışır. Zira çok çok küçük ölçeklerde birbirinden ayrı duran bu her bir dalga fonksiyonu, uzay-zamanda kabarcıklara benzer yapılar oluştururken, Planck mesafesi (10^{-37} m.) denilen belli bir kritik mesafenin altındaki kuantum binişimleri, bu haliyle kütleçekim kuvvetinin etkisine açık hale gelmiş olurlar ve bu durum da onları objektif indirgenme denen, kendiliğinden bir dalga fonksiyonu çöküşü olgusu ile karşı karşıya bırakmış olur.



Şekil 2.21: Tübinlerdeki uzay-zaman ayrışımının şematik gösterimi. (Solda; Kuantum eşdurumunun üst üste binme uzay-zamanın ayrışması şeklinde gösterimi. Sağda; uzay-zaman ayrışmasının tübinlerin elektron transferi ile alfa-beta yapısı arasında dönüşümü). (NeuroQuantology 2003;1:10-35, kaynak: Hameroff, 2001).

Üst üste binme durumunda olan iki katı madde parçasının ayrışarak, iki farklı konumdan birisini temsil eden duruma çökme zamanını tahmin için gereken enerjinin (E) ne olduğu önemlidir. Penrose bu enerjinin hesabı için,

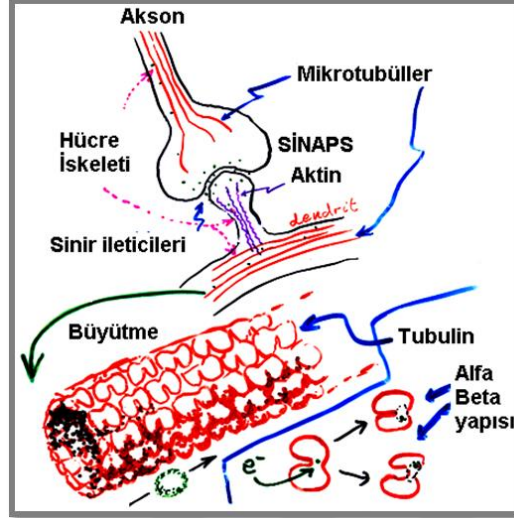
yalnızca katı madde parçasını oluşturan parçalardan birinin diğeri üzerindeki kütle çekimsel etkisini hesaba katar (Penrose, 1994). Eğer madde parçasının sert olarak hareket ettiği kabul edilirse bu durumda 'E', cismin kütlesi tarafından belirlenir ki bu değer de, parçanın iki konumunda oluşan kütle çekimi alanları arasındaki farkın öz enerjilerine eşit olur (Penrose, 1994). Buradan yola çıkan Penrose, üst üste binmenin bozunarak bir tanesini temsil eden duruma çökmesi için geçen yarılanma süresini T ile göstermiş ve bu işlem için gereken formülün de; $T = \hbar / E$; ($\hbar: h/2\pi$) şeklinde olduğunu belirlemiştir. Kütle arttıkça çökme denilen indirgenme süresi de kısalır. Penrose'a göre bir elektronun bu şekilde çökmesi yaklaşık 100 milyon yıl gibi bir zamanda gerçekleşirken; bir kiloluk bir cismin çökmesi ise 10^{-37} saniye gibi bir sürede meydana gelebilir. Fakat söz konusu olan bu yaklaşımlar, sadece maddenin içinde bulunduğu çevreden ve onun etkilerinden tam olarak yalıtılmış olması durumunda geçerli olabileceği bilinmelidir. Zira çevrenin yaşanan süreçlere etkisi görünenden çok daha fazla olabilmektedir. Bu durumda yaşanan çökme olayının süresinin de çok daha hızlı olması beklenebilir. Bu süreçte her ne kadar sistemin kendiliğinden çökmesinin etkisi ve süresi hesaplanabilir olsa da, bu sürece dâhil olan çevrenin etkisini hesaplamak çok zordur. Zira bu olay bütünüyle rastlantısaldır. Bununla birlikte ilgili sistem, süreç boyunca içinde bulunduğu çevre ile bir nevi dolaşıklık içinde olacağından, çökmenin kendi içinde hesaplanabilir olma süreci de çevre etkisi ile maskelenecektir. Çünkü dışarıdan yapılan rastlantısal etkilerin ne zaman ve ne şekilde etki edeceği hesaplanamayacaktır. Tüm bunlardan dolayıdır ki çökmeyi asıl denetleyen olgunun, içinde bulunduğu çevre ile olan dolaşıklığın rastlantısal etkileridir denilebilir.

Bu noktada Penrose bu iki aşırı uç arasında kütleyle sahip partikül veya sistemler için, beyindeki işlemlerin hızına uygun bir objektif indirgenme hızı bulunduğu sonucunu çıkartmıştır. Geriye ise sadece beyinde böyle bir "objektif indirgenmenin" olabileceği kuantum fiziksel bir sistem bulmak kalmıştır.

2.4.3.4. Mikrotübüllerin Objektif/Nesnel İndirgemedeki Yeri

Nöronlarda ve diğer hücrelerin içindeki çeşitli nakil süreçleri için gerekli olan ve esas olarak iki tür yapıdan meydana gelen nörofilamentler ve mikrotübüller, esasında protein ağlarından oluşan temel yapılardır. Bununla birlikte Penrose'a göre bilinç öyle bir kuantum fenomeni olmalıdır ki, sinir hücreleri içinde yer alan mikrotübüller denilen minik tüpçükler de işte bu bilincin kuantum mekaniksel yeridir.

Mikrotübülündeki tübülünler, Hameroff'un teklifinde Penrose'un teorik çerçevesini nörofizyolojik olarak yerleştirmek için kullanılan substrattır. Tübülün durumlarının kuantum olaylarına bağlı olduğu kabul edilir. Böylece farklı tübülünler arasındaki kuantum tutarlılık mümkün olmaktadır. Ayrıca, Penrose ve Hameroff'un teorisindeki önemli bir tez, bu tutarlı tübülün durumlarının yaşanan çekime bağlı olarak çöküşünün, var olan temel bilinç hareketlerine karşılık geldiği yönündedir.



Şekil 2.22: Mikrotübüllerin hücre içindeki yerleşimi ve yapısının şematik gösterimi. (Penrose'un bir çiziminden. Penrose, 1994).

Normal boyutlarda göz önüne alındığında kuantum kütle çekiminin etkisinin çok küçük olacağı görülecektir. Buna karşın boyutlar küçüldükçe bu etkide de artış olacaktır. Mesela sinir hücreleri içinde yoğun bulunan mikrotübüler yapıların bu tip kuantumsal etkiler için oldukça uygun bir özellikte olabileceği ve buralarda 'OR' süreçlerinin işleyebileceği düşünülmektedir. Özellikle mikrotübüllere eşlik eden proteinler, OR'ye neden olan kuantum dalgalanmalarına bir nevi ince ayar yaparak bu etkinin kendini göstermesine destek olabileceği düşünülmektedir ki bu nedenle söz konusu teori 'Yönetilmiş nesnel indirgenme' veya 'Orch-OR' olarak adlandırılır.

Penrose ve Hameroff'un teorisine göre bilinç; organize bir kuantum sisteminde, uzay- zamanın ayrılması için gerekli eşik aşılana kadar üst üste binme durumunda kalır (Tarlacı, 2009). Hemen sonrasında ise kendiliğinden indirgenme sürecine geçilir ki bilinçliliğin ortaya çıkması için bu kendiliğinden indirgenmenin olması temel esastır. Bu aşamada yaşanan üst üste binme durumlarının her birinin, kendine özel birer 'uzay-zaman geometrisi' vardır. Mikrotübüllerde yaşanan bazı özel durumlar altında iken söz konusu üst üste binme olgusu gerçekleşir ve bu olayın sonucunda bir seçim gerçekleştirilir. Buna göre "Nesnel indirgenme; farklı uzay-zaman geometrileri arasında bir seçim yapıldığında, oluşan dalga fonksiyonunun çökmesidir" (Hameroff ve Penrose, 2014). Bu aşamada ortam içinde yer alan çevresel proteinler, bir aşamaya kadar yaşanan nesnel indirgenmenin düzenlenmesi ve yönetilmesinde görev alırlar. Penrose ve Hameroff'a göre; "Ön-bilinç bilgisi, temel Planck ölçeğinde, uzay-zaman geometrisinde kodlanır ki bu ölçekteki olaylar bilinç durumları ile sonuçlanır" (Hameroff ve Penrose, 2014).

Bu teoriye göre, yalnızca şu şekildeki çok özel bazı durumlar bilinç olgusunu ve bilinçlilik durumlarını destekleyebilir (Tarlacı, 2009):

1. İleri derecede eşdurumda ve üst üste binme halinde bulunan bir sistem,

2. Kendiliğinden nesnel indirgenme (OR/Objective reduction) olana kadar, çevresel etkilerden bir süreliğine ayrı kalabilen sistemler. (*Bu ayrı kalma, rastlantısal indirgenmeyi engellemek için gereklidir. Herhangi çevresel bir kitle, kuantum dolaşıklık nedeni ile kuantum durumu üzerine etki edebilir*).

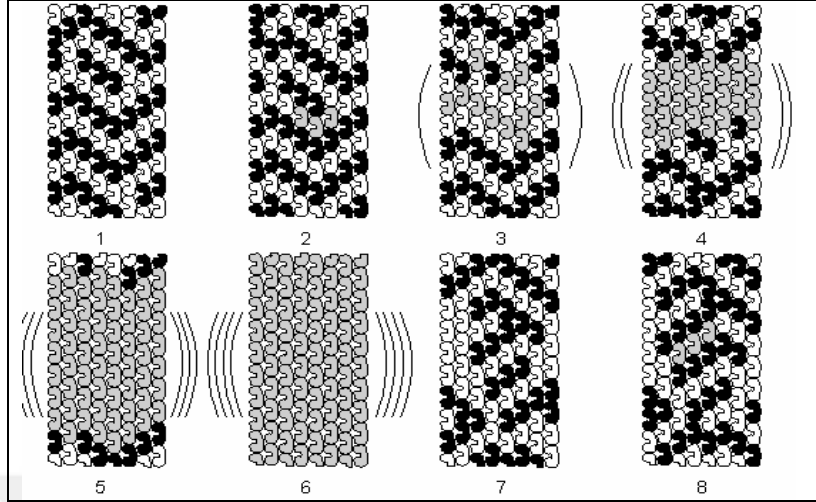
3. OR sürecindeki sistemler. Or süreci, bir 'bilinç akışı/zamanın ardışıklığı olgusu'na neden olur ve bu olgu, bir yaşam boyunca defalarca kez tekrarlar. Bizler tam da bu şekilde zamanın akışını zihnimizde oluşturarak, içinde bulunduğumuz anları yaşarız.

2.4.3.5. Mikrotübüllerde Kuantum Bilinç Oluşum Yaklaşımı

Penrose ve Hameroff, beyinde kuantum eşdurumu ve üst üste binmesinin gerçekleşebileceği (OR) ve bilincin doğabileceği en uygun yerin tespiti için bazı temel ölçütlerin kullanılması gerektiğini öne sürmüşlerdir. "Bu ölçütler şunlardır:

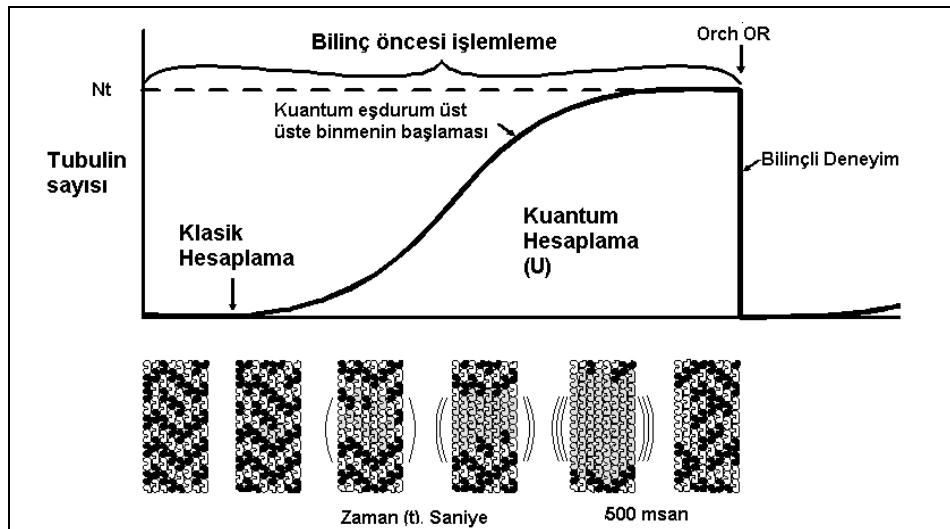
- 1- Sık bulunması,
- 2- İşlevsel olarak sinir hücreleri arasındaki bağlantıda ve hücre yapısının devamlılığında yer alması,
- 3- Periyodik ve kristal benzeri yapıda olması,
- 4- Dış çevreden etkilenmemesi için kendini izole edebilmeli,
- 5- İşlevsel olarak kuantum seviyesi olayları ile ilişkilendirilebilmeli,
- 6- Tüpçük veya silindirik olmalı,
- 7- Bilgi işlemeye elverişli olmalıdır.

Belirtilen tüm bu özelliklerin hepsi olmasa da bir kısmı; hücre zarlarında, DNA'da, zar proteinlerinde ve sinapslarda yer yer bulunabilmektedir. Ancak bu özelliklerin tümünün birden sağlandığı tek yer ise sadece sinir hücreleri içindeki *mikrotübüllerdir*. Zira daha evvel de belirtildiği üzere, yakından bakıldığında her mikrotübülün, dış kısmı su tarafından izole edilen bir nanotüp şeklinde olup yapılarındaki enerjiyi herhangi bir dağılıma uğratmadan yayarak dağıtabilmektedirler (Mavromatos, 2000). Aynı zamanda bünyelerindeki 'Fibonacci dizileri'ne denk gelen spesifik geometrisinden dolayı Penrose ve Hameroff, MT'lerin bilgi işlemede de etkili olabilecekleri öne sürmüşlerdir. Nitekim Teorik ve modelleme çalışmaları ile "Tübülinlerdeki yapı değişikliğinin MT içinde yayıldığı ve diğer MT'lere de yayılarak 'Hücreyel otomat' oluşturduğu" gösterilmiştir (Alfonseca, Ortega, de la Cruz, Hameroff ve Lahoz-Beltra, 2015). Bu özelliğinden dolayı MT'ler 'bilincin ultra-indirgenen yeri' olarak düşünülmüşlerdir. Tüm bunların yanında MT üzerinde bulunan MAP'lerin, ortamdaki kuantum titreşimlerini ayarlayarak kuantum çökmesini (Orch-OR) olayını da yönettiği düşünülmektedir. Tüm bunlardan dolayıdır ki söz konusu nesnel indirgenmenin MAP'lerin bağlandığı MT'lerde kendiliğinden ortaya çıktığı ve böylece bilincin oluştuğu sonucuna ulaşılır.



Şekil 2.23: Mikrotübüllerdeki klasik ve kuantum mekanik işleme modellerinin tübülünler üzerindeki şematik gösterimi (NeuroQuantology 2003; 1: 10-35, kaynak: Hameroff, 2001).

Bu konudaki bir diğer konuda bu olguların oluş süreleri ile ilgilidir. Penrose ve Hameroff, üst üste bulunma ya da eşdurumun ne kadar devam ettiğine dair sorunun cevabı olarak, "T değerinden hareketle, 500 msan sürmüş olabilir" (Tarlacı, 2009) diye vermektedirler ki bu tespit aynı zamanda Benjamin Libet tarafından tespit edilen "500 msan" ile de uyumludur (Libet, Wright, Feinstein ve Pearl, 1979). Zira tipik bir sinir hücresinde 10^7 tübülün içerir (Yu ve Baas, 1994). Eğer, her sinir hücresindeki tübülünlerin sadece %10'unun bile kuantum eşdurumunda bulunabileceğini kabul edecek olsak bile, bu sayıdaki sinir hücresinin bile 500 msan süreyle eşdurum ve bilinçlilik yaratmak için yeterli olacağı görülecektir (Tarlacı, 2009).



Şekil 2.24: Tübülünlerdeki kuantum eşduruma karşılık zamanın şematik gösterimi (NeuroQuantology 2003;1:10-35, kaynak: Hameroff, 2001).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Mikrotübül Etkinliğine Dair Deneysel Bir Kanıt

Beyin nöronları içindeki mikrotübüllerde kuantum etkinliği olabileceği fikri, 1990'lı yılların son yarısından beridir nörobilim ve kuantum dünyasını meşgul etmeye devam etmektedir. Söz konusu yaklaşımda; mikrotübüllerdeki kuantum titreşim hesaplamalarının, mikrotübüllerde depolanan ve Penrose'un "Nesnel İndirgeme" (OR) ile sonlanan sinaptik girdilerin, hafızayla adeta bir "Orkestra" (Orch) gibi çalışması sonucu "Orch-OR" yaklaşımı ile ortaya konduğu bir model önerilmektedir. Bununla birlikte beynin bu tip narin kuantum süreçlerinin işleyebilmesi için gerekenden çok daha sıcak, ıslak ve gürültülü olduğu düşünüldüğünden, Orch-OR yaklaşımı, öne sürüldüğü günden beri sert eleştiriler almaya da devam etmiştir. Fakat her nasıl olduğu tam olarak bilinmemekle birlikte, bu çalışma dahilinde de değinilmiş bir çok araştırma ile (Örneğin; kuşlardaki beyin navigasyonunda (Gauger, Rieper, Morton vd., 2011), iyon kanallarında (Bernroider ve Roy, 2005) , koklama duyusunda (Turin, 1996 DNA yapısında (Rieper, Anders ve Vedral, 2011) ve protein katlanması (Luo ve Lu, 2011)) "Sıcak kuantum olayları"nın biyolojik yapılarda gerçekleşebildiğinin ispatlanması, benzer bir durumunun beyinde de olabileceğine dair şüpheleri destekler kanıtlar olarak öne sürülmektedir.

Nitekim bu konuda yapılan son deneysel çalışma ⁽⁵⁾ (Sahu, Ghosh, Hirata, Fujita ve Bandyopadhyay, 2013) ise, konuyu çok daha farklı ve önemli bir noktaya götürmüştür. Japonya-Tsukuba'daki Ulusal Malzeme Bilimleri Enstitüsü'nden Anirban Bandyopadhyay liderliğindeki araştırma grubu tarafından yapılan bu çalışma, beyin nöronları içindeki mikrotübüllerde "Sıcak kuantum olayları"nın olabileceği teorisini doğruluyor gibi görünmektedir. Bu çalışmada Bandyopadhyay ve ekibi; gigahertz, megahertz ve kilohertz aralıklarındaki spesifik frekanslarda uygulanan bir alternatif akım olduğunda, tekli mikrotübüllerde gözlemlenebilen iletken rezonanslar oluştuğunu keşfetmişlerdir. Ayrıca bu keşiften yola çıkarak; beyin dalgaları olarak bilinen EEG ritimlerinin, aslında derin mikrotübül titreşimlerinden kaynaklanmakta olabileceğine dair bir öneri de ortaya konmaktadır. Bu şekilde pratik açıdan bakıldığında, beyin mikrotübül titreşimlerini tedavi etmenin, bir dizi zihinsel, nörolojik ve bilişsel koşula da fayda sağlayabileceği (Sahu vd., 2013) öne sürülmektedir. Bu iddia başlı başına önemli bir değerlendirmedir aslında. Zira nerdeyse yüzyıllık bir geçmişi ve klinik kullanılışı olmasına karşın, EEG ritimlerinin nerede ve nasıl meydana geldiği konusu hala bir gizem olarak kalmaktadır. Bu çalışma göstermektedir ki; mikrotübüllerdeki kuantum titreşimleri de, normal sinaptik akış sürecinde üretildiği düşünülen ritimlere, çok daha yavaş "EEG atım frekansları" üreterek eşlik ediyor gibi görünmektedir. Nitekim devam eden

⁵ : Sözkonusu deney, her ne kadar tez çalışması dahilinde özel olarak gerçekleştirilmiş bir çalışma değilse de, enstitünün tez yazımı konusunda belirlenmiş kriterler nedeniyle, deneye dair bahsi geçen gereç ve yöntemlerle bulgular şeklindeki başlıklar olduğu haliyle kullanılmak durumunda kalmıştır.

süreçler içinde, transkraniyal ultrason kullanılarak yapılan başka çalışmalarda da, megahertz düzeyindeki mekanik titreşimlerle mikrotübül rezonanslarına yönelik kısa süreli beyin stimülasyonu denemeleri yapılmıştır. Bilhassa son dönemlerde panik atak ve OKB gibi durumlar için sıklıkla kullanılmaya başlanan ve oldukça olumlu sonuçların alabildiğinin görüldüğü TMS (Transkraniyal Manyetik Stimülasyon) türü tedavi metotlarının, bu doğal beyin dalgalarının düzenlenmesi temel esasına dayandığı dikkate alınacak olunursa, bu yaklaşımın ne derece dikkate değer olabileceği görülecektir.

Tüm bu açılardan ele alındığında söz konusu çalışma, mikrotübüllerdeki kuantum etkinliğini gösterebilmesi adına en önemli adım olarak gösterilmiş ve bizzat Penrose, Hameroff ve Bandyopadhyay'ın birlikte katıldığı Brainstorm Sessions etkinliğinde "Mikrotübüller ve Büyük Bilinç Tartışması" konulu bir oturumda bu ekip, teorilerini ve ilgili çalışma sonuçlarını bir kez daha anlatma imkanı bulmuşlardır.

3.2. Çalışmada Kullanılan Bazı Temel Kavram ve Yaklaşımlar

3.2.1. Histerezis Kavramı

Çalışmanın en önemli çıkış noktalarından biri de "Histerezis" kavramı üzerine kurulmaktadır. Histerezis; mühendislik, mekanik, malzeme, biyoloji ve hatta ekonomi gibi birçok alanda kullanımı olan bir kavramdır. Fiziksel ve kimyasal olaylarda da sıklıkla bahsi geçen önemli terimlerden birisi olan histerezisin yalın kelime anlamı "Gecikme"dir. Terimsel olarak incelendiğinde ise histerezis; "Sistemin bir önceki ile bir sonraki girişine verilen tepkinin, sistemin yakın geçmişteki durumuna duyarlı olmasından dolayı gecikmesi" olarak tarif edilmektedir (Minoura ve Muto, 2006). Histerezis olayı bilhassa ferromanyetik ve ferroelektrik malzemelerde meydana gelmekte olup, ilaveten alaşım, lastik gibi, bazı malzemelerin deformasyona uğramış hallerinde de meydana gelebilmektedir. Histerezisin iki temel çeşidi vardır:

- a-Dereceye Bağlı Histerezis
- b-Dereceden Bağımsız Histerezis

3.2.1.1. Dereceye Bağlı Histerezis: Bu histerezis çeşidinde giriş ile çıkış arasındaki basit bir gecikme vardır. Giriş faz gecikmesi 0° olan $X(t)$ sinüs sinyali verildiğinde, çıkışta belirli bir faz gecikmesi olan $Y(t)$ sinüs sinyali oluşur.

$$X(t) = X_0 \sin \omega t$$
$$Y(t) = Y_0 \sin (\omega t - \phi) .$$

Bu tür histereziste, giriş sinyali sıfıra indirgenirse, çıkış belirli bir süre tepki vermeye devam eder. Bu da bize sistemin belirli bir süreliğine daha devam eden bir 'hafızası' olduğunu gösterir. Belirli bir süreliğine olmasının nedeni de çıkış

sinyali sifıra ulaştığında bu hafızanın kaybolmasıdır. Sistemde görülen bu faz gecikmesi, girişin frekansına bağlı olup, frekans azaldıkça giriş sinyalinin de sifıra yaklaştığı görülecektir.

3.2.1.2. Dereceye Bağlı Olmayan Histerezis: Bu tür histerezisli sistemlerde ise geçmişe dair kalıcı bir hafıza etkisinin olduğu görülmektedir. Sistemin giriş sinyali $X(t)$; X_0 ile X_1 arasında süreli olarak salınım yaptığında, çıkış sinyalinin Y_0 ve Y_1 'den farklı olabildiği görülmüştür. Yani $Y(t)$ değerinin, $X(t)$ 'nin salınım yaparken geçtiği yola bağlı olmakla birlikte frekansına bağlı olmayabileceği görülmüştür. Bu nedenledir ki dereceye olmayan histerezis olarak anılmaktadır.

3.2.2. Manyetik ve Elektriksel Bağlı Histerezis

Histerezis kavramını ayrıca malzeme bazında incelendiğimizde de; manyetik ve elektriksel olarak iki ayrı başlıkta değerlendirebiliriz. Bu noktada karşımıza ferromanyetik ve ferroelektrik cisim kavramları çıkmaktadır. Ferromanyetik özellikli bir cisim, belli bir eşik değerine kadar mıknatıslandığında, üzerine etkiyen elektromanyetik kuvvet kaldırılrsa dahi tekrar bir dış alan uygulanması yapılan dek, mıknatıslanma özelliğini korumaya devam edecektir. Elektriksel histerezisin ise işleyiş mekanizması manyetik histerezis ile aynı olmakla birlikte, ferroelektrik malzemelerde meydana gelir. Bu histereziste ise ferromanyetik malzemelerden farklı olarak sadece domain denilen alanları gösterilir.

3.2.3. Ferroelektrik ve Piezoelektrik Kavramları

En sade tanımıyla ferroelektrik olayı; "Atomların sahip oldukları dipol momenti özelliği sayesinde, bir cisme belli bir zaman elektrik alan uygulayıp bıraktıktan sonra bir süreliğine daha cismin üzerinde elektrik alanı kalması" olayıdır (Brown ve Tuszynski, 2011). Ferroelektrik kavramı fiziksel bir kavram olmakla birlikte, bilhassa mikrotübüller özelinde biyolojik açıdan da önemli bir konu olarak incelenmeye başlanmıştır. Özellikle mikrotübüllerdeki olası kuantum etkilerine yönelik olarak 1980 (Hameroff, 1982) ve 1990'larda (Rasmussen, Karampurwala, Vaidyanath vd, 1990) öne sürülen teorik modeller, mikrotübüllerde 'Fröhlich' gigahertz tutarlılığını ve ferroelektrik etkileri olduğunu (Smith, Watt ve Hameroff, 1984) öngörmektedirler. Nitekim 2001'de Jiri Pokorný ve ekibi tarafından da canlı hücrelerden tutarlı megahertz emisyonları tespit edilmiş (Pokorný, Hasek, Jelínek, Saroch ve Palan, 2001) olup bu şekilde mikrotübül dinamiklerine dair (Pokorný, 2004) bir çok atıfların yapılmasına imkan sağlanmıştır.

Piezoelektrik kelimesi de, Latince "Bastırmak-press" anlamındaki "piezo" ön ekinden türetilen bir kavramdır (Smith, 1981). Teorik anlamda 1665'ten beri varlığı bilinen piezoelektrik özelliği, ilk kez 1880'de Pierre ve Jacques Curie kardeşler tarafından keşfedilmiştir. Piezoelektrik kavramı fiziksel olarak ele alınacak olursa; iletken olmayan billurdan yontulmuş bir levhaya, belli bir doğrultuda uygulanan çekme ya da sıkıştırma türünden bir baskı sonunda, billur levhanın iki yüzünde (+q) ve (-q) şeklindeki ters işaretli yüklerin çıkmasıyla nitelendirilen olayın adıdır.

Piezoelektrik malzemelerin temel özelliği, kristal yapılarına bağlı olarak, bir kuvvet etkisi altında kaldıklarında elektrik akımı üretmeleri ve elektrik alan etkisi altında kaldıklarında da yaklaşık hacimce %4 mertebesinde biçim değiştirebiliyor olmalarıdır (Simic-Glavaski, 1989). Nitekim benzer özellikler esas alınarak yapılan piezoseramik malzemeler, elektriksel etkiyi mekanik büyüklüğe, mekanik etkiyi elektriksel büyüklüğe dönüştüren ve simetri merkezi olmayan kristaller şeklinde işlem görebilmektedirler (Simic-Glavaski, 1989).

3.2.4. Ferroelektrik ve Piezoelektrik Kavramlarının Mikrotübüllerdeki Görünümleri

Bu tespitlerden yola çıkıldığında, genel anlamda mikrotübüller kafeslerde çift kutuplu düzenlemelerin üç türünün oluşabileceği düşünülmektedir: (i) Rasgele düzenleme (ii) Paralel hizalı Ferroelektrik düzenleme ve (iii) Faz odaklı zayıf ferroelektrik düzenleme (Tuszynski, Hameroff, Satarić, ve Nip, 1995).

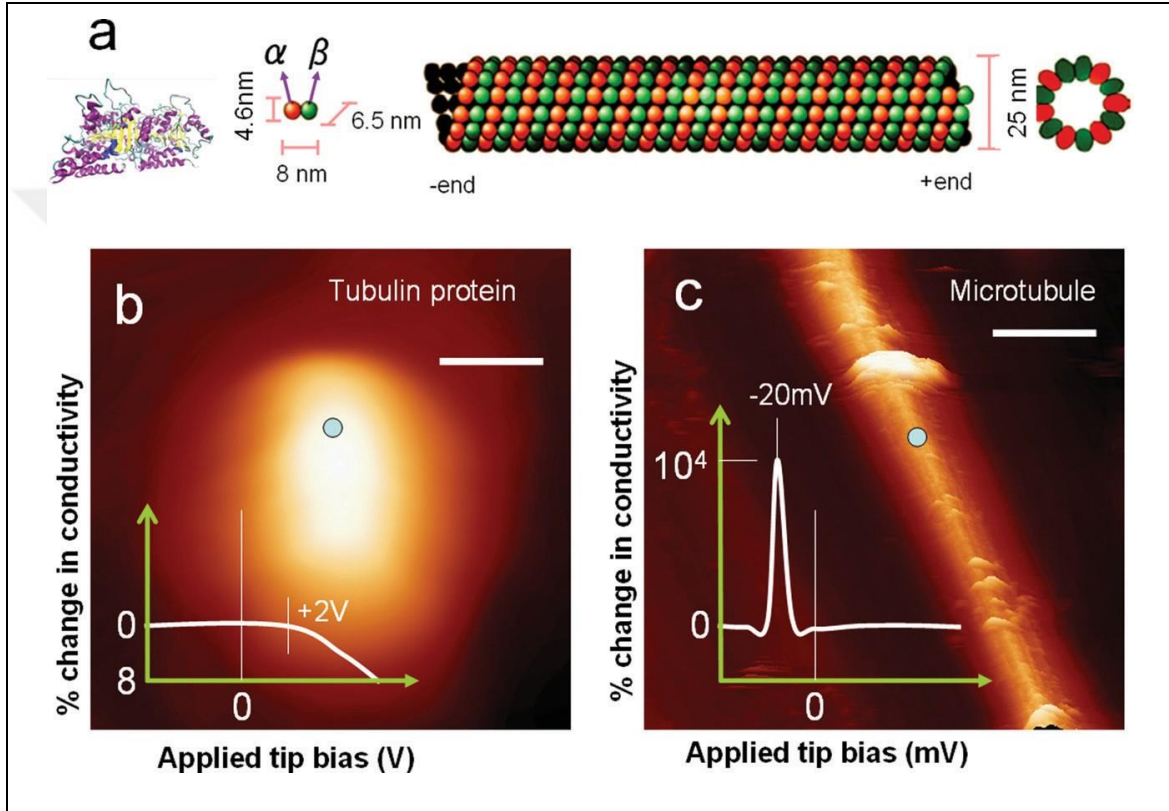
Kuantum odaklı zihin modelleri; nöron mikrotübüllerinin hesaplamayı gerçekleştirebileceği fikrine dayanmakta olup, bilgi işleme süreci, bilinç üreten beyin mekanizmalarını anlamının temel aşaması gibi görünmektedir. Bu açıdan mikrotübüler sistemler, verimli bilgi işleme ve hesaplama için en uygun özelliklere sahiptir. Mikrotübüller; bilgi işleme ve hesaplama (ara faz) veya sinyalleme ve montaj /demontaj (ferroelektrik faz) için uygun olan farklı modlarda çalışarak hücre faaliyetlerini organize edebilmektedirler. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; fizyolojik koşullar dahilinde sıcaklık ve dış alanın biraz değişmesiyle, mikrotübül dipol kafesleri, uzun menzilli sırayla ferroelektrikli bir faz kazanabilir ve kink benzeri uyarıları yaymaya yönelik yeteneklerle hizalanabilir. İşte tam da bu süreçlerde ferroelektrik fazın, mikrotübül sinyalizasyonu ve montaj/ demontajı için en uygun yapıyı sağladığı görülmektedir. Mikrotübül dipol kafesleri, uzun menzilli sırayla fermetik bir faz kazanabilir ve bükülen benzeri uyarıları yaymak için yeteneklerle hizalanabilir.

3.3. Deneyin Uygulanışı

Bu çalışmada en temel olarak tekil beyin-nöron özümlemeli (Brain neuron extracted) mikrotübülün, histerezis kaybının neredeyse sıfır olan bir bellek anahtarlama elemanı olduğunu gösterilmeye çalışılmıştır. Bunun içinde bir mikrotübülün dipol simetrisinin çok düzeyli iletkenlik durumlarının, tek bir mikrotübül nanotelinin iletkenliğinin, direkt olarak tarama tünelleme mikroskopu (The Scanning Tunneling Microscope: STM) görüntülemeyle ölçümü sonucu elde edilen değerlerle bire bir karşılık geldiği (Fygenon, Braun ve Libchaber, 1994) gösterilmektedir. Bu da bize mikrotübüldeki tek tübülün proteini dimerinin dipolar yöneliminin, mikrotübülün verici durumu ile nasıl birebir ilişkili olabileceğini (Minoura ve Muto, 2006) kanıtlamaktadır. Bu çalışmada aynı zamanda tek bir mikrotübül nanotelinin AC ve DC iletkenliklerinin istatistiksel analizi rapor edilerek tek bir mikrotübül cihazının ultra yüksek hızlarda, çok seviyeli bit ateşleme

kapasiteleri için CMOS çipi ⁽⁶⁾ ile nasıl bir uyum içinde olduğunun değerlendirilmesi de gösterilir.

Bunlar için mikrotübül çözeltisini önceden hazırlanmış bir çip üzerinde ve atomik kuvvet mikroskopi (Atomic Force Microscope: AFM) ucu ile düşürülür ve AFM'ni bir ucu bir elektrot ve diğer ucunda Pt-pad kullanarak, tek bir mikrotübülün yüzey iletkenliğinin ölçülür.



Şekil 3.2: Deney sonucu elde edilen verileri gösteren şekil. Solda-(a) Tubulin protein dimer yapısı. Tübülün dimerinin boyutlarını gösteren şematik ve 2D tübülün dimerlerin tek bir mikrotübüle katlanma şekli (Ortada). Mikrotübülün kesitinin şematik görünümü olan STM, bu halkanın iletkenliğini ölçer. (b) Tek bir tubulin dimerinin STM görüntüsü, uç öngerilim 2V, 100 pA ve skala çubuğu 4.3 nm'dir. Başlangıçta, tübülün dimerinin üst kısmını işaret eden bir daire ile gösterilen bir noktada ölçülen tipik bir akım voltaj karakteristiğinden, ön gerilim fonksiyonu olarak, iletkenlikte yüzde değişim gösterir. (c) Tek bir mikrotübülün STM görüntüsü, öngerilim 2.7 V, 30 pA ve ölçek çubuğu 50 nm'dir. Çizgiler, panel (b)'de tübülün gibi benzer bir tema gösterir. (Sahu, Ghosh, Hirata, Fujita ve Bandyopadhyay, 2013).

Şekil:3.2'nin (a) bölümünde canlı bir hücrede yaklaşık 3.5 milyon yıl önceden, halen oluşum şeklini gizemini koruyarak ortaya çıkan, 25 nm genişliğinde ve 200 nm uzunluğunda bir nano telle üretilen mikrotübülün gösterilmektedir. Bu nanoteldeki tek bir tubulin proteini, 14 elektron depolayabilir

⁽⁶⁾: Complementary Metal Oxide Semiconductor (Bütünleyici Metal Oksit Yarı İletken) kelimelerinin baş harfleri ile kısaltılan CMOS, bir tümleşik devre üretim teknolojisi olarak tanımlanabilir.

ve 623° ile dipolar anahtarlama yapabilir. Nanotelin katlanmış 2D tüplü protein tabakasından oluştuğu için, bu nanotelin küresel iletken durumu kontrol etmek için protein dipol moment yönünü ayarlama potansiyeli vardır.

Mikrotübül çözeltisi, önceden hazırlanmış bir çipe ve atomik kuvvet mikroskopu (AFM) ucu ile AFM'nin bir ucuna elektrot diğer tarafa Pt-pad kullanarak, tek bir mikrotübülün yüzey iletkenliği ölçülür. Kullanılan AFM ucu 5 nm olup ölçüm frekansı 1 MHz ve 500 kHz oluşmuştur. Bu ölçüm sonucunda yüzey iletkenliğinin sabit kaldığı ve Şekil 2 (a)'da gösterildiği gibi doğrusal bir akım voltajı karakteristiği oluştuğu gözlemlenmiştir.

Deneyde kullanılan mikrotübüller, burada da literatürlerde tanımlanan standart protokolle sentezlenir. Buna ek olarak, mikrotübüller büyüyüp tek protein dimerlerinden yönlendirildiğinde de, iyonların, tuzların ve diğer benzeri yapıların depolanması için çip üzerinde 200 nm boşluk bırakılmıştır. Şekil 2 (b)'de gösterildiği gibi, mikrotübülün yönünü belirlemek için özel bir çip ve cihaz için de tek bir nanotel kullanılmıştır. Daha sonra, bu çip alınıp, (Şekil 2 (c) de olduğu gibi, e-ışınli litografi yöntemi (E-Beam Lithography Method) ⁽⁷⁾ ile tek bir mikrotübülün 200 nm genişliğinde paralel altın elektrotlar üstünde büyütülmesi sağlanır ve cihazın farklı sâpmalardaki AC ve DC iletkenliklerinin ölçümü yapılmış olunur.

⁽⁷⁾ Elektron demeti / elektron ışını litografisi, yönlendirilmiş elektronlar kullanılarak yapılan nano ölçekte maskesiz bir yazma tekniğidir. Elektron ışını litografisinin başlıca avantajı, 10 nm altındaki çözünürlükle özel desenler (doğrudan yazma) çizilebilmesidir. Bu maskesiz litografi şekli , yüksek çözünürlük ve düşük üretim kapasitesine sahiptir ve kullanımı fotomakar imalatı, yarı iletken cihazların az miktarda üretimi ve araştırma ve geliştirme için sınırlandırılmıştır.

4. BULGULAR

Biyolojik yapılarda kuantum durumlarının zannedilenin aksine geçerli olabileceğine dair önerilen pek çok çalışma içinde kuşkusuz en önemli kanıt, fotosentez süreçlerine dair son zamanlarda bulunmuş olan kuantum mekaniksel süreçlere dair tespitlerdir. 2006'dan beri kuantum eş fazlı olma durumu, ılık derecelerde rutin olarak kullanmak için, bitkilerin güneş ışığından gıda sağladığı, yaygın ve gerekli mekanizma olan fotosentez süreçlerini açıklamak için kullanılmaktadır. Bu fotosentez süreçlerinde Güneşten gelen fotonlar, bitki hücrelerince emilir. Burada toplanan enerji daha sonra, bir protein yoluyla, kimyasal enerji ve gıda üretimi için diğer bölgelere nakledilir. Toplanan foton enerjisi ilk olarak, her biri 'pi' elektron rezonans bulutları dizisi olan "Kromofor-pigment molekülleri", uzaktaki intra-proteinde elektronik uyarıma dönüşür. Sonrasında da proteine doğru sıçrayarak ya da yayılarak ilerleyen elektronik eksitasyonlar, dipol kutuplu birleştirme ya da 'Rezonans enerji transferleri' olarak sadece bir kromofordan diğerine değil aynı anda tüm kromoforlara, eş fazlı süperpozisyon olarak aktarılırlar.

Benzer şekilde beyinde de mikrotübüllerin, nöronların içindeki hücre iskeletinin kısımları olup hafıza kodlama/düzenleme, sinapsları regüle etme ve bilinç üreten kuantum bilgisayarlar gibi davrandıkları farz edilmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, fotosenteze benzeyen kuantum mekanizmaların, mikrotübüllerin içindeki tübüller için de geçerli olabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Nitekim Journal of the Royal Society'de, Nova Southeastern Üniversitesi ve Arizona Üniversitesi ile Alberta Üniversitelerinin ortak yürüttükleri bir çalışma bu konuya yer vermiştir (Tononi ve Koch, 2015). Bu çalışmada teorik kuantum biyofiziği verilerinden yola çıkarak oluşturulan bilgisayar simülasyonları ile mikrotübüllerdeki birleşik proteinlerden olan tübülündeki triptofan pi rezonans halkaları arasındaki eş fazlı olma durumu analiz edilmiştir. Hameroff ve Penrose da, tübülünlerin tutarlı üstüste binmelerinin serebral kortekste dekoherans veya 'kendini çöküş' yaptığına ve bu olayların her birinin 'bilinçli bir deneyim anına' karşılık geldiğini (Hameroff ve Penrose, 2014) iddia etmektedirler.

Söz konusu iddiaların en son kanıtsal çalışmalardan biri de bu deney olmuştur. Bu çalışmada nanoteknoloji kullanarak, değişen frekansların doğru akım / ön gerilim (DC) ve alternatif akım (AC) altında tek bir mikrotübülün (MT) elektronik taşıma özelliklerini incelenmeye çalışılmıştır.

Deney 10°K'den oda sıcaklığına kadar değişen sıcaklıklarda tekrar edilmiş olup çalışma boyunca;

- 1) AC sinyali altında spontane MT büyümesi ve Fröhlich yoğunlaşmasına,
- 2) DC ve AC sinyali altında balistik elektronik transport,
- 3) DC sinyali altında ferroelektrik MT özellikleri incelenmeye çalışılmıştır.

Araştırmacılar bu deneyde, kuantum etkilerinin biyolojik sıcaklıktaki mikrotübüllerde meydana geldiğini düşündüren bir dizi olağanüstü buluş yapmıştır. Bu buluşların ilki; mikrotübüller boyunca, normalde son derece iyi izolatörler olan elektronik iletkenliğin, uygulanan alternatif akım (AC) uyarılmasının belirli spesifik rezonans frekanslarında, kuantum iletkenliğine yaklaşırken, aşırı derecede yüksek olduğu keşfidir. Öyle ki bu rezonanslar; gigahertz, megahertz ve kilohertz aralıklarında bulunur ve özellikle düşük megahertzde (örneğin 8.9 MHz) çok daha belirgindir. Belirli düzeydeki AC frekansları, mikrotübül-helisel, mikrotübül eksenini boyunca doğrusal ve tüm mikrotübül yüzeyi boyunca ve etrafında çeşitli yolları izlediği görülmüştür.

İkincisi de; çeşitli teknikler kullanarak 25 nm genişliğinde mikro tübüller yoluyla AC iletkenliği olduğu keşfidir. Elde edilen sonuçlar, kuantum mekanizmalarının göstergesi olan iletkenliğin mikrotüp uzunluğu ile arttığını da göstermektedir (Sahu vd.,2013). Tübülinler ve mikrotübüller vasıtasıyla elde edilen bu rezonans iletkenlik çalışmalarıyla elde edilen sonuçlar, Orch-OR kuantum dipollerini desteklemekte ve anesteziğin bağlandığı intra-tubulin aromatik halka yolları ile tutarlılık göstermektedir.

Bu deney çalışması ile ayrıca MT'nin nasıl çok seviyeli bir bilgi işleme ve bellek cihazı (ikili mantık dışında) olarak kullanılabilmeğine dair açıklamalar geliştirilmiştir. Son olarak, fizyolojik sıcaklıktaki Hemchandra / Fibonacci MT geometrisine dayanan MT topolojik kubitlerinin saptanmasında karşılaşılan zorlukları ve çözünürlükler de çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

5. TARTIŞMA

5.1. Sinirbilimsel Açıdan Beyin

Görünüş olarak bir avuca sığabilecek büyüklükte, pembemsi gri tonlarında biraz et, damar ve çokça yağ yığını olarak görünen beynimizin, tarihin her döneminde, o dönem için etkin olan pek çok farklı şekillerdeki benzetimler yolu ile işleyişi açıklanmaya çalışılmış olup, 19. yüzyıla gelindiğinde ise, teknolojinin gelişmesine de paralel olarak içinde bulunan dönemin en gelişmiş iletişim araçları ile karşılaştırılarak; önce telgraf ve sonrada bir telefon santrali şeklinde olduğu fikri öne sürülmüştür. Hızla gelişen teknoloji ile bu benzetimler de değişime uğramaya devam etmiştir. Yakın dönemlerde lazerin de bulunmasıyla önce bir tür holograma benzetilen beyin, sonraki süreçler içinde bilgisayarın icadının ve kullanımının yaygınlaşmasının ardında da nihayet "Beyin bir tür bilgisayar gibi çalışmaktadır" türünden yeni iddialara kadar uzanan geniş bir benzetim süreçlerine maruz kalmıştır. Fakat tüm bu benzetimlere karşın, beynin ana çalışma şekli baz alındığında, her dönemdeki benzetmesi bir açıdan hep eksik ve yetersiz kalmış, bu da çalışmaların sürekli değişmesine sebep olmuştur.

Yaşanan tüm bu ve diğer benzeri boşa çıkan benzetim girişimlerinin ardından psikolog ve nörobilimci Gary Marcus, en son ortaya atılan iddialardan biri olan, beynin bir bilgisayar gibi çalıştığına dair iddiasında bazı eksikler olduğunu kabul etmiş ve "Eğer beyin bir bilgisayar değilse peki o zaman ne olabilir?" diye sorarak yeni bir düşünme alanının da kıvılcımlarını alevlendirmiştir. Bu soruya dönem dönem pek çok farklı açılardan pek çok yeni cevap önerileri getirilmeye çalışılmıştır. Bu verilen cevapların içinde, son dönemde en çok tartışılan ve en çok yankı getireni ise hiç kuşkusuz kuantum bakış açısıdır. Beynin kuantum odaklı çalışabileceğine dair öne sürülen fikirler içinde en etkin olanı da; "Beynin kuantum mekaniği esaslarına uygun olarak, çoklu ölçekli titreşimsel rezonans sistemi olan bir orkestraya benzemekte" olduğu "Orch-OR" yaklaşımıdır. Bu yaklaşıma göre "Beynimizin temel enformasyon kalıpları, rezonans ve titreşim girişimli franktala benzemekte olup, zaman-mekânsal ölçeklerde içiçe yuvalanmış nöronsal ağ hiyerarsisi içinde kendi kendini tekrar etmektedir" (Tononi ve Koch, 2015). Bu yaklaşımdan sonra, tarih boyu beynin işleyişine dair süregelen ve çoğunlukla bir elektronik alete benzetme şeklinde eğilim gösteren yaklaşım, kuantum fiziğinin etkisiyle, yeni ve farklı bir bakış açısıyla daha özel bir model kurma arayışına doğru değişim göstermeye başlamıştır.

5.2. Sinirbilimlerine Kuantum Mekaniğinden Bakış

Sinirbilim, çoklu disiplinler bir bilim anlayışını temel aldığından sadece tıbbi ana çıkış noktası olan nörolojiden değil, tarihi boyunca farklı dönemlerde ve farklı şekillerde, başta matematik ve fizik bilimleri olmak üzere, diğer pek çok bilim dallarıyla yoğun bir etkileşim içinde olagelmıştır. Bu süreç içerisinde zamanın büyük çoğunluğunda insan deneyimlerinin Newton fiziğinin belli özelliklerine benzediği düşünülmüş ve beyin fonksiyonlarının açıklanması konusunda bu

yaklaşım etkisini uzun yıllar boyunca sürdürmeyi başarmıştır. Nitekim söz konusu bu yaklaşımı destekleyen pek çok çalışmada bu bağın daha da güçlenmesinde önemli bir etken olmuştur. Örneğin 1913'lü yıllarda Edgar Douglas Adrian, sinir hücrelerinin çalışma prensibi olarak "Ya hep ya da hiç" prensibini ortaya atmış, 1929'lu yıllara gelindiğinde ise Hans Berger beynin temel elektriksel akımını kaydetmeyi başararak sinir hücrelerinden ilk aksiyon potansiyeli kaydını almıştır. İlerleyen yıllarda ise Hodgkin-Huxley-Katz adlı iki araştırmacı, mürekkepbalığı üzerinde yaptıkları çalışmalar neticesinde, sinir hücresi aksonunda potasyum iletiminin, sinir hücrelerinde aktif olan bir voltaja bağlı iyon akımı olduğunu, oluşturdukları fizik denklemleri ile ortaya koymuşlardır. Söz konusu denklemlerin, sinir iletiminin elektriksel özelliklerinin yapay olarak modellenebileceğini göstermesi açısından Newton fiziğine katkısı büyük olmuştur.

Bu dönemlerde beynin yapısı bazı bilim insanlarıncı bölgesel çalışmalar şeklinde incelenmeye hız verilmeye başlanmıştır. Örneğin 1957'li yıllarda W. Penfield ve T. Rasmussen adlı iki araştırmacı tarafından, korteksi haritalama girişimleri nihayet başarı ile neticelenmiş ve bu şekilde beynin belli işlevler için belli spesifik alanlarını özelleştirdiği fikri gelişmeye başlamıştır. Bu çalışmanın hemen ardından Georgopoulos tarafından geliştirilen ileri matematiksel modellerle, devinimsel korteks sinir hücrelerinden alınan kayıtlamaların ortalamaları kullanılarak, el ve kol hareketlerinin önceden tahmin edilebilirliğini, göz hareketlerinin genliği ve yönlüğü gibi süreçlere dair hareket öncesi tahmin geliştirilebilmesinin yolu açılmıştır (Georgopoulos, Schwartz, ve Kettner, 1986). Tüm bu özel çalışmalar işlevsel sinirbiliminin önemli aşamaları olarak tarihe geçmiş olsa da, bunlar ve devamındaki çalışmaların her birinin etkisi ile, beynin diğer tüm fonksiyonlarının da klasik fizikle açıklanabileceğine dair eksik ve yanlış bir inancın oluşmasına ve güçlenerek köklenmesine de sebep olunmuştur. Bu eksik yaklaşım tarzı farkına varmadan sinirbilimsel yaklaşımların da her geçen gün daha da daralmasına sebep olmuştur. Zira insan deneyiminin ve beyin fonksiyonlarının içinde klasik fizikle açıklamayan; bilinç, düşünce, rüya ve hisler gibi daha özel ve derinlikli başka yönleri de vardır. Söz konusu bu konularda tutarlı açıklamalar yapmaya klasik fizikten çok daha iyi bir aday varsa o da yakın dönemde etkisini gösteren kuantum fiziği yaklaşımı gibi görünmektedir.

Beyinde kuantum mekaniğinin işleyebileceğine dair ilk yaklaşımı biyolog Alfred J. Lotka öne sürmüştür. Lotka özellikle "Ppopülasyon dinamikleri" üzerine yaptığı çalışmalarında, kuantum mekaniğinin beyindeki olası yeri hakkında kendince bazı tespitlerde bulunmuş ve bu fikirlerini "*Natural Selection as a Physical Principle*" adlı çalışmasında (Alfred, 1922) yayınlamıştır. Lotka'ya göre zhinimiz beynimizi, bütünüyle rastlantısal düzende ortaya çıkan kuantum sıçramaları ile kontrol etmektedir. Lotka'nın bu yaklaşımının ardından, Satyendra Nath Bose ve Albert Einstein tarafından ortak geliştirilen Bose-Einstein Yoğunlaşması (BEY) yaklaşımı uzun yıllar teorik bir yaklaşım olarak kaldıktan sonra deneysel olarak ancak 1995 yılında kanıtlanabilmiştir. Beynin bütüncül çalışmasına dair önemli bir yaklaşım değeri taşıyan bu fiziksel sistemin, beynin

işleyişini kuantum fiziği bakış açısıyla anlatmaya yardımcı olması adına büyük katkısı olduğu görülmüştür.

O günden bugüne kuantum odaklı beyin yaklaşımı, bilhassa son on yıldan daha fazla zamandır giderek artan sayıda çoğalan taraftar desteği ile bilinç/zihin teorisinin yeni çalışma alanı, kuantum odaklı anlayışa odaklanmaya devam etmiştir. Fakat beynin kuantumla açıklanmaya çalışması olgusu bugünün bilim insanlarını adeta iki ayrı gruba bölmüş gibidir. Bu tartışmanın bir tarafında geleneksel sinir bilimciler yer almakta olup, onlar beynin işleyişini bütünüyle anlayabilmek için klasik fizik temelli bir bakış açısıyla sinir hücrelerine bakılmasının yeterli olacağını iddia etmektedirler. Diğer bazı bilim insanları ise, kuantum mekaniği kurallarının bilinç/zihin sisteminde sanılandan fazla şekilde etkili olabileceğini ve bu konuya çok daha fazla önem verilmesi gerektiğini düşünmektedirler.

5.3. Bazı Araştırmacılar Beyinde Kuantum Mekaniğinin İşlemez Olduğunu Düşünmektedirler.

Beyindeki nörofizyolojik yapıları açıklamada kuantum mekaniğinin gerekli ve/veya yeterli olmadığını düşünen araştırmacılar; kuantum mekaniğinin, sadece maddeyi en alt düzeyde tanımlayan temel bir teori olduğunu söyler. Bu araştırmacılardan biri olan fizikçi Alwyn Scott da, kuantum teorisinin beyin ve bilinç arasındaki ilişkiyi anlamada önemli bir rolü olmayacağını ve klasik fiziğin, bilincin fiziksel temelini anlamak için daha önemli ve fazlasıyla yeterli olduğunu iddia eder.

Bu konudaki bir başka itiraz noktası da işleyiş düzeyi ile ilgilidir. Bilinen haliyle 'Kuantum alan teorisi, genelde doğrusal olmayan alan eşitlikleridir ve daima belli istatistiksel değerler için doğrusal dalga fonksiyonu denklemleridir'. Doğrusal olmama hali, dalga fonksiyonu denkleminin doğrusallığı ile engellenemez (Scott, 1996). Oysa sinir sistemi ise tüm seviyelerde doğrusal olmayan davranışlar gösterir. Bu nedenledir ki sinir sistemleri gibi doğrusal olmayan davranışları doğrusal odaklı denklemlerle açıklamak mümkün ve doğru görünmemektedir (Freeman, 1997). Aynı yanlış beynin kapalı bir sistem olarak ele alınmasında da göze çarpar. Klasik yaklaşımcılara göre 'Beyin, enerji ve bilgiyi içeren bir kapalı sistem değil, anlam ve düşünceyle ilişkili açık bir sistemdir'. Bu nedenle, hepimizin nesnelere ve durumları anlamlandırması birbirimize göre farklılık göstermektedir.

Beyinde kuantum mekaniksel süreçlerin işlediğine karşı çıkan kişilerden biri de Einstein'dir. İlk zamanlardan beri kuantum mekaniğine karşı çoğunlukla biraz mesafeli durmaya çalışan Einstein, 1935 yılında, kısaca EPR olarak bilinen 'Einstein-Podolski-Rosen' adlı bir düşünce deneyi öne sürerek, hiçbir şeyin ışıktan hızlı gidemeyeceğini ve bu nedenle de 'Kuantum mekaniğinin tamamlanmamış bir fikir olduğunu' iddia etmiştir. Bu konudaki düşünlerinin de kendince bir haklılık sebebi vardır. Zira kuantum mekaniğine göre, evrendeki her şey, zihin ve evren, bütüncül bir yaklaşımla ele alındığında, mesafe farkı gözetilmeksizin zaman ötesi

bir bağla birbiri ile bağlantı içindedir. Oysa, Einstein'ın görelilik düşüncesi bunun tam tersini savunarak; parçacıkların ancak herhangi bir etkileşim olması halinde doğrudan bağlantıya girebileceklerini söyler.

Bu konuda kuantum mekaniğinin sinirbilimsel açıklamada eksik veya yetersiz kaldığına dair bir başka yaklaşım da kuantum mekaniğinde kullanılan dilin yetersizliği ile ilgilidir. Kuantum mekaniği kavramlarını açıklamak için günlük hayat dilinden ziyade, matematiğin sembol dilini kullanır. Mohrhoff'a göre; "Kuantum mekaniğinin matematik denklemleri olasılık ölçümlerini bize verir ve olası ölçümlerle olası sonuçları hesaplar" (Mohrhoff, 2001). Nitekim kuantum fiziğinde olasılık ölçümü, ölçme problemi olarak sunulur ama bazı araştırmacılara göre bu yetersiz nitelikli bir ifadedir. Çünkü, onlara göre bir fiziksel durumdan diğerine geçişler, sanıldığı gibi tahmin edilemez değildir. Kuantum fizikçileri ölçüm sorununa yeterince açıklama getirememelerinden dolayı kuantum bilinç teorilerini ortaya atmışlardır. Zira yapılmış ölçümler ve onların sonuçları ile yapılmamış ölçümler ve olası sonuçlarını birbirinden ayırmak gerekir. (Stengers ve Prigogine, 1997).

Bunun yanında Stenger, ayrıca kuantum mekaniğinde Bohr, Heisenberg ve diğerlerinin kullandığı dilin bir yanlış çıkarımından dolayı evrensel bir ilişkinin varlığının öne sürüldüğünü ifade eder. Kuantum dünyasında gözleyen ve gözlenen arasındaki etkileşime ister istemez insan bilinci ve gözlemci girmiştir. Fakat Stenger'a göre kuantum mekaniğindeki hiçbir şey, insanın devreye girmesine gerek duymaz ve bu süreçler insan varlığı olmadan da kuantum mekaniğinin kendi kuralları ile işlemeye devam edecektir. Dolayısı ile "Kuantum bilinç efsanelerini fantezi eserlerin içine koymak gerekir" der.

Stenger ayrıca, beynin işlevlerinin elektriksel ve kimyasal işlemlerle ilişkili olduğundan dolayı kuantum mekaniğinin uygulanmasına uygun olduğu düşüncesine de karşı çıkmaktadır. Bilhassa hücreler arası sinaptik bağlantı yerleri üzerine kurulan 'Kuantum tünelleme odaklı bilinç teorileri'ni de eleştiren Stenger, bu bölgeler için var olduğu öne sürülen kuantum belirsizliklerinin aslında sanıldığı kadar da çok önemli bir etkisinin olmayabileceğini düşünmektedir (Stengers ve Prigogine, 1997). Bunun yanında kuantum yaklaşımına dair öne sürülen en genel itiraz noktalarından biri olan 'ısı düzeyi konusu'na Stengers da değinmekte ve "Sinir hücrelerinin ve bağlı parçalarının, kuantum düzeyinin işlemesine engel olacak nitelikte büyük yapıda ve de ısılarının kuantum süreçlerinin işlemesi için fazla yüksek değerde olduğu"na dikkati çekmekte ve bu nedenle "Soğutulmuş makroskopik deneysel kuantum sistemlerine göre daha çok rastlantısal parçacık hareketleri ortaya çıkar" denmektedir (Stengers ve Prigogine, 1997). Dolayısıyla Stengers ve ona destek olan diğer araştırmacılar; nöronlar başta olmak üzere diğer beyin hücrelerinin, organel ve reseptörlerinin, hem boyutları hem de ısı düzeyleri açısından, kuantum üst üste binme durumu meydana getirmek için yeterince uygun bir ortam sağlayamayacağını ve bu nedendir ki beyinde kuantum mekaniğinin işlemesinin mümkün olamayacağını düşünmektedir.

Son olarak değinilmesi gereken önemli araştırmacılarından birisi de Fizikçi Max Tegmark'dır. Tegmark genel anlamda beyinde kuantum süreçlerinin işlemeyeceği fikrinden ziyade doğrudan doğruya Hameroff ve Penrose'un ortak teorisi olan "Orch-OR" fikrine karşı olumsuz bir düşünce içinde olduğunu belirtmektedir. Tegmark, bilhassa Orch-OR odaklı kuantum zihnin odaklı yaklaşımlara yönelik eleştirilerini 'The importance of quantum decoherence in brain processes' (Beyin süreçlerinde kuantum dekoherensinin önemi) adlı çalışmasında (Tegmark, 1999) belirtmektedir. Bu çalışmasında Tegmark; *"Sinirsel kopyalanma oranlarının hesaplanmasına dayanarak, insan beyninin bilişsel süreçlerle ilgili serbestlik derecelerinin Kuantum sistemi yerine klasik olarak düşünölmelidir, yani, sinir ağı simölasyonları için mevcut klasik yaklaşımda temelde yanlış olan hiçbir şey yoktur."* diyerek kuantumsal yaklaşımın çok da gerekli olmayabileceğini öne sürmüştür.

Diğer araştırmacılarından farklı olarak, kuantum süreçlerinin nasıl ya da niçin olup olmayacağından ziyade, doğrudan doğruya kuantum süreçlerinin olmasını gerekli kılan süperpozisyon hallerini değerlendirme altına alan Tegmark; bilhassa moleküllerin kuantum süperpozisyon süreleriyle, üzerinden akan sinyali iletme süreleri arasındaki korelasyona dikkat çekmiştir. Tegmark çalışmalarında; 'sinirsel sinyal akımında görev alan moleküllerdeki kuantum süperpozisyon halinin, bu sinyallerin herhangi bir yere ulaşması için gereken süre kadar bile dayanamayacağını' belirtmiştir (Tegmark, 1999). Bilindiği üzere nöronlar üzerinden akan sinirsel iletiler, temelinde bir çeşit elektrik akımlarıdır ve sinir hücrelerinin duvarları boyunca dizilmiş, elektrik yüklü atomlar tarafından meydana gelirler. Tegmark bu atomlardan birisinin süperpozisyon halinde olması ve ardından bir nöronla çarpışması durumunda, süperpozisyon halinin, '1 saniyenin milyar kere milyarda biri kadar bir sürede' bozulması gerektiğini iddia etmiştir (Tegmark, 1999). Zira yaptığı hesaplamalara göre bir nöronun, sinyali iletmesi için gereken sürenin, bu belirtilen süperpozisyon halinin 10.000 trilyon katı olduğunu söyleyen Tegmark, 'Bu şartlar altında ancak en az 10 milyar nöronun birden aynı anda dolanıklığa girmesi halinde elektrik sinyali göndermesine yetecek kadar uzun süre dolanık kalabileceğini ve bunun da trilyonlarca atom demek olduğunu' belirterek bu yaklaşımların yeterince doğru olmayabileceğini savunmuştur.

5.4. Bazı Araştırmacılar Kuantum Mekanikinin Beyinde İşler Olduğunu Düşünmektedirler.

Bilindiği gibi sinir sistemindeki haberleşmenin büyük çoğunluğu, kimyasal sinir ileticilerinin, sinaps bağlantı noktalarındaki hareketi ile ortaya çıkmaktadır. Bu sinaptik yapılar atomik boyutlar baz alındığında oldukça makroskopik boyutlu olarak değerlendirilebilmektedir. Aynı şekilde söz konusu 'Kimyasal sinir iletici moleküllerin de de %95'i peptid yapısındaki makroskopik yapılar olup her bir mini proteinin kendisi yaklaşık 100 kadar aminoasitin birleşimden oluşur ki bu da fazla 10 bin atomik kütle ağırlığı eder (Tarlacı, 2009). Bu peptitlerin çoğunun

boyutları ise 10 nm kadardır. Kuantum mekaniğinin temellerinden olan Heisenberg'in belirsizlik ilkesi gereğinde, bir peptidin, kapladığı alandaki yeri " $\Delta s = \Delta v \cdot \Delta t$ " formülü gereği yaklaşık '0,63 mm' kadardır (Tarlacı, 2009). Bu değer, peptidin etki edeceği reseptörlerin boyutları baz alındığında oldukça geniş bir mesafeyi ifade etmektedir. Bu nedenle, pek çok kuantum fizikçisine göre Kuantum Belirsizlik İlkesi'nin sinir ileticilerinin algılayıcılarına etki etmesinde teorik anlamada herhangi bir sorun gözükmemektedir. Nitekim benzer durum peptidlerin süperpozisyon denilen üst üste binme durumları için de geçerli olabilmektedir.

Bu konuda destekleyici bir diğer yaklaşım da aksiyon potansiyellerinin gerçekleşmesi konusundaki dikkat çekici çalışmalarıyla kuantum biyofizikçilerinden gelmiştir. Bilindiği gibi bir nöron boşa dururken yani herhangi bir sinyal üretimi olmadığı anlarda, nöron içerisinde negatif yüklü elektronlar bulunur. Bu durum nöron zarının iç kısmı ile dış kısmı arasında negatif potansiyel fark/voltaj farkı oluşmasına sebep olur ki bu potansiyele 'Dinlenim potansiyeli' denir. Bir sinyal üretimi başladığında ise, zarın iki kısmı arasındaki potansiyel fark anlık olarak pozitif hale gelir. Bu duruma da 'Aksiyon potansiyeli' denir. Oluşan bu aksiyon potansiyelleri, akson boyunca, diğer nöronların dendritleriyle değme halinde bulunan ve sinaptik bağlantı noktalarına kadar iletilirler. Burada oluşan sinaptik bağlantı bölgelerindeki iki nöron arasında yaklaşık 200-300 Angstromluk bir açıklık bulunur ve bu açıklığa 'Sinaptik aralık' denir.

Gerçekleşmede olan bu sürece kuantum fiziği açısından baktığımızda şöyle bir durum görülmektedir: Kalsiyum iyonunun, sinir hücreleri zarında yer alan belli bir birim çaptaki bir kanaldan pre-sinaptik bölgeye girmesi halinde, Heisenberg'in belirsizlik ilkesine göre, momentumu ' $\hbar/\text{çap}$ ', hızını ise ' $(\hbar/\text{çap})/m$ ' olarak ifade edebiliriz. Kanalın açılması ile sinir ileticisi salınımı arasındaki geçen süre olarak bilinen 'Uzaysal yayılma zamanı' olarak $t=200$ mikro saniye ve buna dair yayılım mesafesi $x=1$ nm alındığında, oluşan dalga fonksiyonu 0,04 cm olarak bulunacaktır. Ortaya çıkan sonuca baktığımızda, söz konusu kalsiyum iyonunun çapının, ki bu değer yaklaşık 1/100.000.000 cm dir, bu değer bir hayli büyük bir değerdir. Bu haliyle bir kalsiyum iyonu sadece bir bölgeye değil, kendi etki bölgesinin dışındaki diğer kanallar üzerine de olası bir etki gösterebilecek potansiyelde olduğu görülür. Sadece bir tek kalsiyum iyonu temel alındığında bu durum çok önemliymiş gibi görünmeyebilirse de söz konusu olan milyarlarca hatta trilyonlarca kalsiyum iyonu olduğunda ise olası etkinin ne kadar bütüncül ve önemli olabileceği görülecektir.

Bununla birlikte bilhassa beyinde kuantum mekaniğinin işlemeyeceğini savunanların ortak itiraz noktasının temel hesaplamalardan ziyade mantıksal öğeler üzerine kurulu olduğu görülmektedir. İtiraz edenlerden pek çok araştırmacı, canlı bir vücudun kuantum fiziğinin şartlarının gerçekleşmesi için olması gerekenden çok daha fazla 'Islak, sıcak ve gürültülü' bir ortam olduğunu ve bu sebeple kuantum teorilerinin beyinde işleyemeyeceğini öne sürmüşlerdir.

Bu iddiaya karşı ise ciddi savunma çalışmalarının olduğu görülmüştür. Nitekim söz konusu sıcaklık ve ıslaklık durumunun zannedildiği gibi bir dezavantajdan ziyade bir avantaj olabileceğini düşünün bu kişiler; belki de sırf bu sayede beyinde, hücre zarlarında ve proteinlerde geniş ölçekli kuantum dolaşık eşdurumlarının ortaya çıkmasına imkan doğabileceğini söylemişler ve bu iddialarını destekleyen deneysel ve teorik birçok çalışma sunmuşlardır. Nitekim bu konuda yapılan çalışmalardan birinde Khitrin ve arkadaşları; 'soğuk olamayan ortamlarda da kuantum mekaniksel süreçlerin işleyebileceğine dair' önemli tespitler öne sürülmüş ve hatta; "Oda ısındaki sıvı kristalde proton spinlerinin uzun süreli dolaşık durumda tutularak, moleküller arası kuantum eşdurumu sağlanabileceği" göstermişlerdir. (Khitrin, Ermakov ve Fung, 2002).

Bu konuda son yıllarda yapılan itirazların en kuvvetlilerinden biri de Fizikçi Max Tegmark'ın çıkışı olmuştur. Beyinde kuantum fiziğinin işlediğini iddiaları içinde bilhassa "Orch-OR" fikrine özel karşı duruşuyla bilinen Tegmark, geliştirdiği özel deney çalışmalarıyla bu iddiaların yanlış olduğuna dair güçlü kanıtlar ortaya koymaya çalışmıştır. Diğerlerinden farklı olarak doğrudan "Orch-OR" fikrine karşı çıkmaktansa bu fikrin doğru olduğu varsayımıyla yola çıkan Tegmark; söz konusu teorinin dayandığı iki kuantum mekaniksel temel olan 'dolanıklık' ve 'süperpozisyonu' hedef alan bir çalışma tasarlayarak nöronların taşıdıkları elektrik sinyalleri göndermek üzere tutarlı bir şekilde dolanıklığa ve süperpozisyona girip giremeyeceklerini araştırmaya çalışmıştır. Tegmark bu noktada dolanıklık olgusunun nasıl gerçekleşip gerçekleşmeyeceği tartışmasına girmeyip doğrudan doğruya rastgele seçilen 10 milyar nöron arasında dolanıklık olgusunun gerçekleşip gerçekleşemeyeceğini incelemeye aldı ve sonuçta bunun imkansız olduğunu söyledi. Zira 10 milyar nöronda trilyonlarca atom vardı ve bu sayı o kadar çok fazlaydı ki, değil sinyalin aktarımı süresince, daha ilk beyin sinyali oluşmadan bile dolanıklığın bozulduğunu söyleyerek bu süreçlerin olmasının imkansız olduğunu iddia etti. Bu iddiası bir süre de olsa beyinde kuantum mekaniği etkisiyle işlemlerin olabileceği fikrinin zayıflamasına neden oldu. Ta ki 2015 yılına kadar.

2015 yılında California Üniversitesi'nden fizikçi Matthew Fisher, Tegmark'ın bu iddiasına beklenen yanıtı bulmuş olabileceği belirten araştırmasının sonuçlarını açıkladı. Bu çalışmasında Fisher; insan beyindeki fosfor atomlarının 10 milyar nöronun elektrik sinyali göndermesine yetecek kadar uzun süre dolanık kalabileceğini göstererek beyinde kuantum mekaniğinin olabileceğine dair düşüncelerin yeniden kuvvet kazanmasına vesile oldu (Fisher, 2015). Fosfor atomunun insanın sadece beyin hücresinde değil neredeyse tüm vücut hücrelerinde bulunabilen temel atomlardan biri olduğunu söyleyen Fisher, fosfor atomlarının vücudumuzda genellikle fosfat iyonları halinde bulunduğu ve her bir fosfat iyonun da dört oksijen atomuna bağlı olduğu bilgisinden yola çıkarak tasarladığı araştırmasında, iki fosfat iyonunun uzun süreli olarak dolanıklığa sokulabileceğini belirtmiştir. Buna göre fosfat atomlarının sahip oldukları spin durumları sayesinde sağa ya da sola dönebilmelerinin, onlara süper pozisyon

durumunda aynı anda hem sağa hem sola dönme gibi özel bir imkan verebileceği ve üstelik bu tür spin dolanıklıklarının atomik titreşimlerden pek etkilenmeyip, söz konusu dolanıklık halinin insan vücudunda, değil birkaç saniye, 1-2 gün bile koruyabildiğini göstermiştir. (Fisher, 2015).

5.5. Kuantum Yaklaşımı Sinirbilime Ne Gibi Yeni Katkılar Sağlayabilir?

Kuantum mekaniğinin, klasik fizik yaklaşımından farklı olarak pek çok ilginç ve farklı özelliklerinin olduğu görülmektedir. Bu özellikleri sayesinde bugün için henüz açıklanamayan birçok nörofizyolojik ve nöropsikolojik olgu ve olayın, kuantum fiziğinin etkisiyle yeni olası açıklamalara imkan sağlanabileceği görülmektedir. Klasik bilgilere göre, kalsiyum ve potasyum gibi iyonlar kendilerine ait iyon kanallarından seçici olarak geçerler. Ve her iyon bir iyon kanalından geçer. Ancak, kuantum fiziksel açıdan bakıldığında bir iyon sadece bir iyon kanalından geçerek etki etmez. Bir iyon bir iyon kanalından geçmesine karşı, diğer komşu iyon kanalları üzerinde de belli bir etkide bulunur. Örneğin klasik fizik etkisi altında incelediğimizde, aksiyon potansiyeli olayının bilinen sabit bir oluşum etkisi ve sınırlı bir yansıması vardır. Oysa Kuantum belirsizlik ilkesine göre, bir kalsiyum iyonunun belirsizliği 0,04 cm ya da binde dört santimetredir ki bu değere bakıldığında, belirsizlik etki alanı, kendi asıl çapının 100 milyon katı bir alana yayılır (Tarlacı,2009). Nöronlardaki iyon kanallarının sayısının mm^2 'de 2000 ile 12 bin arasında olduğu düşünüldüğünde ve beyindeki trilyonlarca kalsiyum kanalı göz önüne alındığında bu bahsedilen 'olası (!)' etkinin aslında hiç de o kadar küçümsenemeyebileceği görülecektir. Söz konusu durumun sadece iyonlar için değil, benzer şekilde sinir ileticileri için de geçerli olduğunu görürüz. Normal şartlarda bir sinir ileticisi tek bir reseptöre bağlanmakla beraber, aslında yakın komşuluğundaki diğer reseptörlere de belli düzeylerde bir etkide de bulunur. Burada bahsi geçen etki olayını klasik fizikte anlatıldığı gibi, sadece bir anahtarın bir kilit içine girmesi ve kapıyı açması şeklinde değildir (Schwartz, Stapp ve Beauregard, 2004). Bu etki klasik fizikteki gibi kuvvet aktararak doğrudan temas şeklinde değil, kuantum fiziği kuralları içinde olan, uzaktan *etkileşimlerle* de gerçekleşebildiği dikkate alınmalıdır. Kısaca belirtmek gerekirse; sinir hücreleri arası iletişimi sağlayan sinir ileticilerinin genel çalışma prensiplerini her ne kadar klasik fizik kuralları ile genel olarak açıklamak mümkün gibi görünüyorsa da, bugüne dek yapılan açıklamalar, gerçekleşen olayların tamamını ve bütünü anlatmada ve anlamamızda çok yetersiz kalmaktadır. Şu ana dek bilinenlerden çok daha fazlasına ve çok daha ve ayrıntılara ihtiyaç duyulmaktadır ki şu an için bu alt uç bilgilere erişebilmek adına sahip olduğumuz en önemli alan Kuantum mekaniği gibi görünmektedir.

Diğer bir hususta parçacık kavramına dair klasik fizikle kuantum fiziğinin bakış açıları arasındaki farklılıktır. Klasik fizikte bir parçacık sadece bir parçacıktır. Buna karşın kuantum fiziğinde her bir parçacık bağımsız ve tekil değildir. Her parçacık, kuantum mekaniğine göre, dalga ve parça bütünlüğü içinde hareket etmekte olup, uzaktan etki ile diğer parçacıklarla da karşılıklı bir etkileşim

içindedir. Bir parçacığın durumundaki bir değişiklik diğerinin durumunu da anında belirler. Söz konusu uzaktan etki kavramının pek çok alanda olduğu gibi, beyindeki sinir iletilicileri ve iyonlar içinde geçerli olduğu gösterilmiştir (Bernroider ve Roy, 2005). Ayrıca KM'nin temelini oluşturan dalga-parçacık ikiliği kavramının, fizik beden baz alındığında 'ruh-beden' ve/veya 'zihin-beyin' ikiliği gibi olgularla fazlasıyla bir benzerlik gösterdiği de dikkate alınabilecek bir olgu olarak karşımızda durmaktadır.

Yine parçacık-dalgacık konusundan hareketle dikkate alınması gereken bir diğer husus da, temel yapıyı bütünüyle incelemek adına ne kadar derine indirgeme ve ayırım yapılması gerektiği konusudur. Bilindiği gibi bilhassa tıp dallarına dair bir çalışma ve araştırma yapılması halinde, en genelden başlayıp; 'biyoloji, fizyoloji, organizma, organlar, dokular, biyokimya, biyofizik' türünden en temel parçacık hedefli bir indirgenme sürecinin temel alındığı görülecektir. Bu indirgeme sürecinde temel araç olarak klasik fizik yerine kuantum mekaniğinin alınması halinde ise, bu indirgeme sürecinde sadece parçacık dünyasıyla sınırlı kalmayıp, kuantum dünyasının 'dalgacık' gibi daha nice pek çok özel argümanını daha kullanabilme imkanı doğmuş olacağı görülecektir.

Bununla birlikte tıpkı indirgeme gibi bir diğer önemli alansa uzmanlık dallarına ayırımda göze çarpılmaktadır. Her geçen gün yaşanan yeni bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında sahip olduğumuz bilimlere öncakilere göre çok daha fazla sayıda ayrı ayrı alt uzmanlık dalların ayırdığımızı görmekteyiz. Mesela eskiden bir bütün olarak incelenen pek çok bilim dalının bugün iki yada daha çok alt uzmanlık dalı olarak karşımıza çıktığını ve giderek de daha da alt dallara ayırımın sürmekte olduğunu hepimiz şahit olmaktayız. Örneğin aynı sinir iletilicilerinin farklı bölgelerdeki dengesizliği sonucu ortaya çıkan iki ayrı hastalık türünden biri olan 'Parkinson hastalığı'nı nöroloji incelerken, diğer bir hastalık türü olan 'Şizofreni'yi ise psikiyatri biliminin inceleme alanı olarak seçtiğini görülmektedir. Zira her ne kadar oluşum kaynakları aynı gibi görünse de Parkinson'da 'devinimsel=motor' süreçlerde yaşanan bir rahatsızlık yansımasının hakim olduğu görülürken, şizofreni de ise bu rahatsızlık daha çok davranışsal bir bozukluk şeklinde görüntü vermektedir. Bu durumda; *"Ya bu ve bunun gibi ortak fizyolojik temelli birçok hastalık ve rahatsızlık halleri, aslında bir çok ayrı bilim dalının ayrı uzmanlık sorunları değil de, tıpkı kuantum mekaniğindeki gibi 'parçacık-dalga boyu' ikilemenin yansımasının ürünü ise ?"* şeklinde sorulacak bir soru bile, olaylara çok daha farklı açılardan bakabilmek adına ufuk açıcı bir yaklaşım olarak karşımızda durmaktadır.

Bunun yanında, kuantum mekaniğine özgü bir başka unsur olan tünelleme olgusunun, sinir iletilicilerinin kimyasal bağlantı noktaları olan sinapslarda serbest bırakılmasında veya iyonların hücre zarından geçişlerinde devreye girmiş olabileceği düşüncesi (Beck, 2008) kuantum mekaniğinin sinirbilime yapabileceği bir diğer katkı unsuru olarak dikkate alınabilmektedir. Zira bu tünelleme olgusu sayesinde; 'beyinde sürekli olan düşünce akışımız, elektriksel olarak kaydedilen beyindeki zemin gürültüsü ve minyatür son plak potansiyeli denen 20-40 Hz düzeyindeki boşalimleri açıklayabilmek' mümkün olabilmektedir (Walker, 1977).

Tüm bunların yanında beynin çalışma şekline ve fonksiyon yapısına bütüncül

olarak baktığımızda da, kuantum tünelleme olayının, bilhassa bilincimizin oluşmasında çok önemli bir söz sahibi olabileceğini söylemek (Walker, 1970) hiç de yersiz gibi görünmemektedir. Zira beynin kendisine genel olarak baktığımızda; onun yerel yada bölgesel odaklı olmaktan çok, tıpkı kuantum mekaniği gibi bütüncül ve eşdurumlu bir çalışma prensibini baz aldığı görülecektir. Bu eşdurum halini ve bütüncül beyin çalışmasını sadece sinir hücrelerinde görülen basit iyon geçişleri ve birbirine bağlanan nöronların meydana getirdiği ağlarla açıklamak son derece yetersiz bir açıklama olarak görülmektedir. Çünkü beynin bütünsel ve eşdurumlu çalışmasını tam olarak açıklayabilmek halen yer yer hakin olan klasik anlayıştan daha fazlası gerekmektedir. Nitekim Kuantum mekaniğinin bir diğer önemli unsurlarından biri olan 'Bose-Einstein yoğunlaşması' olgusu sayesinde bu ve benzeri durumları çok daha derinlikli ve ayrıntılı bir şekilde açıklayabilmek daha mümkün görülmektedir. Her ne kadar Bose-Einstein yoğunlaşması olgusunun çoğunlukla cansız maddelerde hakim olan bir unsur olduğu düşüncesi yaygın bir kanı olarak karşımıza çıksa da, dışarıdan enerji desteği ile biyolojik özellikli canlılarda da benzer durumun, mümkün olabileceğine dair pek çok önemli araştırma (Fröhlich, 1968; Marshall, 1989) bulunmaktadır. Söz konusu bu ve benzeri yaklaşımların dikkate alınması halinde gerçekleştirilecek daha bir bütüncül çalışma sayesinde; bilinç, zihin, düşünce, kişilik vb. benliğimizi oluşturan bir çok kavramı açıklayabilmek adına çok önemli bir adım atılmış olunacaktır diye düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel olarak bakıldığında, ister canlı olsun isterse cansız, şu ana dek sahip olduğumuz bilgiler ışığı altında hayatın bütünü açısından 2 temel unsurun etkin olduğu görülmektedir:

1- Çoğunlukla nispeten daha büyük ve görünen yapılar üzerinde hakim gibi görünen klasik fizik ve onun temel yasaları.

2- Klasik fiziğe nazaran çok daha küçük ve derinlikli yapılarda hakim olduğu düşünülen kuantum fiziği ve ona dair temel unsurları.

Olayı sinirbilim özelinde daraltığımızda ise benzer yapının şu şekilde karşımıza çıktığını görebilmekteyiz: Biyoloji genelinden başlayarak beyin özeline gelinceye dek rastlanan tüm süreçleri ve beyin çalışma prensiplerini açıklamak adına tespit edilen; kimyasal ya da elektriksel sinir iletimi, iyon akımı, aksiyon potansiyeli, hücre içi nakil süreçleri gibi daha pek çok olguyu klasik fizik seviyesinde tespitlerle bir ölçüde açıklayabilmek mümkündür. Bununla birlikte daha özellikle ve derinlikli olgulardan olan; düşünme, rüya görme, hissetme, uygulanma vb. durumları açıklamak için se klasik fiziğin çok daha ötesinde ve çok daha derinlikli başka yaklaşımlara ihtiyaç olduğu görülecektir. İşte bu tipten özellikli durumları açıklamak adına bugün için sahip olduğumuz en nitelikli bir diğer yaklaşım olarak kuantum mekaniği en güçlü ve en donanımlı yaklaşım olarak karşımızda durmaktadır.

Klasik fiziğin en temel özelliği, aynı anda onun en temel sorunu olarak da anılabilmektedir. Klasik fizik yaklaşımı sayesinde günlük hayatın pek çok unsuru ne kadar mekanik, otomatik, önceden tahmin edilebilir kılınmışsa, etki unsuru olarak da bir o kadar pasif hale getirmiştir. Buna karşın kuantum mekaniği de olayları ve durumları ne kadar önceden tahmin edilemez ve dinamik olarak ele alıyorsa, insanları da bir o kadar aktif ve bilinçli kabul etmektedir. Klasik fizik bakış açısından insan ele alındığında, sanki bizden bütünüyle ayrı olan başka bir yapıdan söz eder gibi davranılıyor olunmasına karşın, insana kuantum mekaniğinin gözleriyle bakıldığında ise, bizden ayrı olmayıp, tam tersine bizzat bizim de içinde olduğumuz organize ve bütüncül bir sistemden bahsetmeye başlarız. Bu da bize gerçeğin görenin daha da altında olabileceği gerçeğini hatırlatır. Örneğin beyin kendisini ve bilinçlilik olgusunu, çok sayıda fiziko-kimyasal süreçlerden oluşan farklı mekanizmalar bütünü olarak düşündüğümüzde bile, gerçeğin yüzeyin çok daha altında ve görünenin daha da derinlerinin de olması gerektiğinin farkına varmış oluruz.

Örneğin tek başına bilinçlilik halini ele aldığımızda bile, onun beyin tamamını ilgilendiren ve nöronların klasik devre modeli ile kolayca açıklayamadığımızdan da öte bir fenomen olduğu çok açık şekilde görülmektedir. Bununla birlikte beyin tabanlı sinir sisteminde klasik modellerle açıklayamadığımız tek sorun bilinçlilik sorunu değildir elbette. Bilinçlilik kavramıyla birlikte; düşünme ve karar verme, eşzamanlılık ve sinirsel senkronizasyon, hissetme ve çözümleme, bağlantı problemi ve paralel işleme yetenekleri gibi bazı temel fonksiyonların açıklanması da, klasik fizik etkisindeki sinirbilim yaklaşımıyla henüz çözüme kavuşturulamamıştır. Örneğin eşzamanlılık ve senkronizasyon olgusu, beyin

aktiviteleri süresince sıklıkla karşımıza çıkan, beynin mesafeden bağımsız bir birliktelik haliyle, çok uzak noktalarının aynı anda devreye girdiği ve ortak bir faaliyet gösterdiğini düşündüren durumlar için kullanılmakta olan ilginç bir süreçtir. Aynı şekilde bir başka ilginç kavram olan bağlantı problemi de yine benzer bir soru üzerine kuruludur: Bu kadar farklı işlevlerde özelleşmiş sinir sistemi bölgelerinde işlenen bilgiler, nasıl oluyor da tek bir bilincin tecrübeleri olarak kodlanabiliyor ve tek bir tecrübe altında birleştirilebiliyor?

Tüm bu bahsedilen ve henüz gündeme gelememiş benzer nitelikli olaylar nedeniyle bazı araştırmacılar, beyne ve sinir sisteminin bütününe, bilhassa sinirbilimcilerin, artık kuantum mekaniğinin etkisini de dikkate alarak yeni bir bakış açısı ile bakabilmeye başlamaları gerektiğini iddia etmektedirler. Nitekim bilhassa geçen yıllar içinde kuantum fiziğine ait temel bilgilerin sinirbilim alanıyla da harmanlanması sonucu çok daha yeni açılımlar meydana getirmeye aday kuantum sinirbilimi veya diğer adıyla Nörokuantoloji, söz konusu süreçlere yönelik beklenen yeni bakış açılarını sağlamak adına görünen en güçlü aday gibi görünmektedir.

H. Fröhlich'in "Fröhlich Oscillations" denilen moleküler titreşimlere ilişkin çalışmasıyla dünya gündemine hızla bir giriş yapmış olan kuantum sinirbilim kavramı; ilerleyen süreçlerde Nobel ödüllü matematikçi Roger Penrose ile anestezi uzmanı Dr. Stuart Hammeroff'un "Orch OR kuramı" adını verdikleri ortak çalışmaları sonrasında ise bilim camiasında hızla kendinden söz ettiren önemli bir konuma gelmeye devam etmiştir. Halihazırda nispeten hipotez ve kuram aşamasında çalışmalarına devam eden bu yeni bilim dalı çok yakın zamanda deneysel alanlarda da varlığını ispatlamaya doğru gelişimini sürdürmektedir.

Her ne kadar bilimsel açıdan farklı ve ilginç bir çalışma alanı gibi görünse de tabii ki bu konudaki yaklaşımları hemen kabul etmek ve ettirmek de pek kolay gibi görünmemektedir. Zira genel anlamda bilindiği kadarıyla; "Kuantum fiziği, atomaltı alemde geçerli tek açıklama iken, sistemler büyüdükçe ve buna bağlı olarak atomların sayısı ve kütleler arttıkça, artık kuantum etkileşimleri çok fazla azalmakta ve bilinen klasik kurallar ortama daha çok hakim olmaktadır." diye düşünülmektedir. Nitekim, mikro dünya baz alındığında devasa boyutlarda gibi kalan canlı hücreler ve onların molekülleri de, yakın zamana kadar klasik mekanik dünyasına ait yapılar olarak düşünülüp, aralarındaki ilişkilerde klasik fizik yasaları üzerinden açıklanmaya çalışılmaktaydı. Buna karşın söz konusu canlı hücreleri ne kadar büyük olsalar da, birçok atomaltı yapıda olduğu gibi biyomoleküllerin de kuantum fiziksel süreçlerden etkilenmemeleri düşünülemezdir. Zira, 60 karbonlu kocaman bir yapay molekülün bile dalga örüntüsü gibi kuantum fiziksel özellikler gösterdiği ispatlanmıştır. Bu sebeple her ne kadar canlı yapıların organ ve organel türünden büyük parçaları üzerinden temel fonksiyonlar işliyormuş gibi görünse de aslında en temel fonksiyonlar yine kuantum düzeyindeki en küçük yapılar üzerinden düzenlenmektedir. Örneğin en basitinden beynin çalışması ve insan davranışları, en temelde nöron ve sinapslar düzeyinde ve daha da alt boyutta bakıldığında ise, iyonik sinir ileticileri ve atomik işlemlere bağlı olduğundan,

kuantum mekaniğinin de işin içine girmesi zorunlu olmaktadır. Örneğin; sinirsel elektrik uyarısı, sinaps kavşaklarına varınca, kalsiyum iyonları hücre içine girer ve sinir ileticisinin salınımına neden olur. Tam da bu noktada klasik fiziğin önemsiz gördüğü çok önemli bir husus, kuantum mekaniği tarafından dikkate alınmaktadır. Zira bu bölgedeki iyonlar ve iyon kanalları çok küçük boyutludurlar ve bu yüzdendir ki kanalların açılması ve iyon hareketlerinin gerçekleşmesi durumunda kuantum mekaniği kuralları devreye girmektedir. Bu noktadan sonra gerçekleşen tüm olaylar da klasik fiziğin kesinliğinden uzaklaşıp kuantum mekaniğinin olasılıklar dünyasına girmeye başlayacaktır. Bu aşamada içeri giren iyonlar, sinir ileticileri içeren keseciklerden ya salınımına neden olurlar ya da olmayabilir. Aynı şekilde salınan sinir ileticileri, algılayıcılara ya bir etki sağlayabilir ya da sağlamayabilirler. Tüm bu davranışlar kuantumun olasılık yöntemleri ile belirlenebilir. Yine de gerçekleşen bu olayı, klasik fizik yaklaşımçıları tek bir sinaps durumu için etkisinin önemsiz olduğunu düşünebilirler. Ancak beyinde bulunduğu düşünülen 10^{15} sinaps bağlantısı göz önüne alındığında durumun ciddiyeti ve önemi daha çok ön plana çıkacaktır.

Engenel anlamda bakıldığında sadece doğada değil aslında bedenimizde de her an pek çok kuantum mekaniksel olayların işlemeye devam etmekte olduğunu görebiliriz. Güneş altında bronzlaşmadan tutun dışımızdaki nesnelere görme eylemine kadarki her bir süreçte kuantum mekaniğin etkilerini görmek mümkündür. Güneş ışınları ya da göze gelen ışınların her biri aslında kuantumun temel parçacığı olan fotonlardır ve her bir an için; frekansının, Planck sabiti ile çarpımı kadar bir miktar enerji aktarımına devam ederler. Yine aynı mekanizma sayesinde derimizde aktif D3-vitamini oluşması sağlanmış olur. Bedenlerimizdeki kuantum mekanik olaylar sadece bunlarla sınırlı değildir: mitokondrial ve hücresel H iyonu değişimi, solunum zincirindeki elektron transferleri, hücrede enerji elde etmek için çalışan Krebs döngüsü vb. Bütün bunlar kuantum mekaniksel süreçler sayesinde gerçekleşen olgulardır. Tıpkı vücudumuz gibi beynimizin özelinde de olasılıkla henüz tam bilemediğimizi şekillerde bir kısım kuantum mekaniksel olaylar gerçekleşmekte ve bunlar bizim belleği, bilincimizi ya da içimizdeki beni oluşturuyor olabilmektedir.

Bugün için gelinen noktada klasik fizik yaklaşımı temelli tıp bilimlerinin artık yeterince tatminkar derinlikte cevaplar veremediği her geçen gün daha net görülmektedir. Bu süregelen klasik yaklaşım yerine belki de pek çok açıdan kuantum mekaniğinin de sinir sistemi ve et beyinlerimizde devreye girebileceği ön görünüşünü dikkate almak, belki de bugüne dek tam anlamıyla anlaşılammış pek çok fenomeni daha iyi anlama fırsatı verecektir. Hatta belki de şimdiye dek tam anlamıyla anlamakta zorluk çektiğimiz 'bilinç, bilincin birliği, bellek, zihin içeriği (qualia), farklı bilinç durumları ve içimizdeki "ben" duygusu' gibi nice kavramları ve hatta bugün için parapsikolojik kabul edilen pek çok fenomenleri, fizik standartları içerisinde açıklayabilme imkanı doğuyor olabilecektir.

İşte tam da bu sebeplerden ötürü biz de bilhassa sinirbilim alanı için ilginç ve önemli bakış açıları sunmaya aday bu yeni bilimsel yaklaşım alanını daha

yakından inceleyebilmek ve ülkemizin bilimsel gündemine dahil edebilmek adına, belki de ülkemizde bir ilk olarak, bu konuyu bir yüksek lisans tezi hazırlamak istedik. Bu sayede öncelikle sinirbilim özelindeki bir takım konulara alışlagelmiş genel tıbbi bakış açısının yanında kuantum bakış açısıyla da bakabilmenin sağlayabileceği fazladan avantajlarında etkisiyle çok daha geniş içerikli bir değerlendirme ortamının doğmasına vesile olmak amaçlanmıştır. Bununla birlikte nörokuantolojiden beklenen kazanımların bununla da sınırlı kalmayabileceği düşünülmektedir. Zira Kuantum sinirbilimleri sadece tıbbi içerikli beyin araştırmaları için değil, yakın gelecekte hayata geçirilmesi hedeflenen kuantum bilgisayarları gibi daha birçok beyin odaklı ileri teknoloji çalışmaları için de büyük öneme sahip yaklaşımlar geliştirmeye devam etmektedir.

Tüm bunlara karşın nasıl ki klasik fizik dün için bilimin son durağı olamamışsa, kuantum mekaniğini de bugün için bilimin son durağı gibi görmek ve ona göre davranmak yanlış ve eksik bir yaklaşım olacaktır. Kuantum mekaniği de son durak değildir. Deneylerle mükemmel uyuşan kesinliğine ve güvenilirliğine rağmen, onun da zaman içerisinde bir çok açıdan yanlışlanabileceği ya da eksiklikleri giderilerek başka yapılara dönüşme ihtimali olabileceği göz ardı edilmemelidir. Zira bu değişim bilimin en temel özünü oluşturmaktadır. Her üretilen teori kendi zamanı içinde ne kadar ideal ve güçlü gibi görünse de zaman içerisinde mutlaka yerine daha iyileri gelmeye devam edecektir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Al-Bassam, J., Ozer, R.S., Safer, D., Halpain, S., & Milligan, R.A. (2002). MAP2 and Tau Bind Longitudinally Along The Outerridges Of Microtubule Protofilaments. *J. Cell Biol.* 157 (7): 1187–96. doi:10.1083/jcb.200201048. PMC 2173547 Freely accessible. PMID 12082079.
- Alfonseca, M., Ortega, A., de la Cruz, Hameroff, M.S.R. & Lahoz-Beltra, R. (2015). A Model Of Quantum-Von Neumann Hybrid Cellular Automata: Principles And Simulation Of Quantum Coherent Superposition And Decoherence In Cytoskeletal Microtubules. *Quantum Information & Computation (SCI JCR 2014 1.393, Q2-Q3), Rinton Press, 15:1&2, pp. 22-36, Jan. 2015*
- Amelino-Camelia, G. (2000). Quantum Theory's Last Challenge. *Nature* 2000;408:661–664.
- Angel, A. (1993). Central Neuronal Pathways And The Process Of Anaesthesia. *Br. J. Anaesth, 1993;71:148*
- Apolinário, T.A., Paiva, C.L., & Agostinho, L.A. (2017) Intermediate Alleles Of Huntington's Disease HTT Gene In Different Populations Worldwide: A Systematic Review. *Genet Mol Res. 2017;16:1-16.*
- Armstrong, D. M., (1968). A Materialist Theory of the Mind, *London: Routledge and Kegan Paul.*
- Arshad, D., & Timothy, J. M. (1997). Microtubule Polymerization Dynamics. *Annual Review of Cell and Developmental Biology, Vol. 13:83-117 (Volume publication date November 1997), https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.13.1.83*
- Ashton, H. (2002). Delirium and Hallucinations. Editor: Perry E. *Neurochemistry of Consciousness. John Benjamin Pubs. 2002;181-203.*
- Astin J.A., Harkness E., & Ernst E. (2000). The Efficacy Of "Distant Healing": A Systematic Review Of Randomized Trials., *Ann Intern Med. 2000 Jun 6;132(11):903-10.*
- Atmaca, G. (2017). Kuantum Tünelleme Nedir ?
http://www.kuark.org/2013/01/kuantum-tunelleme-nedir. Erişim Tarihi: 02.05.2017
- Baas, P.W.. (1999). Microtubules and Neuronal Polarity: Lessons From Mitosis. *Neuron* 1999;22: 23–31.
- Baas, P.W., & Yu, W.(1996). A Composite Model For Establishing The Microtubule Array Of The Neuron. *Mol Neurobiol* 1996;12:145-161.
- Baldi, I., Lebailly, P., Mohammed-Brahim, B., Letenneur, L., Dartigues, J.F., & Brochard, P. (2003b) Neurodegenerative Diseases And Exposure To Pesticides In The Elderly. *Am J Epidemiol. 2003b;157:409–414.*
[PubMed] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12615605
- Battaglia, P.W., Jacobs, R.A. & Aslin, R.N. (2003). Bayesian Integration Of Visual And Auditory Signals For Spatial Localization. *Journal of the Optical Society of America. 20 (7): 1391–7. doi:10.1364/josaa.20.001391.*
- Baylor, D.A. (1996). How Photons Start Vision. *PNAS USA* 1996;93:560-565.
- Baylor, D.A., Lamb, .TD. & Yau K.W. (1979) Responses Of Retinal Rods To Single Photons. *J Physiol* 1979; 288: 613–634.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Beck, F. & Eccles, J.C. (1992). Quantum Aspect Of The Brain Activity And The Role Of Consciousness. *PNAS* 1992; 89:11357-361
- Becker, K., Becker, M. & Schwarz, J., (2007) String Theory And M-Theory: A Modern Introduction . *Cambridge University Press. ISBN 0-521-86069-5*
- Bennett, M.R. & Peter, M.S.H. (2003). Philosophical Foundations Of Neuroscience. *Wiley-Blackwell. Pp. 121-147. ISBN 978-1-4051-0838-6.*
- Beiser, A. (1989). Çağdaş Fiziğin Kavramları. *Diyarbakır, 2.Baskı- 1989*
- Bernroider, G. & Roy, S. (2005). Quantum Entanglement Of K⁺ İons, Multiple Channel States And The Role Of Noise İn The Brain. *SPIE 2005;5841:29.*
- Bernard, J. B. (2002). The Whirling Dance Of Working Memory. *Science and Consciousness Review, August 2002;*
<http://Psych.Pomona.Edu/Scr/News/Articles/20020803.Html>
- Bernat, J.L. (2006). Chronic Disorders Of Consciousness. *Lancet. 367(9517): 1181-1192. Doi:10.1016/S0140-6736(06)68508-5. PMID 16616561.*
- Bernat, J.L. (2010). The Natural History Of Chronic Disorders Of Consciousness. *Neurol. 75 (3): 206-207. Doi:10.1212/WNL.0b013e3181e8e960.*
- Blatter, G. (2000). Schrödinger's Cat Is Now Fat. *Nature 2000;406:25-26.*
- Bradke, F. & Dotti, C.G.(1999). The Role Of Actin İnstability İn Axon Formation. *Science 1999;283:1931*
- Brown, J.A., & Tuszynski, J.A.(2011). A Review Of The Ferroelectric Model Of Microtubules. *Journal Ferroelectrics Volume 220, 1999 - Issue 1, Pages: 141-155. Published Online: 15 Mar 2011*
- Brunden, K., Yao, Y., Potuzak, J., Ferrer, N., Ballatore, C., James, M. vd., (2011). The Characterization Of Microtubule-Stabilizing Drugs As Possible Therapeutic Agents For Alzheimer's Disease And Related Tauopathies. *Pharmacol Res, 63 (4) (2011), Pp. 341-351.*
- Block, N. (1996). Mental Paint and Mental Latex. *In E. Villanueva, Ed. Perception. Atascadero, CA: Ridgeview.*
- Block, N. (1994). What Is Dennett's Theory A Theory Of ? *Philosophical Topics, 22/1-2: 23-40.*
- Block, N. (2007). Consciousness, Accessibility and The Mesh Between Psychology And Neuroscience. *Behavioral and Brain Sciences 30: 481-548*
- Burn, D.J., Jaros, E. (2001). Multiple system atrophy: cellular and molecular pathology. *Mol. Pathol. 2001.54:419-426. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11724918*
- Carruthers, P. (1996). Language, Thoughts and Consciousness. *An Essay in Philosophical Psychology, Cambridge: Cambridge University Press.*
- Carruthers, P.,(2000). Phenomenal Consciousness. *Cambridge University Press.*
- Cadderia, A.O. & Leggertt, A.J. (1983). *Ann Phys 1983;149:374-456.*
- Cai, J., Popescu, S. & Briegel, H.J. (2010). Dynamic entanglement in oscillating molecules and potential biological implications. *Phys Revstat Nonlin Soft Matter Phys 2010; 82: 021921*
- Carruthers, P. (2000). Phenomenal Consciousness. *Cambridge University Press.*
- Chalmers, D.J. (1996). The Conscious Mind İn Search Of A Fundamental Theory. *Oxford University Press, New York (NY)*
- Chalmers, D. (1996). The Conscious Mind. *Oxford: Oxford University Press.*

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Chess, A., Buck, L., Dowling, M.M.R., & Axel, J.N. Molecular biology of smell: expression of the multigene family encoding putative odorant receptors. *In Cold Spring Harbor Symposia On Quantitative Biology*, 1992, vol. 57, pp. 505-516. Cold Spring Harbor
- Chiribella, G., D'Ariano, G.M., Perinotti, P. (2016). Quantum from principles, <https://arxiv.org/abs/1506.00398>
- Cohen, A.P., & Rapport, N. (1995). Questions of Consciousness. *London: Routledge*. https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=PKCHAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Consciousness+in+anthropology&ots=jlAk1G7WkX&sig=B_xQWRb72d-SPL3CXojvKgF_3KM&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Coleman, M.R., Davis M.H., Rodd J.M., Robson T., Ali A., Owen, A.M., & Pickard, J.D. (2009). Towards The Routine Use Of Brain Imaging To Aid The Clinical Diagnosis Of Disorders Of Consciousness. *Brain*. 132 (9): 2541–2552. doi:10.1093/brain/awp183. PMID 19710182.
- Collini, E., Wong, C.Y., Wilk, K.E., Curmi, P.M.G. Brumer, P. & Scholes, G.D. (2010). Coherently Wired Light-Harvesting In Photosynthetic Marine Algae At Ambient Temperature. *Nature* 463, 644-647 (4 February 2010) doi:10.1038/nature08811; Received 14 July 2009; Accepted 17 December 2009
- Collipp, P.J., (1969). The Efficacy Of Prayer: A Triple-Blind Study. *Med Times* 1969;97:201-4.
- Cooper, J.R. (1994). Unsolved Problems In The Cholinergic Nervous System. *J Neurochem* 1994;63:395-399.
- Cooper, G.M., & Hausman, R.E. (2004) *The Cell: A Molecular Approach*. ASM Press, Washington D.C.
- Cooper, G. M. & Hausman, R. E. (2006) *The Cell: A Molecular Approach*, 4.Edition.
- Cornett C.R., Markesbery, W.R., & Ehmann, W.D. (1998b). Alzheimer Hastalığı Beyindeki Oksidatif Hasara Bağlı Esansiyel Elementlerin Dengesizlikleri. *Nörotoksikoloji*. 1998b; 19 (3): 339-345. [PubMed] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9621340>
- Coull, J.T. & Nobre, A.C. (1998). Where And When To Pay Attention: The Neural Systems For Directing Attention To Spatial Locations And To Time Intervals As Revealed By Both PET And Fmri. *Journal Of Neuroscience* 1998;18:7426–7435.
- Craddock, T., St George, M., Freedman, H., Barakat, K., Damaraju, S., Hameroff, S. vd. (2012). Computational Predictions Of Volatile Anesthetic Interactions With The Microtubule Cytoskeleton: Implications For Side Effects Of General Anesthesia. *PLoS ONE*, 7 (6) (2012), p. e37251, 10.1371/journal.pone.0037251
- Crick, F.C., & Koch, C. (1990). Toward A Neurobiological Theory Of Consciousness. *Seminars in Neuroscience*, 2: 263–75.
- Crick, F.C., (2005)., What Is The Function Of The Claustrum?, *Christof Koch Published 29 June 2005. DOI: 10.1098/rstb.2005.1661*
- Cummings, C.J. & Zoghbi, H.Y. (2000). Trinucleotide repeats: Mechanisms and Pathophysiology. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.* 2000. 1:281-328.
- Culbertson, J.T. (1963). *The Mind Of Robots: Sense Data, Memory Images, And Behavior In Conscious Automata*. University of Illinois Press, Urbana, 1963.
- Darling, D. (2007). Wave - Particle Duality. *The Internet Encyclopedia of Science. The Worlds of David Darling*.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Damasio AR, Grabowski TJ, Bechara A, Damasio H, Ponto LL, Parvizi J, Hichwa RD (2000). Subcortical And Cortical Brain Activity During The Feeling Of Self-Generated Emotions. *Nature Neuroscience*. 3 (10): 1049–1056. doi:10.1038/79871. PMID 11017179.
- David, B., Fischer, A.D., Boes, A., Demertzi, H.C., Evrard, Steven Laureys, vd., (2016). A Human Brain Network Derived From Coma-Causing Brainstem Lesions. *Neurology 2016 : WNL.0000000000003404v1-10.1212/WNL.0000000000003404*.
- Davidson, E., Prince, R.C., Haith, C.E. & Daldal, F. (1989). The Cytochrome Bc1 Complex Of Rhodobacter Sphaeroides Can Restore Cytochrome C2-Independent Photosynthetic Growth To A Rhodobacter Capsulatus Mutant Lacking Cytochrome Bc1. *J Bacteriol.* 1989 Nov;171(11):6059-68.
- Davies, P.C.W. & Brown, J. (1992). Superstrings: A Theory of Everything? (Canto). *Cambridge University Press, 31 Tem 1992*
- DC, K. (2007). Learning Bayesian priors for depth perception. *Journal of Vision*. 7 (8): 1–20. doi:10.1167/7.8.13.
- Dehaene, S. & Naccache, L. (2000). Towards A Cognitive Neuroscience Of Consciousness: Basic Evidence and A Workspace Framework. *Cognition* 79:1–37.
- Dekacour, J. (1995). An Introduction To The Biology Of Consciousness. *Neuropsychology* 1995;33:1061-1074.
- Dennett, D.C. (1991). Consciousness Explained. *Boston: Little, Brown and Company*.
- Dennett, D.C. (1992). The Self As The Center Of Narrative Gravity. In F. Kessel, P. Cole, and D. L. Johnson, eds. *Self and Consciousness: Multiple Perspectives*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dennett, D C. (2003). Freedom Evolves. *New York: Viking*.
- Dennett, D.C. & Kinsbourne, M. (1992). Time And The Observer: The Where And When Of Consciousness In The Brain. *Behavioral and Brain Sciences*, 15: 187–247.
- Dretske, F. (1994). Differences That Make No Difference. *Philosophical Topics*, 22/1–2: 41–58.
- Drewes, G., Ebner, A. & Mandelkow, E.M. (1998). MAPs, MARKs and Microtubule Dynamics. *Trends Biochem. Sci.* 23 (8): 307–11. doi:10.1016/S0968-0004(98)01245-6. PMID 9757832.
- Durrani, M. (2013). Unlocking A New State Of Matter. *Physics World, Oct.2013*.
- Eccles, J. C. (1994). How the Self Controls its Brain. *Berlin: Springer-Verlag, 1994*. ISBN 3-540-56290-7.
- Edelman, G. (1989). The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness. *Basic Books*. pp. 109–118. ISBN 978-0-465-06910-1.
- Einstein, A., Podolsky, B. & Rosen, N. (1935). Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?. *Physical Review*, Vol. 47, pp.777-780
- Ericsson, K.A. (2003). Valid And Non-Reactive Verbalization Of Thoughts During Performance Of Tasks: Towards A Solution To The Central Problems Of Introspection As A Source Of Scientific Evidence. In Anthony Jack, Andreas Roepstorff. *Trusting the Subject?: The Use of Introspective Evidence in Cognitive Science, Volume 1*. Imprint Academic. pp. 1–18. ISBN 978-0-907845-56-0.
- Farthing, G. (1992). The Psychology of Consciousness. *Prentice Hall*. ISBN 978-0-13-728668-3

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Feynman, R. P. , Leighton, R., & Sands, M. (1965). The Feynman Lectures on Physics. Massachusetts. USA: Addison-Wesley. ss. 1-1 to 1-9. ISBN 0201021188P.
- Feynman, R. P. (1965). The Feynman Lectures on Physics. Vol. 3. USA: Addison-Wesley. ss. 1-8. ISBN ISBN 0201021188P.
- Feynman, R. P. (1988). QED, The Strange Theory of Light and Matter. Princeton Univ Press. 1988;19.
- Feynman, R. P. (2002). Altı Kolay Parça. Çeviren:Tolga Birkandan & Celal Kapkın, Evrim Yayınları,(Ocak-2002)
- Field, Greg D. ve Rieke, Fred.2002, Nonlinear Signal Transfer from Mouse Rods to Bipolar Cells and Implications for Visual Sensitivity, Neuron Volume 34, Issue 5, 30 May 2002, Pages 773-785
- Fisher, M.P.A. (2015). <https://doi.org/10.1016/j.aop.2015.08.020>
- Franks, N.P. & Lieb, W.R. (1984) Do General Anaesthetics Act By Competitive Binding To Specific Receptors? *Nature*, 310, 599-601.
- Franks, N.P. & Lieb, W.R. (2004). Seeing the Light: Protein Theories of General Anesthesia. *Anesthes.* 2004; 101(1):235-237.
- Freeman, W.J. (1997). Three Centuries Of Category Errors In Studies Of The Neural Basis Of Consciousness and Intentionality. *Neural Networks* 1997;10:1175-1183
- Fröhlich H. (1968). Long-Range Coherence And Energy Storage İn Biological Systems. *Int J Quantum Chem* 1968;2:641-649.
- Fygenson, D.K., Braun, E. & Libchaber, A. (1994) *Phys. Rev. E* 50(2), 1579 .
- Galvin, J.E., Lee, V.M. & Trojanowski, J.Q. (2001). Synucleinopathies: Clinical And Pathological Implications. *Arch. Neurol.* 2001. 58:186-190.
<https://doi.org/10.1001/archneur.58.2.186>
- Gardiner, H. (1985). The Mind's New Science. New York: Basic Books.
- Gaudreau, J.D. & Gagnon, P. (2005). Psychotogenic Drugs and Delirium Pathogenesis: The Central Role Of The Thalamus. *Med Hypotheses* 2005; 64(3):471-5.
- Gauger, E., Rieper, E., Morton, J.J.L. Benjamin, S.C. & Vedral Sustained, V., (2011). Quantum Coherence and Entanglement İn The Avian Compass. <http://Arxiv.Org/Abs/0906.3725>.
- Gennaro, R. (1995). Consciousness and Self-consciousness: A Defense of the Higher-Order Thought Theory of Consciousness. Amsterdam and Philadelphia: John Benjamins.
- Gennaro, R., vd. (2004). Higher-Order Theories of Consciousness. Amsterdam and Philadelphia: John Benjamins.
- Gennaro, R. (2012). The Consciousness Paradox. Cambridge, MA: MIT Press.
- George, P.P. & Daniel, S.L, (1991). Awareness Of Deficit After Brain İnjury: Clinical And Theoretical Issues. Oxford [Oxfordshire]: Oxford University Press. Pp. 53-55. ISBN 0-19-505941-7.
- Georgopoulos, A.P., Schwartz, A.B. & Kettner, R.E. (1986). Neuronal Population Coding of Movement Direction. *Science* 1986.
- Gerard't H. (1999). Maddenin Son Yapıtaşları. TÜBİTAK. 1999; 12:204.
- Gjertsen D. (1989). Science and Philosophy-Past and Present. Penguin Books.
- Goedert, M., & Spillantini, M.G. (2001). Tau Gene Mutations And Neuro Degeneration. *Biochem. Soc. Symp.* 2001.67:59-71. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11447840>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Goldreich, D. & Tong, J. (2013). Prediction, Postdiction, and Perceptual Length Contraction: A Bayesian Low-Speed Prior Captures the Cutaneous Rabbit and Related Illusions. *Frontiers in Psychology*. 4 (221).
- Gray J.A., (2000). The Neuropsychology of Anxiety. *McNaughton N. Oxford University Press; Oxford: 2000.*
- Greene, B. (2003). The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory. *New York: W.W. Norton & Company. ISBN 0-393-05858-1.*
- Griffiths, D.J. (2005). Introduction to Quantum Mechanics. *Pearson Prentice Hall.*
- Gun, R.T., Korten, A.E., Jorm, A.F., Henderson, A.S., Broe, G.A., Creasey, H., vd. (1997). Occupational Risk Factors For Alzheimer Disease: A Case-Control Study. *Alzheimer Dis Assoc Discord*. 1997;11(1):21-27.
- Güzeldere, G. (1997). Ned Block, Owen Flanagan, Güven Güzeldere, eds. *The Nature of Consciousness: Philosophical debates. Cambridge, MA: MIT Press. pp. 1-67.*
- Greenfield, P.M. (2000). Three Approaches To The Psychology Of Culture:Where Do They Come From? Where Can They Go? *Asian Journal of SocialPsychology*, 3, 223-240
- Hameroff,S., (1982) *Watt Information Processing İn Microtubules. J Theor Biol*, 98 (1982), pp. 549-561, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022519382901370/pdf?md5=e0565ae0bfd620e503d669a26e167a5e&pid=1-s2.0-0022519382901370-main.pdf>
- Hameroff, S. & Watt, R. (1983). Do Anesthetics Act By Altering Electron Mobility?. *Anesth Analg*, 62 (1983), pp. 936-940
- Hameroff, S.R. (1994). Quantum Coherence İn Microtubules: A Neural Basis For Emergent Consciousness? *Journal of Consciousness Studies* 1994;1:91-118
- Hameroff, S.R., (1996). Did Consciousness Cause The Cambrian Evolutionary Explosion? Toward A Science Of Consciousness II. Tucson Discussions And Debates. 1996. *MIT Press, Cambridge MA 1998, s:421-437.*
- Hameroff, S.R. (1998). Quantum Computation İn Brainmicrotubules? Thepenrose-Hameroff 'Orch OR' Model Of Consciousness. *Philosophical Transactions Royal Society London, A 356: 1869-96.*
- Hameroff, (1998) S. Anesthesia, Consiousness And Hydrophobic Pockets-A Unitary Quantum. *Toxicol Lett*. 1998 Nov 23;100-101:31-9. *hypothesis of anesthetic action. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10049159>*
- Hameroff, S.R. (2006), The Entwined Mysteries Of Anesthesia And Consciousness, *Anesthesiology*, 105 (2006), pp. 400-412
- Hameroff, S.R. & Penrose, R. (2003). Conscious Events as Orchestrated Space-Time Selections. *Neuro Quantology* 2003;1:10-35
- Hameroff S.R., & Penrose, R. (2014) Consciousness in the universe: a review of the 'Orch OR' theory. *Phys Life Rev* 2014; 11: 39-78.
- Hameroff S.R., Tuszynski J.A., vd. (2004). Quantum States İn Proteins And Protein Assemblies: The Essence Of Life? In: Second International Symposium On Fluctuations And Noise. *Maspalomas, Gran Canaria Island, Spain: International Society for Optics and Photonics, 2004; 27-41.*

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Hameroff S.R., Nip, A., Porter, M. & Tuszynski, J., (2002). Conduction Pathways İn Microtubules, Biological Quantum Computation And Microtubules. Biosystems, 64 (13) (2002), pp. 149-168
- Hameroff S.R. & Penrose, R. (2014) The Need for A Physical Basis of Cognitive Process: Comment on Consciousness in The Universe. A Review of The 'Orch OR' Theory. *Physics of Life Reviews* 2014 (11):39-78
- Hameroff S. R.& Watt R. C. (1982). Information Processing İn Microtubules. *J. Theor. Biol.* 98, 549–561 10.1016/0022-5193(82)90137-0
[PubMed] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6185798>
- Hançerlioğlu, O. (2016). Düşünce Tarihi. *Remzi Kitabevi, İstanbul. Isbn: 9789751400017*
- Hargrave, P.A. & McDowell, J.H. (1992). Rhodopsin and Phototransduction. *International Review of Cytology* 1992;137B:49–97
- Harman, G. (1990). The İntrinsicquality Of Experience. In J. Tomberlin, ed. *Philosophical Perspectives*, 4. Atascadero, CA: Ridgeview Publishing.
- Hawking., S. & Penrose, R. (1996) Uzay ve Zamanın Doğası. Çev: Umur Dalbelge. *Sarmal yayınevi. Ekim 1996.*
- Heisenberg, W. (1993). Fizik ve Felsefe. Çev: M.Y.Öner. *İstanbul 1993.*
- Hecht, S., Shlaer, S. & Pirenne, M. (1942), Energy, Quanta and Vision. *J Gen Physiol* 1942;25:819–840).
- Herbert, Nick (2002). Holistic Physics – or – An Introduction to Quantum Tantra. *Southerncrossreview.org. Retrieved 2014-05-01.*
- Herzog, M.H., vd, (2016). Time Slices: What Is the Duration of a Percept?. *PLOS Biology* (2016). DOI: 10.1371/journal.pbio.1002433
- Heyers, D., Zapka, M., Hoffmeister, M., Wild, J.M. & Mouritsen, H., (2010). Magnetic Field Changes Activate The Trigeminal Brainstem Complex İn A Migratory Bird. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107, 9394–9399.
- Hilaire, P.St. & Bierman, D.J. (2003). Investigation Of Dephasing Times İn The Human Rhodopsin Complex By Photon Echo Experiments. http://www.uniamsterdam.nl/D.J.Bierman/PUBS/2003/photonecho_final.doc
- Hughes, A.J., Daniel, S.E., Kilford, L. & Lees, A.J. (1992). Accuracy Of Clinical Diagnosis Of İdiopathic Parkinson's Disease: A Clinico-Pathological Study Of 100 Cases. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 1992. 55:181-184.
PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1564476>
- Hurford, W.E., Bailin, M.T., Davison, J.K., Haspel, K.L., Rosow, C., Vassallo, S.A., & Awde, N.E. (2002). *Clinical Anesthesia Procedures of the Massachusetts General Hospital* (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Insinna EM (1998). Ciliated Cell Electrodynamics: From Cilia And Flagella To Ciliated Sensory Systems. In: *Malhotra SK, Tuszynski JA, eds. Advances in Structural Biology, Vol. 5. Stamford, CT: JAI Press, 1998; 9–42.*
- IUPAC, (1997). Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book") (1997). *Online Corrected Version: (2006–) "photochemistry".*

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Jackson, F. (1993). Armchair metaphysics. In J. O'Leary-Hawthorne and M. Michael, eds. *Philosophy of Mind*. Dordrecht: KluwerBooks.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. vol. 1, Holt (1890). New York: Henry Holt and Company.
- Jaynes, J. (1974). *The Origins of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*. Boston: Houghton Mifflin.
- Jaucourt, L. (1753). Consciousness. *The Encyclopedia of Diderot & d'Alembert Collaborative Translation Project*. Translated by Scott St. Louis. Ann Arbor: Michigan Publishing, University of Michigan Library, 2014. <http://hdl.handle.net/2027/spo.did2222.0002.986>.
- Johnson, S. (1756). *A Dictionary of the English Language*. Knapton. <https://books.google.com/books?id=fcVEAAAACAAJ>
- Jordan, P., Fromme, P., Witt, H.T., Klukas, O., Saenger, W. & Krauss, N. (2001). Three-Dimensional Structure Of Cyanobacterial Photosystem I At 2.5 Å Resolution. *Nature*. 2001 Jun 21;411(6840):909-17.
- Julsgaard, B., Kozhekin, A. & Polzik, E.S., (2001). Experimentally long-lived entanglement of two macroscopic objects. *Nature* 2001;413:400-403.
- Karaman, Y.(2002). *Alzheimer Hastalığı ve Diğer Demanslar*. 1. Baskı. Ankara: Lebib Yalkın Matbaası, 2002.
- Karunamuni, N.D. (2015). The Five-Aggregate Model of the Mind. *SAGE open*. 5 (2). doi:10.1177/2158244015583860.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H. & Jessell, T.M. (2000) *Principles of Neural Science*. 4th edn. New York: McGraw-Hill.
- Kant, I. (1787/1929). *Critique of Pure Reason*. Translated by N. Kemp Smith. New York: MacMillan.
- Kelley, S.O., Treadway, C.R., Barton, K.J., & Zewail A.H. (1999). Femtosecond Dynamics of DNA-Mediated Electron Transfer. *PNAS* 1999; 96:6014
- Kelley S.O. ve Barton J.K., (1999). Electron Transfer Between Bases in Double Helical DNA. *Science* 1999;283: 375.
- Kenneth, M.H.(1991). "Anosognosia: Possible Neuropsychological Mechanisms". In George Prigatano, Daniel Schacter. *Awareness Of Deficit After Brain Injury: Clinical And Theoretical Issues*. Oxford University Press. pp. 53-62. ISBN 0-19-505941-7.
- Khitrin, A.K., Ermakov, V.L. & Fung, B.M. (2002) NMR molecular photography. *J Chem Phys* 2002;117:6903-6906
- Khitrin, A.K vd., (2002), Cluster Of Dipolar Coupled Spins As A Quantum Memory Storage. 2002. arxiv.org/pdf/quant-ph/0202035.15
- Koch, C. (2004). *The Quest For Consciousness: A Neurobiological Approach*. Roberts and Co., Englewood (CO)
- Knudsen, K., Beckman, M., Blomberg, S., vd. (1997). Central Nervous and Cardiovascular Effects of i.v. Infusions of Ropivacaine. *Bupivacaine and Placebo in Volunteers*. *Br. J. Anesth* 1997, 78:507-514.
- Kowall, N. W. (1999). Alzheimer Disease 1999: A Status Report. *Alzheimer Disease and Associated Disorders: An International Journal*, 13(Suppl. 1), S11-S16.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Koo, W.W.K. & Tsang, R.C. (2005). Calcium and Magnesium Homeostasis. *In: MacDonald MH, Seshia MMK, Mullet MD, eds. Avery's Neonatology Pathophysiology & Management of the Newborn, 6th edition. Philadelphia: Lippincott W&W. 847-875.*
- KİM-511 (2017). Yüzey Analiz Teknikleri, http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/54803/53943/y%C3%BCzey_analiz_teknikleri.pptx izleme: 02.05.2017
- Kriegel, U. (2009). Subjective Consciousness. *Oxford: Oxford University Press, 2009.*
- Kuiper, M.A., Mulder, C., van Kamp, G.J., Scheltens, P., Wolters, E.C. (1994). Cerebrospinal Fluid Ferritin Levels Of Patients With Parkinson's Disease, Alzheimer's Disease and Multiple System Atrophy. *J Neural Transm Park Dis Dement Sect. 1994;7(2):109-114. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7710663*
- Lamehi-Rachti, M. & Mittag, W. (1976). Quantum Mechanics And Hidden Variables: A Test Of Bell's Inequality By The Measurement Of The Spin Correlation In Low-Energy Proton-Proton Scattering. *Phys. Rev. D 14, 2543 - Published 15 November 1976*
- Lashley, K. (1950). In Search Of The Engram. *In Physiological Mechanisms in Animal Behavior. New York: Academic Press. p. 454-482.*
- Levine, J. (1998). On Leaving Out What It's Like. In N. Block, O. Flanagan, G. Guzeldere. *The Nature of Consciousness: Philosophical Debates. MIT Press. ISBN 978-0-262-52210-6.*
- Levine, J. (1994). Out Of The Closet: A Qualophile Confronts Qualophobia. *Philosophical Topics, 22/1-2: 107-26.*
- Lewis, C.S. (1990). Ch. 8: Conscience and Conscious. *Studies in words. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-39831-2.*
- Lidar, D.A., Chuang, I.L. & Whaley, K.B. (1998). Decoherence-free subspaces for quantum computation. *Phys Rev Lett 1998; 81: 2594.*
- Libet, B., Wright, EW. Jr., Feinstein, B. & Pearl, D.K., (1979). Subjective Referral Of The Timing For A Conscious Sensory Experience. *Brain 1979;102:193-224.*
- Lycan, W. (1987). Consciousness. *Cambridge, MA: MIT Press.*
- Lycan, W. (1996). Consciousness and Experience. *MIT Press. pp. 1-4. ISBN 978-0-262-12197-2.*
- Lycan, W. (1996). Consciousness and Experience. *Cambridge, MA: MIT Press.*
- Locke, J. (2010). An Essay Concerning Human Understanding (Chapter XXVII). *Australia: University of Adelaide. Retrieved August 20, 2010. http://ebooks.adelaide.edu.au/l/locke/john/I81u/B2.27.html*
- Lotka, A.J. (1925). Elements of Physical Biology. *Author, Publisher, Williams & Wilkins Company, 1925. Original from, the University of Michigan.*
- Luo, L. & Lu, J.(2011) Temperature Dependence Of Protein Folding Deduced From Quantum Transition. <http://arxiv.org/abs/1102.3748> (2011)
- Marshall, I.N. (1989). Consciousness and Bose-Einstein Condensates. *New Ideas in Psychology 1989;7:1*
- Menon, S.T. vd. (2001) Rhodopsin: Structural Basis of Molecular Physiology. *Physiol Rev 2001;81:1659-1688*

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Medium.com. (2016). Why Physicists Are Saying Consciousness Is A State Of Matter, Like a Solid, A Liquid Or A Gas, <https://medium.com/the-physics-arxiv-blog/why-physicists-are-saying-consciousness-is-a-state-of-matter-like-a-solid-a-liquid-or-a-gas-5e7ed624986d>
- Merlin, D.L.(2005). History of Anesthetic Practice. *Millers Anesthesia. Ronald D. Miller. Sixth Edition. Elsevier,Philadelphia 3-45; 2005*
- Metzinger, T. vd. (2000). Neural Correlates of Consciousness: Empirical and Conceptual Questions. *Cambridge, MA: MIT Press.*
- Meyer, H.H. (1901). Zur Theorie der Alkoholnarkose. Der Einfluss wechselnder Temperature auf Wirkungsstärke und Theilungscoefficient der Narcotica. *Arch. Exp. Pathol. Pharmacol. 46 (5-6): 338-346. doi:10.1007/BF01978064.*
- Mithen, S. J. (1999). Problem-solving and the evolution of human culture. *London : Institute for Cultural Research, 1999. ISBN 0-904674-25-8*
- Miyashita, O., Okamura, M.Y. & Onuchic YN. (2005). Long-Range Electron Transfer Special Feature: Interprotein electron transfer from cytochrome c2 to photosynthetic reaction center: Tunneling across an aqueous interface. *PNAS 2005;102:3558*
- Minoura, I. & Muto,E. (2006) *Biophys. J. 90(10), 3739-3748.*
- Mohsen, R.. (2003). Quantum Theory of Tunneling. *World Scientific. ISBN 981-238-019-1.*
- Monti, M.M., Vanhaudenhuyse, A., Coleman, M.R., Boly, M., Pickard, J.D., Tshibanda, L., Owen, A.M. & Laureys, S. (2010). Willful modulation of brain activity in disorders of consciousness. *N Engl J Med. 362 (7): 579-589. doi:10.1056/NEJMoa0905370. PMID 20130250.*
- Mohrhoff, U. (2001). Quantum Mechanics And Consciousness. *arXiv=quant-ph/0102047v1, 9 Feb 2001.*
- Musser, G., (2008). The Complete Idiot's Guide to String Theory. *Indianapolis: Alpha. ISBN 978-1-59257-702-6.*
- Nairz, O., Arndt, M. & Zeilinger, A. (2001) <https://arxiv.org/pdf/quant-ph/0105061.pdf>
- Neisser, U. (1965). Cognitive Psychology. *Englewood Cliffs: Prentice Hall.*
- NIST, (2015). New State of Matter Seen Near Absolute Zero . *NIST. 28 Nisan 2015 tarihinde kaynağından arşivlendi. http://web.archive.org/web/20150428092623/http://physics.nist.gov:80/News/Update/950724.html.*
- Ohkura, T., Isse, K., Akazawa, K., Hamamoto, M., Yaoi, Y. Hagino, N. (1994). Evaluation Of Estrogen Treatment In Female Patients With Dementia Of The Alzheimer Type. *Endocr J. 1994 Aug;41(4):361-71.*
- Overtoni C.E. (1901). Studien über die Narkose zugleich ein Beitrag zur allgemeinen Pharmakologie. *Gustav Fischer, Jena, Switzerland.*
- Pagels, H.R. (1981). Kozmik Kod:Doğanın Dili/Kuantum Fiziği (1981), *Çeviren: Nezihe Bahar, Sarmal Yayınları-Ekim 1993*
- Palazzo, A., (2006). What's Inside of a Microtubule?. <http://scienceblogs.com/transcript/2006/08/24/whats-inside-of-a-microtubule/>
- Penrose, R. (1989). Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness. *Oxford University Press. p. 457. ISBN 0-19-853978-9.*

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Penrose, R. (1989). *The Emperor's New Mind: Computers, Minds and the Laws of Physics*. Oxford: Oxford University Press.
- Penrose, R. (1994). *Shadows of the Mind*, Oxford Press, Oxford, U.K.
- Penrose, R. (1998). Büyük, Küçük ve İnsan Zihni. *Sarmal Yayınevi*. 1998;73-74.
- Penrose R. (1999). Kralın Yeni Usu-II. *Fiziğin Gizemi*. TÜBİTAK yay. 1999;182
- Penrose, R. (2014). On the Gravitization of Quantum Mechanics 1: Quantum State Reduction. *Foundations of Physics*. 44: 557–575. Bibcode:2014FoPh...44..557P. doi:10.1007/s10701-013-9770-0. Retrieved 12 June 2016.
- Penrose, R. (1994). *Shadows of the Mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Permana, S., Hisanaga, S., Nagatomo, Y., Iida, J., Hotani, H. & Itoh, T.J. (2005). Truncation of the projection domain of MAP4 (microtubule-associated protein 4) leads to attenuation of microtubule dynamic instability. *Cell Struct. Funct.* 29 (5-6): 147–57. doi:10.1247/csf.29.147. PMID 15840946.
- Posner, M. (1994). Attention: The Mechanisms Of Consciousness. *PNAS* 1994;91:7398-7403.
- Pokorný, J., Hasek, J., Jelínek, F. Saroch, J. & Palan, B. (2001). Electromagnetic activity of yeast cells in the M phase. *Electro- Magnetobiol*, 20 (2001), pp. 371-396.
- Pokorný, J. (2004) Excitation Of Vibration İn Microtubules İn Living Cells, *Bioelectrochemistry*. 63 (2004). pp. 321-326, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567539404000581/pdf?md5=37398c3c0fe5e141097283c4ab384078&pid=1-s2.0-S1567539404000581-main.pdf>
- Pribram, K. (1991). *Brain And Perception: Holonomy and Structure İn Figural Processing*. Hillsdale, N. J. Lawrence Erlbaum Associates. ISBN 0-89859-995-4.
- Prinz, J. (2012). *The Conscious Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Prouty, G. (2004). The Hallucination As The Unconscious Self. *J Am Acad Psychoanal Dyn Psychiatry* 2004;32:597-612.
- Prusiner, S.B. (1998). Prions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1998. 95:13363-13383. PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9811807>
- Rajski. S.R., Kumar, S., Roberts, R.J. & Barton, J.K. (1999), Protein-Modulated DNA Electron Transfer. *J Am Chem Soc* 1999;121:5615.
- Rall, W. (1959). Branching Dendritic Trees And Motoneuron Membrane Resistivity. *Exp. Neurol.* 1: 491-527.
- Rasmussen, S., Karampurwala, H., Vaidyanath, R., Jensen, K. ve Hameroff S. (1990). Computational Connectionism Within Neurons: A Model Of Cytoskeletal Automata Subserving Neural Networks. *Physica D*, 42 (1990), pp. 428-449, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167278990900935/pdf?md5=bd44700ada1fb025a75117337875751e&pid=1-s2.0-0167278990900935-main.pdf>
- Reisberg, B. & Franssen, E.H., (1999), Clinical stages of Alzheimer's disease. *The Encyclopedia of Visual Medicine Series An Atlas of Alzheimer's Disease*. Parthenon, Pearl River (NY), 1999.
- Reisberg B., Kenowsky, S., Franssen, E.H.. vd. (1999). President's Report: Towards a science of Alzheimer's disease management: A model based upon current knowledge of retrogenesis. *IntPsycho geriatr* 1999;11:7-23

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Reisberg, B., Franssen, E., Sclan, SG, vd. (1989) Stage specific incidence of potentially remediable behavioral symptoms in aging and Alzheimer's disease: a study of 120 patients using the BEHAVE-AD. *Bull Clin Neurosci* 1989;54:95–112
- Rieper, E., Andersi J. & Vedral, V. (2011) Quantum entanglement between the electron clouds of nucleic acids in DNA, <http://arxiv.org/abs/1006.4053> (2011)
- Rieke, F. (1998). Single-Photon Detection By Rod Cells Of The Retina. *Reviews of Modern Physics* 1998;70:1027-1036
- Roberts, J.E. (1995). Visible Light Induced Changes In The Immune Response Through An Eye-Brain Mechanism (Photoneuroimmunology). *J Photochem Photobiol B, Biology* 1995;29:3-15
- Rosenthal, D. (1986). Two Concepts Of Consciousness. *Philosophical Studies*, 49: 329–59.
- Rosenthal, D.M. (1993). Thinking That One Thinks. In M. Davies and G. Humphreys, eds. *Consciousness: Psychological and Philosophical Essays*. Oxford: Blackwell.
- Rosenthal, D. M. (1997). A Theory Of Consciousness. In N. Block, O. Flanagan, and G. Guzeldere, eds. *The Nature of Consciousness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rosenberg, B. (1971), *Disc Faraday Soc* 1971;51:190
- Ruelle, D. (1994). Rastlantı ve Kaos. *TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları*, Ankara.
- Sandra, L., Tanner vd. (2000). Evidence for Expression of Some Microtubule-Associated Protein 1B in Neurons as a Plasma Membrane Glycoprotein *Journal of Neurochemistry* 2000;75:553-562
- Santarella, R.A., Skiniotis, G., Goldie, K.N., vd. (2004). Surface-decoration of microtubules by humantau. *J. Mol. Biol.* 339 (3): 539–53. doi:10.1016/j.jmb.2004.04.008. PMID 15147841.
- Sakurai, J.J., & Napolitano, J. (2011). Modern Quantum Mechanics. Addison-Wesley.
- Sakitt, B. (1972). Counting Every Quantum. *J Physiol (London)* 1972;223:131–150).
- Saunders, D.S. (2002). Insect clocks. *Elsevier*, 2002, ISBN 0-444-50407-9 p. 179.
- Schlosshauer, M. (2006). Experimental Motivation And Empirical Consistency In Minimal No-Collapse Quantum Mechanics. *Ann Phys (N Y)* 2006; 321: 112–149.
- Sahu, S., Ghosh, S., Ghosh, B., Aswani, K., Hirata, K., Fujita, D., & Bandyopadhyay, A. (2013). Atomic Water Channel Controlling Remarkable Properties Of A Single Brain Microtubule: Correlating Single Protein To Its Supramolecular Assembly. *Biosens Bioelectron.* 2013 Sep 15;47:141-8. doi: 10.1016/j.bios.2013.02.050. Epub 2013 Mar 15.
- Stacy, M., & Jankovic, J. (1992). Differential diagnosis Of Parkinson's Disease And The Parkinsonism Plus Syndromes. *Neurol. Clin.* 1992. 10:341-359. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1584178>
- ScienceDaily, (2008). Alzheimer's Early Detection: Biomarkers Identify Early Onset Of Disease, Before Symptoms Appear. *University of California - Los Angeles. ScienceDaily.* 19 July 2008.
- Schulten, K., Swenberg, C.E., Weller, A. (1978) A Biomagnetic Sensory Mechanism Based On Magnetic Field Modulated Coherent Electron Spin Motion. *Z Phys Chem* 1978; 111: 1–5.
- Schrodinger, E. (1967). What is Life? *Cambridge Press*, 1967.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Scinto, L.F.M., Daffner, K.R., (2000), Early Diagnosis Of Alzheimer's Disease. *Totowa: Humana Press Inc, 2000.*
- Scott, A. (1996). On The Quantum Theories Of The Mind. *Journal of Consciousness Studies* 1996;6 (5-6):484-491.
- Searle, J. (2005). Consciousness. In *Honderich T. The Oxford companion to philosophy. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-926479-7.*
- Sedensky, M.M. & Meneely, P.M. (1987). Genetic Analysis of Halothane Sensitivity İn *Caenorhabditis Elegans. Science* 1987;236:952
- Shepherd, GM. (1994). *Neurobiology. 3rd edn. New York: Oxford University Press.*
- Siebrands, C.C., Binder, S., Eckhoff, U., Schmitt, N., & Friederich, P. (2006). Long QT 1 mutation KCNQ1A344V Increases Local Anesthetic Sensitivity Of The Slowly Activating Delayed Rectifier Potassium Current. *Anesthesiology. 2006 Sep;105(3):511-20.*
- Simic-Glavaski, B. (1989). Phthalocyanines in Molecular Electronic Devices. *IEEE/EMBS Seattle, 1989.*
- Sim, N., Cheng, M.F., Bessarab, D., Jones, C.M. & Krivitsky, L.A. (2012). Measurement Of Photon Statistics With Live Photoreceptor Cells. *Phys Rev Lett* 2012; 109: 113601.
- Skinner, B.F. (1953). *Science and Human Behavior. New York: MacMillan.*
- Smith, P.W. & Thomlinson, W.J. (1981). *IEEE Spectrum* 18 26. <http://dx.doi.org/10.1109/MSPEC.1981.6369727>
- Smith, S., Watt, R. & Hameroff S. (1984). Cellular Automata İn Cytoskeletal Lattice Proteins. *Physica D, 10 (1984), pp. 168-174*
- Stengers, I., Prigogine, I. (1997). *The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free Press, 1997;27.*
- Stapp, H. (1993). *Mind, Matter and Quantum Mechanics. Berlin: SpringerVerlag.*
- Sokolowski, R. (2000). *Introduction to Phenomenology. Cambridge University Press. pp. 211-227. ISBN 978-0-521-66792-0.*
- Stoneham, A.M., Gauger, E.M., Porfyrakis, K., Benjamin, S.C. & Lovett, B.W. (2012). A New Type Of Radical-Pair-Based Model For Magnetoreception. *Biophys J* 2012; 102: 961-968.
- Stryer, L. (1996). Vision: From Photon To Perception., *PNAS* 1996;93:557-559
- Small, G.W., Rabins, P.V., Barry, P.P., Buckholtz, N.S. vd. (1997). Diagnosis And Treatment Of Alzheimer Disease And Related Disorders. *Consensus statement of the American Association for Geriatric Psychiatry, the Alzheimer's Association, and the American Geriatrics Society. JAMA. 1997. 278:1363-1371. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9343469*
- Steven, K.S. (2003). Color Appearance. In *Steven K. Shevell. The Science of Color. Elsevier. pp. 149-190. ISBN 978-0-444-51251-2.*
- Seel, R.T., Sherer, M., Whyte, J., Katz, D.I., Giacino, J.T., Rosenbaum, A.M., Hammond, F.M., Kalmar, K. & Pape, T.L. (2010). Assessment Scales For Disorders Of Consciousness: Evidence-Based Recommendations For Clinical Practice And Research. *Arch Phys Med Rehabil. 91 (12): 1795-1813. doi:10.1016/j.apmr.2010.07.218. PMID 21112421.*

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Singer, P. (1975). *Animal Liberation*. New York: AvonBooks.
- Singer, W. (1999). Neuronal synchrony: A versatile code for the definition of relations? *Neuron*. 1999; 24: 49-65.
- Soutter, W. (2017). Quantum Science 101: An Introduction To Quantum Tunneling. <https://www.azoquantum.com/Article.aspx?ArticleID=12>. Erişim Tarihi: 05.07.2017.
- Sulkava, R., Haltia, M., Paetau, A., Wikstrom, J., Palo, J. (1983). Accuracy Of Clinical Diagnosis İn Primary Degenerative Dementia: Correlation With Neuropathological Findings. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. 1983. 46:9-13. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6842208>
- Sunay, Ç. & Karaca, Ö. (2014). *Tatlı Su Canlılar Dünyası 2: Fen ve Teknoloji Dizisi - Koza Yayın Dağıtım AŞ., İstanbul*
- Tanner, C.M. (1992). Epidemiology of Parkinson's disease. *Neurol. Clin*. 1992. 10:317-329. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1584176>
- Tanner, C.M. vd. (1999). Parkinson Disease İn Twins: An Etiologic study. *JAMA*. 1999. 281:341-346. *PubMed* <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9929087>
- Tarlacı, S. (2018). A'dan Z'ye Spiritüalizm ve Parapsikoloji Sözlüğü. <http://www.evrenindili.com/sozluk/A%27dan-Z%27ye-Spirit%C3%BCalizm-ve-Parapsikoloji-S%C3%B6zl%C3%BC%C4%9F%C3%BC-1/N/N%C3%B6roKuantoloji-28/> Erişim Tarihi: 15 Mart 2018.
- Tarlacı, S. (2009). *Kuantum Beyin: Bilinç-Beyin Sorununa Yeni Bilimsel Yaklaşım. Kişisel Yayınlar, İstanbul.*
- Tarlacı, S. (2006). Jung'un Yanılgısı: Eşzamanlılık. Yeni Bir Teori. *Yeni Sempozyum* 2006; 44(3):151-156.
- Tarlacı, S. (2006). Spin-Mediated Consciousness Theory. *NeuroQuantology* 2006 I Issue1 I Page 32-44
- Tarlacı, S. (2004). *Acil Nörolojik Hastalıklar. Nobel Tıp, İstanbul.*
- Tarlacı, S. (2003). Quantum Mechanics: Basic Concepts from Big-Bang to Brain. *NeuroQuantology* 2003; 4: 428-448
- Taylor, G.J. (1999). *The Race for Consciousness. MIT Press, 1999. Review by Paul Bohan Broderick, Ph.D. May 26th 2002 (Volume 6, Issue 21)*
- Teich, M.C., Prucnal, P.R., Vannucci, G., Breton, M.E. & McGill, W.J. (1982) Multiplication Noise İn The Human Visual System At Threshold. *Biol Cybern* 1982; 44: 157-165.
- T'Hooft G. (1999). Maddenin Son Yapıtaşları. *TÜBİTAK*. 1999; 12;204
- Tegmark, M. (1999). The İmportance Of Quantum Decoherence İn Brain Processes. *Phys.Rev.E61:4194-4206,2000. DOI:10.1103/PhysRevE.61.4194.*
- Thomas RI, Cameron DJ, Fahs MC. (1988), A prospective study of delirium and prolonged hospital stay. Exploratory study. *Arch Gen Psychiatry* 1988;45:937-40.
- Tomlinson, B.E. (1977). The Pathology Of Dementia. *Contemp. Neurol. Ser*. 1977. 15:113-153. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/144583>
- Tomach, J. (1969). Numerical Capacity Of The Human Cortico-Ponto-Cerebellar System. *Brain Research* 1969;13:478-484.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Tononi, G., Koch, C. (2015). Consciousness: Here, There and Everywhere? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2015 May 19;370(1668). pii: 20140167. doi: 10.1098/rstb.2014.0167.
- Tononi, G. (2008). Consciousness As Integrated Information: A Provisional Manifesto. *Biological Bulletin* 215: 216–42.
- Koch, C. (2012). Consciousness: Confessions Of A Romantic Reductionist. Cambridge, MA: MIT Press.
- Trnka, R. & Lorencova, R. (2016). Section On Consciousness On Pp.33-42 In Quantum Anthropology: Man, Cultures, Andgroups In A Quantum Perspective. Prague: Charles University Karolinum Press. ISBN 978-80-246-3470-8.
- Trzepacz, P.T. (2000). Is There A Final Common Neural Pathway In Delirium? Focus On Acetylcholine And Dopamine. *Semin Clin Neuropsychiatry* 2000; 5(2):132.
- Tucker, R.P. (1990). The Role Of Maps in Brain Morphogenesis: A Review. *Brain Res Rew* 1990; 2:101-120
- Tyas, S.L., Manfreda, J., Strain, L.A. & Montgomery, P.R. (2001). Risk Factors For Alzheimer's Disease: A Population-Based, Longitudinal Study In Manitoba, Canada. *Int J Epidemiol.* 2001;30:590–597. [PubMed] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11416089>
- Tye, M. (1995). Ten Problems of Consciousness. Cambridge, MA: MIT Press.
- Tye, M. (2000). Consciousness, Color and Content. Cambridge, MA: MIT Press.
- UCLA, (2008). Alzheimer's Early Detection: Biomarkers Identify Early Onset Of Disease, Before Symptoms Appear. University of California - Los Angeles. (2008, July 19) ScienceDaily. Retrieved December 6, 2017 from www.sciencedaily.com/releases/2008/07/080718140556.htm
- Van Gulick, R. (2004). Higher-order global states HOGS: an alternative higher-order model of consciousness. In Gennaro, R. ed. *Higher-Order Theories of Consciousness.* Amsterdam and Philadelphia: John Benjamins.
- van der Velden, HA. (1946). The Number Of Quanta Necessary For The Perception Of Light In The Human Eye. *Ophthalmologica* 1946;111:321–331
- Wacker, M. & Holick, M.F. (2013). Vitamin D-Effects on Skeletal and Extraskelatal Health and the Need for Supplementation. *nNutrients* 2013;5:111-48.
- Wade, R.H., Chrétien, D. & Job, D. (1990). Characterization Of Microtubule Protofilament Numbers. How Does The Surface Lattice Accomodate?. *J Mol Biol.* 1990 Apr 20;212(4):775-86.
- Waeker, M. & Perry, E. (2003). Demantia With Lewy Bodies. A Disorder Of Consciousness. Chapter 16. *Neurochemistry of Conciousness.* John Benjamins Pubs. 2003;263-278.
- Waite, L., Grayson, D., Jorm, A.F., Creasey, H., Cullen, J., Bennett, H., Casey, B. & Broe, G.A. (1999). Informant-Based Staging Of Dementia Using The Clinical Dementia Rating. *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 1999 Jan;13(1):34–37. [PubMed]<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10192640>
- Warren WS vd. (1998). MR İmaging Contrast Based On İntermolecular Zero-Quantum Coherence. *Science* 1998;281:274-250

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Watson, J. (1924). Behaviorism. *New York: W. W. Norton.*
- Weiskrantz L. (1997). Consciousness Lost and Found: A Neuropsychological Exploration. *Oxford: Oxford Univ. Press; 1997.*
- Weinberg, S. (1990). Atomaltı Parçacıklar. Çeviren: Zekeriya Aydın, TÜBİTAK Yayınları
- Wilkes, K.V. (1984). Is Consciousness İmportant? *British Journal for the Philosophy of Science, 35: 223-43.*
- Wilkes, K.V. (1988). Yishi, Duo, Us And Consciousness. In A. Marceland E. Bisiach, eds., *Consciousness in Contemporary Science. Oxford: Oxford University Press.*
- Wilkes, K.V. (1995). Losing Consciousness. In T. Metzinger, ed. *Conscious Experience. Paderborn: Ferdinand Schöningh.*
- Woolf, N.J. & Hameroff, S.R. (2001), A Quantum Approach To Visual Consciousness. *Trends Cogn Sci, 5 (2001), pp. 472-478*
- Walker, E.H. (2000). The Physics of Consciousness: The Quantum Mind and the Meaning of Life, Ph.D. *Published in 2000 by Perseus Publishing, ISBN 0-7382-0436-6.*
- Wegner, D.M. (2002). The illusion of conscious will. *MIT Press, Cambridge (MA)*
- Yaldir, H. (2008). The Asymmetry Between Res Cogitans (Thinking Thing) And Res Extensa (Extended Thing). *PAU J Soc Sci Ins. 2008; 2008(2): 149-166*
- Yamada, H., Sadato, N., Konishi, Y., Muramoto, S., Kimura, K., Tanaka, M., Yonekura, Y., Ishii, Y. & Itoh, H. (2000). A Milestone For Normal Development Of The İnfantile Brain Detected By Functional MRI. *Neurology. 2000 Jul 25;55(2):218-23.*
- Yılmaz, A. (2017). Schrödinger Dalga Denklemi.
<https://www.fizik.net.tr/site/schrodinger-dalga-denklemi/> Erişim: 02.05.2017
- Yu, W. & Baas, PW. (1994). Changes İn Microtubule Number And Length During Axon Differentiation. *J Neuroscience 1994;14(5):2818-2829.*
- Zeilinger A. (2000). The Quantum Centennial. *Nature 2000;408:639-641.*
- Zeki, S. & Bartels, A. (1998). The Asynchrony of Consciousness. *Proc. R. Soc. Lond. B, 265, 1583-1585*
- Zhang, B., Maiti, A., Shively, S., Lakhani, F., McDonald-Jones, G., Bruce, J., Lee, E.B., Xie, S.X., Joyce, S., Li, C., Toleikis, P.M., Lee, V.M. & Trojanowski, J.Q. (2005). Microtubule-Binding Drugs Offset Tau Sequestration By Stabilizing Microtubules And Reversing Fast Axonal Transport Deficits İn A Tauopathy Model. *PNAS, 102: 227-231, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15615853*

Özgeçmiş

Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı : Tugay Keçeci
Doğum tarihi ve yeri : 06.10.1976 / Zonguldak
Uyruğu : T.C.
Medeni durumu : Bekar
İletişim adresleri : Osmangazi Ünv. Sağlık Bilm. Ens. Sinirbilim
ABD. Eskişehir.

Eğitim Durumu

Merkez Ortaokulu – Zonguldak
Yenişehir Sağlık Meslek Lisesi - İzmir
Hacettepe Üniversitesi - Sağlık Hizmetleri. MYO - Elektronörofizyoloji Bölümü
Anadolu Üniversitesi – Halkla İlişkiler ve Reklam Tanıtım Bölümü
Atatürk Üniversitesi – İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi - Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü
Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. – Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Yayımlar

- Bildiri Başlığı: "Aamir Khan'ın Yerdeki Yıldızlar (Taare Zameen Par) Filmi Özelinde Engelli Bireylerin Zihinsel Ve Manevi Eğitimleri Konusunun Sinemadaki Yansımalarının Sinirbilimsel Açından Değerlendirilmesi", 1.Uluslararası Engellilik ve Din Sempozyumu, 18 - 20 Kasım 2016, İstanbul.

- Bildiri Başlığı: "Uyku Teknisyenliğinde Medikal Terminoloji", 11. Ulusal Uyku Tıbbı ve Teknolojileri Kongresi, 14 - 18 Kasım 2016, Antalya

- Bildiri Başlığı: "Matematik Öğrenme Güçlüğü (Diskalkuli)'Nün Sinirbilimsel Açından İncelenmesi Ve Özel Eğitim Programlarının Geliştirilme Süreçleri." 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi - Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi- 28-30 Eylül 2016. -Bildiri Kitapçığı:
<http://www.ufbmek.org/wp-content/uploads/2016/10/Bildiri-%C3%96zet-Kitap%C3%A7%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>

- Bildiri Başlığı: " Kaliteli Ve Onurlu Yaşlanma Kavramları Kapsamında Yaşlanmanın Biyolojik, Nöropsikolojik Ve Sosyolojik Değerlendirilmesi. "Sosyal Hizmet Sempozyumu 2015, Celal Bayar Üniversitesi- 26-28 Kasım 2015. (1 Bildiri ile katılım). Bildiri Kitapçığı: <http://shs2015.cbu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/12/SHS2015-Bildiri-Kitap%C4%B1.pdf>

- Bildiri Başlığı: " What Happens When Neuroscience Goes To Marketing ? The Neuroscientific Study Of Neuromarketing.", Global İşletme Araştırmaları Kongresi (GİAK)"– Işık Üniversitesi –İstanbul- 4-5 Haziran 2015. Bildiri Kitapçığı: giak2015.isikun.edu.tr/tr/kabul-edilen-bildiriler

- Bildiri Başlığı: "Matematik Öğrenme Güçlüğü (Diskalkuli) Yaşayan Bireylerin Öğrenme Fonksiyonlarının Sinirbilimsel Açından İncelenmesi, bildiri sunumu, 14. Ulusal Matematik Sempozyumu – Niğde Üniversitesi- 14-19 Mayıs

2015. Bildiri Kitapçığı: http://matder.org.tr/images/14_Sempozyum/14_matematik_sempozyumu.pdf

-Poster Başlığı: "Matematik Öğrenirken Beynimizde Neler Oluyor? Matematiksel Süreçlerin Sinirbilimsel Açından İncelenmesi", Poster sunumu, 14. Ulusal Matematik Sempozyumu – Niğde Üniversitesi- 14-19 Mayıs 2015

-Sunum Başlığı: "Yaratıcı Düşüncenin Sinirbilimsel Sistematematiği", 13. Ulusal Sinirbilim Kongresi Kurs Sunumu- Konya Selçuk Üniversitesi, 30 Nisan-3 Mayıs 2015

-Bildiri Başlığı:-"Bir Özgül Öğrenme Güçlüğü Olan Diskalkuli (Matematik Öğrenme Bozukluğu)Nin Sinirbilimsel Olarak İncelenmesi", 24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi- Niğde Üniversitesi- 16-19 Nisan

-Bildiri Başlığı: "Bir Özgül Öğrenme Güçlüğü (ÖÖG) Olarak Diskalkuli Ve Matematik Eğitiminde Yaşanan Öğrenme Güçlüklerinin İncelenmesi", WCEIS 2012 (World Conference on Educational and Instructional Studies): 7-9 Kasım 2012. Bildiri Kitapçığı: <http://www.wceis.org/FileUpload/ds217229/File/program2012.pdf>

Poster Başlığı: "Dünyada Üstün Yetenekli Çocuklara Uygulanan Özel Eğitim Programlarının Bir Karşılaştırılması". 22. Özel Eğitim Kongresi – Karadeniz Teknik Üniv- 11-12 Ekim 2012. Bildiri Kitapçığı: <http://www.ozelegitim2012.org>

-Bildiri Başlığı: "İlköğretim Çağındaki Öğrencilerinin Astronomi Kavramlarını Anlama Düzeyi Ve Astronomi Dersinin Eğitim İçin Önemi". 18. Ulusal Astronomi Kongresi- İnönü Üniv-Malatya- 27 Ağustos -1 Eylül 2012.

-Bildiri Başlığı: "İlköğretim Çağındaki Öğrencilerinin Astronomi Kavramlarını Anlama Düzeyi: Ankara Örneği", 3.Eğitimde Yenilikler Uluslararası Kongresi İCONTE-2012-Antalya- 26-28 Nisan 2012

-Poster Başlığı: "Dünyada Üstün Yetenekli Çocuklara Uygulanan Özel Eğitim Programlarının Bir Karşılaştırılması", 22. Özel Eğitim Kongresi – Karadeniz Teknik Üniv- 11-12 Ekim 2012

-Bildiri Başlığı: "İlköğretim Çağındaki Öğrencilerinin Astronomi Kavramlarını Anlama Düzeyi Ve Astronomi Dersinin Eğitim İçin Önemi", 18. Ulusal Astronomi Kongresi- İnönü Üniv-Malatya- 27 Ağustos -1 Eylül 2012

-Bildiri Başlığı: "Sosyal Medyada Var Olmanın Kobi'lere Olan Etkisi Ve Kobi'ler İçin Sosyal Medyada Etkin Tutunma Stratejileri", 7.Kobi'ler ve Verimlilik Kongresi-İstanbul Kültür Üniv-İstanbul- 25-26 Ekim 2011

-Bildiri Başlığı: "Matematik Kaygısı Ve Korkusu İle Mücadele Yolları", 2.Eğitimde Yenilikler Uluslararası Kongresi İCONTE-2011-Antalya- 27-29 Nisan 2011

-Bildiri Başlığı: "Pratik Matematik Teknikleriyle Zihinden Yapılan İşlemlerin Matematik Sevgisini Ve Başarısını Arttırmadaki Rolü Ve Önemi" ", 2.Eğitimde Yenilikler Uluslararası Kongresi İCONTE-2011-Antalya- 27-29 Nisan 2011

Sözlü Konferans veya Seminerler :

-1.Uluslararası Engellilik ve Din Sempozyumu, 18 - 20 Kasım 2016, İstanbul, (1 Bildiri ile katılım).

-11. Ulusal Uyku Tıbbı ve Teknologları Kongresi, 11. Uyku Tıbbı Hekimliği Sertifikasyonu Kursu ve 19. Uyku Tıbbı Teknisyenliği Sertifikasyon Kursu, Bilim Kurulu Üyesi, Moderatör ve Seminer Sunucusu, 14 - 18 Kasım 2016, Antalya.

-12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi - Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi- 28-30 Eylül 2016, (1 Bildiri ile katılım).

-Sosyal Hizmet Sempozyumu 2015 - Celal Bayar Üniversitesi- 26-28 Kasım 2015, (1 Bildiri ile katılım).

-Global İşletme Araştırmaları Kongresi (GİAK)"- Işık Üniversitesi, 4-5 Haziran 2015 İstanbul, (1 Bildiri ile katılım).

-14. Ulusal Matematik Sempozyumu - Niğde Üniversitesi-, 14-19 Mayıs 2015, (1 Bildiri ve 1 poster ile katılım).

-13. Ulusal Sinirbilim Kongresi - Konya Selçuk Üniversitesi- 30 Nisan-3 Mayıs 2015 (Kongre ve çalıştay katılım).

-24. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi- Niğde Üniversitesi- 16-19 Nisan 2015 (Bildiri Özeti il Kongre ve çalıştay katılım).

-WCEIS 2012 (World Conference on Educational and Instructional Studies): 7-9 Kasım 2012 -(1Bildiri ile katılım).

- 22. Özel Eğitim Kongresi - Karadeniz Teknik Üniv- 11-12 Ekim 2012- (1Poster bildirisi ile katılım).

-18. Ulusal Astronomi Kongresi- İnönü Üniv-Malatya- 27 Ağustos -1 Eylül 2012 (1Bildiri ile katılım).

- 3.Eğitimde Yenilikler Uluslararası Kongresi İCONTE-2012-Antalya- 26-28 Nisan 2012 (1Bildiri ile katılım).

-7.Kobi'ler ve Verimlilik Kongresi-İstanbul Kültür Üniv-İstanbul- 25-26 Ekim 2011 (1Bildiri ile katılım).

-2.Eğitimde Yenilikler Uluslararası Kongresi İCONTE-2011-Antalya- 27-29 Nisan 2011 (2 Bildiri ile katılım)

-Sağlıkta Kalite ve Verimlilik Sempozyumu- 30 Eylül- 1 Ekim 2016 - İzmir Kuzey Kamu Hastaneler Birliği-İzmir

-15. Psikiyatri Güz Okulu- İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı- 24 eğitim başlığında " Sinirbilimden Sosyal Bilimlere Psikopatoloji" / 30 Ağustos - 2 Eylül 2014 / Malatya

12. Ulusal Sinirbilim Kongresi - İstanbul Bahçeşehir Üniversitesi- 28-31 Mayıs 2014 (Kongre ve çalıştay katılım)

3. Türkiye Üstün Yetenekli Çocuklar Kongresi- Hacettepe Üniv-Ankara- 14-16 Kasım 2012 (Kongre ve çalıştay katılım)

18. Ergonomi Kongresi- G.Antep / 16-18 Kasım 2012-(Bildiri özetiyle katılım)

8.Nanoscience / Nanotechnology Congress- Ankara Hacettepe Üniv. /25-29 Temmuz 2012 (Kongre katılım)

17. Ulusal Psikoloji Kongresi- Mayıs 2012 (Kongre katılım)

1.Uluslararası Disiplinlerarası Sosyal Araştırmalar Kongresi- 17-21 Haziran 2012, Bursa (Kongre katılım)

II. Ulusal Halkla İlişkiler Sempozyumu - Kocaeli Üniversitesi İletişim Fakültesi-Nisan 2006 (Kongre katılım)

I. Türkiye Üstün Yetenekli Çocuklar Kongresi - Türkiye Çocuk Vakfı - Eylül 2004 (Kongre katılım)

Kal-der Eskişehir Kalite Toplantısı - Yurtbay Seramik AŞ adına konuşmacı - Mayıs 2004 (Kongre katılım-sunum)