

# BELLEĞİN PEŞİNDE-Yeni Bir Zihin Biliminin Doğuşu

## Eric R. KANDEL (Prof. Dr.)

25 Ağustos 2017

### Önsöz

Düşünce tarihçileri 20. Yüzyılın son yirmi yılına dönüp baktıklarında, insan zihniyle ilgili en derin görüşlerin, şaşırtıcıdır ama, geleneksel olarak zihinle ilgilenen felsefe, psikoloji ya da psikanaliz gibi dallardan gelmediği yorumunda bulunacaklardır. Bilakis bu dalları beyin biyolojisiyle kaynaştıran yaklaşımlar değerli katkılar sundu; moleküler biyolojide son zamanlarda kaydedilen gelişmeler, bu yeni senteze can verdi. Sonuçta yeni bir zihin bilimi doğdu; bu bilim dalı, yaşamın henüz çözemediğimiz büyük sırlarını incelemek için moleküler biyolojinin gücünden faydalanıyor.

Bu yeni bilim beş ilkeye dayanır.

*Birincisi*, zihin ve beyin ayrıştırılmaz. Beyin, büyük hesaplama gücüne sahip karmaşık bir biyolojik organdır; duyuşal deneyimlerimizi inşa eder, düşüncelerimizi ve duygularımızı düzenler, eylemlerimizi denetler.

Beyin sadece, koşmak ve atıştırmak gibi nispeten basit motor davranışlardan sorumlu değil; insana mahsus addettiğimiz düşünmek, konuşmak, sanat eseri yaratmak gibi karmaşık edimlerden de sorumlu. Bu bakış açısıyla zihin, beyin tarafından yürütülen bir dizi işlemdir, tıpkı yürümenin, bacaklar tarafından yürütülen bir dizi işlem olması gibi; ancak zihin çok daha girift bir süreçtir elbette.

*İkinci ilke şu*: En basit reflekslerden, dilin, müziğin, sanatın en yaratıcı fiillerine varana kadar beyindeki her zihinsel işlev, beynin farklı bölgelerindeki uzmanlaşmış sinir devreleri tarafından gerçekleştirilir.

*Üçüncüsü*, tüm bu sinir devreleri aynı temel sinyal birimlerinden, yani sinir hücrelerinden oluşur.

*Dördüncüsü*, sinir devreleri, sinir hücreleri içinde ve sinir hücrelerinin arasında sinyal üretmek için özgül moleküllerden faydalanır.

*Son olarak*, bu özgül sinir moleküller milyonlarca yıllık evrim sürecinde korunmuştur, yani değişmeden kalmıştır. Bu moleküllerden bazıları, en kadim atalarımızın hücrelerinde mevcuttu; bugün de en uzak ve ilkel evrimsel akrabalarımızda bu moleküllere rastlıyoruz: bakteri ve maya gibi tek hücreli organizmalar, solucan, sinek, salyangoz gibi çok hücreli basit organizmalar.

Amacım, yeni zihnin biliminin, geçmişin bilim insanlarının kuramlarından ve gözlemlerinden doğup, nasıl günümüzün deneysel biyoloji bilimi haline geldiğini izah etmektir.

Beyinde bellek depolamayla ilgili araştırmalara katkılarımdan dolayı 2000 yılında Fizyoloji-Tıp Nobel Ödülünü kazanma ayrıcalığını yaşamam, bu kitabı yazmamda ilave bir itici güç oldu.

## Kişisel Bellek ve Bellek Depolamanın Biyolojisi

Moleküler biyolojinin ortaya çıkışından önce, üç ayrı fikir hüküm sürüyordu:

1. Darvinci evrim, yani insanoğlunun ve hayvanların, kendilerine pek benzemeyen basit atalarından tedricen evrimleştiğini söyleyen fikir,
2. Vücut şeklinin ve zihinsel özelliklerin kalıtımın genetik temeliyle ilgili düşünce,
3. Tüm canlıların, temel birimi hücredir diyen kuram.

Moleküler biyoloji, tekil hücrelerdeki genlerin ve proteinlerin edimlerine odaklanarak bu üç fikri birleştirmişti.

Geni, kalıtımın birimi ve evrimsel değişimin itici gücü addetmişti; gen ürünlerini yani proteinleri ise hücresel işlevlerin unsurları olarak kabul etmişti. Yaşamla ilgili süreçlerin temel unsurlarını inceleyen moleküler biyoloji, tüm yaşam biçimlerinde ortak olan noktaları ortaya çıkardı. Moleküler biyoloji, 20. yüzyılda büyük devrimler geçirmiş bilim dalları olan kuantum mekaniğinin ya da kozmolojinin bile ötesi ilgimizi çekiyor, çünkü günlük hayatlarımızı doğrudan etkiliyor. Kimliğimiz nedir, neyin nesiyiz meselesinin özüne kadar iniyor.

1970'lerde bilişsel, psikoloji, yani zihin bilimi ile, sinir bilimle, yani beyin bilimiyle birleşti. Sonuçta bilişsel sinirbilim doğdu; bu disiplin sayesinde çağdaş bilişsel psikoloji, zihinsel süreçleri biyoloji yöntemleriyle incelemeye başladı. 1980'lerde beyin görüntüleme teknikleri, bilişsel sinirbilim için adeta doping etkisi yarattı; bu teknoloji sayesinde beyin bilimcileri, insan beyninin içine girip, üst düzey zihinsel işlevlerle meşgul olan insanların beynindeki farklı bölgelerin faaliyetlerini izleme hayallerini hayata geçirebilmişti: görsel bir imge algılamak, uzamsal bir rota hakkında kafa yormak, istemli bir eyleme başlamak gibi işlevler.

Beyin görüntüleme, sinir sistemi faaliyetlerinin belirtilerini ölçer: pozitron emisyon tomografisi (PET) beyin enerji tüketimini ölçerken, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme tekniği (fMRI) beyin oksijen kullanımını yansıtır. 1980'lerin ilk yarısında bilişsel sinirbilim, bünyesine moleküler biyolojiyi kattı; böylece düşünmek, hissetmek, öğrenmek, hatırlamak gibi zihinsel süreçleri molekül seviyesinde incelememizi mümkün kılan yeni zihin bilimi doğdu: *bilişsel yetilerin moleküller biyolojisi*.

*Bellek*, yani günlük hayatın sıradan ayrıntıları kadar basit ve soyut coğrafya ya da cebir bilgileri gibi karmaşık bilgileri edinme ve depolama yetisi, insan davranışlarının en fevkalade taraflarından biridir. Bu yönüyle de gündelik hayatta karşımıza çıkan sorunları, birtakım olguları yöntemli bir şekilde sıraya dizerek bellek sayesinde çözebiliriz. Daha geniş bir bağlamda bakarsak, bellek, hayatlarımıza süreklilik katar.

Belleğin bağlayıcı gücü olmaksızın, deneyimler, hayatta ne kadar an varsa o kadar ayrı parçaya bölünürdü. Belleğin sağladığı zaman yolculuğu imkân olmasa, kişisel geçmişimizin bilincinde olmaz, yaşamımızda bize aydınlık dönüm noktaları olarak hizmet eden mutlu anları hatırlamazdık. Kim isek o olmamızın sebebi, öğrendiğimiz ve hatırladığımız şeylerdir.

Bellek, sadece bireysel kimliğin sürekliliği için değil, kültürün aktarımı ve yüzyıllar içinde toplumların sürekliliği ile evrimi için de önemlidir.

İlk *Homo sapiens*'in Doğu Afrika'da yaklaşık 150.000 yıl önce ortaya çıkışından beri beyin yapısı ve boyutu değişmemiş olsa da tek tek insanların öğrenme kabiliyetleri ve tarihsel bellekleri, öğrendiğini paylaşmak, yani kültür aktarımı sayesinde yüzyıllar içinde güçlendi. Biyoloji dışı bir adaptasyon kipi olan kültürel evrim, biyolojik evrim ile koşut ilerler; çünkü geçmişle ilgili bilgiyi ve uyumsal davranışı nesilden nesile aktarmanın vasıtasıdır.

Yeni zihin bilimi, bellek biyolojisinin daha iyi anlaşılması sayesinde hem bellek kaybının hem de acı verici daimî hatıraların tedavi edilebileceğine dair umudu canlı tutuyor.

### **SİNAPS BAĞLANTILARINI GÜÇLENDİRMEK**

Alışma sayesinde insanlar, normalde gürültülü olan ortamlarda verimli çalışmayı başarırlar. Çalışan saatin tiktaklarına, kalp atış sesimize, midemizin hareketlerine ve öteki bedensel duyularımıza alışırız. Bu duyuları nadiren ancak özel koşullarda fark ederiz. Bu bağlamda alışma, güvenle göz ardı edilebilecek mükerrer uyarıcıları fark etmeyi öğrenmektir.

Alışma edimi aynı zamanda uygunsuz ya da abartılı savunma tepkilerini de devre dışı bırakır. Aşağıdaki fablda bu durum yansıtılıyor (Ezop kusuruma bakmasın):

*Hayatımda hiç kaplumbağa görmemiş olan tilki, ilk defa kaplumbağayla karşılaşınca öyle korkmuş ki az daha ölüyormuş. Kaplumbağayı ikinci görüşünde yine bir tedirgin olmuş ama ilk seferki kadar korkmamış. Kaplumbağayı üçüncü görüşünde cesareti artık öyle artmış ki yanına gidip dostça sohbet etmeye başlamış.*

Faydalı amaçlara hizmet etmeyen tepkilerin devre dışı bırakılması, hayvanın davranışlarını belirli noktalara odaklar. Olgunluğa erişmemiş hayvanlar, tehditkâr olmayan çeşitli uyarıcılar karşısında sık sık kaçma davranışı sergiler. Böyle bir uyarıcıya alıştıkları zaman ise, yeni olan ya da hazla veya tehlikeyle bağdaşan uyarıcılara odaklanabilirler. Dolayısıyla alışma edimi, algının örgütlenmesinde önemlidir.

Alışma, kaçış tepkileriyle sınırlı değil: Cinsellik yönelimli tepkilerin görülme sıklığı da alışma aracılığıyla seyrebilir. Kızışımı bir dişiye serbest erişim fırsatı tanınan fare, bir iki saatlik sürede dişiyle altı yedi kez çiftleşecektir; sonrasında, cinsel bakımdan tükenmiş gibi görünür ve en az otuz dakika harekete geçmez. Aslında bu durum, bitkinlik değil cinsel alışma eseridir. Tükenmiş gibi görünen erkek, ortama yeni bir dişi getirilirse anında çiftleşmeye geri döner.

Bildik, nesnelere tanınmasını sınamanın kolay bir yolu olduğu için, alışma edimi, bebeklerde görsel algının ve belleğin gelişimin araştırmakta en etkili vasıtalarından biridir.

Genelde bebekler yeni bir görüntüyle karşılaşınca, gözbebekleri genişler, kalp atışları ve solunumları hızlanır, fakat bir imgeyi defalarca gösterirseniz, buna tepki vermeyi keserler.

Dolayısıyla kendisine sürekli daire şekli gösterilen bir bebek, bunu zamanla göz ardı edecektir; fakat sonra bu bebeğe kare şekli gösterilirse, göz bebekleri yine genişler, kalp atışı ve solunumu hızlanır; bu da iki imge arasında ayırım yapabildiğine işarettir.

Alışma gibi duyarlılaştırma da insanlarda yaygındır. Silah patlaması duyan kişi abartılı tepki verir; bir ses duyar ya da omuzuna dokunulduğunu hissederse yerinden sıçrayacaktır. Konrad Lorenz, bu öğrenilmiş teyakkuz durumunun sağkalım bakımından değerini en basit hayvanlarda bile derinlemesine incelemiştir.

## **UZUN SÜRELİ BELLEK**

Genin doğası nedir? Hangi hammaddeden imal edilir?

1944'te Rockefeller Enstitüsü'nden Oswald Avery, McCarthy ve Colin MacLeod, pek çok biyoloğun düşündüğünün aksine genlerin protein olmadığını, deoksiribonükleik asitten (DNA) meydana geldiğini gösteren çığır açıcı bir keşif yaptılar.

Dokuz yıl sonra, Nature dergisinin 25 Nisan 1953 sayısında James Watson ve Francis Crick, tarihe geçen DNA yapısı modellerini açıkladılar: Yapısal biyologlar Rosalind Franklin ile Maurice Wilkins'in çektiği X-ışını fotoğraflarının da yardımıyla Watson ve Crick, DNA'nın, birbiri üzerine helezon, yani sarmal şeklinde dolanan iki uzun iplikten meydana geldiği çıkarımını yapmışlardı. Bu ikili sarmalda her ipliğin, nükleotit bazları alan adenin, timin, guanin ve sitozin adlı birimlerin tekrarlardan oluştuğunu bilen Watson ve Crick, bu dört nükleotidin, gende bilgi taşıyan unsurlar olduğunu varsaydılar. Böylece, çarpıcı bir keşifte bulundular ve iki DNA ipliğinin birbirini tamamladığını, DNA ipliklerinden biri üzerindeki nükleotit bazlarının öteki iplikteki belirli nükleotit bazlarıyla eşleştiğini söylediler: İplik üzerinde adenin (A) öteki iplikte her zaman timinle (T), guanin (G) ise öbür iplikte hep sitozinle (C) eşleşir. İki iplik, boyunca bu nükleotit bazlarının birbirleriyle birden fazla noktadan bağ kurması sonucu iki iplik bir arada durur.

Watson ile Crick'in bu keşfi, Schrödinger'in fikirlerine bir molekül çerçevesi kazandırmıştı; böylece moleküler biyoloji yükselişe geçti. Schrödinger'in işaret ettiği gibi genlerin yaptığı esas işlem, kopyalanmaktır. Watson ve Crick, klasik makalelerini artık meşhur olmuş şu cümleyle bitirir: "Ortaya koyduğumuz özel eşleşmenin, genetik malzeme için bir kopyalama mekanizmasını akla getirdiği dikkatimizden kaçmadı."

İkili sarmal modeli, gen kopyalamasının nasıl çalıştığını gösterir. Kopyalama işlemi sırasında iki DNA ipliği birbirlerinden ayrıldığında, her anne iplik, bunu tamamlayıcı bir yavru ipliğin oluşması için kalıp görevi görür. Anne iplik üzerindeki bilgi içeren nükleotitlerin dizisi belli olduğu için, yavru iplik üzerindeki dizi de bellidir: A, T'yi tutacaktır, G de C'yi. O halde yavru iplik, başka bir iplik içinde kalıp görevi görebilir.

Bu şekilde, hücre bölünürken DNA'nın birden fazla kopyası aslına sadık kalınarak çoğaltılabilir ve kopyalar, yavru hücrelere dağıtılır. Bu şablon, organizmanın tüm hücrelerine varana dek uzanır, yumurta ve sperm hücreleri de dahil. Böylece organizma nesilden nesile bir bütün olarak kopyalanır.

1980'e gelindiğinde Boyer, insan insülin genini, bir bakteriye yerleştirmişti; bunun sayesinde sınırsız miktarda insan insülini üretilebildi ve böylece biyoteknoloji sanayisi doğdu.

DNA yapısının eş kâşifi Jim Watson, bu gelişmelerden, "Tanrı rolünü oynamak" diye bahsedecekti.

Gen kopyalamasından yola çıkan Watson ve Crick, protein sentezi için de bir mekanizma önerdiler.

Her gen belirli bir proteinin üretimine yön verdiği için, her gendeki nükleotit bazları dizisinin, protein üretimi için bir şifre barındırdığı çıkarımını yaptılar. Kopyalamada olduğu gibi, proteinlerin genetik şifresi, DNA ipliğindeki nükleotit bazların tamamlayıcı kopyası yapılarak "okunabilir", dediler

Bakteride, mayada ve nöron olmayan hücrelerde genleri ve protein işlevlerini yakından incelemek için kullanılan çarpıcı araçlarla ve moleküllerle ilgili içgörülere, çok geçmeden sinirbilimciler ve özellikle de ben, beyni araştırmak için sarıldık.

### **Bellek Genleri**

Uzun süreli bellek için hangi proteinlerin önemli olduğunu henüz bulamamıştık.

Bu serüven 1961 'de, Paris Pasteur Enstitüsü'nde F. Jacob ile Jacques Monod'un "Protein Sentezinde Genetik Düzenleyici Mekanizmalar" başlıklı makaleyi yayımlamalarıyla başladı. Bakterileri model sistem olarak kullanıp, çarpıcı bir keşif yapmış, gen etkinliğinin düzenlenebileceğini bulmuşlardı; yani genlerin, su musluğu gibi açılıp kapanabildiğini görmüşlerdi.

Jacob ile Monod, günümüzde gerçek olduğunu bildiğimiz olguya, çıkarım yaparak ulaşmışlardı: İnsanoğlu gibi karmaşık organizmalarda bile, genomun nerdeyse her geni, beden her hücresinde mevcuttur. Her hücrenin çekirdeğinde organizmanın tüm kromozomları dolayısıyla organizmayı bütünüyle oluşturmak için genlerin tümü vardır. Bu çıkarım, biyoloji için ciddi bir soru doğurmuştu: Neden tüm genler, beden her hücresinde aynı işlevi görmüyor? Jacob ile Monod'un önerdiği yanıtın, gerçek durumu yansıttığı nihayetinde anlaşılacaktı; karaciğer hücresi karaciğer hücresidir, beyin hücresi beyin-hücresidir; çünkü her hücre türünde bu genlerden bazıları açık hale getirilir, yani anlatımları gerçekleştirilir; arta kalan genler ise susturulur ya da baskılanır. Dolayısıyla her hücre türü, kendine özgü bir protein harmanına sahiptir, yani elde etmesi olası tüm proteinlerin bir alt kümesini barındırır. Bu protein karışımı sayesinde hücre, üzerine düşen özgül biyolojik işlevleri yerine getirir.

Hücrenin ideal işlevine ulaşması için genler açılır ve kapanır. Bazı genler, organizmanın neredeyse tüm ömrü boyunca kapalı tutulur; enerji üretimi gibi işlerle ilgisi olan genler ise her zaman açıktır; çünkü şifreledikleri proteinler, organizmaların hayatta kalması bakımından önemlidir. Fakat her hücre türünde, kimi genlerin anlatımı ancak belirli zamanlarda gerçekleştirilir, kimi genler ise beden içinden ya da çevreden gelen sinyallere istinaden açılır ya da kapanır.

Omurgalılarda yürüttüğümüz araştırmalar ve Omurgalılarda gerçekleştirilmiş kimi çalışmalar, uzun süreli belleğin, yeni protein sentezi gerektirdiğini göstermişti; dolayısıyla bellek depolama mekanizması muhtemelen tüm hayvanlarda oldukça benzerdir

Basit bir devinim davranışı öğrenmeyle değiştiğinde, o değişikliklerin, davranıştan sorumlu sinir devresini doğrudan etkilediğini ve mevcut bağlantıların kuvvetini değiştirdiğini bulmuştum. Sinir devresinde depolanan o anı, anında anımsanabilir.

Bu bulgu, örtük belleğin biyolojisiyle ilgili ilk içgörümüzü kazandırmıştı: Örtük bellek, bilinçli anımsanmayan anı biçimidir.

Örtük bellek sadece basit algısal ve motor becerileri değil, aynı zamanda ilkesel olarak, balerin Margot Fonteyn'in parmak ucu dönüşlerini, Wynton Marsalis'in trompet çalma tekniğini, Andre Agassi'nin şaşmaz arka çizgi vuruşlarını ve bisiklet süren yetişkinlerin bacak hareketlerini sağlar. Örtük bellek, bilinçli bir şekilde denetlenmeyen yerleşik hareketlerin uygulanmasında bize kılavuzluk eder.

En başta bana ilham vermiş olan daha karmaşık bellek, yani insanlara, nesnelere ve mekanlara yönelik açık bellek, bilinçli bir şekilde anımsanır ve normalde imgelerle ya da kelimelerle ifade edilir. Açık bellek, Aplysia'da incelediğim basit refleksten çok daha karmaşıktır. Hipokampusun ve medyal şakak lobunun incelikli sinir devrelerine dayanır ve depolanması için pek çok olası yer mevcuttur.

Açık bellek fazlasıyla kişiye özgüdür. Kimi insanlar hep bu anılarla yaşar. Woolf bu sınıfa giriyor. Çocukluğuyla ilgili hatıraları her zaman bilincinin kıyısında ydı, her daim bunları çağırıp günlük anıların içine yerleştirebilirdi; ayrıca, anımsadığı deneyimlerin ayrıntılarını betimlemek gibi muhteşem bir yeteneği vardı.

Tennessee Williams ise açık bellek dediğimiz şeyi betimlerken şöyle demekte: *“Size hiç...hızla geçip giden ve ardından bakakaldığınız şimdiki an haricinde, yaşam anılardan ibaretmiş gibi geldi mi? Gerçekten salt hatıradır yaşam...geçmekte olan her an dışında.”*

### **BEYNİN DIş DÜNYAYA DAİR RESMİ**

Bilişsel psikoloji fikirlerinin itici gücü, iki temel varsayım olmuştur. Birinci varsayım, Kantçı bir düşünce yd ve beynin doğuştan a priori bilgiye sahip olduğunu söyler.

Yani *“deneyimlerden bağımsız...bilgiye.”* Daha sonra bu fikri, Avrupa'nın Gestalt psikoloji ekolü ileri taşımıştır; söz konusu ekol, psikanalizle birlikte çağdaş bilişsel psikolojinin öncüsüdür.

Gestalt psikologlarına göre tutarlı algılarımız, beynin yapısında bulunan, dünyanın özelliklerinden anlam türetme yetisinin nihai sonucudur ve bu özelliklerin ancak sınırlı vasıfları çevresel duyu organları tarafından tespit edilebilir.

Beynin, diyelim ki görsel bir sahnenin kısıtlı çözümlemesinden anlam çıkarabilmesinin sebebi, görsel sistemin, sahneleri kamera gibi edilgen bir şekilde kaydetmemesidir. Aksine, algı yaratıcıdır: Görsel sistem, göz retinasına düşen iki boyutlu ışık örüntülerini, üç boyutlu duyu dünyasının mantıken tutarlı ve istikrarlı bir yorumuna dönüştürür. Beynin sinir patikalarına, karmaşık tahmin kuralları yerleştirilmiştir; bu -kurallar sayesinde beyin, sınırlarla gelen görece yoksul sinyal örüntülerinden bilgi damıtıp, bunu anlamlı bir imgeye çevirir. Dolayısıyla beyin, muğlaklık çözme hususunda mükemmel bir makinadır.

Bilişsel psikologlar bu yetiyi, göz yanılması üzerinden göstermişti, yani

beynin, görsel bilgiyi yanlış yorumlaması üzerinden. Örneğin, bir üçgenin tüm hatlarını içermeyen bir imge yine de üçgen olarak görülür, çünkü beyin, belirli imgelerin oluşmasını bekler. Beynin beklentileri görsel patikaların anatomik ve işlevsel düzenine yerleştirilmiştir; bu beklentiler, kısmen deneyimlerden elde edilir; fakat çoğu kez görme yetisinin doğuştan gelen sinir kablolarından kaynaklanırlar.

Kaldırım seviyesinde bir kafeye oturmuş, gelip geçen insanları izlerken, asgari ipucuyla, erkekleri kadınlardan, arkadaşlarınızı yabancıardan kolaylıkla ayırt edebilirsiniz. Nesnelere ve insanları algılayıp tanımak için çaba sarf etmemiz gerekmiyor gibidir. Fakat bilgisayar bilimcileri, zeki makineler inşa etmeye çalışırken bu algısal ayrımların, hiçbir bilgisayarın yanına yaklaşamayacağı kadar hesaplama gerektirildiğini gördü.

Sırf bir insanı tanımak bile, büyük bir hesaplama işi gerektirir. Görmek, koklamak, dokunmak...tüm algılarımız birer çözümlene zaferidir.

Bilişsel psikologların geliştirdiği ikinci varsayım beyin, bu çözümlene zaferlerine, dış dünyanın içsel bir temsilini, yani bir bilişsel harita oluşturarak varır, sonra bu haritayı kullanarak, dışarıda görülmesi ve duyulması gerekene dair anlamlı bir imge yaratır. Ardından, harita geçmiş hadiselerle dair bilgiyle birleştirilir ve dikkat edimi tarafından üzerinde oynamalar yapılır.

Son olarak duyuusal temsiller, amaçlı eylemi örgütlemek ve düzenlemek için kullanılır.

Bu fizyoloji araştırmaları, duyu haritalarıyla ilgili iki ilkeyi gün ışığına çıkardı.

Birincisi, hem insanlarda hem de maymunlarda bedenin her parçası kortekste sistemli bir şekilde temsil edilir.

İkincisi, duyu haritaları, beden yüzeyi topografyasının beyinde bire bir kopyası değildir. Bilakis, beden biçimi bu haritalarda epey çarpıtılır. Bedenin her parçası, boyutu değil duyuusal algı bakımından taşıdığı önemi oranında temsil edilir. Dolayısıyla, dokunma duygusuna karşı son derece hassas olan parmak uçları ve ağız, her ne kadar vücutta yüzey alanı daha geniş dokunmaya karşı o kadar hassas olmayan sırt derisine kıyasla orantısız bir boyutta temsil edilirler. Bu orantısızlık bedenin farklı bölgelerindeki sinir yoğunluğunu yansıtır. Daha sonra Woolsey, başka deney hayvanlarında benzer orantısızlıklar buldu; örneğin tavşanlarda yüz ve burun beyinde en büyük temsil alanına sahiptir, çünkü hayvan çevresini öncelikle bu organlar vasıtasıyla keşfeder.

Aynı zamanda Mountcastle, dokunma duyusunun aynı altkiplerden meydana geldiğini de keşfetmişti; örneğin dokunma cilde uygulanan sert basının hissiyle birlikte hafif sürtünmenin yarattığı hissi de içerir.

Öteki duyulara kıyasla, en ileri algı çözümlenmesi, görme yetisi için yapılır. Retinadan beyin korteksine uzanan patika boyunca bir noktadan bir noktaya aktarılan görsel bilginin, aynı zamanda incelikli bir usulle dönüştürüldüğünü, önce yapıbozuma maruz kalıp sonra yeniden yapılandırıldığını görüyoruz; tüm bu işlemlerin hiçbir şekilde farkında olmayız.

Duyu sistemleri, hipotezler yaratır. Dünyayla ne doğrudan ne de olduğu haliyle yüzleşiriz, fakat Mountcastle'ın belirttiği gibi:

*...beynin “dış dünyayla” bağlantısı, tek bilgi kanallarımız ve gerçeklikle göbek bağımız olan birkaç milyon kırılabilir sinir lifi aracılığıyla sağlanır. Aynı zamanda, hayat için yaşamsal öneme sahip bir şeyi de sağlarlar: bilinçli hali, benlik bilincini sürdüren, beyne gelen bir uyarıcı.*

*Hisleri oluşturan şey, duyu siniri uçlarının şifreleme işlevleri ve merkezi sinir sisteminin bütünleştirici sinir mekanizmasıdır.*

*Beyne gelen sinir lifleri, şaşmaz kayıt cihazları değildir, çünkü uyarıcıların belirli özelliklerini güçlendirirler, kimi özelliklerini ise görmezden gelirler. Sinir lifleri bakımından merkezi nöron, bir masalcıdır ve asla bütünüyle güvenilir değildir; niteliğin ve ölçünün sapmasına izin verir... His dediğimiz şey, gerçek dünyanın bir soyutlamasıdır, kopyası değil.*

### **DİKKAT**

Salyangozlardan insanlara kadar tüm canlı varlıklarda, mekân bilgisi, davranışlar için esastır. O'Keefe'nin belirttiği gibi, *“tüm davranışlarımızda mekânın payı var. İçinde yaşıyoruz, içinde, hareket ediyoruz, onu keşfediyoruz ve savunuyoruz.”*

Mekân hissi, sadece önemli değil, aynı zamanda büyüleyici bir histir; çünkü öteki duyuların aksine mekân, uzmanlaşmış bir duyu organı tarafından çözümlenemez.

O halde beyinde nasıl temsil edilir?

Bilişsel; psikolojinin atalarından biri olan Kant, mekânı, temsil etme yetisinin, zihnimizin yapısında bulunduğunu ileri sürmüştü. İnsanları, mekân ile zamanı düzenleme ilkeleriyle doğmuş olarak resmederdi, öyle ki ister nesnelere ister ezgiler ister dokunma deneyimleri olsun, başka duyular ortaya çıkarıldığında, zamanın ve mekânın dokusuna belirli usullerle otomatik olarak işlenirler.

Çoğunlukla beyin, mekân ile ilgili bilgiyi, pek çok bölgesinde ve farklı şekillerde temsil eder; her temsilin özellikleri, kendi amacına göre değişkenlik gösterir. Örneğin, mekânın bazı temsilleri için beyin, benmerkezci koordinatlardan (alıcıyı merkez alan) faydalanır; örneğin bu koordinatlar, göz çukuruna nispetle ışığın nerede olduğunu ya da bedene göre kokunun ya da dokunun nereden geldiğini şifreler.

Hipokampusta mevki hücrelerini ilk keşfeden kişi O'Keefe, uzamsal yönelim üzerindeki araştırmalarını cinsiyet farklılıklarına taşımıştı. Kadınların ve erkeklerin, etraflarındaki mekâna dikkat etmek ve uyum göstermek bakımından açık farklılıklar barındırdıklarını buldu. Kadınlar, çevrelerindeki ipuçlarından ya da işaretlerden faydalanır. Dolayısıyla kadına yol sorulduğunda, muhtemelen şöyle der: *“Eczaneden sağa kır, sonra yolun sol tarafında sömürge döneminden kalmış yeşil kepenkli beyaz bir evi görene kadar ilerle.”*

Erkekler daha çok içsel bir geometrik haritaya güvenir. Muhtemelen şöyle derler: *“5 km kuzeye git, sonra sağa dön ve yarım km daha ilerle.”*

Beyin görüntüleme teknikleri, mekân hakkında düşünürken



kadınlarda ve erkeklerde farklı beyin bölgelerinin etkinleştğini gösteriyor: Erkeklerde sol hipokampus, kadınlarda sağ yan ve sağ ön alın korteksi. Bu araştırmalar, iki stratejiyi de en uygun hale getirmenin, grubun etkinliği için olası faydalarına işaret ediyor.

İnsanlar artık daha uzun yaşıyor. Yetmiş yaşındakilerden oluşan normal, sağlıklı bir nüfusta bile sadece %40'lık bir kesimin belleği, otuzlu yaşlarının ortasındaki kadar sağlamdır. Arta kalan %60'da ılımlı bir bellek zayıflaması baş göstermiştir.

İlk aşamalarda bu zayıflama, bilişsel işlevlerin başka yönlerini olumsuz etkilemez; örneğin dil yetisini ya da sorun çözme yeteneğini bozamaz. %60'ın yarısı hafif bir bellek noksanlığı yaşar; buna bazen iyi huylu yaşlılık unutkanlığı denir; bu durum ilerlese bile ancak zamanla ve yaşla, yavaş yavaş ilerler. Fakat öbür yarı (yani yetmiş yaş üstü nüfusun %30) Alzheimer hastalığına-yakalanır; bu hastalık, beyinde ilerleyen bir yıkım hastalığıdır.

Erken safhalarında Alzheimer, hafif bir bilişsel yeti bozukluğu halinde seyrederek ve bunu, iyi huylu yaşlılık unutkanlığından ayırt etmek zordur. Fakat hastalığın: ilerleyen safhalarında, bellekte ve öteki.

Bilişsel işlevlerde köklü ve ilerleyen kusurlar gelişir. Hastalığın insanı takatten düşüren ileri safhalarında ortaya çıkan belirtilerin büyük çoğunluğu, sinaps bağlantılarının yitirilmesine, sinir hücrelerinin ölümüne atfedilir. Bu doku yıkımının sebebi çoğunlukla, beyin hücreleri arasındaki boşlukta B-amiloid diye bilinen anormal maddenin, çözülmez plakalar halinde birikmesidir.

İyi huylu yaşlılık unutkanlığı konusundaki literatürü okudukça, bu hastalığın, hipokampus hasarıyla ilintili bellek kusuruna ciddiyeti bakımından olmasa bile özellikleri bakımından benzediğini gördüm: Yeni uzun süreli bellek oluşturulamıyordu. Tıpkı iyi huylu yaşlılık unutkanlığı olan insanlar da normal bir sohbet sürdürebiliyor, fikirlerini kısa süreli belleklerinde barındırabiliyor, fakat yeni kısa süreli belleklerini uzun süreli belleğe kolaylıkla dönüştüremiyorlardı. Örneğin, akşam yemeği davetinde yeni bir insanla tanıştırılan yaşlı kişi, kısa süre boyunca bu yeni adı anımsar, fakat ertesi sabah tamamen unuttur. Bu benzerlik bana, yaşla ilintili bellek kaybının hipokampusla alakalı olabileceği yönünde ilk ipucunu verdi. Daha sonra insanlar ve deney hayvanları üzerinde yapılan deneyler, durumun gerçekten de öyle olduğunu açığa çıkardı.

## **AKIL HASTALIKLARI**

Akıl hastalıklarının sebeplerinin izini sürmek, beyindeki yapısal bir hasarın yerini belirlemekten çok daha güç. Akıl hastası insanların beyinlerinin ölüm sonrası yapılan muayenelerde yüzyıl boyunca incelenmesi, nörolojik hastalıklarda görülen açık, yeri belli tahribatları ifşa etmeyi başaramadı. Dahası, psikiyatrik hastalıklar, üst düzey zihinsel işlevlerle ilgili rahatsızlıklardır.

Endişe bozuklukları ve çeşitli depresyon türleri, duygusal bozukluklardır. Oysa, şizofreni düşüncelerle ilgili bir bozukluktur. Duygu ve düşünce, karmaşık sinir devrelerinin hayata geçirdiği karmaşık zihinsel süreçlerdir. Kısa süre öncesine kadar, normal düşüncelerle ve duygularla ilgili sinir devreleri hakkında çok az şey biliniyordu.

Dahası, her ne kadar çoğu akıl hastalığının genetik bir bileşeni olsa da kalıtım örüntüleri dolambaçsız değildir, çünkü bunlara tek gen mutasyonları sebep olmaz. Dolayısıyla şizofreniye yol açan tek gen yoktur, tıpkı endişe bozukluklarına, depresyona ya da çoğu akıl hastalığına sebep olan tek genin olmaması gibi. Bunu yerine, bu hastalıkların genetik bileşenleri, birtakım genlerin çevreyle etkileşiminden doğar. Her gen nispeten küçük bir etkide bulunur, fakat hep birlikte bir bozukluk için genetik yatkınlık, yani potansiyel yaratırlar. Çoğu psikiyatrik bozukluğa, bu genetik yatkınlıkların bir kombinasyonu ve bazı ilave çevresel etkenler sebep olur.

Örneğin, tek yumurta ikizlerinin genleri özdeşdir. Eğer ikizlerden birinde Huntington hastalığı varsa, öbüründe de olacaktır.

Fakat ikizlerden biri şizofrense, ikincinin şizofren olma ihtimali %50'dir. Şizofreniyi tetiklemek için, genetik olmayan farklı etkenler hayatın erken aşamasında devreye girmelidir; örneğin rahim içi iltihabı, kötü beslenme, stres ya da yaşlı bir babanın spermi gibi. Kalıtım örüntüsündeki bu karmaşıklık yüzünden, başlıca akıl hastalarında yer alan genlerin çoğunu henüz teşhis edemedik.

Öğrenilmiş güvenlik duygusuyla ilgili araştırmalarımız, hem mutluluk ve güven gibi olumlu hisler için hem de endişe ve korku gibi olumsuz hisler için yeni bir bakış açısı yaratmıştı.

Bu araştırmaların ima ettiği gibi, belki öyle bir çağa giriyoruz ki bilişsel yetilerin ve duyguların moleküler biyolojisi, kişinin güvenlik ya da özdeğer anlayışını güçlendirmenin yollarını açabilir. Örneğin belirli endişe bozuklukları, normalde güvenlik hissini nakleden sinir sinyallerinde bir kusuru mu temsil ediyor? 1960'lardan itibaren, belirli endişe bozukluklarını gideren ilaçlarımız var; fakat bu ilaçlar tüm endişe bozuklukları için faydalı değil, üstelik Librium ve Valium gibi bazıları, bağımlılık yapıyor, dolayısıyla sen derece özenle takip edilmeleri gerekiyor. Güvenlik ve esenlik duygularının sinirsel devrelerinin etkinliğini artıran tedaviler, endişe bozukluklarını tedavi etmek için daha verimli bir yaklaşım sağlayabilir.

Şaşırtıcı ama şizofreni oldukça yaygın bir hastalıktır. Dünya çapında nüfusun yaklaşık %1'ini vurur ve erkekleri kadınlardan bir nebze fazla etkilediği görünüyor. Genel nüfusun ayrıca %2-3'lük pay, şizotip kişilik bozukluğundan mustarıdır; bu bozukluk, çoğunlukla hastalığın daha hafif bir biçimi olarak kabul edilir, çünkü hastalar, psikoz davranışları sergilemez

Şizofreni üç çeşit belirtiyile tanımlanır: pozitif, negatif, bilişsel.

En az altı ay süren artı belirtiler, sıra dışı hatta tuhaf davranışlar ve zihinsel işlevlerdeki bozukluklardır. Psikoz nöbetleri sırasında bu belirtiler iyice belirginleşir; hastalığın bu safhasında hastalar, gerçekliği doğru bir şekilde yorumlayamaz. Nöbet esnasında hastalar, inançlarını ya da algılarını gerçekçi bir biçimde gözden geçiremez, ya çevrelerindeki dünyada gerçekten olup bitenlerle bunları kıyaslayamaz.

Şizofreninin eksi belirtileri, kişide belirli normal sosyal ve bireyler arası davranışların eksikliğidir; toplumdan kendini çekmek, konuşma yoksulluğu ve duyguları hissetme ve dışavurma yetersizliği eşlik eder; bu duruma, duygulanımın yerle bir olması denir. Bilişsel belirtiler arasında dikkat eksikliği bulunur, ayrıca kişinin günlük hayatını düzenlenesi, hadiseleri planlayıp uygulamaya koyması gibi icrai işlevler için önemli olan

ve işler bellek diye bilinen kısa süreli açık bellek biçiminde kusurlar da ortaya çıkar. Bilişsel belirtiler kroniktir, psikozsuz dönemlerde bile devam eder ve hastalığın en zor tarafıdır.

Depresyon da ruh esenliğine zarar veren yaygın bir hastalıktır; ilk kez MÖ 5. yüzyılda Yunan hekim Hipokrat tarafından betimlenmiştir; Hipokrat'a göre ruh hali, dört vücut salgısının dengesine bağlıydı: kan, balgam, sarı safra ve kara safra. Aşırı kara safranın depresyona yol açtığına inanılırdı. Aslında, antik Yunanda depresyon için kullanılan melankoli terimi, "kara safra" anlamına gelir.

Her ne kadar Hipokrat'ın depresyona getirdiği açıklama günümüzde tuhaf görünse de bu açıklamanın temelinde yatan "*ruhsal bozukluklar fizyolojik süreçleri yansıtır*" görüşü hâlihazırda genel kabul görüyor.

Depresyonun klinik özelliklerini özetlemek kolay. Hamlet'in sözleriyle söylemek gerekirse, "*bu dünyanın işleri bana amma sıkıcı, bayat, yavan, boş görünüyor!*" Müdahale edilmeyen bir depresyon nöbeti, normalde dört ay ila bir yıl sürer. Kişiye çoğu zaman gün be gün nahoş bir ruh hali musallat olur, ayrıca yoğun bir zihinsel elem, hiçbir şeyden haz alamamak, çevrede olup bitenlere ilgi kaybı söz konusudur.

Depresyon sık sık, uyku bozukluğuyla, iştahın azalmasıyla, kilo kaybıyla, zindeliğin yitilmesiyle, cinsel isteğin azalmasıyla ve düşüncelerin yavaşlamasıyla ilişkilendirilir.

Depresyon, dünya nüfusunun yaklaşık %5'ini ömürlerinin bir diliminde etkiler. Amerika Birleşik Devletleri'nde her dönemde sekiz milyon kişi depresyondan mustarıptır.

Bazı depresyonlar insanı takatten kesebilir: Aşırı uç vakalarda hastalar beslenmeyi bırakır ve kişisel temizliklerine hiç dikkat etmezler. Her ne kadar kimi insanlar sadece tek nöbet geçirse de hastalık çoğunlukla nükseder. Büyük bir depresyon nöbeti geçirmiş insanların yaklaşık %70'i, en az bir nöbet daha geçirecektir. Ortalama başlangıç yaşı aşağı yukarı yirmi sekizdir, fakat ilk nöbet neredeyse her yaşta ortaya çıkabilir. Aslında depresyon, küçük çocukları da etkileyebilir, ama bunların depresyonu genelde fark edilmez. Depresyon yaşı ilerlemiş kişilerde de görülebilir; depresyona giren yaşlı insanlar çoğunlukla daha onca nöbet geçirmemiştir ve bunların depresyonu tedaviye daha dirençlidir.

Erkeklerle kıyasla kadınlar iki ila üç kat fazla etkilenir.

Depresyona karşı etkili olan ilaçlar, beyinde iki ayarlı iletim sistemi üzerine etki eder; bunlardan biri serotonin öbürü norepinefrindir.

Açıkçası moleküler biyoloji, zaten nöroloji için yapmaya başladığı işi psikiyatri için de başarmaya hazırlanıyor. Bu yüzden başlıca akıl hastalıklarının farelerdeki genetik modelleri en az iki bakımdan faydalı olabilir.

Birincisi, insan hastalarla yapılan araştırmalar, insanların akıl hastalıklarına yatkın hale getiren çeşitli genlerin keşfedilmesini sağladıkça, bu genler farelere yerleştirilebilir ve belirli hastalıkların kökeni ve gelişimi hakkındaki özgül hipotezleri sınamak için kullanılabilir.

İkincisi, farelerde gerçekleştirilen genetik araştırmalar sayesinde, hastalığın altyapısını oluşturan karmaşık molekül patikalarını, insan hastalarda ulaşamayacağımız bir ayrıntı ve kesinlik seviyesinde

keşfedebiliriz. Bu tür temel sinir biyolojisi araştırmaları, zihinsel bozuklukları teşhis etme ve sınıflandırma yetimizi artırır ve yeni moleköl tedavilerinin geliştirilmesi için gerçekçi bir zemin hazırlar.,

Daha geniş bir bağlamda bakarsak, beyin işlevinin gizemlerini deşmeyi dert edinmiş bir on yıldan çıkıp, beyin işlevsizliklerinin tedavilerini arayan bir on yıla giriyoruz.

Beynin on yılı olarak bilinen 1990'lar boyunca hepimiz, çalışmaları uygulama alanlarına dönüşen araştırmacılar olduk. 21. Yüzyılın ilk on yılında, ilerlememiz, Beyin Tedavilerinin On Yılına dönüştü.

Sonuçta, psikiyatri ve nöroloji disiplinleri fikren birbirlerine yaklaştırıldılar. Yakın gelecekte bir gün, iki disiplindeki stajyer hekimlerin bir sene ortak eğitim alacağını öngörebiliriz, tıpkı kalp hastalığı ya da sindirim bozuklukları gibi çok farklı alanlarda uzmanlaşacak hekimlerin bir yıl dahiliye ihtisası yapması gibi.

## BİLİNÇ

İnsan bilinci, özünde bir benlik farkındalığı, farkında olmanın farkındalığıdır. Dolayısıyla bilinçlilik, salt haz ve acı deneyimleme yetimize değil, aynı zamanda bu deneyimlerin farkında olma ve bu deneyimleri yansıtma yetimize, aynı zamanda hayatımız ve yaşam öykümüz bağlamında farkında olup yansıtma yetimize de atıfta bulunur.

Bilinçliliği anlamak, bilimin karşılaştığı açık ara en zorlu görevdir. Bu değerlendirmenin doğruluğu, 20. yüzyılın ikinci yarısının belki de en yaratıcı ve nüfuzlu biyoloğu Francis Crick'in meslek yaşantısında kendini belli eder. Crick, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra biyoloji alanına ilk girdiğinde, iki büyük meseleyi yanıtlamanın, bilimin kabiliyetlerini aştığı düşünölüyordu:

Canlılar dünyasını cansızlar dünyasından ayıran şey nedir?

Bilinçliliğin biyolojik doğası nedir?

Crick önce, daha kolay olan meseleyi, canlı maddeyi cansız maddeden ayırt etme meselesini ele aldı ve genin doğasını araştırmağa başladı. Sadece iki senelik bir işbirliğinin ardından 1953'te Crick ve Jim Watson, o gizemin çözümlmesine yardımcı oldular. Daha sonra Watson'm *The Double Helix* [İkili Sarmal] başlıklı kitabında tasvir ettiği gibi, “öğle yemeği vakti geldiğinde Francis, Eagle adlı bara daldı ve işitme mesafesinde olan herkese hayatın sırrını keşfettiğimizi söyledi”.

Sonraki yirmi yıl içinde Crick, genetik sifrenin kırılmasına yardımcı oldu: ***DNA nasıl RNA yapar ve RNA nasıl protein yapar?***

1976'da Crick altmışındayken dikkatini diğer bilimsel gizeme çevirdi: *bilincin biyolojik doğasına.* Ömrünün geri kalanında bu konu üzerinde genç bilişimsel sinirbilimci Christof Koch'la birlikte çalıştı. Fakat, neredeyse otuz yıl süren kesintisiz uğraşa rağmen, Crick bu konuda ancak mütevazı bir mesafe katedebilmişti. Aslında zihin konusunda kafa yoran kimi bilimcilere ve felsefecilere göre bilinç hâlâ öyle anlaşılmazdır ki asla fiziki bağlamda açıklanamayacağından endişe duyarlar. Biyolojik bir sistem, biyolojik bir makine nasıl olur da hisseder diye sorarlar. Hatta daha tuhafı, kendi hakkında nasıl düşünür?

Bu sorular yeni değil. Batı düşünçesinde ilk defa MÖ 5.yüzyılda Hipokrat ve Atina Akademisi'nin kurucusu Platon bu soruları sordular.

Günümüzde çoğu zihin felsefecisi, bilinçlilik dediğimiz şeyin fiziksel beyinden türediğini kabul eder, fakat kimileri, zihnin bilim tarafından ele alınabileceğini söyleyen Crick'le hemfikir değildir. Colin McGinn gibi az sayıda insan, zihnin araştırılmayacağına, çünkü beyin mimarisinin, insanın bilişsel yetilerini sınırladığına inanır. McGinn'in görüşü uyarınca, insan zihni, belirli sorunları çözmekten acizdir. Öteki uçta ise Daniel Dennett gibi felsefeciler, hiç de böyle bir sorun olmadığını söyler. Dennett, tıpkı yüzyıl önce nörolog John Hughlings Jackson'ın dediği gibi, bilinçliliğin, beynin ayrı bir işlemi olmadığını ileri sürer:

Bilakis bilinç, beyinde bilgi işlemin ileri aşamalarıyla ilgilenen üst düzey bölgelerin bilişsel uğraşlarının bileşik bir sonucudur.

Son olarak, John Searle ve Thomas Nagel gibi felsefeciler orta bir yol tutturmuştur; bilinçliliğin, aynı bir biyolojik süreçler kümesi olduğunu savunurlar. Bu süreçler çözümlenmeye açıktır, fakat bunları anlama yolunda az mesafe kaydedebildik, çünkü çok karmaşıktırlar ve parçaların toplamından daha fazlasını temsil ederler. Dolayısıyla, bilinçliliğin anlaşılması beynin anladığımız herhangi bir değerine kıyasla çok daha güçtür.

Freud'un ruhsal determinizmi keşfi, yani bilişsel ve duyuşsal hayatımızın çoğu kez bilinçdışı olduğu gerçeğinin keşfi düşünülürse, kişisel tercih için, eylem özgürlüğü için elde ne kalır?

Bu meseleyle ilgili bir dizi önemli deneyi, 1983'te San Francisco California Üniversitesinden Benjamin Libet yürüttü. Libet, başlangıç noktası olarak, Alman sinirbilimci Hans Kornhuber'in yaptığı bir keşiften faydalandı. Kornhuber, araştırmasında gönüllülerden, sağ işaret parmaklarını hareket ettirmelerini istemişti. Daha sonra bu istemli hareketi bir gerilim ölçerle ölçmüş ve aynı zamanda kafatasına yerleştirdiği elektrotlar vasıtasıyla beynin elektriksel etkinliğini kaydetmişti. Yüzlerce denemeden sonra Kornhuber, beyinden alınan elektriksel kayıta, istisnasız her hareketten önce küçük bir sinyal geldiğini görmüştü; bir **özgür irade kıvılcımı**.

Beyindeki bu potansiyele "*teyakkuz potansiyeli*" demiş ve istemli hareketten bir saniye önce ortaya çıktığını bulmuştu.

Kornhuber'in bulgusunun izinden giden Libet, yaptığı deneyde gönüllülerden, ne zaman içlerinden parmaklarını kaldırmak yönünde bir dürtü gelirse parmaklarını kaldırmalarını istedi. Gönüllünün kafatasına elektrotlar yerleştirdi ve kişinin parmağını kaldırmasından yaklaşık bir saniye önce gelen teyakkuz potansiyelini doğruladı. Ardından, kişinin harekete niyet etmesi için geçen zamanla teyakkuz potansiyelinin zamanını kıyasladı. İnanılmaz ama Libet, teyakkuz potansiyelinin, kişinin parmağını hareket ettirme dürtüsünü hissetmesinden sonra değil 200 milisaniye önce ortaya çıktığını buldu! Dolayısıyla Libet, sırf beynin elektriksel etkinliğini gözlemleyerek, daha kişi ne yapacağına gerçekten karar verdiğini fark etmeden, onun ne yapacağını öngörebilirdi.

Bu bulgu üzerine zihin felsefecileri şunu sordu: ***Eğer biz harekete geçmeye karar vermeden önce tercih beyinde belirleniyorsa, özgür irade nerede?*** Hareketlerimizi irademizle gerçekleştirdiğimiz hissi sadece bir yanılsama mıdır, her şey olup bittikten

sonra olaya kılıf uydurmak mıdır? Yoksa tercih özgürce ama bilinçsizce mi yapılıyor? Eğer öyleyse, algıda olduğu gibi, eylem tercihi, bilinçdışı çıkarsamanın önemini yansıtır.

Libet, istemli eylem başlatma sürecinin, beyinde bilinçdışı bir kısmında, eylem başlamadan hemen önce gerçekleştiğini, bilincin de devreye eylemi onaylamak ya da geri çevirmek için girdiğini ileri sürüyor. Parmağın kaldırılmasından önceki 200 milisaniye içinde, bilinç, parmağı hareket ettirip ettirmemeye karar verir.

Karar ile farkındalık arasındaki zaman farkının sebepleri ne olursa olsun, Libet'nin bulguları aynı zamanda şu ahlaki soruyu da doğuruyor: Bilinçli farkındalık olmaksızın alınan kararlardan kişiyi nasıl sorumlu tutabiliriz?

Psikologlar Richard Gregory ve Vilayanur Ramachandran bu sava katı sınırlamalar getirmiştir. “*Belki bilinçli zihnimizin özgür iradesi yok ama reddetme özgürlüğü var*” derler.

## BEKLENTİLER-BELLEKTEN ÖĞRENMEK

Önümüzdeki yıllarda yeni zihin bilimi hangi doğrultuda ilerleyecek? Bellek depolanması araştırmalarında, ulu bir dağın henüz eteklerinde sayılırız. Bellek depolanmasının hücre ve molekül mekanizmalarına dair bir anlayışımız var, fakat bu mekanizmalardan yola çıkıp belleğin sistem özelliklerine varmalıyız: Farklı bellek türleri için hangi sinir devreleri önemli? Bir yüzün, sahnenin, ezginin deneyimin iç temsili beyinde nasıl işleniyor?

Olduğumuz yer ile olmak istediğimiz yer arasındaki eşiği aşmak için, beyni araştırma yöntemlerimizde esaslı kavramsal değişiklikler gerçekleştirmeliyiz.

Sinir hücresi sistemlerini karmaşık bilişsel işlevlerle ilintilendiren bir yaklaşım geliştirmek için, sinir devresi düzeyine çıkmamız ve farklı sinirsel devrelerdeki etkinlik örüntülerinin, tutarlı bir temsil oluşturmak üzere nasıl bir araya getirildiğini belirlememiz gerekecek.

Dolayısıyla biyoloji, model sistemleri tercih ederken, insan harici primatlara ve insanlara daha fazla odaklanmak zorunda kalacak. Bu iş için, tekil nöronların ve nöron ağlarının etkinliğini yansıtabilen görüntüleme tekniklerine gereksinim duyacağız.

Bu düşünceler beni, işe yeni başlıyor olsam hangi soruların peşinden giderim diye merak etmeye itti. Bilimsel bir sorunu ele alacaksam iki şartım var.

Birincisi, beni uzun süre meşgul edecek yeni bir alan açmama izin vermeli. Uzun süreli ilişkileri seviyorum, kısa kaçamakları değil.

İkincisi, en az iki disiplinin sınırlarına değen sorunlarla boğuşmaktan hoşlanırım. Aklımda bu tercihlerle birlikte, bana cazip gelen **üç soru buldum**.

İlki, duyu bilgisinin bilinçdışı işleminden geçmesinin nasıl gerçekleştiğini ve bilinçli dikkatin, beyinde belleği kararlı hale getiren mekanizmalara nasıl rehberlik ettiğini anlamak isterdim.

Beni büyüleyen, bununla ilintili ikinci mesele, insanlarda bilinçdışı ve bilinçli zihinsel işlemlerin ilişkisidir. İlk defa Hermann Helmholtz'un geliştirdiği, zihin dünyamızın büyük kısmından haberdar

olmadığımız fikri, psikanaliz için esastır. Freud buna şu ilginç fikri ekledi: Her ne kadar zihinsel süreçlerin çoğu aşamasından haberdar olmasak da dikkat sarf ederek bunların pek çoğuna bilincimizle erişebiliriz. Çoğu sinirbilimcinin artık altına imza atacağı bu bakış açısına göre, zihin dünyamız çoğu kez bilinçdışıdır; sadece kelimeler ve imgeler şeklinde bilinçli hale gelir. Bu bilinçdışı süreçlerin hastalık hallerinde nasıl değiştiğini ve psikoterapiyle nasıl şekillendiklerini belirleyerek, psikanaliz ile beyin anatomisi ve sinirsel işlev arasında bağlantı kurmak için beyin görüntüleme teknikleri kullanılabilir. Bilinçdışı ruhsal süreçlerin önemi düşünüldüğünde, biyolojinin bunlar hakkında bize epey şey öğretebileceğini düşünmek iç rahatlatıcı.

Son olarak, benim alanım olan zihnin moleküler biyolojisi ile sosyoloji arasında köprü kurmak için moleküler biyolojiye başvurmak ve böylece gerçekçi bir moleküler sosyobiyojoloji alanı yaratmak fikri hoşuma gidiyor.

Bazı araştırmacılar bu minvalde sağlam bir başlangıç yaptı.

### **VİYANAYI STOKHOLM ÜZERİNDEN YENİDEN KEŞFETMEK (2000 Yılında Nobel Ödülü Alma)**

Geçmişe dönüp baktığımda, Viyana'dan Stokholm'e giden yol çok uzun görünüyor. Viyana'dan zamanında ayrılışım, Amerika Birleşik Devletleri'nde talihli bir hayat sürmemi sağladı. Amerika'da ve akademik kurumlarında tattığım özgürlük, Nobel Ödülü'nü kazanmamı mümkün kıldı; Amerika pek çok insana bu fırsatı tanır.

Uzun, yorucu ve çoğunlukla heyecanlı bir günün sonunda pencerenin dışında karanlık basmaya başlarken, ara sıra, Hudson nehrine bakar, bilimle haşır neşir geçen yıllarımı düşünür, yaptığım işi yapıyor olmama hayret ederim.

Tarihçi olmak için Harvard'a girdim, psikanalist olacağım diye oradan ayrıldım, ardından zihni gerçekten anlamanın yolu beynin hücre patikalarından geçiyor olmalı diyen içgüdüümü izleyerek iki mesleği de terk ettim. İçgüdülerimin, yani bilinçdışı düşünce süreçlerimin ardından giderek ve erişilmez gibi görünen bir karara kulak vererek, yoğun keyif aldığım bir ömür yaşadım.

2000 yılı Nobel Ödülü'nde yemekten sonra her ödül sahibi ya da ödül kazanan her ekipten bir sözcü, birkaç kelam etmek üzere podyuma çıktı. Ekibimiz adına sözü ben aldım:

*Delfi'de Apollon tapınağının kapısı üzerine, "Kendini Bil", sözü kazanmıştır. İnsan zihninin doğası hakkında kafa yormuş ilk kişiler olan Sokrates ve Platon'dan beri çağlar boyunca Aristoteles'ten Descartes'a, Strindberg'e, Ingmar Bergman'a kadar ciddi düşünürler, kişinin kendini ve davranışlarını anlamasının bilgelik olduğunu düşünmüştür...*

*Bu gece burada onurlandırdığınız Arvid Carlsson, Paul Greengard ve ben ve bizim neslimizin bilimcileri, zihinle ilgili soyut felsefi soruları, biyolojinin deneyci diline çevirmeye çalıştık. Çalışmalarımıza rehberlik eden kilit ilke şudur: Zihin, beynin*

*yürüttüğü bir dizi işlemde meydana gelir ve beyin, dış dünyayla ilgili algımızı inşa eden, dikkatimizi sabitleyen ve edimlerimizi denetleyen acayip karmaşık bir hesap cihazıdır.*

*Üçümüz, sinir hücreleri içindeki ve arasındaki sinyalleşmenin biyokimyasının, zihinsel süreçlerle ve zihinsel bozukluklarla nasıl bir ilişkisi olduğunu belirleyerek, zihni moleküllerle ilintilendirme yolunda ilk adımları attık. Beyinde sinir ağlarının sabit olmadığını bulduk; bilakis, sinir hücreleri arasındaki iletişim, İsveç'teki harika molekül farmakolojisi fakültenizde keşfedilen nörotransmitter molekülleriyle düzenlenir,*

*Geleceğe doğru baktığımızda, bizim neslimizin bilimcileri, zihin biyolojisinin bu yüzyıl için bilimsel öneminin, gen biyolojisinin 20. yüzyıl için taşıdığı önem kadar büyük olacağına inanıyor.*

*Daha geniş bir bağlamda bakarsak, zihne yönelik bilimsel araştırmalar, umut vadeden bir bilimsel meraktan fazlası demektir; aynı zamanda insana dair önemli bir serüvendir. Zihin biyolojisi, doğal dünyayla ilgilenen müspet bilimler ile insan deneyimlerinin anlamını ele alan beşerî bilimler arasında köprü kurar. Bu yeni sentezden gelen içgörüler, psikiyatrik ve nörolojik bozukluklara dair anlayışımızı geliştirmekle kalmayacak, aynı zamanda kendimizi daha derinden kavramamızı da sağlayacaktır.*

*Her ne kadar “KENDİNİ BİL” deyişinin kelimelerinin Delfi'deki taşa kazılı olmadığını bilsek de bu kelimeler beynimizde şifrelenmiştir. Yüzyıllar boyunca bu deyiş insan belleğinde, bugün cömertçe ödüllendirdiğiniz ve yeni yeni anlamaya başladığımız, beyin moleküler süreçleri tarafından muhafaza edilmiştir.*

## **KAYNAKÇA**

**BELLEĞİN PEŞİNDE**-*In Search of Memory/The Emergence of A New Science of Mind*

**Yeni Bir Zihin Biliminin Doğuşu**

**(\*)Eric R. KANDEL (Prof. Dr.)**

**Boğaziçi Üniversitesi Yayını (2011)-589 sayfa**

**Çeviri: Mehmet DOĞAN**

**\*Eric R. KANDEL:** 1929 yılında Viyana'da doğdu. 2000 yılında Fizyoloji-Tıp Nobel Ödülü'nü kazandı. Columbia Üniversitesi'nde biyokimya ve biyofizik profesörü olup, Beyin ve Davranış Araştırma Vakfı'nın bilim konseyi üyesidir. “Belleğin Peşinde” adlı bu eseri ile 2006 Los Angeles Times'ın bilim ve teknoloji alanında verdiği kitap ödülünü kazanmıştır.