

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

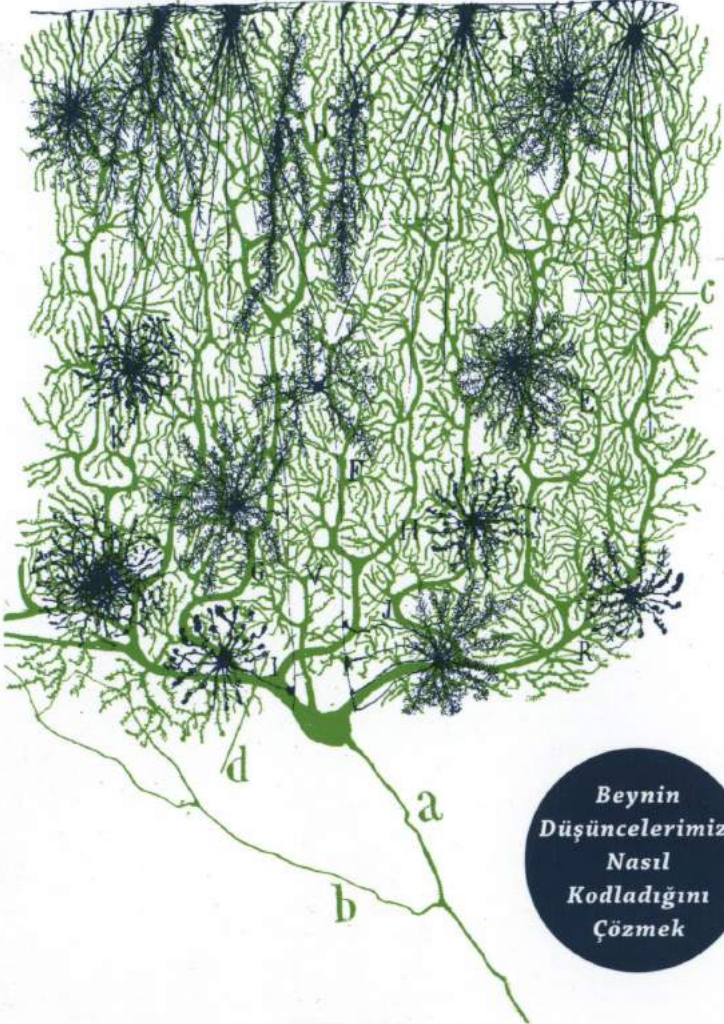
Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

STANISLAS DEHAENE

BİLİNÇ VE BEYİN



Beynin
Düşüncelerimizi
Nasıl
Kodladığını
Çözmek

ALFA

BİLİNÇ VE BEYİN**STANISLAS DEHAENE**

Stanislas Dehaene, bilişsel nörobilim alanında dünyanın en aktif araştırmacılarından biri olmadan önce matematik ve psikoloji eğitimi aldı. Kendisi Fransa Saclay'de Bilişsel Nörogörüntüleme Biriminin yöneticisi, College de France'da deneysel bilişsel psikoloji profesörü ve Fransız Bilim Akademisi ve Pontifical Academy of Science (Papalık Bilim Akademisi) üyesidir. Başlıca çalışma alanı olan insan beynindeki dil ve sayısal işleme konularında bilimsel dergilerde kapsamlı çalışmaları yayımlanmıştır. *The Number Sense [Sayı Algısı]* ve *Reading In The Brain [Beyin Nasıl Okur]*, çev: Ozan Karakaş, Alfa Bilim] kitaplarının yazarıdır.

SİBEL SEVİNÇ

1957 Samsun, Ladik'te doğdu. İTÜ Makina Fakültesinden mezun oldu. Matematik ve sinemayla ilgili çok sayıda çevirisi vardır. Türkçeye kazandırdığı başlıca eserler arasında *Çöz Bakalım* (Barry R. Clarke, Sarmal), *Bulmacalar Diyarına Yolculuk* (Lewis Carroll, Alfa, 2017), *Hodri Meydan* (James F. Fox, Sarmal) *Tarlalar, Fabrikalar ve Atölyeler* (Pyotr Kropotkin, Kaos) ile *Matematiğin Kısa Tarihi* (Ian Stewart, Alfa Bilim) sayılabilir.

Bilinç ve Beyin

© 2016, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Consciousness and the Brain

© 2014, Stanislas Dehaene

Kitabın Türkçe yayın hakları Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında, yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir elektronik veya mekanik araçla çoğaltılamaz. Eser sahiplerinin manevi ve mali hakları saklıdır.

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak

Genel Müdür Vedat Bayrak

Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu

Dizi Editörü Kerem Cankocak

Çeviri Sibel Sevinç

Redaksiyon Mehmet Ata Arslan

Kapak Tasarımı Füsün Turcan Elmasoğlu

Sayfa Tasarımı Mürüvet Durna

ISBN 978-605-171-671-8

1. Basım: Nisan 2018

Baskı ve Cilt

Melisa Matbaacılık

Çiftelhavuzlar Yolu Acar Sanayi Sitesi No: 8 Bayrampaşa-İstanbul

Tel: 0(212) 674 97 23 Faks: 0(212) 674 97 29

Sertifika no: 12088

Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Alemdar Mahallesi Ticarethane Sokak No: 15 34110 Cağaloğlu-İstanbul

Tel: 0(212) 511 53 03 Faks: 0(212) 519 33 00

www.alfakitap.com - info@alfakitap.com

Sertifika no: 10905

STANISLAS DEHAENE

BİLİNÇ VE BEYİN

*Beynin
Düşüncelerimizi
Nasıl
Kodladığını
Çözmek*

Çeviri
Sibel Sevinç

**Anneme, babama ve Amerikalı annem ve
babam Ann ve Dan'e.**

Dünyada tek gerçek şey ve en büyük gizem bilinçtir.
—Vladimir Nabokov, *Bend Sinister*
(1947, *Uğursuz Dönemeç*)

Beyin gökyüzünden daha büyüktür,
İkisini koysan yan yana,
Biri diğerini kapladığı gibi
Seni de alır içine rahat rahat.
—Emily Dickinson (yaklaşık 1862)

İçindekiler

Teşekkürler, 9

Giriş: Düşünce Meselesi, 13

1 BİLİNÇ ARTIK LABORATUVARDA	31
2 BİLİNÇDİŞİ DERİNLİKLERİ DOĞRU ANLAMAK	67
3 BİLİNÇ NE İŞE YARAR?	118
4 BİLİNÇLİ DÜŞÜNCENİN İMLERİ	151
5 BİLİNÇ TEORİSİ OLUŞTURMAK	209
6 EN BÜYÜK TEST	256
7 BİLİNCİN GELECEĞİ	298

Kaynakça, 339

Dizin, 387

TEŞEKKÜRLER

Bilinç üzerine görüşlerim boşlukta oluşmadı. Son otuz yıldır bir düşünceler bulutunun içindeydim ve genellikle yakın arkadaş olduğumuz çalışma arkadaşlarımla oluşturduğum bir hayal ekibiyle etrafım çevriliydi. Onlardan üçüne özellikle teşekkür borçluyum. 1990'ların başında akıl hocam Jean-Pierre Changeux, önce bilinç probleminin ulaşılmaz olmayabileceğini, probleme deneysel ve teorik açıdan saldırabileceğimizi söyledi. Arkadaşım Laurent Cohen, son derece uygun nöropsikolojik vakalara o dönem işaret etti. Ayrıca o dönem beni, genç bir tıp öğrencisi olan Lionel Naccache'la tanıştırdı. Lionel şimdi parlak bir nörolog ve bilişim nörobilimcisi. Onunla birlikte eşik altı işlemin derinliklerini araştırdık. İşbirliğimiz ve tartışmalarımız asla sona ermedi. Jean-Pierre, Laurent, Lionel, sürekli cesaret verdiğiniz ve dostluğunuz için teşekkür ederim.

Paris, bilinç araştırmaları için önemli bir aktarma merkezi oldu. Laboratuvarım bu uyarıcı ortamın çok faydasını gördü ve ben de özellikle Patrick Cavanagh, Sid Kouider, Jérôme Sackur, Etienne Koechlin, Kevin O'Regan ve Mathias Pessiglione'le paylaştığım aydınlatıcı tartışmalar için minnettarım. Genellikle Fyssen Foundation ya da École Normale Supérieure'un bilişim bilimi programındaki mükemmel yüksek lisans programının desteklediği birçok parlak öğrenci ve doktora yapmış kişiler, enerjileri ve yaratıcılıklarıyla laboratuvarımı zenginleştirdiler. Arkası kesilmeyen soruları ve fikirleri için doktora öğrencilerim Lucie Charles, Antoine Del Cul, Raphael Gaillard, Jean-Rémi King, Claire Sergent, Mélanie Strauss, Lynn Uhrig, Catherine Wacongne ve Valentin Wyart ve doktora sonrası çalışma arkadaşlarımla Tristan Bekinschtein, Floris de Lange, Sébastien Marti, Kimihiro Nakamura, Moti Salti, Aaron Schurger, Jacobo Sitt, Simon van Gaal ve Filip Van Opstal'a teşekkür ediyorum.

On yıllık verimli işbirliği, cömert paylaşım ve yalın dostluk nedeniyle Mariano Sigman'a özel teşekkürlerimi iletiyorum.

Bilinç üzerine sezgiler çok çeşitli disiplinlerden, laboratuvarlardan ve dünyanın her yerindeki araştırmacılardan gelir. Bernard Baars (bütünsel çalışma alanı teorisinin ilk versiyonunun arkasındaki zihin), Moshe Bar, Edoardo Bisiach, Olaf Blanke, Ned Block, Antonio Damasio, Dan Dennett, Derek Denton, Gerry Edelman, Pascal Fries, Karl Friston, Chris Frith, Uta Frith, Mel Goodale, Tony Greenwald, John-Dylan Haynes, Biyu Jade He, Nancy Kanwisher, Markus Kiefer, Christof Koch, Victor Lamme, Dominique Lamy, Hakwan Lau, Steve Laureys, Nikos Logothetis, Lucia Melloni, Earl Miller, Adrian Owen, Josef Parvizi, Dan Pollen, Michael Posner, Alex Pouget, Marcus Raichle, Geraint Rees, Pieter Roelfsema, Niko Schiff, Mike Shadlen, Tim Shallice, Kimron Shapiro, Wolf Singer, Elizabeth Spelke, Giulio Tononi, Wim Vanduffel, Larry Weiskrantz, Mark Williams ve diğer birçok kişiye, yaptığımız konuşmalardan dolayı teşekkür etmekten özellikle mutluluk duyuyorum.

Araştırmam Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM), Commissariat à l'Energie Atomique ve Energies Alternatives (CEA), Collège de France, Université Paris Sud ve European Research Council'den uzun süre destek aldı. Paris'in güneyinde bulunan ve Denis Le Bihan tarafından yönetilen NeuroSpin Center, bu oldukça spekülatif konuyu takip etmek için aydınlatıcı bir ortam sağladı. Destekleri ve tavsiyeleri için Gilles Bloch, Jean-Robert Deverre, Lucie Hertz-Pannier, Bechir Jarraya, Andreas Kleinschmidt, Jean-François Mangin, Bertrand Thirion, Gaël Varoquaux ve Virginie van Wassenhove dahil olmak üzere yerel çalışma arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Bu kitabı yazarken diğer birçok kurumun konukseverliğinden yararlandım, özellikle Vancouver'da Peter Wall Institute, Sydney'de Macquarie Üniversitesi, Pavia'da Institute for Advanced Studies IUSS, Fransa'nın güneyinde Fondation des Treilles, Vatikan'da Pontifical Academy of Sciences... ve bu satırların çoğunun yazıldığı, ailemin sayfiye yeri olan La Chouannière ve La Trinitaine.

TEŞEKKÜR

Temsilcim John Brockman ve oğlu Max Brockman, bu kitabı yazmam için beni zorlayarak etkili rol oynadılar. Viking'den Melanie Tortoroli, kitabın birbirini takip eden versiyonlarını sabırla düzeltti. Ayrıca Sid Kouider ve Lionel Naccache'ın keskin ama yardım sever gözlerinden geçen iki okumasından yararlandım.

Son olarak karım Ghislaine Dehaene-Lambertz, bebeğin beynini ve zihnini ilgilendiren inanılmaz bilgisini paylaşmakla kalmayıp, hayatı yaşanmaya ve bilinci de sahip olmaya değer kılan sevgisini ve duyarlılığını paylaştı.

GİRİŞ: DÜŞÜNCE MESELESİ

Lascaux Mağarasının derinliklerinde, yontma taş devri ressam-
larının çizdiği rengârenk at, geyik ve boğa sergisinin olduğu
dünyaca ünlü Boğalar Salonunu geçtikten sonra, daha az bili-
nen Apse koridoru başlar. Beş metrelik bir çukurun tam dibin-
de, yaralı bir bizon ve gergedanın güzel resimlerinin hemen ya-
nında, tarihöncesi sanatın olağanüstü insan betimlemelerinden
biri bulunur (Şekil 1). Resimdeki adam sırtüstü yatmış, avuçlar
yukarı bakıyor ve kollarını açmış. Adamın yanında, dalın üzeri-
ne konmuş bir kuş var. Biraz ileride, bağırsakları dışarı çıkmış
bizonun belki de karnını yarmak için kullanılmış olan kırık bir
mızrak duruyor.



ŞEKİL 1. Beden hareketsizken zihin kanatlanabilir. Bundan 18.000 yıl
öncesine ait bu tarihöncesi resimde bir erkek sırtüstü yatıyor. Rüya-
ların en canlı olduğu aşama olan hızlı göz hareketli uyku aşamasının
karakteristiği olan güçlü ereksiyon, bu erkeğin olasılıkla uyuduğunu
ve rüya gördüğünü ima ediyor. Sanatçı, erkeğin yanına bağırsakları çı-
karılmış bir bizon ve kuş çizmiş. Uyku araştırmacısı Michel Jouvet'ye
göre bu resim, rüya görenin rüyasıyla birlikte tasvir edildiği ilk çizim-
lerden biri olabilir. Kuş, birçok kültürde rüya sırasında zihnin uçabil-
diğini sembolize ediyor (ikiciliğin hissedilmesi; düşüncelerin, bedenin
farklı bir alanına ait olduğunu söyleyen yanlış sezgi).

Resimdeki şahsın erkek olduğu açık, penisi tamamen erekt. Bu durum, araştırmacı Michel Jouvet'ye göre resmin anlamına açıklık getiriyor: resim, rüya gören kişiyi ve rüyasını betimliyor.¹ Rüya, Jouvet ve ekibinin keşfettiği gibi öncelikle uykunun özel bir aşamasında, uykuya benzemediği için "paradoksal" diye adlandırdıkları aşamada görünür: bu aşamada beyin, hemen hemen uyanırken olduğu kadar aktiftir ve gözler sürekli hareket eder. Bu aşamada erkeklerde hep güçlü bir ereksiyon görünür (rüya cinsellikle ilgisi olmasa da bu böyledir). Jouvet, bilimin ancak yirminci yüzyılda öğrendiği bu garip fizyolojik olayı atalarımızın kolaylıkla fark etmiş olabileceğini esprili bir şekilde belirtiyor. Kuş, rüya görenin ruhu için en doğal mecaz gibi görünüyor: zihin, rüya sırasında özgür bir serçe gibi uzaklara ve eski zamanlara uçar.

Sembolizm sanatında ve çeşitli kültürlerde uyku, kuş, ruh ve ereksiyon imgeleri şaşırtıcı şekilde tekrarlanmamış olsa, bu düşünce gerçek dışı bulunabilirdi. Eski Mısır'da genellikle fal-lusu erekt olarak betimlenen insan başlı kuş, tinsel ruh Ba'yı sembolize eder. Rivayete göre her insanın bedeninde, ölümden sonra uçarak öte dünyayı aramaya giden ölümsüz bir Ba oturur. Lascaux'nun Apse resmine korkunç derecede benzeyen geleneksel Yüce Tanrı Osiris betimlemesinde, sırtüstü yatan Osiris'in penisi erekten baykuş Isis onun bedeni üzerinde dolaşarak Horus'u yaratmak üzere spermini alır. Kutsal Hindu metni *Upanishads*'da ruh yine benzer şekilde, ölüm anında uçarak uzaklaşan ve belki de daha sonra melek olarak dönecek olan güvercin olarak betimlenir. Güvercinler ve diğer beyaz kuşlar asırlar sonra Hristiyan ruhunun, Kutsal Ruhun ve ziyarette gelen meleklerin sembolü oldu. Mısır'ın yeniden diriliş sembolü Anka kuşundan, Finlandiya'nın yeni doğan bebeğe ruh veren ve ölenlerden ruh alan kuş Sielulintu'ya kadar tüm uçan ruhlar, bağımsız zihin için evrensel mecaz olarak ortaya çıkıyor.

Kuş alegorisinin arkasında bir sezgi var: düşüncelerimizin maddesi, bedenimizi şekillendiren değersiz maddeden tama-

¹ Jouvet 1999, 169-71.

men farklıdır. Rüya görürken, bedenimiz hareketsiz olduğu halde düşüncelerimiz hayal ve hafızanın uzak alanlarında dolaşır. Zihinsel faaliyetin maddi dünyaya indirgenemeyeceğine dair bundan daha iyi bir kanıt olabilir mi? Zihnin farklı bir maddeden yapılmış olduğuna dair daha iyi bir kanıt olabilir mi? Özgürce uçan zihin nasıl olur da o sıradan beyinden kaynaklanabilir?

Descartes'ın Meydan Okuması

Zihnin beden dışında başka bir âleme ait olduğu düşüncesi, eski zamanlarda Platon'un *Phaidon*'u (MÖ dördüncü yüzyıl) ve Thomas Aquinas'ın Hıristiyanlığın ruha bakış açısına dair temel bir metni olan *Summa Theologica*'sı (1265–74) gibi önemli felsefi metinlerde teorileştirilmiştir. Ancak günümüzde ikicilik diye bildiğimiz bu yaklaşımı açık biçimde belirten, Fransız filozof René Descartes (1596–1650) olmuştur. Bu teze göre bilinçli zihin, normal fizik yasalarına uymayan madde dışı bir cevherden yapılmıştır.

Descartes'la dalga geçmek, nörobilimde moda oldu. Antonio Damasio'nun çok satan kitabı *Descartes' Error*'ın² (Descartes'ın Yanılgısı) 1994'te yayımlanmasının ardından, bilinç hakkındaki birçok çağdaş ders kitabında, güya nörobilimdeki araştırmaların yıllarca geri kalmasına sebep olduğu için Descartes yerden yere vurulmaya başlandı. Gerçek şu ki Descartes öncü bir bilimciydi, esas olarak indirgemeciydi, insan zihniyle ilgili mekanik analizi zamanının hayli ilerisindeydi ve sentetik biyoloji ve teorik modellemenin ilk örneği idi. Descartes'ın ikiciliği anlık bir kapris değildi, bilinçli zihnin özgürlüğünü taklit eden bir makinenin mümkün olmadığını öne süren mantıksal bir iddiaya dayanıyordu.

Modern psikolojinin kurucusu William James hatamızı kabul ediyor: "Karmaşık ve açıkçası zeki davranışları gerçekleştirmesi beklenen, kendi kendine tamamen yeten sinirsel bir meka-

² Damasio 1994.

nizma tasarlama cesaretini gösterme onuru Descartes'a aittir.”³ Descartes'ın *Description of the Human Body* (İnsan Bedeninin Tarihi), *Passions of the Soul* (Ruhun Tutkuları) ve *L'homme* (İnsan) adlı ileriye gören kitaplarında, vücudun içsel işlemlerine dair gerçekten güçlü bir mekanik bakış açısı sundu. Bu cesur filozof, bizlerin karmaşık birer otomaton olduğunu yazdı. Bedenlerimiz ve beyinlerimiz, kelimenin gerçek anlamında “orglar” toplamı olarak davranır: Descartes'ın zamanında kiliselerde bulunan orgularla kıyaslanabilir olan bu müzikal aletler, devasa körükleriyle depolara “canlılık” denen özel bir akışkan pompalar, ardından çeşit çeşit boruların kombinasyonu bizim hareketlerimizin tüm ritimlerini ve müziğini yaratır.

Bu makineye yüklemiş olduğum tüm fonksiyonları göz önüne almanızı istiyorum, örneğin yemeğin sindirilmesi, kalbin ve arterlerin atışı, vücudun çeşitli bölümlerinin gelişmesi ve büyümesi, nefes alma, uyanma ve uyuma; dış duyu organlarının ışığı, sesi, kokuyu, sıcaklığı ve bu tür diğer nitelikleri algılaması; ve bütün bunlarla ilgili olarak sağduyu ve hayal gücü organındaki düşüncelerin izlenimi ile bu düşüncelerin bellekte saklanması ya da zihne etki etmesi; istek ve arzuların içsel hareketleri; ve son olarak, nesnelerin duylara yönelen hareketlerini uygun şekilde takip eden tüm vücut bölgelerinin dış hareketleri... Bu fonksiyonlar, tıpkı bir saatin ya da başka bir otomatonun hareketlerinin denge ağırlığı dağılımı ve tekerleklerden kaynaklanması gibi, doğal olarak organların dağılımından kaynaklanır.⁴

Descartes'ın hidrolik beyni, elini herhangi bir nesneye doğru uzatmakta hiç zorlanmadı. Nesnenin görsel özellikleri, gözün iç yüzeyini etkileyerek belli bir boru grubunu harekete geçirdi. Ardından, beyin epifizinde yer alan içsel bir karar verme sistemi belli bir yöne eğilip canlılığın akışını sağlayarak kol ve bacakların tam istenen hareketi yapmasına sebep oldu (Şekil 2). Hafıza, bu patikaların bazılarının seçilerek güçlendirilmesine cevap verdi (yani öğrenmenin beyin bağlantılarındaki değişik-

³ James 1890, 5. Bölüm.

⁴ Descartes'tan alıntılar *Treatise on Man*'e aittir, yaklaşık 1632-1633 yıllarında yazılmış ve ilk kez 1662'de yayımlanmış. İngilizceye çevirisi: Descartes 1985.

liklere ("birlikte ateşleyen nöronlar birlikte bir hat oluşturur") bağlı olduğu şeklindeki çağdaş düşüncenin önceden kavranması söz konusu). Hatta Descartes, canlılığın düşürülmüş basıncı diye teorileştirdiği, kolay anlaşılan mekanik bir uyku modeli öne sürdü. Canlılık, bol olduğu zamanlarda her sinirden geçerek dolaştı ve bu da makineye basınç sağlayıp her türlü uyarıya

Görme yetisi ve eylem



Bellek



uyanık olma hali



uyku hali



ŞEKİL 2. René Descartes'ın sinir sistemi teorisi, düşünce kavramı için tam materyalist bir yaklaşıma varamadı. Descartes, ölümünden sonra 1664'te basılan *L'homme* adlı eserinde görme yetisi ve eylemin göz, beynin içindeki beyin epifizi ve kol kasları arasında uygun bir düzenlemenin sonucu olarak ortaya çıkacağını öngörmüştü. Belleği, bu patikaların seçici şekilde güçlendirilmesi olarak düşündü ki bunu kumaşa düğme deliği açmaya benzetebiliriz. Hatta bilinçteki dalgalanmalar bile beyin epifizini hareket ettiren canlılıktaki basınç değişiklikleriyle açıklanabilirdi: Yüksek basınç uyanık kalmaya, alçak basınç uykuya yol açardı. Descartes bu mekanik bakış açısına rağmen, zihin ve bedenin beyin epifizi aracılığıyla birbirini etkileyen farklı maddelerden yapıldığına inandı.

cevap vermeye hazır hale getirdi, uyanık olma halinin doğru modelini sağladı. Basınç zayıfladığı zaman, zayıf can sadece birkaç lif ilerleyebildiği için kişi uykuya daldı.

Descartes, töz ikiciliğinin kurucusunun kaleminden beklenmeyen bir şekilde, sonucu şiirsel bir hitapla ifade etti:

O zaman, bu işlevleri açıklamak için herhangi bir bitkisel ruha ya da duyarlı bir ruha inanmak ya da hareketin/hayatın bir başka ilkesini ele almak şart değildir; kalbinde sürekli yanan ateşin ısı-sıyla harekete geçen kanı ve canı, ki cansız bedenlerde ortaya çıkan ateşle aynı özelliktedir, bu işlevleri açıklamak için yeterlidir.

O zaman Descartes neden maddi olmayan ruhun varlığını ortaya attı? Çünkü kendi mekanik modelinin, insan zihninin daha üst seviyedeki yeteneklerine maddeci bir çözüm getirmedigini fark etti.⁵ Descartes'ın bedensel makinesinin yetenekleri, iki temel zihinsel işlevi hiçbir zaman yerine getirmeyecek gibiydi. Birincisi düşüncelerini konuşarak aktarma yeteneğiydi. Descartes, "düşüncelerimizi başkalarına bildirirken yaptığımız gibi kelimeleri ya da başka işaretleri bir araya getirmeyi" bir makinenin yapabileceğini kabul edemedi. Refleks olarak çıkarılan seslerde sorun yoktu, çünkü bir makine belli bir girdiye yanıt olarak belirli sesleri çıkaracak şekilde her zaman donatılabilir-di; ama bir makine "en salak insanın bile" cevaplayabileceği bir soruyu nasıl cevaplayabilirdi ki?

Sorun yaratan ikinci zihinsel işlev, esnek muhakemeydi. Makine, ancak ve ancak "organlarının yeteneklerine göre" hareket

⁵ Descartes'ın kiliseyle çatışma korkusu kuşkusuz bir başka etkendi. Giordano Bruno'nun kazığa bağlanarak yakıldığı yıl olan 1600'de daha 4 yaşındaydı, Galileo'nun aynı kaderden kıl payı kurtulduğu 1633'te otuz yedi yaşındaydı. Descartes, *L'homme*'un (İnsan) oldukça indirgemeci bölümünü içeren başyapıtı *Le Monde*'un (Dünya) yaşadığı sürece basılmamasını garanti altına aldı; 1650'de öldükten sonra uzun bir süre daha yayımlanmayan kitap ancak 1664 yılında yayımlandı. *Discourse on Method* (Yöntem Üzerine Konuşma, 1637) ve *Passions of the Soul* (Ruhun Tutkuları, 1649) adlı eserlerinde, bu kitaba sadece kısmi göndermeler yer aldı. Ve temkinli davranmakta haklıydı: Vatikan, Descartes'ın çalışmalarını 1663'te Yasaklanmış Kitaplar Listesine aldı. Dolayısıyla Descartes'ın ruhun [insan zihninin] tinsel olduğu konusundaki ısrarı, belki kısmen aldatıcı bir görünüm ve hayatını kurtarmak için önlemdi.

eden sabit bir mekanizmadır. Bir makine nasıl olur da sonsuz çeşitliliğe sahip düşünceleri yaratabilirdi? Filozofumuz “ahla-ken mümkün olmaması gerekir,” diyerek “herhangi bir makinede var olan farklı organların, muhakememizin eyleme geçmemizi sağlaması gibi, hayattaki her olayda eyleme geçmesini sağlayabilmesi gerekir” sonucuna vardı.

Descartes’ın materyalizme meydan okuması günümüze dek geçerliliğini koruyor. Beyne benzer bir makine, insan dilinin bütün inceliklerini kullanarak kendini sözlü olarak nasıl ifade edebilir ve kendi zihinsel durumunu nasıl yansıtabilir? Akılcı kararları esnek bir şekilde nasıl alabilir? Bilinçle ilgili tüm bilimlerin bu temel meselelere değinmesi gerekir.

Son Problem

İnsan olarak, ışık yılı cinsinden bizden yıllarca uzakta olan galaksileri tespit edebiliyor ve atomdan daha küçük parçacıkları inceleyebiliyoruz. Ama iki kulağımızın arasında duran bir buçuk kilo ağırlığındaki maddenin gizemini hâlâ çözemedik.

—Barack Obama, BRAIN [beyin] inisiyatifi duyurusundan,
(2 Nisan 2013)

Öklit, Karl Friedrich Gauss ve Albert Einstein sayesinde, fiziksel dünyayı yöneten matematiksel kurallarla ilgili makul bir kavrayışa sahibiz. Isaac Newton ve Edwin Hubble gibi devlerin keşiflerine dayanarak, tarihöncesi büyük patlama sırasında ortaya çıkan milyarlarca galaksiden birindeki dünyamızın ancak bir toz zerresi olduğunu anlıyoruz. Charles Darwin, Louis Pasteur, James Watson ve Francis Crick, zamanla gelişen milyarlarca kimyasal reaksiyon sonucunda (sadece basit fizik) hayatın ortaya çıktığını bize gösterdi.

Sadece bilincin ortaya çıkış öyküsü ortaçağ karanlığında kalma-ışa benziyor. Ben nasıl düşünüyorum? Görünüşe göre düşünme eylemini gerçekleştiren bu “ben” nedir? Başka bir zamanda, başka bir yerde ya da başka bir bedende doğmuş olsam farklı olur muydum? Uyurken, hayal kurarken ve öldüğümde nereye gidiyorum? Bu düşüncelerin hepsi beynimden mi kaynaklanı-

yor? Yoksa farklı bir düşünce maddesinden yapılmış bir ruhun kısmen parçası mıyım?

Bu can sıkıcı sorular birçok zeki insanın kafasını karıştırmıştır. Fransız hümanist Michel de Montaigne 1580'de kaleme aldığı ünlü denemelerinden birinde, ruhun doğasıyla ilgili yazılarında, bu konuya ilişkin bir uzlaşının olmamasına sitem eder: ruhun doğası ve bedendeki yeri hakkında hiçbiri uzlaşmadı: "Hipokrat ve Hierophilus, ruhu beyin ventrikülüne oturtmuş; Demokritos ve Aristoteles bedenin tümüne, Epikuros mideye, Stoacılar kalbin içine ve çevresine, Empedokles kana yerleştirmiş; Galen ise bedenin her bir parçasının kendi ruhu olduğunu düşünmüş; Strato, ruhu iki kaşın arasına yerleştirmiş."⁶

Bilinç meselesi, on dokuzuncu ve yirminci yüzyılda normal bilimin sınırları dışında kaldı. Bu mesele bulanık, iyi tanımlanmamış bir alandı; öznel oluşu nedeniyle nesnel deneylere asla konu olmadı. Ciddi araştırmacıların hiçbiri yıllarca bu probleme değinmeyecekti: bilinç hakkında sadece yaşlı bilimcilerin yorum yapması hoş görülüyor ve hobi olarak değerlendiriliyordu. Bilişsel psikolojinin kurucusu George Miller, *Psychology, the Science of Mental Life* [Psikoloji, Zihinsel Hayatın Bilimi] (1962) adlı ders kitabında resmi bir yasaklama önerdi: "Bilinç, herkesin diline sakız olduğu için artık işe yaramaz olan bir kelimedir... "Bilinç" kelimesinin şu an anlaşılmasız olan birçok kullanımı yerine daha net ifadeler bulana kadar, bu kelimeyi belki de on ya da yirmi yıl yasaklamamız gerekir."

Ve kelime gerçekten yasaklandı. 1980'li yılların sonlarında öğrenciyken, laboratuvar toplantılarında bu pis kelimeyi kullanmamıza izin olmadığını öğrenince şaşırılmıştım. Hepimiz şu ya da bu şekilde elbette bilinç üzerine çalıştık; deneklere gördükleri şeyi sınıflandırmalarını ya da karanlıkta zihinsel imgeler yaratmalarını söyledik, ama söz konusu kelime tabu olmaya devam etti: hiçbir ciddi metinde bu kelime kullanılmadı. Deney yapanlar, deneye katılan kişiye bilinç algısı eşiğinde çok kısa

⁶ Michel de Montaigne, *The Complete Essays* (Denemeler), 'Fransızcadan İngilizceye çeviren Michael Andrew Screech (New York: Penguin, 1987), 2:12.

süreyle resimler gösterirken bile katılımcının uyarıyı görüp görmediğini raporda belirtmekle uğraşmadılar. Birkaç önemli istisna hariç,⁷ yaygın kanıya göre *bilinç* kelimesini kullanmanın psikoloji bilimine ciddi hiçbir katkısı yoktu. Yeni doğan pozitif bilişsel bilimde, zihinsel işlemler sadece bilgi işlem ve onun moleküler ve nöronal uygulaması açısından tanımlanıyordu. Bilinç kötü tanımlanmış, gereksiz ve modası geçmiş bir şeydi.

Sonra 1980'li yılların sonlarında her şey değişti. Bilinç meselesi, günümüzde nörobilim araştırmalarının önünde yer alıyor. Nörobilim, kendi bilimsel kurumları ve yayınları olan ilginç bir alandır. Bununla birlikte Descartes'ın önemli meydan okumalarına değiniyor; bunlar arasında beynimizin öznel bir bakış açısını nasıl yarattığı ve bu bakış açısını esnek bir şekilde kullanıp başkalarına anlatabildiği de bulunuyor. Bu kitap, rollerin nasıl değiştiğinin öyküsünü anlatıyor.

Bilinç Kodunu Çözmek

Son yirmi yıldır bilişsel bilim, nörofizyoloji ve beyin görüntüleme alanlarında bilinçle ilgili sağlam deneysel ataklar gerçekleştirildi. Sonuç olarak bilinç meselesi yoruma dayalı olmaktan çıkıp deneysel yaratıcılık konusu oldu.

Bu kitapta, felsefi bir gizemi bir laboratuvar olgusuna dönüştürmüş olan stratejiyi çok ayrıntılı olarak inceleyeceğim. Üç temel unsur bu dönüşümü mümkün kıldı: bilincin daha iyi bir tanımının dile getirilmesi, bilince deneysel olarak müdahale edilebileceğinin keşfedilmesi ve öznel olgunun yeni bir yönü.

Bilinç kelimesi, günlük konuşmada kullandığımız şekliyle birçok belirsiz anlam içerir, geniş bir karmaşık olgu yelpazesini kapsar. O halde ilk görevimiz bu karışıklığa bir düzen getirmektir. Meseleyi, hassas deneylerin yapılabileceği belirli bir noktaya kadar daraltmaktır. Çağdaş bilinç bilimi, görüleceği gibi en az üç kavramı ayırt eder: tetikte olma hali (uyuduğumuz ya da uyan-

⁷ Örneğin Posner ve Snyder 1975/2004; Shallice 1979; Shallice 1972; Marcel 1983; Libet, Alberts, Wright ve Feinstein 1967; Bisiach, Luzzatti ve Perani 1979; Weiskrantz 1986; Frith 1979; Weiskrantz 1997.

dığımızda değişime uğrayan tetikte olma hali); dikkat (zihinsel kaynaklarımızı belli bir bilgi parçasına odaklamak) ve bilinçli erişim (dikkatimizi verdiğimiz bilginin bir kısmını er geç fark ettiğimiz ve başkalarına anlatabilir hale geldiği gerçeği).

Benim savunduğum şey, gerçek bilinç dediğimiz şeyin bilinçli erişim olduğudur (uyanık haldeyken neye odaklanacağımıza karar vermemizin bilinçli olabileceği gibi basit bir gerçek). Ne tetikte olmak ne de dikkat tek başına yeterlidir. Tamamen uyanırken ve dikkatimizi verdiğimiz durumlarda bazen bir nesne görebilir ve nasıl algıladığımızı bazen başkalarına aktarabilir bazen aktaramayız (nesne belki belli belirsizdir ya da görünemeyecek kadar kısa süre gösterilmiştir). Bu iki halden ilkinde *bilinçli erişimi* gerçekleştirdiğimiz söylenir, ikincisindeyse gerçekleşmemiştir (ancak beynimizin bu bilgiyi bilinçdışı olarak işlediğini ileride göreceğiz).

Bilinçli erişim, yeni bilinç biliminde iyi tanımlanmış bir olgu olup tetikte olma ve dikkatten farklıdır. Dahası, laboratuvarda kolaylıkla incelenebilir. Algılanmayan ve algılanan, görünmeyen ve görünen arasındaki sınırı bir uyarının aşabildiği onlarca yolu artık biliyoruz ve bu da bize bu sınır aşmaların beyinde neyi değiştirdiğini derinlemesine araştırma imkânı veriyor.

Bilinçli erişim aynı zamanda daha çapraşık bilinçli hallere geçiştir. Günlük konuşma dilinde bilincimizi genellikle kendi benlik duygumuzla birleştiririz (beynin bakış açısı oluşturmaması, çevresine belli bir görüş açısından bakan bir "ben"). Bilinç ayrıca yinelemeli olabilir: bizim "ben" kendisine bakarak kendi performansı hakkında yorum yapabilir, hatta bir şeyi bilmediğini bilebilir. İyi haber ise şu: bilincin bu üst seviyedeki anlamları artık deneylere kapalı değil. Laboratuvarlarımızda "benin" dış çevresi ve kendisi hakkında hissettiklerini ve aktardıklarını ölçmeyi öğrenmiş bulunuyoruz. Hatta benlik duygusuna müdahale edebildiğimiz için insanlar manyetik rezonans görüntüleyicinin içinde yatarken bazen bedenlerini terk edip kendilerini dışarıdan izlediklerini hissediyorlar.

Bazı filozoflar, yukarıda belirttiğimiz bu fikirlerin hiçbirinin sorunu çözmeyeceğini düşünmeye devam ediyor. Sorunun öz-

nün, "fenomenolojik farkındalık" dedikleri başka bir bilinç algısında yattığına inanıyorlar: yani hepimizde var olan sezgisel duygu, içsel hallerimizin özel niteliklere sahip olması, örneğin dış ağrısının şiddeti ya da körpe bir yaprağın o eşsiz yeşili gibi. Bu içsel niteliklerin nöronlarla ilgili bilimsel bir tanıma asla indirgenemeyeceğini, doğaları gereği kişisel ve öznel olduğunu ve dolayısıyla başkalarıyla kapsamlı bir sözlü iletişime karşı koyduğunu söylüyorlar. Ama ben buna katılmıyorum ve bilinçli erişim kavramından farklı olan fenomenolojik bilinç kavramının çok yanıltıcı olduğunu ve ikiciliğe doğru giden kaygan bir zemin takip ettiğini savunacağım. İşe basitten başlayıp önce bilinçli erişimi incelememiz gerekir. Duyulardan gelen herhangi bir bilgi parçacığının zihnimize nasıl erişebildiği ve başkalarına anlatılabilir olduğu meselelerine açıklık getirdikten sonra, çözülmesi imkânsız olan bu tarif edilemeyen haller problemi yok olup gidecektir.

Görmek ya da Görmemek

Bilinçli erişim, bizleri yanıltacak kadar açıktır: gözümüzü bir nesneye çeviririz ve cismin şeklini, rengini ve ne olduğunu sanki anında fark ederiz. Ancak algısal farkındalığımızın ardında, bilinç devreye girmeden önce milyarlarca görsel nöron içeren ve yarım saniye kadar süren girift, çığ gibi bir beyinsel faaliyet yatar. Bu uzun işlem zincirini nasıl analiz edebiliriz? Hangi kısmın tamamen bilinçdışı ve otomatik faaliyet olduğunu, hangi kısmın bilinçli görme algımıza yol açtığını nasıl anlayabiliriz?

Modern bilinç biliminin ikinci unsuru işte burada devreye girer: bilinçli algılama mekanizması için artık elimizde güçlü bir deneysel araç var. Bilişsel bilimciler son yirmi yıl içinde bilince müdahale etmenin çok çeşitli yollarını keşfetti. Deney tasarımındaki ufacak bir değişiklik görmemizi ya da görmememizi sağlayabilir. Bir kelimeyi çok kısa bir an gösterirsek izleyiciler kelimeyi fark etmeyecektir. Denek, dikkatle karıştırılmış bir sahne hazırladığımızda sahnedeki unsurlardan birini hiç görmez, çünkü diğer öğeler içerideki bilinçli algı yarışını her zaman kazanır. Ayrıca

dikkatinizi dağıtabiliriz: her sihirbazın bildiği gibi, izleyicinin zihni bir başka düşünce zincirine odaklanırsa en belirgin el kol hareketleri bile tamamen görünmez olabilir. Beyninizin sihirbazlık yapmasını bile sağlayabiliriz: iki gözünüze (birine ve diğerine) iki farklı imge gösterdiğimiz zaman, beyin kendiliğinden kararsız kalır ve resimlerden önce birini, sonra diğerini görmenize izin verir, ama ikisini asla aynı anda göremezsiniz.

Algılanan, farkına varılan imge ve yarışı kaybeden, bilinçdışı kayıtsızlık yüzünden yok olan imge arasında, veri girişi tarafında minimal fark olabilir. Ancak bu fark beyinde güçlendiriliyor olmalı, çünkü sonuç olarak imgelerden birini anlatabilirken diğerini anlatamıyorsunuz. Bu güçlendirmenin tam olarak nerede ve ne zaman gerçekleştiğini bulmak, yeni bilinç biliminin konusudur.

Deneylerde bilinçli ve bilinçdışı algılama arasında minimal zıtlık yaratma stratejisi, erişilmez sanılan bilinç mabedinin kapılarını sonuna kadar açan temel düşünceydi.⁸ Yıllar geçtikçe, belli bir koşulda bilinçli algılamaya yol açarken başka bir koşulda bilinçli algılamamanın görünmediği uygun deneysel zıtlıkları keşfettik. O ürkütücü bilinç meselesi, iki deneme setini birbirinden ayırt eden beyin mekanizmalarının deneysel olarak çözülmesi sorununa indirgendi (ki bu çok daha kolay çözülebilir bir meseledir).

Öznelliği Bilime Çevirmek

Bu araştırma stratejisi yeterince basit olsa da tartışmalı bir adıma dayanıyordu. Kişisel olarak ben bu adımı, yeni bilinç biliminin üçüncü temel unsuru olarak görüyorum: bu unsur, öznel bildirimleri ciddiye almaktır. İnsanlara iki tip görsel uyarı sunmak yeterli değildi; deney yapanlar olarak, deneklerin uyarılar hakkında ne düşündüğünü dikkatle kaydetmemiz gerekti. Deneğin iç gözlemleri çok önemliydi: iç gözlem, tam da incelemeyi hedeflediğimiz olguyu belirledi. Deneyi yapan bir imge görebildiği halde denek aynı şeyi gördüğünü reddediyorsa, önemli

⁸ Baars 1989.

olan deneğin reddetmiş olmasıdır (imgenin görünmez olarak kaydedilmesi gerekir). Dolayısıyla psikologlar, öznel iç gözlemi mümkün olduğunca doğru izlemenin yeni yollarını bulmaya zorlandılar.

Öznelliğe bu şekilde önem verilmesi psikoloji için bir devrim oldu. Yirminci yüzyılın başında, John Broadus Watson (1878–1958) gibi davranışçılar iç gözlemi psikoloji biliminden zorla atmıştı:

Davranışçı için psikoloji, doğal bilimlerin tamamen nesnel deneylere dayanan bir dalıdır. Psikolojinin teorik amacı, davranışı öngörmek ve kontrol etmektir. İç gözlem, psikolojik yöntemlerin zorunlu bir parçası değildir ve gözlem verilerinin bilimsel değeri de bilinç açısından yoruma açık olan isteğe bağlı değildir.⁹

Davranışçılık zamanla reddedilmiş olsa da kalıcı iz bıraktı: yirminci yüzyıl boyunca iç gözleme yapılan her gönderme psikolojide kuşkuyla karşılandı. Ancak ben bu dogmatik duruşun tamamen yanlış olduğunu savunuyorum. Bu yaklaşım, araştırma yöntemi olarak iç gözlem ile ham veri olarak iç gözlem arasındaki farkı yadsıyor. Araştırma yöntemi olarak iç gözleme güvenilemez.¹⁰ Toy deneklere güvenip, zihinlerinin nasıl çalıştığını bize söylemelerini elbette bekleyemeyiz; aksi takdirde bu bilim fazla kolay olurdu. Deneğin başından geçen öznel şeyleri, örneğin bedenini terk edip tavana uçtuğunu ya da rüyalarında ölmüş ninesiyle karşılaştığını anlattığında, sözlerini harfiyen dikkate almamalıyız. Ancak bir anlamda bu tür tuhaf iç gözlemlere bile güvenmek gerekir: bu iç gözlemler, denek yalan söylemiyorsa açıklama bekleyen gerçek zihinsel olaylara karşılık gelir.

Doğru bakış açısı, öznel bildirimleri ham veri olarak ele almaktır.¹¹ Bedenini terk edip tavana uçtuğunu iddia eden bir kişi, gerçekten tavana sürüklendiğini *hisseder* ve bizler bu tür hislerin neden ortaya çıktığını anlamaya uğraşmazsak bilinç bilimi diye bir şey olmaz. Yeni bilinç bilimi aslında görsel yanılsama,

⁹ Watson 1913.

¹⁰ Nisbett ve Wilson 1977; Johansson, Hall, Sikstrom ve Olsson 2005

¹¹ Filozof Daniel Dennett bu yaklaşıma "heterofenomenoloji" diyor (Dennett 1991).

yanlış algılanan resimler, psikiyatrik kuruntular ve diğer hayal ürünleri gibi tamamen öznel olan olgulardan muazzam faydalanır. Nesnel fiziksel uyarı ve öznel algılamayı birbirinden ayırt edebilmemizi ve dolayısıyla nesnel fiziksel uyarıdan çok öznel algılamamın beyin bağlantılarını araştırmamızı sadece bu olaylar sağlar. Biz bilinç bilimcilerinin en çok sevindiği şey, öznel olarak görünen ya da görünmeyen yeni bir görsel bulmak ya da bazen işitildiği bazen de işitilmediği bildirilen bir ses keşfetmektir. Deneklerin ne hissettiğini her deneyde titizlikle kaydettiğimiz sürece işler yolunda demektir, çünkü ancak bu koşulda denemeleri bilinçli ve bilincin yerinde olmadığı haller diye sınıflandırabiliriz ve bunları birbirinden ayıran beyin faaliyeti örüntülerini araştırabiliriz.

Bilinçli Düşünce İmleri

Bu üç unsur (bilinçli erişime odaklanma, bilinçli algıya müdahale etme ve iç gözlemi titizlikle kaydetme), bilinç konusundaki araştırmaları normal deneysel bir bilime dönüştürmüştür. İnsanların görmediklerini iddia ettiği bir resmin aslında beyin tarafından ne kadar işlendiğini derinlemesine araştırabiliriz. İleride göreceğimiz gibi, bilinçli zihnimizin derinliklerinde şaşırtıcı miktarda bilinçli olmayan işlem meydana geliyor. Eşik altı imgeler kullanarak yapılan araştırmalar, bilinçli hallerde beyin mekanizmasını incelemek için bize sağlam bir zemin sağladı. Modern beyin görüntüleme yöntemleri, bilinçdışı bir uyarının beyinde nereye kadar yolculuk edebileceğini ve tam olarak nerede durduğunu araştırmamız için imkân sağlıyor ve dolayısıyla hangi nöron faaliyeti örüntülerinin yalnız bilinçli işlemle bağlantılı olduğunu belirliyor.

Araştırma ekibim, fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemeyen (fMRI) elektroansefalografi ve manyetoansefalografiye kadar mevcut tüm faydalı araçları on beş yıldır kullanıyor ve hatta serebrumun [büyük beyin] bilinci nasıl desteklediğini belirlemek üzere insan beyninin içine elektrotlar yerleştiriliyor. Dünyanın her yerindeki diğer birçok laboratuvar gibi, bizim la-

boratuvarımız da manyetik görüntülemeye giren kişinin sadece bilinçli tepki vermesi halindeki (ben buna “bilinç imleri” diyorum) beyin faaliyeti örüntülerini sistematik deneylerle araştırıyor. Yaptığımız araştırmalar başarılı oldu. Art arda yapılan deneylerde aynı imlerle karşılaştık: kişi bir resmin, kelimenin, rakamın ya da sesin farkına vardığı zaman birçok beyin faaliyeti göstergesi muazzam değişti. Bu imler oldukça kararlı ve çok çeşitli görsel, işitsel, dokunmayla ilgili ve bilişsel uyarılmalar gözlemlenebiliyor.

Bilinçli her insanda var olan ve yeniden elde edilebilir olan bilinç imlerinin deneysel keşfi, atılan ilk adımdır. Teorik olarak da çalışmak gerekiyor: Bu imler nereden kaynaklanıyor? İmler neden bilinçli beyinde beliriyor? Beynin neden sadece belli bir halinde içsel bilinçli durumlar ortaya çıkıyor? Günümüzde hiçbir bilimci bu problemleri çözdüğünü iddia edemez, ama elimizde bazı güçlü ve sınanabilir varsayımlar var. Çalışma arkadaşlarımla birlikte, “bütünsel nöron çalışma alanı” dediğimiz bir teori geliştirdik. Bilincin, korteksin içinde bütünsel bilgi yayımlama olduğunu öne sürüyoruz: bilinç, varlık sebebi uygun bilginin büyük ölçekli paylaşımı olan bir nöron ağından kaynaklanır.

Filozof Daniel Dennett, bu düşünceyi uygun bir şekilde “beyindeki şöhret” diye adlandırıyor. Bütünsel nöron çalışma alanı sayesinde, bizi çok etkileyen her fikri istediğimiz sürece aklımızda tutabiliyoruz ve gelecekle ilgili her türlü planımıza dahil ettiğimizden emin oluyoruz. Dolayısıyla beynin hesaplama sisteminde bilincin kesin bir rolü var (birbiriyle bağlantılı düşünceleri seçiyor, güçlendiriyor ve naklediyor).

Bilincin yayımlama fonksiyonundan hangi devre sorumlu? Bilinçli mesajların, beyinde özel bir nöron grubu tarafından dağıtıldığına inanıyoruz: uzun aksonlarıyla korteksi tarayan dev hücreler, korteksi tümleşik bir bütüne bağlıyor. Bu mimarinin bilgisayar simülasyonlarında, bizim temel deneysel bulgularımız yeniden ortaya çıktı. Gelen duyuşsal bilgilerin önemi konusunda anlaşılan beyin bölgeleri yeterince çok olduğunda, büyük ölçekli bütünsel iletişim halinde senkronize oluyorlar. Geniş bir

ağ, yüksek seviyeli faaliyeti ateşliyor (bu ateşlemenin doğası, bizim deneysel bilinç imlerimizi açıklıyor).

Bilinçli olmayan işlemler derin olabilir, ama bilinçli erişim ek bir işlevsellik katmanı ekliyor. Bilincin yayımlama işlevi, özellikle güçlü işlemler gerçekleştirmemize imkân sağlıyor. Bütünsel nöron çalışma alanı düşünce deneyleri için, dış dünyadan yalıtılabilen tamamen zihinsel işlemler için bir iç boşluk açıyor. Önemli verileri bu sayede istediğimiz sürece aklımızda tutabiliyoruz. Veriyi bir başka keyfi zihinsel işleme aktarabiliyoruz, dolayısıyla Descartes'ın aradığı esnekliği beyinlerimiz kazanmış oluyor. Bilgi bilinçli hale geldikten sonra bir dizi isteğe bağlı işleme girebilir (bilgi artık dönüşlü olarak işlenmez, ama istenirse üzerinde düşünülüp yönü değiştirilebilir). Ve dil alanları bağlantısı sayesinde bu bilgiyi başkalarına aktarabiliriz.

Bütünsel nöron çalışma alanı kadar temel olan şey, bu çalışma alanının bağımsızlığıdır. Son dönemde yapılan çalışmalar, beyin, yoğun şekilde kendiliğinden gelişen faaliyetlerin yuvası olduğunu ortaya çıkardı.

Dış dünyadan değil de içeriden kaynaklanan, yani nöronların kısmen rasgele şekilde kendini aktive etmek gibi ilginç bir yeteneğinden kaynaklanan içsel faaliyetlerin bütünsel örüntüleri, beyni sürekli olarak çaprazlama kateder. Sonuç olarak Descartes'ın organ mecazının tersine, bütünsel nöron çalışma alanı girdi/çıktı şeklinde çalışmaz ve çıktı üretmeden önce uyarılmayı beklemez. Tersine, beyin zifiri karanlıkta bile nöron faaliyetlerinin bütünsel örüntülerini yayarak William James'in "bilinç seli" (öncelikle şu anki amaçlarımız tarafından şekillendirilen ve nadiren duyulardan bilgi isteyen, birbirine gevşek bağlanmış düşüncelerin kesintisiz akışı) dediği şeyi oluşturur. René Descartes, davranışımızı şekillendirmek üzere niyetlerin, düşüncelerin ve planların sürekli pat diye ortaya çıktığı bu tür bir makineyi hayal edemezdi. Descartes'ın meydan okumasına çözüm getiren ürünün "özgür iradeli" makine olduğunu savunuyorum ve bu makine giderek iyi bir bilinç modeline benziyor.

Bilincin Geleceği

Geleceği kavrayışımız hâlâ ilkel. Gelecek neler saklıyor? Bu kitabın sonunda o derin felsefî soruya tekrar döneceğiz, ama elimizde daha iyi bilimsel cevaplar olacak. Dolayısıyla bilinci giderek daha fazla kavramamız, kendimizle ilgili en derin sorguların bazılarını çözmeye bize yardım etmekle kalmayıp toplumsal zor kararlarla yüzleşmemize de yardım edecek ve hatta insan zihninin hesaplama gücünü taklit eden yeni teknolojileri geliştirecektir.

Birçok ayrıntının hâlâ açıklık kazanmadığı kesin, ama bilinç bilimi artık sadece bir varsayım olmaktan çıkmıştır. Tıbbi uygulamalar artık elimizin altında. Dünyanın çeşitli yerlerindeki sayısız hastanede komada olan ya da bitkisel hayat süren, felç ya da araba kazası nedeniyle beyinleri tahribata uğramış ya da kısa süre oksijensiz kalmış binlerce hasta korkunç bir tecrit içinde, hareket etmeden, konuşmadan yatıyor. Bu hastaların bilinci tekrar yerine gelecek mi? Bazılarının bilinci belki de şu an yerinde, ama tamamen “kilitlenmiş” durumda olabilir ve bunu bize anlatamıyor olabilirler mi? Beyin görüntüleme çalışmalarımızı bilinçli hallerin gerçek zamanlı monitörü haline getirerek bu hastalara yardım edebilir miyiz?

Laboratuvarım, bir insanın bilinçli olup olmadığını güvenilir şekilde belirlemeye başlayan yeni ve etkili testleri artık tasarlıyor. Nesnel bilinç imlerinin kullanıma hazır olması, dünyanın her yerindeki koma kliniklerine şimdiden yardım ediyor ve bebeklerin bilinçli olup olmadığı, ne zaman bilinçli olacağı şeklindeki ilgili soru için yakında bilgi sağlayacak. Hiçbir bilim dalı, *olan şeyi olması gereken* şeye asla çeviremeyecektir, ancak hastalarda ya da bebeklerde öznel duyguların olup olmadığını nesnel olarak belirlemeyi bir kez başardıktan sonra daha iyi etik kararlar vereceğimize inanıyorum.

Bilinç biliminin bir başka ilginç uygulaması, programlama teknolojilerini içeriyor. Beyin devrelerini bilgisayar ortamında taklit etmeyi başarmamız mümkün olabilir mi? Bilinçli bir bilgisayar yapmak için şu anki mevcut bilgiler yeterli mi? Yeterli

değilse ne gerekiyor? Bilinç teorisi geliştikçe, bilincin gerçek nöronlar ve devrelerle yaptığı işlemleri taklit eden elektronik çiplerin yapay mimarisini yaratmak mümkün olmalı. Acaba bir sonraki adım, kendi bilgisinin farkında olan bir makine mi? Bu makineye benlik duygusu ve hatta özgür irade kazandırabilir miyiz?

Sizi şimdi en ileri bilinç bilimine doğru bir yolculuğa, "Kendini bil," Yunan özdeyişinin daha derin anlamı olduğunu garanti edecek bir araştırmaya davet ediyorum.

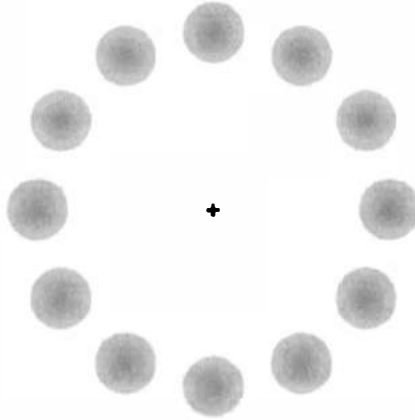
BİLİNÇ ARTIK LABORATUVARDA

Bilinç nasıl oldu da bilim haline geldi? Öncelikle bu sorunun olası en basit tanımına odaklanmamız gerekti. Özgür irade ve kendini bilmek gibi can sıkıcı meseleleri sonraya bırakıp daha sınırlı bir mesele olan bilinçli erişime (bazı duyularımız bilinçli algıya dönüşürken, diğerlerinin bilinçdışı kalması) odaklandık. Ardından, birçok basit deney sayesinde bilinçli algı ve bilinçli olmayan algı arasında çok küçük zıtlıklar yaratabildik. Bugün istersek, bir imgeyi tamamen deneysel kontrol altında tutarak kelimenin gerçek anlamında görünmez kılabiliriz. Aynı imgenin bazen bilinçli algılandığı sınır koşulları tanımlayarak, uyarıyı sabit tutup beynin iki durum arasında geçiş yapmasına bile izin verebiliriz. Bu durumda imgeyi izleyen kişinin iç gözlemlerini toplamak hayati önem taşır, çünkü iç gözlemler bilincin içeriğini belirler. Sonunda basit bir araştırma programımız oldu: öznel hallerin nesnel mekanizmalarını, yani beyin faaliyetinde bilinçdışı olandan bilinçli olana geçişin belirtileri olan "sistemik" imleri araştırmak.

Şekil 3'teki görsel yanılsamaya bakın: Siyah artı işaretini çevreleyen açık gri on iki benek. Şimdi ortadaki artı işaretine gözünüzü ayırmadan bakın. Birkaç saniye sonra bazı gri beneklerin soluklaşıp kaybolduğunu ve sonra tekrar netleştiğini görmeniz gerekiyor. Birkaç saniye beneklerin farkına varmıyorsanız, sonra pat diye ortaya çıkıyorlar. Bazen bütün benekler kayboluyor, geçici olarak boş sayfa ile baş başa kalıyorsunuz (ama birkaç saniye sonra daha koyu gri olarak geri dönüyorlar).

Nesnel olarak sabit olan bir görsel sunumu, rasgele ve öznel olarak fark edebiliriz ya da etmeyebiliriz. Bu derin gözlem, çağdaş bilinç biliminin temelini oluşturuyor. Nobel Ödülü sahibi merhum Francis Crick ve nörobiyolog Christof Koch, beyinde bilinçli uyarıya karşı bilinçdışı uyarının kaderini bilimcilerin

izlemesi için bu tür görsel yanılsamaların bir araç olduğunu 1990'lı yıllarda birlikte fark etmişler.¹



ŞEKİL 3. “Troxler sönümlemesi” denilen görsel yanılsama, öznel bilinç içeriğine müdahale etmenin birçok yolundan birini gösteriyor. Ortadaki artı işaretinden gözlerinizi ayırmayın. Birkaç saniye sonra bazı gri beneklerin kaybolması, ardından rasgele anlarda ortaya çıkması gerekiyor. Burada nesnel uyarı sabittir, ama öznel yorumu sürekli değişir. Beyninizde bir şeylerin değişmiş olması gerekir (bu değişimi izlemek mümkün mü?).

Bu araştırma programı, en azından kavramsal olarak hiçbir ciddi sorun yaratmıyor. Örneğin on iki benek deneyi sırasında, beneklerin görüldüğü anlarda beynin farklı yerlerindeki nöronların ateşlemelerini kaydedebiliyor ve beneklerin görünmediği anlarda yapılan kayıtlarla karşılaştırabiliyoruz. Crick ve Koch'un bu tür araştırmalar için uygun alan olarak görme yeteneğini seçmelerinin sebebi, görsel bilgiyi retinadan kortekse taşıyan nöronal yolları ayrıntılı olarak anlamaya başlamış olma-

¹ Crick ve Koch 1990a; Crick ve Koch 1990b. Başka birçok psikolog ve nörobilimci, emin olmak için bilinçte indirgemeci bir araştırma gündeminin önemini daha önce vurgulamıştı (bkz. Churchland 1986; Changeux 1983; Baars 1989; Weiskrantz 1986; Posner 1975/2004; Shallice 1972). Ama bence Crick ve Koch'un makaleleri, görme yeteneğine odaklanan gerçekçi yaklaşımlarıyla deneysel bilimcilerin dikkatinin bu alana çekilmesinde önemli bir rol oynadı.

mızın dışında, görünen ve görünmeyen uyarıyı karşılaştırmak için kullanılabilen sayısız görsel yanılsamanın var olmasıdır.² Görünen ve görünmeyen uyarıların ortak yanı var mı? Bilinçli tüm hallerin asıl sebebi olan ve beyindeki bilinçli erişimde tek tip “im” sağlayan tek bir beyin faaliyeti örüntüsü var mı? Böyle- si bir im örüntüsü bulmak, bilinç araştırmalarında ileri atılmış önemli bir adım olurdu.

Crick ve Koch, gerçekçi tutumlarıyla problemi göz önüne serdiler. Onları izleyen onlarca laboratuvar, az önce yaşamış olduğunuza benzeyen basit görsel yanılsamalar kullanılan deneyler yaparak bilinci incelemeye başladı. Bu araştırma programının üç özelliği, bilinç incelemelerinde deneysel yaklaşımı birden mümkün kıldı. Birincisi, yanılsamalar ayrıntılı bir bilinç kavramı gerektirmiyordu (bilinçli erişim olarak adlandırdığım basit görme ya da görmeme eylemi yeterlidir). İkincisi araştırma yapmak için birçok illüzyon mevcuttu (bilişsel bilimcilerin istedikleri zaman kelimeleri, resimleri, sesleri ve hatta gorilleri yok eden onlarca teknik tasarladığını göreceğiz). Üçüncüsü bu tür yanılsamalar fazlasıyla özeldir (beneklerin zihninizde kaybolduğu zamanı ve yeri sadece siz söyleyebilirsiniz). Yine de sonuçlar tekrarlanabilir özelliktedir: benekleri izleyen kim olursa olsun sonuçta aynı şeyi yaşadığını söyler. Reddetmenin anlamı yok: farkındalığımızda gerçek, garip ve büyüleyici bir şeylerin olduğunu hepimiz kabul ediyoruz. Bu konuyu ciddiye almak gerekir.

Şu üç hayati bileşenin, bilimin bilince ulaşmasını sağladığını savunuyorum: bilinçli erişime odaklanmak; bilince keyfi müdahale etmek için tam teçhizatlı hile kullanmak; öznel bildirimleri gerçek bilimsel veri olarak ele almak. Şimdi bu üç noktayı sırasıyla ele alalım.

Bilincin Farklı Yönleri

Bilinç: algı, düşünce ve duyguların olması; farkındalık. Bu terimi, bilincin ne anlama geldiği kavranmadığı zaman anlaşılmaz

² Kim ve Blake 2005.

olan terimlerle tanımlamaktan öte bir seçenek mümkün değildir... Bilinç hakkında okumaya değer bir şey henüz yazılmadı.

—Stuart Sutherland, *International Dictionary of Psychology*
(Uluslararası Psikoloji Sözlüğü) (1996)

Bilim genellikle, doğal dilin bulanık kategorilerini arılaştıran yeni ayrımlar oluşturarak gelişir. Isı ve sıcaklık kavramlarının birbirinden ayrılması, bilim tarihinden klasik bir örnektir. Günlük sezgiler bu ikisini aynı kefeye koyar. Ne de olsa bir şeye ısı verilirse o şeyin sıcaklığı artar, öyle değil mi? Yanlış (bir buz kalıbı ısıtıldığı zaman sıcaklığı sıfır santigrat derecede sabit kalacak şekilde erir). Bir maddenin sıcaklığı yüksek olabilir (örneğin havai fişek kıvılcımı birkaç bin santigrat dereceye çıkabilir) ama çok az ısısı olduğu için (çünkü kütlesi çok küçüktür) cildi yakmaz. Isı (iletilen enerji miktarı) ve sıcaklığın (bir cismin ortalama kinetik enerjisi) birbirinden ayırt edilmesi, termodinamikte gelişme sağlamanın anahtarıydı.

Bilinç kelimesi, günlük konuşma dilinde kullandığımız şekliyle meslekten olmayan bir kişinin kullandığı ısı kelimesine benzer: ciddi kafa karışıklığı yaratan birden fazla anlamı bir araya getirir. Bu bilim dalında düzen sağlamak için önce bu kavramları sınıflandırmalıyız. Bu kitapta, bu kavramlardan biri olan *bilinçli erişimin* iyi tanımlanmış bir soruya işaret ettiğini, bu soruya yeterince odaklanılarak modern deneysel araçlarla incelendiğini ve problemin tamamını aydınlatma şansının yüksek olduğunu savunuyorum.

Peki, bilinçli erişim derken ne kastediyorum? Algılarımız her an muazzam bir duyuşal uyarı akışına maruz kalır, ancak görünüşe göre bilinçli zihnimiz bunun çok ufak bir kısmına ulaşıyor. Her sabah işe giderken aynı evlerin önünden geçiyorum, ama çatılarının rengini ya da kaç penceresi olduğunu hiç fark etmiyorum. Masama oturmuş bu kitabı yazarken retinam çevredeki nesnelere, fotoğraflara, resimlere ve bunların şekil ve renklerine dair bilgi bombardımanına uğruyor. Aynı zamanda kulaklarım müzikle, kuş sesleriyle, komşulardan gelen sesle doluyor (ancak ben kitap yazmaya odaklanmışken, dikkat dağıtan bu ufak tefek şeyler bilinçdışı arka planda kalıyor).

Bilinçli erişim, aynı anda son derece açıktır ve aşırı seçicidir. Bilinçli erişimin *potansiyel* repertuarı son derece geniştir. Herhangi bir anda dikkatimi başka yöne çevirip bir rengin, kokunun, sesin, geçmişte kalan bir hatıranın, duygunun, stratejinin, hatanın (hatta *bilinç* kelimesinin birden fazla anlamının) farkına varabilirim. Bir pot kırsam *kendimin* bile *farkına* varabilirim (yani duygularım, stratejilerim, hatalarım ve pişmanlıklarım bilinçli zihnimde yer alır). Ancak herhangi bir anda bilincin *gerçek* repertuarı ciddi şekilde sınırlıdır. Esas olarak, her defasında tek bir bilinçli düşünceye yer verebiliyoruz (gerçi tek bir düşünce, bir cümlemin anlamını düşünürken yaptığımız gibi birçok alt bileşeni olan azımsanamayacak "iri bir parça" olabilir).

Bilinç, kapasitesi sınırlı olduğu için bir öğeye erişebilmek için diğerinden uzaklaşmak zorundadır. Bir an için okumaya ara verin, bacaklarınızın ne şekilde durduğuna bakın; bacağınızın bazı yerlerinde belki baskı olduğunu ya da ağrıdığını hissedersiniz. Bu artık bilinçli bir algıdır. Ama bir saniye önce *bilinç öncesiydi* (erişilebilir, ama erişilmemiş, bilincin olmadığı hallerin o geniş havuzunda uyku halinde). Algının işlenmemiş olarak kalması şart değildir: bu tür bedensel sinyallere yanıt olarak bilinçdışı olarak sürekli duruşunuzu değiştirirsiniz. Ancak bilinçli erişim, zihninizin bu algıya ulaşabilmesini sağladı (bu algı, aynı anda dil sisteminiz ve bellek, dikkat, niyet ve planlama gibi diğer birçok işlem için erişilebilir oldu). Bilinç öncesinden bilinçli hale yapılan bu geçişin, bir bilgi parçasını aniden fark edilir kıldığını bundan sonraki bölümlerde tartışacağım. Bu sırada neler olduğu sorusuna, yani bilinçli erişimin beyin mekanizmalarına bu kitapta açıklık getirmeyi umuyorum.

Bunun için, salt dikkat ile bilinçli erişimi birbirinden daha da ayırt etmemiz gerekiyor (hassas ama zorunlu bir adım). Dikkat nedir? William James, dönüm noktası yaratan eseri *The Principles of Psychology*'de (Psikolojinin İlkeleri, 1890) ünlü bir tanım öne sürer. James, dikkat "aynı anda gerçekleşebilecek birçok nesne ya da düşünce zincirinden birine zihin tarafından net ve canlı şekilde el konulmasıdır" der. Bu tanım ne yazık ki farklı be-

yin mekanizmaları olan iki farklı kavramı, yani *seçme* ve *erişim* kavramlarını aslında birleştiriyor. William James'in "zihnin el koyması" dediği şey, aslında benim bilinçli erişim dediğim şeydir. Bilginin düşüncemizde öne getirilmesi ve bu sayede "akılda tuttuğumuz" bilinçli zihinsel bir nesne haline gelmesidir. Tanımı gereği, dikkatin bu özelliği ve bilinç kesişir: bir nesne, onu ifade edebileceğimiz şekilde (sözlü ya da el kol hareketiyle ifade) zihnimize el koyduğu zaman o nesnenin bilincine varmış oluruz.

Ancak James'in tanımı ikinci bir kavram içeriyor: olası birçok düşünce zincirinden birinin yalıtılması. Biz buna artık "seçici dikkat" diyoruz. Duyusal çevremiz her an olası sayısız algıyla uğulduyor. Benzer şekilde belleğimiz, bilincimizde hemen yüzeye çıkabilecek olan bilgilerle doludur. Dolayısıyla beyin sistemlerimizin çoğu, aşırı bilgi yüklenmesini önlemek için seçici bir filtreleme yapar. Olası sayısız düşünceler arasından bilinçli zihnimize ulaşan şey *sütün kaymak tabakasıdır*, dikkat dediğimiz çok karmaşık bir süzgecin ürünüdür. Beynimiz ilgisiz bilgileri acımadan kaldırıp atar ve dikkat çekmesine ya da o anki amaçlarımıza uygunluğuna bakarak sonunda tek bir bilinçli nesneyi yalıtır. Ardından, bu uyarı güçlendirilerek davranışımızı yönlendirebilecek hale gelir.

Dikkatin hepsi olmasa da çoğu seçici işlevi bizim farkındalığımızın dışında çalışmak zorundadır. Düşüncelerimize konu olmaya aday tüm nesneleri önce bilinçli olarak elemek zorunda olsaydık düşünebilmemiz nasıl mümkün olurdu? Dikkatin süzgeci daha çok bilinçdışı çalışır (dikkat, bilinçli erişimden ayırt edilebilir). Günlük hayatta çevremiz, genellikle uyarıcı bilgiyle tıka basa doludur ve hangi unsura erişeceğimizi seçmek için yeterince dikkat etmek zorundayız. Dolayısıyla dikkat, genellikle bilinç için bir eşik görevi görür.³ Ancak deney yapanlar, sadece bir bilgi parçasının olduğu koşulları laboratuvarında yaratabilir (dolayısıyla bu bilgiyi fark etmek için deneğin seçim yapmasına pek gerek kalmaz).⁴ Tersine, dikkat birçok durumda gizlice

³ Posner 1994.

⁴ Wyart, Dehaene ve Tallon-Baudry 2012; Wyart ve Tallon-Baudry 2008.

çalışır, gelen bilgiyi el altından güçlendirir ya da sıkıştırır ama nihai sonucun asla farkına varmayız. Kısacası, seçici dikkat ve bilinçli erişim farklı süreçlerdir.

Dikkatlice ayrı tutmamız gereken üçüncü bir kavram var: tetikte olmak. Bu kavrama “geçişsiz bilinç” de deniyor. İngilizcede *bilinçli* sıfatı geçişli olabilir: bir *modanın*, *dokunuşun*, *karınca- lanmanın* ya da *diş ağrısının* bilincinde olabiliriz. Bu durumda bilinçli kelimesi “bilinçli erişimi,” yani bir nesnenin farkına varabileceğimizi ya da varmayabileceğimizi belirtir. Ancak *bilinçli* kelimesi, “yaralı askerin bilinci yerindeydi” ifadesinde olduğu gibi geçişsiz de olabilir. Bilinçli kelimesi burada çok aşamalı bir *hali* kasteder. Bu anlamda bilinç biz uyurken, bayıldığımızda ya da genel anestezinin etkisi altındayken kaybettiğimiz genel bir yetenektir.

Bilimciler kafa karışıklığını önlemek için bu anlamdaki bilince genellikle “uyanıklık” ya da “tetikte olmak” diyor. Bu iki terimin bile herhalde birbirinden ayrılması gerekir: korteks altı mekanizmalardan kaynaklanan *uyanıklık* esas olarak uyku- uyanıklık çevrimini kastederken, *tetikte olmak* bilinçli halleri destekleyen korteks ve talamik ağlardaki uyarılma seviyesini kastediyor. Ancak bu kavramların ikisi de bilinçli erişimden son derece farklıdır. Uyanıklık, tetikte olmak ve dikkat, bilinçli erişim sağlayan koşullardan ibarettir. Bu koşullar gereklidir, ama belli bir bilgi parçasının farkına varmamız için her zaman yeterli değildir. Örneğin bazı hastalar görme korteksindeki ufak bir darbeden sonra renk körü olabilir. Bu hastalar hâlâ uyanık ve dikkatlidir: tetikte olma ve dikkatini verme yetenekleri sağlamdır. Ancak renk algılama konusunda uzmanlaşmış küçük bir devrenin kaybolması, dünyanın bu özelliğine hastanın erişebilmesine engel olur. 6. Bölümde sabahları uyanmaya ve geceleri uyumaya devam eden (ama uyanırken hiçbir bilgiye erişemeyen), bitkisel hayata girmiş hastalarla karşılaşacağız. Bu hastaların uyanıklık halinde hiçbir sorun olmasa da hasarlı beyinleri bilinçli hali sürdüremiyor.

Bu kitabın büyük bir bölümünde “erişim” sorusunu ele alacağız: Bazı düşüncelerin bilincine *varılırken* ne oluyor? Ancak 6.

Bölümde bilincin “tetikte olma” anlamına tekrar dönüp komada, bitkisel hayatta olan ya da benzer hastalıkları olan hastaların bilincini araştıran ve giderek gelişen bilimin uygulamalarını ele alacağız.

Bilinç kelimesinin daha başka anlamları da var. Birçok filozof ve bilimci, öznel bir hal olan bilincin benlik duygusuyla yakından bağlantılı olduğuna inanıyor. “Ben,” bulmacanın zorunlu bir parçası gibi görünüyor: Algılama eylemini kimin yaptığını belirlemeden, bilinçli algılamayı anlamak mümkün mü? Standart klişedir, nakavt yumruğunun ardından kendine gelen kahramanın ağzından çıkan ilk sözler “Neredeyim ben?” olur. Meslektaşım nörolog Antonio Damasio, bilinci “bilme eylemini gerçekleştiren benlik” diye tanımlıyor (bu tanım, benliğin ne olduğunu bilene kadar bilinç bulmacasını çözemeyeceğimizi ima ediyor).

Aynı sezgi, çocukların ve hayvanların aynada kendini tanıyıp tanımadığını araştıran klasik Gordon Gallup ayna testinin temelini oluşturur.⁵ Vücudunun görünmeyen yerlerine ulaşmak için (örneğin alnına gizlice yerleştirilmiş kırmızı bir bandı bulmak için) ayna kullanan bir çocuğun, kendisinin farkında olduğu kabul edilir. Ayna kullanarak bandı bulma yeteneği, çocuklarda normal olarak on sekiz-yirmi dört ay arasında gelişir. Şempanzelerin, gorillerin, orangutanların ve hatta yunusların, fillerin ve saksakanların bu testi geçtiği söylenmiştir⁶ (bu yüzden bir grup meslektaş, Cambridge Bilinç Deklarasyonunda (7 Temmuz 2012) açıkça, “kanıtlar gösteriyor ki bilinci yaratan nörolojik alt katmanlar sadece insanlarda bulunmamaktadır” dedi).

Ancak tekrar söylüyorum, bilim bu kavramları arıtmamızı gerektiriyor. Aynada kendini tanıma testinin bilinç göstergesi olması gerekmez. Sadece bedenin nasıl görünmesi, nasıl hareket etmesi gerektiğini öngören ve bu öngörülere dayanarak gerçek görsel uyarıyla hareketleri ayarlayan (tıpkı tıraş olurken aynayı düşünmeden kullandığım gibi), son derece bilinçdışı bir

⁵ Gallup 1970.

⁶ Plotnik, de Waal ve Reiss 2006; Prior, Schwarz ve Gunturkun 2008; Reiss ve Marino 2001.

cihaz kullanarak da aynı sonuç elde edilebilir. Güvercinler bu testi geçecek şekilde şartlandırılabilir (gerçi ayna kullanan otomatolara dönüşmeleri için ciddi bir eğitim gerekiyor).⁷ Aynada kendini tanıma testi, bir organizmanın bedeniyle ilgili beklentileri geliştirebilmesi için sadece kendi bedeni hakkında neler öğrendiğini ve beklenti ile gerçekliği ne derece karşılaştırabildiğini ölçüyor olabilir (ilginç bir yetenek olduğuna kuşku yok, ama benlik kavramına sahip olmak konusunda turnusol testinden çok çok uzakta).⁸

En önemlisi, bilinçli algılama ile kendini bilme arasında bağlantı olması şart değildir. Bir konser dinlerken ya da muhteşem bir günbatımını izlerken, “Şu an *ben* büyük bir zevk *alıyorum*” diye kendime sürekli hatırlatmama gerek kalmadan bilincim son derece yüksek olabilir. Bedenim ve ben, tekrarlayan sesler ya da fon aydınlatması gibi arka planda kalırız: bedenim ve ben, dikkatim açısından potansiyel konulardır, farkındalığının dışında kalırlar ve gerektiği zaman dikkatimi onlara verip odaklanabilirim. Kendini bilme, benim görüşüme göre daha çok renk ya da ses bilmeye benzer. Bana ait bir özelliğin bilincine varmak, duyularla ilgili bilgiye değil, ama “ben”le ilgili çeşitli zihinsel sunumların (benim bedenim, davranışım, duygularım ya da düşüncelerim) bilgisine erişim sağlayan bir başka bilinçli erişim şekli olabilir.

Kendini bilmenin özel ve şaşırtıcı yanı, garip bir döngü içermesidir.⁹ “Ben,” kendimi yansıttığım [kendimi düşündüğüm] zaman algılayan ve algılanan olarak iki kez ortaya çıkar. Bu mümkün mü? Bilişsel bilimciler, bilincin bu tekrarlayan anlamına *üstbiliş* diyor: üstbiliş, yani birinin kendi zihni üzerine düşünme kapasitesi. Fransız pozitivist filozof Auguste Comte (1798–1857) böyle bir şeyin mantıksal olarak mümkün olmadığını varsaymış. Comte, “Düşünen birey, biri mantık yürüten ve diğeri mantık yürütmeyi izleyen iki parçaya bölünemez,” diye

⁷ Epstein, Lanza ve Skinner 1981.

⁸ Ayna testinin derinlemesine tartışması için bkz. Suddendorf ve Butler 2013.

⁹ Hofstadter 2007.

yazmış. “Bu koşullarda izlenen organ ve izleyen organ aynı olduğuna göre nasıl izleme yapılabilir?”¹⁰

Ancak Comte yanıliyordu: John Stuart Mill’in hemen fark ettiğı gibi, izleyen ve izlenen farklı zamanlarda ya da farklı sistemlerde kodlandığı zaman bu paradoks çözölüyor. Bir beyin sistemi, başka bir beyin sisteminin çöktüğünü fark edebilir. Bizler bunu hep yaparız, örneğın dilimizin ucuna bir kelime gelir (bilmemiz gerektiğini biliriz), mantıksal bir hata yaptığımızı fark ederiz (hata yaptığımızı biliriz) ya da geçemediğimiz bir sınav için hayıflanırız (çalıştığımızı biliriz, cevapları bildiğimizi düşünürüz ve neden geçemediğimizi anlayamayız). Alın korteksinin bazı bölgeleri planlarımızı izler, kararlarımıza güven katar ve hatalarımızı saptar. Uzun dönemli belleğimiz ve hayal gücümüzle sıkı etkileşim halinde olan ve kapalı devre simölator gibi çalışan bu alın korteksi bölgeleri, dış yardım almadan kendimizi yansıtmamıza imkân sağılayan iç monoloğı destekler. (*Yansıtırma* kelimesi, ayna tutma fonksiyonunu akla getirirken, beynin bazı alanları diğér alanların işlemlerini “yeniden temsil ediyor” ve değérlendiriyor.)

Sonuç olarak, bilimcilerin şu en basit bilinç kavramıyla işe başlaması iyi olur: bilinçli erişim ya da belli bir bilgi parçasının nasıl farkına vardığımız. Daha çetrefilli olan benlik ve tekrarlayan bilinç gibi konuları sonraya bırakmak en iyisidir. Bilinçli erişime odaklanmak ve onunla ilişkili olan dikkat, uyanıklık, tetikte olmak, kendini bilmek ve üstbilis gibi kavramlardan ayrı tutmak, çağdaş bilinç bilimimizin ilk unsurudur.¹¹

¹⁰ Comte 1830–1842.

¹¹ Bazı bilimciler, duyuşal bir hale erişim kazandığımız basit bilinç şeklinden bahsederken özellikle *farkındalık* terimini kullanıyor (ben “duyuşal bilgiye bilinçli erişim” diyorum). Ancak çoğı sözlükteki tanımlar, terimin bu sınırlı kullanımına katılmıyor ve hatta çağdaş yazarlar *farkındalık* ve *bilinci* eşanlamlı olarak görüyor. Ben bu kitapta bu iki kelimeyi eşanlamlı olarak kullanırken *bilinçli erişim*, *uyanıklık*, *tetikte olma*, *kendini bilme* ve üstbilis terimleri üzerinden daha hassas alt bölümler önerdim.

Çok Küçük Zıtlıklar

Bilinç bilimini mümkün kılan ikinci bileşen, bilincimizin içeriğini etkileyen deneysel müdahalelerin tam teçhizatlı kullanımıdır. Bilişsel psikologlar, bilinçli ve bilinçdışı halleri karşı karşıya getirerek bilinçle oynayabileceklerini 1990'larda birden fark ettiler. Resimler, kelimeler ve hatta filmler görünmez kılınabildi, ama yine de insanlar gördüğü zaman beyinleri algıladı. Peki, beyin seviyesinde bu görüntülere ne oldu? Bilinçdışı işlemin gücünü ve sınırlarını dikkatle kısıtlayarak, bilincin kendi dış hatları da negatif bir fotoğrafta olduğu gibi betimlenebildi. Bu basit fikir beyin görüntülemeyle birleştirildiği zaman, bilincin büyük beyne ait mekanizmalarını incelemek için eksiksiz bir deneysel platform ortaya çıktı.

Psikolog Bernard Baars 1989 tarihli ve iddialı bir şekilde *A Cognitive Theory of Consciousness*¹² (Bilince Dair Bilişsel Bir Teori) adını verdiği önemli kitabında, aslında bilincin doğasına doğrudan giriş sağlayan onlarca deney olduğunu coşkuyla iddia etti. Baars kritik öneme sahip bir gözlem ekledi: bu deneylerin çoğu "Çok Küçük Zıtlıklar" barındırıyor: koşulları birbirinden çok az farklı olan deney çiftinden sadece biri bilinçli olarak algılandı. Bu tür vakalar, uyarı gerçek anlamda sabit kalsa da bilimcilerin bilinçli algıyı ciddi şekilde değişen deneysel değişken olarak ele almalarına imkân sağlıyor. Bu tür çok küçük zıtlıklar üzerine yoğunlaşıp beyinde neyin değiştiğini anlamaya çalışan araştırmacılar, bilinçli ve bilinçdışı işlemde ortak olan ilgisiz beyin operasyonlarından kurtulabildiler ve sadece farkında olmama modundan farkında olma moduna geçişi takip eden beyin olaylarına odaklandılar.

Bir motor faaliyeti, örneğin klavye kullanmanın öğrenilmesini ele alalım. Klavye kullanmayı öğrenmeye başladığımızda yavaş hareket ederiz, dikkatimizi toplarız ve yaptığımız her hareketin son derece farkındayızdır. Ancak birkaç hafta çalıştıktan sonra klavyede yazı yazmak akıcı bir hal alır ve bu işi düşünmeden yapmaya başlarız, yazarken konuşur ya da başka

¹² Baars 1989.

bir şey düşünürüz, tuşların yerini bilinçli olarak hatırlamayız. Davranışlar otomatik hale gelirken neler olduğunu incelemek, bilimciler için bilinçli halden bilinçdışına geçişi aydınlatıyor. Bu çok basit zıtlığın önemli bir kortikal ağ belirlediği, özellikle bilinçli erişim gerçekleştiği zaman aktif hale gelen alın lobu bölgelerinin bu ağa dahil olduğu ortaya çıkıyor.¹³

Tersine geçişi, yani bilinçdışı halden bilinçli hale geçişi incelemek artık eşit derecede mümkündür. Görsel algı, bilincine bir varılıp bir varılmayan uyarılar yaratmak için deney tasarımcılarına bol imkân tanıyor. Bu bölümün başında verdiğimiz yanılsama buna örnektir (*bkz.* Şekil 3). Sabit benekler gözümüzün önünden neden kayboluyor? Bu mekanizmayı hâlâ tam olarak anlamış değiliz, ama genel bir fikir olarak görme sistemimiz sabit imgeleri gerçek veri değil de can sıkıcı bir şey olarak görüyor.¹⁴ Gözlerimizi kıpırdatmadan beklerken her benek retinamızda sabit, hareketsiz ve bulanık bir gri leke yaratır (ve bir an geldiğinde görme sistemimiz bu sabit lekeden kurtulmaya karar verir). Bu tür beneklere karşı kör oluşumuz, gözümüzdeki kusurları süzen gelişmiş bir sistemi yansıtıyor olabilir. Retinamız, görme sinirlerinin önünden geçen kan damarları gibi kusurlarla doludur ve bu kusurların dışarıdan değil içeriden kaynaklandığı şeklinde yorum yapmayı öğrenmemiz gerekiyor. (Bakışımıza engel olan kıvrım kıvrım kanlı eğriler tarafından sürekli rahatsız edilmenin ne kadar korkunç olacağını bir düşünün.) Bir nesnenin tamamen hareketsiz oluşu, görme sistemimizin eksik bilgiyi tamamlamak üzere yakınlardaki dokuyu kullanmaya karar verdiğine dair bir ipucudur. (Bu tür “tamamlamalar,” retinamızda görme sinirinin olduğu yerde bulunan ve bu yüzden ışık almaçlarından yoksun olan “kör noktayı” neden fark etmediğimizi açıklıyor.) Gözümüzü azıcık da olsa hareket ettirdiğimiz zaman, benekler retinada çok az sürüklenir. Dolayısıyla görme sistemi beneklerin göz değil dış dünya kaynaklı olduğunu kavrar (ve beneklerin hemen farkına varılmasına izin verir).

¹³ Schneider ve Shiffrin 1977; Shiffrin ve Schneider 1977; Posner 1975/2004; Raichle, Fiesz, Videen ve MacLeod 1994; Chein ve Schneider 2005.2.

¹⁴ New ve Scholl 2008; Ramachandran ve Gregory 1991.

Kör noktadan kaynaklanan eksikleri tamamlamak, bilinçdışı halden bilinçli hale geçişi incelememize fırsat veren birçok görsel yanılsamadan sadece biridir. Bilişsel bilimin alet çantasında hazır bulunan çok sayıdaki diğer paradigmalara kısaca bir göz atalım.

Rakip İmgeler

Tarihsel olarak bilinçli ve bilinçdışı görme yeteneği arasındaki ilk üretken zıtlıklardan biri, “binoküler rekabet” incelemelerinden kaynaklanıyor. Binoküler rekabet, iki göze farklı imgeler gösterildiği zaman beynimizde yaşanan ilginç çekişmedir.

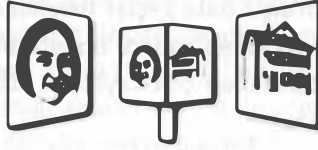
Bilincimiz, sürekli hareket halinde olan iki gözümüz olduğu gerçeğine tamamen kayıtsızdır. Üç boyutlu ve durağan bir dünya görmemize imkân tanıyan beynimiz, bu büyük başarının altında yatan son derece karmaşık işlemleri bizden saklar. Gözlerimizin her biri, sürekli olarak dış dünyanın azıcık farklı görüntülerini alır (ama ikili görüntü hissetmeyiz). Doğal koşullar altında normal olarak iki imge olduğunu fark etmeden bunları tek bir homojen görsel sahne olarak birleştiririz. Hatta beynimiz, iki gözümüz arasındaki o kısa mesafe sayesinde iki imgenin nispeten yer değiştirmesinden faydalanır. İngiliz bilimci Charles Wheatstone’un ilk kez 1838’de gözlemlediği gibi, nesnelerin yerini derinlemesine saptamak için beyin bu uyumsuzluğu kullanır ve dolayısıyla bize güçlü bir üçüncü boyut duygusu verir.

Wheatstone, iki göze tamamen farklı imgeler gösterilse, örneğin gözlerden birine insan yüzü resmi gösterilirken diğerine ev resmi gösterilirse ne olacağını merak etti. İmgeler bu durumda da tek bir imge olarak mı görünürdü? İlgisiz iki sahneyi aynı anda görebilir miydik?

Wheatstone sorunun cevabını bulmak için stereoskobu düzenledi. (Bu cihaz manzara resimlerinden pornografiye kadar üç boyutlu resim modası başlattı ve bu moda Victoria döneminde ve devamında süregeldi.) Sol ve sağ gözün önüne yerleştirilen

Sir Charles Wheatstone

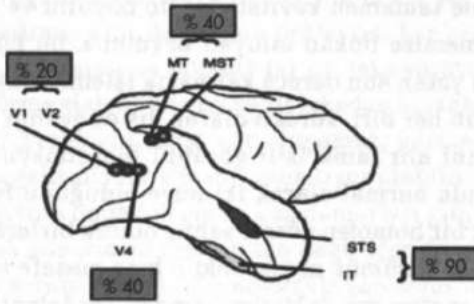
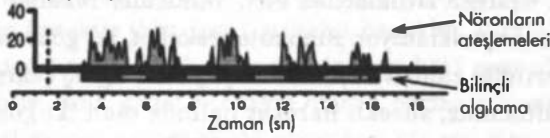
Wheatstone'un aynalı stereoskobu



Bilinçli algılama



Saniyedeki spayk sayısı



ŞEKİL 4. Binoküler rekabet, Charles Wheatstone'un 1838'de keşfettiği güçlü bir görsel yanılsamadır. Her iki göze farklı birer imge gösterilir, ama herhangi bir anda bu imgelerden sadece birini görürüz. Burada sol göze bir yüz, sağ göze de bir ev resmi gösteriliyor. İki imgeyi çakışmış olarak görmek yerine; yüz, ev, tekrar yüz şeklinde sürekli değişen resimleri görürüz. Nikos Logothetis ve David Leopold, gördükleri şeyi bildirmeleri için maymunlara denetim kolu kullanmayı öğretti. Araştırmacılar maymunların da bu yanılsamayı yaşadığını gösterdi ve hayvanların beyindeki nöron faaliyetlerini kaydetmeye devam ettiler. Çoğu nöronun her iki imgeyi de iyi kodladığı V1 ve V2 bölgelerinde, görsel işlemin ilk aşamalarında, bu yanılsama yoktu. Ancak kortikal hiyerarşinin üst seviyelerinde, özellikle IT (inferotemporal korteks) ve STS (üst temporal sulkus) beyin bölgelerinde hücrelerin çoğu öznel farklılık ilişkileridir. Bu bölgelerdeki ateşleme sıklığı, hangi imgenin öznel olarak görüldüğünü haber verdi. Rakamlar, bu tür hücrelerin farklı beyin bölgelerindeki oranını gösteriyor. Öncülük eden araştırmalar, bilinçli algılamanın büyük çoğunlukla üst seviye ilişkilendirme korteksine dayandığını düşündürüyor.

iki ayna, iki göze iki farklı resim gösterilmesini sağladı (Şekil 4). İki resim ilgisiz olduğu zaman (örneğin yüz ve ev resmi) görüntünün son derece kararsız olması Wheatstone'u şaşırttı. İzleyici sahneyi birleştirmek yerine, resimlerin sürekli birbirini bir diğerini olacak şekilde ve arada kısa bir geçiş yaşayarak algıladı. Birkaç saniye yüz görünüyordu; sonra görüntü bozuluyor ve yerini eve bırakmak üzere kayboluyordu; devam eden bu dönüşümü yaratan sadece beyindi. Wheatstone'un dediği gibi, imgelere ait "Görüntüyü belirlemek, iradenin dışında kalıyor." Beyin tamamen mantıksız bir uyarıyla karşılaştığı zaman, iki yorum arasında epey tereddüt ediyor. Anlaşılan, iki uyumsuz imge bilinçli algı için savaş veriyor (*binoküler rekabet* terimi buradan geliyor).

Binoküler rekabet, öznel algılama için kusursuz bir test sağlaması nedeniyle deney yapanların hayalidir: Uyarı sabit olduğu halde, izleyen kişi gördüğü şeyin değiştiğini bildirir. Dahası, aynı imgenin durumu deney süresince değişir: Bazen tamamen görünürken bazen bilinçli algıdan tamamen silinir. Peki, bu durumda imgeye ne oluyor? Maymunların görme korteksindeki verileri kaydetme yoluyla görünen ve görünmeyen imgelerin büyük beyindeki kaderini ilk kez gözlemleyen, nörofizyolog David Leopold ve Nikos Logothetis'tir.¹⁵ Leopold ve Logothetis, dene-tim kolu kullanarak algıladıklarını bildirmeleri için maymun-ları eğittiler ve maymunların bu iki imgeyi tıpkı bizim gibi yarı rastlantısal dönüşümlerle gördüğünü gösterdiler; sonunda, maymunların tercih ettiği imge bilinçli algı alanına girip çık-tıkça tek tek nöronların yanıtlarını izlediler. Sonuçlar çok açıktı.

¹⁵ Leopold ve Logothetis 1996; Logothetis, Leopold ve Sheinberg 1996; Leopold ve Logothetis 1999. Bu öncü çalışmalar, o günden bu yana kopyalandı ve bir imge baskılandığı zaman sıkı kontrol sağlayan ve daha karmaşık bir teknik olan "sürekli yanıp sönen ışıkla baskılama" tekniğiyle genişletildi (*bkz.* örneğin Maier, Wilke, Aura, Zhu, Ye ve Leopold 2008; Wilke, Logothetis ve Leopold 2006; Fries, Schroder, Roelfsema, Singer ve Engel 2002). Deney yapan birçok kişi, insanlarda görülen ve kaybolan imgelerin nöronal kaderini araştırmak için aynı zamanda beyin imgeleme tekniklerini kullandı (örneğin Srinivasan, Russell, Edelman ve Tononi 1999; Lumer, Friston ve Rees 1998; Haynes, Deichmann ve Rees 2005; Haynes, Driver ve Rees 2005).

İşlemin ilk safhasında, kortekse giden görsel eşik ödevi gören birincil görme korteksinde, birçok hücre nesnel uyarıyı yansıttı: bu hücrelerin ateşlenmesi sadece iki göze gösterilen imgelere bağlıydı ve hayvan tarafından algının değiştiği bildirildiğinde herhangi bir değişiklik olmadı. Görsel işlem daha ileri seviyeye geçerken, V4 alanı gibi üst görsel alanlar denilen alanlarda ve inferotemporal kortekste daha çok sayıda nöron hayvanın bildirimiyle uyuşmaya başladı: Nöronlar, hayvan tercih ettiği imgeyi gördüğünü bildirdiği zaman daha güçlü ateşlendi, bu imge baskılandığı zaman ise ateşleme çok azaldı ya da hiç kalmadı. Bu durum kelimenin tam anlamıyla bilinçli halin nöronal ilişkisinin ilk belirtisiydi (Şekil 4).

Binoküler rekabet, bilinçli hallerin altında yatan nöronal makineye erişimde ayrıcalıklı bir mod olmayı günümüze kadar sürdürüyor. Bu paradigma için yüzlerce deney yapıldı ve birçok değişken keşfedilmiş durumda. Örneğin “sürekli yanıp sönen ışıkla baskılama” denilen yeni bir yöntem sayesinde, gözlerden birine sürekli yanıp sönen parlak renkli dikdörtgenler gösterecek iki imgeden birini sürekli olarak görünmez kılmak ve sadece bu dinamik dikdörtgen akışının görünmesini sağlamak artık mümkün.¹⁶

Binoküler yanılsamaların ana fikri nedir? Bu yanılsamalar, görsel bir imge uzun süre fiziksel olarak göze gösterildiği ve görsel işlem için ayrılmış beyin bölgelerinde ilerlediği halde, bilincine varılmayacak şekilde tamamen baskılanmasının mümkün olduğunu gösteriyor. Algılanması mümkün imgeleri iki göze aynı anda yerleştirerek sonuçta sadece birinin algılandığı binoküler rekabet, bilinç için önemli olan şeyin periferik (çevresel) görsel işlemin başlangıç hali olmadığını (burada iki alternatif de hâlâ mevcuttur) ama daha sonraki bir aşama olduğunu (kazanan tek imgenin ortaya çıktığı aşama) kanıtlıyor. Çünkü bilincimiz aynı konumdaki iki nesneyi aynı anda kavrayamaz, beynimiz şiddetli bir rekabetin olduğu yerdir. Sadece iki değil, bilinçli olarak farkına varmamız için sayısız algının hiç

¹⁶ Wilke, Logothetis ve Leopold 2003; Tsuchiya ve Koch 2005.

durmadan rekabet ettiğini (ve herhangi bir anda bu algılardan sadece birinin bilinçli zihnimize ulaştığını) fark etmiyoruz. Rekabet, bilinçli erişim için sürekli mücadele kavramına gerçekten uygun bir mecaz.

Dikkatten Kaçtığı Zaman

Bu rekabet pasif bir işlem mi, yoksa hangi imgenin mücadeleden galip çıkacağına bilinçli olarak karar vermemiz mümkün mü? Rakip iki imgeyi algılarken edindiğimiz öznel izlenim, imgelerin hiç durmadan yer değiştirmelerine pasif şekilde boyun eğdiğimizdir. Ancak bu izlenim yanlış: kortikal rekabet işleminde dikkatin önemli rolü vardır. Öncelikle, bütün dikkatimizi iki imgeden birine (örneğin ev resmi yerine yüz resmine) vermeye çalışırsak, bu imgenin algılanır olduğu süre biraz artar. Ancak bu etki zayıftır: iki imge arasındaki mücadele, bizim kontrolümüz altında olmayan aşamalarda başlar.¹⁷

Ama en önemlisi, tek bir kazananın olması bizim dikkatimizi ona vermemize bağlıdır; savaş alanı bir bakıma bilinçli zihinden ibarettir.¹⁸ Dikkatimizi bu iki imgenin gösterildiği konumdan uzaklaştırdığımız zaman rekabet sona erer.

Okuyucu bunu nasıl bildiğimizi sorabilir. Dikkati dağılan bir kişiye ne gördüğünü, gördüğü imgelerin hâlâ değişip değişmediğini soramayız (çünkü yanıt vermesi için dikkatini o noktaya vermesi gerekir). Döngüselliğin izlerini dikkat etmeden ne kadar algıladığınızı belirleme görevi, ilk bakışta gözlerinizin nasıl döndüğünü aynada takip etmek için uğraşmaya benzer: gözleriniz kuşkusuz sürekli hareket eder, ama aynada gözlerinize baktığınız zaman bu eylem gözleri sabitlenmeye zorlar. Dikkat olmadan bu rekabeti incelemeye çalışmak, (örneğin etrafta duyacak kimse yokken düşen ağacın nasıl ses çıkardığını sormak ya da tam uykuya dalarken ne hissettiğimizi sormak gibi) uzun zaman başarısızlığa neden olan strateji olarak görüldü.

¹⁷ Chong, Tadin ve Blake 2005; Chong ve Blake 2006.

¹⁸ Zhang, Jamison, Engel, He ve He 2011; Brascamp ve Blake 2012.

Ancak bilim, imkânsız çoğu kez başarıyor. Peng Zhang ve Minnesota Üniversitesinden çalışma arkadaşları, resimleri izleyen kişi dikkatini vermediği sırada imgelerin değişip değişmediğini sormalarının gerekmediğini fark ettiler.¹⁹ Yapmaları gereken tek şey, iki imgenin hâlâ rekabet halinde olup olmadığını gösterecek olan beyindeki rekabet göstergelerini bulmaktır. Rekabet sırasında, nöronların imgelerden biri ya da diğeri için sırayla ateşleyeceğini zaten biliyorlardı (*bkz.* Şekil 4). (Yani dikkat edilmemesi halinde bu dönüşümleri hâlâ ölçekbilirler miydi?) Zhang, her bir imgenin kendi özel ritminde titreştirilerek “etiketlendiği” ve “frekans etiketlemesi” denilen bir teknik kullandı. Bu iki frekans etiketi, kafanın üzerine yerleştirilen elektrotlarla kaydedilen elektroansefalogram üzerinde sonradan kolaylıkla yakalanabilir. Genel olarak, iki frekans rekabet sırasında birbirini dışlar: salınımlardan biri güçlüyse diğeri zayıftır ve bu da herhangi bir anda sadece bir imgeyi algıladığımız gerçeğini yansıtır. Ancak dikkat etmeyi bıraktığımız anda bu dönüşüm sona erer ve iki etiket aynı anda ve birbirinden bağımsız olarak ortaya çıkar: dikkat eksikliği rekabeti önler.

Bir başka deney, salt iç gözlem yoluyla bu sonucu doğruluyor: rekabet halindeki imgelere sabit bir süre dikkat edilmezse ve bu süre içinde imgeler değişmeye devam ederse, tekrar dikkat edildiği zaman algılanan imge değişmiş oluyor.²⁰ Dolayısıyla binoküler rekabet dikkate bağlıdır: bilinçli olarak dikkat eden zihnın olmaması halinde iki imge birlikte işlenir ve artık rekabet etmezler. Rekabet, aktif ve dikkatli bir izleyici gerektirir.

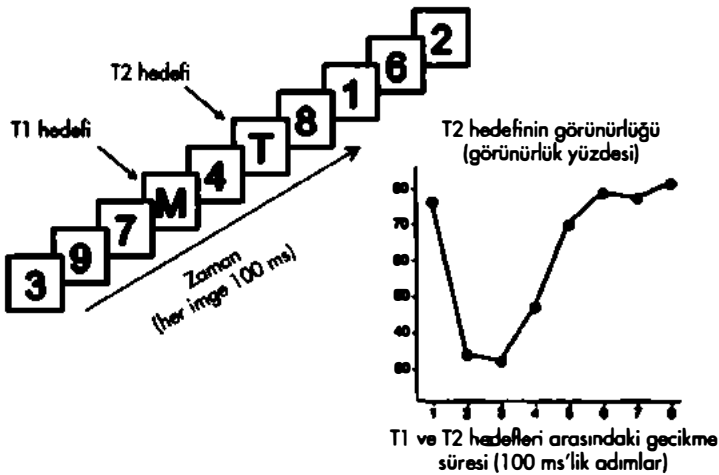
Dolayısıyla dikkat, aynı anda dikkat edilebilen imge sayısına katı bir sınır koyar. Buna bağlı olarak, bu sınır bilinçli erişim için çok küçük yeni zıtlıklara yol açar. Yerinde bir şekilde “dikkatten kaçma” denilen bir yöntem, bilinçli zihni geçici olarak doymuş hale getirerek bir imgenin çok kısa süre görünmez olmasını sağlamaktan ibarettir.²¹ Şekil 5, dikkatten kaçmanın ortaya çıktığı tipik koşulları betimliyor. Bir bilgisayar ekranının

¹⁹ Zhang, Jamison, Engel, He ve He 2011.

²⁰ Brascamp ve Blake 2012.

²¹ Raymond, Shapiro ve Arnell 1992.

da, aynı konumda bir dizi sembol görünüyor. Sembollerin çoğu rakam, ama bazıları harf ve denekten harfleri hatırlaması isteniyor. İlk harf kolay hatırlanıyor. İkinci harf eğer ilk harften yarım saniye ya da daha uzun bir süre sonra gösterilirse belleğe doğru olarak yerleşiyor. Ancak iki harfin gösterimi arasında çok kısa bir süre varsa, ikincisi genellikle tamamen kaçırılıyor. Sembolleri izleyen kişi sadece bir harf gördüğünü bildiriyor ve iki harf olduğunu öğrendiğinde oldukça şaşırıyor. İlk harfe odaklanmak, ikinci harfin algılanmasına engel olan geçici “dikatten kaçma” yaratıyor.



ŞEKİL 5. Dikkatten kaçma, bilinçli algının geçici sınırlarını temsil ediyor. Araya bazen bir harf serpiştirilmiş rakamlar dizisini izlerken ilk harfi kolay belirleriz (buradaki örnekte M harfi) ama ikinciye belirleyemeyiz (buradaki örnekte T harfi). İlk harfi belleğimize yerleştirmeye odaklandığımız zaman bilincimiz geçici olarak “göz kırpar” ve hemen ardından gösterilen ikinci uyarıyı algılamayı başaramayız.

NOT: ms = milisaniye

Beyin görüntülemeden faydalanarak, bilincine varmadığımız harfler dahil olmak üzere bütün harflerin beyne ulaştığını görüyoruz. Harflerin tümü başlangıçtaki görsel alanlara ulaşıyor ve hatta görsel sistemde hedef olarak sınıflandırılma noktasına kadar derinlemesine ilerleyebiliyor: beynin bir bölümü he-

def harf gösterildiğini "biliyor."²² Ancak her nasılsa bu bilginin bilinçli olarak farkına varamıyoruz. Harfin bilinçli olarak algılanması için, farkındalığımızı kaydedildiği bir işlem aşamasına ulaşması gerekiyor.²³ Bu kayıt işleminin çok sınırlı olduğu anlaşılıyor: herhangi bir anda sadece tek bir iri bilgi parçası bu işleminden geçebiliyor. Bu sırada görsel sahnede yer alan diğer her şey algılanmadan kalıyor.

Binoküler rekabet, aynı anda görünen iki imge arasındaki yarışı ortaya çıkardı. Dikkatten kaçma sırasında, aynı konumda art arda gösterilen iki imge arasında zamanla benzer bir yarış ortaya çıkar. Bilincimiz genellikle ekrandaki imge sunumunun hızına yetişemeyecek kadar yavaştır. Rakamlara ve harflere sadece pasif olarak baktığımızda hepsini "görmemize" rağmen, bir harfin beyinde işlenmesi eylemi sırasında bilinç kaynaklarımızı bloke ettiğimiz zaman dilimi, diğer harflerin geçici bir süre görünmez olması için yeterlidir. Bilinçli zihin kalesinde, zihinsel simgeleri birbiriyle yarışmaya zorlayan küçük bir asma köprü vardır. Bilinçli erişim, darboğazı şart koşar.

Ardışık iki harfi bazen gördüğümüz için (Şekil 5'teki verilere göre zamanın yaklaşık üçte birinde) okuyucu itiraz edebilir. Dahası, gerçek hayatta bazen neredeyse aynı anda ortaya çıkan iki şeyi algılamakta zorlanmayız. Örneğin bir resme bakarken bir aracın korna sesini işitebiliriz. Psikologlar buna "çifte görev" diyor, çünkü kişiden iki şeyi aynı anda yapması isteniyor. Peki, bu durumda ne oluyor? Çifte görev performansı, bilinçli farkındalığımızın yapısal olarak her defasında tek bir iri parçayla kısıtlı olduğu fikrini çürütür mü? Hayır. Kanıtlar, böyle durumlarda bile katı bir şekilde kısıtlandığımızı gösteriyor. İlgisiz iki unsuru asla aynı anda işleyemeyiz. Dikkatimizi aynı anda iki şeye vermeye çalıştığımızda, bilincimizin her iki uyarı için anında hazır ve "çevrimiçi" olduğu izlenimi sadece yanılsamadır. Nesnel zihin aslında bu iki şeyi aynı anda algılamaz. Birine erişilir ve farkına varılır, ama ikincinin beklemesi gerekir.

²² Marti, Sigman ve Dehaene 2012.

²³ Chun ve Potter 1995.

Bu darboğaz, uygun şekilde “psikolojik tepkisizlik dönemi” diye adlandırılan ve kolay ölçülebilen bir işlem gecikmesi yaratır.²⁴ Bilinçli zihnin, ilk öğeyi bilinçli seviyede işlerken diğer veriler için geçici olarak tepkisiz kaldığı anlaşıyor (ve dolayısıyla diğer verileri işlemeye çok geç kalıyor). Zihin ilk öğeyi işlerken, ikinci veri bilinçdışı bir tamponda oyalanıyor. İkinci veri, ilk verinin işlenmesi bitene kadar orada kalıyor.

Bu bilinçdışı bekleme döneminin farkına varmıyoruz. Başka nasıl olabilir ki? Bilincimiz başka bir şeyle meşgul, dolayısıyla sistemin dışına çıkarak ikinci öğeyi bilinçli algılamamızın geciktiğini fark etme imkânımız yok. Sonuç olarak zihnimiz meşgulken, olayların zamanlamasına dair öznel algılarımız sistematik olarak hatalı olabilir.²⁵ Biz ilk görevle meşgulken ikinci öğenin *ne zaman* ortaya çıktığını tahmin etmemiz istenirse, bilincimize girdiği ana öteleyerek hatalı tahminde bulunuruz. İki veri girişi nesnel olarak eşzamanlı olsa bile bunların eşzamanlı olduğunu algılamayı başaramayız ve dikkatimizi verdiğimiz ilk girdinin diğerinden önce olduğu hissine sistematik olarak kapılırız. İşin doğrusu, bu öznel gecikme sadece bilincimizin ağır hareket etmesinden kaynaklanıyor.

Dikkatten kaçma ve psikolojik tepkisizlik dönemi, birbiriyle yakından ilgili psikolojik olgulardır. Bilinçli zihin meşgulken, farkına varılmak için bekleyen diğer bütün adaylar bilinçdışı tamponda beklemek zorundadır (ve beklemek risklidir): herhangi bir anda içsel bir ses, dikkati dağıtan düşünceler ya da başka bir uyarı nedeniyle tampondaki öge silinebilir ve farkına varılmaz (dikkatten kaçma). Deneyler, ikili görev sırasında hem tepkisizliğin hem de dikkatten kaçmanın gerçekten ortaya çıktığını doğruluyor. İkinci öğenin bilinçli algılanması her zaman gecikir ve bu gecikme süresi uzadıkça tam hafıza kaybı olasılığı artar.²⁶

²⁴ Telford 1931; Pashler 1984; Pashler 1994; Sigman ve Dehaene 2005.

²⁵ Marti, Sackur, Sigman ve Dehaene, Pegado, Braga, Ventural, Nunes Filho, Jobert, Dehaene-Lambertz vd. 2010; Corallo, Sackur, Dehaene ve Sigman 2008.

²⁶ Marti, Sigman ve Dehaene 2012; Wong 2002; Jolicoeur 1999.

İkili görev deneylerinin çoğunda, dikkatten kaçma olayı bir saniyeden çok daha kısa sürer. Bir harfin belleğe yerleşmesi gerçekten çok kısa bir an gerektirir. Ancak dikkati daha fazla dağıtan bir görevi yerine getirirken ne olur? Şaşırtıcı cevap, dış dünyadan tamamen habersiz olabildiğimizdir. Kitap kurtları, kendini oyuna veren satranç oyuncuları ve odaklanan matematikçiler, entelektüel meşgalenin uzun dönemli zihinsel tecrit yaratabildiğini ve bu sırada çevreden tamamen koptuğumuzu iyi bilir. “İstem dışı körlük” denilen olgu, laboratuvarında kolaylıkla açıklanabilir. Bir deneyde,²⁷ katılımcılardan sürekli bilgisayar ekranının ortasına bakarken üst tarafa dikkat etmeleri istenir. Deneklere, yukarıda birazdan görecekları bir harfi hatırlamaları söylenir. Bu görev için iki kez eğitim denemesi yapılır. Üçüncüsünde, kenara yakın bir harf ve merkezde beklenmedik bir şekil aynı anda görünür. Bu şekil büyük ve koyu renk bir leke, rakam, hatta bir kelime olabilir (ve bir saniye kadar ekranda kalabilir). Şaşırtıcı ama deneklerin üçte ikisi bunu fark etmiyor. Denekler sadece kenara yakın harfi gördüğünü, başka hiçbir şey görmediğini belirtiyor. Ancak deney yeniden tekrarlandığında büyük bir görsel olayı kaçırdıklarını fark ederek çok şaşıryorlar. Sözlün kısası, dikkat eksikliği bir şeyin görünmez olmasına yol açar.

Bir başka klasik sunum için Dan Simons ve Christopher Chabris’nin “görünmez olan goril” diye bilinen olağanüstü deneyini (Şekil 6) ele alalım.²⁸ Bu deneydeki filmde iki takım (biri beyaz diğeri siyah tişört giymiş iki takım) basket çalışması yapıyor. İzleyicilerden, beyaz giyen takımın verdiği pasları saymaları isteniyor. Film yaklaşık otuz saniye sürüyor ve biraz konsantrasyon sayesinde hemen herkes on beş pası sayıyor. Ardından deneyi yapan sorar, “Gorili gördünüz mü?” Elbette hayır! Bant başa sarılır, işte orada: filmin tam ortasında goril kıyafeti giymiş bir oyuncu sahneye girer, gayet net olarak göğsünü defalarca yumruklar ve sonra sahneden çıkar. İzleyicilerin büyük çoğunluğu ilk gösterimde gorili fark etmeyi başa-

²⁷ Mack ve Rock 1998.

²⁸ Simons ve Chabris 1999. Filmi <http://www.youtube.com/watch?v=vJG698U2Mvo> bağlantısından izleyebilirsiniz.

ramaz: goril falan yoktu diyerek yemin ederler. Kendilerinden o kadar emindirler ki, deneyi yapan kişiyi ikincisinde başka bir film göstermekle suçlarlar! Beyaz tişört giyen oyunculara konsantre olma eylemi, siyah gorilin fark edilmeyerek buharlaşmasına sebep olmaktadır.

Bu goril çalışması, bilişsel psikolojide bir dönüm noktasıdır. Araştırmacılar yaklaşık aynı tarihte, dikkat eksikliğinin geçici körlüğe yol açtığı onlarca benzer durum keşfetti. İnsanlar meğer korkunç birer tanıklmış. Basit manipülasyonlar, görsel bir sahnenin en bariz bölümlerinin bilincine varmamızı engelleyebiliyor. Kevin O'Regan ve Ron Rensink "değişime karşı körlük"²⁹ olgusunu, yani bir resimden silinen bir şeyi saptama yeteneğinin olmaması halini keşfetti. Resmin orijinal hali ve bazı şeylerin silindiği hali ekranda yaklaşık birer saniye arayla değişiyor ve arada kısa bir boşluk bırakılıyor. İzleyiciler iki resmin tamamen aynı olduğuna yemin ediyor: değişiklik büyük de olsa (jetin motoru yok oluyor) ya da konuyla yakından ilgili de olsa (arabanın olduğu bir sahnede ortadaki yol çizgisi kesikken devamlı çizgiye dönüşüyor) durum aynı.

Dan Simons, gerçek oyuncuların yer aldığı bir sahnede gerçekleştirilen deneyle değişime karşı körlüğü açıkladı. Bir oyuncu, öğrencilerden birine Harvard kampüsüne nasıl gidileceğini soruyor. Oradan geçen işçiler konuşmayı kısa bir an için bölüyor ve konuşma tekrar başladığında oyuncunun yerini başkası almış oluyor. Bu iki oyuncunun saç ve kıyafet tarzları farklı olmasına rağmen öğrencilerin çoğu değişimin farkına varmıyor.

Daha da dikkat çeken bir örnek, Peter Johansson'ın "seçim körlüğü" çalışmasıdır.³⁰ Bu deneyde, üzerinde birer kadın yüzü olan iki kart bir erkek deneğe gösterilip birini tercih etmesi isteniyor. Seçtiği resmin olduğu kart deneğe veriliyor, ancak yüz resmi bir an için aşağı doğru tutulduğu sırada, deneyi yapan

²⁹ Rensink, O'Regan ve Clark 1997. Değişiklik saptamada davranışsal ve beyin ilişkisini incelemek için bu tekniği kullanan daha yeni çalışmalar için bkz. Beck, Rees, Frith ve Lavie 2001; Landman, Spekreijse ve Lamme 2003; Simons 2005 ve Ambinder; Beck, Muggleton, Walsh ve Lavie 2006; Reddy, Quiroga, Wilken, Koch ve Fried 2006.

³⁰ Johansson, Hall, Sikstrom ve Olsson 2005



ŞEKLİ 6. Dikkat eksikliği körlüğe neden olabilir. Bilinçli algımız oldukça sınırlıdır, dolayısıyla dikkatimizi bir öğeye vermemiz başka öğeleri algılamamıza engel olabilir. Klasik goril filminde (yukarıdaki) beyaz giyen oyuncuların kaç kez pas verdiğini saymaları izleyicilerden istendi. İzleyiciler beyaz giyen takıma odaklandıkları için, goril kılığında sahneye giren ve çıkmadan önce göğsünü iyice yumruklayan oyuncuyu fark edemedi. Bir başka filmde (aşağıdaki), suç mahallinde izleyicilerin fark etmediği en az yirmi bir büyük değişiklik var. Günlük hayatta “aramızda dolaşan kaç gorili” ısıkalıyoruz?

kişi kartları gizlice değiştiriyor. Denek, seçmediği yüz resminin olduğu kartı elinde tutuyor. Deneklerin yarısı bu hilenin farkına varmıyor. Yapmamış oldukları seçim üzerine gayet mutlu yorum yapmaya devam ediyorlar ve bu yüzün neden diğerine göre kesinlikle daha çekici olduğuna dair açıklamaları gayet rahat yapıyorlar!

Görselin farkına varmamakla ilgili en şaşırtıcı sunum için YouTube'a bağlanıp *Whodunnit?* videosunu aratın. Bu video, Londra ulaşım departmanı tarafından hazırlanmış kısa bir dedektif filmidir.³¹ Ünlü bir İngiliz dedektif, üç şüpheliyi sorguya çeker ve içlerinden birini tutuklar. Kuşkulu herhangi bir şey yok... ta ki filmi başa alıp kamera ortaya çıkıncaya kadar. İşte o zaman ne anormallikler kaçırdığımızı fark ediyoruz. Bu görsel sahnede, bir dakika içinde ve gözlerimizin önünde en az yirmi bir abuk sabuk değişiklik yapıldı. Beş asistan mobilyaların yerini değiştirdi, dev gibi pelüş ayının yerine ortaçağ zırhı koydu, aktörlerin kıyafet değiştirmesine yardım etti ve ellerindeki nesneleri değiştirdi. Saf izleyici bunların hepsini kaçırır.

Değişime karşı körlükle ilgili olan bu film, Londra belediye başkanının etik değerlendirme cümleleriyle sona eriyor: "Beklemediğiniz bir şeyi gözden kaçırmak kolaydır. Bu durum işlek bir yolda ölümcül olabilir... bisikletlilere dikkat!" Belediye başkanı haklı. Uçuş simülasyonu çalışmaları, eğitilmiş pilotların trafik kontrolle haberleşirken diğer olayların farkına varmadıklarını ve hatta fark etmedikleri bir uçağa çarpabileceklerini göstermiştir.

Buradan çıkan ders açıktır: dikkatsizlik, her türlü nesnenin gerçekten bilincimizden yok olmasına sebep olabilir. Dolayısıyla dikkat eksikliği, bilinçli ve bilinçdışı algıyı karşılaştırmak için temel bir araç oluşturur.

Bilinçli Algının Maskelenmesi

Laboratuvarda istem dışı körlüğün sınanmasıyla ilgili bir problem var: deneyler testlerin yüzlerce defa tekrarlanmasını gerek-

³¹ Filmi <http://www.youtube.com/watch?v=ubNF9ONEQLA> bağlantısında izleyin.

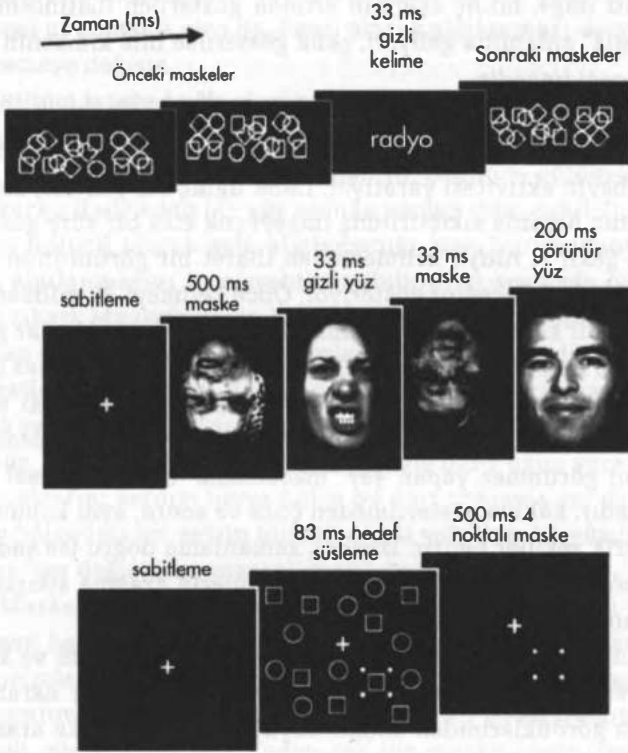
tirir, ama dikkatsizlik çok kararsız bir olgudur. Bir şeyden haberi olmayan izleyicilerin çoğu, ilk denemede büyük bir değişikliği bile fark etmeyebilir, ama uyanık olmaları için hileyle ilgili ufacak bir ipucu yeterli olur. İzleyiciler tetikte olur olmaz, değişikliğin görünmez olması hali zarar görür.

Dahası, dikkat edilmemiş uyarı öznel ve güçlü bir bilinçsizlik duygusu yaratabilse de, deneklerin “kesinlikle görmedik” dediği değişikliklerin gerçekten farkında olmadıklarını yüzde yüz kanıtlama konusunda bilimciler oldukça zorlanıyor. Her denemeden sonra denekler sorgulanabilir, ancak bu süreç yavaşır ve denekleri tetikte olmaya teşvik eder. Bir başka olasılık, sorgulamak için deneyin bitmesini beklemektir, ancak unutkanlık ortaya çıkacağı için bu da yine sorun yaratır: birkaç dakika sonra, izleyiciler farkına varmış oldukları şeyleri eksik değerlendirebilirler.

Bazı araştırmacılar, değişime karşı körlük deneyleri sırasında katılımcıların bir bütün olarak mutlaka sahnenin farkında olduklarını, ama ayrıntıların çoğunu belleğe kazımayı başaramadıklarını öne sürüyor.³² Dolayısıyla değişime karşı körlüğün sebebi farkındalık eksikliği değil, önceki sahneyi yeni sahneye kıyaslama yetersizliği olabilir. Hareketle ilgili ipuçları elendikten sonra, bir saniyelik bir gecikme bile beyin iki resmi kıyaslamasını zorlaştırabilir. Normal olarak katılımcı hiçbir şeyin değişmediğini söyleyecektir; bu yoruma göre katılımcılar tüm sahneleri bilinçli olarak algıladılar, ama arada farklılıklar olduğunu fark etmeyi başaramadılar.

Unutkanlık açıklamasının, tüm istem dışı körlük ve değişime karşı körlük konularına açıklık getirdiğinden ben şahsen kuşkuluyum (basket oyunundaki gorilin ya da suç mahallindeki pelüş ayının hatırlanabilir olması gerekir). Ama kafa kurcalayan bir şüphe devam ediyor. Çalışmanın bilimselliğinden kuşku duyulmaması için, imgenin yüzde yüz görünmez olduğu bir paradigmanın olması gerekir (ve katılımcılar ne şekilde bilgilendirilmiş

³² Tartışma için bkz. Simons ve Ambinder 2005; Landman, Spekreijse ve Lamme 2003; Block 2007.



ŞEKL 7. Maskeleme bir imgeyi görünmez kılabilir. Bu teknik, zaman içinde benzer şekillerle çevrelenmiş olan bir resmi kısa bir an için göstermekten ibarettir; benzer şekiller maske görevi görerek bu resmin bilinçli algılanmasına engel olur. En üstteki örnekte, rasgele geometrik şekiller dizisi arasında kısa bir an gösterilen tek bir kelime izleyici için görünmez oluyor. Ortadaki örnekte, kısa bir süre gösterilen yüz resmi yoğun duygu ifadesi taşısa da rasgele resimlerle çevrelenerek bilinç dışında bırakılabilir: izleyici sadece maskeleri ve en sondaki yüzü görüyor. En alttaki durumda, tüm şekiller dizisi hedef görevini üstleniyor. Dört noktayla işaretlenmiş olan şeklin, algılanmayan tek şekil olması bir paradokstur. Bu dört nokta, başlangıçtaki sıralamanın süresi uzatılarak maske görevi görür.

olursa olsun, imgeyi görmek için ne kadar uğraşırlarsa uğraşırsınlar ve filmi kaç kere izlerlerse izlesinler imgeyi görmemeleri gerekir). Neyse ki böyle bir tam görünmezlik biçimi var. Psikologlar buna “maskeleme,” diğer herkes “eşik altı imge” diyor.

Eşik altı imge, bilinç eşiğinin altında gösterilen (Latince *li-men* “eşik” anlamına geliyor), çaba gösterilse bile kimsenin göremeyeceği imgedir.

Böyle bir imge nasıl yaratılır? Bunun bir yolu, imgeyi çok silik yapmaktır. Bu çözüm ne yazık ki imgeyi çok bozduğu için çok az beyin aktivitesi yaratıyor. Daha ilginç bir yöntem, başka iki resmin arasına sıkıştırılmış imgeyi çok kısa bir süre göstermektir. Şekil 7, *radio* kelimesinden ibaret bir görüntünün nasıl maskelenebileceğini gösteriyor. Önce kelimeyi 33 milisaniye gibi kısa bir süre, yani bir sinema filminin bir karesi kadar gösteriyoruz. Bu süre, görünmez olmak için tek başına yetmez (çok karanlık bir ortamda mikro saniyelik bir ışık parlaması sahneyi aydınlatıp hafızaya kazıyacaktır). Ancak *radio* kelimesinin imgesini görünmez yapan şey “maskeleyme” denilen görsel yanılsamadır. Kelime gösterilmeden önce ve sonra, aynı konumda geometrik şekiller belirir. İzleyici, zamanlama doğru ise sadece yanıp sönen desenler görür. Bu görüntülerin arasına sıkıştırılmış olan kelime tamamen görünmez olur.

Kendim bizzat birçok eşik altı deneyi tasarlıyorum ve kodlama yeteneklerime oldukça güvensen de bilgisayar ekranını izlerken gördüklerimden kuşku duyuyorum. İki maske arasında gerçekten hiçbir şey yokmuş gibi duruyor. Ancak kelimenin hedeflenen süre kadar gösterildiğini doğrulamak için fotosel kullanılabilir: kelimenin ortadan kaybolması tamamen öznel bir olgudur. Yeterince uzun süre gösterildiği zaman kelime her defasında yeniden ortaya çıkıyor.

Birçok deneyde görmek ile görmemek arasındaki sınır oldukça dardır: 40 milisaniye gösterilen bir imge tamamen görünmezdir, ama bu süre 60 milisaniyeye çıkarıldığı zaman birçok deneyde kolayca görünüyor. Bu bulgu *subliminal* (eşik altı) ve *supraliminal* (eşik üstü) terimlerinin kullanılmasını haklı çıkarıyor. Mecaz kullanırsak, bilince giden geçit, iyi tanımlanmış bir eşiktir ve kısa bir an gösterilen imge bu eşiğin ya içindedir ya da dışında kalır. Eşik uzunluğu deneğe göre değişir, ama her zaman 50 milisaniyeye yakındır. Bu süre içinde kişi, kısa süre gösterilen imgeyi bazen algılar. Dolayısıyla görsel uyarıyı eşik-

te göstermek, muazzam kontrollü deneysel bir çelişki yaratır: nesnel uyarı sabit olsa da, öznel olarak algılanması denemeden denemeye değişir.

Bilinci isteğe bağlı olarak yönlendirmek için maskelemenin birçok çeşidi kullanılabilir. Karışık imgeler arasına sıkıştırılmış bir resim tamamen görünmez olabilir. Resimde gülümseyen ya da korku ifade eden bir yüz olduğu zaman (bkz. Şekil 7), deneklerin bilinçli olarak asla algılamadığı gizli bir duygunun eşik altı algılanmasını inceleyebiliriz (bilinçdışı seviyede duygular öne çıkar). Maskelemenin bir diğer çeşidinde, bir dizi şekil kısa bir an gösterilirken bu şekillerden biri uzun süre dört noktayla işaretlenir (bkz. Şekil 7).³³ İşin ilginç yanı sadece işaretlenmiş olan şeklin bilincine varılmaz; kalan tüm şekiller net olarak görünür. Dört nokta diğer şekillere kıyasla daha uzun süre kaldığı için, etrafını sardığı beyaz bölge bu dört noktayla yer değiştirir ve o bölgedeki bir şeklin bilinçli algısı yok olur; bu yüzden yöntem “yer değiştirme maskelemesi” deniyor.

Maskeleme, bilinçdışı görsel bir uyarının kaderini yüksek zaman hassasiyetiyle incelememize fırsat verdiği ve deney parametreleri üzerinde tam kontrol sağladığı için mükemmel bir laboratuvar aracıdır. En iyi koşullar, tek bir hedef uyarının kısa süreli gösterimini takip eden tek bir maske içerir. Dozu tam kontrol altında olan görsel bilgiyi (örneğin bir kelimeyi), izleyicinin beynine tam zamanında “enjekte” ederiz. Bu doz ilkece izleyicinin kelimeyi bilinçli şekilde algılaması için yeterli olmalıdır, çünkü arkadan gelen maskeyi kaldırırsak izleyici bu görsel bilgiyi sürekli görür. Ama maske varken, maske önceki imgeye engel olur ve izleyici sadece maskeyi görür. Beyinde herhalde garip bir yarış yaşanıyor: beyne önce kelime girse de, ardından gelen maske bu kelimeye yetişiyor ve bilinçli algıdan yok ediyor. Bir olasılık, beyin sanki bir ya da iki öge mi olduğuna dair kanıtları tartan istatistikçi gibi davranıyor. Kelimenin gösterim süresi yeterince kısa ve maske yeterince güçlü olduğu zaman,

³³ Woodman ve Luck 2003; Giesbrecht ve Di Lollo 1998; Di Lollo, Enns ve Rensink 2000

izleyicinin beyni sadece maskenin bulunduğu yönünde kuvvetli kanıtlar buluyor (ve beyin kelimeyi görmezden geliyor).

Öznel Olanın Önceliği

Maskelenmiş kelimelerin ve resimlerin gerçekten bilinçdışı olduğunu garanti edebilir miyiz? Laboratuvarımda yapılan son deneylerde, katılımcılara her deneyden sonra sadece bir kelime görüp görmediklerini sorduk.³⁴ Bu prosedürü “fazla öznel” bulan meslektaşlarımızın çoğu önemsiz ayrıntıları tartışıyor. Ama böyle bir kuşkuculuk yanlış: öznellik, tanıma gereği bilinç araştırmalarında inceleme konusunun tam merkezindedir.

Neyse ki kuşkucuları ikna etmek için elimizde başka araçlar da var. Öncelikle, öznel bir olgu olan maskeleye, izleyiciler arasında kayda değer fikir birliği sağlıyor. Yaklaşık 30 milisaniyenin altında, her deneyde katılımcıların hepsi kelimeyi görmediğini söylüyor; bir şeylerin değiştiğini algılamaları için en küçük sürenin onlara verilmesi gerekiyor.

En önemlisi, maskeleye sırasındaki öznel görünmezliğin nesnel sonuçlarını kanıtlamak kolaydır. Denekler, “bir şey görmedik” dedikleri deneylerde genellikle kelimenin ne olduğunu söyleyemiyor. (Denekler cevap vermeleri için zorlandıklarında kötü performans gösterdiler; bu bulgu, bir dereceye kadar eşik altı algı olduğunu gösteriyor ve buna bir sonraki bölümde tekrar döneceğiz.) Denekler birkaç saniye sonra, maskelenmiş olan rakamın 5’ten büyük ya da küçük olması gibi en basit tahminleri bile yapamıyorlar. Laboratuvarımdaki deneylerden birinde,³⁵ maskeleyerek görünmez kıldığımız otuz yedi kelimelik listeyi hiç değiştirmeden yirmi kez gösterdik. Deneyin sonunda, deneklere gösterilmemiş yeni kelimelerin de yer aldığı listeden eski kelimeleri seçmelerini istedik. Deneklerin bu konuda hiçbir şey yapamaması, maskelenmiş olan kelimelerin onların beyninde hiçbir iz bırakmadığını düşündürüyor.

³⁴ Del Cul, Dehaene ve Leboyer 2006; Gaillard, Del Cul, Naccache, Vinckier, Cohen ve Dehaene 2006; Del Cul, Baillet ve Dehaene 2007; Del Cul, Dehaene, Reyes, Bravo ve Slachevsky 2009; Sergent and Dehaene, 2004

³⁵ Dehaene, Naccache, Cohen, Le Bihan, Mangin, Poline ve Rivière 2001.

Bütün bu kanıtlar önemli bir sonuca, gelişmekte olan bilinç biliminin üçüncü temel bileşenine işaret ediyor: *öznel bildirimlere güvenilebilir ve güvenmek gerekir*. Maskeleyenin yol açtığı görünmezlik, öznel bir olgu olmakla birlikte bilgiyi işleme kapasitemiz açısından gerçek sonuçları vardır. Bu olgu, bir şeyin adını koyma ve hafıza yeteneğimizi ciddi şekilde azaltır. Maskeleye eşliğine yaklaşıldığında, izleyicinin "bilinçli" diye etiketlediği denemelerde mevcut bilgi miktarında muazzam değişiklik olması, öznel farkındalık duygusuna yansıtılmakla kalmayıp uyarının işlenmesindeki diğer birçok gelişmeye de yansıtılır.³⁶ Bilincine vardığımız bilgi ne olursa olsun, bu bilgiyi eşik altında olduğu koşullardan daha iyi ifade edebilir, değerlendirebilir, yargılayabilir ya da ezberleyebiliriz. Başka bir deyişle, gözlemci insanların nesnel bildirimleri ne rastlantısaldır ne de saçmadır: gözlemci bir şey gördüğünü gerçekten hissettiğini bildirdiği zaman, bu tür bilinçli erişim aslında bilgi işlemdeki devasa değişime karşılık gelir ve bu değişim mutlaka gelişmiş bir performansla sonuçlanır.

Başka bir deyişle, bir asır süren davranış bilimci ve bilişsel kuşkunun tersine, iç gözlem kayda değer bir bilgi kaynağıdır. İç gözlem, davranışsal ya da beyin görüntüleme ölçümleri yardımıyla genellikle nesnel olarak doğrulanabilen değerli veriler sağlamakla kalmaz, aynı zamanda bilinç biliminin konusunun özünü de *tanımlar*. Öznel bildirimler için nesnel açıklamalar arıyoruz, yani kişi belli bir bilinç halindeyken beyinde sistematik olarak ortaya çıkan bilinç imlerini ya da nöron setlerini arıyoruz. Tanım gereği, bu konuda sadece o kişi bir şeyler söyleyebilir.

Bu alanda bir bildirgeye dönüşen 2001 tarihli değerlendirmede, meslektaşım Lionel Naccache'la birlikte durumu şöyle özetledik: "Öznel bildirimler, bilincin bilişsel nörobiliminin incelediği iddia edilen temel olgudur. Şöyle ki, öznel bildirimler, diğer psikofizyolojik gözlemlerin yanı sıra ölçülmesi ve kaydedilmesi gereken ilk elden verileri oluşturur."³⁷

³⁶ Del Cul, Dehaene, Reyes, Bravo ve Slachevsky 2009; Charles, van Opstal, Marti ve Dehaene 2013.

³⁷ Dehaene ve Naccache 2001.

Bununla birlikte iç gözlem konusunda acemilik etmemeliyiz: iç gözlem, psikologlar için ham veri sağlamakla birlikte zihnin çalışmalarına doğrudan açılan bir pencere değildir. Nörolojik ya da psikiyatrik bir hasta karanlıkta yüzler gördüğünü söylediği zaman, söylediklerini basit anlamıyla kabul etmemeliyiz (ama hastanın böyle bir şey yaşadığını da reddetmemeliyiz). Sadece hastanın *neden* böyle bir şey hissettiğini açıklamamız gerekir (belki hastanın temporal [şakak] lobundaki yüz devrelerinin kendiliğinden, olasılıkla epileptik aktivasyonu yüzünden olabilir).³⁸

İç gözlem, normal insanlarda bile bariz şekilde hatalı olabilir.³⁹ Tanım gereği birçok bilinçdışı işleme erişimimiz yok (ama bu durum, bilinçdışı işlemler hakkında öyküler uydurmamıza engel değildir). Örneğin birçok kişi, okuma esnasında bir kelimeyi genel şekline dayanarak anında ve “bütün olarak” fark ettiğini düşünür; oysa beyinde harfe dayalı bir dizi karmaşık analiz gerçekleştiğini hiç fark etmez.⁴⁰ İkinci örnek olarak, geçmişte yaptıklarımızı anlamlandırmaya çalışırken neler olduğunu ele alalım. İnsanlar aldıkları kararlar için genellikle türlü türlü çarpıtılmış, olay sonrası yorumlar uydurur (bu yorumların, bilinçdışı gerçek dürtülerle ilgisi yoktur). Klasik bir deneyde, tüketicilere dört çift naylon çorap gösterildikten sonra hangisinin en kaliteli olduğu soruldu. Çoraplar aslında birbirinin aynıydı, ancak insanlarda rafın sağına koyulan çifti seçme eğilimi güçlüydü. Tercihlerini açıklamaları istendiğinde hiçbiri raftaki konumun etkisinden bahsetmedi; onun yerine uzun uzadıya kumaşın kalitesi hakkında yorum yaptılar! İç gözlem, bu örnekte açıkçası kuruntuydu.

Davranışçılar bu anlamda haklıydı: iç gözlem, yöntem olarak psikoloji bilimine kararsız bir zemin hazırlar, çünkü iç gözlem ne kadar çok olursa olsun zihnin nasıl çalıştığını bize anlatmayacaktır. Ancak bir ölçü olarak iç gözlem, bilinç biliminin inşa

³⁸ Ffytche, Hoard, Brammer, David, Woodruff ve Williams 1998.

³⁹ Krugerv ve Dunning 1999; Johansson, Hall, Sikstrom ve Olsson 2005; Nisbett ve Wilson 1977.

⁴⁰ Dehaene 2009; Dehaene, Naccache, Cohen, Le Bihan, Mangin, Poline ve Rivière 2001.

edileceği mükemmel ve tek platformu oluşturur, çünkü denklemin en önemli yarısını temin eder, yani deneklerin yaşadıkları hakkında ne hissettiklerini (gerçekler konusunda yanılıyor olsalar da) söyler. Biz bilişsel nörobilimciler, bilinç hakkında bilimsel bir kavrayışa sahip olmak için “sadece” denklemin diğer yarısını belirlemek zorundayız: hangi nörobiyolojik olaylar, bir kişinin öznel olarak yaşadıklarının temelini sistematik şekilde oluşturur?

Maskelemede gördüğümüz gibi, öznel bildirimler bazen nesnel kanıtla hemen desteklenir: kişi maskelenmiş bir kelimeyi gördüğünü söyler ve kelimeyi yüksek sesle ve doğru söyleyerek hemen kanıtlar. Ancak deneklerin tamamen iç duruma bağlı olarak bildirimde bulunduğu ve en azından görünüşte kesinlikle kanıtlanamaz olan birçok diğer vaka, bilinç araştırmacılarını ürkütmesin. Bu tür vakalarda bile kişinin yaşadıklarını açıklayan nesnel nöronal olayların olması gerekir (ve bu yaşananlar herhangi bir fiziksel uyarıdan bağımsız olduğu için, araştırmacılar bunu diğer algısal parametrelerle karıştırmaz ve büyük beyindeki kaynağını yalıtımlar onlar için gerçekten daha kolay olabilir). Dolayısıyla günümüz bilinç araştırmacıları sürekli olarak “salt öznel” durumların peşindeler. Salt öznel durumlarda, algısal uyarı sabit olmasına (hatta bazen hiç olmamasına) rağmen öznel algı değişiklik gösterir. Bu ideal vakalar, bilinçli halleri tamamen deneysel bir değişkene dönüştürür.

Tipik bir vaka, İsviçreli nörolog Olaf Blanke’nin “vücudu terk etme” olaylarıyla ilgili harika deney dizisidir. Ameliyat olan hastalar bazen anestezi sırasında vücutlarını terk ettiklerini bildiriyor. Önüne geçilemeyen bir tavana yükselme duygusunu ve aşağıdaki hareketsiz bedenlerine baktıklarını tarif ediyorlar. Bu bildirimleri ciddiye almamız gerekir mi? Vücudu terk edip uçma olayı “gerçekten” oluyor mu?

Bazı sözde bilimciler, hastaların bildirimlerini doğrulamak üzere dolapların üzerinde sadece uçan hastanın görebileceği çizimler saklıyor. Bu yaklaşım elbette saçma. Doğru tavır, yaşanan bu öznel durumun beyindeki işlevsel bir bozukluktan nasıl kaynaklanabileceğini sormaktır. Blanke, dış dünyaya dair belli

bir bakış açısının temelini oluşturan beyin temsilinin nasıl bir şey olduğunu sordu. Beyin, vücudun bulunduğu konumu nasıl tayin ediyor? Blanke birçok nöroloji hastasını ve ameliyatlı hastayı inceledikten sonra, sağ temporoparyetal kavşaktaki korteks bölgesi zedelendiği ya da elektrikle ajite edildiği zaman bedeni terk ederek başka yere gitme hissinin tekrarlandığını buldu.⁴¹ Bu bölge, çoklu sinyallerin bir noktaya yakınsadığı yüksek seviyeli kuşakta yer alır: bu sinyaller görme yeteneğinden kaynaklanır; somatopsensoryel ve kinestetik sistemlerden (bedensel dokunma, kas ve hareket sinyallerine ait beyindeki harita) kaynaklanır; ve vestibüler sistemden (başın hareketlerini kontrol eden, iç kulağımızda bulunan biyolojik eylemsizlik platformu) kaynaklanır. Beyin bu çeşitli ipuçlarını birleştirerek, bedenin bulunduğu ortamdaki konumuna dair bütünlüklü bir temsil üretir. Ancak beyinde hasar nedeniyle sinyaller birbiriyle çelişirse ya da belirsizlik olursa bu süreçte terslik olabilir. Bu durumda bedeni terk edip uçuşma olayı “gerçekten” yaşanıyor (gerçek fiziksel bir olay, ama sadece hastanın beyinde ve öznel olarak yaşanıyor). Bedeni terk etme olayı genel olarak şiddetli bir sersemlik hissidir; örneğin sallanan bir teknedeyken görme yeteneği vestibüler sistemle çeliştiği için hepimiz bu duyguyu yaşarız.

Blanke, *her* insanın bedeninden ayrılabilceğini göstermek için devam etti: normal bir beyinde bedeni terk etme hissine yol açmak için senkronize, ama dağılım alanı artırılmış görsel ve temas sinyalleri yardımıyla doğru miktarda uyarı oluşturdu.⁴² Hatta akıllı bir robot kullanarak bu yanılsamayı manyetik rezonans görüntülemesinde tekrar oluşturmayı başardı. Tarama yapılan kişi bu yanılsamayı yaşarken, beyinin temporoparyetal kavşağında (hastanın lezyonlarının olduğu yere çok yakın olan bir bölge) aydınlanma oldu.

⁴¹ Blanke, Landis, Spinelli ve Seeck 2004; Blanke, Ortigue, Landis ve Seeck 2002.

⁴² Lenggenhager, Mouthon ve Blanke 2009; Lenggenhager, Tadi, Metzinger ve Blanke 2007. *Bkz.* ayrıca Ehrsson 2007. Meşhur “lastik el” illüzyonu bu deneyin öncüsüdür. *Bkz.* Botvinick ve Cohen 1998; Ehrsson, Spence ve Passingham 2004.

Bu bölgenin konumumuzu bize hissettirmek için nasıl çalıştığını hâlâ tam olarak bilmiyoruz. Ancak bedeni terk etme halinin ilginç öyküsünün parapsikolojik bir merak olmaktan çıkıp kabul gören nörobilime kayması umut veriyor. Hatta bu tuhaf öznel olgu, nöronal kökenlerine kadar izlenebilir. Burada önemli olan, bu tür iç gözlemleri doğru ölçüde ciddiye almaktır. İç gözlemler, beynimizin iç mekanizmalarını doğrudan kavramamızı sağlamaz; daha ziyade, üzerine sağlam bir bilinç biliminin uygun şekilde inşa edilebileceği ham maddeyi oluşturur.

• • •

Bilinç üzerine çağdaş yaklaşıma bu şekilde kısaca göz attıktan sonra iyimser bir sonuca ulaşıyoruz. Geçtiğimiz son yirmi yıl içinde, araştırmacıların istedikleri zaman bilince müdahale etmesini sağlayan birçok usta işi deneysel araç ortaya çıktı. Bu araçları kullanarak kelimelerin, resimlerin ve hatta filmlerin farkına varılmamasını sağlayabiliriz (ve ardından küçücük değişikliklerle ya da bazen değişiklik bile yapmadan tekrar görünür olmalarını sağlayabiliriz).

Elimizde bu araçlar olduğuna göre, René Descartes'ın seve rek ortaya atacığı yakıcı soruların hepsini artık sorabiliriz. Birincisi görünmeyen imgeye ne oluyor? Bu imge yine de beyinde işleniyor mu? Ne kadar süre işleniyor? Kortekste ne kadar ileri gidiyor? Yanıtlar, uyarının ne şekilde görünmez yapıldığına bağlı mı?⁴³ Ve ikincisi bir uyarı bilinçli olarak algılandığı zaman ne değişiyor? Bir ögenin sadece bilinçli olarak farkına varıldığı zaman ortaya çıkan eşsiz beyin olayları var mı? Bu bilinç imlerini belirleyebilir miyiz ve bilincin ne olduğuna dair kuram oluşturmak için bu imlerden yararlanabilir miyiz?

⁴³ Son dönemde elde edilen önemli bir bulgu, farklı paradigmaların aynı işlem aşamasında bilinçli erişimi engellemeyebileceğidir. Örneğin göz merceği rekabeti, maskeleymeden daha önceki bir aşamada görsel işleme müdahale eder. Almeida, Mahon, Nakayama ve Caramazza 2008; Breitmeyer, Koc, Ogmen ve Ziegler 2008. Dolayısıyla bilinçli erişim için gerekli ve yeterli koşulları anlamak hedefleniyorsa, çoklu paradigmaları kıyaslamak zorunludur.

Bir sonraki bölüme bu sorulardan ilkiyle başlıyoruz: eşik altı imgelerin beynimizi, düşüncelerimizi ve kararlarımızı derinden etkileyip etkilemediğine dair o büyüleyici soru.

2

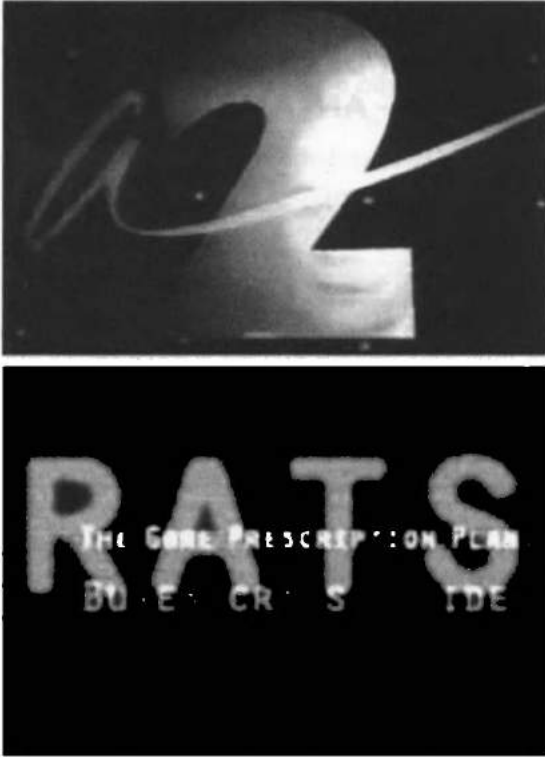
BİLİNÇDİŞİ DERİNLİKLERİ DOĞRU ANLAMAK

Görünmez olan bir imge beynin derinliklerinde ne kadar yol alabilir? Böyle bir imge, üst kortikal merkezlerimize ulaşıp aldığımız kararları etkileyebilir mi? Bu soruların yanıtlanması, bilinçli düşüncenin birbirine hiç benzemeyen sınırlarının betimlenmesinde hayati önem taşıyor. Son dönemde yapılan psikoloji deneyleri ve beyin görüntüleme, beyindeki bilinçdışı resimlerin kaderinin izini sürmüş bulunuyor. Maskelenmiş imgeleri ayırt edip bilinçdışı hale getiriyoruz ve hatta görünmeyen kelimelerin anlamını çözüp yorumluyoruz. Eşik altı resimler motivasyonları tetikler ve bizde karşılığını bulur (bütün bunlar biz farkına varmadan gerçekleşir). Hatta algılamayı eylemle birleştiren karmaşık işlemlerin gizlice gelişmesi, bilinçdışı "otomatik pilota" sıkça bel bağladığımızı gösterir. Bilinçdışı işlemlerin bu kaynar kazanı, bilincimizin karar verme konusundaki gücünü sürekli abarttığımızdan habersizdir (oysa bilinçli kontrol yeteneğimiz sınırlıdır).

Geçmiş ve gelecek, bilince fazla izin vermez.

—T. S. Eliot, *Burnt Norton* (1935)

2000 yılındaki başkanlık kampanyası sırasında, George W. Bush ekibinin yayınladığı ve Al Gore'un ekonomik planını tiye alan iğrenç bir reklamda, devasa harflerle yazılmış *RATS* (fareler) kelimesi reklam metnini izliyordu. Tamamen eşik altı olmasa da bu imge büyük oranda fark edilmedi, çünkü *bureaucrats* (bürokratlar) kelimesinin sonunda göze çarpmadan görünüp kayboldu. Rencide edici bu sıfat bir tartışma başlattı: İzleyicinin beyni, gizli anlamı kaydetti mi? Beyinde nereye kadar ilerledi? Seçmenin duygusal merkezine ulaşarak oy vermedeki kararını etkiledi mi?



ŞEKİL 8. Eşik altı imgeler medyada ara sıra kullanılır. 1988'deki Fransa başkanlık kampanyası sırasında başkan ve aday olan François Mitterrand'ın yüzü, çok izlenen televizyon programının logosuyla birlikte çok kısa süre gösterildi. 2000 yılında, George W. Bush'un reklamlarından birinde Al Gore'un ekonomik planı gizlice *RATS* (fareler) kelimesiyle etiketlendi. Bunlar beynin işlediği bilinçdışı imgeler mi ve kararlarımızı etkiliyor mu?

On iki yıl önceki Fransız seçimleri, eşik altı imge kullanımının daha da tartışılmalı olduğu bir sahneye dönmüştü. Başkan adayı François Mitterrand'ın yüzü, devlet televizyonunun ana program logosuyla birlikte çok kısa süre gösterildi (Şekil 8). Görünmez olan bu imge, Fransız izleyicinin sevdiği akşam sekiz haberlerinin başında her gün gösterildi. Bu imge oyları etkiledi mi? Elli beş milyonluk bir ulusun oylarında küçücük bir kayma, binlerce oy demek olur.

Tüm eşik altı müdahalelerin anası, 1957 yapımı bir filme *Drink Coca Cola* (Coca Cola İç) kelimelerinin olduğu meşhur karenin eklenmesidir. Bu öyküyü ve sonuç olarak meşrubat satışlarında muazzam artış olduğunu herkes bilir. Eşik altı araştırmayı destekleyen bu efsane yine de tam bir uydurmaydı. Öyküyü James Vicary uydurdu ve daha sonra deneyin bir şaka olduğunu itiraf etti. Ancak ne efsane ne de şu bilimsel soru yok oldu: Görünmeyen imgeler düşüncelerimizi etkileyebilir mi? Bu konu sadece özgürlük ve kitleleri etkileme meselesi değil, beyni bilimsel olarak kavramamız için temel bir sorgudur. Bir imgeyi işlemek için bilinçli olmamız gerekiyor mu? Ya da farkında olmadan algılayabilir, sınıflandırabilir ve karar verebilir miyiz?

Beyne bilinçdışı bilgi sunmanın çeşitli yöntemleri artık var olduğuna göre, bu soru gittikçe ağırlık kazanıyor. Binoküler imgeler, dikkatsizlik, maskeleye ve diğer birçok koşul, bizi çevremizin birçok özelliğinden habersiz hale getiriyor. Çevremizin bu özelliklerine karşı kör müyüz? Ne zaman belli bir nesneye dikkatimizi versek, çevredeki diğer şeyleri algılamayı bırakıyor muyuz? Yoksa eşik altı olmak kaydıyla bunları işlemeye devam ediyor muyuz? Öyleyse, algıladığımız şeyler bilinç ışığı olmadan beyinde nereye kadar ilerleyebilir?

Bu soruların yanıtlanması, bilimsel hedefimiz olan bilinçli hallerin beyin imlerini belirlemek için özellikle çok önemlidir. Eşik altı işlem eğer derinse ve bu derinliği doğru anlayabilirsek, bilincin doğasını çok daha iyi anlayacağız. Örneğin algılamanın ilk aşamalarının etkili olması için farkındalığa gerek olmadığını öğrenirsek, bu aşamaları bilinç araştırmalarına dahil etmeyebiliriz. Eleme sürecine üst seviye işlemleri de katarsak, bilinçli zihnin belli özellikleri hakkında daha çok şey öğreneceğiz. Bilinçdışının sınırlarını betimlemek, bilinçli zihnin negatif fotoğrafını yavaş yavaş sunacaktır.

Bilinçdışının Öncüleri

Zihinsel işlemlerin büyük bir bölümünün biz farkına varmadan gerçekleştiğini, genellikle Sigmund Freud'un (1856-1939)

keşfettiği söylenir. Ancak bu bir efsanedir ve efsaneyi büyük oranda Freud yaratmıştır.¹ Tarihçi ve filozof Marcel Gauchet'nin belirttiği gibi, "Freud'un özet olarak psikanaliz öncesinde zihni sistematik olarak belirleyen şeyin bilinç olduğunu belirten ifadesinin son derece yanlış olduğunu bildirmek zorundayız."²

Gerçek şu ki, zihinsel işlemlerimizin çoğunun gizlice gerçekleştiğinin farkına varılması ve bilincin aslında bazı bilinçdışı işlemcilerin üzerinde bulunan ince bir cila tabakasından ibaret olduğunun farkına varılması Freud'tan onlarca yıl öncesine ve hatta asırlar öncesine dayanıyor.³ Eski Roma'da hekim Galen (yaklaşık 129–200) ile filozof Plotinus (yaklaşık 204–270), yürüme ve nefes alma gibi bazı vücut hareketlerinin dikkatimizi çekmeden gerçekleştiğini zaten fark etmişti. Aslında Galen'in ve Plotinus'un tıbbi bilgilerinin çoğu, adı tıp mesleğinde hâlâ bir amblem olan tutkulu gözlemci Hipokrat'tan (yaklaşık MÖ 460–377) mirastı. Hipokrat *Kutsal Hastalık* denilen epilepsi [sara] hakkında yazdığı bütünlüklü bilimsel incelemede, sahibinin iradesine rağmen vücudun aniden uygunsuz davrandığına dikkat çekti. Hipokrat, beynin bizi devamlı kontrol ettiği ve gizlice zihinsel hayatımızın kumaşını dokuduğu sonucuna vardı.

Haz, neşe, kahkaha, şaka ve aynı zamanda acı, keder ve gözyaşlarımızın sadece ve sadece beyinden kaynaklandığını insanoğlunun bilmesi gerekir. Beyin sayesinde özellikle düşünür, görür, işitir ve çirkini güzelden, kötüyü iyiden ve hoş olanı hoş olmaya ayırt ederiz.

Roma imparatorluğunun çöküşünü takip eden karanlık ortaçağda, Hint ve Arap bilim insanları eski çağların tıbbi bilgeliğinin bir kısmını korudu. On birinci yüzyılda, Heysem (İbnü'l-Heysem, 965–1040) olarak tanınan Arap bilim insanı görsel algılamının temel ilkelerini keşfetti. İbnü'l-Heysem, Descartes'tan yüzyıllar önce gözün bir kamera deliği gibi ça-

¹ Bilinçdışı hakkındaki fikirlerin ayrıntılı tarihi için bkz. Ellenberger 1970.

² Gauchet 1992.

³ Nörobilimin açık seçik, ayrıntılı ve ulaşılabilir tarihi için bkz. Finger 2001.

lıştığını, ışık yayıcıdan ziyade ışık toplayıcı olduğunu anladı ve çeşitli yanılsamaların bizim bilinçli algımızı kandırabileceğini öngördü.⁴ İbnü'l-Heysem, bilincin her zaman kontrol altında olmadığı sonucuna vardı. Bilinçdışı anlam çıkarma gibi istemsiz bir işlem varsayımını ilk kez o öne sürdü: beyin, biz bilmesek de mevcut duyu verilerinin ötesinde bazı çıkarımlara sığar, bazen olmayan şeyleri görmemize neden olur.⁵ Sekiz yüzyıl sonra, fizikçi Hermann von Helmholtz 1867 tarihli *Fizyolojik Optik* kitabında gözümüzün, gelen duysal verilerle uyumlu en iyi yorumu nasıl kendiliğinden hesapladığını tarif etmek için yine *bilinçdışı çıkarım* terimini kullanacaktı.

Bilinçdışı algılama meselesinin ötesinde, en derin güdülerimiz ve isteklerimizin kökeni gibi daha büyük bir mesele var. Freud'tan yüzyıllar önce birçok filozof (Augustine (354-430), Thomas Aquinas (1225-74), Descartes (1596-1650), Spinoza (1632-1677) ve Leibniz (1646-1716) dahil) insan davranışlarının geniş bir mekanizmalar yelpazesi tarafından yönlendirildiğini ve bu mekanizmaların duysal motor refleksler, farkında olmadığımız güdüler ve gizli arzular gibi iç gözlemlere kapalı olduğunu belirtti. Spinoza, bilinçdışı dürtülerin şu tür bir karışımından bahsetti: bir çocuğun canının süt çekmesi, yaralı birinin intikam almak istemesi, bir sarhoşun bir şişe içki için kıvrınması ve bir gevezenin engelleyemediği konuşması.

On sekizinci ve on dokuzuncu yüzyılda ilk nörologlar, sinir sisteminin her yerinde bilinçdışı devrelerin olduğuna dair kanıt üstüne kanıt buldular. Marshall Hall (1790-1857), belirli duysal girdileri bazı motor çıktılarla ilişkilendiren "refleks arkı" kavramının öncülüğünü yaptı ve omurilikten kaynaklanan temel hareketler üzerinde istemli kontrolümüzün olmadığını vurguladı. Hall'un izinden giden John Hughlings Jackson (1835-1911) beyin sapından beyin korteksine ve istemsiz işlemlerden giderek istemli ve bilinçli işleme doğru hiyerarşik bir sinir sistemi organizasyonunun üzerinde durdu. Fransa'da psikolog ve sos-

⁴ Howard 1996.

⁵ Aynı yapıtta.

yolog Théodule Ribot (1839–1916), Gabriel Tarde (1843-1904) ve Pierre Janet (1859–1947), eylem belleğimizde (Ribot) saklanan pratik bilgiden [uygulayarak elde edilen bilgi] bilinçdışı taklide kadar (Tarde) ve hatta çocukluk günlerimizde ortaya çıkarak kişiliğimizin (Janet) özelliklerini belirleyen bilinçdışı hedeflere kadar insandaki o geniş istemsizlik yelpazesini vurguladılar.

Fransız bilimciler o kadar ilerideydi ki, iddialı Freud'un savları meşhur olunca Janet bu fikirlerin çoğunun kendisine ait olduğunu söyleyerek itiraz etti. Daha 1868 yılında, İngiliz psikiyatrist Henry Maudsley (1835–1918), "zihinsel eylemin en önemli kısmı, düşünme eyleminin bağlı olduğu zorunlu süreç, bilinçdışı zihinsel faaliyettir" diye yazmıştı.⁶ Freud'un Viyana'da meslektaş ve bir başka çağdaş nörolog olan Sigmund Exner 1899'da şöyle demiş: "'düşünüyorum' ve 'hissediyorum' yerine 'bende düşünüyor' [*es denkt in mir*] ve 'bende hissediyor' [*es denkt in mir*] dememiz gerekir (Exner bu sözleri, Freud'un 1923'te yayımlanan *Das Ich und das Es* (Ego ve İd) eserindeki düşüncelerden tam yirmi yıl önce ifade etmiş).

Yüzyılın sonuna gelindiğinde, bilinçdışı işlemlerin aynı anda birçok yerde bulunması çok yaygın kabul gördüğü için, büyük Amerikan psikoloğu ve filozof James Bold *The Principles of Psychology* (Psikolojinin İlkeleri, 1890) adlı incelemesinde cesurca şöyle diyebiliyordu: "Tüm bu gerçekler birlikte ele alındığı zaman, insanın doğasındaki uçuruma kuşkusuz yeni bir ışık getirecek olan araştırmanın başlangıcını oluşturuyor... Bu gerçekler şunu kesinlikle kanıtlıyor: bir insan hiçbir şey hissetmediğini bildirirken, ifadesi dürüst de olsa içinde hiçbir duygu olmadığına dair kanıt olarak kabul edilemez."⁷ James Bold, herhangi bir denegin "aykırı şeyleri pek farkına varmadan yapacağına" kanaat getirmiş.

Hayatımızın büyük bir bölümünü bilinçdışı mekanizmaların yönlendirdiğini net olarak gösteren bu nörolojik ve psikolojik gözlemlerin coşkusu yanında, Freud'un kişisel katkıları kuram-

⁶ Maudsley 1868.

⁷ James 1890, 211 ve 208. See Ellenberger 1970 ve Weinberger 2000.

sal kalıyor. Freud'un çalışmalarındaki sağlam fikirlerin ona ait olmadığını ve sağlam olmayan fikirlerin ona ait olduğunu söylersek fazla abartmış olmayız. Geriye dönüp baktığımızda, Freud'un kendi görüşlerini deneylerle sınamaya çalışmamış olması özellikle hayal kırıklığı yaratıyor. On dokuzuncu yüzyılın sonları ve yirminci yüzyılın başları, deneysel psikolojinin doğuşuna tanık oldu. Tepki sürelerinin ve hataların hassas ve sistematik şekilde toplanması dahil olmak üzere yeni deneysel yöntemler gelişme gösterdi. Ancak Freud, zihinle ilgili mecazi modelleri ciddi şekilde sınamadan önerirken rahattı. En sevdiğim yazarlardan biri olan Vladimir Nabokov'un Freud'un yöntemine hiç tahammül yoktu ve acımasızca saldırdı: "Enayiler ve görgüsüzler, mahrem yerlerine her gün Yunan efsaneleri uygulanırsa zihinsel acıların geçeceğine bırakın inansınlar. Benim umurumda bile değil."⁸

Bilinçdışı İşlemlerin Olduğu Yer

On dokuz ve yirminci yüzyıldaki büyük tıbbi gelişmelere rağmen, yirmi yıl öncesine kadar, yani ben 1990'lı yıllarda beyin görüntüleme tekniklerini çalışma arkadaşlarımla birlikte eşik altı algılamaya uygulayana dek, beyinde görünmeyen resimler meselesinin etrafında ciddi bir kargaşa vardı. İşbölümüyle ilgili olarak birçok çelişkili açıklama öneriliyordu. Öne sürülen fikirlerden en basiti, diğer devreler bilinçli değilken korteksin (beynin iki yarımküresinin yüzeyini oluşturan katlanmış nöron tabakaları) bilinçli olduğuydu. Memelilerde beynin en gelişmiş kısmı olan korteks dikkat etme, planlama ve konuşmanın temelini oluşturan gelişmiş işlemlerin olduğu yerdir. Dolayısıyla kortekse ulaşan her bilginin mutlaka bilinçli olduğunu varsaymak, oldukça doğal bir varsayımdı. Tersine, bilinçdışı işlemlerin sadece amigdala ya da kolikulus gibi uzmanlaşmış beyin çekirdeklerinde gerçekleştiği ve bu çekirdeklerin korkutucu uyarıları saptama ya da göz hareketleri gibi belirli fonksiyonla-

⁸ Vladimir Nabokov, *Strong Opinions* (Güçlü Kanaatler, 1990), 66.

rı yerine getirmek üzere gelişmiş oldukları düşünülüyordu. Bu nöron gruplarına, korteksin altında bulundukları için "korteks altı" devreler deniyor.

Yine aynı derecede toy olan bir başka öneri, beynin iki yarımküresi arasında zıtlık olduğunu öne sürüyor. Dil devrelerinin bulunduğu yer olan sol yarımküre, yaptığı işi ifade edebilir. O halde sol yarımküre bilinçli olmalı, ama sağ yarımküre bilinçli olamaz.

Üçüncü bir varsayım, kortikal devrelerden bazıları bilinçli olduğu halde diğerlerinin bilinçli olmadığı şeklindeydi. Özellikle, beyinde ventral [ön] güzergâh üzerinden taşınan ve nesnelerin ne olduğunu, yüzlerin kime ait olduğunu teşhis eden her türlü görsel bilgi mutlaka bilinçli olmak zorundaydı. Bu arada parietal korteksten geçen dorsal [arka] görsel güzergâh üzerinden taşınan ve hareketlerimizi yönlendirmek üzere nesnelerin şeklinden ve konumundan faydalanan bilgiler, her zaman bilinçdışının karanlık bölgesinde kalacaktı.

Bu basit ayrımların hiçbiri dikkatli incelemeden geçmedi. Elimizdeki mevcut bilgilere göre, beynin hemen her bölgesi hem bilinçli hem bilinçdışı düşünceye katılabilir. Ancak bu sonuca varmak için, bilinçdışının kapsamıyla ilgili kavrayışımızı gittikçe geliştirecek akıllı deneylere ihtiyaç duyuldu.

Önce beyninde hasar olan hastalarla yapılan basit deneyler, bilinçdışı işlemlerin beynin gizli bodrumunda, yani korteksin altında kuluçkaya yattığını akla getirdi. Örneğin amigdala, yani temporal lobun altında bulunan badem şeklindeki nöron grupları, günlük hayattaki önemli ve duygu dolu durumları işaretler. İşaretleme özellikle korkunun kodlanmasında büyük önem taşır; korkutan uyarılar, örneğin yılan görmek, korku duygusunu bilinçli kortikal seviyede biz kaydetmeden çok daha önce retinada süreci hızlandırarak amigdalayı aktif hale getirebilir.⁹ Birçok deney, amigdalanın hızlı devre sistemi vasıtasıyla bu tür duygusal değerlendirmelerin son derece hızlı ve bilinçli yapıldığını göstermiştir. İsviçreli nörolog Édouard Claparède,

⁹ Ledoux 1996.

1900'lü yılların başında bilinçdışı duygusal belleği kanıtladı: amnezik (hafıza kaybı) bir hastayla tokalaşırken hastanın eline iğne batırdı. Ertesi gün, hasta amnezi nedeniyle doktoru tanımadığı halde onunla tokalaşmayı kesinlikle reddetti. Bu tür deneyler, karmaşık duygusal işlemlerin farkındalık seviyesinin altında gelişebileceğine dair ilk kanıtı sağladı ve duygusal işlemler, her zaman duygusal işlem konusunda uzmanlaşmış bir grup korteks altı çekirdekten kaynaklanıyor gibiydi.

Eşik altı işlemle ilgili bir başka veri kaynağı "kör görüşlü" hastalardır; bu hastalarda, korteksin görsel girdiler için ana kaynağı olan birincil görme korteksinde lezyonlar vardır. Zıt anlam içeren "kör görüşlü" terimi garip gelebilir, ama bu hastalığa yakalananların Shakespeare tarzı durumunu tam olarak tanımıyor: görmek, ama görmemek. Birincil görme korteksindeki bir lezyonun kişiyi kör etmesi gerekir, ancak lezyon bu hastaları *bilinçli* görme yeteneğinden mahrum eder (hasta, görsel alanın belli bir bölgesinde (tam olarak korteksin hasarlı alanına karşılık gelen bölgede) hiçbir şey görmediklerine dair sizi ikna etmeye çalışırlar ve sanki körmüş gibi davranırlar). İnanılır gibi değil, ama deney yapan kişinin gösterdiği nesneleri ya da tuttuğu ışığın yerini tam olarak elleriyle işaret ediyorlar.¹⁰ Bu hastalar zombiler gibi, görmedikleri konumlara bilinçdışı olarak ellerini uzatıyor (buna gerçekten kör görüş denir).

Kör görüşlü hastalarda bilinçdışı görme yeteneğini hangi hasarsız anatomik yollar destekliyor? Bu hastalarda, bazı görsel bilgilerin hastayı kör eden lezyonu atlayarak retinadan ele doğru gidebildiği açıktır. Araştırmacılar başlangıçta, görme korteksine giriş noktası hasarlı olduğu için, hastanın bilinçdışı davranışının tamamen korteks altı devrelerden kaynaklanabileceğini düşündü. Suçun, orta beyinde bulunan ve üst kolikulus denilen çekirdekte olabileceği düşünüldü; bu çekirdek görme yeteneğinin, göz hareketlerinin ve diğer konumsal tepkilerin çapraz kaydında uzmandır. Kör görüşü için yapılan ilk fonksiyonel MRI çalışması gerçekten, görünmeyen hedeflerin

¹⁰ Weiskrantz 1997.

üst kolikulusta güçlü bir faaliyet başlattığını gösterdi.¹¹ Ancak bu çalışma, görünmeyen uyarının kortekste faaliyete neden olduğunu gösteren kanıtlar da içeriyordu (ve sonraki çalışmalar, görünmez uyarının hasarlı birincil görme alanını bir şekilde atlayarak hem talamusu [beyindeki sinir ucunu] hem de korteksin üst seviyeli görme alanlarını faaliyete geçirebildiğini gerçekten doğruladı).¹² İçimizdeki bilinçdışı zombide bulunan ve göz ile el hareketlerimizi yönlendiren beyin devrelerinin, o eski korteks altı güzergâhlardan çok daha fazlasını içerdiği çok açık.

Kanadalı psikolog Melvyn Goodale'in incelediği bir başka hasta, korteksin bilinçdışı işleme olan katkısı görüşünü güçlendirdi. Bayan D.F. 34 yaşında karbonmonoksitten zehirlenmiş.¹³ Oksijen eksikliği, hastanın sol ve sağ lateral [yan] görme kortekslerinde kalıcı hasar yaratmış. Sonuç olarak hasta, bilinçli görme yeteneğinin en temel özelliklerinden bazılarını kaybederek nörologların "görsel agnozi" [görsel tanımazlık] dediği hastalığa yakalanmış. D.F. şekil tanıma konusunda aslında kördü (kareyi uzun bir dikdörtgenden ayırt edemiyordu). Hastadaki bu kusur öyle ağırdı ki, eğimli bir çizginin yönünü (dikey, yatay ya da eğik) bilemiyordu. Ancak el ve kol hareket sistemi ciddi şekilde işlevseldi: posta kutusundaki dar ve uzun yarığı kullanarak kart atması istendiği zaman, yönünü hiçbir zaman kestiremediği halde elleri hiç hata yapmadan kartı attı. Hastanın motor sistemi, "nesneleri" bilinçli değil ama bilinçdışı olarak daha iyi görüyordu. Hasta, elini uzattığı nesneleri kavrarken elini ne kadar açacağına da alıştı (ancak algılanan büyüklüğü, başparmak ve işaret parmağını açarak aradaki mesafe cinsinden göstermediğinde kesinlikle gösteremiyor).

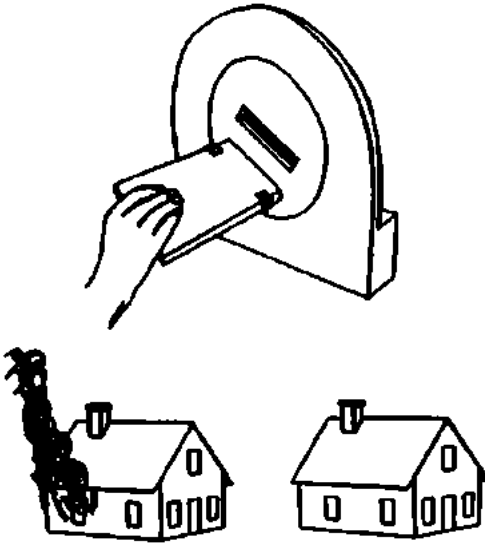
D.F.'nin motor eylemleri gerçekleştirmedeki bilinçdışı yeteneği, aynı görsel şekilleri bilinçli olarak kavrama yeteneğini kat

¹¹ Sahraie, Weiskrantz, Barbur, Simmons, Williams ve Brammer 1997. *Bkz.* ayrıca Morris, DeGelder, Weiskrantz ve Dolan 2001.

¹² Morland, Le, Carroll, Hoffmann ve Pambakian 2004; Schmid, Mrowka, Turchi, Sauinders, Wilke, Peters, Ye ve Leopold 2010; Schmid, Panagiota-rooulos, Augath, Logothetis ve Smirnakis 2009; Goebel, Muckli, Zanel-la, Singer ve Stoerig 2001.

¹³ Goodale, Milner, Jakobson ve Carey 1991; Milner ve Goodale 1995.

kat geçmiş gibiydi. Goodale ve çalışma arkadaşları, hastanın performansının sadece korteks altı motor yollarıyla açıklanamayacağını ve parietal loblardaki korteksin de işe dahil olması gerektiğini savundular. Nesnelerin büyüklüğü ve yönü hakkındaki bilgiler, D.F. farkında olmasa da oksipital ve parietal loblarında hâlâ bilinçdışı yol alıyordu. Hasarsız devreler, D.F.'nin bilinçli olarak göremediği büyüklük, konum ve hatta şekil bilgilerini işte bu kortekslerden alıyordu.



ŞEKİL 9. Beyninde lezyonlar bulunan hastalar, bilinçdışı imgelerin kortekste işlendiğine dair ilk kanıtları sağladı. Goodale ve Milner'ın (1991) hastası D.F., bir beyin lezyonunun ardından görsel tanıma yeteneğini tamamen kaybetmiş ve eğimli bir yarık gibi basit şekilleri bile (yukarıdaki şekil) algılayamaz ve tanımlayamaz hale gelmişti. Ancak hastanın eğimli yarıktan kart atabilmesi, karmaşık el hareketlerinin bilinçdışı yönlendirildiğini akla getiriyor. Marshall ve Halligan'ın (1988) hastası P.S., mekânın sol tarafının farkına varamıyordu. Hasta, yukarıdaki iki ev arasındaki farkı bilinçli olarak algılayamadı. Ama hangi evde oturmayı tercih ettiği sorulduğunda yanan evden sürekli kaçınması, resimdeki anlamı bilinçdışı kavradığını düşündürüyor.

Bu çalışmanın ardından, benzer birçok hastada ağır kör görüşü ve agnozi incelendi. Hastalardan bazıları tamamen kör ol-

duklarını söyledikleri halde kalabalık bir koridorda nesnelere çarpmadan dolaşabildi. Diğer hastalar “konumsal ihmal” denen bilinçdışı bir hal yaşadı. Bu ilginç vakada, genellikle alt parietal lobun yakınında ve sağ yarımkürede bulunan bir lezyon, hastanın dikkatini sol tarafa vermesini önüyor. Sonuç olarak, hasta genellikle bir sahnenin ya da bir nesnenin sol yarısını tamamen gözden geçiriyor. Hastalardan biri, yeterli yemek verilmediğine dair ciddi şikâyetinde bulundu: tabağın sağındaki yemeğin tamamını yemiş, ama sol tarafının hâlâ dolu olduğunu fark etmemişti.

Konumsal ihmal hastalığına yakalananların bilinçli yargıları ve bildirimleri ciddi şekilde hatalı olmakla birlikte, bu hastaların sol görme alanları aslında kör değildir. Hastanın retinası ve ilk görme korteksi tamamen işlevseldir, ancak ileri seviyede bir lezyon yüzünden bu bilgiyle ilgilenip bilinçli seviyede kaydetmeleri mümkün olmaz. İlgilenilmeyen bilgi tamamen kaybolur mu? Bu sorunun yanıtı hayırdır: korteks, ihmal edilen bilgiyi işlemeye devam eder, ama bilinçsiz seviyede işler. John Marshall ve Peter Halligan, bir konumsal ihmal hastasına biri yanmakta olan iki ev resmi göstererek bu soruyu çok güzel yanıtladı (Şekil 9).¹⁴ Hasta, iki resim arasında herhangi bir fark gördüğünü kesinlikle reddetti (iki evin tıpatıp aynı olduğunu iddia etti). Ancak hangi evde yaşamayı tercih ettiği sorulduğunda, yanan evi seçmeyi sürekli reddetti. Hastanın beyninin görsel bilgiyi yeterince derin işlediği çok açık; çünkü beyin, yangını kaçınılması gereken bir tehlike olarak sınıflandırabilirdi. Beyin görüntüleme teknikleri birkaç yıl sonra şunu gösterdi: görünmeyen bir uyarı, konumsal ihmal hastalarında evlere ve yüzlere tepki veren ventral görme korteksi bölgelerini hâlâ aktive edebilir.¹⁵ Hatta göz ardı edilen kelimeler ve sayılar bile görünmeden hastanın beynine ulaşabilir.¹⁶

¹⁴ Marshall ve Halligan 1988.

¹⁵ Driver ve Vuilleumier 2001; Vuilleumier, Sagiv, Hazeltine, Poldrack, Swick, Rafal ve Gabrieli 2001.

¹⁶ Sackur, Naccache, Pradat-Diehl, Azouvi, Mazevet, Katz, Cohen ve Dehaene 2008; McGlinchey-Berroth, Milberg, Verfaellie, Alexander ve Kilduff 1993

Beynin Karanlık Yanı

Tüm bu kanıtlar ilk olarak, bilinçli ve bilinçdışı işlem arasındaki ayrımı muhtemelen değiştirmiş olan şiddetli ve genellikle büyük beyin lezyonları olan hastalardan kaynaklandı. Lezyon olmayan normal beyinler de imgeleri bilinçdışı olarak derin bir görme seviyesinde işliyor mu? Korteksimiz, bizim farkındalığımız olmadan işlem yapabilir mi? Okulda edindiğimiz okuma ya da aritmetik gibi karmaşık fonksiyonlar bile bilinçdışı gerçekleştirilebilir mi? Laboratuvarım, bu önemli sorulara olumlu yanıt getiren ilkler arasındaydı; görünmeyen kelimelerin ve rakamların korteksin derinliklerine ulaştığını göstermek için beyin görüntülemeyi yararlandı.

1. Bölümde açıkladığım gibi, bir resmi onlarca milisaniye gösterdiğimiz halde görünmemesini sağlayabiliriz. Buradaki hile, bilinçten saklamak istediğimiz kritik olayı, öncesi ve sonrasında başka şekillerle maskeleyektir (*bkz.* Şekil 7). Ama maskelenmiş böyle bir resim beyinde ne kadar yol alabilir? Çalışma arkadaşlarım ve ben, akıllı “eşik altı ipucu” tekniğini kullanarak bir gösterge bulduk. Bir eşik altı kelimeyi ya da resmi kısa bir an gösterdik (ipucu ekleme) ve bunu başka bir görünür öge (hedef) takip etti. Arka arkaya yapılan denemelerde, hedef ve ipucu aynı ya da farklı olabilir. Örneğin ipucu olan *ev* kelimesini, deneklerin görmemesi için çok kısa bir süre gösterdik ve ardından bilinçli olarak görülecek şekilde hedef *radio* kelimesini gösterdik. Denekler, gizlenmiş bir kelime olduğunun farkına bile varmadılar. Sadece görünür olan hedef kelimeye odaklandılar; canlı bir şeye aitse bir düğmeye, yapay bir şeyse diğer düğmeye basmalarını istedik ve kelimeyi fark etmelerinin ne kadar zaman aldığını ölçtük. (Verilen herhangi bir görev aynı işi gerektirir.)

Onlarca deneyde aynı ilginç bulguyla karşılaştık: bir kelimenin bilinçdışı bile olsa önceden gösterilmesi, aynı kelime bilinçli olarak tekrar ortaya çıktığında beyinde işlenmesini hızlandırıyor.¹⁷ Gösterilen iki kelime arasında bir saniyeden daha

¹⁷ Marcel 1983; Forster 1998; Forster ve Davis 1984. Son dönemde yapılan

az süre olması halinde, tekrarlama (kelime hiç algılanmamış da olsa) kolaylık sağlıyor. Dolayısıyla *radio* kelimesinden önce *ev* gibi ilgisiz bir kelime yerine *radio* kelimesi gösterildiği zaman insanlar daha hızlı cevap veriyor ve daha az hata yapıyor. Bu bulguya “eşik altı tekrarlı ipucu” deniyor. Pompaya önceden su vererek nasıl hazırlık yapıyorsa, kelime işleme devresini de görünmeyen bir kelimeyle hazırlayabiliriz.

Beyne gönderilen ipucu bilgisinin oldukça soyut olabileceğini artık biliyoruz. Örneğin hedef kelime büyük harfken (*RADYO*) ipucu küçük harf (*radio*) olsa da ipucu vermek işe yarıyor. Oysa görsel olarak bu kelimeler tamamen farklıdır. Küçük harf *a*, büyük harf *A*'ya hiç benzemez. Sadece kültürel gelenekler bu iki şekli aynı harf olarak ilişkilendirir. Deneyler, uzman okuyucularda bu bilginin tamamen bilinçdışı hale geldiğini ve ilk görsel sistemde derlendiğini şaşırtıcı bir şekilde gösteriyor: eşik altı ipucu, aynı fiziksel kelime tekrarlandığı (*radio* – *radio*) ya da büyük harf küçük harf arasında geçiş yapıldığı zaman (*radio* – *RADYO*) aynı oranda güçlü oluyor.¹⁸ Dolayısıyla bilinçdışı bilgi, harf dizilerinin soyut temsiline varacak şekilde ilerliyor. Kelimeye göz atmak, harflerin şeklindeki iki boyutlu değişiklikten bağımsız olarak beyin harfleri tanıması için yeterli oluyor.

Bir sonraki adım, bu işlemin nerede gerçekleştiğini anlamaktı. Beyin görüntüleme, benim ve çalışma arkadaşlarımla kanıtladığı gibi bilinçdışı bir kelimenin sebep olduğu küçük faaliyetleri saptayacak kadar hassastır.¹⁹ Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanarak, eşik altı ipucundan etkilenen alanların bütünlüklü beyin fotoğraflarını elde ettik. Sonuçlar, ventral görme korteksinin büyük bir parçasının bilinçdışı faaliyete geçirilebileceğini gösterdi. İğsi girus denilen alan bu devreyi kapsadı; girus, ileri şekil tanıma mekanizmalara

birçok eşik altı ipucu deneyi, Kouider ve Dehaene tarafından gözden geçirilmiştir. 2007.

¹⁸ Bowers, Vigliocco ve Haan 1998; Forster ve Davis 1984.

¹⁹ Dehaene, Naccache, LeClec'H, Koechlin, Mueller, Dehaene-Lambertz, van de Moortele ve Le Bihan 1998; Dehaene, Naccache, Cohen, Le Bihan, Mangin, Poline ve Rivière 2001.

rının bulunduğu yerdir ve okumanın başlangıç aşamalarını uygulur.²⁰ İpucu burada kelimenin şekline bağlı değildi: beynin bu alanı, büyük ya da küçük harf olduğuna aldırmdan kelimenin soyut kimliğini işleyecek yeteneğe sahipti.²¹

Bu deneylerden daha önce, bazı araştırmacılar işsi girusun bilinçli işlemde mutlaka yer aldığını varsaymıştı. Girus, şekilleri görmemizi sağlayan “ventral görsel güzergâh” denilen şeyi oluşturdu. Bilinçdışı işlemlerin tek merkezinin, oksipital görme korteksini parietal korteksin eylem sistemleriyle birleştiren “dorsal güzergâh” olduğunu düşündüler.²² Resimlerin ve kelimelerin kimliğiyle ilgilenen ventral güzergâhın bilinçdışı modda da çalışabileceğini gösteren bizim deneylerimiz ve başka deneyler, dorsal güzergâhın bilinçdışı ve ventral güzergâhın bilinçli olduğu şeklindeki basit düşüncenin yok edilmesine katkıda bulundu.²³ Bu devrelerin ikisi de kortekste yüksek bir konumda olduğu halde, bilinçli durumlar seviyesinin altında çalışmalarını mümkün görünüyor.

Bilinç Olmadan Bağlantı Kurmak

Eşik altı ipucu üzerine yıllardır yapılan araştırmalar, bilincin görme yeteneğimiz üzerindeki rolüyle ilgili birçok efsaneyi yok etmiş bulunuyor. Görsel bir sahnenin unsurları tek tek farkına varmadan işlenebilir olsa da bu unsurlar arasında bağlantı kurmak için bilince gerek olduğu düşüncesi, günümüzde ıskartaya çıkmış bir fıkirdir. Bu düşünceye göre, bilinçli dikkat olmadığı zaman hareket ve renk gibi özellikler çevrede serbestçe dolaşır ve ilgili nesneleri oluşturmak üzere uygun şekilde bağlantı kurulmuyordu.²⁴ Beynin çeşitli alanları, bütünsel algının ger-

²⁰ Dehaene 2009.

²¹ Dehaene ve Naccache 2001 ya da Dehaene, Naccache, Cohen, Le Bihan, Mangin, Poline ve Rivière 2001; Dehaene, Jobert, Naccache, Ciuciu, Poline, Le Bihan ve Cohen 2004.

²² Goodale, Milner, Jakobson ve Carey 1991; Milner 1995.

²³ Kanwisher 2001.

²⁴ Treisman ve Gelade 1980; Kahneman ve Treisman 1984; Treisman ve Sother 1986.

çekleşebilmesi için önce bilgiyi tek bir “klasörde” ya da “nesne dosyasında” birleştirmek zorundaydı. Bazı araştırmacılar nöronal eşzamanlılık²⁵ ya da yeniden girişin²⁶ mümkün kıldığı bu bağlantı işleminin, bilinçli işlemin ayırt edici özelliği olduğunu varsaydı.

Ama yanıldıklarını artık biliyoruz: bilinç olmadan bazı görsel bağlantılar gerçekleşebiliyor. Harflerden kelime oluşturmayı ele alalım. Harfler elbette soldan sağa hatasız bir düzende bağlanmalı ki, tek bir harfin yeri değiştiğinde tamamen farklı anlam taşıyan *RANGE* (menzil) ve *ANGER* (öfke) kelimeleri birbirine karışmasın. Yaptığımız deneyler, bu tür bir bağlantının bilinçdışı başarıldığını gösterdi.²⁷ Sıralamada önce *range* ve sonra *RANGE* kelimeleri gösterildiğinde eşik altı tekrarlı ipucunun meydana geldiğini, ama önce *anger* ve sonra *RANGE* kelimeleri gösterildiğinde böyle bir şeyin gerçekleşmediğini bulduk (bu da eşik altı işlemin çok hassas olduğunu, harflerin var olmasının yanında nasıl düzenlendiğine de bağlı olduğunu gösteriyor). Aslında *anger* ve *RANGE* sıralamasına gelen yanıtlar, hiç ilgisi olmayan *lale* gibi bir kelimedenden sonra gelen *RANGE* kelimesine verilen yanıtlardan daha hızlı değildi. Eşik altı algılama, ortak harfler yüzde 80 olduğu zaman kandırlamıyor: tek bir harf, eşik altı ipucu örüntüsünü ciddi şekilde değiştirebilir.

Eşik altı algıyla ilgili bu tür kanıtlar, son on yılda yüzlerce kez (sadece yazılı kelimeler için değil, aynı zamanda yüzler, resimler ve çizimler için) tekrarlandı.²⁸ Bu kanıtlar bizi şu sonuca götürüyor: bilinçli bir görsel sahne vakası oldukça işlenmiş bir imgedir ve gözlerden gelen ham girdiden çok farklıdır. Dünyayı, hiçbir zaman retinanın gördüğü gibi görmüyoruz. Retinanın gördüğü gibi görmek, aslında korkunç olurdu: epey çarpılmış, retinanın merkezine doğru şişmiş ve kan damarlarıyla gizlen-

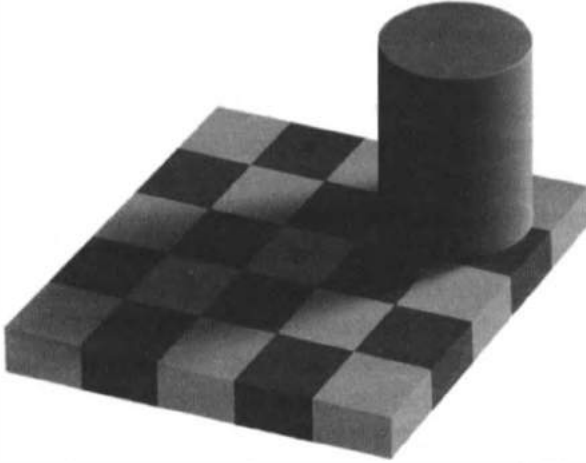
²⁵ Crick 2003; Singer 1998.

²⁶ Finkel ve Edelman 1989; Edelman 1989.

²⁷ Dehaene, Jobert, Naccache, Ciuciu, Poline, Le Bihan ve Cohen 2004.

²⁸ Örneğin Henson, Mouchlianitis, Matthews ve Kouider 2008; Kouider, Eger, Dolan ve Henson 2009; Dell'Acquaand Grainger 1999.

miş açıklık koyulu pikseller, kabloların beyne gittiği "kör nokta-da" kocaman bir delik; biz etrafa baktıkça imge sürekli bulanıklaşırdı. Oysa biz retina kusurlarının kör noktada onarıldığı, göz ve baş hareketlerimize rağmen dengelendiği ve daha önceden bildiğimiz benzer görsel sahnelere dayanarak yoğun şekilde yorumlandığı üç boyutlu bir sahne görüyoruz. Bütün bu işlemler bilinçdışı ortaya çıkıyor (gerçi bu işlemlerin çoğu, bilgisayar modellemesine kafa tutacak kadar karmaşıktır). Görsel sistemimiz, örneğin imgedeki gölgeleri saptayıp siliyor (Şekil 10). Beynimiz, ışık kaynaklarını bilinçdışı olarak bir bakışta anlıyor ve nesnelerin şekli, matlığı, yansıtma özelliği ve parlaklığı hakkında sonuca varıyor.



ŞEKİL 10. Görme yeteneğimizin altında bilinçdışı güçlü hesaplamalar yapıyor. Şekle baktığınız zaman normal bir damalı tahta görüyorsunuz. A karesinin koyu, B karesinin açık renk olduğundan kuşkunuz yok. Çok ilginç, ama karelerin ikisi de grinin aynı tonunda basılı. (İmgeyi maskeleyerek [A ve B'nin dışında kalan alanı bir kâğıtla örterek] kontrol edin.) Bu yanılsamayı nasıl açıklayabiliriz? Saniyeden çok daha kısa sürede, beyniniz bilinçdışı olarak görüntüleri nesnelere ayırtıyor, ışığın sağ üst taraftan geldiğine karar veriyor, silindirin tahtaya gölge düşürdüğünü saptıyor, gölgeyi imgeden siliyor ve bu sayede damalı tahtanın gerçek renklerini görmenize izin veriyor. Bu karmaşık hesaplamaların sadece nihai sonucu bilinçli farkındalığınıza ulaşıyor.

Gözümüzü her açtığımızda, görme korteksimizde son derece paralel bir işlem gerçekleşiyor (ama biz farkına varmıyoruz). Görme yeteneğimizin kendi içinde yaptıklarından habersiz olan bizler, sadece çok çalıştığımızı *hissettiğimiz* zaman (örneğin matematikle uğraşırken ya da satranç oynarken) beynimizin çok çalıştığına inanıyoruz. Görme yeteneğimizin, kusursuz görsel bir dünyanın basit izlenimini yaratmak üzere sahne arkasında ne kadar çok çalıştığı hakkında en ufak bir fikrimiz yok.

Satrancı Bilinçdışı Oynamak

Bilinçdışı görme yeteneğimizin başka bir kanıtı için satranç oynamayı ele alalım. Büyük usta Garry Kasparov kendini satranç oyununa verdiği zaman, diyelim ki siyah kalenin beyaz veziri tehdit ettiğini fark etmek için taşların dizilişine bilinçli olarak dikkat etmesi gerekir mi? Ya da Kasparov'un görsel sistemi taşlar arasındaki bu nispeten alışılmış ilişkileri istemsiz olarak işlerken kendi ana planına odaklanabilir mi?

Sezgilerimiz, bu tür oyunlarda çözümlemenin uzmanlar için refleks haline geldiğini söylüyor. İşin doğrusu satranç tahtasını değerlendirmek ve taş dizilişini tüm ayrıntılarıyla hatırlamak için, büyük ustaların tahtaya bir kez bakmasının yettiğini araştırmalar kanıtlıyor, çünkü ustalar taş dizilişini otomatik olarak anlamlı parçalara ayırıyor.²⁹ Dahası, yakın zamanda yapılan bir deney, bu parçalara ayırma işleminin tamamen bilinçdışı olduğunu gösteriyor: maskeler arasına yerleştirilip 20 milisaniye gösterilerek görünmez kılınan basit bir oyun, satranç ustasının kararını etkiliyor.³⁰ Bu deney sadece usta satranç oyuncuları üzerinde ve anlamlı bir problem çözüyorlarsa, örneğin şahın tehdit altında olup olmadığına karar veriyorlarsa işe yarıyor. Bu durum, görsel sistemin taşların ne olduğunu (kale ya da at) ve yerlerini hesaba kattığını, ardından bu bilgiyi hızlı bir şekilde anlamlı bilgi yığını halinde ilişkilendirdiğini (siyah şah tehdit altında) gösteriyor. Bu karmaşık

²⁹ de Groot ve Gobet 1996; Gobet ve Simon 1998.

³⁰ Kiesel, Kunde, Pohl, Berner ve Hoffmann 2009.

işlemler tamamen bilinçli farkındalığımızın dışında gerçekleşiyor.

Sesleri Görmek

Şu ana kadar verdiğimiz bütün örnekler görme yeteneğiyle ilgiliydi. Bilinç, farklı duyuşsal yaklaşımları birbirine bağlayan yapıştırmacı olabilir mi? Film izlerken olduğu gibi, görsel ve işitsel sinyalleri kaynaştırmak için bilinçli olmamız gerekir mi? Şaşırtıcı yanıt yine hayır. Biden fazla duyu içeren bilgi bile bilinçdışı ilişkilendirilebilir (biz sadece sonucun farkına varıyoruz). Bu sonucu, ilk kez Harry McGurk ve John MacDonald'ın 1976'da tanımladığı "McGurk etkisi" denilen şaşırtıcı yanılsamaya borçluyuz.³¹ İnternette bulabileceğiniz videoda³² bir kişi konuşuyor ve *da da da da* dediği çok açık. Anlaşılmayacak hiçbir şey yok, ta ki gözünüzü kapatıp gerçek sesli uyarının *ba ba ba* hecesi olduğunu anlayıncaya kadar! Bu yanılsama nasıl gerçekleşiyor? Videodaki kişinin ağzı görsel olarak *ga* diyor, ama kulağınıza *ba* hecesi geldiği için beyniniz bir çelişkiyle karşılaşır. Beyin, iki bilgi parçasını bilinçdışı kaynaştırarak bu çelişkiyi çözüyor. İki veri iyi senkronize olmuş ise, beyin bilgiyi tek bir ara algı halinde birleştiriyor: *da* hecesi, işitsel *ba* ile görsel *ga* arasında bir uzlaşmadır.

Bu işitsel yanılsama, bilinçli hallerimizin nasıl gecikmeli ve yeniden yapılandırılmış olduğunu bize tekrar gösteriyor. Gerçekten şaşırtıcı, ne kulağımıza gelen ses dalgalarını işitiyor ne de gözümüze gelen fotonları görüyoruz. Ulaştığımız şey ham bir duyu değil, dış dünyanın uzman bir yeniden yapılandırılmasıdır. Beynimiz sahne arkasında bir dedektif gibi davranır. Dedektif, bize gelen bütün duyuşsal bilgi parçalarını sorgular, güvenilirliklerini tartar ve uyumlu bir bütün oluşturacak şekilde birleştirir. Öznel olarak, hiçbirini yeniden yapılandırılmışa benzemez. Kaynaştırılmış *da* sesinin kimliğini *anlamlandırdı*-

³¹ McGurk ve MacDonald 1976.

³² McGurk etkisine ilişkin video için bkz. <http://www.youtube.com/watch?v=jtsfidRq2tw>.

ğımızı düşünmeyiz (sadece işitiriz). Ancak McGurk etkisi sırasında, işittiğimiz şey açıkça hem görüntü hem de sestən kaynaklanıyor.

Bu bilinçli çok duyulu karışım, beynin neresinde hazırlanıyor? Beyin görüntüleme, bu olayın ilk işitsel ya da görsel duyuşal alanlarda değil alın korteksinde ortaya çıktığını ve McGurk yanılmasının bilinçli sonucunun nihayet açıklandığını akla getiriyor.³³ Bilinçli algımızın içeriği önce üst alanlarımızda damıtılır, daha sonra ilk duyuşal bölgelere geri gönderilir. Birçok karmaşık duyuşal işlem, zihnimizin gözünde kusursuz bir şekilde oynayan sahneyi bileştirmek için sanki duyuş organlarından geliyormuş gibi kuşkusuz el altından yayılır.

Herhangi bir bilgi bilinçdışı birleştirilebilir mi? Herhalde birleştirilemez. Görme yeteneği, konuşmayı tanıma ve usta satrancın ortak bir yanı var: hepsi son derece istemsiz ve üstünde çok çalışılmış şeyler. Bu konulardaki bilginin farkına varılmadan birleştirilebilmesi herhalde bu yüzdendir. Nörofizyolog Wolf Singer, iki tip ilişkilendirmeyi belki de birbirinden ayırt etmemiz gerektiğini öne sürdü.³⁴ Bu durumda rutin ilişkilendirmeler, duyuşal girdilerin belli kombinasyonlarına adanmış olan belirli nöronlar tarafından kodlanan ilişkilendirmeler olacaktır. Diğer taraftan rutin olmayan ilişkilendirmeler, öngörülmemiş kombinasyonların sıfırdan oluşturulmasını gerektirir (ve beyin eşzamanlılığının daha bilinçli bir hali tarafından yönlendiriliyor olabilirler).

Korteksimizin algılarımızı ne şekilde sentezlediğine dair bu daha incelikli bakış açısının doğru olma olasılığı yüksek görünüyor. Beyin, doğumdan itibaren dünyanın nasıl bir şey olduğuna dair yoğun bir eğitim alır. Çevreyle yıllar boyu devam eden karşılıklı etkileşim, nesnelerin hangi parçalarının birlikte sıkça gerçekleştiğine dair ayrıntılı bir istatistik derlemesi için beyne imkân tanır. Görsel nöronlar, yoğun deneyim sayesinde tanıdık bir nesneyi niteleyen belli parça kombinasyonlarına adanır.³⁵

³³ Hasson, Skipper, Nusbaum ve Small 2007.

³⁴ Singer 1998.

³⁵ Tsunoda, Yamane, Nishizaki ve Tanifuji 2001; Baker, Behrmann ve Olson 2002; Brincat ve Connor 2004.

Öğrendikten sonra, görsel nöronlar anestezi altında bile uygun kombinasyonlara tepki vermeye devam eder (bu tip ilişkilendirmenin bilinç gerektirmediğine dair açık bir kanıt). Yazılı kelimeleri tanıma yeteneğimiz muhtemelen, daha çok bilinçdışı istatistiksel öğrenmeye dayanıyor: ortalama okuyucu, ergenlik döneminde milyonlarca kelime görmüştür ve görsel korteksinin, *the*, *un* ve *tion* gibi sık karşılaşılan harf dizilerini tanımayan adanmış nöronlar içermesi olasıdır. ³⁶ Usta satranç oyuncularında yine aynı şekilde, nöronların bir kısmı satranç taşlarının dizilişlerine uyum sağlamış olabilir. Adanmış beyin devrelerinde derlenen bu tip istemsiz ilişkilendirme, yeni kelimelerin cümle oluşturacak şekilde ilişkilendirilmesinden oldukça farklıdır. Groucho Marx'ın "Time flies like an arrow; fruit flies like a banana" cümlesine gülümsediğinizde bu kelimeler beyninizde ilk kez ilişkilendiriliyor (ve bu kombinasyonun en azından bir bölümü bilinçli hal gerektiriyor). Beyin görüntüleme deneyleri, anestezi altındayken beynimizin kelimelerden cümle oluşturma yeteneğimizin ciddi şekilde azaldığını gerçekten gösteriyor. ³⁷

Bilinçdışı Anlam?

Görsel sistemimiz, birçok harfi bilinçdışı olarak kelime oluşturacak şekilde birleştirecek kadar akıllıdır (ancak kelimenin anlamını farkına varmadan işlemek de mümkün müdür?). Yoksa tek bir kelimeyi bile anlamak için bilinç mi gerekiyor? İnsana

³⁶ Dehaene 2009; Dehaene, Pegado, Braga, Ventural, Nunes Filho, Jobert, Dehaene-Lambertz vd. 2010.

* Bu kelime oyununu komedyen Groucho Marx ve ilk yapay zekâ araştırmalarında yer alan Anthony Oettinger kullanmış. Oettinger, bir bilgisayarın dili kullanması için yaptığı çalışmada dil sorunlarıyla ilgili bu kelime oyununa yer vermiş. Cümle çok farklı şekillerde çevrilebilir. "Zaman su gibi akıp gider; meyve muz gibi uçar," "Zaman ok gibi uçar; meyve muz gibi uçar," "Zaman sineği oku sever; meyve sinekleri muzı sever." <http://quoteinvestigator.com/2010/05/04/time-flies-arrow/> -çn.

³⁷ Davis, Coleman, Absalom, Rodd, Johnsrude, Matta, Owen ve Menon 2007.

† *İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Soruşturma*, çev: Oruç Aruoba, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1976.

çok basit gibi görünen bu soruyu yanıtlamanın son derece zor olduğu ortaya çıktı. İki nesil bilimci bu soru için kıyasıya çalıştı (her iki kamp da sorunun yanıtının çok açık olduğundan emindi).

Anlamak, nasıl olur da bilinçli bir zihin *gerektirmez*? Bilinci, John Locke'un meşhur *Essay Concerning Human Understanding* [İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Deneme, 1690] adlı çalışmasında yazdığı gibi "bir insanın kendi zihninden geçenleri algılaması" diye tanımlarsak, zihin kelimenin anlamını kavrarken nasıl olup da aynı anda kelimenin farkına varmadığını görebilmek zordur. Kavramak ([İngilizce] kelimenin kökeni "birlikte-tutmak," anlam parçacıklarını "sağduyu" çerçevesinde birleştirmekten geliyor) ve bilinçli olma ("birlikte-bilme") zihnimizde o kadar yakından ilgilidir ki neredeyse eşanlamlıdır.

Ve kelimeyi kavramanın temel işlemi bilinç gerektiriyorsa dil nasıl kullanılabilir? Siz bu cümleyi okurken, kelimeleri tutarlı bir mesaj oluşturacak şekilde birleştirmeden önce her kelimenin anlamını bilinçli şekilde tek tek çözüyor musunuz? Hayır: bilinçli zihniniz genel ana fikrine, tartışmanın mantığına odaklanır. Kelimeleri anlatının genel yapısı içine yerleştirmek için, kelimelere şöyle bir bakmak yeter. Bir sembolün nasıl olup da bir anlam çağrıştırdığı konusunda hiçbir iç gözlemimiz yok.

O zaman kim haklı? Psikolojide otuz yıllık araştırma ve beyin görüntüleme, sonunda bu meseleyi çözdü. Nasıl çözüldüğünün öyküsü ilginçtir, varsayımlar ve itirazlar çılgınca vals yaparken değişmeyen bir gerçeğe doğru giderek yaklaşıldı.

Her şey 1950'li yıllarda "kokteyl partisi" etkisinin incelenmesiyle başladı.³⁸ Şamatalı bir partiye katıldığınızı düşünün. Çevrenizdeki sayısız sohbet birbirine karışır, ama siz tek bir sohbe odaklanmayı başarırsınız. Dikkatiniz, tek bir sesi seçerken diğerlerini engelleyen bir filtre görevi görür. Acaba öyle mi? İn-

³⁸ Kokteyl partisi etkisinin habercisi diyebileceğimiz bir kanıt, Sidis'in kanıtıdır: bir harf ya da rakam, izleyicinin herhangi bir şey gördüğünü reddedeceği kadar uzağa yerleştirildiğinde, izleyici bu harfin ya da rakamın ne olduğunu şansa bağlı tahmin oranından daha yüksek doğrulukta bilir. Sidis 1898.

giliz psikolog Donald Broadbent dikkatin, işlem yapmayı düşük seviyede kesintiye uğratan bir ön filtre gibi davrandığını öne sürdü.³⁹ Ancak dikkatli incelenince bu bakış açısı çöküyor. Partide arkanızda duran konuklardan birinin, alçak sesle de olsa tesadüfen adınızı söylediğini düşünün. Dikkatiniz anında o konuşmacıya döner. Bu olay, beyninizin dikkat edilmeyen kelimeyi de işlediği ve bir ismi simgelediğine karar verdiği anlamına gelir.⁴⁰ Titiz hazırlanan deneyler bu etkiyi doğruluyor, hatta bu dikkat edilmeyen kelimelerin aslında dinleyicinin odaklandığı konuşmayla ilgili yargılarını etkilediğini gösteriyor.⁴¹

Kokteyl partisi incelemeleri ve diğer bölünmüş dikkat deneyleri bilinçdışı anlama işlemini akla getiriyor, ama bu deneyler çok sağlam kanıtlar sağlıyor mu? Hayır. Deneye katılan dinleyiciler dikkatlerinin bölündüğünü reddediyor ve dikkat etmedikleri konuşma akışını (yani isimleri söylenene kadar olan bölümü) işitmediklerine yemin ediyorlar. Kuşkucular, dikkat edilmeyen konuşma akışının gerçekten bilinçdışı olduğunu reddederek bu tür deneyleri kolayca yok ediyorlar. Dinleyicinin dikkati belki de hızlı bir şekilde bir konuşma akışından diğerine yöneliyor ya da bir boşluk anında bir iki kelime kulağına çalınıyor. Kokteyl partisi etkisi gerçek hayat bağlamında etkileyici olsa da, bilinçdışı işlem için bir laboratuvar testine dönüştürmesi zordu.

Cambridgeli psikolog Anthony Marcel 1970'li yıllarda bir adım ileri gitti. Kelimeleri bilinçli algı eşiğinin altında kalacak şekilde kısa süre göstermek için maskeleye tekniğini kullandı. Marcel bu yöntemle tam bir görünmezlik elde etti: katılımcıların tümü, herhangi bir kelimeyi gördüklerini tüm deneylerde reddettiler. Gizlenmiş bir kelime olduğu söylendiğinde bile o kelimeyi algılayamadılar. Şanslarını deneyip bir yanıt vermeleri istendiğinde, gizlenmiş harf dizisinin İngilizce bir kelime mi yoksa rasgele dizilmiş sessiz harfler mi olduğunu söyleyemediler. Ancak Marcel, gizli kelimenin katılımcıların beynini bi-

³⁹ Broadbent 1962.

⁴⁰ Moray 1959.

⁴¹ Lewis 1970.

linçdişi işleyip anlamını verdiğini gösterebildi.⁴² Önemli bir deneyde *mavi* ya da *kırmızı* gibi renk tanımlayan bir kelimeyi çok kısa süre gösterdi. Katılımcılar kelimeyi gördüklerini reddetti, ama o renkte bir lekeyi seçmeleri istendiğinde, ilgisiz başka bir kelime gösterildiği durumlara kıyasla saniyenin yirmide biri kadar daha hızlıydılar. Dolayısıyla görünmeyen bir rengi ifade eden kelime, bu rengi seçerken denekler için ipucu olabildi. Bu deneyin, deneklerin beyninin gizli kelimeyi bilinçdişi kaydetmiş olduğunu akla getirdi.

Marcel'in deneyleri bir başka çarpıcı olguyu ortaya çıkardı: kelimeler muğlak ya da ilgisiz bile olsa, beyin bu kelimelerin olası tüm anlamlarını bilinçdişi işliyor gibi.⁴³ Kulağınıza *bank* [banka/kıyı] kelimesini fısıldadığımı düşünün. Aklınıza bir finans kurumu gelir (ama durup düşünersek, belki nehir kıyısını kastetmiştim). Görünen o ki, bilinçli olarak her defasında tek bir anlamın farkına varıyoruz. Anamlardan hangisinin seçileceğini elbette bağlam belirler: *bank* kelimesi Robert Redford'un 1992 yapımı güzel filmi *A River Runs Through It* bağlamında görülürse, suyla ilişkili anlam için bir ipucudur. Laboratuvarında *nehir* gibi tek bir kelime göstermek *su* kelimesinin *bank* kelimesi için ipucu olmasına yeterlidir; oysa *bank* kelimesinden önce *biriktirmek* kelimesini görmek, *para* kelimesi için ipucu verir.⁴⁴

En önemlisi, bağlamla bu şekilde uyum sağlamanın sadece bilinçli seviyede gerçekleştiği görülüyor. Marcel, ipucu kelime eşik altı seviyede maskelendiği zaman her iki anlamın birlikte davrandığını gözlemledi. *Bank* kelimesi çok kısa süre gösterilince hem *para* hem de *su* kelimeleri için ipucu oldu (nehir anlamı için güçlü bir bağlam olsa da durum böyleydi). Yani bir kelime muğlak olsa ve hatta anlamlarından sadece biri bağlama uygun olsa da, bilinçli zihnimiz tek bir kelimenin çağrıştırdığı tüm anlamları paralel olarak depolayıp geri çağırarak kadar zeki. Bilinçli zihin seçerken, bilinçdişi zihin öneride bulunuyor.

⁴² Marcel 1983.

⁴³ Marcel 1980.

⁴⁴ Schvaneveldt ve Meyer 1976.

Bilinçdışı Büyük Savaşlar

Marcel'in anlamsal [semantik] ipucu deneyleri çok yaratıcıydı. Bu deneyler, kelimenin anlamının çapraşık şekilde işlenmesinin bilinçdışı gerçekleşebileceğini güçlü bir şekilde ortaya koyuyor. Ancak deneyler kusursuz değil ve hakiki kuşkucular bu deneylerden pek etkilenmedi.⁴⁵ Kuşkuculukları, bilinçdışı anlamsal işlemi savunanlar ve karşı çıkanlar arasında büyük bir çatışmaya yol açtı.

Kuşkucuların inançsızlığı tamamen yersiz değildi. Ne de olsa, Marcel'in bulduğu eşik altı etki ihmal edilebilecek kadar küçüktü. Bir kelimeyi kısa süreli göstermek, işlemi bazen saniyenin yüzde birinden daha kısa bir süre hızlandırdı. Bu etki belki de gizli kelimenin aslında görünmüş olduğu (bellekte çok az iz bırakacak ya da hiç bırakmayacak kadar kısa süre gösterilmiş olmasına rağmen görünmüş olduğu) çok az sayıda deneyden kaynaklandı. Marcel'e karşı çıkanlar, verdiği ipuçlarının her zaman bilinçdışı olmadığını öne sürdü. Onların görüşüne göre, katılımcıların "Hiçbir kelime görmedim," şeklindeki sözlü ifadelerinin deneyin sonunda kaydedilmiş olması, ipucu kelimeleri asla görmemiş olduklarına dair yeterli kanıt değildi. İpuçlarının farkına varılmasını mümkün olduğunca nesnel ölçmek için çok daha özenli olunması, örneğin deneklerden gizli kelimeyi adlandırmayı denemesinin ya da bazı kıstaslara göre kategorize etmesinin istendiği ayrı bir deney yapılması gerekirdi. Kuşkucular, ipuçlarının gerçekten görünmez olduğunu gösterecek tek şeyin, bu ikincil görevdeki rasgele performans olduğunu öne sürdüler. Ve bu kontrol görevi, ana deneyle tamamen aynı koşullar altında yapılmış olmalıydı. Marcel'in deneylerinde bu koşulların sağlanmadığını, sağlandığı durumlardaysa yanıtların şansa bağlı olmayan büyük bir bölümüne dayanarak deneklerin birkaç kelime görmüş olduğunu savundular.

Bilinçdışı işlem savunucuları bu eleştirilere yanıt olarak, kendi deneysel yaklaşımlarını güçlendirdiler. Deney sonuçları bu kelimelerin, rakamların ve hatta resimlerin bilinçdışı kav-

⁴⁵ Holender 1986; Holender ve Duscherer 2004.

ranabileceğini ciddi şekilde yine doğruladı.⁴⁶ Seattlelı psikolog Anthony Greenwald'un önde gelen *Science* dergisinde 1996'da yayımladığı çalışmanın, kelimelerin duygusal anlamının bilinçdışı işlendiğine dair kesin kanıt sağladığı anlaşıyor. Greenwald katılımcılardan, iki yanıt tuşundan birine basarak, kelimeleri duygusal açıdan olumlu ya da olumsuz olarak sınıflandırmalarını istemişti; katılımcılar, gözle görünür olan hedef kelimelerden önce gizli bir ipucu olduğunu bilmiyordu. Kelime çiftleri, birbirinin anlamını pekiştirecek şekilde uyumlu (her ikisi de ya olumlu ya da olumsuz, örneğin *mutlu*'nun ardından *neşe*'nin gelmesi) ya da uyumsuzdu (örneğin *tecavüz*'ün ardından *neşe*'nin gelmesi). Katılımcılar, iki kelime arasında çok kısa boşluk varken hızlı yanıt verdiklerinde, uyumlu kelime çifti testlerinde uyumsuz çiftlere nazaran daha başarılı oldular. İki kelimenin çağrıştırdığı duygusal anlam, görünüşe göre bilinçdışı birikiyor ve aynı duyguyu paylaştıkları zaman son karara yardımcı oluyor, paylaşmadığı zamansa kararı aksatıyor.

Greenwald'un sonuçlarını tekrar tekrar elde etmek mümkündü. Deneklerin çoğu gizli ipuçlarını görmediklerine dair yemin etmekle kalmadılar; ipuçlarının tanımını ya da ifade ettiği duyguyu değerlendirememeleri tesadüf değildi. Dahası, bu tür dolaysız tahmin görevindeki başarıları ve örtüşen ipucu miktarı arasında bağlantı yoktu. İpucu etkisi, ipucu kelimeleri görebilen az sayıda insanda varmış gibi durmuyordu. Duygusal bir anlamın bilinçdışı aktifleştirilebileceğine dair özgün bir kanıt nihayet bulunmuştu.

Gerçekten bulunmuş muydu? *Science* dergisinin dikkatli uzmanları kanıtı kabul etse de Tony Greenwald kendi çalışmasına daha eleştirici yaklaştı ve birkaç yıl sonra öğrencisi Richard Abrams'la birlikte kendi deneyine alternatif bir yorum getirdi.⁴⁷ Deneyinde sadece, tekrarlanan az sayıda kelime kullanılmış olduğuna işaret etti. Katılımcılar çok kısa zamanda aynı kelimele-

⁴⁶ Dell'Acqua ve Grainger 1999; Dehaene, Naccache, LeClec'H, Koechlin, Mueller, Dehaene-Lambertz, van de Moortele ve Le Bihan 1998; Naccache ve Dehaene 2001b; Merikle 1992; Merikle ve Joordens 1997.

⁴⁷ Abrams ve Greenwald 2000.

re defalarca yanıt verdikleri için, anlamları yanıt kategorileriyle ilişkilendirmek yerine harfleri kendi aralarında ilişkilendirmiş olabileceklerini (dolayısıyla anlamı es geçmiş olabileceklerini) düşündü. Bu açıklama absürt değildi, çünkü *Science* deneyinde, denekler aynı kelimeleri tekrar tekrar ipucu ve hedef olarak gördü ve hep aynı kurala göre sınıflandırdılar. Greenwald, *mutlu* kelimesini bilinçli şekilde olumlu kelime olarak sınıflandırdıktan sonra deneklerin beyninin belki de anlamsız *m-u-t-l-u* harfleri ve “olumlu” yanıt arasında anlamsal olmayan doğrudan bir rota oluşturduğunu fark etti.⁴⁸

Bu önsezi ne yazık ki doğru çıktı: bu deneydeki ipuçları gerçekten eşik altıydı, ama anlamı es geçti. Greenwald öncelikle karmakarışık edilmiş anlamsız ipuçlarının gerçek kelimeler kadar etkili olduğunu gösterdi (*umtul* dizgesi, *mutlu* ipucu kadar güçlüydü). İkinci olarak, insanların bilinçli olarak gördüğü kelimelerle gizli ipucu görevi gören kelimeleri titizlikle birbirine benzer seçip bundan yararlandı. Çok önemli bir deneyde bilinçli kelimelerden ikisi *tulip* (lale) ve *humor*’dı (mizah) ve denekler elbette olumlu diye sınıflandırdı. Greenwald daha sonra bu kelimelerin harflerini olumsuz *tumor* (tümör) kelimesini oluşturacak şekilde düzenleyip sadece bilinçdışı gösterdi.

Bulgu şaşırtıcıydı: *olumsuz tumor* (tümör) kelimesi, bilinçdışı *olumlu* yanıt için ipucu oldu. Eşik altı halde, deneklerin beyni *tumor* kelimesini bu kelimenin türetilmiş olduğu *tulip* (lale) ve *humor* (mizah) kelimeleriyle aynı potaya koydu (kelimelerin anlamı son derece farklı, ama durum bu). Bu olgu ipucunun, belirli harf dizileri ve bu dizilere karşılık gelen yanıtlar arasında yüzeysel bir ilişkilendirmeye bağlı olduğunun kesin kanıtıydı. Greenwald’un deneyi bilinçdışı algıyı içerirken kelimelerin daha derin anlamını içermedi. Bilinçdışı işlem, en azın-

⁴⁸ İlişkilendirme ilkece *m-u-t-l-u* harfleriyle istemsiz tepki arasında kurulmuş olabilir. Ancak Anthony Greenwald ve çalışma arkadaşları bu yorumu çürüttü. “Olumlu” ve “olumsuz” cevap kategorilerine atanan eller yer değiştirdiğinde, *mutlu* kelimesi farklı elle ilişkilendirilse de “olumlu” sınıfı için ipucu olmaya devam etti. *Bkz.* Abrams, Klinger ve Greenwald 2002.

dan bu deney koşulları altında hiç de akıllı değildi: kelimenin anlamıyla ilgilenmek yerine harfleri ve yanıtları eşleştirmeye dayanıyordu.

Anthony Greenwald, *Science* dergisinde çıkan kendi makalesinin anlamsal yorumunu çürütmüştü.

Bilinçdışı Aritmetik

1998'e gelindiğinde bilinçdışı anlamsal işlem zor anlaşılır olmaya devam etse de, ben ve çalışma arkadaşlarım Greenwald'un deneylerinin son sözü belki de söylemediğini fark ettik. Bu deneylerin sıra dışı bir özelliği, katılımcılardan mutlaka 400 milisaniye içinde yanıt vermelerinin istenmesiydi. Bu zaman aralığı, çok kullanılmayan *tümör* gibi bir kelimenin anlamını hesaplamak için fazla kısa gibiydi. Bu kısıtlı süre, beynin sadece harfleri yanıtlarla ilişkilendirmesine yetiyordu; zamanlama biraz daha rahat olsa, beyin belki de kelimenin anlamını analiz ederdi. Bu yüzden Lionel Naccache ve ben, kelimenin anlamının bilinçdışı aktif hale getirilebileceğini kesin kanıtlayacak bazı deneyler başlattık.⁴⁹

Bilinçdışı büyük bir etki elde etme şansımızı mümkün olduğunca yükseltmek için, dilin en basit anlamlı kelimeler kategorisi olan sayılarda karar kıldık. Onun altında kalan sayılar özeldir: çok kısa kelimelerdir, sık karşılaşırsınız, son derece tanındıktır ve çocukluğumuzdan beri üstünde çalıştığımız şeylerdir; anlamları net olarak basittir. Oldukça kompakt bir formla (tek bir rakamla) aktarılabilir. Dolayısıyla deneyimizde 1, 4, 6 ve 9 rakamlarını çok kısa süre gösterdik, öncesinde ve sonrasında rasgele harfler kullanılarak tamamen görünmez hale getirdik. Hemen ardından ikinci bir sayı gösterdik, ama bu kez net olarak görünüyordu.

Katılımcılardan şu çok basit talimatlara uymalarını istedik: Gördüğünüz sayının 5'ten büyük ya da küçük olduğunu eliniz-

⁴⁹ Dehaene, Naccache, LeClec'H, Koechlin, Mueller, Dehaene-Lambertz, van de Moortele ve Le Bihan 1998; Naccache ve Dehaene 2001a, Naccache ve Dehaene 2001b; Greenwald, Abrams, Naccache ve Dehaene 2003; Kouider ve Dehaene 2009.

den geldiğince çabuk söyleyin. Gizli bir sayı olduğundan haberleri yoktu; başka bir testte, gizli bir sayı olduğunu bildikleri halde, deneyin sonunda deneklerin sayıyı göremediğini ya da büyük veya küçük diye sınıflandıramadıklarını gösterdik. Görülmez sayılar yine de anlamsal ipucu yaratmıştı. Deneklerin bu sayılar hedefle uyumluyken (örneğin ikisi de 5'ten büyük) verdiği yanıtlar, uyumsuzken (örneğin biri küçük diğeri büyük) verdikleri yanıtlardan daha hızlıydı. Örneğin 9 rakamını eşik altı göstermek, 9 ve 6 rakamları için verilen yanıtı hızlandırdı, ama 4 ve 1 rakamları için yavaşlattı.

Beyin görüntüleme kullanarak, bu etkinin kortikal seviyede izini saptadık. Motor kortekste ele kumanda eden çok küçük bir faaliyet gözlemledik; bu faaliyet, görünmez olan uyarıya verilen uygun tepki olabilirdi. Bilinçdışı oylar, algılamadan motor kontrole doğru beyni katediyordu (Şekil 11). Bu etki sadece görünmez olan kelimelerin ya da rakamların bilinçdışı sınıflandırılmasından kaynaklanabilirdi.

Bir sonraki çalışma, kuşkuçuların tabutuna son çiviye çıktı. Eşik altı etkimiz, sayılar için kullanılan gösterimlerden tamamen bağımsızdı: 4 için ipucu olarak *dört* ve 4 aynı sıklıkta kullanıldı. Bu da etkinin tamamının soyut anlam seviyesinde ortaya çıktığını akla getiriyor. Daha sonra, ipucu görünmeyen *görsel* bir sayı ve hedefse bilinçli *söylenmiş* bir sayıyken ipucunun kalıcı olduğunu gösterdik.⁵⁰

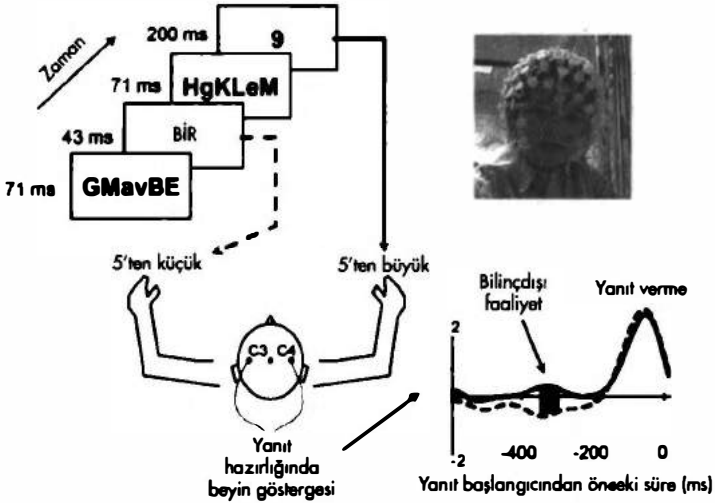
Başlangıçtaki deneyimizde bu etki, görsel şekiller ve yanıtlar arasındaki doğrudan ilişkiden kaynaklanmış olabilir. Ancak ipucunun eşik altı sayı olması bu eleştiriyi önledi. Deney boyunca asla bilinçli olarak görünmeyen gizli sayıların anlamsal ipucuna neden olduğunu kanıtladık.⁵¹ Hatta beyin faaliyetini fonksiyonel MRI ile görüntüleyerek, görünmeyen sayının beyinde sol ve sağ parietal loblardaki "sayı algısı" bölgelerini etkilediğini gösteren doğrudan kanıtlar elde ettik.⁵² Bu bölge-

⁵⁰ Kouider ve Dehaene 2009.

⁵¹ Naccache ve Dehaene 2001b; Greenwald, Abrams, Naccache ve Dehaene 2003.

⁵² Naccache ve Dehaene 2001a.

ler sayılardaki miktar anlamını kodluyor⁵³ ve belirli ölçümlere ayarlanmış nöronların bu bölgelerde bulunduğu düşünülüyor.⁵⁴ Eşik altı ipucu sırasında, aynı sayıyı iki kez gösterdiğimizde (örneğin *dokuzun* ardından 9 geldiğinde) bu bölgelerin faaliyeti azaldı. "Tekrarın bastırılması" ya da "uyum sağlama" denilen bu klasik olgu, aynı ögenin iki kez gösterildiğini nöronların fark ettiğini gösteriyor. Miktar kodlayan nöronların, ilk gösterim bilinçdışı bile olsa aynı sayıyı iki kez görmeye alıştığı anlaşıyordu. Kanıtlar çoğalmıştı: yüksek bir beyin alanı, özel anlama dikkat ediyordu ve bilinç olmadan faaliyete geçirilebiliyordu.



ŞEKİL 11. Motor korteksimiz, görmediğimiz bir uyarıya karşı yanıt hazırlayabilir. Burada bir gönüllüden sayıları 5'ten büyük ya da küçük şeklinde sınıflandırması istendi. Bu örnekteki görünmez hedef 9'du. Hedeften hemen önce gizli bir sayı (*bir* kelimesi) çok kısa süre gösterildi. Gizli sayı görünmez olsa da motor kortekse küçük bir bilinçdışı faaliyet göndererek uygun tepki vermek üzere ele kumanda etti. Dolayısıyla görünmeyen sembol belki de tanımlanabilir, keyfi talimatlar uyarınca işlenebilir ve motor kortekse kadar iletilebilir.

⁵³ Dehaene 2011.

⁵⁴ Nieder ve Miller 2004; Piazza, Izard, Pinel, Le Bihan ve Dehaene 2004; Piazza, Pinel, Le Bihan ve Dehaene 2007; Nieder ve Dehaene 2009.

Çalışma arkadaşlarımız sayısal ipucu etkisinin, sayısal anlam çakışmasının doğrudan fonksiyonu olarak değiştiğini kanıtladıkları zaman son darbe vurulmuş oldu.⁵⁵ En güçlü ipucu, aynı miktarı iki kez göstererek (örneğin 4'ten önce eşik altı *dört*) elde edildi. Birbirine yakın sayılar için (4'ten önce *üç*) ipucu biraz zayıfladı, iki basamak aralıklı sayılar için (4'ten önce iki) daha da azaldı vb. Bu tür anlamsal mesafe etkisi, sayısal anlamın ayırt edici bir özelliğidir. Etkinin ortaya çıkması için, deneyin beyninin 4 sayısı 3 sayısına 2 ya da 1'den daha yakındır şeklinde kodlama yapması şarttır (o sayının anlamının bilinçdışı çıkarımı lehinde net bir kanıt).

Kavramları Bilinç Olmadan Birleştirmek

Kuşkucuların son çaresi, sayıların özel olduğunu varsayarak kanıtımızı kabul etmek oldu. Yetişkinlerin bu kapalı kelime grubuyla olan deneyimlerinin çok fazla olduğunu, bu kelimeleri kendiliğinden anlamamızda şaşılacak bir şey olmadığını öne sürdüler. Ancak diğer kelime kategorileri farklı olacaktı (bu kelimelerin anlamı, bilinç olmadan elbette temsil edilemeyecekti). Ancak benzer ipucu teknikleri kullanılarak sayı alanı dışında kalan görünmeyen kelimelerin anlamsal uyum etkileri ortaya çıkarıldığında bu son direniş de kırıldı.⁵⁶ Örneğin hedef kelime *piyano*'nun hayvan değil de nesne olduğuna karar vermek, onunla uyumlu *sandalye* kelimesini eşik altı göstererek kolaylaştırılabilir, uyumsuz *keci* kelimesiyle (ipuçları deney boyunca asla görünmese de) engellenebilir.

Bilişim bilimcisinin vardığı sonuçlar, beyin görüntüleme teknikleriyle de doğrulandı. Nöronal faaliyet kayıtları, anlamsal işleme katılan beyin bölgelerinin bilinç olmadan faaliyete geçirilebileceğine dair doğrudan kanıtlar sağladı. Çalışmalardan

⁵⁵ den Heyer ve Briand 1986; Koechlin, Naccache, Block ve Dehaene 1999; Reynvoet ve Brysbaert 1999; Reynvoet, Brysbaert ve Fias 2002; Reynvoet ve Brysbaert 2004; Reynvoet, Gevers ve Caessens 2005.

⁵⁶ Van den Bussche ve Reynvoet 2007; Van den Bussche, Notebaert ve Reynvoet 2009

birinde çalışma arkadaşlarım ve ben beyinde derine, duygusal işlemde uzmanlaşmış korteks altı bölgelere yerleştirilmiş elektrotlardan yararlandık.⁵⁷ Bu tür kayıtlar doğal olarak sağlıklı gönüllüler üzerinde değil, epilepsi hastalarında gerçekleştirildi. Epileptik elektrik akımı boşalmasının kaynağını bulup hasarlı dokuyu çıkarmak için hastanın kafatasında derine elektrot yerleştirmek, günümüzde dünyanın birçok hastanesinde klinik rutin haline geldi. Hasta kabul ederse, elektrotları nöbetler arasında bilimsel amaçla kullanabiliyoruz. Elektrotlar, küçük bir beyin bölgesindeki ortalama faaliyete ya da bazen tek bir nöronun yayınladığı sinyale ulaşmamıza imkân veriyor.

Bizim çalışmalarımızda elektrotlar, duyguyla ilgili bir beyin yapısı olan amigdalanın derinliklerine ulaşıyor. Amigdala, daha önce açıkladığım gibi yılan ve böceklerden ürkütücü müziğe ve yabancı yüzlere kadar tüm korkutucu durumlara yanıt verir (eşik altı yılan ya da yüz bile yanıtı tetikleyebilir).⁵⁸ Sorumuz şuydu: Bu bölge, bilinçdışı ürkütücü bir kelimeye karşı faaliyete geçer mi? Biz de *tecavüz*, *tehlike* ya da *zehir* gibi rahatsız edici eşik altı kelimeleri çok kısa süre gösterdik (*buzdolabı* ya da *sonat* gibi tarafsız kelimelerde görünmeyen elektrik sinyalini rahatsız edici kelimelerde görmek bizi çok sevindirdi). Hastalar için görünmez olan kelimeleri amigdala "gördü."

Bu etki çok yavaştı: görünmeyen kelimenin bilinçdışı duygusal çöküntü yaratması yarım saniye ya da biraz daha uzun zaman aldı. Ancak faaliyet tamamen bilinçdışıydı: amigdalası ateşlenen denek herhangi bir kelime görmüş olduğunu reddetti ve kelimeyi tahmin etmesi istendiğinde hiçbir fikri yoktu. Yani yazılı bir kelime bilinçdışı olarak yavaşça beynin derinliklerinde yol alabilir, tanımlanabilir ve hatta anlaşılabilir.

Amigdala korteksin bir parçası değildir, dolayısıyla belki bu yüzden daha özel ve daha istem dışıdır. Dil korteksi bilinçdışı anlama karşı ateşlenmiş olabilir mi? Diğer deneyler bu soruya olumlu yanıt veriyor. Bu deneyler, beklenmeyen bir anlama

⁵⁷ Naccache, Gaillard, Adam, Hasbou, Clémenceau, Baulac, Dehaene ve Cohen 2005.

⁵⁸ Morris, Ohman ve Dolan 1999; Morris, Ohman ve Dolan 1998.

karşılık beynin verdiği yanıtı işaretleyen kortikal dalgaya dayanıyor. “Kahvaltıda kremalı ve çoraplı kahve içmeyi severim:” böyle saçma bir cümle okuduğunuzda “çorap” kelimesinin garip anlamı, beyinde N400 denilen özel bir dalga yaratıyor. (Dalga- nın şeklinden dolayı N deniyor, kafanın üzerinde negatif voltaj gösteriyor, 400 ise kelime gösterildikten sonraki 400 milisaniye- lik tepe gecikmeyi gösteriyor.)

N400, belli bir kelimenin cümlelerin bağlamına nasıl oturdu- ğunu değerlendiren karmaşık bir işlemin seviyesini yansıtıyor. Büyüklüğü, saçmalığın derecesine bağlı olarak değişiyor: kaba- ca uygun olan bir kelimenin anlamı çok küçük bir N400 yaratır- ken, hiç beklenmeyen bir kelime daha büyük bir dalga yaratıyor. Beyindeki bu olayın, görmediğimiz kelimelerde bile (maskele- meyle⁵⁹ ya da dikkatsizlik⁶⁰ yüzünden görünmez olan kelimeler) ortaya çıkması dikkate değer. Temporal lobumuzdaki nöron ağı, görünmeyen kelimelerin sadece çeşitli anlamlarını değil, geç- miş bilinçli bağlamla uyumluluklarını da istemsiz olarak işler.

Hatta Simon van Gaal ve ben, son dönemde yaptığımız ça- lışmada N400 dalgasının bilinçdışı kelimeler kombinasyonuna tepki verebildiğini gösterdik.⁶¹ Bu deneyde, ikisi de farkında- lık eşliğinin altında maskelenmiş iki kelime arka arkaya göste- rildi. Kelimeler, olumlu ve olumsuz anlamlar oluşturan özgün kombinasyonlar oluşturacak şekilde seçildi: “mutlu değil,” “çok mutlu,” “üzgün değil” ve “çok üzgün.” Bu eşik altı dizinin hemen ardından, denekler olumlu ya da olumsuz bir kelime (örneğin *savaş* ya da *aşk*) gördü. Bu bilinçli kelimenin yaydığı N400 dalgası, bütünsel bilinçdışı bağlamla modüle edildi [frekan- sı değişti]. *Savaş* kelimesi uyumsuz *mutlu* kelimesinden önce geldiği zaman daha büyük N400 dalgası yaratmakla kalmayıp *çok* pekiştirmesi ya da *değil* olumsuzlamasıyla bu etki aşağı ya da yukarı modüle edildi. Beyin, “çok mutlu savaş” ifadesindeki uyumsuzluğu bilinçdışı kaydedip “mutlu savaş değil” ya da “çok üzücü savaş” ifadelerinin yerine daha iyi oturduğu yargısına va-

⁵⁹ Kiefer ve Spitzer 2000; Kiefer 2002; Kiefer ve Brendel 2006.

⁶⁰ Vogel, Luck ve Shapiro 1998; Luck, Vogel ve Shapiro 1996.

⁶¹ van Gaal, Naccache, Meeuwese, van Loon, Cohen ve Dehaene 2013.

ıyor. Bu deney, doğru biçimlenmiş kelimelerdeki söz dizimi ve anlamın beyin tarafından bilinçdışı işlenebileceğini kanıtlamaya çok yaklaştırmıştır.⁶²

Bu deneylerin belki en dikkat çeken yanı, kelimeler bilinçli de olsa görünmez de olsa N400 dalgasının aynı büyüklükte olmasıdır. Bu bulgu akla birçok şey getiriyor. Bu şu demektir: bilinç bazı yönlerden bizim anlamlandırmamızla ilgili değildir (beynimiz, biz farkında olsak da olmasak da anlam seviyesine kadar tamamen aynı işlemleri uygular). Ayrıca bilinçdışı uyarının, beyinde her zaman küçük olaylar yaratmadığı sonucu da çıkıyor. Beyin faaliyetine sebep olan uyarı görünmez olsa da beyin faaliyeti yoğun olabilir.

Görünmeyen bir kelimenin, beynin anlamlandırma ağlarında büyük ölçekli bir faaliyet başlatmaya tamamen yeterli olduğu sonucuna varıyoruz. Ancak önemli bir ikaz sırada bekliyor. Anlamsal beyin dalgası kaynaklarının doğru şekilde yeniden inşası, bilinçdışı faaliyetin dar ve uzmanlaşmış bir beyin devresiyle sınırlı olduğunu gösteriyor. Bilinçdışı işlem sırasındaki beyin faaliyeti, anlamı işleyen dil ağının bulunduğu asıl yer olan sol temporal lobun sınırları içinde kalıyor.⁶³ Daha sonra tersine, bilinçli kelimelerin ön lobları işgal eden daha büyük beyin ağları üzerinde avantaj sağladığını ve kelimeyi “akılda” tutmanın özel öznel anlamının altını çizdiğini göreceğiz. Bunun anlamı, bilinçdışı kelimeler eninde sonunda bilinçli kelimeler kadar etkili değildir.

Dikkatli Ama Bilinçdışı

Bir kelimenin ya da rakamın görünmez olduğu halde beyinde baştan sona dolaşabileceği, kararlarımızı değiştirebileceği ve dil ağlarımızı etkileyebileceği keşfedildiğinde, birçok bilişsel bilimci çok şaşırdı. Bilinçdışının gücünü hafife almıştık. Meğer sezgilerimize güvenilmezmiş: farkındalık yokken bilişsel iş-

⁶² Farkındalık olmadan söz dizimi işleminin bir kanıtı için bkz. Batterink ve Neville 2013.

⁶³ Sergent, Baillet ve Dehaene 2005.

lemelerin neler yapıp yapamayacağını bilmenin bir yolu yoktu. Konu tamamen deneye dayanıyordu. Her bir zihinsel yeteneğin bileşen işlemlerini derinlemesine incelemeyi kabul etmek ve bu yeteneklerden hangilerinin bilinçli zihinden destek aldığına ya da almadığına karar vermek zorundaydık. Bu konuda karar vermenin tek yolu titiz deneyler yapmaktır (ancak maskeleme ve dikkatten kaçma gibi mevcut teknikleri kullanarak bilinçdışı işlemin derinliğini ve sınırlarını sınamak hiç kolay değildi).

Son on yıldır, kafamızdaki insan bilinci tanımına meydan okuyan alışılmamış sonuçlar kafa karıştırdı. Dikkat konusunu ele alalım. Dikkatini uyarıya verme yeteneği, bilinçle yakından ilgili şeyler arasında başı çekiyor gibi. Dikkat yoksa, dış uyarının farkına bile varmayabiliriz (Dan Simons'ın goril filmi ve istem dışı körlüğün sayısız etkisi bunu açıkça ortaya koyuyor). Rekabet eden birden fazla uyarı olduğunda, bilince açılan kapının dikkat olduğu görünüyor.⁶⁴ Bilinç, en azından bu tür durumlarda dikkat gerektiriyor. Ancak bu ifadenin tersinin yanlış olduğunun ortaya çıkması ilginçtir: birçok deney, dikkatimizin bilinçdışı hallerde de kullanılabileceğini kanıtıyor.⁶⁵

Dikkat olgusu farkındalığın denetimine gerek duysaydı gerçekten garip olurdu. William James'in dikkat çektiği gibi, dikkatin görevi "olası çok sayıda düşünce nesnelerinden birini" seçmektir. Onlarca ve hatta yüzlerce olası düşünce zihnimizi sürekli oyalasa ve içlerinden hangisinin daha çok ilgilenmeye değeceğine karar vermeden önce hepsini tek tek bilinçli olarak incelesek, zihnimiz garip bir şekilde verimsiz olurdu. Hangi nesnelerin konuyla ilgili olduğu ve güçlendirilmesi gerektiği kararı, büyük oranda paralel bir şekilde ve el altından çalışan istem dışı işlemlere bırakılırsa iyi olur. Moloz tepelerinde sessizce eşinen bilinçdışı işçi ordusunun, elemanlarından biri altın bulduğu zaman, alarm verip dikkat denilen spot lambamızı çalıştırdığının ortaya çıkmasında şaşılacak bir şey yok.

⁶⁴ Cohen, Cavanagh, Chun ve Nakayama 2012; Posner ve Rothbart 1998; Posner 1994.

⁶⁵ Dikkat ve bilinç arasındaki ayrışmalara göz atmak için bkz. Koch ve Tsuchiya 2007.

Son yıllarda arka arkaya yapılan deneyler, seçici dikkatin bilinç olmadan yaptığı çalışmayı ortaya çıkardı. Gözünüzün ucuna [yandan] gösterdiğimiz uyarı, diyelim ki göremeyeceğiniz kadar kısa süreli olsun. Birçok deney, uyarı bilinçdışı kaldığı halde bu tür gösterimlerin dikkatinizi çektiğini kanıtladı: daha dikkatli hale geliyor ve dolayısıyla aynı konumda gösterilen diğer uyarılara dikkat etme konusunda daha hızlı ve daha hatasız oluyorsunuz, ama gizli bir ipucunu göz ucunuzla yakaladığınızı hiç bilmiyorsunuz.⁶⁶ Tersine, gizli bir resmin içeriği ile mevcut görev arasında hiçbir ilgi yoksa, bu gizli resim sizi yavaşlatabilir. Bu etkinin, dikkat dağıtıcı uyarı bilinçdışıyken değil de görünürken *daha iyi* çalışması ilginç: bilinçli bir dikkat dağıtıcı istemli olarak yok edilebilir, oysa bilinçdışı bir dikkat dağıtıcıyı öğrenmeyi ve kontrol etmeyi başaramadığımız için sıkıntı yaratma potansiyelini tümüyle koruyor.⁶⁷

Yüksek seslerin, yanıp sönen ışıkların ve beklenmedik diğer duyuşsal olayların dikkatimizi çekmesinin önüne geçemediğimizi hepimiz biliyoruz. Bunları görmezden gelmeye ne kadar çok uğraşırsak uğraşalım zihinsel mahremiyetimizi işgal ederler. Peki neden? Bunlar kısmen alarm mekanizmalarıdır, olası tehlikelere karşı bizi tetikte tutar. Vergi hesaplarımıza ya da en sevdiğimiz bilgisayar oyununa daldığımızda, tamamen duymazdan gelmek tehlikeli olurdu. Bir çılgılık ya da adımızın söylenmesi gibi beklenmedik bir uyarı, mevcut düşüncelerimizi bölebilmelidir (dolayısıyla gelen verilerden hangilerinin zihinsel kaynaklarımızı gerektirdiğine karar vermek için, “seçici dikkat” denilen filtrenin bizim farkındalığımızın dışında sürekli çalışması gerekir). Bilinçdışı dikkat, sadık bekçi köpeği gibi davranır.

Psikologlar uzun süre, bilinçdışı çalışan zihinsel işlemlerin sadece bu tür istem dışı ve aşağıdan yukarı işlemler olduğunu düşündü. Bilinçdışı işlem için psikologların en sevdiği mecaz “yayılan faaliyet”ti, yani uyarıdan başlayan ve beyin devrelerimizde pasif şekilde yayılan bir dalga. Görsel alanların hiyerar-

⁶⁶ McCormick 1997.

⁶⁷ Bressan ve Pizzighello 2008; Tsushima, Seitz ve Watanabe 2008; Tsushima, Sasaki ve Watanabe 2006.

şisinde tırmanan gizli bir ipucu giderek tanıma, anlamlandırma ve motor programlama işlemleriyle temasa geçiyor ve onların peşini bırakmadığı halde deneğin bilinçli iradesinden, niyetinden ve dikkatinden hiç etkilenmiyor. Dolayısıyla eşik altı deneylere ait sonuçların, deneklerin strateji ve beklentilerinden bağımsız olduğu düşünüldü.⁶⁸

Bizim deneylerimizin bu ortak kanıyı yerle bir etmesi büyük sürpriz oldu. Eşik altı ipucunun pasif, aşağıdan yukarı, dikkatten ve talimatlardan bağımsız olarak çalışan bir işlem *olmadığını* kanıtladık. Aslında bilinçdışı bir uyarının işlenip işlenmediğini belirleyen şey dikkattir.⁶⁹ Beklenmedik bir anda ya da yerde gösterilen bilinçdışı ipucu, onu takip eden hedefe aslında hiçbir ipucu vermiyor. Salt tekrarlama etkisi (*radio*'nun ardından gelen hızlandırılmış *radio* yanıtı) bile dikkatin ne kadarının bu uyarılara tahsis edildiğine göre değişir. Dikkat etme eylemi, dikkat edilen an ve yerde gösterilen uyarının harekete geçirdiği beyin dalgalarını son derece güçlendiren bir kazanca neden olur. Dikkatle ilgili bu spot lambasından, bilinçli uyarı kadar bilinçdışı uyarının da faydalanması dikkat çekicidir. Başka bir deyişle dikkat, görsel uyarıyı güçlendirirken farkına varmamıza yetmeyecek kadar güçsüz bırakabilir.

Bilinçli niyetler, bilinçdışı dikkatimizin yönünü dahi etkileyebilir. Diyelim ki size bir grup şekil gösterildi ve daireleri ihmal edip sadece kareleri saptamanız istendi. Kritik bir denemede sağda bir kare ve solda bir daire ortaya çıkar (ama şekillerin ikisi de maskelidir, dolayısıyla saptamayı başaramazsınız). Karenin hangi tarafta olduğunu bilmeden rasgele bir düğmeye basarsınız. Ancak N2pc denilen parietal lob faaliyeti göstergesi, dikkatinizin bilinçdışı olarak doğru tarafa yöneldiğini ortaya çıkarıyor.⁷⁰ Tamamen görünmez olan denemelerde bile ve hatta sonunda yanlış yanıt düğmesini seçseniz bile görsel dikka-

⁶⁸ Posner ve Snyder 1975.

⁶⁹ Naccache, Blandin ve Dehaene 2002; bkz. ayrıca Lachter, Forster ve Ruthruff 2004; Kentridge, Nijboer ve Heywood 2008; Kiefer ve Brendel 2006.

⁷⁰ Woodman ve Luck 2003.

tiniz el altından doğru hedefe yönlendirilebilir. Benzer şekilde dikkatten kaçma esnasında, harf akışının içinde rasgele hedef olarak tasarlanmış bir sembolün tetiklediği beyin faaliyeti, sembolü algılamasa da dikkat çekici artış gösterir.⁷¹ Bu tür deneyelerde dikkat, bilinçdışı olarak şekilleri uygunluk durumlarına göre elemeye başlar, ancak hedef uyarıyı deneklerin bilinçli farkındalığına ulaştırmak için bu işlem yeterli olmaz.

Görünmeyen Bozuk Paranın Değeri

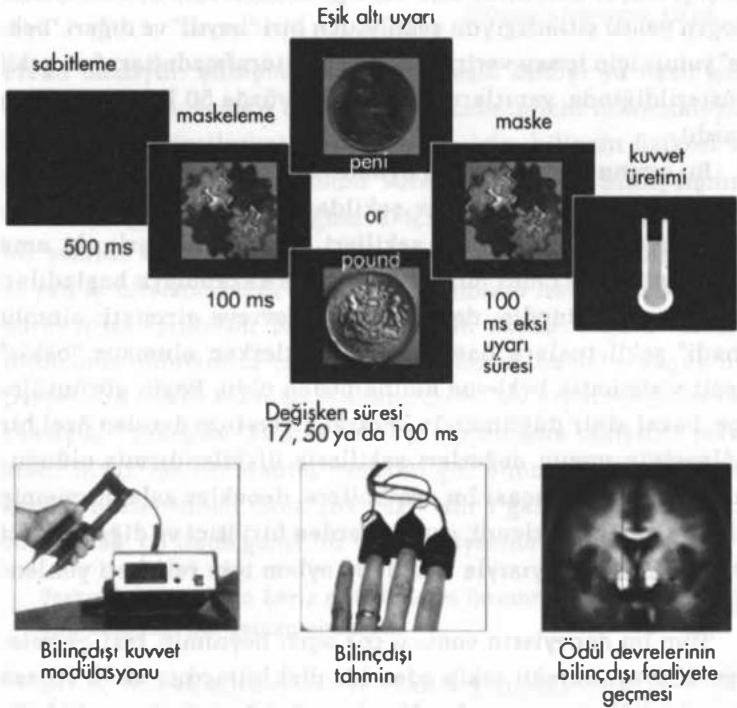
Dikkatimiz, bir uyarının uygun olup olmadığına nasıl karar veriyor? Seçme işleminin önemli bir bileşeni, olası her düşünce nesnesine bir *değer* atanmasıdır. Hayvanların, hayatta kalmaları için karşılaştıkları her şeye çok hızlı şekilde olumlu ya da olumsuz bir değer ataması gerekir. Kalsam mı, gitsem mi? Yaklaşsam mı, geri mi çekilsem? Önümde duran şey mükemmel bir ziyafet mi, yoksa zehirli bir tuzak mı? Değerlendirme, bazal sinir düğümü denilen (çünkü beyin tabanının yakınındadır) çekirdek kümesindeki gelişmiş nöronal ağları gerektiren uzmanlaşmış bir işlemdir. Bu ağların da bizim bilinçli farkındalığımızın tamamen dışında çalışabildiğini belki de tahmin ettiniz. Para gibi sembolik bir değere bile bilinçdışı olarak değer biçilebilir.

Bir peni ya da bir pound değerindeki bozuk para resmi, bir deneyde eşik altı teşvik edici görevi gördü (Şekil 12).⁷² Deneklerden bir kolu sıkmaları istendi. Belli bir değer üzerinde kuvvet uygularlarsa para kazanacaklardı. Her denemenin başında, ne kadar paranın söz konusu olduğunu bir bozuk para resmi belirtti (resimlerin bazıları, bilinçli olarak algılanamayacak kadar hızlı gösterildi). Denekler iki bozuk paraya ait resimlerin herhangi bir şekilde farkına vardıklarını reddetseler de, kazanabilecekleri para poundken uyguladıkları kuvvet peniye göre daha fazlaydı. Dahası, bir pound kazanma beklentisi ve bu bilinçaltı ödülün tahmin edilmesiyle deneklerin elleri terledi (ve beynin ödül devreleri el altından faaliyete geçirildi). Denekler,

⁷¹ Marti, Sigman ve Dehaene 2012.

⁷² Pessiglione, Schmidt, Draganski, Kalisch, Lau, Dolan ve Frith 2007.

davranışlarının bir denemeden diğerine neden değiştiğinin farkında değildi: motivasyonlarının bilinçdışı yönlendirildiğinden haberleri yoktu.



ŞEKL 12. Bilinçdışı teşvik ediciler motivasyonlarımızı etkileyebilir. Bu deneyde katılımcılardan, para kazanabilmek için bir kolu ellerinden geldiğince güçlü sıkmaları istendi. Çok kısa bir süre gösterilen resimle söz konusu paranın bir peni yerine bir pound olduğu belirtildiğinde insanlar daha fazla kuvvet uyguladı. Denekler, imge maskelendiği zaman hangi bozuk paranın gösterildiğinin farkında olmadıkları halde aynı şekilde davranmaya devam ettiler. Beynin ödül devreleri bilinçdışı olarak önceden faaliyete geçirilmişti ve hatta kazanç elde edecekleri düşüncesiyle eller terledi. Demek ki bilinçdışı bir imge motivasyon devrelerini, duygu devrelerini ve ödül devrelerini tetikleyebiliyor.

Bir başka çalışmada eşik altı uyarıların değerleri önceden bilinmiyordu, ama deney ilerledikçe belirgin bir şekilde öğre-

nildi.⁷³ Denekler “sinyali” gördükleri anda düğmeye basmaları ya da basmamaları gerektiğini tahmin etmek zorundaydı. Her defasında deneklere bastıkları ya da basmadıkları için para kazandıkları ya da kaybettikleri söylendi. Deneklerin bilmediği şey, sinyal dahilinde kısa süre gösterilen eşik altı bir şeklin doğru yanıtı çıktığıydı; şekillerden biri “haydi” ve diğeri “bekle” yanıtı için ipucu verirken üçüncüsü tarafsızdı (tarafsız şekil gösterildiğinde, yanıtların ikisinin de yüzde 50 kazanma şansı vardı).

Bu oyunu birkaç dakika oynadıktan sonra, denekler görevlerini açıklanamayacak bir şekilde daha iyi yaptılar. Sinyalin bünyesinde saklı olan şekilleri hâlâ göremiyorlardı, ama “ballı”ydılar ve ciddi miktarlarda para kazanmaya başladılar. Deneklerin bilinçdışı değer sistemi devreye girmişti: olumlu “hadi” şekli tuşlara basılmasını tetiklerken olumsuz “bekle” şekli sistematik bekleme haline neden oldu. Beyin görüntüleme, bazal sinir düğümünün ventral striyatum denilen özel bir bölgesinin uygun değerleri şekillerle ilişkilendirmiş olduğunu kanıtladı. Kısacası bu sembollere, denekler asla görmemiş olsa da anlam yüklendi: sembollerden biri itici ve diğeri çekici hale gelmiş, dolayısıyla dikkat ve eylem için rekabeti yönlendirmişti.

Tüm bu deneylerin sonucu çok açık: beynimiz, bizi çevreleyen dünyayı sürekli takip eden bir dizi bilinçdışı akıllı cihaza ev sahipliği yapıyor ve bu dünyaya atadığı değerlerse dikkatimizi yönlendirip düşüncelerimizi şekillendiriyor. Bizi bombardımana tutan şekilsiz uyarılar bu eşik altı etiketler sayesinde fırsatlar dünyası haline gelir, mevcut hedeflerimize uygunluk durumlarına göre titizlikle sınıflandırılırlar. Sadece en uygun durumlar dikkatimizi çeker ve bilincimize dahil olma şansını yakalar. Bilinçdışı beynimiz, farkındalık seviyemizin altında hiç durmadan bizi bekleyen fırsatları değerlendirerek dikkatimizin büyük oranda eşik altı çalıştığını doğruluyor.

⁷³ Pessiglione, Petrovic, Daunizeau, Palminteri, Dolan ve Frith 2008.

Bilinçdışı Matematik

Bilinç sahibi olmayı abartmaktan vazgeçmek, psişik olaylar kulvarıyla ilgili her özgün sezgi için kaçınılmaz bir hazırlıktır.

—Sigmund Freud, *The Interpretation of Dreams*
(Düşlerin Yorumu, 1900)

Freud haklıydı: bilinç abartıldı. Herkesin bildiği şu basit gerçeği ele alalım: sadece bilinçli düşüncelerimizin bilincindeyiz. Bilinçdışı faaliyetlerimiz bizi atlattığı için, bilincin fiziksel ve zihinsel hayatımızdaki rolünü sürekli abartırız. Bilinçdışının muazzam gücünü unuttuğumuz için, hareketlerimizi abartılı bir şekilde bilinçli kararlara bağlıyor ve bu yüzden bilincimizi yanlış nitelendirerek günlük hayatımızın baş aktörü olarak görüyoruz. Princeton psikoloğu Julian Jaynes'e göre "Bilinç, bilincinde olduğumuz zihinsel hayatımızın çok daha küçük bir parçasıdır, çünkü bilincinde olmadığımız bir şeyin bilincine varamayız."⁷⁴ Douglas Hofstadter'in programlama döngüsü yasasını ("Bir proje, Hofstadter yasasını göz önüne alsanız bile her zaman beklenenden daha çok vakit alır") garip bir şekilde yorumlarsak, bu ifade genel bir yasa seviyesine yükselebilir:

Farkındalığımızdaki bariz eksikliklerin farkında olsak bile farkındalığımızı her zaman abartırız.

Sonuç olarak görme, dil ve dikkat yeteneklerimizin, bizim farkındalığımızın dışında gerçekleşebileceğini ciddi bir şekilde hafife alıyoruz. Bilinçli zihnin ayırt edici özellikleri olarak gördüğümüz bazı zihinsel faaliyetler aslında bilinçdışı çalışıyor olabilir mi? Örneğin matematiği ele alalım. Dünyanın gelmiş geçmiş en büyük matematikçilerinden biri olan Henri Poincaré, işin tamamını bilinçdışı zihninin yaptığı anlaşılan birçok ilginç olaydan bahseder:

Madencilik Okulunun desteğiyle yürütülen jeolojik bir geziye gitmek üzere Caen'den ayrıldım. Yolculuk sırasındaki olaylar yüzünden matematik çalışmalarım aklımdan çıktı. Coutances'a

⁷⁴ Jaynes 1976, 23.

ulaştığımızda, gideceğimiz yere hareket etmek üzere büyük bir otobüse bindik. Basamağa adımımı atar atmaz, daha önceki düşüncelerim herhangi bir zemin hazırlamamış olmasına rağmen Fuchs fonksiyonlarını tanımlamak için kullandığım dönüşümlerin ve Öklit dışı geometri fonksiyonları dönüşümlerinin aynı olduğu düşüncesi aklıma geldi. Bu düşüncenin doğruluğunu sınamadım; sınamak için vakit yoktu, otobüste yerime oturunca devam eden bir sohbete katıldım, ama düşüncemin doğruluğundan kuşkum yoktu. Caen'a döndüğümde içimin rahat etmesi için boş bir zamanda doğruluğunu kontrol ettim.

Yine aynı şekilde:

Dikkatimi bazı aritmetik sorularını incelemeye verdim, ama pek başarılı olmadı ve önceki araştırmalarımınla bir bağlantısı olabileceği hiç aklıma gelmemişti. Başarısızlıktan iyice sıkılınca birkaç günlüğüne deniz kıyısına gittim ve başka şeyler düşündüm. Bir sabah kayalıklarda yürürken, ikinci derece sonsuz üçlü formların Öklit dışı geometrinin formlarıyla aynı olduğu fikri kısa ve öz, aniden ve kesin bir şekilde aklıma geldi.

Bu iki kısa öyküyü, matematikçinin zihnine dair büyüleyici bir kitap ithaf eden, dünya çapında bir matematikçi olan Jacques Hadamard anlatıyor.⁷⁵ Hadamard, matematiksel keşif sürecine yapı söküm uygulayarak birbirini takip eden dört aşama belirledi: başlangıç, kuluçka, aydınlanma ve doğrulama. *Başlangıç aşaması tüm hazırlık çalışmalarını, yani bir problemin planlanmış bilinçli incelemesini kapsar.* Bu cephe taarruzu ne yazık ki genellikle meyve vermiyor (ama her şey kaybedilmeyebilir, çünkü bilinçdışı zihni arayış içine sokuyor). *Kuluçka aşaması, problemin zihni belli belirsiz kurcaladığı, ama problem üzerine sıkı çalıştığına dair bilinçli bir belirti göstermediği bir mayalanma dönemi başlatabilir.* Etkileri aranmadığı takdirde kuluçka dönemi fark edilmeyebilir. Gece iyi uyuduktan ya da rahatlatıcı bir yürüyüş yaptıktan sonra birden *aydınlanma* gerçekleşir: problemin çözümü bütün ihtişamıyla belirir ve matematikçinin bilinçli zihnini işgal eder. Çözüm genellikle doğrudur. Ancak tüm ayrıntılara açıklık getirmek için, yavaş ve çaba gerektiren *doğrulama* süreci gereklidir.

⁷⁵ Hadamard 1945.

Hadamard'ın teorisi insanı ayartıyor, ama sıkı bir incelemeden geçer mi? Bilinçdışı kuluçka gerçekten var mı? Yoksa keşfetmenin coşkusuyla geçmiş göklere çıkaran bir öykü mü anlatılıyor? Karmaşık problemleri gerçekten bilinçdışı çözebilir miyiz? Bilişim bilimi, bu soruları daha yeni yeni laboratuvara getirmeye başladı. Iowa Üniversitesinden Antoine Bechara, kumardan faydalanarak insanların olasılık ve sayısal beklentiye dair matematik öncesi sezgilerini inceleyen bir test geliştirdi.⁷⁶ Bu testte deneklere dört deste kart ve 2000 dolar (taklit banknotlar olarak – psikologlar o kadar zengin değil) borç veriliyor. Bir kart açınca olumlu ya da olumsuz bir mesaj alınıyor (örneğin "100 dolar kazandınız" ya da "100 dolar ödeyin"). Denekler isteğe bağlı olarak dört destenin herhangi birinden kart seçerek kazançlarını optimize etmeye çalışıyor. Bilmedikleri şey, destelerden ikisinin dezavantajlı olduğu: başlangıçta çok kazandırıyor, sonra büyük kayba yol açıyor ve uzun dönemde sonuç net zarar oluyor. Diğer iki deste makul iniş çıkışlara yol açıyor. Kartları bu destelerden çekmek, uzun dönemde ufak ama istikrarlı kazanç sağlıyor.

Oyuncular başlangıçta dört desteden rasgele kart çekiyor. Ancak gittikçe ilginç bir önsezi geliştiriyor ve sonunda hangi destenin iyi, hangisinin kötü olduğunu kolaylıkla söyleyebiliyor. Ama Bechara "önsezi öncesi" dönemle ilgileniyordu. Matematikçinin kuluçka dönemini temsil eden bu aşamada, deneklerin elinde bu dört desteye ilgili birçok kanıt olmasına rağmen hepsinden rasgele çekmeye devam ediyor ve ne yapmaları gerektiğiyle ilgili hiçbir fikirleri olmadığını iddia ediyorlar. Kötü desteden kart çecekleri sırada, elleri ilginç bir şekilde terlemeye başlayarak derinin iletkenliğini düşürüyor. Sempatik sinir sistemine ait bu psikolojik gösterge, deneklerin beyninin riskli desteleri daha önce tespit ettiğini ve eşik altı içgüdüsel bir duygu ürettiğini gösteriyor.

⁷⁶ Bechara, Damasio, Tranel ve Damasio 1997. Bulgular Maia ve McClelland tarafından sorgulandı (2004), ardından Persaud, Davidson, Maniscalco, Mobbs, Passingham, Cowey ve Lau tarafından açıklık getirildi (2011).

Bu alarm sinyali, alt orta alın korteksinde (beynin bilinç-dışı değerlendirme konusunda uzmanlaşmış bölgesi) gerçekleşen işlemlerden kaynaklanıyor olabilir. Beyin görüntüleme, bu bölgenin faaliyete geçtiğini açıkça gösteriyor ve bu faaliyet performansın ne olacağını öngörüyor.⁷⁷ Bu bölgede lezyon olan hastalar, kötü sonuç veren desteden bilmeden kart çekme öncesinde beklentiye bağlı deri iletkenliği üretmiyor; kötü sonuç ortaya çıktıktan sonra üretiyor. Orta alın korteksi ve orbifrontal korteks, eylemlerimizi sürekli izleyip bunların olası değerini hesaplayan bir dizi değerlendirme işlemi içerir. Bechara'nın araştırması, bu bölgelerin genellikle bilinçli farkındalığımızın dışında çalıştığını akla getiriyor. Rasgele seçim yaptığımız izlenimi taşısak da, davranışımızı aslında bilinçdışı önseziler yönlendiriyor.

Önsezinin olması, matematik problemi çözmekle tamamen aynı değildir. Ancak Ap Dijksterhuis'ün yaptığı bir deney Hadamard'ın sınıflandırmasına yaklaşıyor ve özgün problem çözenin gerçekten bilinçdışı kuluçka döneminden faydalandığını akla getiriyor.⁷⁸ Hollandalı psikolog, on iki özelliği birbirinden farklı dört ayrı marka araba içinden seçim yapmalarını gerektiren bir soruyu öğrencilerine yöneltti. Denekler problemi okudu, yarısına seçimleri konusunda bilinçli düşünmeleri için dört dakika verildi; diğer yarısının dikkati dört dakika dağıtıldı (harflerin yerini değiştirerek farklı kelimeler ürettiler). Sonunda iki grup da karar verdi. Şaşırtıcı, ama dikkati dağıtılan grup, bilinçli olarak düşünüp taşınan gruba göre çoğunlukla en iyi aracı seçti (yüzde 22'ye karşılık yüzde 60. Rasgele seçimde başarı oranının yüzde 25 olacağını düşünürsek etki çok büyük). Bu çalışma, IKEA'da alışveriş yapmak gibi gerçek bir koşulda defalarca tekrarlandı: mağazaya yapılan geziden haftalar sonra, karar verirken bilinçli olarak çok düşündüklerini söyleyen müşterilerin memnuniyeti, çok çabuk ve fazla düşünmeden seçim yapan alıcılara kıyasla *daha az* oldu.

⁷⁷ Lawrence, Jollant, O'Daly, Zelaya ve Phillips 2009.

⁷⁸ Dijksterhuis, Bos, Nordgren ve van Baaren 2006.

Bu deney, denemenin tamamen bilinçdışı olması için uyulması gereken kıstası pek sağlamasa da (çünkü dikkat dağıtma olgusu, deneklerin konu üzerinde hiç düşünmemelerini tam olarak garanti etmiyor) oldukça anlamlı: problem çözmenin bazı yönleri, tam bir bilinçli çaba gösterilmesinden ziyade bilinçdışının sınırlarında daha iyi anlaşılır. Bir problemi düşündükten sonra yatıp uyuduğumuzda ya da duş alırken zihnimizi kendi haline bıraktığımızda harika sezgilerin ortaya çıktığını düşündüğümüzde tamamen haksız sayılmayız.

Bilinçdışımız herhangi bir problem tipini çözebilir mi? Ya da büyük bir olasılıkla, bulmacaların bazı türleri bilinçdışı önseziyle çözülmeye daha mı yatkın? Bechara ve Dijksterhuis'ün deneylerinin benzer problemleri içermesi ilginçtir; ikisi de deneklerin birçok parametreyi tartmasını gerektiriyor. Bechara'nın olayında deneklerin, her kart destesindeki kazanç ve kayıpları titizlikle tartması gerekiyor. Dijksterhuis'ün deneyinde, deneklerin on iki kıstasın ortalama ağırlığına göre araç seçmesi gerekiyor. Bu tür kararlar bilinçli şekilde verildiği zaman işleyen belleğimize ağır yük getiriyor: her defasında genellikle bir ya da birkaç olasılığa odaklanan bilinçli zihin çabuk bunalıyor. Dijksterhuis'ün deneyinde bilinçli düşünenler bu yüzden fazla başarı göstermemiş olabilir: problemin bütününe bakmadan bir ya da iki özelliğin ağırlığını abartma eğilimindeydiler. Bilinçdışı işlem, birçok öğeye değer atayıp karar vermek üzere değerlerin ortalamasını alma konusunda çok iyidir.

Çok sayıda artı ve eksi değerlerin toplamını ya da ortalamasını hesaplamak, basit nöron devrelerinin bilinç olmadan yapabildiği normal dağarcığın sınırları içindedir. Rastgele seçilmiş bir dizi şeklin neden olduğu toplam değere dayanarak karar vermeyi maymunlar bile öğrenebilir ve parietal nöronların ateşlemesi toplamı izler.⁷⁹ Laboratuvarımda, yaklaşık toplam işlemi insanın bilinçdışının yapabileceğini kanıtladık. Bir deneyde çok kısa süre beş ok gösterdik ve sağ ile solu gösteren oklardan hangisinin daha fazla olduğunu deneklere sorduk. Oklar mas-

⁷⁹ Yang ve Shadlen 2007.

keleme yardımıyla görünmez kılındı ve deneklerden tahminde bulunmaları istendiğinde gerçekten rasgele yanıt verdiklerini düşündüler, ama şansa bağlı tahmine kıyasla çok daha iyi cevap verdiler. Parietal kortekslerinden gelen sinyal, beyinlerinin bilinçdışı olarak yaklaşık toplamı hesapladıklarını gösterdi.⁸⁰ Oklar öznel olarak görünmezdi, ama yine de beynin ağırlık verme ve karar sistemlerine girmenin bir yolunu buldular.

Bir başka deneyde çok kısa süre sekiz rakam gösterdik; bunlardan dördü bilinçli olarak görünür olduğu halde diğer dördü görünmezdi. Deneklere bu rakamların ortalamasının beşten büyük mü yoksa küçük mü olduğuna karar vermelerini istedik. Yanıtlar oldukça doğrudu, ama katılımcıların mevcut sekiz sayının sekizini de göz önüne almış olması dikkat çekiciydi. Yani bilinçli algılanan sayılar beşten büyük ve gizli sayılar beşten küçükse, deneklerde bilinçdışı olarak “daha küçük” yanıtını verme eğilimi vardı.⁸¹ Bilinçli olarak görülebilir olan sayıların ortalamasını bulmaları istenmişti, ama bilinçdışı sayılar da bu işleme dahil oldu.

Uyku Sırasındaki İstatistik

Bu durumda, ortalama ve karşılaştırma dahil bazı temel matematik işlemlerinin bilinçdışı çözülebilme olasılığı vardır. Peki ya Poincaré’in otobüsteki sezgisi gibi özgün yaratıcı işlemlere ne demeli? Sezgi her an, hatta hiç beklemediğimiz ve başka bir şey düşündüğümüz anda başımıza gelebilir mi? Yanıt olumlu gibi görünüyor. Beynimiz, görünüşte rastgele olan dizinlerdeki anlamlı düzenlilikleri saptayan çapraşık bir istatistikçi gibi davranır. Bu tür istatistiksel öğrenme, uykumuzda bile arka planda devam eder.

Ullrich Wagner, Jan Born ve çalışma arkadaşları, bilimcilerin “Deliksiz bir uykudan uyandığımda bir şeyleri birden kavradım” şeklinde sıkça dile getirdikleri tezi sınadılar.⁸² Bu

⁸⁰ de Lange, van Gaal, Lamme ve Dehaene 2011.

⁸¹ Van Opstal, de Lange ve Dehaene 2011.

⁸² Wagner, Gais, Haider, Verleger ve Born 2004.

düşünceyi laboratuvarında inceleyebilmek için, denekleri sıkı bir matematik deneyine aldılar: deneklerin yedi basamaklı bir diziyi, dikkat gerektiren bir kural uyarınca yine yedi basamaklı başka bir diziyeye akıldan dönüştürmeleri gerekiyordu. Deneklerden yanıtın sadece son rakamını söylemeleri istendi (ama bu değeri bulmak akıldan uzun bir hesap yapmayı gerektiriyordu). Ancak denekler kısa yoldan bir çözüm olduğunu bilmiyordu. Sonuçtaki dizide gizli bir simetri vardı: son üç rakam, kendinden önceki üç rakamın tersiydi (örneğin 4 1 4 9 9 4 1) ve sonuç olarak son rakam her zaman ikinci rakamla aynıydı. Denekler bu kısa yolu fark ettikten sonra, ikinci rakama gelince bırakarak çok vakit kazandılar. İlk testte deneklerin çoğu gizli kuralı fark edemedi. Ama iyi bir uyku, gizli kuralı sezme olasılığını iki katın üzerine çıkardı: deneklerin çoğu akıllarında çözümle birlikte uyandı!" Kontroller, arada geçen zamanın ilgisiz olduğunu saptadı; önemli olan uykuydu. Uykuya dalmak, görünüşe göre önceki bilgilerin daha derli toplu ve yoğun bir formda pekiştirilmesine olanak tanıyor.

Hayvanlar üzerine yapılan çalışmalardan, beyin çıkıntısı ve korteksteki nöronların uyku sırasında faal olduğunu biliyoruz. Bu nöronların ateşleme örüntüleri, uykudan önceki dönemde ortaya çıkan faaliyet dizisinin aynısını hızlı ileri sarma modunda "yeniden çalar."⁸³ Labirentte koşan bir fareyi düşünelim; fare uykuya dalınca beyni yer kodlama nöronlarını çok hassas şekilde yeniden çalıştırdığı için, farenin zihinsel olarak hangi konumlarda gezdiğini çözmek amacıyla bu örüntü kullanılabilir (ancak bu gezinti çok daha hızlıdır ve bazen ters yöndedir). Bu geçici yoğunluk, rakamlar dizisini belki de yaklaşık eşzamanlı konumsal örüntü olarak ele almayı mümkün kılar, dolayısıyla klasik öğrenme mekanizmaları yardımıyla gizli düzenliliklerin saptanmasına izin verir. Uyku, nörobiyolojik açıklama ne olursa olsun, bellek güçlendirme ve önseziyi çokça destekleyen canlı bir bilinçdışı yoğun faaliyet dönemidir.

⁸³ Ji ve Wilson 2007; Louie ve Wilson 2001.

Eşik Altı Akıllı Yöntemler

Bu laboratuvar kanıtları, Fuchs fonksiyonlarını ve Öklit dışı geometriyi bilinçdışı araştırırken Poincaré'in zihninde yer alan matematiksel düşünce tipinden tamamen farklıdır. Ancak yeniliğe açık deneyler daha büyük bir gerçekleştirilebilir işlem aralığını incelendikçe aradaki fark azalıyor.

Uzun zamandır, bilinçli zihnin "merkezi yöneticisinin" (zihinsel işlemlerimizi kontrol eden, istemsiz cevapları önleyen, görevleri değiştiren ve hatalarımızı saptayan bilişsel sistem), bilinçli zihnin tek yöneticisi olduğu düşünülüyordu. Ancak son zamanlarda, görünmeyen uyarıya dayanarak, çapraşık yönetim fonksiyonlarının bilinçdışı çalıştığı gösterildi.

Bu tür fonksiyonlardan biri, kendimizi kontrol etme ve istemsiz yanıtlarımıza ket vurma yeteneğidir. Görevinizin, ekranda resim gördüğünüz zaman tuşa basmak (ama siyah bir disk resmi gördüğünüz zaman kesinlikle basmamak) gibi tekrarlayan bir iş olduğunu düşünün. Buna "dur işareti" görevi deniyor ve birçok araştırma, rutin bir yanıt ket vurma yeteneğinin, zihnin merkezi yürütme sisteminin göstergesi olduğunu kanıtlıyor. Hollandalı psikolog Simon van Gaal, yanıt vermekten kaçınmanın bilinç gerektirip getirmediğini sordu: "dur" işaretinin eşik altı olması halinde, denekler tuşa tıklamaktan kaçınır mı? İlginç, ama sorunun yanıtı evet. Bilinçdışı "dur" işareti çok kısa süre gösterildiğinde deneklerin eli yavaşladı ve bazen yanıt vermeyi hep birlikte bıraktılar.⁸⁴ Sebebini anlamadan bıraktılar, çünkü bu engellemeyi tetikleyen uyarıcı görünmüyordu. Bu bulgular, *görünmez* olan ile *kontrol dışı* olanın eşanlı olmamasını gösteriyor. Görünmez olan dur işareti bile hareketlerimizi kontrol etmemize imkân veren yürütücü ağların derinliklerine kadar yayılan bir dalgayı tetikleyebilir.⁸⁵

Benzer şekilde, bazı hatalarımızı bilinçli olmadan saptayabiliriz. Göz hareketi görevi sırasında deneklerin gözleri hedeften saptığı zaman, bu hata ön singulat korteksteki kontrol

⁸⁴ van Gaal, Ridderinkof, Fahrenfort, Scholte ve Lamme 2008.

⁸⁵ van Gaal, Ridderinkof, Scholte ve Lamme 2010.

merkezlerini harekete geçirir (katılımcılar hatanın farkında olmasa ve gözlerinin hedeften kaydığını reddetseler bile bu durum geçerlidir).⁸⁶ Bilinçdışı işaretler, kısmen başka bir göreve kaymaya bile sebep olabilir. Deneklere, birinci görevden ikinci göreve geçmelerini söyleyen bilinçli bir ipucu gösterildiğinde, farkındalık için gerekli eşiğin altında gösterilmiş olsa bile kortikal seviyede denekleri yavaşlatma ve kısmi görevi tetikleme etkisi vardır.⁸⁷

Sözün kısası, psikoloji, eşik altı algının olduğunu kanıtlamakla kalmayıp bilinç olmadan bütün zihinsel işlemlerin başlatılabileceğini fazlasıyla kanıtlamıştır (ancak bu işlemler birçok durumda tamamlanmamaktadır). Şekil 13 bu bölümde ele alınan deneylerde, farkındalığın olmadığı durumlarda beynin çeşitli kısımlarının faaliyete geçtiğini özet olarak gösteriyor. Bilinçdışının, kelimeyi anlamaktan sayısal toplama ve hata saptamaktan problem çözmeye kadar birçok akıllı yöntemi olduğu çok açık. Bu yöntemler geniş bir uyarı ve yanıt aralığında çok hızlı ve paralel çalıştığı için genellikle bilinçli düşünceyi geride bırakıyor.

Henri Poincaré *Science and Hypothesis* (Bilim ve Varsayım, 1902) adlı çalışmasında, bilinçdışı kaba kuvvet işlemin bilinçli yavaş düşünmeye göre üstün olduğunu tahmin etti:

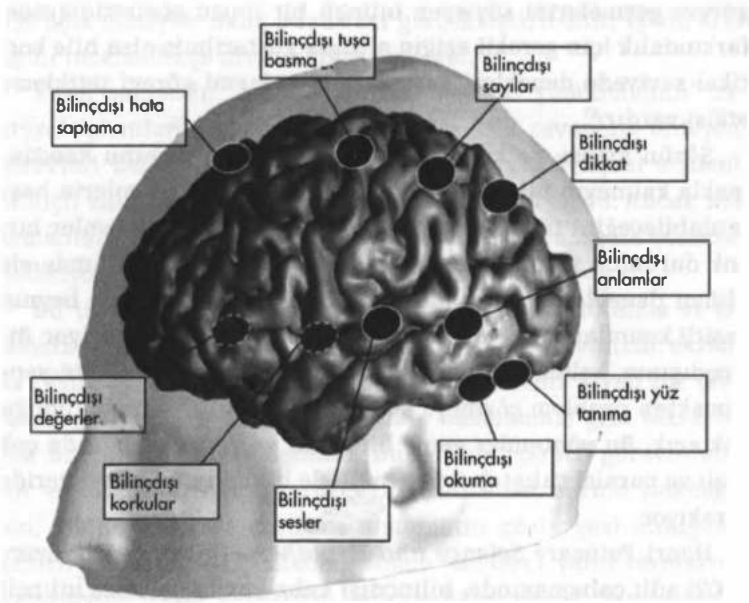
Eşik altı benlik hiçbir şekilde bilinçli benlikten geride kalmaz; tamamen istem dışı değildir; muhakeme yeteneği vardır; ortama göre davranır, duyarlıdır; nasıl seçeceğini, tahmin etmeyi bilir. Ne diyorum? Tahmin etmeyi bilinçli benlikten daha iyi bilir, bilinçli benliğin başaramadığı noktada o başarır. Kısacası eşik altı benlik, bilinçli benlikten üstün mü?

Çağdaş bilim, Poincaré'in sorusuna cınlayan bir evet yanıtı veriyor. Zihnimizin eşik altı işlemleri, bilinçli başarılarını birçok yönden geçiyor. Görsel sistemimiz, en iyi bilgisayar yazılımını ürküten şekil algılama ve sabit nicelik tanıma problemleri-

⁸⁶ Nieuwenhuis, Ridderinkhof, Blom, Band ve Kok 2001.

⁸⁷ Lau ve Passingham 2007; bkz. ayrıca Reuss, Kiesel, Kunde ve Hommel 2011.

ni rutin olarak çözüyor. Ve matematik problemleriyle ne zaman uğraşsak, bilinçdışı zihnin bu şaşırtıcı hesaplama gücünden faydalanıyoruz.



ŞEKLİ 13. İnsan beynindeki bilinçdışı işlemlere genel bakış. Şekil, farkında olmadan faal olabilen birçok devrenin sadece bir alt kümesini gösteriyor. Beyindeki hemen hemen tüm işlemcilerin bilinçdışı çalışabileceğine artık inanıyoruz. Daha fazla anlaşılabilirlik için, her hesaplama kendine ait baskın beyin alanına sabitlenir, ama nöronlardaki bu tür uzmanlaşmanın mutlaka tüm beyin devresine bağlı olduğunu unutmamak gerekir. Bilinçdışı işlemcilerimizden bazıları korteks altıdır: bu işlemciler, korteks yüzeyinin altında bulunan nöron gruplarını içerir (Şekilde kısa çizgilerden oluşan elipslerle gösteriliyor) ve genellikle evrimimizin başlangıcında ortaya çıkan fonksiyonları, örneğin tehlikenin yaklaştığını bize söyleyen korkutucu uyarıyı saptama fonksiyonunu yerine getirir. Diğer hesaplamalar korteksin çeşitli bölgelerini gerektirir. Okumak ya da aritmetik gibi edinmiş olduğumuz kültürel bilgiyi kodlayan üst seviye kortikal alanlar bile farkındalığımızın dışında çalışabilir.

Ama kendimizi fazla kaptırmayalım. Bazı bilişsel psikologlar bilincin efsaneden ibaret olduğunu, pastanın üzerindeki

şekerleme gibi dekoratif ama güçsüz bir özellik olduğunu öne-
 recek kadar ileri gidiyor.⁸⁸ Kararlarımızın ve davranışlarımızın
 altında yatan bütün zihinsel işlemlerin bilinçdışı gerçekleştiği-
 ni iddia ediyorlar. Farkındalığımız, onların görüşüne göre olaya
 seyirci kalan biridir, beynin bilinçdışı başarılarını dikkatle sey-
 rederken sürekli müdahale eder, ama herhangi bir etkili gücü
 yoktur. 1999 yapımı *Matrix* filminde olduğu gibi özenli bir oy-
 nun tutsağıyız ve bilinçli hayatımız bir yanılsamadan ibaret;
 bütün kararlarımız, içimizdeki bilinçdışı işlemler tarafından
 yoklukta alınıyor.

Bir sonraki bölüm bu zombi teorisini çürütecek. Bilincin
 evrimleşmiş bir fonksiyon (faydalı olduğu için evrimle ortaya
 çıkan biyolojik bir özellik) olduğunu savunuyorum. Dolayısıyla
 bilinç, belli bir bilişsel konumda olmalı ve bilinçdışı zihne ait
 uzmanlaşmış paralel sistemlerin çözemediği problemleri çöz-
 melidir.

Kavrayışı her zaman güçlü olan Poincaré, matematikçi baş-
 langıç aşamasında problemle bilinçli olarak yoğun şekilde uğ-
 raşmazsa, beynin eşik altı gücüne rağmen bilinçdışı çarkları-
 nın dönmeye başlamayacağını belirtti. Ve çözümü bulup “hah”
 dedikten sonra, bilinçdışının “keşfettim” dediği şeyi sadece bi-
 linçli zihin dikkatli bir şekilde adım adım doğrulayabilir. Henry
 Moore *The Sculptor Speaks* (Heykeltıraş Konuşuyor, 1937) adlı
 eserinde aynı noktaya değiniyor:

Zihnin mantık dışı, içgüdüsel, bilinçaltı kısmının çalışmada [sa-
 natçının çalışmasında] yer alması şart olsa da, sanatçının atıl
 olmayan bilinçli zihni de vardır. Sanatçı tüm kişiliğini yoğun-
 laştırarak çalışır ve bu kişiliğin bilinçli kısmı çelişkileri çözer,
 anıları düzenler ve sanatçının aynı anda iki farklı tarafa yürü-
 meye çalışmasını önler.

Bilinçli zihnin eşsiz dünyasına girmeye artık hazırız.

⁸⁸ Lau ve Rosenthal 2011; Rosenthal 2008; Bargh ve Morsella 2008; Vel-
 mans 1991.

3

BİLİNÇ NE İŞE YARAR?

Bilinç neden evrim geçirdi? Bazı işlemler sadece bilinçli zihinle mi gerçekleştirilebilir? Yoksa bilinç sadece bir epifenomen (yan olgu), biyolojik makyajımızın faydasız ve hatta aldatıcı bir özelliği mi? Bilinç, aslında bilinçdışı çözölemeyen çok sayıda belirli işlemi destekliyor. Eşik altı bilgi unutulur gider, ama bilinçli bilgi kalıcıdır (istediğimiz sürece bu bilgiye tutunabiliriz). Bilinç, ayrıca muazzam bir duyu verisi akışını dikkatli seçilmiş minicik sembollerden oluşan ufak bir küme haline indirgeyerek, gelen bilgiyi sıkıştırır. Örneklenen bilgi daha sonra bir başka işlem aşamasına yönlendirilebilir ve tıpkı seri bir bilgisayar gibi titizlikle denetlenen işlem zincirleri gerçekleştirmemize imkân sağlar. Bilincin bu yayımlama fonksiyonu temel bir özelliktir. Bu özellik, bilinçli düşüncelerimizi sosyal ağ üzerinde yaymamıza fırsat veren dil sayesinde insanlarda fazlasıyla pekişmiştir.

Bilincin yayımlanmasının ayrıntıları, bildiğimiz kadarıyla bilincin faydalı olduğuna işaret ediyor.

—William James, *Principles of Psychology*
(Psikolojinin İlkeleri, 1890)

Biyoloji tarihinde, finalizm [sonuççuluk] ya da teleoloji [erekbilim] (organların belli bir fonksiyon “için” (“asıl amaç” için ya da Yunancada *telos* için) tasarlandığını ya da geliştirildiğini söylemenin anlamlı olup olmadığı gibi birkaç soru çok ateşli tartışılmıştır. Darwincilik öncesi dönemde her şeyin Tanrı’nın eliyle tasarlandığı kabul edildiği için finalizm kuraldı. Fransız büyük anatomi uzmanı Georges Cuvier, vücuttaki organların fonksiyonlarını yorumlarken sürekli teleolojiye başvurdu: pençeler avı yakalamak “için,” ciğerler nefes almak “için”di ve bu tür asıl amaçlar, organizmanın bir bütün olarak var olması için gerekli koşullardı.

Charles Darwin tasarım yerine, biyosferi [canlıküre] körlemesine şekillendiren güdümsüz bir kuvvet olarak doğal seçilime işaret ederek manzarayı kökten değiştirdi. Darwinci doğa görüşünün ilahi amaca ihtiyacı yoktu. Evrim geçiren organlar fonksiyonları "için" tasarlanmıyor; onlar sadece sahiplerinin çoğalması için avantaj sunuyor. Bakış açısını çarpıcı bir şekilde tersine çeviren evrim karşıtları, avantajlı olmayan tasarımların açık örnekleri olarak gördükleri şeyleri Darwin karşıtı örnekler olarak benimsediler. Tavuskuşunun o kocaman kuyruğu görsel olarak muhteşem, ama neden hantal? *Megaloceros*, yani nesli tükenen İrlanda geyiği, yok olmasına sebep olduğu söylenen üç buçuk metrelik dev gibi çatal boynuzlara neden sahipti? Darwin cinsel seçilime işaret ederek sert cevap verdi: dişilerin dikkatini çekmek için rekabet eden erkeklerin uyumluluğunu (*fitness*) gösteren özenli, kıymetli ve simetrik bir tanıtım geliştirmek onların lehinedir. Buradan alınacak ders açıktı: biyolojik organlar fonksiyon etiketi taşımıyordu; evrimle biraz düzelmiş garip ve hantal aletler bile sahiplerine rekabette üstünlük sağlayabilirdi.

Sentezci evrim teorisi, yirminci yüzyılda teleolojik betimlemeleri daha da zayıflattı. Evrimsel gelişimle ilgili (evo-devo) modern söz dağarcığı, tasarımcıya yer vermeyen karmaşık bir tasarıma açıklama getiren genişletilmiş kavramlar aracı içeriyor:

* Kendiliğinden örüntü oluşumu: Zebradaki çizgiler ya da kavunun dilimli yapısı gibi organize özelliklerin, kimyasal reaksiyonlar sayesinde nasıl ortaya çıkabileceğini ilk kez Matematikçi Alan Turing tanımladı.¹ Bazı şeytanminaresi türlerinde, karmaşık pigmentasyon örüntüleri kendini mat bir tabakanın altında düzenler ve bu da yapısal bir faydasının olmadığını açıkça kanıtlar (bu örüntüler, kendine has nedenleri olan kimyasal reaksiyonların bir yan ürünüdür).

* Farklı ölçekli (allometrik) ilişkiler: Organizmanın toplam büyüklüğündeki artış (özünde faydalı olabilir), organların ba-

¹ Turing 1952.

zılarında orantılı değişikliğe yol açabilir (faydalı olmayabilir). İrlanda geyiğinin garip çatal boynuzları bu tür farklı ölçekli değişiklikten kaynaklanmış olabilir.²

* Spandreller [kemer üstü dolgu]: Harvardlı merhum paleontolog Stephen Jay Gould, kendi mimarisinin gerekli yan ürünleri olarak ortaya çıkan, ama sonradan başka bir rol için seçilebilecek (ya da farklı bir fonksiyon için kullanılacak) olan organizmaların özelliklerini ifade etmek için bu terimi uydurdu.³ Erkeklerdeki meme uçları (kadınlarda işlevsel olan göğüsleri inşa etmeye yönelik, birbiriyle ilgili bir grup organizmanın temel unsurlarının alakasız, ama gerekli bir sonucu) örnek olarak verilebilir.

Bu biyolojik kavramları hesaba katarsak, bilinç dahil olmak üzere insanın herhangi bir biyolojik ya da psikolojik özelliğinin, türümüzündünya çapındaki başarısında kesin bir fonksiyonel rol oynadığını varsayamayız. Bilinç, tesadüfe bağlı dekoratif bir örüntü olabilir; *İnşansı* varlık türlerinin beyinde meydana gelen muazzam büyümenin bir sonucu olabilir; hatta sadece spandrel, yani diğer hayati değişikliklerin bir sonucu olabilir. Bu bakış açısı, esprili bir şekilde “bilinç, tıpkı apandis gibi bizi hasta etmekten başka bir işe yaramaz,” diyen Fransız yazar Alexandre Vialatte’nin sezgileriyle uyuyor. 1999 yapımı *John Malkovich Olmak* filminde, kuklacı Craig Schwartz iç gözlemin bir faydası olmadığından yakını: “Bilinç korkunç bir beladır. Düşünüyorum. Hissediyorum. Acı çekiyorum. Ve bunlara karşı tek istediğim şey işimi yapma fırsatı.”

Bilinç sadece bir yan etki mi? Tepkili uçak motorunun o yüksek gürültüsüne (beyin makinasının işe yaramayan, ama kaçınılmaz olan, yapısından kaynaklanan bir sonuç) benzetmek mi gerekir? İngiliz psikolog Max Velmans kuşkusuz bu karamsar sonuca sıcak bakıyor. Velmans, etkili bir bilişsel fonksiyonlar dizisinin farkındalığa karşı kayıtsız olduğunu (bu fonksiyonların farkında olsak da, zombiden farkımız yokmuş gibi aynı

² Gould 1974.

³ Gould ve Lewontin 1979.

şekilde çalışmaya devam edeceklerini) savunuyor.⁴ Danimarkalı popüler bilim yazarı Tor Nørretranders, kontrolün elimizde olduğu duygusunu, ki bu duygu tamamen temelsiz olabilir, “kullanıcı yanılsaması” terimiyle ifade etti: Nørretranders, aldığımız her kararın kaynağının bilinçdışı olduğuna inanıyor.⁵ Çok sayıda psikolog şu konuda hemfikir: bilinç, yan koltukta oturup ha bire sürücüye müdahale eden yolcu gibidir, tamamen kendi kontrolü dışında olan eylemlerin işe yaramaz gözlemcisidir.⁶

Ancak bu kitapta farklı bir yol (filozofların bilince “işlevselci” bakış açısı dediği şeyi) izliyorum. Bu bakış açısına göre bilinç faydalıdır. Bilinçli algı, gelen bilgiyi içsel bir koda dönüştürür ve bu kod da bilginin birbirinden tamamen özgün yollardan işlenmesine imkân sağlar. Bilinç, ayrıntılı bir işlevsel özelliktir ve milyonlarca yıllık Darwinci evrim boyunca böyle bir özellik seçilmiş olmalı, çünkü bu özellik özel bir işlevsel görevi yerine getiriyor.

Bu görevin ne olduğunu belirleyebilir miyiz? Evrim tarihini geriye saramayız, ama bilinçli işlemlerin benzersiz oluşunu betimlemek için görünen ve görünmeyen imgeler arasındaki minimum zıtlıktan faydalanabiliriz. Psikolojik deneylerden faydalanarak, bilinç olmaksızın hangi işlemlerin olanaklı olduğunu, farkındalık bildirdiğimiz zaman hangi işlemlerin benzersiz şekilde kullanıma girdiğini araştırabiliriz. Bu bölümde bilinci işe yaramayan bir özellik olarak kara listeye almak şöyle dursun, bilincin çok yararlı olduğunu deneylerle göstereceğiz.

Bilinçdışı İstatistik, Bilinçli Örneklem

Benim gözümde bilinç, doğal işbölümünü akla getiriyor. En alta, bilinçdışı işçi ordusu veri yığınlarını eleyerek işin ağır kısmını yapıyor. Tepedeki seçkin yönetim kurulu ise sadece durum raporu özetini inceliyor ve yavaşça bilinçli kararlar alıyor.

⁴ Velmans 1991.

⁵ Nørretranders 1999.

⁶ Lau ve Rosenthal 2011; Velmans 1991; Wegner 2003. Benjamin Libet, “iradi” eylemleri başlatmak konusunda bilincin hiçbir rolü olmadığını, ama veto edebileceğini öne sürerek daha incelikli bir görüş ifade ediyor; bkz. Libet 2004; Libet, Gleason, Wright ve Pearl 1983

2. Bölümde bilinçdışı zihnimizin yeteneklerini sergiledik. Algılamak, dili kavramak, karar vermek, harekete geçmek, değerlendirmek ve engel olmak gibi çok çeşitli bilişsel işlemler, eşik altı modda en azından bir ölçüde açıklanabilir. Bilinç aşamasının altında paralel çalışan sayısız bilinçdışı işlemci, çevremizin en ayrıntılı ve eksiksiz yorumunu süzmek için sürekli didinir. Bu işlemciler, belli bir özelliğin dış dünyada doğru olması olasılığını (belirsiz bir hareket, gölge, ışığın bir yeri aydınlatması) hesaplamak için en ufak duyuşsal ipucundan faydalanan en iyi istatistikçiler gibi çalışır. Meteoroloji dairesinin, önümüzdeki birkaç gün içinde yağmur yağma olasılığını saptamak için onlarca meteorolojik gözlemi birleştirdiği gibi, bizim bilinçdışı algımız da çevremizde renklerin, şekillerin, hayvanların ya da insanların bulunması olasılığını hesaplamak için gelen duyuşsal verileri kullanır. Öte yandan, bilincimiz bu olasılıkçı evrenin sadece anlık görüntüsünü (istatistikçilerin bu bilinçdışı dağılımdan bir "örnek" dedikleri şeyi) bize sunar. Bilinç, bütün bu belirsizliklerin arasından geçerek basitleştirilmiş bir bakış açısını, dünyanın en iyi güncel yorumunun bir özetini elde eder ve bunlar daha sonra karar verme sistemimize iletilebilir.

Bilinçdışı istatistikçiler ordusu ve bilinçli tek bir karar verici arasındaki bu işbölümü, hareket eden herhangi bir organizmanın dünyaya uygun davranma gereksinimine dayanarak kendisini zorla kabul ettirebilir. Hiç kimse sadece olasılıklara göre davranamaz (tüm belirsizlikleri yok edip karar vermek için bir yerde diktatörce bir işlem gereklidir). *Alea jacta est*: Roma'yı Pompey'nin elinden almak için Rubicon Irmağını geçtikten sonra Sezar'ın söylediği o ünlü söz gibi, "ok yaydan çıktı." Her iradi işlem, dönüşü olmayan noktanın geçilmesini gerektirir. Bilinç belki de dönüşü olmayan noktayı beynin geçmesini sağlayan araçtır (bilinçdışı bütün olasılıkları yok edip bilinçli tek bir örneğe dönüştürür ve bu sayede başka kararlar almak için devam edebiliriz).

O olağanüstü Buridan'ın eşiği masalı, karmaşık kararları çabuk almanın yararlarını ima ediyor. Bu düşsel masaldaki aç ve susuz eşek, bir kova su ve bir saman yığını arasına bırakılır.

Su ve saman arasında karar veremeyen masal kahramanı eşek açlıktan ve susuzluktan ölür. Masaldaki problem saçma görünse de, sık sık benzer türde zor kararlar alma durumunda kalırız: dünya bize sadece belirsiz, olasılıkçı sonuçları olan fırsatlar sunar. Bilinç, karşımızdaki dünyanın binlerce olası yorumunun teker teker dikkatimizi çekmesini sağlayarak bu sorunu çözer.

Fizikçi Hermann von Helmholtz'un izinden giden filozof Charles Sanders Peirce, en basit bilinçli gözlemlerimizin bile bilinçdışı olasılıkçı çıkarsamaların [anlamlandırmaların] şaşırtıcı karmaşıklığından kaynaklandığını ilk fark edenler arasındaydı.

Bu güzel bahar sabahında pencereden dışarı bakarken çiçek açmış açelyayı görüyorum. Hayır! Gördüğüm şey bu değil; ama gördüğüm şeyi tarif etmenin tek yolu bu. Bu bir ifade, bir cümle, somut bir gerçek; ama benim algıladığım şey ifade, cümle, somut gerçek değil, sadece bir görüntü ve gerçeği dile getirme yoluyla bu görüntüyü kısmen anlaşılır hale getiriyorum. Bu ifade soyut; ama gördüğüm şey gerçekten var. Gördüğüm herhangi bir şeyi bir cümleyle ifade ettiğim zaman geri çıkarım yapmış [uzaklaşmış] oluyorum. Gerçek şu ki bilgimizin tüm dokusu, sonuç çıkarma yoluyla onaylanan ve artırılan saf kuramdan ibaret tek bir dolaşık keçedir. Her adımda geri çıkarım yapmadığımız sürece boş boş bakmanın ötesinde en ufak bir bilgi edinemeyiz.⁷

Peirce'ın "geri çıkarım" dediği şey, matematiğin bu alanını ilk kez inceleyen din adamı Thomas Bayes'e (yaklaşık 1701-61) ithafen modern bilişim bilimcisinin "Bayesçi anlamlandırma" diyeceği şeydir. Bayesçi anlamlandırma, gözlemlerimizin ardında yatan gizli nedenleri anlamlandırmak için istatistiksel muhakemenin geriye dönük kullanılmasına dayanır. Klasik olasılık teorisinde, ne olduğu genellikle bize söylenir (örneğin "bir kişi elli ikilik bir desteden üç kart çeker"); bu teori, belirli sonuçların gerçekleşme olasılığını saptamamıza olanak sağlar (örneğin "kartların üçünün de as olması olasılığı nedir?"). Oysa Bayesçi teori ters yönde muhakeme yürütmemize izin verir (örneğin "Bir kişi elli ikilik bir desteden üç as çekerse, destenin hileli olması

⁷ Peirce 1901.

ve bu destede dörtten fazla as bulunması olasılığı nedir?). Buna “ters anlamlandırma” ya da “Bayeşçi istatistik” deniyor. Beynin Bayeşçi bir istatistikçi gibi çalıştığı varsayımı, çağdaş nörobili-min en tartışmalı alanlarından biridir.

Duyularımızın tümünde belirsizlik olduğu için beynimizin bir tür ters anlamlandırma yapması gerekir: uzaktaki birçok nesne bu belirsizliğe yol açıyor olabilir. Örneğin bir tabağı kullanırken kenarı tam bir daire olarak görünür, oysa bu görüntü retinama salgılı bir elips olarak düşer ve çok sayıda farklı yorumu açıktır. Mekânda birçok konumda bulunan ve patates şeklindeki çok sayıda nesne, aynı görüntüyü retinama gönderebilir. Bir daire görüyorsam bunun tek sebebi, bu duyuşal girdinin olası sonsuz sebebi üzerinde bilinçdışı düşünüp taşınan görsel beynimin, en olası seçenek olarak “dairede” karar kılmasıdır. Dolayısıyla benim tabağı daire olarak algılamam dolaysız gibi görünse de, aslında bu özel duyunun çok çeşitli açıklamaları içinden ayıklama yapan karmaşık bir anlamlandırmadan kaynaklanır.

Nörobilim, orta seviye görsel aşamalar sırasında, beyin birçok alternatif duyuşal girdi yorumunu ölçüp biçtiğine dair birçok kanıt sunuyor. Örneğin tek bir nöron, elipsin genel hattının küçücük bir bölümünü algılayabilir. Bu bilgi, engin çeşitlemeye sahip şekil ve hareket örüntüleriyle uyumludur. Ancak görsel nöronlar aralarında konuşmaya başlayıp en iyi algı için “oylama” yaptıkları zaman bütün nöronlar bir noktada birleşir. Sherlock Holmes’un o meşhur sözünde belirtildiği gibi, imkânsız olanıelediğiniz zaman geride kalan şey mümkün görünmese bile gerçeğin kendisi olmalıdır.

Beynin bilinçdışı devrelerini katı kuralcı bir mantık yönetir (bu devrelerin, algısal girdilerimize dair istatistiksel açıdan doğru anlamlandırma yapacak şekilde organize olduğu anlaşıyor). Örneğin orta temporal hareket bölgesinde (“MT bölgesi”), nöronlar nesnelerin hareketini daracık bir gözetleme deliğinden (alıcı alan) algılar. Ölçek bu kadar küçük olunca her harekette belirsizlik vardır. Gözetleme deliğinden bir çubuk izlerseniz, çubuğun hareketini doğru şekilde saptayamazsınız. Çubuk kendisine dik olarak ya da sayısız farklı yönde hareket

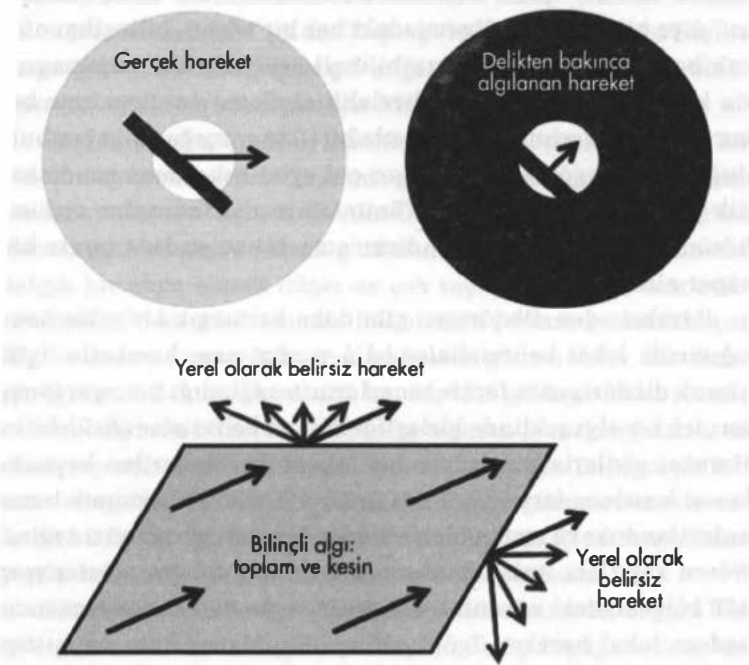
ediyor olabilir (Şekil 14). Bu temel belirsizlik, “delik problemi” diye bilinir. MT bölgemizdeki her bir nöron, bilinçdışı olarak bu sıkıntıyı yaşar (ama bilinçli seviyede biz yaşamayız). En kötü koşullarda bile belirsizlik algılamayız. Beynimiz bir karar verir ve minimal hareketle birlikte gerçeğe en yakın bulunduğu yorumu görmemizi sağlar: çubuğun her zaman kendisine dik yönde hareket ettiği görünür. Bilinçdışı nöronlar ordusu bütün olasılıkları değerlendirir, ama bilinç sadece temiz bir rapor alır.

Hareket eden dikdörtgen gibi daha karmaşık bir şekle baktığımızda lokal belirsizlikler hâlâ vardır, ama hareketle ilgili olarak dikdörtgenin farklı kenarlarının sağladığı belirgin ipuçları tek bir algı şeklinde birleştiği için bu belirsizler çözülebilir. Hareket yönlerinden sadece bir tanesi, her kenardan kaynaklanan kısıtlamalara uyar (bkz. Şekil 14). Görsel beynimiz bunu anlamlandırır ve uygun olan tek katı hareketi görmemizi sağlar. Nöron kayıtları, anlamlandırmanın zaman aldığını gösteriyor: MT bölgesindeki nöronlar saniyenin onda biri kadar zamanda sadece lokal hareketi “görüyor” ve nöronların fikir değiştirip bütünsel yönü kodlaması 120-140 milisaniye sürüyor.⁸ Ancak bilinç, bu karmaşık işlemde habersizdir. Öznel olarak biz sadece sonucu, yani kusursuz hareket eden dikdörtgeni görürüz ve başlangıçtaki sezgilerimizde belirsizlik olduğunu, anlam kazandırmak için nöron devrelerimizin çok fazla çalıştığını asla fark etmeyiz.

MT alanındaki nöronların tek bir yorum üzerinde birleşmesine yol açan yakınsama işleminin anestezi altındayken yok olması ilginçtir.⁹ Bilinç kaybıyla birlikte, duyularımızı tek bir bütün halinde birleştiren nöron devrelerinde ani işlev bozukluğu görülür. Nöronların fikir birliği yapana kadar aşağıdan yukarı ve yukarıdan aşağı yönde sinyal göndermesi için bilinç gereklidir. Algısal anlamlandırma işlemi, bilinç olmadığı zaman dış dünyanın tutarlı tek bir yorumunu üretemez.

⁸ Pack ve Born 2001.

⁹ Pack, Berezovskii ve Born 2001.



ŞEKİL 14. Bilinç, belirsizliklerin giderilmesine yardım eder. Korteksin harekete duyarlı bölgesindeki nöronlar "delik probleminin" sıkıntısını yaşar. Nöronların her biri sadece "alıcı alan" denilen sınırlı bir açıklıktan veri girdisi alır, dolayısıyla hareketin çubuğa yatay mı, dikey mi ya da sayısız diğer yönlerden biri mi olduğunu söyleyemez. Ancak bilinçli farkındalığımızda hiçbir belirsizlik yoktur: algı sistemimiz bir karar verir ve mutlaka çizgiye dik yönde minimum bir hareket görmemizi sağlar. Yüzeyin tamamı hareket halindeyken, birçok nörondan gelen sinyalleri birleştirerek hareketin genel yönünü algılarız. MT bölgesindeki nöronlar önce her yerel hareketi kodlar, ama bilinçli olarak algıladığımız genel yorumuna çok çabuk yaklaşıyoruz. Bu yakınsamanın gerçekleşmesi için gözlemcinin bilinçli olmasının şart olduğu anlaşıyor.

Bilincin algısal belirsizlikleri çözmedeki rolü, belirsiz görsel bir uyarıyı kasten yarattığımız zaman en iyi şekilde ortaya çıkıyor. Üst üste konmuş ve farklı yönlerde hareket eden iki ızgarayı (Şekil 15) beynin dikkatine sunduğumuzu varsayalım. Beyin, ilk ızgaranın diğerine göre önde ya da arkada olduğunu söyleyemez. Ancak öznel olarak bu temel belirsizliği algılamayız. İki

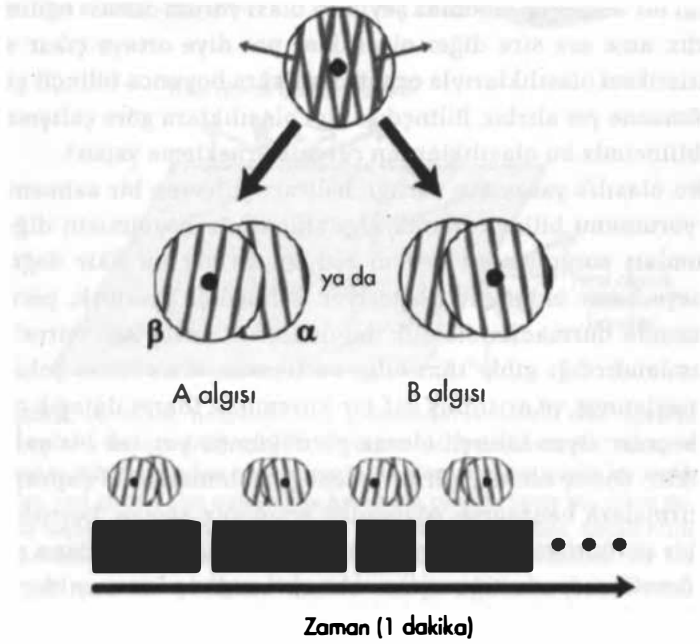
olasılığı asla birlikte algılamayız, ama bilinçli algımız karar verir ve iki ızgaradan birini ön planda görmemizi sağlar. İki yorumun birbirini takip etmesi ilginçtir: algımız birkaç saniye arayla değişir ve diğer ızgaranın ön plana geçtiğini görürüz. Alexandre Pouget ve çalışma arkadaşları, hız ve aradaki mesafe gibi parametreler değişken ise, bilinçli görme gücümüzün gelen algısal kanıta göre yaptığı yorumun devam süresinin, o yorumun olasılığıyla doğrudan ilgili olduğunu gösterdiler.¹⁰ Herhangi bir anda gördüğümüz şeyin en olası yorum olması eğilimi vardır, ama ara sıra diğer olasılıklar pat diye ortaya çıkar ve istatistiksel olasılıklarıyla orantılı bir süre boyunca bilinçli görüşümüzde yer alırlar. Bilinçdışı algı olasılıklara göre çalışmaz (ve bilincimiz bu olasılıklardan rasgele örnekleme yapar).

Bu olasılık yasasının varlığı, belirsizlik içeren bir sahnenin bir yorumunu bilinçli olarak algımlarken bile beynimizin diğer yorumları sorgulamaya devam ettiğini ve her an fikir değiştirmeye hazır olduğunu gösteriyor. Bilinçdışı Sherlock, perde arkasında durmadan olasılık dağılımlarını hesaplar: Peirce'ın anlamlandırdığı gibi, "tüm bilgi varlığımız, tümevarım yoluyla onaylanmış ve artırılmış saf bir kuramdan ibaret dolaşık tek bir keçedir. Oysa bilinçli olarak gördüğümüz şey, tek bir yalın örnektir. Sonuç olarak, görme yeteneği matematikteki çapraşık alıştırmalara benzemez; gözümüzü açtığımız zaman, beynimiz tek bir görüntüye izin verir. Bilinçli görüşümüzde meydana gelen örnekleme, mantığa aykırı olarak kendi iç karmaşıklığını görmememizi sonsuza kadar engeller.

Bilinçli dikkatin olmadığı yerde örnekleme meydana gelmediği için, örneklemenin bilinçli erişime özel bir fonksiyon olduğu anlaşıyor. 1. Bölümde binoküler rekabetten bahsetmiştik: iki göze iki farklı imge göstermenin sonucu olarak ortaya kararsız algı çıkar. Dikkatimizi bu iki imgeye verdiğimiz zaman, hiç durmadan imgelerin bir birini bir diğerini fark ediyoruz. Duyusal girdi sabit ve belirsiz olsa da, her defasında sadece bir imgenin farkına vardığımız için sanki sürekli değişiyormuş gibi

¹⁰ Moreno-Bote, Knill ve Pouget 2011.

algılıyoruz. Ancak dikkatimizi başka bir yere verdiğimiz zaman bu rekabetin bitmesi önemlidir.¹¹ Ayrık örneklemenin sadece bilinçli olarak dikkat ettiğimizde ortaya çıktığı anlaşılıyor. Sonuç olarak bilinçdışı işlemler bilinçli işlemlerden daha nesneldir. Bilinçdışı nöron ordumuz dünya halleri dağılımının doğru olasılığını yaklaşık olarak hesaplarken, bilincimiz bunu hiç utanmadan ya hep ya hiç örneklemesine indirger.



ŞEKİL 15. Bilinç, duyuşal girdilerimizin akla yakın yorumlarından sadece birini görmemize izin verir. Üst üste duran iki ızgaradan ibaret bir görüntüde belirsizlik vardır: ızgaralardan herhangi birinin önde olduğunu algılamak mümkündür. Ama herhangi bir anda bu olasılıklardan sadece birinin farkına varırız. Bilinçli görüşümüz iki algı arasında gidip gelirken, yorumlardan birinin devam süresinin oranı, bu yorumun doğru olma olasılığının doğrudan bir yansımasıdır. Dolayısıyla bilinçdışı görüşümüz bir olasılıklar tablosu hesaplar, bilincimizse bu tablodan örnekleme yapar.

¹¹ 1. Bölümde tartışıldığı gibi. *Bkz.* Brascamp ve Blake 2012; Zhang, Jami-son, Engel, He ve He 2011.

Bu işlem bir bütün olarak şaşırtıcı şekilde kuantum mekaniğine benzer (ancak nöronal mekanizmalarının sadece klasik fizik içermeye olasılığı yüksektir). Kuantum fizikçilerine göre fiziksel gerçeklik, bir parçacığın belli bir konumda bulunma olasılığını belirleyen dalga fonksiyonlarının üst üste çakışmasından ibarettir. Ancak ne zaman ölçmeye kalksak, bu olasılıklar daralarak sabit ya hep ya hiç haline geliyor. Schrödinger'in meşhur yarı canlı yarı ölü kedisi gibi garip karışımları hiçbir zaman gözlemleyemeyiz. Kuantum teorisine göre, fiziksel ölçüm eylemi bizzat olasılıkları daraltarak tek bir ayrık ölçü haline gelmeye zorlar. Beynimizde de benzer şey meydana gelir: bir nesneye bilinçli olarak dikkat etmek, nesnenin farklı yorumlarının olasılık dağılımını daraltarak bu olasılıklardan sadece birini algılamamıza yol açar. Bilinç, geri plandaki bilinçdışı hesaplamalar denizine anlık bakış sağlayan ayrık bir ölçüm cihazı gibi davranır.

İnsanı ayartan bu analogi [kıyaslamalı] yine de yüzeysel olabilir. Kuantum mekaniğinin ardında yatan matematiğin, bilinçli algıyla ilgili olan bilişsel nörobilime uyarlanabilir olup olmadığını sadece gelecekteki araştırmalar bize söyleyebilir. Ancak kesin olan şu ki, beynimizde bu tür bir işbölümü her zaman var: bilinç yavaş bir örneklemeci, bilinçdışı işlemler ise hızlı ve son derece paralel istatistikçiler gibi davranır. Bu durum sadece görme yeteneğinde değil, dil alanında da ortaya çıkıyor.¹² 2. Bölümde gördüğümüz gibi, *bank* [banka/kıyı] gibi birden fazla anlamı olan bir kelimeyi algıladığımızda, kelimenin iki anlamı bilinçdışı kelime dağarcığımızda geçici olarak ipucu verir, ancak bu anlamların bilinçli olarak farkına varmamız teker teker olur.¹³ Aynı kural dikkatimizin temelini oluşturur. Aynı anda tek bir yerde olabileceğimizi hissederiz, ama bir nesneyi seçerken kullandığımız bilinçdışı mekanizma aslında olasılıkçıdır ve birçok kuramı aynı anda ele alır.¹⁴

¹² Norris 2009; Norris 2006.

¹³ Schvaneveldt ve Meyer 1976.

¹⁴ Vul, Hanus ve Kanwisher 2009; Vul 2008; Vul, Nieuwenstein ve Kanwisher 2008.

Hatta belleğimizde zulaya yatmış bilinçdışı bir dedektif vardır. Aşağıdaki soruyu yanıtlamaya çalışın: Birleşik Devletler'deki havaalanları, dünyadaki tüm havaalanlarının yüzde kaçındır? Size zor gelse de lütfen bir tahminde bulunun. Bir tahmin yaptınız mı? Şimdi ilk tahmini bir kenara atıp ikinci bir tahminde bulunun. Araştırmalar, yaptığınız ikinci tahminin bile rasgele olmadığını gösteriyor. Dahası, bahse girmek zorundaysanız tahminde bulunmakla kalmayıp iki cevabınızın *ortalamasını* söylemeniz daha iyi olur.¹⁵ Bilinçli geri çağırmanın [geri erişimin], olasılıkların gizli dağılımından rasgele çekiliş yapan görünmez bir el gibi davrandığını tekrar belirtiyorum. Bilinçdışı zihnimizin gücünü tüketmeden birinci, ikinci ve hatta üçüncü örneği alabiliriz.

Kıyaslama yapmak yararlı olabilir: bilinç, büyük bir kurumun sözcüsüne benzer. FBI gibi binlerce çalışanı olan çok büyük organizasyonlar, tek bir bireyin kavrayabileceği tüm bilgi-den çok daha fazlasına her zaman sahiptir. Üzücü 11 Eylül 2001 olayının gösterdiği gibi, her bir çalışanın aklında yer tutan ve birbiriyle ilgili olmayan muazzam bilgi dizisinden ilgili olanı çekip çıkarmak her zaman kolay değildir. Başkan, dipsiz gerçekler denizinde boğulmamak için hiyerarşik piramitteki personelin derlediği özet bilgilere dayanır ve tek bir sözcünün bu "ortak aklı" dile getirmesine izin verir. Kaynakların bu şekilde hiyerarşik kullanımı, dramatik bir olayın yaklaşmakta olduğunu gösteren ince ipuçlarını yok saymak anlamına gelse de genellikle akla uygundur.

Beyin, yüz milyar nörondan oluşan personele sahip büyük ölçekli bir kurum olarak benzer bilgilendirme mekanizmalarına güvenmek zorundadır. Bilincin fonksiyonu belki de algıyı bellek, karar verme ve harekete geçmeyle ilgili diğer tüm bölgelere yüksek sesle bildirmeden önce, mevcut ortamın kabaca bir özeti hazırlayarak bu algıyı basitleştirmektir.

Beynin bilinçli özet bilgisinin faydalı olması için, bu bilginin istikrarlı ve birleştirici olması gerekir. Ulusal bir kriz sırasında

¹⁵ Vul ve Pashler 2008.

FBI'nın başkana binlerce mesaj göndermesi ve her biri gerçeğin küçük parçacıklarını içeren bu mesajları çözmesini başkandan beklemesi anlamsız olurdu. Beyin, benzer şekilde alt seviyeden gelen veri akışına bağlanıp kalamaz: beyin, parçaları tutarlı bir öykü oluşturacak şekilde birleştirmelidir. Beynin bilinçli özeti, başkanın bilgilendirilmesine benzer şekilde, niyet ve karar verme mekanizmalarıyla arayüz oluşturacak kadar soyut olan bir "düşünce dilinde" yazılmış ortam yorumunu içermelidir.

Kalıcı Düşünceler

Dilimizi öğrenirken beynimize yüklediğimiz ilerlemeler, kendi faaliyetlerimizi gözden geçirmemize, hatırlamamıza, tekrarlamamıza ve yeniden tasarlamamıza imkân sağlar ve beynimizi bir çeşit yankı odasına dönüştürür; aksi takdirde, unutulup giden işlemler beklemede kalarak bağımsız nesneler haline gelir. Diğerlerinden çok daha kalıcı olan ve kaldıkça etkili olan yankılara bilinçli düşünceler diyoruz.

—Daniel Dennett, *Kinds of Minds* (Aklın Türleri, 1996)

O zaman bilinç, geçmişte kalanı gelecekte olacakla birleştiren bir tire işareti, geçmişi ve geleceği birbirine bağlayan bir köprüdür.

—Henri Bergson, *Huxley Memorial Lecture*
(Huxley'nin Anısına Konferans, 1911)

Duyusal mesajların, bilincimiz tarafından boşluk ve belirsizlik içermeyen sentetik bir koda dönüştürülmesinin çok geçerli bir nedeni olabilir: bu tür bir kod, zaman içinde ileri aktarılacak "işleyen bellek" dediğimiz belleğe girebilecek kadar yoğundur. İşleyen bellek ile bilinç arasında sıkı ilişki olduğu anlaşıyor. Hatta bilincin asıl rolünün kalıcı düşünceler yaratmak olduğunu Daniel Dennett'le tartışmak mümkün. Bir bilgi parçası bilinçli hale geldikten sonra, dikkatimizi bu bilgi parçasına verdiğimiz ve hatırladığımız sürece zihnimizde taptaze kalır. Karar vermek birkaç dakika bile sürse, kararlarımızı bildirmek için

bilinçli özetin yeterince istikrarlı olması gerekir. İçinde bulunulan anı yoğunlaştıran bu genişletilmiş süre, bilinçli düşüncelerimizin tipik özelliğidir.

İnsandan maymuna, kediye, sıçana ve fareye kadar bütün memelilerde hücresel geçici bellek mekanizması vardır. Bu mekanizmanın evrimsel avantajları ortadadır. Belleğe sahip olan organizmalar, evrimsel olasılıkların baskısından uzaktır. Bu organizmalar artık şu ana bağlı olmayıp geçmişini hatırlayabilir ve geleceği görebilir. Bir organizma için tehdit oluşturan yırtıcı kayanın ardında saklandığında, gözle görülmesi de yırtıcının varlığını hatırlamak ölüm kalım meselesidir. Çevresel olayların çoğu belirsiz zaman aralıklarında, engin mekânlarda tekrarlanır ve ipuçlarının çeşitliliğiyle ortaya çıkar. Bilgiyi zaman, mekâna ve bilginin kiplerine bağlı olarak sentezleme ve bu bilgiyi herhangi bir ileri zamanda yeniden düşünme yeteneği, bilinçli zihnin temel bir ögesidir. Bu yeteneğin evrim sırasında seçilmiş olma olasılığı yüksektir.

Psikologların "işleyen bellek" dediği zihin ögesi, arka yan alın korteksi ve bu korteksin bağlantı kurduğu alanların baskın fonksiyonlarından biridir; bu alanlar işte bu yüzden, bilinçli bilginin emanetçisi olmaya güçlü adaydır.¹⁶ Beyin görüntüleme deneylerinde herhangi bir telefon numarası, çok kısa süre gösterilen resmin rengi ya da şekli gibi bir bilgiyi kısa süre zihninizde tuttuğumuz zaman, bu bölgeler mutlaka pat diye ortaya çıkar. Alın nöronları aktif bellek oluşturur: resim ortadan kaybolduktan uzun zaman sonra bile kısa süreli bellek görevi boyunca (bazen onlarca saniye) ateşlemeye devam ederler. Alın korteksi hasarlı ya da dikkat dağılmışsa bu bellek kaybolur (bilinç dışı kayıtsızlığa maruz kalır).

Alın korteksinde lezyonlar olan hastalarda, geleceğe dair planlama yapma konusunda da ciddi yetersizlik görülür. Bu hastalarda dikkat çeken bir grup belirti, öngörü eksikliğini ve inatla şu ana olan bağlılığı akla getiriyor. Bu hastaların istenmeyen

¹⁶ Fuster 1973; Fuster 2008; Funahashi, Bruce ve Goldman-Rakic 1989; Goldman-Rakic 1995.

davranışları engelleyemedikleri, çeşitli aletleri istem dışı kavrayıp kullanabileceklerini (kullanma davranışı) ya da önüne geçilmez bir şekilde başkalarını taklit ettikleri (taklit etme davranışı) anlaşıyor. Bilinçli engelleme, uzun vadeli düşünme ve planlama yetenekleri ciddi şekilde gerileyebiliyor. En ağır vakalarda görülen apati [ilgisizlik] ve çeşitli diğer belirtiler, zihinsel hayatın kalitesinde ve içeriğinde bariz eksiklik olduğunu gösteriyor. Bilinçle doğrudan ilintili rahatsızlıklar arasında yarıyı ihmal (mekânı fark etmede karışıklık; hasta genellikle sol yarıyı fark etmez), abulya (istemli eylem yeteneğinin olmaması), akinetik sessizlik (tekrar etmede sorun olmasa da anında sözlü bildirim yeteneğinin olmaması), anosognozi (felç dahil ciddi bir eksikliğin farkında olmama) ve hasarlı otonoetik belleği (kendi düşüncelerini hatırlama ve analiz etme yeteneğinin olmaması) sayabiliriz. Alın korteksine müdahale etmek, kısa süre izletilen bir görseli algılamak ve tepki vermek gibi temel yetenekleri bile engelleyebilir.¹⁷

Özetlersek, alın korteksinin bilgiyi zaman içinde koruma, bilgiye tepki verme ve gelişen planlarımıza dahil etme yeteneğimizde önemli rolü olduğu anlaşıyor. Geçici olarak uzatılmış bu tür bir yansımanın mutlaka bilinç gerektirdiğine dair başka doğrudan kanıt var mı? Bilişsel bilimci Robert Clark ve Larry Squire son derece basit bir geçici sentezleme testi gerçekleştirdi: gözkapığı refleksinde zaman aşımı şartlandırması.¹⁸ Basınçlı havayla çalışan bir makine, çok iyi zamanlanmış bir anda göze hava üfler. Tepki anidir: hem tavşanlarda hem de insanlarda, göz kapığının koruyucu çeperi anında kapanır. Şimdi hava üflemeden önce kısa bir uyarı sesi duyulsun. Elde edilen sonuca Pavlovcu şartlandırma deniliyor (köpekleri şartlandırarak zil sesi duyunca salya akıtmalarını sağlayan Rus psikolog Ivan Petrovich Pavlov'un anısına). Kısa bir eğitimden sonra, ses duyunca hava geleceği tahmin edilerek göz kırpılıyor. Bir süre sonra, yalıtılmış bir ses tonu "gözler tamamen kapalı" tepkisini tetiklemek için yeterli oluyor.

¹⁷ Rounis, Maniscalco, Rothwell, Passingham ve Lau 2010; Del Cul, Dehaene, Reyes, Bravo ve Slachevsky 2009.

¹⁸ Clark, Manns ve Squire 2002; Clark ve Squire 1998.

Göz kapama refleksi hızlı, ancak bilinçli mi yoksa bilinçdışı mı? Yanıt şaşırtıcı: refleksin bilinçli olup olmaması geçici zaman aralığına bağlı. Testin genellikle “gecikmeli şartlandırma” denilen versiyonunda, basınçlı hava gelene kadar ses tonu devam ediyor. Dolayısıyla bu iki uyarı, hayvanın beyinde kısa bir süre çakışıyor ve öğrenme olayını basit bir eşzamanlılığı algılamaya indiriyor. Deneyin “iz sürme şartlandırması” denilen diğer versiyonunda ses tonu kısadır; ses ve ardından gönderilen hava, aradaki boşlukla ayrılır. Bu versiyon, çok az farklı olmakla birlikte daha iddialıdır. Organizmanın geçmişteki ton ve sonradan gelen hava arasındaki sistematik ilişkiyi keşfetmesi için, geçmişteki tonun aktif bellek izini saklı tutması şarttır. Herhangi bir kafa karışıklığını önlemek için ilk versiyona “çakışmalı şartlandırma” (ilk uyarı, ikincisiyle örtüşecek kadar uzun sürer ve dolayısıyla bellek gerektirmez), ikinci versiyona da “bellek izi şartlandırması” (deneğin geçici zaman aralığını kullanarak ses ve rahatsız edici hava arasında bağlantı kurması için, sesin bellek izini zihninde tutması gerekir) diyorum.

Deneysel sonuçlar çok açık: çakışmalı şartlandırma bilinçdışı gerçekleşirken, bellek izi şartlandırma bilinçli zihin gerektiriyor.¹⁹ Çakışmalı şartlandırma gerçekten hiçbir şekilde korteks gerektirmiyor. Beyni çıkarılmış, beyin korteksi, bazal sinir düğümü, limbik sistemi, talamus ve hipotalamusu olmayan bir tavşanda, ses ve üflenmiş havanın zamanlaması çakıştığı takdirde hâlâ göz kapağı şartlanması görülüyor. Oysa bellek izi şartlandırmasında, beyin çıkıntısı ve bağlı olduğu yapılar (alın korteksi dahil) hasarlıysa hiçbir öğrenme gerçekleşmiyor. İnsan deneklerde bellek izini öğrenmenin gerçekleşmesi için, deneğin ses ve üflenmiş hava arasındaki sistematik tahmin bağlantısının farkında olduğunu ifade etmesi gerek ve yeterli koşuldur. Yaşlı-

¹⁹ Carter, O’Doherty, Seymoure, Koch ve Dolan 2006. *Bkz.* ayrıca Carter, Hofstotter, Tsuchiya ve Koch 2003. Ancak bitkisel hayat süren bazı hastalar bu testi geçmiş gibi gördüğü için bellek izi şartlandırma testinin değeri hâlâ tartışılıyor. *Bkz.* Bekinschtein, Shalom, Forcato, Herrera, Coleman, Manes ve Sigman 2009; Bekinschtein, Peeters, Shalom ve Sigman 2011.

lar, bellek kaybına uğrayanlar ve geçici ilişkiyi fark edemeyecek kadar dikkati dağınık kişilerde hiçbir şartlanma görülüyor (oysa bu müdahalelerin çakışmalı şartlandırmada hiçbir etkisi yoktur). Beyin görüntüleme gösteriyor ki, farkındalık sahibi olan denekler öğrenme sırasında kesinlikle alın kortekslerini ve beyin çıkıntılarını çalıştırıyor.

Genel bir ifadeyle, şartlandırma paradigması, bilincin özel bir evrimsel rolü olduğunu düşündürüyor: sadece anı yaşamak yerine zamanla öğrenmek. Alın korteksi ve birbiriyle bağlantılı alanları, ki buna beyin çıkıntısı da dahildir, zaman boşluklarını birleştirmek gibi önemli bir görev yükleniyor olabilir. Gerald Edelman'ın deyişiyle, bilinç bize "hatırlanan şu anı" sunuyor.²⁰ İşte bu sayede geçmişte yaşadıklarımızın seçilmiş bir alt kümesi geleceğe yansıtılabilir ve mevcut duyuşsal verilerle çapraz ilişkilendirilebilir.

Bellek izi şartlandırması testinin özellikle ilginç olan yanı, çocuklardan maymunlara, tavşanlara ve farelere kadar tüm canlı çeşitlerine uygulanabilecek kadar basit olmasıdır. Fareler test sırasında, insanın alın korteksine eşdeğer olan ön beyin bölgelerini çalıştırıyor.²¹ Dolayısıyla bu test, bilincin en temel fonksiyonlarından biri hakkında, başka birçok canlı türünde de olabilecek bir işlem hakkında bilgi topluyor olabilir.

Geçici olarak genişletilmiş işleyen bellek bilinç gerektiriyorsa, bilinçdışı düşüncelerimizi zamanın bir ucundan diğerine uzatmak imkânsız mıdır? Eşik altı faaliyet sürelerinin deneysel ölçümlerine bakılırsa imkânsız (eşik altı düşünceler kısacık bir an sürüyor).²² Eşik altı uyarının ömrü, uyarının etkisi sıfırlanana kadar geçen süre ölçülerek tahmin edilebilir. Sonuç çok açık: görünür bir imgenin etkisi çok daha uzun olabilir, ama görünmez olanların düşüncelerimiz üzerindeki etkisi kısa ömürlüdür. Bir imgeyi maskeleyme yoluyla görünmez kıldığımız zaman, bu

²⁰ Edelman 1989.

²¹ Han, O'Tuathaigh, van Trigt, Quinn, Fanselow, Mongeau, Koch ve Anderson 2003.

²² Mattler 2005; Greenwald, Draine ve Abrams 1996; Dupoux, de Gardelle ve Kouider 2008.

imge beyindeki görsel, yazımsal ve hatta anlamsal temsilleri kısa bir süre harekete geçirir. Bu bilinçdışı hareketlilik, yaklaşıklık bir saniye sonra genellikle algılanamayacak kadar zayıflar.

Birçok deney, eşik altı uyarının beyinde üssel hızla zayıfladığını gösteriyor. Bu bulguları özetlersek, çalışma arkadaşım Lionel Naccache “bilinçdışı, dile benzeyen bir yapıda değildir, üssel olarak zayıflayan bir yapısı vardır”²³ sonucuna varıyor (Fransız psikoanalist Jacques Lacan’a zıt bir görüş) Çaba gösterirsek eşik altı bilgiyi azıcık daha canlı tutabiliriz (ama bu belleğin niteliği o kadar zayıftır ki, birkaç saniye sonra bu bilgiyi hatırlamamız daha çok rastlantısaldır).²⁴ Kalıcı düşünceleri akılda tutmamızı sağlayan tek şey bilinçtir.

Turing Makinesinin İnsan Versiyonu

Bilgi, “zihinde” yer alıp zamanla zayıflamaya karşı korunur hale geldikten sonra belli işlemlere katılabilir mi? Bazı bilişsel işlemler için bilinç gerekiyor mu ve bu işlemler bilinçdışı düşünme süreçlerimizin kapsamı dışında mı kalıyor? Yanıtın pozitif olduğu anlaşılıyor: bilinç, en azından biz insanlara karmaşık seri bilgisayar gücü veriyor.

Örneğin 12 kere 13 çarpımını kafanızdan hesaplamaya çalışın.

Bitti mi?

Aritmetik işlemlerinin beyninizde art arda dolandığını hissettiniz mi? Hesaplarken takip ettiğiniz adımları ara sonuçları sırasıyla ve doğru olarak söyleyebilir misiniz? Verilen cevap genellikle evettir; çarpma yapmak için kullandığımız bir dizi stratejinin farkındayız. Şahsen ben önce 12’nin karesinin 144 olduğunu hatırladım, sonra bir 12 daha ekledim. Başkaları klasik çarpma kuralına uygun olarak rakamları birer birer çarpmış olabilir. Mesele şu: hangi stratejiyi kullanırsak kullanalım, bu stratejiyi bilinçli olarak ifade edebiliyoruz. Ve ifademiz doğrudur: yanıt süresi ve göz hareketleri gibi davranış ölçümleri

²³ Naccache 2006b.

²⁴ Soto, Matyla ve Silvanto 2011.

sayesinde geçerliliği çapraz kontrol edilebilir.²⁵ Bu tür kesin iç gözlemlere psikolojide pek rastlanmaz. Zihinsel işlemlerin çoğu, zihin gözüyle anlaşılmaz; bir simayı tanımamızı, bir adımı planlamamızı, iki rakamı toplamamızı ya da bir kelimeyi söylememizi sağlayan işlemleri hiçbir şekilde anlamıyoruz. Ancak çok basamaklı matematik farklıdır: iç gözlemlenebilir bir dizi adımdan ibarettir. Bunun basit bir sebebi olduğunu öne sürüyorum. Birçok temel adımı dizerek oluşturulan karmaşık stratejiler (bilgisayar bilimcileri buna “algoritma” diyor), bilincin evrim geçiren eşsiz fonksiyonlarından bir diğeridir.

Bu problem çok kısa bir süre eşik altı gösterilmiş olsaydı, 12 kere 13 çarpımını bilinçli olarak hesaplayabilir miydiniz? Kesinlikle hayır.²⁶ Ara sonuçları depolayıp bir sonraki adıma göndermek için yavaş bir dağıtım sisteminin gerekli olduğu görülüyor. Beyin ve beynin dahili rutinleri arasında esnek bilgi alışverişine imkân tanıyan bir “yönlendirici” içermelidir.²⁷ Bilincin başlıca fonksiyonlarından biri şöyle: çeşitli işlemcilerden bilgi toplamak, bu bilgiyi sentezlemek ve sonra bu sonucu (yani bilinçli bir sembolü) isteğe bağlı olarak seçilmiş başka işlemcilere yayımlamak. Bu işlemciler de kendi bilinçdışı yeteneklerini bu sembole uygular ve çevrim bir bütün olarak birkaç kez tekrarlanabilir. Sonuç olarak, çok büyük ölekte paralel bilgisayarım aşamalarının bir dizi bilinçli karar verme ve bilgi yönlendirme aşamalarıyla dönüşümlü çalıştığı melez bir seri/paralel makine ortaya çıkar.

²⁵ Siegler 1987; Siegler 1988; Siegler 1989; Siegler ve Jenkins 1989.

²⁶ Son döneme ait tartışmalı bir rapor, göze çok kısa süre bir dizi şekil göstererek görünmez hale getirilen 9-4-3 gibi karmaşık çıkarma problemlerini bile insan deneklerin çözebileceğini iddia ediyor. Sklar, Levy, Goldstein, Mandel, Maril ve Hassin 2012. Ancak bu çalışmanın tasarımı, deneklerin bu hesabın sadece bir kısmını (örneğin sadece 9-4) yapma olasılığını dışlamadı. Başka çalışmalar çok sayıda rakamla hesap yapma yeteneğini destelese de, ben bu kombinasyonun bilinçli ve bilinçdışı koşullarda çok farklı gerçekleşeceğini öngörürdüm. Ortalama alma işlemi, sekiz farklı sayıya kadar bilinç olmadan paralel gerçekleşebilir. De Lange, van Gaal, Lamme ve Dehaene 2011; Van Opstal, de Lange ve Dehaene 2011. Ancak yavaş, seri, esnek ve kontrollü bir süreç, bilincin ayrıcalığı gibi görünüyor.

²⁷ Zylberberg, Fernandez Slezak, Roelfsema, Dehaene ve Sigman 2010.

Fizikçi Mariano Sigman ve Ariel Zylberberg'le birlikte, böyle bir cihazda bulunacak olan bilgisayarım özelliklerini araştırmaya başladım.²⁸ Özellikler, yapay zekâ görevini yerine getirmek üzere 1960'lı yıllarda ortaya çıkan ve bilgisayar bilimcilerinin "üretim sistemi" dediği bir program tipine çok benziyor. Üretim sistemi, "işleyen bellek" de denilen bir veri tabanı ve geniş bir *if-then* [eğer-ise] üretim kuralları yelpazesinden (örnek: işleyen bellekte eğer A var ise, A'yı BC dizgesine değiştir) ibarettir. Bu sistem, bir kuralın o anki işleyen bellek durumuyla eşleşip eşleşmediğini her adımda kontrol eder. Birden fazla kural eşleşiyorsa, rastgele öncelik verme sistemi sayesinde bu kurallar yarışır. Son olarak, kazanan kural "ateşler" ve işlemin bir bütün olarak kaldığı yerden devam etmeden önce işleyen belleğin içeriğini değiştirmesine izin verilir. Adımlar dizgesi bu nedenle bilinçdışı rekabet, bilinçli ateşleme ve yayımlamanın seri çevrimleriyle eşanlamlıdır.

Üretim sistemlerinin, çok basit olmalarına rağmen etkili herhangi bir prosedürü (akla gelebilecek herhangi bir bilgisayarımı) uygulama yeteneğine sahip olması dikkat çekicidir. Üretim sistemlerinin gücü, İngiliz matematikçi Alan Turing'in 1936'da keşfettiği ve sayısal bilgisayarların temelini oluşturan teorik Turing makinesinin gücüne eşittir.²⁹ Dolayısıyla bizim önermemiz, "esnek yönlendirme yeteneği olan beyin, biyolojik bir Turing makinesi gibi çalışır" ifadesiyle eşdeğerdir. Beyin, yavaşça bir dizi bilgisayarım üretmemize imkân sağlar. Her aşamada, ara sonuç bir sonraki aşamaya gönderilmeden önce kısa bir süre bilinçte korunması gerektiği için bu bilgisayarım çok yavaştır.

Bu tez hakkında ilginç bir tarihi çarpıtma var. Alan Turing makinesini keşfettiğinde, matematikçi David Hilbert'in 1928'de ortaya attığı şu soruyu ele almayı deniyordu: Matematikçinin yerini mekanik bir yöntemin alması mümkün olabilir mi ve sadece sembolik hesaplama yoluyla, matematiksel bir ifadenin

²⁸ Zylberberg, Dehaene, Roelfsema ve Sigman 2011; Zylberberg, Fernandez Slezak, Roelfsema, Dehaene ve Sigman 2010; Zylberberg, Dehaene, Mindlin ve Sigman 2009; Dehaene ve Sigman 2012. *Bkz.* ayrıca Shanahan ve Baars 2005.

²⁹ Turing 1936.

mantıksal olarak bir aksiyomlar kümesinden çıkıp çıkmadığına karar verebilir mi? Turing, makinesini kasıtlı olarak “gerçek bir sayıyı hesaplama işlemi yapan bir insanı” taklit edecek şekilde tasarladı (1936 tarihli çığır açıcı makalesinde böyle yazmış). Ancak Turing psikolog değildi ve kendi iç gözlemine dayanabilirdi. İşte bu yüzden, Turing’in makinesinin, matematikçinin zihinsel işlemlerinin sadece bir kısmını, yani bilinçli olarak erişilebilir olan işlemleri yansıttığını iddia ediyorum. Seri Turing makinesinin yansıttığı seri ve sembolik işlemler, bilinçli insan zihnine erişilebilir olan işlemler için oldukça iyi bir modeldir.

Yanlış anlaşılmasın, beyni klasik bilgisayara benzeten klişeyi canlandırmaya niyetim yok. Son derece paralel ve kendini değiştirebilen organizasyonu sayesinde soyut sembollerden ziyade bütün olasılık dağılımlarını hesaplama yeteneğine sahip olan insan beyninin mimarisi, çağdaş bilgisayarlardan çok farklıdır. Nörobilim, bilgisayar benzetmesini reddedeli aslında uzun zaman oldu. Ancak beynin davranışı, uzun hesaplamalara girdiği zaman kabaca seri üretim sistemini ya da Turing makinesini yansıtır.³⁰ Örneğin $235 + 457$ gibi uzun bir toplama işlemi yaparken harcadığımız zaman, her işlem basamağı için ($5 + 7$; elde var bir; $3 + 5 + 1$; ve son olarak $2 + 4$) harcanan zamanların toplamıdır (birbirini takip eden adımların sırayla yerine getirilmesi bunu gerektirir).³¹

Turing modeli idealleştiriliyor. İnsan davranışına yakından bakınca beklentilerden sapmalar görüyoruz. Ardışık aşamalar zaman içinde düzgün biçimde ayrı durmak yerine biraz çakışıyor ve işlemler arasında istenmeyen yanlış anlamalara yol açıyor.³² Zihinden hesap yaparken, birinci işlem tam olarak bitmeden ikinci işlem başlayabilir. Jérôme Sackur’la birlikte en basit algoritmalarından birini inceledik: n sayısına 2 ekle ($n + 2$), sonucun 5’ten büyük ya da küçük olduğuna karar ver ($n + 2 > 5$). Burada müdahale olduğunu gözlemledik: denekler daha

³⁰ Anderson 1983; Anderson ve Lebiere 1998.

³¹ Ashcraft ve Stazyk 1981; Widaman, Geary, Cormier ve Little 1989.

³² Tombu ve Jolicoeur 2003; Logan ve Schulkind 2000; Moro, Tolboom, Khatyat ve Roelfsema 2010.

$n + 2$ ara işlem sonucunu elde etmeden, bilinçdışı olarak n sayısıyla 5'i kıyaslamaya başladılar.³³ Bir bilgisayar böyle saçma bir hata asla yapmaz; anasaat her adımı kontrol eder, sayısal yönlendirmeyse her bitin [bilgi biriminin] istenilen varış yerine ulaşmasını garanti eder. Ancak beyin, karmaşık aritmetiğe uygun bir evrim asla geçirmedi. Olasılıklara açık bir dünyada hayatta kalabilmek için seçilmiş olan beyin yapısı, zihinden hesap yaparken neden çok hata yaptığımızı açıklıyor. Sıralı hesaplamalarda, beyin ağlarımızı çok çaba harcayarak "geri dönüşüme" sokarız, yavaş ve sıralı bilgi alışverişi için bilinçli kontrolden faydalanırız.³⁴

Bilincin fonksiyonlarından biri beynin ortak dili olarak görev yapmak, yani bir alanda uzmanlaşmış işlemciler arasında esnek bilgi yönlendirme ortamı olarak hizmet etmekse, şu şekilde basit bir tahminde bulunabiliriz: rutin hale gelmiş tek bir işlem bilinçdışı olarak ortaya çıkabilir, ama bilgi bilinçli hale gelmediği takdirde birden fazla adımı birleştirmesi imkânsız olur. Aritmetiği ele alırsak, beynimiz $3 + 2$ toplamını bilinçdışı hesaplayabilir, ama $(3 + 2)^2$, $(3 + 2) - 1$ ya da $1/(3 + 2)$ işlemlerini hesaplayamaz. Çok aşamalı hesaplamalar mutlaka bilinçli çaba gerektirir.³⁵

Sackur'la birlikte bu düşüncüyü deneysel olarak sınamaya koyulduk.³⁶ Deneklerin hedeflenen n sayısını bazen görmeleri için, bu sayıyı çok kısa süre gösterdik ve maskeledik. Ardından bu sayıyla çeşitli işlemler yapmalarını istedik. Denekler üç

³³ Sackur ve Dehaene 2009.

³⁴ Dehaene ve Cohen 2007; Dehaene 2009.

³⁵ Hesap dehaları bu öngörünün dışında kalıyor gibi görünebilir. Ancak ben, bu dehaların hesaplama stratejilerinin ne ölçüde bilinçli ve çaba gerektiren stratejilere dayandığını bilmediğimize itiraz ederdim. Dehaların hesaplamaları ne de olsa saniyeler boyunca odaklanmış ve bu süre boyunca dağılmayan dikkat gerektiriyor. Dehalarda, stratejilerini açıklamak için gereken sözel kaynaklar bulunmuyor (ya da açıklamayı reddediyorlar), ama bu da dehaların beyninin durduğu anlamına gelmiyor. Örneğin hesap yapan bazı kişiler, rakam dizileri ya da takvimlerin canlı görsel imgeleri üzerinden hareket ettiklerini bildiriyor. Howe ve Smith 1988.

³⁶ Sackur ve Dehaene 2009.

farklı deneme öbeğinde bu sayıyı söylemeye, iki eklemeye ($n + 2$ görevi) ve 5 ile kıyaslamaya ($n > 5$ görevi) çalıştı. Dördüncü öbek iki aşamalı hesaplama gerektiriyordu: 2 ekle, sonra bu sonucu 5 ile kıyasla ($n + 2 > 5$ görevi). İlk üç görevde doğru yanıtlar genellikle tesadüf değildi. Hiçbir şey görmedik diye yemin etseler bile öylesine bir cevap vermelerini istedik. Bilinçdışı bilgilerinin boyutunu fark edince şaşırdılar. Görülmeyen rakamı söylerken, tesadüfen doğru söylemenin epey ötesine geçtiler: sözlü yanıtların neredeyse yarısı doğrudu ve dört basamak için tahmin performansının yüzde 25 olması gerekirdi. Hatta bu sayıya 2 ekleyebildiler ya da 5'ten büyük olup olmadığını tesadüf seviyesinin üzerinde bildiler. Bütün bu işlemler elbette bilinen rutinler. 2. Bölümde gördüğümüz gibi, bu rutin işlemlerin bilinç olmadan kısmen başlatılabileceğine dair birçok kanıt var. Ancak bilinçdışı iki aşamalı görev sırasında ($n + 2 > 5$) deneklerin başarısız olması önemlidir: rasgele cevap verdiler. Garip bir durum, çünkü sadece rakamı adlandırmayı düşünmüş olsalar ve kendilerine verilen görevi gerçekleştirmek için bu adı kullanmış olsalardı yüksek bir başarı düzeyine ulaşacaklardı! Gizlenmiş sayıyı bazen doğru olarak söylediklerine göre, deneklerin beyninde eşik altı bilgi bariz bir şekilde vardı (ama bilinç olmadan, bu bilgi birbirini takip eden iki aşamaya yönlendirilemezdi).

Beynin bilinçdışı olarak bilgi toplamakta hiç zorlanmadığını 2. Bölümde görmüştük: birbirini takip eden çok sayıda ok,³⁷ rakamlar³⁸ ve hatta araba satın almakla³⁹ ilgili ipuçları bir araya getirilebilir ve toplam bulgular bilinçdışı kararlarımızı yönlendirebilir. Burada bir çelişki var mı? Hayır (çünkü çeşitli bulgu parçalarının birikmesi, beyin için tek bir işlemdir). Nöronal akü bir kez açılınca, bilinçli ya da bilinçdışı olsun her bilgi aküyü şu ya da bu şekilde etkileyebilir. Bilinçdışı karar verme işlemimizin gerçekleştiremediği tek adımın, bir sonraki

³⁷ de Lange, van Gaal, Lamme ve Dehaene 2011.

³⁸ Van Opstal, de Lange ve Dehaene 2011.

³⁹ Dijksterhuis, Bos, Nordgren ve van Baaren 2006.

aşamaya aktarılabilecek net bir karar verememe olduğu anlaşıyor. Bilinçdışı bilgiler etkiliyor olsa da, merkezi akümülatörümüzün karar verip bir sonraki aşamaya geçebildiği eşiğe hiçbir şekilde ulaşamadığı anlaşıyor. Sonuç olarak bilinçdışımız, karmaşık bir hesaplama stratejisi sırasında ilk işlem için bulgu toplama seviyesine takılıp kalıyor ve asla ikinci seviyeye geçemiyor.

Daha genel bir sonuç, bilinçdışı önsezilerimize dayanarak stratejik akıl yürütemeyeceğimizdir. Eşik altı bilgi, ayrıntılı stratejik düşüncelerimize giremez. Bu durum döngüsel görünüyor, ama değil. Stratejiler ne de olsa başka bir beyin işlemidir (bilinç olmadan bu işlemin başlatılamaması, işte bu yüzden pek de saçma değildir). Dahası, bunun gerçek deneysel sonuçları var. Oklarla ilgili görevi hatırlayın. Sağı ya da solu gösteren beş oku sırayla izleyen kişinin, okların çoğunlukla hangi yönü gösterdiğine karar vermesi gerekiyordu. Bilinçli her zihin, bir kazanma stratejisi olduğunu çabucak fark eder: aynı yönü gösteren üç ok gördükten sonra oyun bitmiş demektir, çünkü diğer hiçbir bilgi kesin sonucu değiştiremez. Denekler, görevi daha çabuk halletmek için bu stratejiyi anında kullandılar. Ancak tekrar belirtiyorum, bilginin bilinçli olması halinde bu stratejiyi kullanabilirken, eşik altı bilgi için kullanamadılar.⁴⁰ Oklar farkındalık eşiğinin altında maskelendiği zaman sadece okları topluyorlar (stratejik olarak bir sonraki adıma bilinçdışı geçemiyorlar).

Demek ki bütün bu deneyler bilincin çok önemli bir rolüne işaret ediyor. Bir problemi mantıksal olarak düşünmek için bilinçli olmamız gerekiyor. O muazzam bilinçdışı karmaşık önseziler yaratıyor, ama mantıksal bir stratejiyi adım adım takip edebilen sadece bilinçli bir zihindir. Yönlendirici görevi üstlenen ve isteğe bağlı herhangi bir ardışık işlem dizisi aracılığıyla bilgi beslemesi yapan bilincin, yepyeni bir çalışma şekline (beynin Turing makinesine) ulaşmamızı sağladığı anlaşıyor.

⁴⁰ de Lange, van Gaal, Lamme ve Dehaene 2011.

Sosyal Paylaşım Cihazı

Bilinç, iki insanı birbirine bağlayan bir ağdan ibarettir; doğal olarak gelişmek zorundaydı: tek başına yaşayanların ve ilkel hayvan türlerinin bilince ihtiyacı yoktu.

—Friedrich Nietzsche (*Şen Bilim*, 1882)

Homo sapiens (bilen insan/akıllı insan) türünde, bilinçli bilgi sadece tek bir bireyin kafasında çoğalmaz. Bilinçli bilgi, dil sayesinde zihinden zihne atlayabilir. Sosyal bilgi paylaşımı, insanın evrimi sırasında bilincin temel fonksiyonlarından biri olabilir. Nietzsche'nin "ilkel hayvan türleri," sözel olmayan a-rabellek ve yönlendirici olarak milyonlarca yıl boyunca büyük olasılıkla bilince bel bağladı (ama bu bilinçli halleri anlatmak gibi karmaşık bir yetenek sadece *İnsan* türünde ortaya çıktı). Bir zihinde ortaya çıkan bilinçli sentez, sözsüz işaretler ve el kol hareketleri yanı sıra insan dili sayesinde hızlı bir şekilde başkalarına aktarılabilir. Bilinçli bir sembolün bu aktif sosyal iletimi, yeni bilgisayarım yeteneklerini ortaya çıkarır. İnsanlar tek bir zihnin kullanımına açık olan bilgiyi kullanmak yerine birçok bakış açısının, çeşitli deneyim seviyelerinin ve farklı bilgi kaynaklarının karşı karşıya gelmesine izin veren "çok çekirdekli" sosyal algoritmalar yaratabilir.

Sözlü bildirimin (düşünceleri kelimelerle ifade etme yeteneğinin), bilinçli algının temel kıstaslardan biri sayılması tesadüf değildir. Bir bilginin en azından bir bölümünü net olarak dile getiremeyen bir kişinin, o bilginin bilincinde olduğunu genellikle söyleyemeyiz (kişinin elbette felçli, afazik [dil bozukluğu] ya da konuşamayacak kadar küçük olmadığını varsayıyoruz). İnsanların zihnindekileri ifade etmesine imkân tanıyan "sözel formüle edici," sadece bilincimiz yerindeyken kullanılabilen temel bir unsurdur.⁴¹

Bilinçli düşüncelerimizi her zaman Proustçu bir doğrulukla ifade edebileceğimizi elbette söylemiyorum. Bilinç dili aşar: tarif edebileceğimizden çok daha fazlasını algılayız. Bir Caravag-

⁴¹ Levelt 1989.

gio tablosu, Büyük Kanyondaki muhteşem günbatımı ya da bir bebeğin değişen yüz ifadeleri karşısında dalıp gidişimiz, kelimelerle yapılan ayrıntılı tanımlardan uzaktır (kelimeler, duygularımıza olasılıkla büyük katkıda bulunur). Yine de tanıma göre, farkında olduğumuz şeyler kısmen de olsa dil boyutunda ifade edilebilmelidir. Dil, bilinçli düşüncelerimizin kategorik ve sözdizimsel [sentaktik] formülasyonunu sağlar; bu formülasyon, zihinsel dünyamızı yapılandırıp bu dünyayı diğer insan zihinleriyle paylaşmamıza imkân sağlar.

Mevcut duyularımızın ayrıntılarını soyutlayıp bilinçli bir “özet” yaratmanın beynimiz için faydalı olmasının ikinci nedeni, bilgiyi başkalarıyla paylaşmaktır. Kelimeler ve el kol hareketleri bizim için sadece yavaş bir iletişim kanalı sağlar (saniyede sadece 40-60 bit⁴² ya da 1990’lı yıllarda bürolarımızda devrim yaratan (ama günümüzde antika sayılan) 14.400 baud’luk (veri hızı) fakslardan yaklaşık 300 kat yavaş). Dolayısıyla beynimiz bilgiyi, kısa diziler halinde bir araya toplanmış sembol kümeleri halinde yoğun bir şekilde sıkıştırır ve bu kümeler daha sonra sosyal ağa gönderilir. Kendi bakış açımdan gördüğüm zihinsel imgeyi o haliyle başkalarına iletmek aslında anlamsız olurdu; diğer insanlar benim gördüğüm dünyanın ayrıntılı bir tanımını değil, büyük olasılıkla muhatabımın bakış açısına göre de doğru olan özelliklerin özetini, yani çevrenin çok duyulu, izleyiciye göre değişmeyen ve kalıcı sentezini ister. Bilincin, en azından insanlardaki bilincin, bilgiyi başka zihinlerin faydalı bulacağı şekilde özetlediği anlaşılıyor.

Dilin genellikle, Hollywood’da hangi kadın oyuncunun kimle yattığına dair son dedikoduları paylaşmak gibi havadan sudan konulara hizmet ettiği gerekçesiyle okuyucu itiraz edebilir. Oxfordlu antropolog Robin Dunbar’a göre konuşmalarımızın hemen hemen üçte ikisi bu tür sosyal konularla ilgili; hatta Dunbar’ın ortaya attığı dil evriminde “tımar ve dedikodu” teorisi, dilin sadece insanları birbirine bağlayan bir araç olarak ortaya çıktığını söylüyor.⁴³

⁴² Reed ve Durlach 1998.

⁴³ Dunbar 1996.

Konuşmalarımızın boyalı basının ötesine geçtiğini kanıtlayabilir miyiz? Konuşmalarımızın, ortak kararlar almak için gereken yoğunlaştırılmış bilgiyi başkalarına aktardığını gösterebilir miyiz? İranlı psikolog Bahador Bahrami, yakın dönemde zekice bir deneyden faydalanarak bu düşüncüyü kanıtladı.⁴⁴ Bahador, denek çiftlerine basit bir algısal görev verdi. Deneklere iki görüntü gösterildi; deneklerin her denemedeki amacı, eşige yakın bir uyarı olan hedef nesnenin hangi görüntüde yer aldığına karar vermektir. İki katılımcıdan önce bağımsız cevap vermeleri istendi. Daha sonra deneklerin seçimini bilgisayar gösterdi; deneklerin seçimi farklı çıkarsa, kısa bir tartışma yaparak çelişkiyi çözmeleri istendi.

Bu deneyin güzel tarafı, denek çiftlerinin her deneme sonucunda tek bir denek gibi davranmış olmasıydı: her defasında tek bir yanıt verdiler. Tek bir kişinin davranışını değerlendirmede klasik olarak kullanılan eski güzel psikofizik yöntemleri sayesinde yanıtların doğruluğu ölçülebildi. Sonuçlar çok netti: iki deneğin becerileri birbirine yakın olduğu sürece, cevabın doğruluğunda ciddi gelişme sağlandı. Grup, tek tek bireylere nazaran düzenli şekilde çok daha başarılı oldu ("Akıl akıldan üstündür," deyişi doğrulanmış oldu).

Bahrami'nin düzeneğinin büyük avantajı, matematiksel olarak modellenebilmesidir. Her bireyin dünyayı kendi ses seviyesiyle algıladığını varsayarsak, deneklerin duyularının ne şekilde birleştirilmesi gerektiğini hesaplamak kolaydır: her katılımcının belli bir denemede algıladığı sinyallerin şiddetinin, katılımcının ortalama ses seviyesiyle ters orantılı ağırlıklı olması ve ardından tek bir bileşik duyu elde etmek için birlikte ortalamasının alınması gerekir. Birden fazla beyne ait kararlarla ilgili bu optimum kural, tek bir beynin *içindeki* çok duyulu bütünleşmeyi yöneten yasayla tıpatıp aynıdır. Basit bir temel kuralla yaklaşık değerlendirme yapılabilir: birçok vakada, insanlar gördükleri şeyin ayrıntılarını paylaşmak yerine (ki böyle bir şey imkânsız olurdu), sadece sınıflandırmaya yönelik cevap-

⁴⁴ Bahrami, Olsen, Latham, Roepstorff, Rees ve Frith 2010.

larla birlikte (bizim örneğimizde birinci ya da ikinci görüntü) cevaba ne kadar güvenileceği (ya da güvenilemediği) bilgisine ihtiyaç duydular.

Katılımcı çiftlerden başarılı olanların bu stratejiyi kendiliğinden uyguladıkları ortaya çıktı. Denekler cevaplarına ne kadar güvendiklerini açıklarken *eminim*, *kesinlikle emin değilim* ya da *sadece tahmin ediyorum* gibi kelimeler kullandılar. Bazı denekler ne kadar emin olduklarını tam olarak ölçmek için sayısal bir ölçek bile tasarladılar. Bu tür güven paylaşımı şemaları kullanan çiftlerin performansı, teorik olarak optimum seviyeden farksız olan çok yüksek bir seviyeye ulaştı.

Bahrami'nin deneyi, güven değerlendirmesinin bilinçli zihinlerde neden bu kadar merkezi bir yer tuttuğunu gayet güzel açıklıyor. Kendimize ve başkalarına yararlı olmak için, bilinçli düşüncelerimizin güven etiketiyle işaretlenmesi gerekir. Sadece bilip bilmediğimizi ayırt etmekle kalmıyor, bir bilgi parçasının bilincine vardığımızda bu bilgiye hassas bir kesinlik ya da belirsizlik derecesi atayabiliyoruz. Dahası, sosyal açıdan kaynaklarımızın güvenilirliğini sürekli kontrol etmeye çabalarız ve bu sırada kimin kime ne dediğini, haklı ya da haksız olduklarını aklımızdan çıkarmayız (dedikoduyu konuşmalarımızın temel özelliği yapan da tam olarak budur). Genellikle insan beynine özgü olan bu evrimler, sosyal karar verme algoritmamızın vazgeçilmez bir bileşeni olan belirsizlik değerlendirmesine dikkat çekiyor.

Bayesçi karar teorisi, karar vermeyle ilgili bu kuralları kendi düşüncelerimize uyguladığımız gibi başkalarının bize ilettiği düşüncelere de uygulamak gerektiğini söylüyor. En uygun kararı vermek, tüm bilgiler tek bir karar alanına aktarılmadan önce içsel ya da dışsal bilgi kaynağının güvenilirliği hakkında tahmin yürütüp iki kaynağın da mümkün olduğunca doğru tartılmasını gerektirir. İnsanlaşmadan önceki ilkel alın korteksinin sağladığı çalışma alanında, geçmiş ve şu anki bilgi kaynakları güvenilirliklerine göre değerlendiriliyor ve kararları yönlendirmek üzere derlenebiliyordu. Belki de sadece insanlara özel olan önemli bir evrimsel bir adım, bu çalışma alanını diğer zihinler-

den gelen sosyal girdilere açmış gibi görünüyor. Böyle bir sosyal arayüzün gelişmesi, ortak karar verme algoritmasının meyvelerini toplamamıza fırsat verdi: bildiklerimizi başkalarının bildikleriyle karşılaştırarak daha iyi kararlar alıyoruz.

Beyin görüntüleme sayesinde, beyin ağlarından hangilerinin bilgi paylaşımı ve güvenilirlik tahminini desteklediği konusuna açıklık getirmeye başladık. Alın korteksinin en ön kesimleri, sosyal becerilerimizi her kullandığımızda alın çıkıntısı ve beyin orta hattı boyunca (alt orta alın korteksinde) sistematik olarak faaliyete geçiyor. Temporal ve parietal lobların birleşim yerinde bulunan bir bölgede ve ayrıca beyin orta hattı (precuneus) [kama] boyunca, arka bölgeler de sık sık faaliyete geçebiliyor. Yayılmış bu alanlar beyin ölçeğinde bir ağ oluşturur; bu ağ, uzun mesafe güçlü lif izleme ile birbirine sıkıca bağlıdır ve merkez düğüm olarak alın korteksi de ağa dahildir. Ağ, kendimize birkaç saniye ayırıp dinlendiğimiz sırada çalışmaya başlayan devreler arasında öne çıkar: boş zamanlarımızda, sosyal izleme sisteminin “varsayılan moduna” kendiliğinden döneriz.⁴⁵

Sosyal karar verme kuramından beklendiği gibi, hem kendi hakkımızda düşünürken (örneğin kararlarımıza ne kadar güvendiğimizi analiz ederken)⁴⁶ hem de başkalarının düşüncelerine kafa yorarken⁴⁷ bu bölgelerin çoğunun faaliyete geçmesi dikkat çekiyor. Özellikle alın çıkıntısı ve alt orta alın korteksi, kendimizi ve başkalarını yargıladığımız sırada çok benzer tepki profilleri gösteriyor⁴⁸ (kendimize ve başkalarına taraflar dersek, taraflardan biri hakkında fazla düşünürsek diğerine hazırlık yapmış olabiliyoruz).⁴⁹ Dolayısıyla bu ağ, kendi bilginizin güve-

⁴⁵ Buckner, Andrews-Hanna ve Schacter 2008.

⁴⁶ Yokoyama, Miura, Watanabe, Takemoto, Uchida, Sugiura, Horie ve diğerleri 2010; Kikyo, Ohki ve Miyashita 2002; bkz. ayrıca Rounis, Maniscalco, Rothwell, Passingham ve Lau 2010; Del Cul, Dehaene, Reyes, Bravo ve Slachevsky 2009; Fleming, Weil, Nagy, Dolan ve Rees 2010.

⁴⁷ Saxe ve Powell 2006; Perner ve Aichhorn 2008.

⁴⁸ Ochsner, Knierim, Ludlow, Hanelin, Ramachandran, Glover ve Mackey 2004; Vogeley, Bussfeld, Newen, Herrmann, Happe, Falkai, Maier ve diğerleri 2001.

⁴⁹ Jenkins, Macrae ve Mitchell 2008.

nilirliğini değerlendirip başkalarından gelen bilgiyle karşılaştırmak için son derece uygundur.

Kısacası, insan beyninde, sosyal bilginin temsiline eşsiz uyarlanmış bir dizi nöronal yapı yer alıyor. Kendi hakkımızdaki bilgiyi kodlamak ve başkaları hakkında bilgi toplamak için aynı veri tabanını kullanıyoruz. Söz konusu beyin ağlarının kendimize dair yarattığı zihinsel imge, sosyal anlamda tanıdığımız kişilerden oluşan zihinsel veri tabanının içinde durup başkalarının yanında oturan tuhaf bir karakterdir. Fransız filozof Paul Ricoeur'ün ifade ettiği gibi, her birimiz "kendimizi bir başkası olarak" temsil ederiz.⁵⁰

Benlik hakkındaki bu bakış açısı doğruysa, kendi kimliğimizin nöronal temelleri epey dolaylı yoldan inşa ediliyor demektir. Hayatımız, başkalarının davranışını izlemenin yanı sıra kendi davranışımızı da izlemekle geçer ve istatistikçi beynimiz gözlemlerinden sürekli anlam çıkarır, ilerlerken kelimenin tam anlamıyla "karar verir."⁵¹ Kim olduğumuzu öğrenmek, gözlemlerden istatistiksel çıkarım yapmaktır. Bütün ömrümüzü kendimizle birlikte geçirdiğimiz için karakterimiz ve bilgimiz hakkında bir bakış açısı ediniriz; bu bilgiye olan güvenimiz, diğer insanların kişilikleri hakkındaki görüşümüzden azıcık daha incedir. Dahası, beynimiz kendi iç mekanizmalarından bazılarına erişim ayrıcalığından faydalanır.⁵² İç gözlem, bilinçli güdülerimizi ve stratejilerimizi bizim için şeffaflaştırır, ancak diğer insanların güdülerini ve stratejilerini çözmek için elimizde kesin bir araç yoktur. Ancak gerçek benliğimizi tam olarak asla bilemeyiz. Davranışımızın bilinçdışı hakiki belirleyici etkenlerini büyük oranda bilmiyoruz ve dolayısıyla güvenli geçmiş yaşam bölgesinin dışına çıktığımızda davranışlarımızın ne olacağını doğru tahmin edemeyiz. "Kendini bil" Yunan özdeyişi, davranışımızın küçük ayrıntılarına uygulandığı zaman ulaşılamayacak bir ideal olarak kalır. Kendi "benliğimiz," sosyal yaşantımız bo-

⁵⁰ Ricoeur 1990.

⁵¹ Frith 2007.

⁵² Marti, Sackur, Sigman ve Dehaene 2010; Corallo, Sackur, Dehaene ve Sigman 2008.

yunca doldurulan bir veri tabanından ibarettir; başkalarının zihnini anlamaya çalıştığımız formatla aynı formata sahiptir ve dolayısıyla bariz boşluklara, yanlış anlamalara ve kuruntulara yer verecektir.

İnsanlık hallerinin sınırlarının edebiyatçılardan kaçmadığını söylemeye gerek yok. İngiliz çağdaş yazar David Lodge, iç gözleme dayanan romanı *Thinks...*'de (Düşünce Balonları) iki ana karakter betimliyor. İngilizce öğretmeni Helen ve yapay zekâ konusunda söz sahibi olan Ralph, geceleyin açık havadaki bir jakuzide hafiften flört ederken benlik üzerine derin düşünceler paylaşıyorlar:

Helen: Jakuzide sanırım termostat vardır. Bu durumda jakuzi bilinçli olur mu?

Ralph: Kendini bilmez. İyi vakit geçirdiğini bilmiyor, ama biz biliyoruz.

Helen: Benlik diye bir şey yoktu sanırım.

Ralph: Sabit, ayrıık bir varlık kastediyorsan, hayır, öyle bir şey yok. Ama benlikler var. Benlikleri her zaman uydururuz. Sen nasıl hikâyeler uyduruyorsan öyle.

Helen: Hayatımız kurgu mu diyorsun?

Ralph: Bir bakıma öyle. Beynin atıl kapasitesiyle yaptığımız şeylerden biri de bu. Benliklerimiz hakkında öyküler uydururuz.

Kendimizi kısmen kandırmak, insan bilincinin eşsiz evrimi için ödediğimiz bir bedel olabilir: bilinç, yani bilinçli bilgimizi basit olarak, ama faydalı bir ortak karara varmak için matematiksel olarak gerekli olan güvenilirlik değerlendirmesi içerecek şekilde başkalarıyla paylaşmak. İnsanların iç gözlem yapma ve sosyal paylaşım yetenekleri, kusursuz olmamakla birlikte alfabeleri, katedralleri, jet uçaklarını ve ıstakoz yahniyi yarattı. Ayrıca evrimde ilk kez kendi isteğimizle kurgusal dünyalar yaratmamıza imkân sağladı: numara yaparak, tahrif ederek, taklit ederek, uydurarak, yalan söyleyerek, yalancı tanıklık ederek, inkâr ederek, yalan yere yemin ederek, tartışarak, reddederek ve

itiraz ederek sosyal karar verme algoritmasını kendi çıkarımız için eğip bükebiliriz. Vladimir Nabokov, *Lectures on Literature* (Edebiyat Dersleri, 1980) adlı eserinde her şeyi anlatmış:

Edebiyat, “kurt geldi” diye bağırان bir çocuk peşindeki kurtla birlikte Neander Vadisinden koşarak çıktığı gün doğmadı; edebiyat, “kurt geldi” diye bağırان çocuğun arkasında kurt falan olmadığı gün doğdu.

Bilinç, zihnin sanal gerçeklik simülatörüdür. Peki, beyin ne şekilde karar veriyor?

BİLİNÇLİ DÜŞÜNCENİN İMLERİ

Beyin görüntüleme teknikleri, bilinç araştırmalarında büyük bir ilerlemeye yol açtı. Bu teknikler, bir miktar bilgi bilince ulaşırken beyin faaliyetinin ne şekilde geliştiğini ve bu faaliyetin bilinçdışı işlem sırasında nasıl farklılaştığını açıkladı. Bilinçli ve bilinçdışı aşamaları karşılaştırmak, "bilinç imi" dediğim şeye (uyarının bilinçli şekilde algılandığını gösteren güvenilir bir gösteregeye) açıklık getiriyor. Bu bölümde dört bilinç imi tarif ediyorum. Birincisi eşik altı bir uyarı kortekste derinlemesine yayılabilse de, farkındalık eşiği aşıldığı zaman beynin bu faaliyetinin gücü yoğun şekilde artar. Daha sonra, faaliyet diğer birçok bölgeyi işgal ederek parietal devrelerde ve alın devrelerinde ani ateşlemelere yol açar (birinci im). Bilinçli erişim, elektroensefalogramda P3 dalgası denilen gecikmeli yavaş dalga olarak ortaya çıkar (ikinci im). Bu olay, saniyenin üçte biri kadar gecikmeyle uyarıdan sonra ortaya çıkar: bilincimiz dış dünyayı geriden takip eder. Beyinde derine yerleştirilen elektrotlarla beyin faaliyetlerini izleyerek şu iki im daha gözlemlenebilir: yüksek frekanslı salınımların gecikmeli ve ani patlaması (üçüncü im) ve beynin birbirinden uzak bölgelerinde bilgi alışverişinin senkronizasyonu (dördüncü im). Bütün bu olaylar, bilinçli işleme ait güvenilir göstergeler sağlar.

Kişi... asla tam olarak anlayamayacağımız bir gölgedir. Bu gölge hakkında doğrudan bilgi diye bir şey yoktur.

—Marcel Proust, *Germantes Tarafı* (1921)

Marcel Proust'un benzetmesi, eski bir klişeyi tekrarlıyor: zihin kale gibidir. Zihnimizin duvarlarının arkasına çekilip meraklı gözlerden uzakta istediğimiz her şeyi özgürce düşünebiliriz. Çalışma arkadaşlarımız, dostlarımız, eşlerimiz onlara kulak verdiğimizizi düşünse de, zihnimizin tasadan uzak dolaştığı o ka-

palı sığınak bizim bilincimizdir. Julian Jaynes bunu “kelimelere yer vermeyen bir monoloğun ve ileriye yönelik düşüncelerin gizli tiyatrosu; her türlü ruh halinin, derin düşüncelerin ve gizemlerin göze görülmeyen köşkü, hayal kırıklıklarının ve keşifler için sonsuz sığınak” diye betimliyor. Bilimciler bu içsel kaleye nasıl girebilirdi ki?

Ama imkânsız denilen şey sadece yirmi yıl içinde gerçek oldu. Kafatası 1990’da saydamlaştı: Japon araştırmacı Seiji Ogawa ve çalışma arkadaşları fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemeyi (fMRI) keşfetti. Güçlü ve zararsız bir teknik olan fMRI sayesinde, herhangi bir enjeksiyona gerek kalmadan beynin tüm faaliyetlerini görsel hale getirebiliyoruz.¹ Fonksiyonel MRI, beyin hücrelerinin kan damarlarıyla olan bağlantısından faydalanır. Bir nöron devresinin faaliyetinde artış olduğu zaman, bu nöronları çevreleyen glial hücreler sinaptik faaliyetteki ani yükselişi algılar. Glial hücreler, yükselen enerji tüketimini hızla telafi etmek için yerel arterleri açar. İki üç saniye sonra kan akışı artarak daha fazla oksijen ve glukoz getirir. Oksijen ileten hemoglobin moleküllerini taşıyan kırmızı kan hücreleri bollaşır. fMRI’nın büyük başarısı, hemoglobin molekülünün fiziksel özelliklerini uzaktan saptamasına dayanıyor: oksijensiz hemoglobin küçük bir mıknatıs gibi davranırken oksijenli hemoglobinde bu özellik yoktur. Manyetik rezonans makineleri, manyetik alanlardaki küçücük sapmaları yakalayacak şekilde ayarlanmış dev mıknatıslardır; dolayısıyla her beyin dokusu parçasındaki son nöron faaliyetini dolaylı olarak yansıtır.

Fonksiyonel MRI, canlı insan beyninin faaliyet durumunu milimetre çözünürlükte ve saniyede birçok kez kolaylıkla görselleştirir. fMRI, nöron ateşlemesinin zaman akışını ne yazık ki takip edemiyor, ama sinapslardaki elektrik akımının zamanlamasını hassas olarak ölçen başka teknikler artık var ve bu teknikler de kafatasını açmayı gerektirmiyor. 1930’larda keşfedilen ve beyin dalgalarını kaydetmenin eski güzel yöntemi olan elektroensefalogram (kısaca EEG) tekniği, mükemmel bir hale

¹ Ogawa, Lee, Kay ve Tank 1990.

getirilip çok güçlü bir teknik oldu: bu teknikte kullanılan 256 elektrot, kafanın her yerindeki beyin faaliyetinin milisaniye çözünürlükte ve yüksek kaliteyle dijital olarak kaydedilmesini sağlıyor. 1960'larda daha da iyi bir teknoloji ortaya çıktı: manyetoensefalografi (MEG), yani kortikal nöronlardaki akım boşalmalarına eşlik eden küçücük manyetik dalgaların son derece hassas kaydedilmesi. Hem EEG hem de MEG, kafanın üzerine ufak elektrik kabloları yerleştirilerek (EEG) ya da kafanın etrafına manyetik alanları saptayan çok hassas sensörler yerleştirilerek (MEG) çok basit şekilde kaydedilebilir.

Artık fMRI, EEG ve MEG kullandığımıza göre, görsel bir uyarı retinadan başlayıp alın korteksinin en üst kademelerine doğru yol aldığı sırada tüm beyin faaliyeti dizisini izleyebiliyoruz. Bu araçlar, bilişsel psikoloji [algısal psikoloji] teknikleriyle birlikte bilinçli zihne dair yeni bir bakış açısı sağlıyor. Deneyisel birçok uyarının bilinçli ve bilinçdışı haller arasında çok uygun zıtlıklar sağladığını 1. Bölümde tartışmıştık. Görülebilir herhangi bir imgeyi maskeleye ya da dikkat dağıtma yoluyla gözden kaybedebiliriz. Hatta imgeyi eşik sınırında tutarak bazen algılanıp bazen algılanmamasını sağlayabiliriz; dolayısıyla imge sadece öznel farkındalığa göre değişir. Uyarı, görev ve performans, en iyi deneylerde çok iyi dengeleniyor. Sonuç olarak, deney sırasında müdahale edilen tek değişken bilinçtir: denek, bir denemede imgeyi gördüğünü söylerken diğerinde görmediğini söyler.

Bu durumda geriye sadece bilincin beyin seviyesinde ne fark yarattığını incelemek kalıyor. Varsa hangi özel devreler sadece bilinçli denemelerde faaliyete geçiyor? Bilinçli algı özgün beyin olaylarına, belirli dalgalara ya da salınımlara yol açıyor mu? Bu tip göstergeler eğer bulunabilirse, bilinç imleri görevi görür mü? Nöron faaliyeti örüntülerinin varlığı, bir belgenin üzerindeki imzanın sahibini belirlediği gibi, bilinçli algıyı hatasız şekilde ortaya koyacaktır.

Çok sayıda bilinç iminin bulunabileceğini bu bölümde göreceğiz. Bilincin gizemi, beyin görüntüleme sayesinde nihayet çözüldü.

Bilinç Patlaması

İsraili bilimci Kalanit Grill-Spector, 2000 yılında Tel Aviv'deki Weizmann Bilim Enstitüsünde yayınlanan basit bir maskeleyme deneyi gerçekleştirdi.² Grill-Spector, saniyenin ellide biri ve sekizde biri gibi çok kısa zaman aralıklarında gösterdiği resimlerden sonra çarpıtılmış bir imge gösterdi. Sonuç olarak bazı imgeler algılanabilirken diğerleri tamamen görünmez oldu (bilinçli algı eşiğinin üstünde ya da altında kaldılar). Deneklerin bildirimlerine dayanarak çok güzel bir eğri elde edildi: 50 milisaniyenin altında gösterilen imgeleri görmek zorken 100 milisaniye ya da daha uzun süre gösterilenler görülebiliyordu.

Grill-Spector daha sonra deneklerin görsel korteksini taradı (bütün beyni taramak o dönemde kolay değildi). Grill-Spector net bir ayrışma gözlemledi. İlk görsel alanlarda bilinçten bağımsız faaliyet mevcuttu. Tüm imgeler, maskeleyme miktarından bağımsız olarak birincil görsel korteks ve çevresindeki bölgeleri harekete geçirdi. Ancak korteksin daha yukarıdaki görsel merkezlerinde, işi giris içinde ve yan oksipitotemporal bölgede, beyin faaliyetiyle bilinçli bildirimler arasında sıkı bir ilişki olduğu ortaya çıktı. Bu bölgeler yüz, nesne, kelime ve yer gibi şeyleri sınıflandırmada ve görünümünün değişmez simgelerinin oluşturulmasında yer alıyor. Beyin faaliyeti bu seviyeye ulaştığı zaman imgenin bilinçli hale geldiği anlaşılıyor.

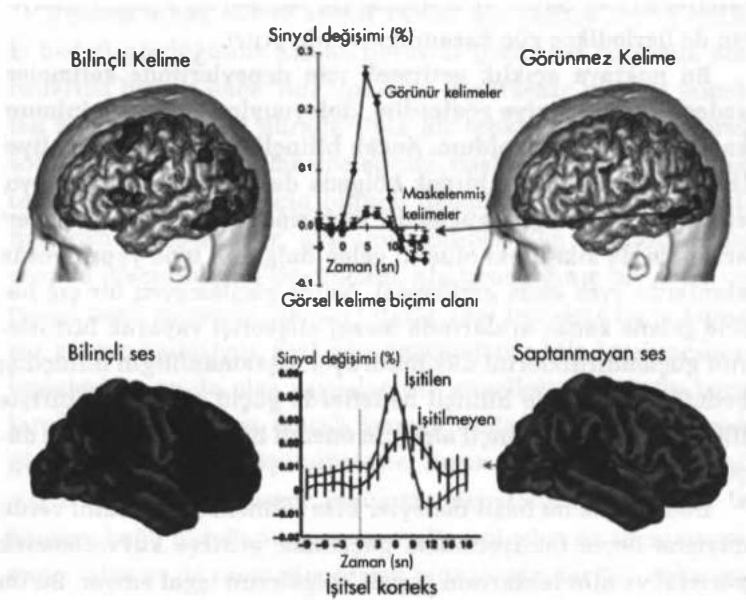
Aşağı yukarı aynı tarihlerde, maskelenmiş kelimelerin algılanmasıyla ilgili benzer deneyler yapıyordum.³ Deneklere bilinçli algı eşiğinin hemen üzerinde ya da altında kalacak şekilde kısa süreli olarak kelimelerin resimleri gösterildiğinde faaliyete geçen alanlara ait tam beyin görüntülerini tarayıcımla elde ettim. Sonuçlar çok açıktı: bilincin olmadığı durumlarda, işi girusun yukarı görsel alanları bile faaliyete geçirilebiliyordu. Aslına bakılırsa temporal ve parietal lobların gelişmiş bölgelerini gerektiren oldukça soyut büyük beyin işlemleri (örneğin *piyano* ve *PİYANO*'nun aynı kelime olduğunun ya da 3 rakamıyla

² Grill-Spector, Kushnir, Hendler ve Malach 2000.

³ Dehaene, Naccache, Cohen, Le Bihan, Mangin, Poline ve Rivière 2001.

üç kelimesinin aynı miktarı gösterdiğinin kavranması) eşik altı gerçekleştirilebildi.⁴

Ancak bilinçli algı eşiği aşıldığı zaman, söz konusu yukarı görsel merkezlerde muazzam değişiklikler olduğunu ben de gördüm. Bu merkezlerin faaliyeti epey güçlendi. En önemli harf tanıma bölgesi olan “görsel kelime biçimi” alanında beyin faaliyeti on iki katına çıktı! Dahası, kelime maskelenip bilinçdışı kaldığı zaman ortalıkta olmayan bir dizi ek bölge ortaya çıktı. Bu bölgeler parietal ve ön loblarda enine boyuna yayıldı, hatta iki yarımkürenin orta hattı boyunca ön singulat beyin kıvrımının derinliklerine ulaşılar (bkz. Şekil 16).



ŞEKİL 16. Bilinçli algının ilk imi, iki taraflı alın ve parietal bölgeler dahil olmak üzere yayılmış beyin bölgelerindeki yoğun ateşlemedir. Maskelenme yoluyla eşik altı kılınmış olan bir kelime (yukarıdaki şekil), uzmanlaşmış okuma devrelerini faaliyete geçirir; ama aynı kelime görünür olduğu zaman, parietal ve alın loblarını işgal eden muazzam bir faaliyet artışına sebep olur. İşitsel alanlar da benzer şekilde bilinçdışı bir akorla faaliyete geçirilebilir (aşağıdaki şekil), ama aynı ses bilinçli şekilde saplandığı zaman geniş alt parietal ve alın korteks sektörlerini işgal eder.

⁴ Naccache ve Dehaene 2001a.

Bu faaliyetin genliğini ölçerek, bilinçli işlemi bilinçdışı işleminden ayıran güçlendirme faktörünün, görsel girdi yolunun ardışık bölgeleri boyunca değiştiğini keşfettik. İlk kortikal aşamada, yani birincil görsel kortekste, çok kısa süre gösterildiği için görünmez olan bir kelimenin yol açtığı faaliyet kolay saptanabilecek kadar güçlüdür. Ancak maskeleyme, kortekste ilerlemeye devam eden bu faaliyetin gücünü azaltır. Bu yüzden, ufukta büyük görünse de kıyıya ulaştığı zaman sadece ayağınızı ıslatan sörf dalgasını eşik altı algıya benzetmek mümkündür.⁵ Kıyaslama yaparsak bilinçli algı tsunamiye benzer (hatta çığ mecazını kullanmak daha iyi olur; minicik bir kartopu yuvarlandıkça nasıl büyür ve sonunda çığ başlatırsa, bilinçli faaliyetin de ilerledikçe güç kazandığını anlıyoruz).

Bu noktaya açıklık getirmek için deneylerimde kelimeleri sadece 43 milisaniye gösterdim, dolayısıyla retinaya minimum kanıt enjekte etmiş oldum. Ancak bilinçli deneylerde faaliyet ileri doğru gelişti ve birçok bölgede daha büyük faaliyete yol açana kadar sürekli güçlendi. Birbirine uzak beyin bölgeleri arasında da sıkı ilişki oluştu: gelen dalga'nın tepe yapıp bütün alanlarda aynı anda gerilemesi, önüne geçilemeyen bir çığ haline gelene kadar aralarında mesaj alışverişi yaparak birbirlerini güçlendirdiklerini düşündürüyor. Eşzamanlılığın bilinçdışı hedeflerden ziyade bilinçli hedeflerde güçlü olması, birbiriyle ilişkili faaliyetin bilinçli algı için önemli bir etken olduğunu düşündürüyor.⁶

Dolayısıyla bu basit deneyler bize bilincin şu ilk imini verdi: duyuşsal beyin faaliyetindeki güçlenme, gittikçe kuvvetlenerek parietal ve alın loblarının çeşitli bölgelerini işgal ediyor. Bu im

⁵ Dehaene, Naccache, Cohen, Le Bihan, Mangin, Poline ve Rivière 2001. Nikos Logothetis ve çalışma arkadaşları, tek bir nöron'dan kayıt alma tekniğini uyanık maymundaki kullanarak benzer gözlemler yapmıştı; bkz. Leopold ve Logothetis 1996; Logothetis, Leopold ve Sheinberg 1996; Logothetis 1998.

⁶ Dehaene, Naccache, Cohen, Le Bihan, Mangin, Poline ve Rivière 2001. Ayrıca bkz. Rodriguez, George, Lachaux, Martinerie, Renault ve Varela 1999; görünen ve görünmeyen uyarıyı kıyaslamayan benzer öneriler için Varela, Lachaux, Rodriguez ve Martinerie 2001.

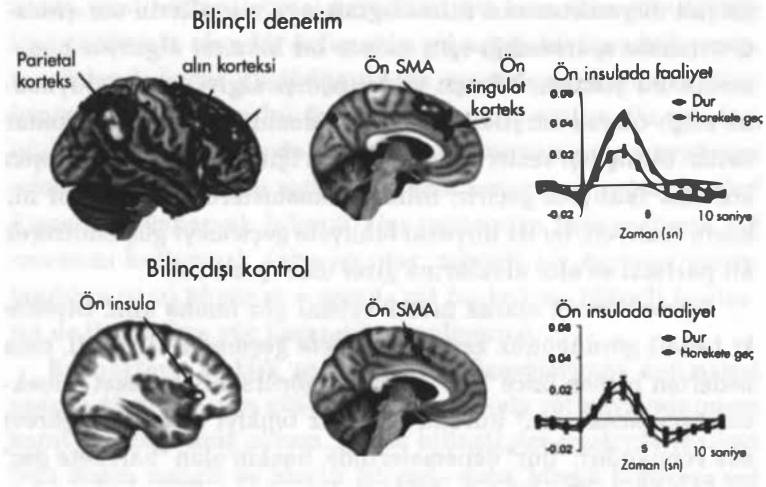
örüntüsü, görme yeteneğinin dışında kalan duyularda bile sık sık tekrarlanmıştır. Örneğin gürültülü bir fMRI makinesinde olduğunuzu düşünün. Ayrıca kulaklıktan ara sıra kısa bir ses sinyali duymaktasınız. Bilmediğiniz şey, sinyallerin ses şiddeti titizlikle ayarlandığı için sadece bir kısmını algılıyor olmanızdır. Bu yöntem, bilinçli ve bilinçdışı algıyı işitme duyusuna bağlı olarak karşılaştırmak için idealdir. Sonuç bir o kadar nettir: bilinçdışı sesler sadece birincil işitme alanını çevreleyen korteksi faaliyete geçirir; bilinçli denemelerdeyse çığ gibi bir beyin faaliyeti, bu ilk duyuşsal faaliyete geçirmeyi güçlendirerek alt parietal ve alın alanlarına girer (bkz. Şekil 16).⁷

Üçüncü örnek olarak motor eylemi göz önüne alın. Diyelim ki hedefi gördüğünüz zaman harekete geçmeniz söylendi, ama hedeften hemen önce “dur” ipucunu görürseniz hareket etmekten kaçınacaksınız.⁸ Burada tipik bir tepkiyi engelleme görevi söz konusudur: “dur” denemelerinde, baskın olan “harekete geç” tepkisini engellemek için bilinçli denetim sağlamanız gerekir. Bazı denemelerde “dur” ipucunun, bilinçli algı eşliğinin hemen altında gösterildiğini düşünelim. Algılamadığınız bir emre uymanız nasıl mümkün olabilir? İlginç ama beyniniz bu imkânsız zor göreve kalkışıyor. Eşik altı denemelerde bile katılımcıların tepkilerinin az da olsa yavaşlaması, engelleme gücünün beyin tarafından bilinçdışı olarak kısmen kullandığını (2. Bölümde gördüğümüz gibi) düşündürüyor. Beyin görüntüleme bu eşik altı engellemenin, motor emirlerin denetlenmesiyle ilgili iki bölgeye bağlı olduğunu gösteriyor. Bu bölgeler, ön tamamlayıcı motor alan ve ön insuladır. Ancak bilinçli algı bir kez daha muazzam değişikliğe neden olur: “dur” ipucu görünmezken bu iki denetim bölgesindeki faaliyet hemen hemen iki katına çıkarak parietal ve alın loblarına ait çok daha büyük ağ alanlarını işgal ediyor (Şekil 17). Şu ana kadar parietal ve alın devresini kavramış olmamız gerekir: bu devrenin aniden faaliyete geçmesi,

⁷ Sadaghiani, Hesselmann ve Kleinschmidt 2009.

⁸ van Gaal, Ridderinkhof, Scholte ve Lamme 2010.

bilinçli farkındalığın tekrarlanabilir bir imi olduğunu düzenli olarak gösteriyor⁹



ŞEKİL 17. Bilinçli ya da bilinçdışı denetlenen hareketler, kısmen farklı beyin devrelerine bağlıdır. Gözle görünmeyen “dur” sinyali, ön insula ve ön tamamlayıcı motor alan (pre-SMA) gibi uzmanlaşmış olan ve motor hareketlerimizi izleyerek kontrol altında tutan az sayıda beyin bölgesine ulaşır (şekildeki sağ sütun). Aynı sinyal görünür olduğu zaman, parietal ve alın loblarının istemli denetimle ilişkili birçok bölgesini de faaliyete geçirir.

Bilinç Çığının Zamanlaması

Fonksiyonel manyetik rezonans, beynin *neresinde* faaliyet olduğunu belirlemek için mükemmel bir araç olsa da faaliyetin *ne zaman* gerçekleştiğini söyleyemiyor. Bir uyarının farkına vardığımız zaman beyin alanlarının art arda hangi hızda ve hangi sırayla ateşlendiğini ölçmek için bu tekniği gerçekten kullana-

⁹ Çaba gerektiren bilinçli işlemle ilgili olarak alın ve parietal faaliyete dair daha fazla örnek için bkz. Marois, Yi ve Chun 2004; Kouider, Dehaene, Jobert ve Le Bihan 2007; Stephan, Thaut, Wunderlich, Schicks, Tian, Tellmann, Schmitz ve diğerleri 2002; McIntosh, Rajah ve Lobaugh 1999; Petersen, van Mier, Fiez ve Raichle 1998.

mayız. Bilinç çığının zamanını doğru şekilde ölçmek için, daha hassas yöntemler olan elektro ve manyetoansefalografi (EEG ve MEG) mükemmel birer araçtır. Cilde yapıştırılan birkaç elektrot ya da kafayı saran manyetik sensörler, beyin faaliyetini milisaniye hassasiyetle izlememize imkân tanır.

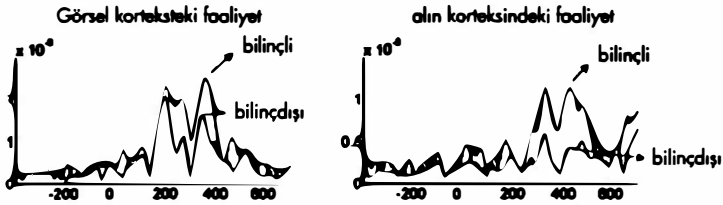
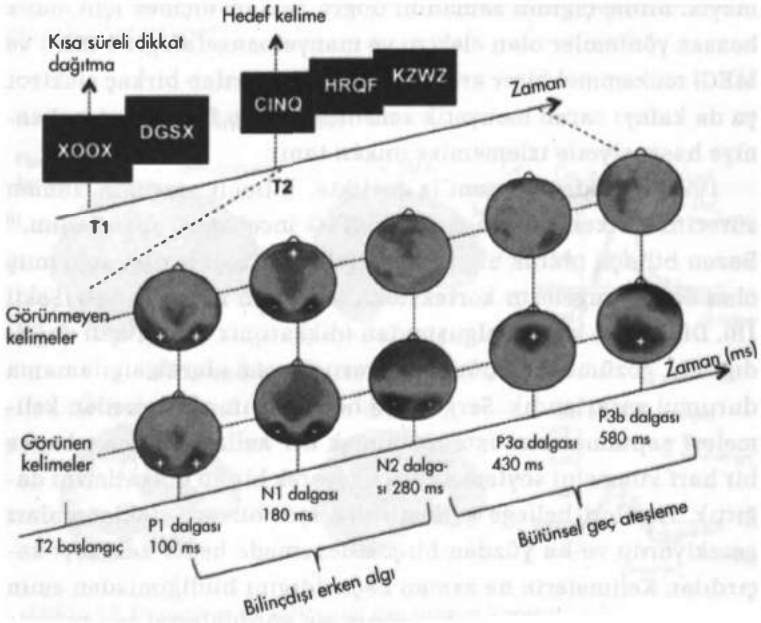
1995'te Claire Sergent'la birlikte, bilinçli erişimin zaman sürecini ilk kez yahtan titiz bir EEG incelemesi tasarladım.¹⁰ Bazen bilinçli olarak algılandığı halde bazen hiç algılanmamış olan *özdeş* imgelerin korteksteki kaderinin izini sürdük (Şekil 18). Dikkatten kaçma olgusundan (dikkatimiz bir an için dağıldığında, gözümüzün önündeki uyarıyı geçici olarak algılamama durumu) yararlandık. Sergent ve ben, katılımcılarımızdan kelimeleri saptamalarını istedik. Ancak her kelimeden önce başka bir harf kümesini söylemelerini isteyerek bir an dikkatlerini dağıttık. Harfleri belleğe yerleştirmek için bir an odaklanmaları gerekiyordu ve bu yüzden birçok denemede hedef kelimeyi kaçırdılar. Kelimelerin ne zaman kaçırıldığını bildiğimizden emin olmak için, her gösterimden sonra ne gördüklerini bir imleçle bildirmelerini istedik. Kelimeyi hiç görmediklerini, birkaç harf fark ettiklerini, kelimenin çoğunu ya da tamamını gördüklerini bildirmek için imleci sürekli hareket ettirebildiler.

Sergent'la birlikte, aynı kelimeler isteğe bağlı olarak bilinçli ya da bilinçdışı yapılabilir hale gelinceye kadar bütün parametreleri ayarladım. Her şey mükemmel dengeye oturduğu zaman, denekler denemelerin bir kısmında kelimeyi gayet net gördüklerini bildirirken diğer kısmında hiçbir kelime görmediklerini iddia ettiler. Deneklerin bilinçli bildirimleri ya hep ya hiç tarzındaydı: kelimeyi ya algıladılar ya da tamamen kaçırdılar, harfleri kısmen algıladıklarını nadiren bildirdiler.¹¹

Kayıtlarımız eşzamanlı olarak, beyinde ani fikir değişimi olduğunu ve görünmez halden algılanır hale kesintisiz olarak sıçradığını gösterdi. Başlangıçtaki görsel sistemde, görünür ve görünmez olan kelimeler beyin faaliyetinde herhangi bir fark

¹⁰ Sergent, Baillet ve Dehaene 2005.

¹¹ Age., Sergent ve Dehaene 2004.



ŞEKL 18. Kafanın üzerindeki ve arkasındaki pozitif yavaş dalgalar, bilinçli algının ikinci imini sağlar. Bu deneyde kelimeler, izleyicilerin dikkati başka bir görevle dağıtıldığı anda, yani dikkatten kaçma sırasında çok kısa süre gösterildi. Sonuç olarak izleyiciler kelimelerin yarısını kaçırdı: çoğu kez kelimeleri göremediklerini bildirdiler. Kafa yüzeyinden kaydedilen beyin dalgaları, deneklerin gördüğü ve görmediği kelimelere ne olduğunu izledi. Başlangıçta ikisi de [görünen ve görünmeyen kelimeler] görsel kortekste özdeş faaliyetlere sebep oldu. Ama yaklaşık 200 milisaniyede bilinçli ve bilinç dışı denemeler birden farklılaştı. Faaliyet dalgası sadece bilinçli kelimeler için güçleniyor, alın korteksine ve ilgili diğer birçok bölgeye akıyor ve sonra görsel alanlara geri dönüyor. Bu bütünsel ateşleme, kafanın üstünde büyük bir pozitif voltaj (P3 dalgası) yaratıyor.

yaratmadı. Bilinçli ve bilinçdışı kelimeler herhangi bir görsel uyarıda olduğu gibi, görsel korteksin arka kısmında ayırt edilemeyen bir beyin dalgası akışını tetikledi. Bu dalgalara P1 ve N1 denmesinin sebebi, P1 dalgası pozitif ve 100 milisaniye civarında tepe yaparken N1 dalgasının negatif olması ve 170 milisaniye civarında maksimuma ulaşmasıdır. Söz konusu dalgaların ikisi de, görsel bilginin görsel alan hiyerarşisindeki gelişimini yansıttı (bilincin, başlangıçtaki bu gelişimi hiç etkilemediği anlaşılıyor). Faaliyet çok güçlüydü ve kelime tamamen görünmez olduğundaki kadar yoğundu. İzleyici daha sonra gördüm ya da görmedim dese de kelimenin normal olarak görsel kortekse girdiği çok açık.

Ancak saniyenin sadece yüzde birkaçı kadar zamanda, faaliyet örüntüsü tamamen değişti. Bilinçdışı denemelerde kelime başlangıcından sonra 200 ya da 300 milisaniye içinde beyin faaliyeti zayıflarken, bilinçli denemelerde beynin ön tarafına doğru durmadan ilerledi. 400 milisaniye civarında fark çok büyüdü: sol ve sağ ön loblarda, ön singulat kortekste ve parietal kortekste sadece bilinçli kelimeler yoğun faaliyete sebep oldu. Faaliyet yarım saniyeden daha uzun bir zamanda, birincil görsel korteks dahil olmak üzere beynin arkasındaki görsel alanlara döndü. Bu geriye doğru dalgayı başka birçok araştırmacı gözlemlemiş durumda, ama ne anlama geldiğini tam olarak bilmiyoruz (bilinçli görsel temsilin sürdürülebilir belleği olabilir).¹²

Başlangıçtaki uyarının görünür ve görünmez denemelerde *tamamen* aynı olduğunu düşünürsek, bilinçdışı halden bilinçli hale geçişin bu kadar hızlı olması dikkat çekiciydi. Saniyenin onda birinden daha az bir zamanda, uyarı görüldükten 200 ya da 300 milisaniye kadar sonra, kayıtlarımızda hiçbir fark yokken güçlü bir ya hep ya hiç etkisine geçiş oldu. Bütün kelimeler sanki aynı büyüklükteki bir faaliyetle görsel kortekse akıyor gibi görünse de, bilinçli denemelerde bu dalga güç kazanıp ön

¹² Williams, Baker, Op de Beeck, Shim, Dang, Triantafyllou ve Kanwisher 2008; Roelfsema, Lamme ve Spekreijse 1998; Roelfsema, Khayat ve Spekreijse 2003; Supér 2001a; Supér 2001b; Haynes, Driver ve Rees 2005; bkz. ayrıca Williams, Visser, Cunningham ve Mattingley 2008.

ve parietal ağların hendeğinden akıp giderek aniden çok daha büyük bir korteks alanına taşıdı. Bilinçdışı denemelerdeyse tersine, dalga beynin arka sistemlerinde muhafaza edilerek bilinçli zihne hiç dokunmadığı için zihin olan bitenlerin hiçbir şekilde farkına varamadı.

Ancak bilinçdışı faaliyet hemen hafiflemedi. Bilinçdışı dalgalar yankılanmak üzere sol temporal lobda, kelimelerin anlamıyla ilintili bölgelerde yarım saniye kadar devam etti. Dikkatten kaçma sırasında, görünmeyen kelimelerin anlamlarını faaliyete geçirmeye devam ettiklerini 2. Bölümde görmüştük.¹³ Bu bilinçdışı yorumlama, temporal lobun sınırları içinde meydana geliyor. Bilinçli algı sinyali veren tek şey, bu yorumun taşarak ön ve parietal loblarda daha geniş mesafelere ulaşmasıdır.

Bilinç çığı, kafanın üzerine yapıştırılan elektrotların kolayca yakaladığı basit bir gösterge üretir. Bu bölgede, sadece bilinçli denemelerde yeterli bir voltaj dalgası yol alır. Voltaj yaklaşık 270 milisaniyede başlar, 350 ve 500 milisaniye arasında her yerde tepe yapar. Bu yavaş ve heybetli olaya P3 dalgası deniyor (çünkü bir uyarı ortaya çıktıktan sonraki üçüncü pozitif büyük tepedir) ya da P300 dalgası deniyor (çünkü genellikle 300 milisaniye civarında başlar).¹⁴ Bu dalga sadece birkaç mikrovolt büyüklüktedir, yani bir AA pilden milyon kere küçüktür. Ancak böyle bir elektriksel faaliyetin ani ortaya çıkışı, modern yükseleticiler sayesinde kolaylıkla ölçülebiliyor. P3 dalgası, ikinci bilinç imimiz oluyor. Çeşitli örnekler, bilinçli bir algıya ani erişim sağladığımızda bu imin kolayca kaydedilebileceğini artık göstermiş bulunuyor.¹⁵

¹³ Luck, Vogel ve Shapiro 1996.

¹⁴ Nörobilimciler P3a ve P3b dalgasını birbirinden ayırt ediyor. P3a, şaşırtıcı ya da beklenmeyen bir olay olduğunda meziyal orta çizgiye yakın] ön lobdaki bölgelerin bir alt kümesinin kendiliğinden ürettiği bir dalgadır. P3b, korteksin her yerine yayılan bir nöron faaliyeti örüntüsünü gösterir. P3a dalgası, bilinçdışı koşullarda hâlâ tetikleniyor olabilir, ama P3b dalgasının özellikle bilinçli halleri ortaya koyduğu görülüyor.

¹⁵ *Bkz.* örneğin Lamy, Salti ve Bar-Haim 2009; Del Cul, Baillet ve Dehaene 2007; Donchin ve Coles 1988; Bekinshtein, Dehaene, Rouhaut, Tadel, Cohen ve Naccache 2009; Picton 1992; Melloni, Molina, Pena, Torres, Singer ve Rodriguez 2007. Eleştiri için *bkz.* Dehaene 2011.

Kayıtlarımıza yakından baktığımızda, P3 dalgasındaki gelişmenin, deneklerin hedef kelimeyi *neden* görmediğini açıkladığını da anlıyoruz. Bizim deneyimizde aslında *iki* P3 dalgası vardı. Dikkat dağıtmaya hizmet eden ve her zaman bilinçli olarak algılanan başlangıçtaki harf dizileri, ilk P3 dalgasına yol açtı. İkinci P3 dalgası, hedef kelime görüldüğünde ortaya çıktı. Bu iki olay arasında sistematik bir ödün verme olması ilginçti. İlk P3 dalgası büyük ve uzun olduğu zaman, ikinci dalga genellikle ortada görünmüyordu (hedefin kaçırılmasının beklendiği denemeler işte bu denemelerdi). Dolayısıyla bilinçli erişim, it ve çek sistemi gibi işledi: ilk dizi beyni uzun süre meşgul ettiği ve uzun bir P3 dalgasıyla belirttiği zaman, beyin aynı anda ikinci kelimeyle ilgilenemez. Birinin bilincine varılmasının diğerini dışladığı anlaşıyor.

René Descartes herhalde çok mutlu olurdu; Descartes, “dikkatimizi aynı anda birçok şeye birden veremeyiz,” diyerek beyin epifizinin her defasında sadece tek bir yöne eğilebileceği gibi basit bir mekanik olguya dayanarak bilincin sınırına dikkat çeken ilk kişidir. Beyindeki yer tanımının artık geçerli olmadığını bir kenara bırakırsak Descartes haklıydı: bilinçli beynimizde aynı anda iki ateşleme birden olmaz, beyin her defasında tek bir bilinçli “külçe” algılamamıza izin verir. Alın lobları ve parietal loblar, ilk uyarıyı birlikte işlemeye koyuldukları zaman aynı anda ikinci bir uyarıyı işleyemezler. İlk öğeye odaklanma eylemi, ikinci öğeyi algılamamıza genellikle engel olur. Bazen algıladığımız olur (ama o zaman P3 dalgasında yoğun gecikme görülür).¹⁶ Buna 1. Bölümde gördüğümüz “tepkisiz dönem” diyoruz: ikinci hedef bilince girmeden önce, bilinçli zihnin ilk hedefle işini bitirmesini beklemelidir.

Bilinç, Dünyanın Gerisinde Kalır

Bu gözlemlerden çıkan önemli bir sonuç, beklenmedik olayların bilincine varırken gerçek dünyanın epey gerisinde kaldığımız-

¹⁶ Marti, Sackur, Sigman ve Dehaene 2010; Sigman ve Dehaene 2008; Marti, Sigman ve Dehaene 2012.

dır. Bizi bombardımana tutan duyuşal sinyallerin çok küçük bir kısmını algılamakla kalmıyor, saniyenin en az üçte biri kadar gecikmeli algılıyoruz. Bu bakımdan beynimiz, süpernova gözleyen gökbilimci gibidir. Işığın hızı sonlu olduğu için, uzak yıldızlardan gelen haberlerin bize ulaşması milyonlarca yıl alır. Benzer şekilde, beynimiz kanıt toplama işini ağırdan aldığı için bilinçli “şu ana” ait olduğunu düşündüğümüz bilgi saniyenin en azından üçte biri kadar zaman aşımına uğramıştır. Söz konusu kör dönem, girdi çok zayıf olduğu için bilinçli algı eşliğini geçmeden önce yavaş kanıt toplamayı gerektiriyorsa, bu süre yarım saniyeyi bile geçebilir. (Bu durum gökbilimcinin uzun pozlamayla fotoğraf çekmesine benzer. Uzun pozlama, soluk yıldızlardan gelen ışığın hassas fotoğraf plakasının üzerinde birikmesine imkân verir.)¹⁷ Az önce gördüğümüz gibi, zihin başka bir şeyle meşgulken bilinç daha da gecikebilir. Araç sürerken işte bu yüzden cep telefonu kullanmamalısınız (önünüzdeki aracın arka lambasını gördüğünüzde frene basmanız istemsiz tepki gibi görünse de, bilinçli zihniniz başka yerdeyken bu tepki yavaşlar).¹⁸

Dikkatimizin sınırlarına karşı hepimiz körüz ve öznel algımızın dış dünyadaki nesnel olayları geriden takip ettiğini fark etmiyoruz. Ama bu durum genellikle sorun yaratmaz. Gözümüzün önündeki renklerin ve kulağımıza gelen müziğin yarım saniye öncesine ait olduğunu fark etmeden günbatımını zevkle seyredebilir ya da senfoni orkestrasının konserini dinleyebiliriz. Edilgen bir şekilde dinlerken seslerin tam olarak ne zaman yayıldığına gerçekten aldırmayız. Dünya genellikle yeterince yavaş olduğu için, harekete geçmemiz gerektiği zaman gecikmeli bilinçli tepkilerimiz aşağı yukarı yeterli olur. “Gerçek zamanlı” hareket etmeyi denediğimizde, farkındalığımızın ne kadar yavaş olduğunu işte o zaman fark ederiz. Allegro [hızlı] bir parça çalan her piyanist, adeta uçan parmaklarını kontrol etmeye çalışmaması gerektiğini bilir (bilinçli denetim, bu hızlı dansa ka-

¹⁷ Dehaene 2008.

¹⁸ Levy ve Boer 2006; Strayer, Drews ve Johnston 2003.

tılamayacak kadar yavaştır). Bilincinizin ne kadar yavaş olduğunu kavramak için, kertenkelenin dilini dışarı çıkarması gibi beklenmedik bir olayın fotoğrafını çekmeye çalışın: parmağınız deklanşöre bastığı an, fotoğraf üzerinde yakalamak istediğiniz olay çoktan tarih olmuştur.

İşin iyi tarafı, beynimizde bu gecikmeleri telafi eden hassas bir mekanizma var. Birincisi genellikle bilinçdışı “otomatik pilota” güveniyoruz. René Descartes’ın uzun zaman önce gözlemlediği gibi, yanan bir parmak biz acıyı hissetmeden çok daha önce ateşten kaçır. Bilinçli farkındalığımızın dışında çalışan hızlı bir duyuşsal motor döngüler dizisi tarafından yönlendirilen gözlerimiz ve ellerimiz genellikle uygun şekilde davranır. Bu motor devreler, mum alevine ihtiyatla yaklaştığımızda olduğu gibi elbette bilinçli niyetimize göre uyarlanabilir. Ama eylemin kendisi bilinçdışı geliştiğinde, biz herhangi bir değişikliğin farkına varmadan çok daha önce parmaklarımız çok hızlı bir şekilde hedefin olduğu yerden hemen uzaklaşır.¹⁹

Öngörü, bilincimizin ağırdan almasını telafi eden ikinci mekanizmadır. Algısal ve motor alanlarımızın neredeyse tümü, dış dünyadaki olayları öngören zamanlamalara bağlı öğrenme mekanizmaları içerir. Bir olay önceden tahmin edilebilir şekilde geliştiği zaman, söz konusu beyin mekanizmaları hatasız öngörüler üreterek olayın gerçekleşme zamanının yaklaştığını algılamamıza imkân verir. Öngörülmeleyen bir olay meydana geldiğinde (örneğin anlık bir ışık parlaması) olayın başlangıcını yanlış algılamamız ise ne yazık ki olumsuz bir sonuçtur. Anlık ışık parlamasının, öngörülebilir hızla hareket eden bir noktaya kıyasla gerçek konumunun gerisinde kaldığı anlaşılıyor.²⁰ Öngörülebilir bir uyarıyı öngörülemez olana kıyasla her zaman daha çabuk algılamamızı sağlayan “ışık parlamasındaki gecikme” et-

¹⁹ Pisella, Grea, Tilikete, Vighetto, Desmurget, Rode, Boisson ve Rossetti 2000.

²⁰ Bu etkinin gerçek mekanizması hâlâ yoğun şekilde tartışılıyor. Bu ilginç tartışmaya göz atmak için bkz. Kanai, Carlson, Verstraten ve Walsh 2009; Eagleman ve Sejnowski 2007; Krekelberg ve Lappe 2001; Eagleman and Sejnowski 2000.

kisi, bilinçli zihnin kalesine giden yolun uzun ve dolambaçlı olduğunun canlı kanıtıdır.

Bilincimizin dayattığı uzun gecikmeyi, sadece beynimizin öngörü mekanizmaları başarısız olduğu zaman net olarak fark ederiz. Süt bardağını kazayla düşürürseniz bu olayı doğrudan yaşamış olursunuz: Bilincinizin umutsuz bir şekilde olayın gerisinde kaldığını net olarak anında fark eder ve yavaş hareket ettiğiniz için hayıflanırsınız.

Hata algılama, aslında herhangi bir fiziki özelliğin algılanmasına benzer şekilde iki adımda işler: bilinçdışı değerlendirilmeyi bilinçli ateşleme takip eder. Diyelim ki gözlerinizi zıt yönde hareket ettirmeniz istendi: ışık parlaması görüldüğünde başka tarafa bakacaksınız. Ancak ışık parlaması görüldüğünde gözleriniz çoğu kez ters yöne hareket etmeyecektir; gözünüz önce mıknaşıya kapılmış gibi ışığa yönelecek ve daha sonra başka tarafa bakacaktır. İşin ilginç yanı, başlangıçtaki bu hatanızın farkına varmayabilirsiniz. Bazı denemelerde gözünüzü hemen başka tarafa çevirmemiş olsanız da çevirmiş gibi hissedebilirsiniz. Bu tür bilinçdışı bir hatanın beyinde nasıl kodlandığını izlemek için elektroensefalografiden faydalanılabilir.²¹ Korteks, saniyenin ilk beşte birinde bilinçli ve bilinçdışı hatalara hemen hemen aynı şekilde tepki verir. Singulat beyin kıvrımındaki otomatik pilot sistemi, motor planının talimatlara göre devam etmediğini fark eder ve hata sinyali vermek için (bilinçdışı kalsa bile) güçlü ateşleme yapar.²² Beynin başlangıçtaki bu tepkisi, diğer duyuşsal tepkiler gibi tamamen bilinçdışıdır ve genellikle saptanmaz. Ancak hatalı eylemimizin tam olarak farkına vardığımız zaman, beyin gecikmeli bir yanıt verir ve bu tepkiyi kafa derisinin üzerinden kaydetmek mümkündür. Bu tepkiye "hataya bağlı pozitiflik" (ya da kısaca Pe) diye farklı bir isim verilmiş olsa da, söz konusu tepki bildiğimiz P3 dalgasından, yani duyuşsal olayları bilinçli algılamamıza eşlik eden dalgadan aslında ayırt edilebilir. Dolayısıyla eylemlerin ve sezgilerin hemen

²¹ Nieuwenhuis, Ridderinkhof, Blom, Band ve Kok 2001.

²² Dehaene, Posner ve Tucker 1994; Gehring, Goss, Coles, Meyer ve Donchin 1993

hemen aynı şekilde bilinçli olarak algılandığı anlaşıyor. P3 dalgasının, beyin bilinçli değerlendirmesini gösteren bir im olduğunu tekrar belirteyim (ve bu im, onu tetikleyen eylemden epey sonra ortaya çıkar).²³

Bilinçli Anı Tecrit Etmek

Eleştirel yaklaşan okuyucunun hâlâ kuşkuları olabilir: Bilinçli erişime ait gerçekten benzersiz bir im tanımladık mı? Parietal ve alın ağlarında gözlemlenen ateşlemenin ve buna eşlik eden P3 dalgasının başka bir açıklaması olabilir mi? Nörobilimciler geçtiğimiz on yıl içinde, olası tüm çelişkili etkenleri kontrol etmek için deneylerini geliştirmeye çabaladılar. Konuyla ilgili son söz henüz söylenmemiş olsa da, bu usta işi deneyler bilinçli algıyı diğer duyuşal ve motor olaylardan ikna edici şekilde ayırıyor. Deneylerin nasıl yürüdüğüne bir bakalım.

Bilinçli algı beraberinde birçok sonuç getiriyor. Ne zaman bir olayın farkına varsak, ortaya sayısız olasılık çıkar. Olayı sözlü olarak ya da mimiklerle başkalarına nakledebiliriz. Belleğimize kaydedip daha sonra hatırlayabiliriz. Değerlendirebilir ya da ona göre davranabiliriz. Bütün bu süreçler, bizler farkına vardıktan sonra kullanıma hazır hale gelir (dolayısıyla bilinçli erişimle karıştırılabilir). Bilinçli denemelerde gözlemlediğimiz beyin faaliyetinin, bilinçli erişimle özel bir ilgisi var mı?

²³ Bilincin olgudan çok daha sonra ortaya çıktığı düşüncesi, başlangıçta Californialı psikolog Benjamin Libet tarafından tartışıldı (*bkz.* Libet 1991; Libet, Gleason, Wright ve Pearl 1983; Libet, Wright, Feinstein ve Pearl 1979; Libet, Alberts, Wright ve Feinstein 1967; Libet, Alberts, Wright, Delattre, Levin ve Feinstein 1964). Libet'in zeki deneyleri, zamanının çok ötesindeydi (alınmak yok). Örneğin daha 1967'de, başlangıçtaki olay bağlantılı potansiyellerin bilinç dışı algılanan denemelerde devam ettiğini, sonraki beyin tepkilerinin ise bilincin daha iyi bir karşılıklı ilişkisi olduğuna dikkat çekmişti. *Bkz.* Libet, Alberts, Wright ve Feinstein 1967; ayrıca *bkz.* Libet 1965; Schiller ve Chorover 1966. Ne yazık ki Libet'in yorumları aşırıydı. Bulgularının minimum yorumunu tanımlamak için uğraşmayıp, maddi olmayan "zihinsel alanlar" ve zamanda geriye giden mekanizmalara başvurdu; *bkz.* Libet 2004. Sonuç olarak çalışması tartışılır olarak kaldı; ancak yakın zamanda Libet'in bulgularının yeni nörofizyolojik yorumları önerildi (örneğin Schurger, Sitt ve Dehaene 2012).

Bu zor meseleyi ele almak için, araştırmacı arkadaşlarımla birlikte bilinçli ve bilinçdışı denemeleri eşleştirmek üzere çok çalıştık. Başlangıçtaki deneylerimizde, deneklerden iki durumda da aynı şekilde davranmalarını kasten istedik. Örneğin dikkatten kaçmayla ilgili araştırmamızda, katılımcılar önce hedef harfleri hatırlamak ve sonra bir kelime görüp görmediklerine karar vermek zorundaydılar.²⁴ Bir kelimeyi *görmediğine* karar vermek, gördüğüne karar vermekten daha zor olmasa da muhtemelen onun kadar zordur. Dahası denekler sol ya da sağ elleriyle bir tuşa basarak, yani aynı tipteki hareket yardımıyla “gördüm” ya da “görmedim” yanıtı verdi. Kelimelerin görüldüğü denemelerde güçlü parietal ve alın aktivasyonu içeren büyük bir P3 dalgasına rastlandığı halde, kelimelerin görünmediği denemelerde bu dalgaya rastlanmamasını etkenlerin hiçbirini açıklayamadı.

Ama şeytanın avukatı şöyle diyebilir: görünen bir kelime, tam olarak belirli bir anda bir dizi işlemi beyinde başlatmakla birlikte, net olarak “görmeme” durumunu başlangıç anıyla ilişkilendirmek mümkün değildir; denegin hiçbir şey görmediğine karar vermek için denemenin sonuna kadar beklemek şarttır. Zamanda bu tür bir gecikme, beyin faaliyetindeki farklılıkları açıklayabilir mi?

Hakwan Lau ve Richard Passingham, zeki bir hile yaparak bu olasılığı reddetti.²⁵ Lau ve Passingham, insanı şaşırtan kör görüşü olgusuna dayandı. 2. Bölümde gördüğümüz gibi, çok kısa süre gösterilen eşik altı imgeler görünmez olmakla birlikte, bazen motor kortekse ulaşan kortikal faaliyetlere yol açabilir. Sonuç olarak, denekler “görmedim” dedikleri bir hedef için cevap verdiler (bu yüzden *kör görüşü* diyoruz). Lau ve Passingham, bilinçli ve bilinçdışı denemelerde nesnel motor performansı dengelemek için bu etkiyi zekice kullandı: denekler her iki durumda da *tam olarak* aynı şeyi yaptı. Bu incelikli denetimle bile daha büyük görünürlük ve sol alın korteksindeki daha güçlü aktivas-

²⁴ Sergeant, Baillet ve Dehaene 2005

²⁵ Lau ve Passingham 2006.

yon arasında yine ilişki kuruldu. Bu sonuçlar sağlıklı gönüllülerde elde edildi, ama klasik kör görüşlü hasta G.Y.'nin katıldığı bilinçli denemelerde de dağıtılmış parietal ve alın aktivasyonunun tam gelişmiş örüntüsü görüldü.²⁶

Şeytanın avukatı “harika” diyor; tepkileri eşitlediniz, ama şimdi de bilinçli ve bilinçdışı uyarı farklı. Öznel olan bilinçli görme yeteneği duygusu dışında her şey özdeş kalmak şartıyla *hem* uyarıyı *hem de* cevapları eşitleyebilir misiniz? İşte ancak o zaman bilinç imlerini kesinlikle belirlediğinize gerçekten ikna olurum.

İmkânsız gibi mi görünüyor? Ama değil. İsrailli psikolog Moti Salti, doktora araştırması sırasında danışmanı Dominique Lamy'yle birlikte bu olağanüstü görevi yerine getirdi ve dolayısıyla P3 dalgasının bilinçli erişim imi olduğunu kanıtladı.²⁷ Basit deneysel hile, denemeleri deneğin cevabına göre sınıflandırmaktan ibaretti. Salti dört konumdan birinde, çok kısa süreyle sıralı çizgiler gösterip her denekten anında iki cevap vermelemini istedi: (1) Anlık görüntü neredeydi? (2) Gördünüz mü, yoksa tahmin mi ettiniz? Salti bu bilgiye dayanarak farklı deneme tiplerini kolayca ayırt edebildi. Denemelerin çoğu, deneklerin “gördüm” dediği ve elbette doğru yanıt verdiği “farkında, doğru” denemeleriydi. Ancak kör görüşü nedeniyle, denekler “hiçbir şey görmedim” dese de doğru cevap verdikleri çok sayıda “farkında değil, doğru” denemesi de vardı.

Yani burada kusursuz bir denetim vardı: aynı uyarı, aynı cevap, ama farkındalık farklı. EEG kayıtları, başlangıçtaki beyin faaliyetlerinin hemen hemen 250 milisaniyeye kadar kesinlikle özdeş olduğunu gösterdi. İki tür denemenin sadece bir özelliğinde farklılık görüldü: bilinçli denemelerdeki P3 dalgası, 270 milisaniye sonra bilinçdışı denemelere kıyasla muazzam bir büyüklüğe ulaştı. Dalganın sadece genliği değil aynı zamanda topografisi de kendine özgüydü: bilinçdışı uyarı arka parietal kortekste pozitif küçük bir dalgaya yol açarken (muhtemelen

²⁶ Persaud, Davidson, Maniscalco, Mobbs, Passingham, Cowey ve Lau 2011.

²⁷ Lamy, Salti ve Bar-Haim 2009.

doğru cevaba götüren bilinçdışı işlem zincirini yansıtıyor), sol ve sağ ön loblarda bu faaliyetin genişlemesini sadece bilinçli algı sağladı.

Şeytanın avukatı rolüne soyunan Salti elde ettiği sonuçların, bir kısmı rastgele cevaplı ve diğerleri normal büyüklükte P3 bulunan bilinçdışı denemeler karışımıyla açıklanıp açıklanamayacağını düşündü. Salti'nin analizi bu alternatif modeli doğrudan reddetti. Bilinçdışı denemelerde sonradan ufak bir P3 ortaya çıktı, ama çok küçük ve çok kısaydı ve bilinçli denemelerde görülen P3'le eşleştiremeyecek kadar geriden gelmişti. Bu durum, hedefin görünmediği denemelerde çığ halinde başlayan beyin faaliyetinin çabuk söndüğünü ve bütünsel P3 olayını tetiklemeye yetmediğini gösteriyor. Bilinçli algıya özgü olan nöronal bir işlemi gerçekten gösteren tek şey, tam boy P3'ün alın korteksi üzerinde çift taraflı genişlemesi oldu.

Bilinçli Beyni Ateşlemek

Ne zaman beklenmedik bir bilginin farkına varsak, beynin birden bire büyük ölçekli bir faaliyet örüntüsü başlattığı anlaşıyor. Çalışma arkadaşlarım ve ben bu özelliğe "bütünsel ateşleme" dedik.²⁸ Bu konuda, 1949 tarihli *The Organization of Behavior* (Davranış Organizasyonu) adlı çok satan eserinde nöronların ortak birlikteliklerinin davranışını ilk kez incelemiş olan nörofizyolog Donald Hebb'den esinlendik.²⁹ Hebb birbirini uyaran çalışma alanı nöronlarının, çabucak eşzamanlı bütünsel faaliyete (ilk birkaç alkış sesinden sonra bütün izleyicilerin alkışlaması gibi) dönüşebildiğini sezgisel terimlerle açıkladı. Konserden sonra ayağa kalkan coşkulu seyirciler arasında alkışın yayılması gibi, korteksin üst tabakalarındaki büyük piramitsel nöronlar da kendi uyarı sinyallerini alıcı nöronlardan oluşan kalabalık seyirciye yayımlarlar. Çalışma arkadaşlarım ve ben, bu uyarı sinyali yayımlama olayı bir eşiği geçtiği zaman bütünsel ateşlemenin gerçekleştiğini ve kendi kendini güçlen-

²⁸ Dehaene ve Naccache 2001.

²⁹ Hebb 1949.

dirdiğini öne sürdük: bazı nöronlar diğerlerini uyarır ve sırayla uyarıya cevap verirler.³⁰ Net sonuç, faaliyet patlamasıdır: birbiriyle bağlantısı çok güçlü olan nöronlar, kendi kendine yeterli olan üst seviye faaliyet haline ya da Hebb'in dediği gibi yansıtıcı "hücre birlikteliği" haline çabucak girer.

Bu ortak olgu, fizikçilerin "faz değişimi" ya da matematikçilerin "dallanma" dediği, fiziksel bir sistemin halindeki ani ve hemen hemen kesintili değişime benziyor. Donarak buz kalıbı haline gelen su, sıvı halden katı hale geçişin somut örneğidir. Bilinç üzerine ilk düşüncelerimizde, bilinçli çalışmanın birçok özelliğinin faz değişiminde görüldüğünü arkadaşlarımla birlikte belirtmiştik.³¹ Bilinç, donma olayında olduğu gibi eşik içerir: kısa bir uyarı eşik altı kaldığı halde, süresi adım adım uzayan bir uyarı görünür hale gelir. Kendi kendini güçlendiren birçok fiziksel sistemde bir taşma noktası vardır ve ufacık kirliliklere ya da parazite bağlı olarak bütünsel değişim gerçekleşir ya da gerçekleşmez. Biz de beynin bu kuralın dışında kalmayabileceği sonucuna vardık.

Bilinçli bir mesaj, kortikal faaliyetimizde beyin ölçeğinde bir faz değişimi tetikleyerek beyin alanlarını uyumlu bir faz halinde birlikte dondurur mu? Bu dediğimiz doğruysa nasıl kanıtlayabiliriz? Bunu öğrenmek için Antoine Del Cul ve ben basit bir deney tasarladık.³² Çok küçük bir su şişesinin sıcaklığını yavaş yavaş düşürür gibi, gösterdiğimiz bir görüntünün fiziksel parametrelerinden birini sürekli değiştirdik. Ardından, beyin faaliyetinin nesnel göstergelerinin yanı sıra öznel bildirimlerin de büyük bir faz değişimi geçiriyormuş gibi kesintili bir şekilde davranıp davranmadığını ve aniden ortaya çıkıp çıkmadıklarını inceledik.

Deneyimizde, görüntü ekranının tek bir karesinde (16 milisaniye) bir rakam gösterdik, ardından boşluk bıraktık ve son olarak rasgele harflerden oluşan bir maske gösterdik. Boşluk süresini her defasında 16 milisaniye değiştirdik. İzleyiciler ne

³⁰ Dehaene, Sergent ve Changeux 2003.

³¹ Dehaene ve Naccache 2001.

³² Del Cul, Baillet ve Dehaene 2007.

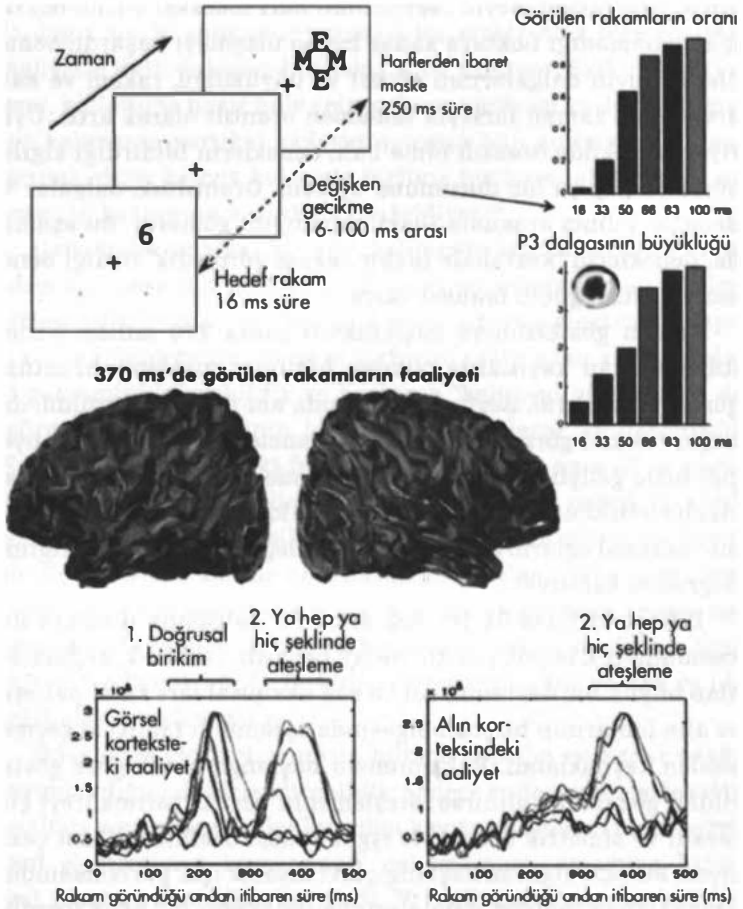
bildirdi? Algıları sürekli değişti mi? Hayır, ya hep ya hiç şeklinde bir faz değişimi örüntüsü izledi. Gösterimde uzun gecikmeler olduğu zaman rakamı görebildiler, ama kısa gecikmelerde sadece harfleri gördüler: rakam maskelenmişti. Belirleyici olan, bu iki halin belirgin bir eşikle birbirinden ayrılmış olmasıydı. Algı doğrusal değildi: gecikme artarken görünürlük düzenli olarak iyileşmedi (denekler rakamı giderek daha fazla gördüklerini bildirmedi), ama ani adım atışı oldu (Şimdi görüyorum, şimdi görmüyorum). 50 milisaniyelik gecikme, algılamamanın gerçekleştiği ve gerçekleşmediği denemeleri birbirinden ayırdı.³³

Bu bulgunun ardından EEG kayıtlarına döndük ve maskelenmiş rakamlara verilen basamaklı cevap sırasında hangi beyin olaylarının meydana geldiğini de araştırdık. Sonuç yine P3 dalga formunu işaret etti. Bundan önceki tüm olaylar uyarıya bağlı olarak ya hiç değişmedi, değiştiği zaman ise deneklerin öznel bildirimlerini temsil etmeyen bir şekilde yavaş yavaş gelişti.

Örneğin görsel korteksin P1 ve N1 dalgalarıyla görülen başlangıçtaki tepkisinin, aslında rakam-harf gecikmesinden etkilendiğini bulduk. Bu bulguya şaşırmamak gerekir: tüm denemelerde aynı rakam aynı süreyle gösterildi, dolayısıyla rakam sonuçta görülmüş olsun ya da olmasın rakamın beyne girişinin aslında sabit olan ilk aşamalarına tanıklık ediyorduk.

Sol ve sağ görsel alanlarda sonradan beliren dalgaların davranışı süreklilik göstermeye devam etti. Görsel faaliyetlerin boyutu, maskeyle sekteye uğratılana kadar, rakamın ekranda görünme süresiyle doğru orantılı olarak büyüdü. Çok kısa süre

³³ Age.; Del Cul, Dehaene ve Leboyer 2006. Diğer paradigmalarda da benzer gözlemler bulunduk: Sergent, Baillet ve Dehaene 2005; Sergent ve Dehaene 2004. Bilinçli algının kesintili oluşu hâlâ tartışılıyor; bkz. Overgaard, Rote, Mouridsen ve Ramsoy 2006. Kafa karışıklığının bir kısmı, sabit içeriğe (örneğin bir rakama) ya hep ya hiç erişim iddiamızın, bilinç içeriklerinin giderek değişebileceği gerçeğinden (kişi bir çubuk, ardından bir harf, sonra kelimenin tamamını görebilir) ayırt edilmemesinden kaynaklanabilir; bkz. Kouider, de Gardelle, Sackur ve Dupoux 2010; Kouider ve Dupoux 2004.



ŞEKİL 19. Bilinçli algı, geç beyin faaliyetinde ani bir değişiklik tetikler (fizikçiler buna “doğrusal olmayan faz değişimi” diyor). Bu deneyde çok kısa süreyle bir rakam gösterildi, ardından değişken bir gecikme oldu, bir harf kümesi rakamı maskeleydi. Gecikme arttıkça görsel korteks faaliyeti düzenli şekilde arttı. Ancak bilinçli algıda süreklilik yoktu: gecikme süresi yaklaşık 50 milisaniye eşiğini geçtikten sonra rakam birden görünür hale geldi. Geç P3 dalgası bir kez daha bilinçli algı imi olarak ortaya çıktı. Sadece deneklerin “rakamı gördüm” dediği durumlarda, rakam gösterildikten yaklaşık 300 milisaniye sonra başlamak üzere ön loblar dahil korteksin birçok bölgesinde ya hep ya hiç şeklinde ani ateşleme oldu.

gösterilen rakam, beyin faaliyetinin harf maskesi yüzünden tamamlanamadığı noktaya kadar beyne ulaşmayı başardı. Sonuç olarak beyin dalgalarının süresi ve büyüklüğü, rakam ve harf arasındaki zaman farkıyla tamamen orantılı olarak arttı. Uyarıyla bu şekilde orantılı olma hali, deneklerin bildirdiği algılamada ya hep ya hiç durumuna uymadı. Orantılılık, dalgalar ve denegin bilinci arasında ilişki olmadığını gösterdi. Bu aşamada, deneklerin "kesinlikle hiçbir rakam görmedik" dediği denemelerde hâlâ güçlü faaliyet vardı.

Rakam gösterilmeye başladıktan sonra 270 milisaniyeden itibaren olan kayıtlarda, aniden bütünsel ateşleme örüntüsü görüldü (Şekil 19). Beyin dalgalarında ani farklılık görüldü, denegin rakamı görmedim dediği denemelerde güçlü bir faaliyet çığı hızla gelişti. Faaliyet büyüklüğündeki artış, maskeleye gecikmesindeki ufak artışla orantılı değildi. Bu olgu, bilinçli erişimin nöronal ağların dinamiğinde faz değişimini temsil ettiğinin doğrudan kanıtıydı.

Bilinçteki farklılık bir kez daha P3 dalgasına (kafanın üst kısmında çok büyük pozitif voltaj) benzedi. Farklılık, düğümleri olan büyük bir devrenin, sol ve sağ oksipital [art kafa] parietal ve alın loblarının birçok bölgesinde eşzamanlı faaliyete geçmesinden kaynaklandı. Rakamımızın başlangıçta tek göze gösterildiği göz önüne alınırsa, ateşlemenin her iki yarımküreyi çift taraflı ve simetrik örüntüyle işgal etmesi özellikle dikkat çekiciydi. Bilinçli algının, başlangıçtaki kısacık ışıq parlamasından kaynaklanan faaliyet damlalarında muazzam bir artış içerdiği açıktır. İşlem aşamalarındaki bir çığ, birçok beyin alanının eşzamanlı ateşlediği noktada doruğa çıkarak bilinçli algının gerçekleştiğine işaret ediyor.

Bilinçli Beynin Derinliklerinde

Şu ana kadar ele aldığımız deneyler, gerçek nöronal olaylardan epey uzaktır. Beyin potansiyellerine dair fonksiyonel MRI ve kafa derisi kayıtları, temel beyin faaliyetine şöyle bir bakış atmaktan ibarettir. Ancak bilinçli ateşlemeye dair araştırmalar

son zamanlarda bir aşama daha kaydetti: epilepsi hastalarında doğrudan beynin içine yerleştirilen elektrotlar, bize kortikal faaliyetle ilgili dolaysız bir bakış açısı sağlıyor. Ekibim bu yöntemi, kullanıma hazır hale gelir gelmez görünen ya da görünmeyen kelimenin kortikal kaderini izlemek için kullandı.³⁴ Bulgularımız, diğer birçok bulguyla birlikte bütünsel ateşlemeye yol açan çığ kavramını kesinlikle destekliyor.³⁵

Çalışmalarımızdan birinde, kelimenin kortekse doğru adım ilerlemesinin tablosunu çizmek için on hastaya ait verileri birleştirdik.³⁶ Görsel yol boyunca yerleştirilmiş elektrotlar sayesinde, kullandığımız uyarının birbirini takip eden aşamalarındaki gelişimini izleyebildik ve hastanın “kelimeyi gördüm” ya da “görmedim” bildiriminin bir fonksiyonu olarak sınıflandırdık (Şekil 20). Başlangıçtaki faaliyet çok benzerdi, ama iki iz görünen ve görünmeyen kelime denemelerinde çok çabuk farklılık gösterdi. Yaklaşık 300 milisaniyeden sonra fark muazzam büyüdü. Görünmeyen kelime denemelerinde faaliyet öyle çabuk son buldu ki ön lob faaliyeti adeta yoktu. Ancak görünen kelime denemelerinde faaliyet son derece güçlendi. Beyin, saniyenin üçte biri zarfında çok küçük farklılıktan muazzam bir ya hep ya hiç şeklindeki ateşlemeye geçti.

Odaklayıcı elektrotlarımızla bilinçli mesajın ne kadar uzağa yayımlandığını değerlendirebildik. Sadece epilepsiyi izlemek için seçilmiş olan elektrot alanlarından kayıt yaptığımızı unutmayın. Yani elektrotların konumunun, çalışmamızın amacıyla hiçbir özel ilişkisi yoktu. Yine de yüzde 70’i, bilinçli algılanan kelimelerin önemli etkisini gösterdi (oysa bilinçdışı algılanan kelimeler sadece yüzde 25’ti). Sonuç basit: bilinçdışı bilgi dar bir beyin

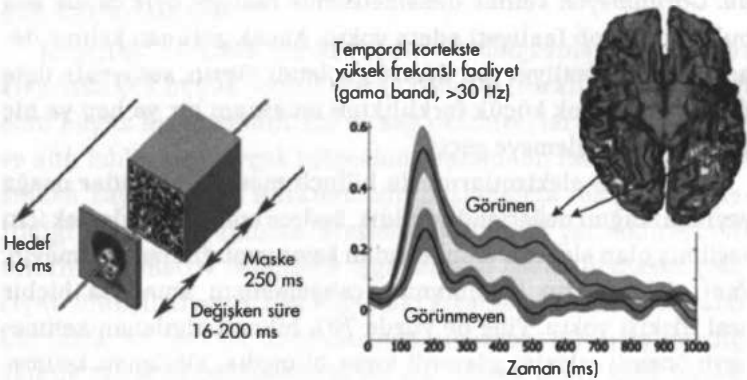
³⁴ Gaillard, Dehaene, Adam, Clemenceau, Hasboun, Baulac, Cohen ve Naccache 2009; Gaillard, Del Cul, Naccache, Vinckier, Cohen ve Dehaene 2006; Gaillard, Naccache, Pinel, Clemenceau, Volle, Hasboun, Dupont ve diğerleri, 2006.

³⁵ Fisch, Privman, Ramot, Harel, Nir, Kipervasser, Andelman ve diğerleri 2009; Quiroga, Mukamel, Isham, Malach ve Fried 2008; Kreiman, Fried ve Koch 2002.

³⁶ Gaillard, Dehaene, Adam, Clemenceau, Hasboun, Baulac, Cohen ve Naccache 2009.

devresiyle sınırlı kalırken, bilinçli algılanan bilgi uzun bir süre korteksin büyük çoğunluğuna bütünsel olarak dağıtıldı.

Kafatasının içinden alınan kayıtlar aynı zamanda kortikal faaliyetin zamansal örüntüsüne açılan eşsiz bir pencere oldu. Elektrofizyologlar, EEG sinyalinde birçok farklı ritim ayırt ettiler. Uyanık olan beyin, kabaca frekans bandlarına göre tanımlanan ve geleneksel olarak Yunan harfleriyle adlandırılan çeşitli elektriksel dalgalanmalar yayar. Beyindeki salınımlar arasında alfa bandı (8-13 hertz), beta bandı (13-30 hertz) ve gama bandı (30 hertz ve yukarısı) yer alır. Bir uyarı beyne girdiği zaman mevcut dalgalanmaları azaltarak ya da yönünü değiştirerek ve aynı zamanda kendi frekanslarını kabul ettirerek bu dalgalarda karışıklık yaratır. Verilerimizdeki bu ritmik etkileri incelemek, bilinçli ateşlemenin imleri konusunda bize yeni bir bakış açısı kazandırdı.



ŞEKİL 20. Yüksek frekanslı faaliyetteki uzun bir patlama, kısa süre gösterilen bir resmin bilinçli algılanmasına eşlik eder ve dolayısıyla bilincin üçüncü imini oluşturur. Nadir epilepsi vakalarında korteksin üzerine yerleştirilebilen elektrotlar, kısa süre gösterilen bir resmin tetiklediği çıgı buradan yakalayabilir. İzleyiciler bir resmi görmeyi başaramadığında, sadece kısa bir yüksek frekanslı faaliyet ventral görsel korteksi bir uçtan diğer uca kadar geçti. Ancak resmi gördükleri zaman, tam anlamıyla gelişmiş ya hep ya hiç ateşlemesi yaratana kadar çıg kendini güçlendirdi. Bilinçli algı, uzun süren yüksek frekanslı bir elektriksel faaliyetle nitelendi, ki bu da yerel nöron devrelerinin güçlü bir şekilde faaliyete geçişini gösterir.

Bir deneğe ne zaman bir kelime göstersek, kelime görünür olsun ya da olmasın, beyinde gelişmiş bir gama bandı faaliyeti gördük. Beyin, kelime gösterildikten sonra ilk 200 milisaniye içinde, bu yüksek frekanslı banddan gelişmiş elektriksel dalgalanmalar yayınladı. Bu da genellikle nöron ateşlemelerini yansıtır. Ancak gama ritmindeki bu patlama, görünmeyen kelimelerde daha sonra sönerken görünen kelimelerde devam etti. 300 milisaniyede ya hep ya hiç farkı geçerliydi. Weizmann Enstitüsünden Rafi Malach ve çalışma arkadaşları da aynı örüntüyü gözlemledi (bkz. Şekil 20).³⁷ Uyarıdan yaklaşık 300 milisaniye sonra gama bandının gücünde görülen muazzam artış, bilinçli algıda üçüncü imimizi oluşturmuyordu.

Bu sonuçlar, 40 hertz salınımının bilinçli algıdaki rolüyle ilgili eski bir varsayıma yeni bir açıklık getirdi. Nobel ödüllü merhum Francis Crick daha 1990'lı yıllarda Christof Koch'la birlikte, bilincin 40 hertz (saniyede 25 titreşim) civarındaki bir beyin salınımıyla yansıtılabileceği ve bu durumun korteks ve talamus arasındaki bilgi akışını yansıttığı yorumunu yapmıştı. Bu varsayımın fazla inandırıcı olduğunu artık biliyoruz: bilinçdışı bir uyarı bile sadece 40 hertz şiddetinde değil, tüm gama bandında yüksek frekanslı bir faaliyet tetikleyebilir.³⁸ Yüksek frekanslı faaliyetin hem bilinçli hem de bilinçdışı işleme eşlik etmesine şaşırmamak gerekir: nöron ateşlemelerini yüksek frekanslı ritmik örüntüler haline getirmek üzere engelleme olduğu zaman, hemen hemen her aktif kortikal nöron grubunda bu tür faaliyet vardır.³⁹ Ama deneylerimiz, ateşlenmiş bilinçli hal sırasında bu tür bir faaliyetin güçlü şekilde geliştiğini gösteriyor. dolayısıyla bilinçli algı imini oluşturan şeyin, gama bandı faaliyetinin var

³⁷ Fisch, Privman, Ramot, Harel, Nir, Kipervasser, Andelman ve diğerleri 2009.

³⁸ Gaillard, Dehaene, Adam, Clemenceau, Hasboun, Baulac, Cohen ve Naccache 2009; Fisch, Privman, Ramot, Harel, Nir, Kipervasser, Andelman ve diğerleri 2009; Aru, Axmacher, Do Lam, Fell, Elger, Singer ve Melloni 2012.

³⁹ Whittingstall ve Logothetis 2009; Fries, Nikolic ve Singer 2007; Cardin, Carlen, Meletis, Knoblich, Zhang, Deisseroth, Tsai ve Moore 2009; Buzsaki 2006.

oluşundan ziyade bu faaliyetin sonlara doğru güçlenmesi olduğu sonucuna varabiliriz.

Beyin Ağı

Beyin neden eşzamanlı nöron salınımları üretiyor? Eşzamanlılık bilgi aktarımını kolaylaştırdığı için olabilir.⁴⁰ Korteksin muazzam nöron ormanları içinde, rasgele akım boşaltan milyonlarca hücre varken küçük bir aktif nöron grubunun izi rahatlıkla kaybolurdu. Ancak bu küçük gruptaki nöronlar hep birlikte bağırırsa, seslerinin duyulması ve aktarılması ihtimali artar. Dolayısıyla uyarıcı nöronlar, önemli bir mesaj yaymak için genellikle akım boşalmasını organize ederler. Eşzamanlılık özünde, birbirine uzak nöronlar arasında bir iletişim kanalı açar.⁴¹ Birlikte salınım yapan nöronlar, birbirlerinden sinyal almaya hep birlikte hazır olduklarında uygun zaman aralığını paylaşırlar. Biz araştırmacıların makro ölçekli kayıtlarda gözlemlediği eşzamanlılık, mikro ölçekte binlerce nöronun bilgi paylaştığı anlamına gelebilir. Bilinçli hal için özellikle önemli olabilecek şey, bu tür bilgi paylaşımlarının sadece iki yerel bölge arasında kalmayıp korteksin birbirine uzak birçok bölgesi arasında gerçekleşerek uyumlu bir beyin ölçeğinde uyumlu birlik oluşturmasıdır.

Aynı fikirde olan birçok ekip, elektromanyetik sinyallerde korteksin bir ucundan diğerine görülen büyük eşzamanlılığın, bilinçli algının dördüncü imi olduğunu gözlemledi.⁴² Bu etki esas olarak yine bir geç zaman aralığında meydana geliyor: bir imge gösterildikten yaklaşık 300 milisaniye sonra, birbirine uzak birçok elektrot eşzamanlı hale geliyor (ancak imgenin bilinçli algılanmış olması koşuluyla. *Bkz.* Şekil 21). Görünme-

⁴⁰ Fries 2005.

⁴¹ Womelsdorf, Schoffelen, Oostenveld, Singer, Desimone, Engel ve Fries 2007; Fries 2005; Varela, Lachaux, Rodriguez ve Martinerie 2001.

⁴² Rodriguez, George, Lachaux, Martinerie, Renault ve Varela 1999; Gailard, Dehaene, Adam, Clemenceau, Hasboun, Baulac, Cohen ve Naccache 2009; Gross, Schmitz, Schnitzler, Kessler, Shapiro, Hommel ve Schnitzler 2004; Melloni, Molina, Pena, Torres, Singer ve Rodriguez 2007.

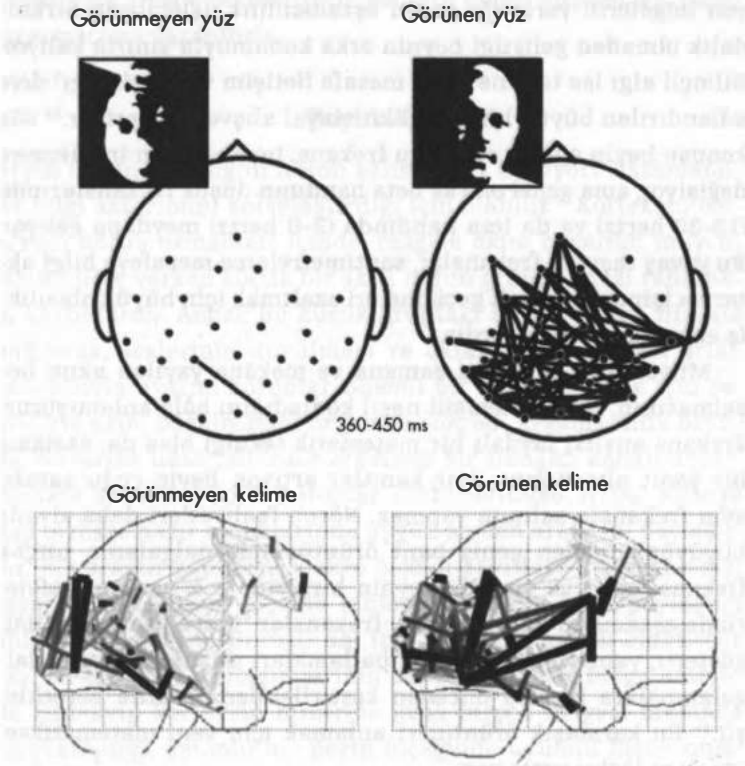
yen imgelerin yarattığı geçici eşzamanlılık, işlemlerin farkındalık olmadan geliştiği beyin arka konumuyla sınırla kalıyor. Bilinçli algı ise tersine uzun mesafe iletişim ve “beyin ağı” diye adlandırılan büyük bir karşılıklı sinyal alışverişi içeriyor.⁴³ Söz konusu beyin ağının olduğu frekans, incelemenden incelemeye değişiyor, ama genel olarak beta bandının düşük frekanslarında (13–30 hertz) ya da teta bandında (3–8 hertz) meydana geliyor. Bu yavaş taşıyıcı frekanslar, santimetrelerce mesafeye bilgi aktarma işindeki önemli gecikmeleri azaltmak için büyük olasılıkla en uygun frekanslardır.

Milyonlarca nöronun zamana ve mekâna yayılan akım boşalmasının, bilinçli temsili nasıl kodladığını hâlâ anlamıyoruz. Frekans analizi faydalı bir matematik tekniği olsa da, eksiksiz bir yanıt olmadığına dair kanıtlar artıyor. Beyin çoğu zaman aynı frekansta salınım yapmaz. Nöron faaliyetleri daha ziyade büyüyüp küçülen geniş bant örüntüsünde dalgalanır, birçok frekans içerir ve yine de beyin birbirine çok uzak mesafelerinde eşzamanlı kalır. Dahası, frekanslar “iç içe geçme” eğilimi gösterir, yani yüksek frekans patlamaları düşük frekanslı dalgalanmalara kıyasla önceden kestirilebilen anlarda gerçekleşir.⁴⁴ Bu karmaşık örüntüleri anlamak için yeni matematiksel araçlara ihtiyacımız var.

Çalışma arkadaşlarımla birlikte beyin kayıtlarımıza uyguladığım “Granger nedensellik testi” ilginç bir araçtır. 1969’da İngiliz ekonomist Clive Granger, iki zaman serisinin (örneğin iki ekonomik göstergenin) birinin diğerinin “sebebi” olacak şekilde ilişkili olup olmadığını saptamak üzere bu yöntemi keşfetmişti. Bu yöntem son zamanlarda nörobilimi de kapsadı. Beyinde çok güçlü içsel bağlantılar olduğu için nedenselliğin belirlenmesi gerekli, ama zordur. Faaliyet aşağıdan yukarıya doğru, duyuşsal alıcılardan korteksteki üst seviye birleştirici merkezlere doğru mu gelişiyor? Ya da üst seviye bölgelerin, bilinçli algıladığımız

⁴³ Varela, Lachaux, Rodriguez ve Martinerie 2001.

⁴⁴ He, Snyder, Zempel, Smyth ve Raichle 2008; He, Zempel, Snyder ve Raichle 2010; Canolty, Edwards, Dalal, Soltani, Nagarajan, Kirsch, Berger ve diğerleri 2006.



ŞEKİL 21. Birbirinden uzak birçok beyin bölgesinin bütünsel “beyin ağı” oluşturan eşzamanlaması, dördüncü bilinç imini sağlıyor. Yüz resmini (yukarıda) gördükten yaklaşık üçte bir saniye sonra, elektriksel beyin sinyalleri eşzamanlı olur. (Her çizgi, eşzamanlaması çok iyi olan elektrot çiftlerini temsil ediyor). Gama bandındaki yüksek frekanslı salınımların (30 Hertz'den büyük) eşzamanlı dalgalanması, bu olayın temelini oluşturan bölgelerin bir bağlantı ağı aracılığıyla yüksek hızda mesaj alışverişi yaptığını gösteriyor. Benzer şekilde, bilinçli kelime algılama sırasında (aşağıda) nedensel ilişkiler birbirine uzak kortikal bölgeler arasında ve özellikle ön lobda çift yönlü çok büyük bir artış gösterir. Denekler yüzü ya da kelimeyi algılamayı başaramadığı zaman sadece az miktarda yerel eşzamanlılık meydana gelir.

şeye şekil veren azalan öngörü sinyalleri gönderdiği, yukarıdan aşağı önemli bir bileşen var mı? Anatomik olarak korteksin her yerinde hem aşağıdan yukarıya hem de yukarıdan aşağıya yollar mevcuttur. Uzun mesafe bağlantılarının çoğu iki yönlüdür

ve azalan yukarıdan aşağıya yansımalar genellikle artan yansımalarından sayıca çok daha fazladır. Bu düzenlemenin nedeni ve bilinçle ilgili bir rolü olup olmadığı konusunda hâlâ bilgimiz yok.

Granger nedensellik analizi, bu konuya biraz açıklık getirmemize olanak sağladı. Zamanlamayla ilgili iki sinyali ele alırsak, bu yöntem sinyallerden birinin diğerinden önce gelip gelmediğini ve gelecekteki değerlerini önceden haber verip vermediğini soruyor. Bu matematiksel araca göre, B sinyalinin şimdiki halini daha iyi belirten şey, sadece B sinyalinin geçmişteki halleri değil de A sinyalinin geçmişteki halleri ise, bu durumda A sinyali B sinyalinin “nedenidir” diyoruz. Bu tanım da hiçbir şeyin her iki yönde de nedensel ilişkiyi dışlamadığına dikkat edin. A sinyali B’yi etkilerken aynı zamanda B sinyali A’yı etkileyebilir.

Çalışma arkadaşlarımla birlikte Granger nedensellik analizini kafatası içi kayıtlarımıza uyguladığımda, bilinçli ateşleme dinamiğine açıklık getirdiğini keşfettik.⁴⁵ Özellikle bilinçli algının olduğu denemelerde, *iki yönlü* nedenselliğin beynin her yerinde muazzam arttığını gözlemledik. Bu “nedensel patlamanın” yaklaşık 300 milisaniyede aniden ortaya çıktığını tekrar belirtiyim. O esnada kayıt yaptığımız alanların çoğu, ağırlıklı olarak görsel korteksten ön loba doğru ileri yönde, ama aynı zamanda ters yönde yukarıdan aşağı giden çok büyük ve karışık bir ilişkiler ağı haline gelmişti.

İleri yol alan dalga, bariz bir sezgiyle uyumludur: duyuşsal bilgi, kortikal alanların hiyerarşisi içinde birincil görsel korteksten başlayarak, uyarının gittikçe soyut temsillerine doğru tırmanmalıdır. Peki, azalan karşıt dalgayı ne yapacağız? Bu dalgayı, yeni başlayan faaliyeti güçlendiren bir dikkat sinyali olarak onaylayabilir ya da girdinin mevcut yorumla daha üst seviyede uyumlu olduğunu basitçe kontrol eden sinyal onayı olarak yorumlayabiliriz. En kapsamlı tanım, beynin “yayılmış çekim

⁴⁵ Gaillard, Dehaene, Adam, Clemenceau, Hasboun, Baulac, Cohen ve Naccache 2009.

merkezi" (ateşlenen beyin bölgelerinin büyük ölçekli örüntüsüdür, yansıyan faaliyetin devamlılığını kısa bir süre sağlar) içinde yer aldığıdır.

Bilinçdışı denemelerde böyle bir şey olmadı; beyin ağı asla ateşleme yapmadı. Ventral görsel kortekste sadece geçici bir süre için karşılıklı nedensel ilişkiler vardı, ama o da 300 milisaniyenin ötesine pek geçmedi. Bu zaman diliminin, azalan yukarıdan aşağı nedensel sinyallerin hâkimiyetinde olması oldukça ilginçti. Sanki ön bölgeler umutsuzca duyuşsal alanları sorguluyordu. Uyumlu bir sinyal tepki vermeyi başaramamaları, bilinçli algının olmamasına yol açtı.

Dönüm Noktası [Taşma Noktası] ve Habercileri

Şu ana kadar elde ettiğimiz sonuçları özetleyeyim. Bilinçli algı, ateşleme eşiğinin üzerinde kortekste büyük değişime yol açan nöron faaliyetleri dalgasından kaynaklanır. Bilinçli bir uyarı, kendi kendini güçlendiren bir nöron faaliyeti çığını tetikler ve bu çığ sonunda birçok bölgeyi karmakarışık halde ateşler. Uyarı başlangıcından yaklaşık 300 milisaniye sonra başlayan bu bilinçli halde, beyin ön bölgeleri aşağıdan yukarıya doğru algısal girdilerle bilgilendirilir, ama bu bölgeler aynı zamanda yukarıdan aşağıya doğru ters yönde ve dağılmış birçok bölgeye muazzam yansımalar gönderir. Sonuç olarak, çeşitli özellikleriyle bize çok sayıda bilinç imi sağlayan eşzamanlı alanlardan oluşan bir beyin ağı ortaya çıkar: bu imler özellikle ön ve parietal loblarda yayılmış faaliyete geçirme, P3 dalgası, gama bandında güçlenme ve uzun mesafede muazzam eşzamanlılıktır.

Çığ benzetmesi ve çığın dönüm noktası, bilinçli algının beyinde tam olarak *ne zaman* meydana geldiği konusundaki tartışmalardan bir kısmını çözmeye yardım ediyor. Benim verilerim ve birçok meslektaşımın verileri, görsel uyarının başladığı andan itibaren saniyenin üçte birine yakın bir geç başlangıca işaret ediyor, ama başka laboratuvarlar bilinçli ve bilinçdışı denemeler arasındaki farklılıkların daha erken (bazen 100 mili-

saniye kadar erken) ortaya çıktığını buldular.⁴⁶ Peki yanırlıyorlar mı? Hayır. Yeterince hassasiyet sağlanması kaydıyla, tam gelişmiş bir ateşlemeden önce, beyin faaliyetinde genellikle küçük değişiklikler saptanabilir. Ama bu değişiklikler bilinçli beyni gösteriyor mu? Hayır. Birincisi bu değişiklikler her zaman saptanmıyor (görünen ve görünmeyen kelime denemelerinde tamamen aynı uyarıyı kullanan yeterli sayıda mükemmel deney var; bu deneylerde bilinçli algının ilişkili olduğu tek şey geç ateşlemedir).⁴⁷ İkincisi erken değişikliklerin şekli bilinçli bildirimlerle uyumlu değil (örneğin maskeleye sırasında, erken olaylar uyarı süresiyle doğrusal olarak arttığı halde öznel algı doğrusal değil). Son olarak erken olaylar, bilinçli denemelerde büyük bir eşik altı faaliyetin üzerine sadece ufak bir güçlendirme ekliyor.⁴⁸ Böyle ufak bir değişiklik yine gerekeni sağlamıyor: bunun anlamı, deneyin hiçbir şey fark etmediğini bildirdiği denemelerde büyük bir faaliyetin hâlâ olmasıdır.

O zaman erken görsel faaliyet neden bazı deneylerde bilinçli öngörüyor? Artan faaliyetteki rasgele dalgalanmalar, büyük olasılıkla beynin daha sonra bütünsel ateşleme haline sıçrama şansını artırıyor. Ortalama olarak, pozitif dalgalanmalar dengiyi bilinçli algılama lehine bozar (tek bir kartopunun tam bir çığ başlatması ya da o meşhur keleşin yıkıcı kasırgayı başlatması gibi). Kesin olmayan ve olasılığa dayanan çığ gibi, bilinçli algıya yol açan beyin faaliyeti basamakları da tamamen belirlenimci değildir: tıpatıp aynı olan bir uyarı bazen algılanabilir ve bazen farkına varılmadan kalır. Bu farkın sebebi nedir? Nöron ateşlemesindeki önceden kestirilemeyen dalgalanmalar bazen gelen uyarıya uyum sağlar, bazen bu uyarıyla mücadele eder. Bilinçli algının meydana geldiği ya da gelmediği binlerce denemenin ortalamasını aldığımızda, istatistiksel olarak önemli

⁴⁶ Pins ve Ffytche 2003; Palva, Linkenkaer-Hansen, Naatanen ve Palva 2005; Fahrenfort, Scholte ve Lamme 2007; Railo ve Koivisto 2009; Koivisto, Lahteenmaki, Sorensen, Vangkilde, Overgaard ve Revonsuo 2008.

⁴⁷ van Aalderen-Smeets, Oostenfeld ve Schwarzbach 2006; Lamy, Salti ve Bar-Haim 2009.

⁴⁸ Wyart, Dehaene ve Tallon-Baudry 2012.

etkisi olan parazitler nedeniyle bu küçük sapmalar ortaya çıkıyor. Başka her şey aynı kaldığında, kelimenin görüldüğü denemelerde görünmeyenlere kıyasla, başlangıçtaki görsel faaliyet azıcık daha büyüktür. Bu aşamada beynin zaten bilinçli olduğu sonucuna varmak, ilk kartopunun zaten *çığ olduğunu* söylemek kadar yanlış olurdu.

Hatta bazı deneyler, görsel uyarı devreye girmeden *önce* kaydedilmiş olan beyin sinyallerinde bilinçli algıyla bir ilişki sapıyor.⁴⁹ Bu durum daha da garip: Beyin faaliyeti nasıl olur da birkaç saniye sonra gösterilecek olan bir uyarının bilinçli algı göstergesini içerir? Burada bir önsezi mi söz konusu? Elbette hayır. Tanık olduğumuz şey, *ortalama olarak*, tamamen gelişmiş bilinçli algı çıkışının ön koşullarından başka bir şey değildir.

Beyin faaliyetinin sürekli değiştiğini unutmayın. Bu değişimlerin bir kısmı istenen hedef uyarıyı algılamamıza yardım ederken, diğerleri göreve odaklanma yeteneğimizi köstekler. Günümüzde beyin görüntüleme, korteksin bir uyarıyı algılamaya hazır olma durumunu o uyarıdan önce gösteren sinyalleri toplamaya yetecek kadar hassastır. Sonuç olarak, bilinçli algının gerçekleştiği bilgisinden başlayarak zaman içinde geriye doğru ortalama aldığımızda, başlangıçtaki olayların sonraki farkındalığın habercisi görevini kısmen yüklediğini buluyoruz. Ancak bu olaylar bilinçli hali belirleyen şey değildir. Bilinçli algının daha sonra ortaya çıktığı, önceden var olan önyargılar ve giren kanıtlar tam gelişmiş ateşleme halinde birleştiği zaman ortaya çıktığı anlaşılıyor.

Bu gözlemler çok önemli bir sonuca işaret ediyor: *bilincin karşılıklı ilişkilerini ve bilinç imlerini* birbirinden ayırt etmeyi öğrenmemiz gerekiyor. Beynin bilinçli hal mekanizmaları hakkında yapılan araştırmalar genellikle bilincin nöronal karşılıklı ilişkilerini araştırmak diye tanımlanıyor, ancak bu tanım eksiktir. Karşılıklı ilişki sebep değildir ve dolayısıyla salt bir

⁴⁹ Palva, Linkenkaer-Hansen, Naatanen ve Palva 2005; Wyart ve Tallon-Baudry 2009; Boly, Balteau, Schnakers, Degueldre, Moonen, Luxen, Phillips ve diğerleri 2007; Supér, van der Togt, Spekrijse ve Lamme 2003; Sadaghiani, Hesselmann, Friston ve Kleinschmidt 2010.

ilişki yetersizdir. Çok fazla sayıda beyin olayı, bilinçli algıyla karşılıklı ilişkilidir (az önce gördüğümüz gibi, uyarıdan önce gelen dalgalanmalar da buna dahildir ve dolayısıyla mantıksal olarak bilinçli algıyı kodladığı düşünülemez). Bizim aradığımız şey beyin faaliyetiyle bilinçli algı arasında herhangi bir istatistiksel ilişki olmayıp, bilinçli algı gerçekleştiğinde ortaya çıkan ve bilinçli algı olmadığında var olmayan ve kişinin dile getirdiği tamamen öznel olan deneyimi sistematik olarak kodlayan bir bilinç imidir.

Bilinçli Düşünceyi Çözümlemek

Şeytanın avukatını yeniden oynayalım. Bütünsel ateşleme, bir şeyin farkına vardığımız zaman çalan alarm ya da siren sesinden farksız olabilir mi? Bilinçli düşüncelerimizin ayrıntılarıyla bütünsel ateşleme arasında hiçbir özel bağlantı olmayabilir mi? Bütünsel ateşleme, öznel deneyimlerimizin gerçek *içeriğiyle* ilişkisi olmayan bir bütünsel uyarı atağı olabilir mi?

Beyin sapındaki ve talamustaki genel amaçlı birçok çekirdek, dikkatimizi gerektiren anları gerçekten işaretliyor gibi. Örneğin locus coeruleus, beyin sapının alt tarafında bulunan bir nöron kümesidir ve çok yoğun dikkat gerektiren bir olay meydana geldiği zaman korteksin geniş bir alanına norepinefrin, yani özel bir sinir taşıyıcı temin eder. Norepinefrin patlaması, görsel bir algının farkına varmak gibi bir uyarı olayına eşlik edebilir; bilinçli erişim sırasında kafa derisinde gözlemlediğimiz muazzam P3 dalgasının yansıttığı şeyin işte bu patlama olduğunu öne sürenler oldu.⁵⁰ O zaman norepinefrin nöronlarının ateşlemesiyle bilinç arasında hiçbir özgün ilişki olmazdı; bu ateşlemenin yaratacağı özgün olmayan sinyal, tam tetikte olmamız için şart olmakla birlikte bilinçli zihinsel hayatımızın dokusunu oluşturan ince farklardan yoksun olurdu.⁵¹ Beyindeki böyle bir olguya bilincin ortamı demek, dağıtıcının kapımızın önüne

⁵⁰ Nieuwenhuis, Gilzenrat, Holmes ve Cohen 2005.

⁵¹ Beyin sapı çekirdeklerinde, locus coeruleusa yakın lezyonlar komaya neden olabilir; bkz. Parvizi ve Damasio 2003.

attığı günlük gazetenin sesini ve haberleri aktaran gerçek metni birbiriyle karıştırmak olurdu.

O zaman gerçek bilinç kodunu, ona eşlik eden bilinçdışı ayırtılardan nasıl ayırt edebiliriz? Kural olarak bunun yanıtı kolay. Beyinde, içeriği öznel farkındalığımızla yüzde yüz ilişkili olan çözümlenebilir bir nöronal betimleme aramamız gerekir.⁵² Aradığımız bilinç kodu, deneğin yaşadığı şeyin tam kaydını içermeli, bu kayıta kişinin algıladığı ayrıntı seviyesinin aynısı eksiksiz olarak bulunmalıdır. Girdilerde fiziksel olarak bulunmasına rağmen deneğin kaçırdığı unsurlara karşı duyarsız olmalıdır. Tersine, söz konusu algı bir yanılsama ya da sanrı bile olsa deneğin bilinçli algısının içeriğini kodlamalıdır. Aynı zamanda, algıladığımız öznel benzerlik hissini de korumalıdır: eşkenar dörtgen ve kareyi, biri diğerinin döndürülmüş hali olarak değil de iki farklı şekil olarak gördüğümüz an, beynin bilinçli temsili de yine aynı şekilde olmalıdır.

Bilinç kodu aynı zamanda oldukça sabit olmalıdır: dünyanın kararlı olduğunu hissettiğimizde olduğu gibi kalmalı, ancak dünyanın hareket ettiğini hissettiğimizde değişmelidir. Bu kıstas, ilk duyuşsal alanlarımızı neredeyse tamamen dışladığı için bilinç imlerinin araştırılmasını iyice engelliyor. Bir koridorda ilerlerken, duvarlar retinamızda sürekli değişen bir imgeyi yansıtır (ama biz bu görsel hareketi dikkate almayız ve sabit bir oda algılarız). Hareket, ilk görsel alanlarımızda her zaman mevcuttur, ama farkındalığımızda yer almaz. Gözlerimiz saniyede üç dört kez farklı yönlere gidip gelir. Sonuç olarak, dünyanın bütünlüklü imgesi retinada ve görsel alanlarımızın çoğunda ileri geri kayar. Neyse ki bu mide bulandırıcı türbülansı dikkate almamaya devam ediyoruz. Hareket halindeki bir hedefe bakarken bile arka plandaki manzaranın ters yönde kayıp gittiğini algılamıyoruz. Dolayısıyla bilinç kodu benzer şekilde kortekste dengeleniyor olmalı. İç kulağımızdaki hareket sensörleri ve motor emirlerden kaynaklanan tahminler sayesinde, kendi hareketimizi yok sayarak çevremizi değişmeyen bir varlık olarak

⁵² Haynes 2009.

algılamayı başarıyoruz. Ancak bu tahminde bulunan motor sinyaller pas geçildiği zaman (örneğin parmağınızı gözünüze hafif bastırdığınızda) bütün dünya hareket ediyormuş gibi gelir.

Kendi hareketimizin sebep olduğu görsel patinaj, beynimizin bilinçli kısa bilgilendirmede düzeltmeler yaptığını gösteren çok sayıda ipucundan sadece biridir. Diğer birçok özellik, bilinçli dünyamızı duyularımıza ulaşan o bulanık sinyallerden ayrı tutar. Örneğin televizyon seyredirken ekrandaki imge saniyede 50-60 kez titreşir; kayıtlarımız bu gizli ritmin birincil görsel kortekse, yani nöronların aynı frekansta titreştiği yere girdiğini gösteriyor.⁵³ İyi ki bu ritmik parıltıları algılamıyoruz; görsel alanlarımızda bulunan ince taneli geçici bilgi, farkındalığımızı ulaşmadan önce filtrelenir. Çizgilerden oluşan çok ince bir ızgara, görünmez olmasına rağmen yine benzer şekilde birincil görsel kortekste kodlanır.⁵⁴

Ama bilincimiz adeta kör olmakla kalmaz: giren imgeyi çarpıcı bir şekilde geliştirip dönüştüren aktif bir gözlemcidir. Görme yeteneğimizin merkezi, retinada ve kortikal işlemlerin ilk aşamalarında çepere kıyasla muazzam şişer: daha birçok nöron, çevre yerine bakışımızın merkeziyle ilgilenir. Yine de dünyayı devasa bir büyütle algılamayız; ne de bakmaya karar verdiğimiz yüzün ya da kelimenin aniden genişlediğini hissederiz. Bilinç, algımızı hiç durmadan dengeler.

İlk duyuşal veriler ve bu verileri bilinçli algılamamız arasındaki muazzam farka son bir örnek olarak renk konusunu düşünelim. Bakış merkezimizin dışında kalan bölgede, retinanın renge duyarlı çok az sayıda koni [göz konisi] hücresi vardır (ama yine de görme alanımızın çeperinde renk körü değiliz). Bir şeye baktığımızda renklerin ortaya çıkışına hayret ettiğimiz siyah beyaz bir dünyaya girmiyoruz. Tersine, bilinçli dünyamız tüm renkleriyle ortaya çıkıyor. Retinalarımızın her birinde, göz sinirlerinin ayrıldığı yerde bulunan ve "kör nokta" denilen dev bir açıklık var (buna rağmen dünyaya dair içsel resmimizde kara bir delik algılamıyoruz).

⁵³ Shady, MacLeod ve Fisher 2004; Krolak-Salmon, Henaff, Tallon-Baudry, Yvert, Guenot, Vighetto, Mauguier ve Bertrand 2003.

⁵⁴ MacLeod ve He 1993; He ve MacLeod 2001.

Bütün bu tezler, başlangıçtaki görsel tepkilerin bilinç kodu içeremeyeceğini kanıtlıyor. Beynimiz bu algısal yapboz bilmece-sini çözüp sabit bir dünya görüntüsü elde edecek şekilde parçaları birleştirmeden önce çok fazla işlem gerekir. Bilinç imlerinin ileri bir zamanda ortaya çıkmasının sebebi bu olabilir: korteksin herhangi bir yapboz bilmece-sini tamamlayıp dünyanın kararlı bir temsilini oluşturması için gereken minimum süre, saniyenin en az üçte biri olabilir.

Bu bakış açısı doğru ise, bu gecikmiş beyin faaliyetinin bizim bilinçli yaşadığımız şeylerin tam kaydını (düşüncelerimizin eksiksiz kodunu) kapsamaması gerekir. Bu kodu okuyabilseydik, öznel ve yanılsamalar dahil olmak üzere herkesin iç dünyasına tam erişim sağlardık.

Bu görüş bir bilimkurgu romanı gibi mi? Pek değil. İnsan beyninde tek tek seçtikleri nöronlardan kayıt yapan nörobilimci Quian Quiroga ve İsrailli meslektaşları Itzhak Fried ve Rafi Malach, bilinçli algının kapılarını açtılar.⁵⁵ Sadece belirli resim, yer ya da insanlara tepki veren (ve sadece bilinçli algı meydana geldiğinde ateşleyen) nöronlar keşfettiler. Bu ekibin bulguları, özgül olmayan yorumlara karşıt kesin kanıt sağlıyor. Beyin, bütünsel ateşleme sırasında bütünsel olarak uyarılmaz. Tersine, kesinlikle belirli bir nöron kümesi aktiftir ve bu kümenin dış hatları bilincin öznel içeriğini tam olarak betimler.

Nöronlar nasıl olur da insan beyinin derinliklerinden kaydedilebilir? Beyin cerrahlarının günümüzde kafatasının içine bir dizi elektrot yerleştirerek epilepsi nöbetlerini izlediklerini açıklamıştım. Bu elektrotlar genellikle büyüktür ve rasgele binlerce hücreden kayıt yapar. Ancak daha önceki öncü çalışmalardan⁵⁶ yola çıkan beyin cerrahı Itzhak Fried, tek tek nöronlardan kayıt almak için özel olarak tasarlanmış ve çok ince elektrotlardan oluşan hassas bir sistem geliştirdi.⁵⁷ Kortikal nöronlar, çoğu hayvan beyninde olduğu gibi insan beyninde de kesinti-

⁵⁵ Quiroga, Kreiman, Koch ve Fried 2008; Quiroga, Mukamel, Isham, Malach ve Fried 2008.

⁵⁶ Wyler, Ojemann ve Ward 1982; Heit, Smith ve Halgren 1988.

⁵⁷ Fried, MacDonald ve Wilson 1997.

li elektrik sinyalleri takas eder; bu sinyallere, osiloskopta çok keskin elektrik gerilimi sapmaları şeklinde ortaya çıktıkları için “spayk” (spike: iğne darbe) deniyor. Uyarıcı nöronlar genellikle saniyede birkaç spayk yayar ve bu spaykların her biri hem yerel hem de uzak hedeflere ulaşmak için akson boyunca ilerler. Fried’in deneyleri sayesinde, hasta uyanırken ve normal yaşantısını sürdürürken belli bir nöronun yayınladığı *bütün* spaykları saatlerce ve hatta günlerce kaydetmek mümkün oldu.

Fried ve çalışma arkadaşları elektrotları ön temporal loba yerleştirdiklerinde, hemen dikkate değer bir bulgu buldular. İnsanlardaki tek tek nöronların resim, isim ve hatta bir kavrama karşı olağanüstü seçici olabildiğini keşfettiler. Bir hastayı yüzlerce yer, nesne, yüz ve kelimeyle bombardıman eden ekip, genellikle bir ya da iki resmin belli bir hücreyi tetiklediğini buldu. Örneğin bir nöron sadece ve sadece Bill Clinton’ın resimleri gösterildiğinde ateşleme yaptı⁵⁸ İnsanlara ait nöronların çok sayıda fotoğrafa verdiği tepkinin seçici olduğu yıllardır bildiriliyor. Bu fotoğraflar arasında hastanın aile fertleri, Sydney Opera House ya da White House gibi meşhur mekânlar ve hatta Jennifer Aniston ve Homer Simpson gibi televizyon ünlülerinin fotoğrafları var. Bu nöronları aktive etmek için yazılı kelimenin genellikle yeterli olması dikkat çekiyor: aynı nöron *Sydney Opera* kelimeleri ve bu meşhur kent simgesinin görüntüsü karşısında ateşleme yapacaktır.

Bir elektrotu körlemesine yerleştirip rasgele bir nöronu dinleyerek Bill Clinton hücrelerini bulabileceğimizi bilmek insanı büyülüyor. Bunun anlamı, herhangi bir anda gördüğümüz görüntüye tepki olarak milyonlarca hücrenin ateşleme yapması gerektiğidir. Ön temporal lobdaki nöronların kişi, konum ve hatırlanabilir olan diğer kavramlar için yaygın dahili bir kod oluşturduğu düşünülüyor. Clinton’ın yüzü gibi her bir belirli resim, faaliyette olan ve olmayan nöronların belli bir örüntüsünü tetikliyor. Bu kod o kadar hatasız ki, hangi nöronların ateşleme

⁵⁸ Quiroga, Kreiman, Koch ve Fried 2008; Quiroga, Mukamel, Isham, Malach ve Fried 2008; Quiroga, Reddy, Kreiman, Koch ve Fried 2005; Kreiman, Fried ve Koch 2002; Kreiman 2000a; Kreiman 2000b.

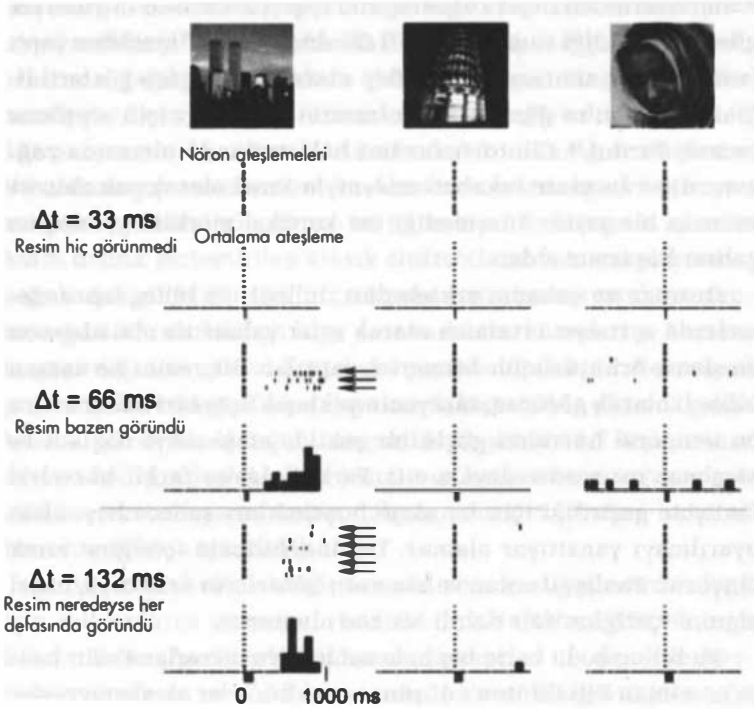
yapıp hangilerinin sessiz kaldığına bakarak kişinin ne gördüğünü yüksek doğrulukla tahmin etmesi için bir bilgisayarı eğitebiliriz.⁵⁹

O zaman bu nöronların mevcut sahneye özgü ve aynı zamanda sabit olduğu çok açık. Nöronların ateşlemesinin gösterdiği şey ne bütünsel uyarılma sinyali ne de değişmekte olan sayısız ayrıntıdır, mevcut resmin ana fikridir (bilinçli düşüncelerimizi kodlaması beklenen doğru türde kararlı temsildir). Bu durumda söz konusu nöronların, kişinin bilinçli deneyimiyle herhangi bir bağlantısı var mı? Evet. Ön temporal lobdaki birçok nöronun sadece belli bir resim bilinçli olarak görüldüğünde ateşleme yapması çok önemlidir. Deneylerden birinde resimler anlamsız imgelerle maskelenip çok kısa süre gösterilerek görünmeleri engellendi.⁶⁰ Hasta, her denemede resmi fark edip etmediğini bildirdi. Hücrelerin çoğu, sadece hastanın resmi gördüm dediği hallerde spayk yayınladı. Bilinçli ve bilinçdışı denemelerde kullanılan görsel sunum tıpatıp aynıydı (hücresinin ateşlemesi nesnel uyarıdan çok kişinin öznel algısını yansıttı.)

Şekil 22, ateşlemeyi Dünya Ticaret Merkezini gösteren bir resmin tetiklediği bir hücre gösteriyor. Nöron sadece bilinçli denemelerde ateşleme yaptı. Resim tanınmayacak şekilde maskelendiği için hasta hiçbir şey görmediğini bildirdiğinde, hücre tamamen sessiz kaldı. Sabit miktarda nesnel fiziksel uyarı için bile aynı resim sabit süreyle gösterildiği zaman öznellik önem taşıdı. Resmin sunum süresi tam olarak farkındalık eşiği kadarken, denek bu resmi bazen gördüğünü bildirdi (ve hücrenin spaykları sadece bilinçli algının gerçekleştiği denemelerde vardı). Hücresinin ateşlemesi öylesine tekrarlanabilirdi ki, gözlemlenen spayklara dayanarak bir çizgi çekip resmin görüldüğü ve görünmediği denemeleri ayırt etmek mümkün oldu. Sözün kısası, beynin nesnel durumuna bakarak zihnin öznel hali çözümlenebilirdi.

⁵⁹ Quiroga, Reddy, Kreiman, Koch ve Fried 2007.

⁶⁰ Quiroga, Mukamel, Isham, Malach ve Fried 2008.



ŞEKLİ 22. Tek tek nöronlar, bilinçli algılarımızın izini sürer: sadece belli bir resmi bilinçli şekilde algıladığımız zaman ateşleme yaparlar. Bu örnekte, insana ait ön temporal lobdaki bir nöron seçici davranarak Dünya Ticaret Merkezinin resmi için ateşleme yaptı, ama aslında sadece resim bilinçli şekilde görüldüğünde ateşleme yaptı. Bilinçli algılama, sunum süresi artırıldıkça sıklaşmaya başladı. Nöron ateşlemeleri, kişi sadece resmi gördüğünü bildirdiğinde ortaya çıktı (denemeler ok ile işaretlendi) Nöron seçici davranıp diğer resimlerin çoğu için, örneğin Pisa Kulesi için ateşleme yapmadı. Bu nöronun gecikmeli ve uzun süre devam eden ateşlemesi, farkındalığın özel bir içeriğini gösterdi. Birlikte ateşleme yapan buna benzer milyonlarca nöron, gördüğümüz şeyi kodlar.

Ön temporal hücreleri bilinçli algıyı kodluyorsa, bu hücrelerdeki akım boşalması ve bilinçli hale *ne şekilde* müdahale edildiği arasında bir ilişki olmaması gerekir. Fried ve çalışma arkadaşları, bu nöronların ateşlemeleri ve bilinçli algı arasında, resim maskeleye dışında binoküler rekabet gibi paradig-

malar üzerinden ilişki kurulduğunu keşfetti. Clinton'ın yüzü tek göze gösterildiği zaman bir "Bill Clinton hücresi" ateşleme yaptı (ama satranç tahtası resmi rakip olarak diğer göze gösterildiğinde Clinton'ın gözden kaybolmasını sağladığı için ateşleme hemen durdu).⁶¹ Clinton'ın resmi hâlâ retinada olmasına rağmen, diğer imgenin rekabeti nedeniyle öznel olarak yok oldu ve bilincin bir şeyler düzenlediği üst kortikal merkezlere ulaşma çabası başarısız oldu.

Quiroga ve çalışma arkadaşları, bilinçli ve bilinçdışı deneyimlerde ayrı ayrı ortalama olarak artık yabancı olmamız ateşleme örüntüsünün benzerini yaptılar. Bir resim ne zaman bilinçli olarak görünse, saniyenin yaklaşık üçte biri kadar sonra ön temporal hücreleri güçlü bir şekilde ateşlemeye başladı ve ateşleme uzun süre devam etti. Farklı imgeler farklı hücreleri faaliyete geçirdiği için bu akım boşalmaları sadece beyindeki uyarılmayı yansıtmıyor olamaz. Tersine, bilincin içeriğine tanık oluyoruz. Faaliyette olan ve olmayan hücrelerin örüntüsü, öznel algının içeriğine dair dahili bir kod oluşturur.

Bu bilinç kodu bariz biçimde sabittir ve tekrarlanabilir: hasta ne zaman Bill Clinton'ı düşünse aynı hücreler ateşleme yapar. Aslında hiçbir nesnel dış uyarı olmadığı durumda eski başkanın resmini sadece kafada canlandırmak bile bu hücrenin faaliyete geçmesi için yeterlidir. Ön temporal lobdaki nöronların büyük bölümü, gerçek resimler ve zihinde canlandırılan resimler için aynı seçiciliği gösterir.⁶² Bellektekilerin anımsanması da bu nöronları faaliyete geçirir. Hasta *The Simpsons* videolarından birini izlerken ateşleyen tek bir hücre, tamamen karanlık ortamdayken o filmin klibini seyrettiğini her hatırladığında yine ateşledi.

Tek tek nöronlar zihnimizde canlandırdığımız ve algıladığımız şeylerin izini sürmekle birlikte, tek bir hücrenin bilinçli

⁶¹ Kreiman, Fried ve Koch 2002. Bu araştırma, Nikos Logothetis ve Davi Leopold'un makak maymunlarda yaptığı öncü araştırmaya dayanıyor. Söz konusu araştırmada maymunlar, nöronsal akım boşalmaları kaydedilirken bilinçli algılarını bildirecek şekilde eğitildiler. *Bkz.* Leopold ve Logothetis 1996; Logothetis, Leopold ve Sheinberg 1996; Leopold ve Logothetis 1999.

⁶² Kreiman, Koch ve Fried 2000b.

düşünceyi tetiklemek için yeterli olduğu sonucuna varmak yanlış olur. Bilinçli bilgi büyük olasılıkla pek çok sayıda hücrenin arasında dağılıyor. Korteksin iletim sağlayan alanlarında her tarafa yayılmış olan milyonlarca nöronu ve görsel bir sahnenin her parçasının bu nöronlar tarafından kodlandığını düşünün. Nöronların eşzamanlı akım boşalmaları, mikroskobik beyin potansiyeli [gerilimi] oluşturur; bu potansiyel, kafatasının içine ve hatta dışına yerleştirilen klasik elektrotların bile yakalayabileceği kadar güçlüdür. Tek bir hücrenin ateşlemesi uzaktan saptanamaz, ancak bilinçli algı devasa hücre kümelerini harekete geçirdiği için görsel korteksin yayınladığı büyük elektriksel potansiyelin topografisine dayanarak kişinin bir yüz mü yoksa bina mı görmekte olduğunu az çok belirleyebiliriz.⁶³ Kişinin kısa dönem belleğinde sakladığı konum ve hatta nesne sayısı, parietal kortekste yavaş beyin dalgalarının örüntüsüne bakarak benzer şekilde saptanabilir.⁶⁴

Bilinç kodu sabit olduğu ve uzun süre varlığını sürdürdüğü için, milyonlarca nöronun ortalamasını alan kaba fMRI yöntemi bile bu kodu çözebilir. Yakın zamanda yapılan bir deneyde, hasta bir yüz ya da ev gördükten sonra ventral temporal lobun ön kısmında belirgin bir faaliyet örüntüsü ortaya çıktı ve kişinin ne gördüğünü belirlemek için yeterli oldu.⁶⁵ Bu örüntü birçok denemede sabit kalırken, bilinç dışı denemelerde bu tür tekrarlanabilir bir faaliyet ortaya çıkmaması önemlidir.

Milimetreden çok daha ufak bir boyuta küçülüp kortekse gönderildiğinizi düşünün. Burada, binlerce nöronun yaptığı akım boşalması etrafınızı sarar. Bilinçli algıyı hangi spaykın kodladığını nasıl ayırt edersiniz? Ayırt edici üç özelliği olan spayk kümelerini araştırmanız gerekirdi: zamanla *değişmeme*, farklı denemelerde *tekrar edilebilir* olma ve yüzeysel değişikliklere rağmen *sabit kalma* özelliği sayesinde içeriğin bozulmaması. Örneğin arka singulat korteks, yani orta hat parietal

⁶³ Fisch, Privman, Ramot, Harel, Nir, Kipervasser, Andelman ve diğerleri 2009.

⁶⁴ Vogel, McCollough ve Machizawa 2005; Vogel ve Machizawa 2004.

⁶⁵ Schurger, Pereira, Treisman ve Cohen 2009.

kortekste yer alan üst seviye entegrasyon alanı bu kriterleri sağlar. Görsel bir uyarının bu alanda tetiklediği nöron faaliyeti, nesne kımıldamadığı sürece gözler hareket etse bile değişmeden kalır.⁶⁶ Dahası, bu bölgedeki nöronlar dış dünyadaki nesnelerin konumuna ayak uydurur: biz etrafımıza bakarken bile nöronların ateşleme seviyesi sabittir. Bu konu hiç de önemsiz değildir, çünkü görüntünün tamamı göz hareketleri sırasında birincil görsel korteksimizin başından sonuna kadar kayar (ama yine de arka singulata vardığında imge dengelenmiş olur).

Sabit konum hücrelerinin bulunduğu arka singulat bölgesi, "konum hücrelerinin" yer aldığı parahipokampal girus (hipokampusun [beyin çıkıntısının] yanında) denilen bölgeyle yakından ilişkilidir.⁶⁷ Bir hayvan mekânda belli bir yer tuttuğu zaman (örneğin bildiğimiz bir odanın kuzey doğu köşesi) bu nöronlar ateşleme yapar. Konum hücreleri, çeşitli duysal ipuçlarına karşı son derece sabittir, hatta hayvan zifiri karanlıkta dolaşırken mekân seçici ateşlemeye devam ederler. Bu nöronların, hayvanın nerede olduğuna dair *ne düşündüğünü* bariz bir şekilde kodlaması çok ilginçtir. Bir fare zeminin, duvarların ve tavanın rengi değiştirilerek tanıdık başka bir odaya dönüştürülen mekâna "ışınlanırsa," hipokampustaki [beyin çıkıntısı] konum hücreleri bu iki yorum arasında kısa bir süre bocalar, ardından bu yanıltıcı odaya uygun ateşleme örüntüsüne alışır.⁶⁸ Bu bölgedeki nöron sinyallerinin kod çözümülemesi son derece geliştiği için, sinir hücrelerinin ortak ateşleme örüntüsüne bakarak hayvanın nerede olduğunu (ya da nerede olduğunu sandığını) söylemek mümkün hale geldi (hatta konumsal yörüngenin adeta hayali olduğu uyku sırasında bile mümkün hale geldi). Birkaç yıl içinde, düşüncelerimizin gerçek dokusunu şifreleyen benzer soyut kodların insan beyninde çözülebilir olacağını düşünmek fazla abartılı görünmüyor.

⁶⁶ Dean ve Platt 2006.

⁶⁷ Derdikman ve Moser 2010.

⁶⁸ Jezek, Henriksen, Treves, Moser ve Moser 2011.

Özet olarak nörofizyoloji, bilinçli halin gizemli kutusunu sonuna kadar açmış durumda. Bilinçli algı sırasında, belli bir resim ya da kavrama özgü olan nöron faaliyeti örüntüleri, beynin çeşitli bölgelerinde kaydedilebilir. Söz konusu hücrelerin ateşlemesi, ancak ve ancak kişinin bir resmi (gerçek ya da hayali resim olabilir) algıladığını bildirmesi halinde güçlü oluyor. Bilinçli her görsel sahnenin, kişinin o sahneyi görmesi halinde yarım saniye ya da daha uzun bir süre dengede kalan nöron faaliyetinin tekrarlanabilir örüntüsü tarafından kodlandığı anlaşıyor.

Sanrı Tetikleme

Hepsi bu kadar mı? Bilincin nöronal imleriyle ilgili araştırmamız mutlu sona erdi mi? Pek değil. Bir kıstasın daha sağlanması gerekir. Gerçek bilinç imi olarak nitelendirilebilmesi için, beyin faaliyetinin sadece ona uygun bilinçli içerik ortaya çıktığında görünmesi yetmez; aynı zamanda bu içeriğin pat diye farkına varmamıza bariz şekilde *sebepl olmalıdır*.

Beklenti çok basit: beyin faaliyetinin belli bir halini tetiklemeyi başarırırsak, buna uygun düşen zihinsel halini hatırlatmamız gerekir. *Matrix* filmindekine benzer bir uyarıcı, gün batımını son kez izlediğimizde devrelerimizde ortaya çıkan nöron ateşlemesi halinin tamamen aynısını beynimizde yeniden yaratabilirse, söz konusu gün batımını net bir şekilde gözümüzde canlandırmamız gerekir (yaşanan asıl halden ayırt edilemez olan, tam gelişmiş bir sanrı).

Beynin hallerinin bu şekilde yeniden yaratılması fazla abartılı gelebilir, ama değil; bu olgu her gece gerçekleşiyor. Rüya görürken hareketsiz yatarız, ama zihnimiz uçar. Çünkü beynimiz, kusursuz zihinsel içeriği tetikleyen organize spayk dizilerini ateşler. Farelerin uyku sırasındaki nöron kayıtlarının, hayvanın bir gün önceki yaşantısının içeriğiyle doğrudan ilişkili olan korteks ve hipokampustaki nöron örüntülerini tekrarladığı gö-

rülüyor.⁶⁹ İnsanlarda ise uyanmadan sadece birkaç saniye önce faaliyete geçen kortikal alanlara bakarak, anlatılan rüyanın içeriği önceden tahmin edilebilir.⁷⁰ Örneğin bu faaliyet yüzler konusunda uzman diye bilinen bir bölgeye odaklanırsa, rüyayı gören kişinin rüyasında başka insanları gördüğünü bildirmesi beklenir.

Bu ilginç bulgular, nöronal haller ve zihinsel haller arasında iletişim olduğunu gösteriyor (ancak hâlâ nedensellik oluşturmuyor). Bir beyin faaliyeti örüntüsünün zihinsel bir hale sebep olduğunu kanıtlamak, nörobilimcilerin karşılaştığı en zor problemlerden biridir. Aslında invaziv olmayan [müdahale gerektirmeyen] bütün yöntemlerimiz nedenselden ziyade bağıntılıdır (beyin faaliyeti ve zihinsel haller arasındaki karşılıklı ilişkinin edilgen şekilde gözlemlenmesini içerir). Ancak iki özel yöntem, zararsız ve tersinir teknikler kullanarak insan beynini güvenli bir şekilde uyarmamıza imkân tanıyor.

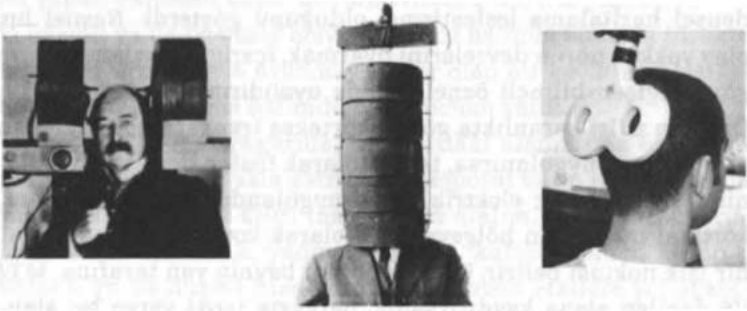
Transkranial manyetik stimülasyon (TMS) denilen teknikle, sağlıklı hastaların beynini dışarıdan harekete geçirebiliriz. Yirminci yüzyılın başında öncülüğü yapılan⁷¹ ve daha sonra modern teknolojilerin tekrar canlandığı bu teknik⁷², artık yaygın şekilde kullanılıyor (Şekil 23). Teknik şu şekilde işliyor. Bir akü bataryası, kafanın üzerine yerleştirilen bobine aniden güçlü elektrik akımı veriyor. Bu akım, kafaya nüfuz edip alttaki kortekste bulunan “en etkili noktanın” tam üzerinde elektrik akımı üreten manyetik alan yaratıyor. Güvenlik kuralları bu tekniğin zararsız olmasını garanti ediyor: sadece işitilebilir bir tık sesi ve ara sıra tatsız bir kas seğirmesi meydana geliyor. Herhangi bir normal beyin korteksinin hemen hemen her bölgesi kesin bir zamanlamayla bu şekilde uyarılabilir.

⁶⁹ Peyrache, Khamassi, Benchenane, Wiener ve Battaglia 2009; Ji ve Wilson 2007; Louie ve Wilson 2001.

⁷⁰ Horikawa, Tamaki, Miyawaki ve Kamitani 2013.

⁷¹ Thompson 1910; Magnusson ve Stevens 1911.

⁷² Barker, Jalinous ve Freeston 1985; Pascual-Leone, Walsh ve Rothwell 2000; Hallett 2000.



ŞEKİL 23. Transkranial manyetik stimülasyon, insan beyninin faaliyetine müdahale edip bilinçli bir halde değişiklik yaratmak için kullanılabilir. S. P. Thompson (1910; solda), C. E. Magnusson ve H. C. Stevens'in (1911; ortada) öncülük ettiği bu teknik günümüzde çok daha basit ve ucuz hale geldi (sağda). Manyetik alanın kısa süre uygulanması, kortekste bir akım darbesine sebep olur; bu darbe devam etmekte olan bir algıyı aksatabilir ve hatta ışık parıltısı görmek gibi görsel yanılsamalara neden olabilir. Bu tür deneyler, beyin faaliyeti ve bilinçli haller arasında nedensel bir bağlantı olduğunu kanıtlıyor.

Daha fazla konumsal hassasiyet elde etmek için, nöronlar alternatif olarak doğrudan beynin içine yerleştirilen elektrotlarla doğrudan uyarılır. Bu seçenek elbette epilepsi, Parkinson ya da hareket bozukluğu hastaları için geçerlidir; bu hastaların kafatasının içine elektrot yerleştirilerek yapılan araştırmalar giderek artıyor. Hastanın onayı alındıktan sonra, bu kablolarla dış uyarıyla eşzamanlı küçük akımlar enjekte edilebilir. Ameliyat sırasında bile elektrik akımı uygulanabilir. Beyinde ağrı alıcısı olmadığı için bu tür elektriksel uyarılar zararsızdır ve neşterden kaçınılması gereken hayati önemdeki bölgeleri saptama konusunda birçok bilgi verebilir. Dünyanın her yerindeki birçok hastane, ameliyat sırasında uygulanan bu tür esrarengiz deneyleri düzenli olarak uyguluyor. Kafatası yarı yarıya açılmış, ama tamamen uyanık olarak ameliyat masasında yatan hasta, beyninde tam istenen noktaya bir elektrot tarafından küçük miktarda elektrik enjekte edilirken neler hissettiğini tarif eder.

Bu araştırmaların sonuçları son derece değerlidir. İnsanlar ve diğer primatlar üzerinde uyarı konusunda yapılan birçok in-

celeme, nöronal haller ve bilinçli algı arasında doğrudan nedensel haritalama [eşleştirme] olduğunu gösterdi. Nesnel bir olay yokken nöron devrelerini uyararak, içeriği uyarılan devreye göre değişen bilinçli öznel bir his uyandırmak için yeterlidir. Örneğin zifiri karanlıkta görsel kortekse transkranyal manyetik stimülasyon uygulanırsa, teknik olarak fosfen denilen ışık izlenimi ortaya çıkar: elektrik akımı uygulandıktan hemen sonra, kortikal uyarı alan bölgeye bağlı olarak konumu değişen zayıf bir ışık noktası belirir. Uyarıcı bobini beynin yan tarafına, MT/V5 denilen alana kaydırırsanız, harekete tepki veren bu alandaki algı aniden değişir: denek bu durumda uçuş hareketi hissettiğini bildirir. Farklı bir alanda renk hissi uyandırmak da mümkündür.

Nöronlardan alınan kayıtlar, görsel sahnenin her parametresinin farklı bir görsel korteks alanıyla eşleştiğini uzun zaman önce kanıtladı. Oksipital korteksin farklı bölümlerindeki nöron mozaik şekli, hareket ya da renge tepki verir. Günümüzdeki uyarı çalışmaları, bu nöronların ateşlemesi ve ona karşılık gelen algı arasında nedensel ilişki olduğunu gösteriyor. Bu alanların herhangi birindeki odaklayıcı akım boşalması, herhangi bir imge olmasa bile akıma karşılık gelen bilinç parçasını uygun nitelikte parlaklık ve renkte harekete geçirebilir.

Kafatası içi elektrotlar olunca, uyarının etkileri daha da belirli olabilir.⁷³ Ventral görsel korteksin yüz bölgesinin üzerindeki bir elektrotun kıvılcımlanması, öznel olarak bir yüzün algılanmasını hemen tetikleyebilir. Uyarının ön temporal loba kaydırılması, hastanın geçmiş yaşantısındaki karmaşık hatıraları uyandırabilir. Bir hasta yanık tost kokusu aldı. Bir başka hasta, tüm enstrümanlarıyla eksiksiz bir orkestranın çaldığını gördü ve işitti. Başka hastalar daha da karmaşık ve rüya benzeri çok canlı durumlar yaşadı: hastalar doğurduklarını, bir korku filmini yaşadıklarını ya da Proust'un eserlerindeki gibi [şu anki bir olaya bağlı olarak] çocukluklarının bir dönemine döndüler. Bu deneylerin öncülüğü-

⁷³ Selimbeyoglu ve Parvizi 2010.; Parvizi, Jacques, Foster, Withoft, Ranganajan, Weiner ve Grill-Spector 2012.

nü yapan Kanadalı beyin cerrahı Wilder Penfield, yaşantımızdaki önemli ya da önemsiz olayların uyku halinde olmakla birlikte beynin uyarılmasıyla uyanmaya hazır olan bir kaydının kortikal mikrodevrelerimizde bulunduğu sonucuna vardı.

Sistematik bir araştırma, her kortikal alanın ona özel bilgi parçası sakladığını akla getiriyor. Temporal ve ön lobun altında yatan kalın korteks kılıfı insulayı ele alalım. İnsulanın uyarılması nefes alamama, yanma, sızlama, karıncalanma, hararet, bulantı ya da düşme hissi gibi çeşitli tatsız etkilere yol açabilir.⁷⁴ Elektrotu korteks yüzeyinin daha aşağısındaki subtalamik nükleus bölgesine kaydırırsak, aynı elektrik darbesi ağlama ve hıçkırma, monoton bir ses, biçimsiz vücut duruşu ve hüzünlü düşüncelerin olduğu tam bir depresyon haline hemen yol açabilir. Parietal lob bölgelerine hafifçe dokunmak, baş dönmesine ve hatta kişinin tavana kadar yükselip aşağıdaki bedenine baktığını hissettiği o garip vücudu terk etme olgusuna yol açabilir.⁷⁵

Zihinsel hayatınızın tamamen beyin faaliyetine bağlı olduğu konusunda kuşkularınız varsa, bu örneklerin kuşkularınızı yok etmesi gerekir. Beynin uyarılmasının, orgazmdan déjà vu'ya kadar hemen hemen her hisse yol açabildiği anlaşıyor. Ancak tek başına bu bulgu, bilincin nedensel mekanizmaları konusunda doğrudan bir şey söylemiyor. Uyarılan bölgede oluşan nöron faaliyeti, hemen diğer devrelere yayılarak nedensellik konusunu bulandırır. Zaten son dönemde yapılan araştırmalar, tetiklenen faaliyetin başlangıçtaki küçük kısmının bilinçdışı olduğunu gösteriyor: bilinçli hal, faaliyetin parietal korteks ve alın korteksinin farklı bölgelerine yayılması koşuluyla gerçekleşiyor.

Örneğin Fransız nörobilimci Michel Desmurget'nin kısa bir süre önce bildirdiği çarpıcı ayrışmayı ele alalım.⁷⁶ Desmurget ameliyat sırasında premotor korteksi nispeten düşük eşikte uyardığı zaman hastanın kolu hareket etti, ama hasta hiçbir şey olmadığında ısrar etti (kollarını göremedi). Tersine, Desmurget alt parietal korteksi uyardığı zaman, hasta bilinçli olarak hare-

⁷⁴ Selimbeyoglu ve Parvizi 2010.

⁷⁵ Blanke, Ortigue, Landis ve Seeck 2002.

⁷⁶ Desmurget, Reilly, Richard, Szathmari, Mottolese ve Sirigu 2009.

ket etme arzusu duyduğunu bildirdi ve akım yükseltildiğinde kolunu hareket ettirdiğine dair yemin etti (oysa bedeni tamamen hareketsiz kalmıştı).

Bu sonuçların önemli bir anlamı var: beyin devrelerinin tümü, bilinçli haller için aynı önemde değil. Periferik (çevresel) duyu ve motor devreler, herhangi bir bilinçli hal yaratmadan da faaliyete geçirilebilir. Öte yandan temporal, parietal ve alın kortekslerinin üst düzey bölgeleri, bildirilebilir olan bilinçli hallerle çok daha yakından ilişkilidir, çünkü bu bölgeleri uyarak nesnel gerçeklikle bağlantısı olmayan tamamen öznel sınırlar tetiklenebiliyor.

Bir sonraki mantıksal adım, aralarında minimum fark olan algılanmış ve algılanmamış beyin uyarıları yaratıp sonuçlar arasındaki farklılıkları incelemektir. Onlardan önce birçok bilim insanı, Londra nörobilimci Paul Taylor, Vincent Walsh ve Martin Eimer görsel fosfenler (salt kortikal faaliyetin yarattığı ışık sınırları) tetiklemek üzere birincil görsel kortekste transkranial manyetik stimülasyon kullandı.⁷⁷ Enjekte edilen akımın yoğunluğunu, hasta ışıklı noktayı bazen gördüğünü bildirene kadar zekice ayarladılar. Ayrıca uyarı başladıktan sonra deneğin EEG'sini farklı zamanlarda milisaniye bazında kaydederek, eşik seviyesindeki darbenin beynin her yerinde yarattığı faaliyeti izlemeyi başardılar

Sonuçlar çok aydınlatıcıydı. Enjekte edilen darbenin başlangıç kısmı ve bilinç arasında hiçbir ilişki yoktu. Beyin faaliyeti, deneğin gördüm ve görmedim dediği denemelerde tam 160 milisaniye boyunca aynı şekilde gelişti. Ancak bu uzun dönemin ardından eski dostumuz P3 dalgası kafa yüzeyinde ortaya çıktı ve uyarının algılandığı denemelerde algılanmadığı denemelere kıyasla çok daha güçlü yoğunlukta idi. Sadece her zamankine kıyasla daha erken (yaklaşık 200 milisaniye önce) ortaya çıktı: manyetik darbe, dış ortamdaki ışığın tersine, görme işleminin başlangıçtaki gelişme aşamalarını atlayarak bilinçli erişim süresini saniyenin onda biri kadar kısaltmış oldu.

⁷⁷ Taylor, Walsh ve Eimer 2010.

Beynin uyarılması, dolayısıyla kortikal faaliyet ile bilinçli haller arasında nedensel bir ilişki olduğunu kanıtlıyor. Görsel kortekse gönderilen bir uyarı darbesi, zifiri karanlıkta bile bir şey görülmesine neden olabilir. Ancak bu ilişki dolaylıdır: bölgesel faaliyet, bilinçli algı yaratmaya yetmez; tetiklenen faaliyet, bilince ulaşmadan önce beynin farklı bölgelerine gönderilmelidir. Faaliyet üst kortikal merkezlere dağılıp yaygın bir beyin ağı oluşturduğu zaman, bilinçli algıya neden olan şeyin yine ateşleme dizisinin gecikmeli kısmı olduğu anlaşılıyor. Nöron faaliyeti, bu bilinçli beyin ağının oluşumu sırasında kortekste genel olarak dolaşüyor ve sık sık duyusal alanlara geri dönüyor ve dolayısıyla algılanan bir resmin nöronal parçacıklarını birbirine bağlıyor. İşte ancak o zaman “görme” hali gerçekleşiyor.

Bilinci Yok Etmek

Bilinçli algı yaratabiliyorsak, aynı zamanda bu algıyı yok edebilir miyiz? Bütün bilinçli hallere sebep olan şeyin bütünsel beyin ağındaki geç faaliyet olduğunu varsayarsak, bu faaliyete yapılan bir müdahalenin bilinçli algıyı yok etmesi gerekir. Deney, kavram olarak yine basit. Deneğe önce normal bilinçli algı eşiğinin epey üzerinde bulunan görünür bir uyarı göster, sonra bilinci destekleyen gecikmeli uzun mesafe ağına elektrik vermek için akım darbesi kullan. Deneğin, hiçbir uyarı olmadığını (herhangi bir şey gördüğünün farkına varmadığını) ifade etmesi gerekir. Ya da bu darbenin, nöron faaliyetinin bütünsel haline elektrik vermekle kalmayıp yerine bir başkasını koyduğunu düşünün. Bu durumda denek, yeni nöronal hale eklenmiş olan içeriğin bilincine vardığını bildirmelidir.

Anlattığımız şey bilimkurguyu andırsa da, bu deneyin kayda değer başarı gösteren birçok çeşitlemesi uygulanmış durumda. Deneyin bir uyarlamasında, rasgele seçilen iki farklı anda beynin iki farklı bölgesine akım gönderebilen ikili transkranyal manyetik stimülatör kullanıldı. Yöntem basit: önce MT/V5 hareket bölgesini elektrik akımı darbesiyle uyar; bu elektrik akımı boşalmasının kendiliğinden görsel hareket duygusu uyandırıp

uyandırmadığını kontrol et; ardından, örneğin birincil görsel kortekse ikinci bir akım darbesi gönder. İlginç ama işe yarıyor: ikinci darbe, ilk darbenin tetiklemeyi başardığı bilinçli görme hissini yok ediyor. Bu sonuç, ilk darbenin bilinçli hal yaratmada kendiliğinden başarısız olduğunu kanıtlıyor: tetiklenen faaliyet, bilinçli şekilde algılanmadan önce birincil görsel kortekse geri dönmelidir.⁷⁸ Bilinç döngülerde yaşar: nöron faaliyetini yansıtmak, kortikal bağlantılarımızın ağında dolaştırmak, bilinçli hallere sebep olur.

Daha ilginç olan şey, kortikal uyarının özgün illüzyonlar yaratmak üzere gerçek görsel imgelerle birleştirilebilmesidir. Örneğin bir resmi çok kısa süre gösterdikten sonra görsel korteksi saniyenin beşte biri kadar uyarmak, bu resmin bilinçte tekrar gösterilmesini tetikleyebilir: deneyin resmi ikinci kez gördüğünü bildirmesi, ilk gösterimden 200 milisaniye sonra resmin kalıntılarının hâlâ görsel kortekste beklediğini doğruluyor.⁷⁹ Bu etki, özellikle kişiye resmi hafızasında tutması söylendiği zaman güçlüdür. Bu sonuçlar, bir imgeyi aklımızda tuttuğumuz zaman, beynimizin o imgeyi görsel korteksteki nöronların ateşlemesi içinde ve eşik altı seviyede gerçekten canlı tuttuğunu, bir uyarı darbesiyle bu imgenin tekrar görünebileceğini düşündürüyor.⁸⁰

Bilinçli dünyamızı yaratan beyin ağı ne kadar bütünsel? Hollandalı nörofizyolog Viktor Lamme'ye göre, iki alanın yerel döngü oluşturup A alanının B ile konuşması ve B alanının A'ya cevap vermesi, bir bilinç formunu tetiklemek için yeterlidir.⁸¹ Böyle bir döngü, faaliyeti yansıtarak "tekrarlayan işleme" sebep olur, yani tam da bilginin kaynaklandığı devreye bilgiyi tekrar enjekte eder. Lamme, "Hatta bilinci, yinelenen işlem diye tanımlayabilirdik," diye yazıyor.⁸² Lamme'ye göre her nöron döngüsünde ufak bir farkındalık parçası saklıdır. Ancak bu bakış açısının doğruluğundan kuşkuluyum. Korteksimiz kapalı

⁷⁸ Silvano, Lavie ve Walsh 2005; Silvano, Cowey, Lavie ve Walsh 2005.

⁷⁹ Halelamien, Wu ve Shimojo 2007.

⁸⁰ Silvano ve Cattaneo 2010.

⁸¹ Lamme ve Roelfsema 2000.

⁸² Lamme 2006.

devrelerle doludur: nöronlar, milimetre boyutundaki yerel mikrovirelerden santimetreye varan bütünsel ana yollara kadar her ölçekte karşılıklı haberleşir. Bu devrelerden her birinin, hatta en küçüğünün bile bir bilinç parçası yaratmak için yeterli olması gerçekten şaşırtıcı olurdu.⁸³ Yansıtılan faaliyet bilinçli haller için gerekli olmakla birlikte yeterli koşul değildir şeklindeki bakış açısı bence daha mantıklı. Sadece alın ve parietal bölgelerde bilinç parçası yaratan uzun mesafe döngüler bilinç kodunu yaratırdı.

Yerel kısa döngülerin rolü ne olurdu? Bir sahnenin çok sayıda parçasını birleştirdiğimiz erken *bilinçdışı* görsel işlemler sırasında, söz konusu döngüler herhalde kaçınılmaz olurdu.⁸⁴ Görsel nöronlar, çok küçük alıcı alanlarıyla imgenin bütünsel özelliklerini, örneğin büyük bir gölgenin varlığını (Şekil 10'da görünen gölge illüzyonundaki gibi) hemen kavrayamaz. Bu tür bütünsel özellikler saptanmadan önce birçok nöron arasında karşılıklı etkileşim olması gerekir.⁸⁵

Bu durumda bilinci tetikleyen şey yerel döngüler mi, yoksa bütünsel döngüler midir? Bazı bilimciler, anestezi altındayken kayboldukları için yerel döngüleri savunuyor,⁸⁶ ancak böyle bir kanıt yeterli değildir: beyin anesteziye yatırıldığında yok olan ilk özelliklerden biri yansıyan faaliyettir, ancak bu durum bilinç kaybının kanıtı değil bir sonucudur.

Beyni uyarmanın daha hassas bir tekniğini kullanarak beynin faaliyetine müdahale etmek ise başka bir konu. Görsel bir imgenin çok kısa süre gösterilmesinin ardından, yaklaşık 60 milisaniye sonra birincil görsel korteksteki kısa mesafe döngülere elektrik vermek bilinçli algıyı etkiler, ancak aynı uyarı *bilinçdışı* işlemi de ciddi şekilde aksatır.⁸⁷ Kör görüşü, yani eşik altı görsel bilgi hakkında olasılık seviyesinin üzerinde değerlendirme yap-

⁸³ Zeki 2003 aşında "bilinç kopukluğu" kuramını savunuyor ve her beyin bölgesinin farklı bir "mikro-bilinç" formu kodladığı yorumunu getiriyor.

⁸⁴ Edelman 1987; Sporns, Tononi ve Edelman 1991.

⁸⁵ Lamme ve Roelfsema 2000; Roelfsema 2005.

⁸⁶ Lamme, Zipser ve Spekreijse 1998; Pack ve Born 2001.

⁸⁷ Koivisto, Railo ve Salminen-Vaparanta 2010; Koivisto, Mantyla ve Silvano 2010.

ma kapasitesi, bilinçli görme yeteneğiyle birlikte yok edilir. Bu gözlem, yerel kortikal işlemin başlangıç aşamalarının, faaliyet yerel döngülerde dolaştığı sırada sadece bilinçli algıyla ilişkili olmadığını düşündürüyor. Bilinçdışı işlemlere karşılık gelen bu aşamalar beyni uygun rotaya sokuyor; bu rota çok daha sonra bilinçli algıyla sonuçlanacaktır.

Benim bakış açım doğruysa, bilinçli değerlendirme parietal korteks ve alın korteksinin birden fazla senkronize bölgesindeki geç faaliyetinden kaynaklanıyor (dolayısıyla bu bölgelere elektrik vermenin büyük bir etkisi olmalı). Normal deneklerde beyin faaliyetine müdahale etmek için TMS kullanarak yapılan çok çeşitli çalışmalar, parietal ya da alın korteksin uyarılmasının geçici görünmezlik yarattığını artık gerçekten kanıtladı. Uyarı sırasında resimleri geçici olarak görünmez kılan maskeleme ve istem dışı körlük gibi tüm görsel koşullar, sol ya da sağ parietal bölge kısa süre engellenerek, fazlasıyla iyileştirilebilir.⁸⁸ Örneğin belirsiz ama görünür olan renkli bir leke, parietal bölge engellendiği zaman gözden kaybolur.⁸⁹

En dikkat çekici çalışma, o dönem Oxford Üniversitesinde olan Hakwan Lau ve ekibi tarafından gerçekleştirildi. Bu çalışmada sol ve sağ alın bölgelerinin ikisi de geçici olarak bozuldu.⁹⁰ Arka yan alın lobunun önce sol sonra sağ tarafı, 20

⁸⁸ Değişime karşı körlük için bkz. Beck, Muggleton, Walsh ve Lavie 2006. Binoküler rekabet için bkz. Carmel, Walsh, Lavie ve Rees 2010. İstem dışı körlük için bkz. Babiloni, Vecchio, Rossi, De Capua, Bartalini, Ulivelli ve Rossini 2007. Dikkatten kaçma için bkz. Kihara, Ikeda, Matsuyoshi, Hirose, Mima, Fukuyama ve Osaka 2010.

⁸⁹ Kanai, Muggleton ve Walsh 2008.

⁹⁰ Rounis, Maniscalco, Rothwell, Passingham ve Lau 2010. Benim görüşüme göre Rounis, Maniscalco, Rothwell, Passingham ve Lau'nun 2010 kullandığı tekrarlı, yoğun ve iki yönlü uyarıdan (güvenli olduğu görünen odaklayıcı tek darbe uyarının tersi) kaçınmak gerekir. Bu tür uyarının etkisinin bir saat içinde geçtiği varsayılrsa da, psikiyatristler depresyonda bir aylık gerileme elde etmek için tekrarlı transkranyal stimülasyonu uzun dönem rutin olarak uyguluyor, bu da beyin anatomisinde uzun dönemli saptanabilir değişikliklere yol açıyor; örneğin May, Hajak, Ganssbauer, Steffens, Langguth, Kleinjung ve Eichhammer, 2007. Şu anki bilgilerimize dayanarak, benim beynime aynı şeyi yapmalarına izin vermezdim.

saniyelik kısa dönemler halinde gruplanmış 600 darbeyle bombardımana tutuldu. Bu paradigmaya "teta patlaması" denir, çünkü akım darbeleri özellikle teta ritmini (saniyede 5 çevrim) bozacak şekilde düzenlenir; korteksin uzun mesafelere mesaj ilettiği frekanslar arasında tercih edilen bir frekanstır. İki yönlü teta patlaması uyarısının etkisi gerçek lobotomiye denktir ve uzun sürelidir: alın lobları yaklaşık yirmi dakika baskılanır ve deneyi yapan kişilere algı üzerindeki etkisini değerlendirmek için bol vakit verir.

Sonuçlar belirgin değildi. Nesnel olarak hiçbir şey değişmedi: uyuşturulan denekler, gösterilen şeklin ne olduğuna (bilinçli algı eşiğine yakın gösterilmiş eşkenar dörtgen ya da kare) karar verirken hemen hemen aynı performansı göstermeye devam ettiler. Ancak deneklerin öznel bildirimleri başka bir hikâye anlattı. Denekler, yargılarına olan güvenlerini dakikalarca kaybetti. Uyarıyı ne kadar sağlıklı algıladıklarını değerlendiremeyecek hale gelip, görme yeteneklerinin artık güvenilmez olduğu gibi öznel bir hisse kapıldılar. Filozofun zombisi gibi sağlıklı algılayıp sağlıklı hareket ettiler, ama ne kadar başarılı oldukları konusunda normal sezgileri yoktu.

Elektrik verilmeden önce, deneklerin uyarının görünürlüğü-nü değerlendirmesi ve nesnel performansı birbirine uygundu: herkes gibi, uyarıyı görebildiklerini hissettikleri zaman uyarının şeklini neredeyse kusursuz doğrulukta tanımlayabildiler, şekillerin görünmez olduğunu hissettikleri zaman verdikleri yanıtlarsa özünde rasgeleydi. Ancak geçici lobotomi sırasında bu ilişki kayboldu. Deneklerin öznel bildirimlerinin gerçek davranışlarıyla ilişkisiz hale gelmesi oldukça şaşırtıcıydı. *Kör bakışının* (öznel algı ve nesnel davranış arasındaki ayrışma) tam olarak tanıımı budur. Genellikle ağır beyin lezyonlarıyla ilişkilendirilen bu durum, sol ve sağ ön lobların çalışmasına müdahale ederek herhangi bir normal beyinde de artık gerçekleştirilebildi. Bu bölgelerin, bilincin kortikal döngülerinde nedensel rolü olduğu açıkça görülüyor.

Düşünen Bir Şey

Peki, ben o zaman neyim? Düşünen bir şey. Düşünen bir şey nedir? Kuşku duyan, anlayan, doğrulayan, arzulayan, isteyen, reddeden, aynı zamanda hayal kuran ve hissedenden bir şeydir.

—René Descartes, *Meditation II* (1641 – 2. Meditasyon)

Bütün kanıtlar bir araya gelince, kaçınılmaz olarak indirgemeci bir sonuca varıyoruz. Orkestra sesinden yanık tost kokusuna kadar tüm bilinçli hallerimizin kaynağı aynıdır: tekrarlanabilir nöronal imleri olan devasa serebral devrelerin faaliyeti. Bilinçli algı sırasında, nöron grupları koordineli bir şekilde önce yerel uzman bölgelerde ve sonra korteksin geniş alanlarında ateşlemeye başlar. Sonunda alın ve parietal loblarının büyük bölümünü işgal eder ve bu sırada başlangıçtaki duyuusal bölgelerle sıkı sıkıya senkronizedir. İşte tam bu noktada, uygun beyin ağının aniden ateşleme yaptığı yerde bilinçli farkındalığın ortaya çıktığı anlaşılıyor.

Bu bölümde, güvenilir en az dört bilinç imi (deneğin bilinçli algılama yapıp yapmadığını ortaya koyan fizyolojik gösterge) keşfettik. Birincisi bilinçli bir uyarı, parietal ve alın devrelerinde ani ateşlemeye yol açan yoğun bir nöron faaliyetine sebep olur. İkincisi uyarının ardından saniyenin üçte biri kadar bir süre sonra ortaya çıkan ve P3 dalgası denilen yavaş bir dalga, EEG’de bilinçli erişime eşlik eder. Üçüncüsü bilinç ateşlemesi aynı zamanda gecikmiş bir yüksek frekanslı salınım patlamasını aniden tetikler. Son olarak birçok bölge, iki yönlü ve senkronize mesajları korteks üzerinden uzun mesafede takas ederek bütünsel beyin ağı oluşturur.

Bu olaylardan bir ya da birkaçı, lokomotifteki buharlı düdüğe benzer şekilde bilincin bir epifenomeni [ikincil semptom ya da yan etki] olabilir (sistemik olarak bilince eşlik eder, ama hiçbir katkısı yoktur). Nörobilimin yöntemlerini kullanarak nedenselliğe ulaşmak hâlâ zor. Ancak birçok öncü deney, üst seviye kortikal devre sistemine müdahale ederek, bilinçdışı işleme zarar vermeden öznel algının bozulabileceğini göstermeye başladı. Uyarımayla ilgili diğer deneyler, hayali ışık noktaları ya

da aykırı vücut hareketi hissi gibi sanrıları tetiklemiştir. Bu çalışmalar bilinçli halin tam bir resmini ortaya çıkaracak kadar gelişmiş olmasa da, nöronların elektriksel faaliyetinin bir zihin haline sebep olabileceğine ya da aynı şekilde var olan bir zihin halini kolayca yok edebileceğine dair hiçbir kuşku bırakmıyor.

Biz nörobilimciler kural olarak, *Matrix* filminde güçlü bir şekilde gösterilen filozofun "tanktaki beyin" düşünce inanırız. Uygun nöronları uyarıp diğerlerini susturarak, insanların her zaman üzerinde düşündüğü sayısız öznel halin sanrılarını herhangi bir anda yeniden yaratabilmemiz gerekir. Nöron çığlarının zihinsel senfonilere yol açması gerekir.

Teknoloji, Wachowski kardeşlerin gördüğü düşün şu an için çok çok gerisinde. Korteks yüzeyinde doğru şekilde resmedilmesi gereken milyarlarca nöronu henüz kontrol edemiyoruz. Bu resim, işlek bir Şikago sokağının ya da Bahama adalarında gün batımının resmine denktir. Ama bunun gibi düşler her zaman ulaşılmaz mıdır? Bu konuda iddiaya girmezdim. Kör, felçli ya da Parkinson hastalarının fonksiyonlarını düzeltme ihtiyacının harekete geçirdiği çağdaş biyomühendislerin el attığı nöroteknolojiler hızla geliyor. Binlerce elektrotlu silikon yongalar günümüzde deney hayvanlarının korteksine aşılabilir ve beyin-bilgisayar arabirimlerinin bant genişliğini ciddi şekilde artırıyor.

Nöronları elektrik akımı yerine ışıkla yönlendiren büyüleyici teknik optogenetikteki son büyük gelişmeler daha da heyecan verici. Bu tekniğin özü "opsinlerin," yani algilerde [su yosunu] ve bakterilerde bulunan, ışıktaki fotonları elektrik sinyaline (nöronun temel sirkülasyonuna) dönüştüren ve ışığa hassas moleküllerin bulunduğu keşfedilmesidir. Opsin genleri biliniyor ve özellikleri genetik olarak tasarlanabilir. Bu genleri taşıyan virüs hayvanın beynine enjekte etmek ve etkisini tam olarak belirli bir nöron alt kümesiyle sınırlandırmak, beynin alet çantasına yeni fotoreseptörler [ışık alıcılar] eklemeyi mümkün kıldı. Korteksin derinliklerinde, normal olarak ışığa duyarsız karanlık yerlerde ani bir lazer ışıltısı, milisaniye hassasiyette nöronal spayk seli tetikler.

Nörobilimciler, seçilen herhangi bir beyin devresini optogenetik kullanarak faaliyete geçirebilir ya da engelleyebilir.⁹¹ Bu teknik, hipotalamusu uyararak uyuyan bir fareyi uyandırmak için bile kullanıldı.⁹² Beyin faaliyetinin daha farklılaşmış hallerini tetiklemeyi çok geçmeden başarmamız (ve dolayısıyla apaçık bir bilinç anlayışını yeniden yaratmamız) gerekir. Bizi izlemeye devam edin, çünkü önümüzdeki on yıl içinde zihinsel yaşantımızı destekleyen nöronal kodla ilgili yeni ve önemli anlayışlar ortaya çıkacak gibi gözüküyor.

⁹¹ Carlen, Meletis, Siegle, Cardin, Futai, Vierling-Claassen, Ruhlmann ve diğerleri 2011; Cardin, Carlen, Meletis, Knoblich, Zhang, Deisseroth, Tsai ve Moore 2009.

⁹² Adamantidis, Zhang, Aravanis, Deisseroth ve de Lecea 2007.

BİLİNÇ TEORİSİ OLUŞTURMAK

Bilinçli işlem imlerini keşfettik, ama bu ne demek? Neden imler oluşuyor? Öznel iç gözlemin nesnel ölçümlerle ne şekilde bağlantılı olduğunu açıklamak için bir teoriye ihtiyaç duyduğumuz noktaya geldik. Bu bölümde "bütünsel nöron çalışma alanı" varsayımını, bilincin anlaşılır olması için laboratuvarımda harcanan on beş yıllık çabayı sunuyorum. Öneri çok basit: bilinç, beyin çapında bilgi paylaşımıdır. İnsan beyni, ilgili bilgiyi seçip beyinde yaymak üzere özellikle alın korteksinde uzun mesafeli ağlar geliştirmiştir. Bilinç, dikkatimizi belli bir bilgi parçasına verip bu bilgiyi söz konusu yayın sisteminde faal tutmamıza olanak sağlayan evrimleşmiş bir cihazdır. Bilgi, bilinçli hale geldikten sonra mevcut hedeflerimiz uyarınca esnek bir şekilde diğer alanlara yönlendirilebilir. İşte bu yüzden bilinci adlandırabilir, değerlendirme yapabilir ya da geleceği planlamak için kullanabiliriz. Nöronal ağların bilgisayar simülasyonları, deneysel beyin kayıtlarında gördüğümüz imleri tam olarak bütünsel nöron çalışma alanı varsayımının yarattığını gösteriyor. Bu varsayım aynı zamanda, muazzam miktardaki bilginin neden bilincimize ulaşmadan kaldığını açıklayabilir.

İnsan faaliyetlerini ve tutkularını... sanki çizgiler, yüzeyler ve üç boyutlularla ilgilendiğim gibi ele alacağım.

—Baruch Spinoza, *Ethics* [Ethica] (1677)

Bilinç imlerinin keşfi büyük bir ilerlemedir, ama bu beyin dalları ve nöron spaykları bilincin ne olduğunu ya da neden gerçekleştiğini halâ açıklamıyor. Geç nöron ateşlemesi, kortikal ateşleme ve beyin ölçeğinde eşzamanlılığın neden öznel zihin hali yaratması gerekir? Bu beyin olayları karmaşık da olsa, zihnin bir haline nasıl yol açıyor? Beynin V4 alanındaki nöronların ateşlemesi neden renk algısı yaratsın ve V5 alanındakiler neden

hareket hissi yaratsın? Nörobilim, beyin faaliyeti ve zihinsel yaşam arasında birçok deneysel karşılıklılık tanımlamış olsa da, beyin ve zihin arasındaki büyük kavramsal ayrılığın her zaman-
kinden fazla olduğu görünüyor.

Net bir teorinin olmadığı koşullarda, bilincin karşılıklı nöronal ilişkileri hakkındaki çağdaş araştırma, Descartes'ın beyin epifizi ruhun yuvasıdır şeklindeki kadim önerisi kadar anlamsız görünebilir. Bu varsayım, bilinç teorisinin çözmesi beklenen şu sezgisel ayrımı savunduğu için kusurlu görünüyor: nöronal olan ve zihinsel olan, tamamen farklı dünyalara aittir. Bu iki alan arasındaki sistematik ilişkinin sadece gözlemlenmesi yeterli olamaz. Gerekli olan şey ilişkilendiren teorik bir çatı, zihinsel olayların beyin faaliyeti örüntüleriyle ne şekilde bağlantı kurduğunu etraflıca açıklayan ve birleştiren bir dizi yasadır.

Çağdaş nörobilimcilerin kafasını karıştıran bilmece, fizikçilerin on dokuzuncu ve yirminci yüzyıllarda çözdüklerinden pek farklı değildir. Eski fizikçiler, sıradan maddenin makroskobik özelliklerinin, sadece atomların dizilişinden nasıl kaynaklandığını merak ettiler. Tamamen boşluktan ibaret olan ve birkaç karbon, oksijen ve hidrojen atomundan başka bir şey barındırmayan bir masanın sağlamlığı nereden kaynaklanıyor? Sıvı nedir? Katı nedir? Kristal nedir? Gaz nedir? Yanan alev nedir? Bunları şekilleri ve diğer maddi özellikleri nasıl oluyor da gevşek atom dokusundan kaynaklanıyor? Bu soruların cevaplandırılması, maddenin bileşenlerinin parçalar halinde incelenmesini gerektirdi, ama aşağıdan yukarıya doğru yapılan bu analiz yeterli olmadı: sentetik matematiksel bir teoriye ihtiyaç vardı. İlk kez James Clerk Maxwell ve Ludwig Boltzmann tarafından oluşturulan gazların kinetik teorisi, basınç ve sıcaklığın makroskobik değişkenlerinin gazdaki atomların hareketinden kaynaklandığını mükemmel şekilde açıkladı. Bu teori, maddenin matematiksel modeller zincirinin ilk halkasıydı (kullandığımız yapıştırıcıyı ve sabun köpüğünü, kahve makinesinde süzülen suyu ve o uzak güneşteki plazmayı açıklayan indirgemeci zincir).

Şimdi de beyin ve zihin arasındaki uçurumu kapatmak için benzer teorik çaba gerekiyor. Hiçbir deney, insan beynindeki

yüz milyarlarca nöronun bilinçli algı anında nasıl ateşlendiğini göstermeyecektir. Zihinsel olanın nöronal olana nasıl indirgendiğini sadece matematik teorisi açıklayabilir. Nörobilimin, Maxwell-Boltzmann gaz teorisine benzer şekilde bir alanı diğerleriyle ilişkilendiren bir dizi köprü yasasına ihtiyacı var. Kolay iş değil: beyindeki “yoğun madde,” belki de dünyanın en karmaşık nesnesidir. Beyin modeli, gazın basit yapısını anlamaktan farklı olarak iç içe düzeylerde birçok açıklama gerektirecektir. Rus Matruşka bebekler gibi baş döndüren bir dizilişi olan bilme yetisi, zihinsel rutinlerin ya da işlemcilerin karmaşık düzenlenişinden kaynaklanır; düzinelerce hücre çeşidinden oluşan bu rutin ya da işlemcilerin her biri, beynin her yanına dağılan devreler tarafından uygulanır. On binlerce sinapsı olan tek bir nöron bile asırlarca sürececek model çalışması gerektirecek olan hareket halindeki moleküller evrenidir.

Bütün bu zorluklara karşı, çalışma arkadaşlarım Jean-Pierre Changeux, Lionel Naccache ve ben, son on beş yılda bu boşluğu doldurmaya başladık. Özel bir bilinç teorisi olan “bütünsel nöron çalışma alanını” kısaca tarif ettik. Bu teori, altmış yıllık psikolojik modellemenin yoğun bir sentezidir. Bu bölümde, kursuz matematik yasaları henüz ufukta görünmemekle birlikte, bilincin doğasına dair bazı belirtiler bulduğumuz konusunda, bilincin koordineli beyin faaliyetinden nasıl kaynaklandığı ve deneylerimizde gördüğümüz imleri neden gösterdiği konusunda sizi ikna etmeyi umuyorum.

Bilinç, Bütünsel Bilgi Paylaşımıdır

Bilinçli zihnin temelinde ne tür bir bilgi işlem mimarisi var? Bu mimarinin varlık sebebi, beynin bilgi tabanlı ekonomisindeki fonksiyonel rolü ne? Benim önerim kısa ve öz ifade edilebilir.¹

¹ Dehaene, Kerszberg ve Changeux 1998; Dehaene, Changeux, Naccache, Sackur ve Sergent 2006; Dehaene and Naccache 2001. Bütünsel nöron çalışma alanı teorisi, ilk kez Bernard Baars'ın yaratıcı kitabında sunulan daha eski “bütünsel çalışma alanı” teorisine dayanıyor: Baars 1989. Çalışma arkadaşlarım ve ben, bu teoriyi nöronlarla ilgili olarak geliştirdik. Bu teörinin uygulanmasında uzun mesafeli

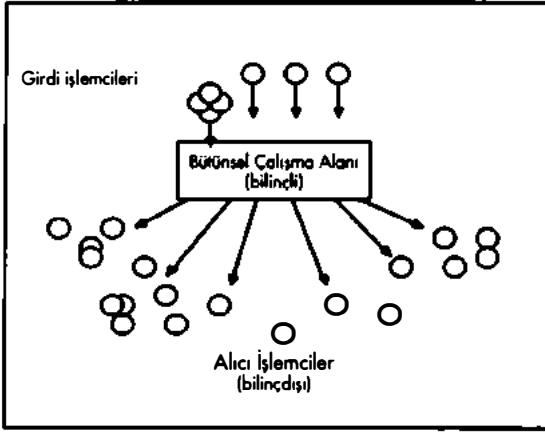
Belli bir bilgi parçasının farkında olduğumuzu söylerken şunu demek istiyoruz: beynin kalan bölümünün bu bilgiye erişebilmesi için, bilgi özel bir depolama alanına girmiştir. Beynimizi bilinçdışı sürekli tarayan milyonlarca zihinsel temsil arasından, mevcut hedeflerimize uygunluğu nedeniyle biri seçilir. Bilinç bu temsili, bütünsel olarak bütün üst seviye karar sistemlerimizin kullanımına sunar. Uygun bilgiyi çekip çıkarmak ve dağıtmak için zihinsel yönlendiricimiz, evrimleşmiş mimarımız var. Psikolog Bernard Baars buna "bütünsel çalışma alanı" diyor: bu da kişisel zihinsel imgelerimizin özgürce aklımıza gelmesine ve zihnin uzmanlaşmış çok çeşitli işlemci dizinlerine dağıtmamıza olanak sağlayan, dış dünyadan yalıtılmış bir iç sistem oluyor (Şekil 24).

Bu teoriye göre bilinç, beyin çapında bilgi paylaşımıdır. Bilincine vardığımız herhangi bir şeyi, ona karşılık gelen uyarı dış dünyada yok olduktan uzun zaman sonra zihnimizde tutabiliriz. Çünkü beynimiz uyarıyı çalışma alanına getirmiştir; çalışma alanı, uyarıyı ilk kez algıladığımız yer ve zamandan bağımsız olarak muhafaza eder. Sonuç olarak bu uyarıyı istediğimiz şekilde kullanabiliriz. Özellikle dil işlemcilerimize gönderip adlandırabiliriz; bildirim yeteneği işte bu yüzden bilinçli halin temel bir özelliğidir. Ama aynı zamanda uzun süreli bellekte depolayabilir ya da varsa geleceğe yönelik planlarımızda kullanabiliriz. Bilginin esnek yayılmasının, bilinç halinin karakteristik bir özelliği olduğunu savunuyorum.

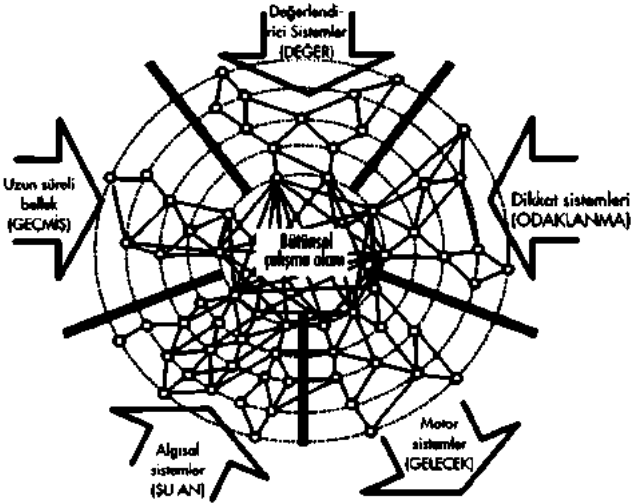
Çalışma alanı fikri, dikkat ve bilinç psikolojisine ait birçok eski önermenin bir sentezidir. Fransız filozof Hippolyte Taine, daha 1870 yılında "bilinç sahnesi" benzetmesini ortaya attı.² Bilinçli zihnin, tek bir oyuncunun sesini duymamıza izin veren dar bir sahneye benzediğini açıkladı:

kortikal ağların önemli rolü olduğunu özellikle öne sürerek nöronlarla ilgili terimlerle ayrıntılı olarak anlattık: Dehaene, Kerszberg ve Changeux 1998.

² Taine 1870.



Dehaene ve Changeux, 1998



ŞEKİL 24. Bütünsel nöronal çalışma alanı teorisine göre, yaşadığımız bilinç olayı, bilginin bütünsel paylaşımıdır. Beyin, her biri tek bir işlem tipinde uzmanlaşmış olan düzinelerce yerel işlemci (Şekilde dairelerle gösteriliyor) içerir. Özel bir iletişim sistemi olan "bütünsel çalışma alanı," bu işlemcilerin esnek bilgi paylaşımına imkân sağlar. Çalışma alanı herhangi bir anda işlemcilerin bir alt kümesini seçer, onların kodladığı bilginin uyumlu temsilini oluşturur, isteğe bağlı bir süre akılda tutup diğer işlemcilerden herhangi birine geri gönderir. Çalışma alanına ulaşan her bilgi parçası bilinçli hale gelir.

İnsan zihnini tiyatro sahnesiyle karşılaştırabilirsiniz: yer ışıklarının olduğu alan çok dardır, ama arkaya gittikçe genişler. Yer ışıkları hizasında birden fazla oyuncuya yer yoktur... Kişi yer ışıklarından uzaklaştıkça, ışığa daha uzak oldukları için gittikçe silikleşen diğer figürler vardır. Bu grupların ötesinde, kuliste ve tüm arka planda, beklenmedik bir çağrının öne çıkarabileceği ve hatta doğrudan yer ışıklarının menziline sokabileceği sayısız karanlık şekil bulunur. Antik bir projektörden yansıyan görüntünün gözümüzün önünden akıp gitmesi gibi, her türlü oyuncunun bulunduğu kalabalık arasından koro şefini ortaya çıkarmak üzere sürekli tanımsız evrimler gerçekleşir.

Taine'nin Freud'tan onlarca yıl önce ortaya attığı mecaz, tek bir ögenin farkına vardığımız sırada zihnimizin muazzam çeşitlilikte bilinçdışı işlemci kapsadığını ifade etti. Tek kişilik bir gösteri için bu ne muazzam destek kadro! Bilincimizin herhangi bir andaki içeriği, sahne arkasında gözlerden uzak sergilenen bir bale gibi sayısız gizli operasyondan kaynaklanır.

Filozof Daniel Dennett "homunkulus yanılgısına" [beyindeki küçük adamlar] yol açabilecek olan tiyatro alegorisine temkinli yaklaşın diyor.³ Bilinç sahneyse izleyici kim oluyor? "İzleyicilerin" küçücük beyinleri ve onların da mini sahneleri mi var? O zaman mini sahneleri kim izliyor? Disney filmlerini andıran, beynimizde dikilip ekranlarımıza dikkatle bakarak davranışlarımızı yöneten bu homunkulus fantezisine sürekli karşı koymak gerekir. İçimize bakan bir "ben" yoktur. "Ben," sahnenin kendisidir. İzleyicinin zekâsını eleyip yerine algoritmik yapıya sahip net işlemler koyarsak, sahne benzetmesinin hiçbir sakıncası yok. Dennett'in garip bir ifadeyle belirttiği gibi, "İşi kotaracak salaklar ordusu organize edilerek, hayali homunkulus taslaktan dışarı atılır."⁴

Bernard Baars'ın çalışma alanı modeli homunkulusu eliyor. Bütünsel çalışma alanı izleyicisi kafadaki küçük adam değildir, ama her biri kendi yeteneğine bağlı olarak yayınlanan mesa-

³ Dennett 1991.

⁴ Dennett 1978.

jı alıp buna göre davranan diğer bilinçdışı işlemcilerin toplamıdır. Ortak zekâ, uygun oldukları için seçilmiş olan mesajların sınırsız takasından kaynaklanır. Bu fikir yeni değil (yapay zekânın başlangıcına kadar, bir başka deyişle altyordamların paylaşılan “karatahta” üzerinden, yani kişisel bilgisayardaki “not panosu” benzeri ortak veri yapısı üzerinden veri alışverişi yapabileceğinin araştırmacılar tarafından öne sürüldüğü tarihe kadar gidiyor). Bilinç çalışma alanı, zihnin not panosudur.

Taine’in aynı anda bir oyuncudan fazlasına yer bırakmayan ufacık, dar sahnesi, çok eskilere dayanan başka bir fikri canlı bir şekilde örnek gösteriyor: sınırlı kapasiteli bir sistemden kaynaklanan bilinç, her defasında tek bir düşünceyle uğraşır. İngiliz psikolog Donald Broadbent, II. Dünya Savaşı sırasında yeni ortaya çıkan bilgi ve programlama teorisinden ödünç aldığı daha iyi bir benzetme geliştirdi.⁵ Uçak pilotlarını inceleyen Broadbent, iki farklı konuşmadan biri bir kulağa diğeri öteki kulağa geldiğinde, eğitilmiş olmalarına rağmen dinlemede zorlandıklarını fark etti. Broadbent, bilinçli algının “sınırlı kapasiteli kanal” (her defasında sadece bir ögeyi işleyen yavaşlatıcı bir darboğaz) içermesi gerektiği kanısına vardı. 2. Bölümde gördüğümüz dikkatten kaçma ve psikolojik tepkisiz dönemin keşfedilmesi bu düşünceye güç kattı: bir öge dikkatimizi çektiği sırada diğer unsurlara karşı tamamen körleşiriz. Çağdaş bilişsel psikologlar buna denk olan çeşitli benzetmeler geliştirdi. Bu benzetmelerde bilinçli erişim “merkezi darboğaz”⁶ ya da sadece mutlu azınlığın kabul edildiği VIP salonu olan “ikinci işlem aşaması”⁷ şeklinde tanımlandı.

Üçüncü benzetme 1960’lı ve 1970’li yıllarda ortaya çıktı: bu benzetmede bilinç, üst seviye “denetim sistemi,” sinir sisteminin diğer bölümlerinde dolaşan bilginin akışını kontrol eden çok güçlü merkezi yönetici şeklinde betimledi.⁸ William James

⁵ Broadbent 1958.

⁶ Pashler 1994.

⁷ Chun ve Potter 1995.

⁸ Shallice 1972; Shallice 1979; Posner ve Snyder 1975; Posner ve Rothbart 1998.

1890 tarihli başyapıtı *The Principles of Psychology*'de (Psikolojinin İlkeleri) bilincin, "kendisini düzenleyemeyecek kadar karmaşık hale gelmiş bir sinir sisteminin yararı için eklenmiş olan bir organa" benzediğini belirtmişti.⁹ Kelime anlamıyla ele alırsak bu ifade biraz ikicilik kokuyor: bilinç, sinir sistemine eklenmiş bir yabancı değil, tam yerleşik katılımcıdır. Sinir sistemimiz bu anlamda hatırı sayılır bir "kendini düzenleme" becerisi elde ediyor, ama bu düzenlemeyi hiyerarşik şekilde yapıyor. Evrimde daha yeni olan alın korteksinin daha üst merkezleri, arka kortikal alanlarda ve korteks altı çekirdekte barınan alt seviye sistemlere liderlik ediyor (genellikle engelliyor).¹⁰

Nöropsikolog Michael Posner ve Tim Shallice, bilginin, üst seviye düzenleyici sistemde temsil edildiği zaman bilinçli hale geldiğini önerdi. Bu bakış açısının çok doğru olamayacağını artık biliyoruz; 2. Bölümde gördüğümüz gibi, görünmeyen bir eşik altı uyarıcı bile denetleyici yönetim sisteminin bazı engelleyici ve düzenleyici fonksiyonlarını kısmen tetikleyebilir.¹¹ Ancak diğer taraftan, bilinç çalışma alanına ulaşan her bilgi bütün düşüncelerimizi son derece derin ve kapsamlı şekilde düzenleyebilir hale geliyor. Yönetici dikkat, bütünsel çalışma alanından girdi alan birçok sistemden sadece biridir. Sonuç olarak, farkına vardığımız her şey, kararlarımızı ve kasıtlı hareketlerimizi yönlendirmeye hazır oluyor, karar ve hareketlerimizin "kontrol altında" olduğu hissini uyandırıyor. Dil, uzun süreli bellek, dikkat ve niyet sistemlerinin tümü, bilinçli bilgiyi takas eden içsel iletişim araçlarının bu içsel devresinin birer parçasıdır. Çalışma alanı mimarisi sayesinde, farkına vardığımız her şey isteğe bağlı olarak yeniden yönlendirilebilir ve bir cümlemin öznesi, bir anının en önemli noktası, dikkatimizin odak noktası ya da bir sonraki gönüllü eylemimizin esası haline gelebilir.

⁹ James 1890.

¹⁰ İngiliz nörolog John Hughling'in vurguladığı bu hiyerarşik organizasyon, nöroloji ders kitaplarında yer aldı.

¹¹ van Gaal, Ridderinkhof, Fahrenfort, Scholte ve Lamme 2008; van Gaal, Ridderinkhof, Scholte ve Lamme 2010.

Modülerliğin Ötesi

Ben de Psikolog Bernard Baars gibi, çalışma alanının yaptığı şeyi bilincin kontrol ettiğine inanıyorum: bilinç, uygun bilgiyi bütünsel olarak erişilebilir hale getiriyor ve çeşitli beyin sistemlerine esnek şekilde yayılıyor. Kural olarak, silikon bazlı bilgisayar gibi biyolojik olmayan bir donanımda bu fonksiyonların türetilmesini engelleyecek hiçbir şey yoktur. Ancak uygulamada, ilgili işlemler hiç de sıradan değildir. Beynin bu fonksiyonları ne şekilde uyguladığını ya da bir makinenin bu fonksiyonları yerine getirmesini nasıl başaracağımızı henüz bilmiyoruz. Bilgisayar yazılımı, sıkı sıkıya modüler tarzda düzenlenme eğilimindedir: her yordam özel girdiler alır ve iyi tanımlanmış çıktılar üretmek üzere bu girdileri kesin kurallara göre dönüştürür. Kelime işlemci, bir bilgi parçasını (örneğin bir metin öbeğini) bir süre saklayabilir, ama bilgisayar bir bütün olarak, bu bilgi parçasının bütünsel olarak uygun olup olmadığına karar verecek ya da bu bilgiyi diğer programlar için serbest erişilebilir yapacak hiçbir araca sahip değildir. Sonuç olarak, bilgisayarlarımız çaresizce dar kafalı olmayı sürdürüyor. Görevlerini mükemmel yerine getiriyorlar, ama bir modülde bilinen şey ne kadar zekice olursa olsun diğerleriyle paylaşılamaz. Sadece ilkel bir mekanizma, yani not panosu, bilgisayar programlarının sahip oldukları bilgiyi paylaşmalarını mümkün kılar (bu da ancak hızır gibi yetişen zeki bir yardımcının, yani kullanıcı insanın denetimi altında mümkündür).

Korteksimiz bilgisayardan farklı olarak, modüler işlemci setini ve esnek yönlendirme sistemini aynı anda sahiplenerek bu problemi çözmüşe benziyor. Korteksin birçok bölgesi belli bir işleme adanıyor. Büyük ekler, sadece retinada bir yüz belirlediği zaman tepki veren ve tamamen yüze özel nöronlardan oluşuyor.¹² Parietal ve motor korteksin bazı bölgeleri özel motor hareketlere ya da vücudun bu hareketleri gerçekleştiren kısımlarına adanıyor. Beynimizin daha da soyut olan bazı bölgeleri sayılar, hayvanlar, nesneler ve yüklemeler hakkındaki bilgimizi kodlar.

¹² Tsao, Freiwald, Tootell ve Livingstone 2006.

Çalışma alanı teorisi doğruysa, bilinç bu modülerliği azaltmak üzere evrimleşmiş olmalı. Bilgi, bütünsel nöron çalışma alanı sayesinde beynimizin modüler işlemcileri arasında serbest bir şekilde paylaşılabılır. Bilginin bütünsel olarak kullanılabilirliği, tam da öznel olarak yaşadığımız bilinç halidir.¹³

Bu düzenlemenin evrimsel avantajları çok açık. Modülerlik, farklı bilgi alanları kortekste farklı ayarlar gerektirdiği için faydalıdır: uzamda dolaşmak için gerekli olan devreler, manzaranın farkına varmak ya da geçmişteki bir olayı bellekte depolamak için gerekli olan devrelere göre farklı işlemler gerçekleştirir. Ancak kararlar, genellikle birçok bilgi kaynağının havuz oluşturmaya bağlı olmalıdır. Savanada tek başına dolaşan susuz bir fili düşünün. Filin hayatta kalması, bir sonraki su birikintisini bulmasına bağlıdır. Filin uzak ve görülmeyen bir yere doğru yürüme kararı, mevcut bilginin en verimli şekilde kullanılmasına bağlı olmalıdır; ağaçlar, patikalar gibi yön bulma işaretlerini görsel olarak tanımayı gerektiren zihinsel mekân haritası ve geçmişte su bulma konusundaki başarı ve başarısızlıkların hatırlanması bu bilgiler arasındadır. Bu hayvanı Afrika güneşi altında tüketici bir yolculuğa sevk eden, hayati önem taşıyan uzun dönemli kararlar, mevcut tüm veri kaynaklarının kullanılmasını gerektirmeli. Bilinç, mevcut ihtiyaçlarımızla çakışan tüm bilgi kaynaklarından esnek şekilde faydalanmak için çok uzun zaman önce evrim geçirmiş olabilir.¹⁴

Evrim Geçirmiş Bir İletişim Ağı

Bu evrimci teze göre, bilinç bağlantısallık gerektiriyor. Esnek bilgi paylaşımı, korteksin birbirinden uzak ve uzmanlaşmış birçok bölgesini uyum içinde görev yapacak şekilde birbirine bağlayan özel bir nöron mimarisi gerektiriyor. Beynimizin içinde böyle bir yapı saptayabilir miyiz? Daha on dokuzuncu yüzyılın başında, İspanyol nöroanatomist Santiago Ramón y Cajal beyin

¹³ Dehaene ve Naccache 2001.

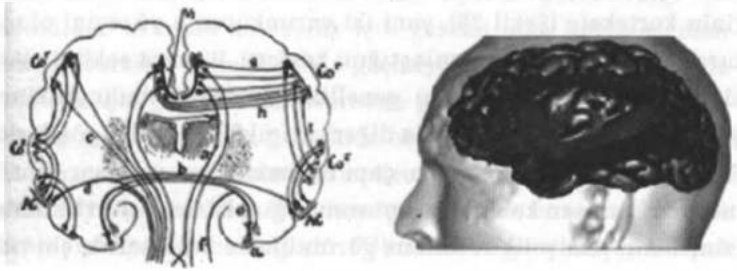
¹⁴ Denton, Shade, Zamariippa, Egan, Blair-West, McKinley, Lancaster ve Fox 1999.

dokusunun özel bir yönüne işaret etti. Beyin, derimizi oluşturan yoğun hücre mozaığının tersine son derece uzamış hücrelerden, yani nöronlardan oluşur. Uzun aksonlu nöronların diğer hücrelerden tamamen farklı yanı, boyunun metrelerce uzun olmasıdır. Motor korteksteki tek bir nöron, belirli kasları yönetmek için aksonlarını omuriliğin son derece uzak bölgelerine gönderebilir. İşin en ilginç yanı, Cajal uzun mesafe yansıtma hücrelerinin kortekste (Şekil 25), yani iki yarımkürenin yüzeyini oluşturan ince mantoda yoğunlaştığını keşfetti. Piramit şeklini alan sinir hücreleri, aksonlarını genellikle kortekste bulundukları yerden beynin arkasına ya da diğer yarımküreye kadar gönderir. Sinir hücrelerinin aksonları, çapı milimetrelere ve boyu santimetrelere ulaşan kablolar oluşturan yoğun lif demetleri halinde kümelenir. Manyetik rezonans görüntüleme kullanarak, çapraz çizgiler halinde giden bu lif demetlerini canlı insan beyninde artık kolayca saptayabiliyoruz.

Asıl önemli olan, beyin alanları arasında aynı şekilde iyi bir bağlantı olmamasıdır. Birincil görsel alan V1 gibi duyuşal bölgeler, seçici olma ve öncelikle komşularıyla bir dizi küçük bağlantı oluşturma eğilimindedir. Başlangıçtaki görsel bölgeler kaba bir hiyerarşi içinde düzenlenir: V1 alanı öncelikle V2 ile konuşur, o da V3 ile ve V3 ise V4 ile konuşur ve bu böyle devam eder. Sonuç olarak birincil görsel işlemler fonksiyonel olarak sarmalanır: görsel nöronlar, başlangıçta retina girdisinin sadece küçük bir parçasını alır ve resmin tamamıyla ilgili hiçbir "farkındalık" olmadan nispeten yalıtılmış olarak işler.

Ancak korteksin daha üst ilişkilendirme alanlarında, bağlantılabirlik özelliği en yakın yerel komşuyu ya da noktadan noktaya karakterini kaybeder ve dolayısıyla bilişsel işlemlerin modülerliği kırılır. Uzun mesafe aksonları olan nöronlar en çok alın korteksinde, yani beynin ön kısmında bulunur. Bu bölge alt parietal lobdaki, orta temporal ve ön temporal lobdaki, beynin orta hattı üzerinde bulunan ön ve arka singulattaki diğer birçok bölgeye bağlanır. Bu bölgeler ana aktarma merkezi (beynin te-

mel ara bağlantı merkezleri) olarak tanımlanmıştır.¹⁵ Bölgelerin tümü iki yönlü projeksiyonlarla birbirine bağlıdır: A alanı B alanına projekte olursa, neredeyse aynı şekilde B alanı da A'ya geri projekte olur (Şekil 25). Dahası, uzun mesafe bağlantıları üçgen oluşturmaya eğilimlidir: A alanı B ve C'ye birlikte projekte olursa, bu alanların birbiriyle bağlantılı olma ihtimali yüksektir.¹⁶



ŞEKİL 25. Uzun mesafeli nöronal bağlantılar, bütünsel nöron çalışma alanını destekleyebilir. On dokuzuncu yüzyılda insan beynini parçalara ayırarak inceleyen meşhur nöroanatomist Santiago Ramón y Cajal, piramit şeklindeki büyük kortikal nöronların, aksonlarını çok uzak bölgelere gönderdiğine (soldaki şekil) daha o zamanlar dikkat çekti. Bu uzun mesafe projeksiyonların parietal, temporal ve alın bölgelerinden oluşan yoğun bağlantılı ağına (sağdaki şekil) duyuşsal bilgi aktardığını artık biliyoruz. Uzun mesafe projeksiyonlardaki bir lezyon konumsal ihmale, yani seçici olarak mekânın bir tarafına yönelik görsel farkındalığın kaybına neden olabilir.

Bu kortikal bölgeler, talamusun merkez lateral ve tabakalar arası çekirdeği (dikkat, tetikte olma ve senkronizasyona müdahale eder), bazal sinir düğümü (karar verme ve harekete geçmede çok önemli) ve beyin çıkıntısı (hayatımızdaki olayları ezberlemek ve hatırlamak için şart) gibi ek aktörlerle güçlü şekilde bağlantılıdır. Korteksi talamusa bağlayan yollar özellikle önemlidir. Talamus, çekirdekler yığınıdır; çekirdeklerin her biri, korteksin en az bir bölgesiyle ve genellikle birçoğuyla sıkı döngüye girer. Korteksin doğrudan karşılıklı bağlantılı olan

¹⁵ Hagmann, Cammoun, Gigandet, Meuli, Honey, Wedeen ve Sporns 2008; Parvizi, Van Hoesen, Buckwalter ve Damasio 2006.

¹⁶ Goldman-Rakic 1988.

bölgelerinin neredeyse tümü, yoğun talamik aktarma vasıtasıyla paralel bir bilgi güzergâhı üzerinden bilgi paylaşımı da yapar.¹⁷ Talamustan kortekse gelen girdiler, aynı zamanda korteksin uyarılmasında ve sürdürülebilir faaliyetin “artan” halde tutulmasında önemli rol oynar.¹⁸ İleride göreceğimiz gibi, talamusun ve karşılıklı bağlantılarının azalan faaliyeti, beynin zihni kaybettiği koma ve bitkisel hayat koşullarında önemli rol oynar.

Dolayısıyla çalışma alanı, birbirleriyle karşılıklı bağlantılı olan beyin bölgelerinin yoğun ağına (tek bir fiziksel toplantı yeri olmayan, merkezsizleştirilmiş bir organizasyona) dayanır. Birbirinden uzak alanlara dağıtılmış seçkin yönetim kurulu, kortikal hiyerarşinin en tepesindedir ve çok fazla mesaj takas ederek senkronize olur. Karşılıklı bağlantılı üst seviye alanların anatomik ağı, öncelikle alın ve parietal loblar dahil olmak üzere, 4. Bölümde tanımladığım gibi ani faaliyeti bilinçli işleme ait ilk imimizi oluşturan ağla örtüşüyor. Bir bilgi parçası farkındalığımıza ulaştığı zaman bu ilişkili alanların neden sistematik olarak ateşleme yaptığını artık anlayacak durumdayız: bu bölgeler, mesajları beyinde uzun mesafelere yaymak için gereken uzun mesafeli bağlantıya tam olarak sahip.

Korteksin uzun mesafeli ağa katılan piramit şeklindeki nöronları göreve çok iyi adapte oluyor (Şekil 26). Bu nöronlarda, uçsuz bucaksız aksonlarını taşımaları için gerekli olan karmaşık moleküler mekanizmayı barındıran dev hücre gövdeleri var. DNA’da genetik bilginin kodlandığı yerin hücre çekirdekleri olduğunu hatırlayın (ama orada kopyalanan almaç moleküllerinin, santimetrelerce uzaktaki sinapslara bir şekilde ulaşması gerekir). Bu olağanüstü yeteneği sergileyen büyük sinir hücreleri, korteksin belirli tabakalarında (iki yarımküre arasında bilgi dağıtımı yapan kalozal bağlantılardan özellikle sorumlu olan II ve III tabakaları) yoğunlaşmaya eğilimlidir.

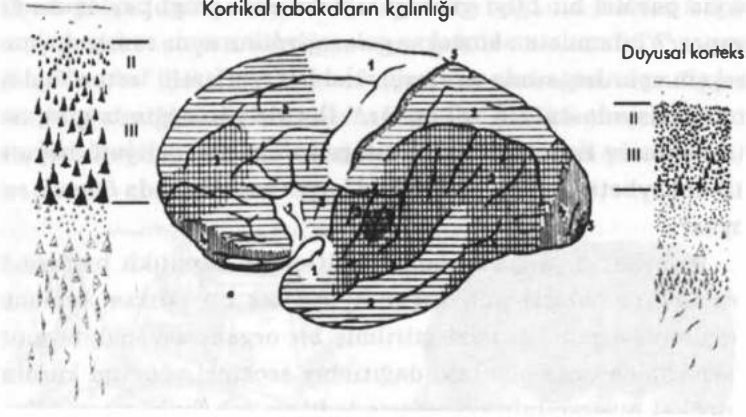
¹⁷ Sherman 2012.

¹⁸ Rigas ve Castro-Alamancos 2007.

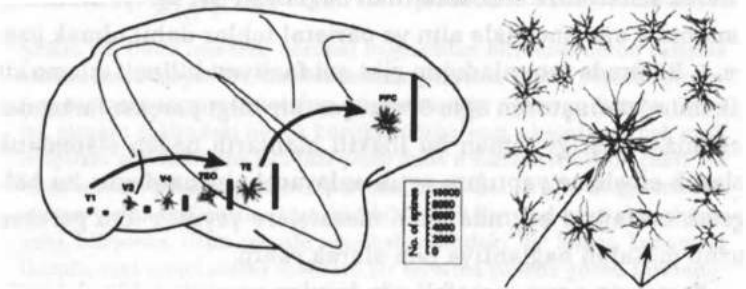
Alın korteksi

Kortikal tabakaların kalınlığı

Duyusal korteks



Dendritsi dallanmalarının büyüklüğü



Alın hücresi

Duyu hücreleri
(VI alanı)

ŞEKİL 26. Piramit şeklindeki büyük nöronlar, özellikle alın korteksinde bilinçli bilginin bütünsel yayınlanmasına adapte olur. Korteksin tamamı tabakalar halinde düzenlenir, II ve III tabakaları ise uzun aksonları uzak bölgelere projekte olan piramit şeklindeki büyük nöronlar içerir. Bu tabakalar, duyuusal alanlara kıyasla alın korteksinde çok daha kalındır (yukarıdaki şekil). II ve III tabakalarının kalınlığı, bilinçli algı sırasında en çok faaliyet gösteren bölgeleri kabaca betimler. Bu nöronlar aynı zamanda bütünsel mesajların alınmasına uyum sağlar. Bu nöronların diğer bölgelerden projeksiyonlar alan dendritsi dallanmaları (aşağıdaki şekil), alın korteksinde diğer bölgelere kıyasla çok daha büyüktür. Uzun mesafeli iletişime gösterilen bu uyum, diğer primatların beynine kıyasla insan beyninde daha belirgindir.

Avusturyalı nöroanatomist Constantin von Economo, daha 1920'li yıllarda bu tabakaların aynı şekilde dağılmadığını göz-

lemledi. Tabakalar alın korteksi ve singulat kortekste, ayrıca parietal ve temporal loblarının bağlantı alanlarında (tam olarak, bilinçli algı ve işlem sırasında faaliyete geçen karşılıklı sıkı bağlantılı olan bölgeler) çok daha kalındı.

Yakın bir zamanda Avusturalya Queensland'den Guy Elston ve İspanya'dan Javier DeFelipe, bu devasa çalışma alanı nöronlarında aynı zamanda alıcı anten görevi gören kocaman dendritler olduğunu, bu nöronların dendritler sayesinde birbirine uzak birçok bölgeden kaynaklanan mesajları toplamaya özellikle uygun hale geldiğini gözlemlediler.¹⁹ Piramit şeklindeki nöronlar, dendritleri üzerinden diğer nöronlardan bilgi toplar (dendrit kelimesi, Yunanca "ağaç" kelimesinin kökünden geliyor); dendritler, gelen sinyalleri toplayan yoğun ağaçsıdır Alıcı nöron, gelen nöronun sinaps [kavşak] yaptığı yerde diken denilen (mantar şeklinde çıkıntı) mikroskobik anatomik bir yapı oluşturur. Çok sayıda diken, dendritsi ağacı yoğun bir şekilde kaplar. Elston ve DeFelipe, çalışma alanı varsayımı için çok önemli bir şey gösterdi: alın korteksinde, beynin arka bölgelerine kıyasla dendritler daha büyük ve diken sayısı çok daha fazladır (bkz. Şekil 26).

Dahası, uzun mesafeli iletişime olan uyum, insan beyninde özellikle belirgindir.²⁰ Alın nöronlarımız, primat akrabalarımıza kıyasla daha dallıdır ve daha çok diken içerir. Alın nöronlarının dendrit ormanı, sadece insanlarda mutasyona uğramış olan bir gen ailesi tarafından denetlenir.²¹ FoxP2 bu gen listesine dahildir; *Homo* [insansı] soyuna özgü iki mutasyonlu meşhur FoxP2 geni,²² dil ağlarımızı modüle eder²³ ve bozulması halinde telaffuz ve konuşmaya büyük zarar verir.²⁴ FoxP2 ailesi, nöronları, dendritleri, aksonları ve sinapsları oluşturmaktan sorumlu birçok gen içerir. Genomik teknolojinin inanılmaz bir becerisin-

¹⁹ Elston 2003; Elston 2000.

²⁰ Elston, Benavides-Piccione ve DeFelipe 2001.

²¹ Konopka, Wexler, Rosen, Mukamel, Osborn, Chen, Lu ve diğerleri 2012.

²² Enard, Przeworski, Fisher, Lai, Wiebe, Kitano, Monaco ve Paabo 2002.

²³ Pinel, Fauchereau, Moreno, Barbot, Lathrop, Zelenika, Le Bihan ve diğerleri 2012.

²⁴ Lai, Fisher, Hurst, Vargha-Khadem ve Monaco 2001.

den faydalanan bilimciler, insana ait iki FoxP2 mutasyonunu taşıyan mutant fare yarattılar. Bu mutasyonlar elbette piramit şeklinde çok daha büyük nöronlar oluşturdu ve daha iyi bir öğrenme becerisi geliştirdi (gerçi fareler halâ konuşmuyor).²⁵

İnsanlarda her alın nöronu, FoxP2 ve onunla ilişkili gen ailesi nedeniyle on beş bin ya da daha fazla diken barındırabilir. Bu durum alın nöronunun, çoğu korteksin ve talamus'un en uzak noktalarında bulunan birçok başka nöronla konuştuğunu düşündürüyor. Bu anatomik düzenleme, beynin her yerinden bilgi toplamak ve bütünsel çalışma alanına girecek kadar ilgili olduğu kabul edilen bir bilgiyi binlerce alana geri yaymak gibi zor bir görevin altından kalkabilmek için mükemmel bir adaptasyon gibi görünüyor.

Bir yüzü bilinçli olarak tanıdığımız sırada faaliyete geçen tüm bağlantıların izini sürebildiğimizi varsayalım (FBI'nın ardışık telekom ana uydu istasyonları üzerinden bir telefonu izlemesi gibi). Ne tür bir ağ görürdük? Başlangıçta, retinamızda bulunan çok kısa bağlantılar gelen imgeyi düzeltir. Sıkıştırılan imge daha sonra, göz sinirinin kalın kablosu üzerinden görsel talamusa ve ardından oksipital lobundaki birincil görme alanına gönderilir. U şeklindeki yerel lifler üzerinden, araştırmacıların "yüz kümeleri" (yüzlere ayarlı nöron yamaları) keşfettiği sağ içi girustaki [beyin kıvrımı] birçok nöron kümesine giderek aktarılır. Bu faaliyetin tamamı bilinçdışı devam eder. Sonra ne olur? Lifler nereye gider? Şaşırtıcı yanıtı İsviçreli anatomi uzmanı Stéphanie Clarke buldu:²⁶ uzun mesafeli aksonlar, görsel bilginin beynin hemen her köşesine dağıtılmasına aniden izin verir. Sağ alt ön lobdan, ilişkilendirici korteksin birbirinden uzak alanlarına (diğer yarımküredeki alanlar da dahil) tek bir sinaptik adımda muazzam ve doğrudan bağlantılar projekte olur. Projeksiyonlar alt ön kortekste (Broca bölgesi) ve temporal ilişkilendirme korteksinde (Wernicke bölgesi) yoğunlaşır. Bu

²⁵ Enard, Gehre, Hammerschmidt, Holter, Blass, Somel, Bruckner ve diğerleri 2009; Vernes, Oliver, Spiteri, Lockstone, Puliyadi, Taylor ve Ho ve diğerleri 2011.

²⁶ Di Virgilio ve Clarke 1997.

bölgelerin ikisi de insanlardaki dil ağının temel yumrusudur (ve dolayısıyla bu aşamada kelimeler, gelen görsel bilgiye eklenmeye başlar).

Bu bölgeler daha geniş bir çalışma alanları şebekesine katıldığı için, bilgi artık üst seviye yönetim sistemlerinin tüm dahili çevriminde daha ileri yayılabilir; faaliyetteki nöronların yansıtan toplamında dolaşabilir. Benim teorime göre gelen bilginin bilinçli hale dönüşmesi için gereken tek şey, bu yoğun ağa erişimdir.

Bilinçli Düşünceye Şekil Vermek

Aklınıza gelebilecek bilinçli düşüncelerin sayısını hesaplamayı deneyin: bütün yüzler, nesneler, farkına vardığınız manzaralar; hayvani öfkeden başkalarının acısından gizli zevk almaya kadar yaşadığınız duyguların şiddeti; önemsiz coğrafya ayrıntılarının tümü, tarihi bilgi, matematik bilgisi, kulağınıza gelen ya da gelebilecek olan, doğru ya da yanlış dedikodular; herhangi bir dünya dilinde bildiğiniz ya da bilebileceğiniz her kelimenin telaffuzu ve anlamı... Listenin sonu yok gibi. Yine de listedekilerden biri bir dakika sonra bilinçli düşüncelerinizin öznesi olabilir. Bu kadar çok şey nöronal çalışma alanında nasıl kodlanabilir? Bilincin nöronal kodu nedir ve sonsuza yakın düşünce dağarcığını nasıl destekliyor?

Nörobilimci Giulio Tononi, düşünce dağarcığımızın tam büyüklüğünün, bilinçli düşüncelerin nöronal kodunu tamamen kısıtladığına işaret ediyor.²⁷ Dağarcığın temel karakteristiği, muazzam bir farklılaşma düzeyi olmalı: bütünsel çalışma alanımızda faaliyette olan ve olmayan nöronların kombinasyonu, milyarlarca farklı faaliyet örüntüsü oluşturabilmeli. Olası zihinsel hallerimizin her biri, diğerlerinden net olarak ayırt edilen bir nöron faaliyetine atanmalı. Sonuç olarak, bilinçli hallerimiz çok net sınırlar sergilemeli: bu ya bir kuş, ya bir uçak ya da Süpermen olabilir, ama aynı anda hepsi olamaz. Olası sayısız

²⁷ Tononi ve Edelman 1998.

düşünceyle dolu açık bir zihin, olası sayısız hallerin olduğu bir beyin gerektirir.

Donald Hebb, *The Organization of Behavior* (Davranış Organizasyonu) (1949) adlı kitabında beynin düşünceleri ne şekilde kodlayabileceğine dair öngörülü teorisini daha o zamanlar öne sürmüştü. "Hücre grupları" (uyarıcı sinapslarla birbirine bağlı olan, dolayısıyla dış uyaran yok olduktan uzun zaman sonra bile faaliyete devam etme eğilimi gösteren nöron kümeleri) kavramını ortaya attı. "Sık tekrarlanan belli bir uyarı, bir 'hücre grubunun,' yani kortekste ve diencefaldeki (ve belki de serebrumun bazal sinir düğümündeki) hücreleri kapsayan ve kısacası kapalı sistem olarak faaliyet gösterebilen yaygın bir yapının yavaşça gelişmesine yol açacaktır," tahmininde bulundu.²⁸

Bir hücre grubundaki tüm nöronlar, uyarıcı darbeler göndererek birbirini destekler. Sonuç olarak, nöronal uzamda kısıtlı bir faaliyet "tepesi" oluştururlar. Ve bu tür yerel gruplar beynin farklı yerlerinde bağımsız faaliyet gösterebildiği için, sonuçta milyarlarca hali temsil edecek kapasiteye sahip bileşimsel bir kod ortaya çıkar. Örneğin her görsel nesne renk, büyüklük ve şekil parçacıklarının bileşimi ile temsil edilebilir. Görsel korteksten alınan kayıtlar bu fikri destekliyor: örneğin bir yangın söndürücü, her biri yüzlerce faal nöron içeren ve her biri belli bir parçayı (sap, gövde, hortum vb.) temsil eden faal nöron "eklerinin" bileşimiyle kodlanmışa benziyor.²⁹

Yapay zekânın öncüsü John Selfridge 1959'da yararlı başka bir mecaz önerdi: "şeytanların mekânı."³⁰ Selfridge, beyni, gelen imgenin farklı çekimler yorumlarını öneren uzmanlaşmış "şeytanların" hiyerarşisi olarak tasavvur etti. Çizgilere, renklere, gözlere, yüzlere ve hatta ABD başkanlarına ve Hollywood yıldızlarına akort edilmiş görsel hücrelerin görkemli keşfini de kapsayan otuz yıllık nörofizyolojik araştırma, bu fikre büyük destek verdi. Selfridge'in modelinde şeytanlar, gelen imgenin kendi yorumlarını ne kadar kayırdığına bağlı olarak, tercih ettikleri yo-

²⁸ Hebb 1949.

²⁹ Tsunoda, Yamane, Nishizaki ve Tanifuji 2001.

³⁰ Selfridge 1959.

rumu diğer şeytanlara bağıra bağıra söylediler. Haykırma dalgaları, giderek soyutlaşan birim hiyerarşisi vasıtasıyla yayıldı ve imgenin giderek artan soyut özelliklerine nöronların karşılık vermesine imkân tanındı (örneğin gözler, burun ve saçların varlığını haykıran şeytanlar, bir yüzün varlığını kodlayan dördüncü şeytanı harekete geçirmek üzere gizli ittifak yaparlar). Sesi en çok çıkan şeytanları dinleyen bir karar sistemi, gelen imge hakkında bir fikir (bilinçli algı) edinebilirdi.

Selfridge'in şeytanların mekânı modeli önemli bir gelişme sağladı. Model başlangıçta katı bir ileri besleme hiyerarşisine göre düzenlenmişti: şeytanlar sadece hiyerarşik amirlerine kükrediydi, ama üst rütbeli bir şeytan asla alt rütbeli ve hatta aynı rütbede olan bir başka şeytana bile bağırarak karşılık vermedi. Oysa nöronal sistemler gerçekte amirlerine rapor vermekle kalmaz, kendi aralarında sohbet de ederler. Korteks, birçok döngü ve iki yönlü projeksiyonla doludur.³¹ Tek tek nöronlar bile karşılıklı konuşur: α nöronu β nöronuna projekte ederse, bu durumda β α 'ya geri projekte eder.³² Karşılıklı bağlantılı her seviyeden nöron birbirini destekler, hiyerarşinin tepesinde olanlar astlarına cevap verebilir ve böylece mesajlar yukarıya doğru yayıldığı gibi aşağıya doğru da yayılır.

Bu tür birçok döngü içeren gerçekçi "bağlantıcı" modellerin simülasyonu ve matematiksel modellemesi, birçok faydalı özelliği olduğunu gösteriyor. Nöron alt kümelerinden biri uyarıldığında, grubun tamamı "çekim halleri" şeklinde organize olur. Yani nöron grupları, uzun süre sabit kalan tekrarlanabilir faaliyet örüntüleri oluşturur.³³ Hebb'in tahmin ettiği gibi, karşılıklı bağlantılı nöronlar kararlı hücre grupları oluşturma eğilimindedir.

Bu tekrarlayan kodlama ağları, kodlama şeması olarak ek bir avantaja sahiptir (genellikle ortak bir kararda birleşirler). Tekrarlayan bağlantılarla donatılmış olan nöron ağlarında, nöron-

³¹ Felleman ve Van Essen 1991; Salin ve Bullier 1995.

³² Perin, Berger ve Markram 2011.

³³ Hopfield 1982; Ackley, Hinton, Sejnowski, Hinton ve Sejnowski 1985; Amit 1989.

lar Selfridge'in şeytanlarının aksine inatla sadece birbirlerine bağırıp durmaz: giderek zeki bir anlaşmaya, algılanan sahnenin birleşik yorumuna varırlar. En fazla faaliyete geçirilen nöronlar birbirlerini karşılıklı destekler ve her türlü alternatif yorumu giderek bastırırlar. Sonuç olarak imgenin eksik parçaları tamamlanabilir ve rahatsız eden kısımlar atılabilir. Nöronal temsil birçok tekrardan sonra, algılanan imgenin yorumlanmış ve temizlenmiş bir versiyonunu kodlar. Temsil aynı zamanda daha kararlı, parazite dayanıklı, içerde uyumlu ve diğer çekim hallerinden farklı hale gelir. Francis Crick ve Christof Koch, bu temsili kazanan "nöronal koalisyon" şeklinde tarif ediyor ve bilinçli temsil için kusursuz bir araç olduğunu öne sürüyor.³⁴

"Koalisyon" terimi, bilinçli nöronal kodun bir başka temel yönüne işaret ediyor: bilinçli nöronal kod sıkı sıkıya bütünleşmiş olmalıdır.³⁵ Bilinçli anlarımızın her biri, tek bir parça gibi kaynaşır. Leonardo da Vinci'nin *Mona Lisa*'sına dikkatle bakarken ayrıklı elleri, Cheshire kedisi gülüşü ve yüzen gözleriyle içi dışına çıkmış bir Picasso algılamayız. Tüm bu duyuşsal unsurlar ve başka birçok şey (bir isim, anlam, Leonardo'nun dehasına dair anılarımızla bir bağlantı) geri gelir (ve bir şekilde uyumlu bir bütün halinde kaynaşırlar). Yine de başlangıçta bu unsurların her biri, ventral görsel korteksin yüzeyinde santimetrelerce aralıklı olarak dağılmış farklı bir nöron grubu tarafından işlenir. Peki bunlar birbirine nasıl bağlanıyor?

Bir çözüm, korteksin üst bölgelerinin sağladığı ara bağlantı merkezleri sayesinde bütünsel birliğin oluşmasıdır. Nörolog Antonio Damasio'nun "yakınsama bölgeleri"³⁶ dediği bu ara bağlan-

³⁴ Crick 2003; Koch ve Crick 2001.

³⁵ Tononi 2008. Giulio Tononi, Φ denilen bilgi entegrasyonunun nicel ölçümünü veren türevleme ve integralleme için matematiksel bir formalizm öne sürdü. Bilinçli bir sistem için bu niceliğin yüksek değerleri gerekli ve yeterli olacaktır: "bilinç, entegre bilgidir." Ancak ben bu sonuç konusunda suskun kalıyorum, çünkü topyekün ruhçuluğa [panpsişizm] yol açıyor. Bu bakış açısına göre, ister bir bakteri kolonisi ister galaksi olsun, bağlantılı olan her sistemde belli bir bilinç vardır. Topyekün ruhçuluk, karmaşık ama bilinçdışı görsel ve anlambilimsel işlemin insan beyninden neden rutin bir şekilde ortaya çıktığını da açıklayamıyor.

³⁶ Meyer ve Damasio 2009; Damasio 1989.

tı merkezleri özellikle alın korteksinde ağır basar, ama ayrıca ön temporal lob, alt parietal lob ve precuneus [kama] denilen orta hat bölgesinde de bulunur. Bu merkezlerin tümü, beynin birbirine uzak çok çeşitli bölgeleriyle sayısız projeksiyon alışverişi yaparak o bölgelerdeki nöronların bilgiyi zamana ve mekâna göre birleştirmesini sağlar. Dolayısıyla birden fazla duyuşsal modül, tek bir uyumlu yoruma (“gönül çelen İtalyan kadın”) yaklaşır. Bu bütünsel yorum, sırası gelince duyuşsal sinyallerin aslen kaynaklandığı alanlara geri yayınlanabilir. Sonuç, birleşik bir bütündür. Alın korteksinden ve ilişkili olduğu üst seviye birleşik ağ alanlarından alt seviye duyuşsal alanlara geri projeksiyon yapan yukarıdan aşağı aksonlu uzun mesafeli nöronlar nedeniyle, bütünsel yayın anında farklılaşan ve bütünleşen tek bir bilinç halinin ortaya çıkması için gerekli koşulları yaratır.

Nobel ödüllü Gerald Edelman, dönüp dolaşan bu kalıcı haberleşmeye “yeniden giriş” diyor.³⁷ Nöron ağları modeli, görsel sahnenin olası en iyi istatistiksel yorumunun çok yönlü hesaplanmasını sağlayan şeyin yeniden giriş olduğunu düşündürüyor.³⁸ Her nöron grubu uzman istatistikçi gibi davranır ve girdinin özelliklerini açıklamak için birkaç grup işbirliği yapar.³⁹ Örneğin “gölge” uzmanı, girdinin imgenin karanlık bölgesine açıklık getirdiğine karar verir (ama ışığın sol üst taraftan gelmesi koşuluyla). “Aydınlatma” uzmanı, katıldığı bu tezden yararlanarak nesnelerin neden üst kısmının aydınlandığını açıklar. Sonra üçüncü uzman bu iki etkiyi hesaba katarak imgenin diğer kısmının bir yüze benzediğine karar verir. İmgenin her bir parçası için kesin olmayan bir yorum yapılabileceği kadar fikir alışverişi devam eder.

Bir Fikrin Biçimi

Hücre grupları, şeytanların mekânı, rakip koalisyonlar, çekim merkezleri, yeniden giriş yapılan yakınsama bölgeleri... bu var-

³⁷ Edelman 1987.

³⁸ Friston 2005; Kersten, Mamassian ve Yuille 2004.

³⁹ Beck, Ma, Kiani, Hanks, Churchland, Roitman, Shadlen ve diğerleri 2008.

sayımların her birinde gerçeklik payı var ve benim bütünsel nöron çalışma alanı teorim bu varsayımlardan çok yararlandı.⁴⁰ Teorim, faal çalışma alanı nöronlarının bir alt kümesinin saniyenin onda biri mertebelerindeki kararlı faaliyetinin, bilinçli bir hali kodladığını öne sürüyor. Bu nöronlar beynin birçok alanında yayılıdır ve aynı zihinsel betimlemenin farklı yönlerini kodlarlar. *Mona Lisa*'nın farkına varmak nesnelerle, anlam parçalarıyla ve anılarla ilgilenen milyonlarca nöronun ortak faaliyetini içerir.

Bilinçli erişim sırasında, bu nöronların tümü uyumlu ve eşzamanlı yoruma ulaşmak için son derece paralel bir çaba gösterirken, çalışma alanı nöronlarının uzun aksonları sayesinde karşılıklı mesaj alışverişi yaparlar. Bir noktada birleştikleri zaman bilinçli algı tamamlanmış olur. Bu bilinçli içeriği kodlayan hücre grubu beynin her tarafına yayılıdır: uzun mesafe aksonlu nöronlar vasıtasıyla bütün nöronlar yukarıdan aşağı tarzda eşzamanlı olduğu için, her biri beynin farklı bir bölgesi tarafından damıtılan ilgili bilgi parçacıkları uyumludur.

Nöronal eşzamanlılık belki de temel bir unsurdur. Birbirine uzak nöronların, spayklarını arka planda devam eden elektriksel salınımlarla eşzamanlı kılarak dev gruplar oluşturduğuna dair kanıtlar artıyor.⁴¹ Bu tablo doğruysa, düşüncelerimizin her birini kodlayan beyin ağı, yanıp sönmelerini grup tarzının genel ritmine uyduran uğurböceği kümesini andırır. Bilincin olmadığı durumda, orta büyüklükteki hücre grupları yerel olarak (örneğin bir kelimenin anlamını bilinçdışı olarak sol temporal lobumuzdaki dil ağlarının içinde kodladığımızda) hâlâ eşzamanlı olabilir. Ancak alın korteksinin ilgili mesaja erişimi olmadığı için, mesaj geniş bir şekilde paylaşılamaz ve dolayısıyla bilinçdışı kalır.

Bu nöronal bilinç kodunun zihinsel imgelerinden birini daha gözümüzde canlandıralım. Korteksinizdeki on altı milyar

⁴⁰ Dehaene, Kerszberg ve Changeux 1998; Dehaene, Changeux, Naccache, Sackur ve Sergent 2006; Dehaene ve Naccache 2001; Dehaene 2011.

⁴¹ Fries 2005; Womelsdorf, Schoffelen, Oostenveld, Singer, Desimone, Engel ve Fries 2007; Buschman ve Miller 2007; Engel ve Singer 2001.

kortikal nöronu düşünün. Her biri küçük bir uyarı dizisiyle ilgilenir. Çeşitlilikleri şaşırtıcıdır: sadece görsel kortekste yüzler, eller, nesneler, perspektif, şekil, çizgiler, eğriler, renkler, 3 boyutlu derinlikle ilgilenen nöronlar vardır... Her hücre, algılanan sahneyle ilgili sadece birkaç bilgi parçası aktarır. Ancak bu hücreler toplu olarak, muazzam bir düşünce dağarcığını temsil etme gücüne sahiptir. Bütünsel çalışma alanı modeli, bu muazzam potansiyel gruptan tek bir düşünce nesnesinin herhangi bir anda seçilerek bilincimizin odağına yerleştiğini savunuyor. O anda ilgili tüm nöronlar, alın korteksi nöronlarının bir alt kümesinin koruması altında kısmen eşzamanlı olarak faaliyete geçer.

Bu tür bir kodlama şemasında, ateşleme *yapmayan* suskun nöronların da bilgi kodladığını anlamak çok önemlidir. Onların sessizliği, tercih ettikleri özelliğin mevcut zihinsel sahnede olmadığını ya da ilgisiz olduğunu ötekilere üstü kapalı bildirir. Bilinçli içeriği, faal nöronlar kadar suskun nöronlar da belirler.

Bilinçli algı, son tahlilde heykel yontmaya benzetilebilir. İşlenmemiş mermer bloğuyla işe başlayan sanatçı, ufak ufak oyduğu mermerin çoğunu yok ederek kendi hayal gücünü sergiler. Benzer şekilde yüz milyonlarca çalışma alanı nöronuyla işe koyulan beynimiz, başlangıçta çekimser olan ve kendi referans çizgilerinde ateşleme yapan nöronların çoğunu susturup sadece küçük bir bölümünü faaliyette bırakarak dünyayı algılamamıza izin verir. Faaliyetteki nöron kümesi, tam olarak bilinçli düşüncenin hatlarını belirler.

Faal olan ve olmayan nöronların düzeni, 4. Bölümde tanımladığım ikinci bilinç imimizi, yani kafatasının tepesinde zirve yapan büyük pozitif voltaj P3 dalgasını açıklayabilir. Bilinçli algı sırasında, çalışma alanı nöronlarının küçük bir alt kümesi faaliyete geçerek düşüncelerimizin mevcut içeriğini belirlerken diğer tüm nöronlar engellenir. Faal nöronlar, spayklarını uzun aksonlarından aşağı göndererek mesajlarını korteksin her yanına yayarlar. Ancak bu sinyaller birçok yerde engelleyici nöronlara ulaşır. Engelleyici nöronlar, nöron gruplarını sakinleştiren susturucular gibi davranır. "Lütfen sessiz olun, sizin özellikle-

riniz konu dışı.” Bilinçli bir fikir, faal ve eşzamanlı hücrelerin küçük ekleriyle ve engellenmiş nöronların devasa tacıyla birlikte kodlanır.

Hücrelerin geometrik düzeni şu şekildedir: faal hücrelerde sinaptik akımlar, yüzeysel dendritlerden hücre gövdelerine doğru yol alır. Bütün bu nöronlar birbirine paralel olduğu için elektrik akımları birbirine eklenerek kafanın yüzeyinde, bilinçli uyarıyı kodlayan bölgeler üzerinde yavaş ve negatif bir dalga yaratırlar.⁴² Ancak engellenen nöronlar resme egemen olur (ve faaliyetleri, *pozitif* elektrik potansiyeli oluşturmak üzere birbirine eklenir). Engellenmiş nöronların sayısı faal nöronlardan çok daha fazla olduğu için, pozitif voltajın tümü kafanın üzerinde büyük bir dalga (her bilinçli erişim sırasında kolayca saptadığımız P3 dalgası) oluşturur.⁴³ Bilincin ikinci imini açıklamış olduk.

Bu teori, P3 dalgasının neden bu kadar güçlü, kapsamlı ve tekrarlanabilir olduğunu açıklıyor: daha çok, düşüncenin neyle ilgili *olmadığına* işaret ediyor. Bilincin içeriğini belirleyen şey yaygın pozitiflik değil, odaklayıcı negatifliktir. Oregon Üniversitesinden Edward Vogel ve çalışma arkadaşları bu düşünceyle uyumlu olarak, parietal korteksteki negatif voltajların, işleyen belleğimizin mevcut içeriğinde mekânsal örüntülerin izini sürdüğünü gösteren güzel kanıtlar yayınladılar.⁴⁴ Ne zaman nesnelerin dizilişini ezberlesek, yavaş negatif voltajlar kaç nesne gördüğümüzü ve nerede olduklarını belirtir. Nesneleri zihnimizde tuttuğumuz sürece voltajlar devam eder; belleğimize başka nesneler eklediğimizde voltaj artar, takip edemediğimiz zaman doyma noktasına gelir, unuttuğumuzda çöker ve hatırladığımız nesnelerin sayısını sadık bir şekilde takip eder. Edward Vogel’ın çalışmasında, negatif voltajlar bilinçli temsili doğrudan betimliyor (tıpkı bizim teorimizin öngördüğü gibi).

⁴² He ve Raichle 2009.

⁴³ Rockstroh, Müller, Cohen ve Elbert 1992.

⁴⁴ Vogel, McCollough ve Machizawa 2005; Vogel ve Machizawa 2004.

Bilinç Ateşlemesini Simüle Etmek

Gerçekliğin bilimi artık fenomenolojik nasılla ilgilenmiyor, matematiksel nasılı arıyor.

—Gaston Bachelard, *The Formation of the Scientific Mind*
(Bilimsel Zihnin Oluşumu, 1938)

Bilinçli erişim, faal olan ve olmayan nöronların örüntüsünü bütünsel çalışma alanı şebekemizde şekillendirerek düşünceye biçim verir. Bu mecazi görüş, bilincin ne olduğuna dair sezgimizi desteklemek için yeterli olsa bile nöronal ağların nasıl çalıştığını ve makroskobik kayıtlarımızda gözlemleyebildiğimiz nörofizyolojik imleri neden ürettiğini açıklayan daha karmaşık matematiksel teoriye yerini bırakmalıdır. Jean-Pierre Changeux ile birlikte bu yönde yürüttüğümüz bir çalışmada, bilinçli erişimin bazı temel özelliklerini yakalayan nöronal ağ simülasyonunu bilgisayarda geliştirmeye başladık.⁴⁵

İddialı olmayan amacımız, bütünsel çalışma alanı teorisinin kurallarına göre bağlandıktan sonra nöronların nasıl davranacaklarını araştırmaktı (Şekil 27). Ufak bir nöron koalisyonunun dinamiklerini bilgisayarda yeniden yaratmak için nöronları “birleştirip ateşleyerek” (sinir hücrelerinin spayklarını taklit eden basitleştirilmiş denklemlerle) işe başladık. Her nöronda gerçekçi sinapslar vardı; sinapslar, canlı beyindeki sinir taşıyıcılar için çok sayıda belli başlı almaç tipini yakalayan parametrelere sahipti.

⁴⁵ Dehaene ve Changeux 2005; Dehaene, Sergent ve Changeux 2003; Dehaene, Kerszberg ve Changeux 1998. Simülasyonlarımız daha önceki bir modelden ilham aldı (Lumer, Edelman ve Tononi 1997a; Lumer, Edelman ve Tononi 1997b), ancak bu eski model başlangıçtaki görsel korteksle sınırlıydı. Aynı fikirlerin çok daha kapsamlı ve gerçekçi simülasyonları, daha sonra Ariel Zylberberg ve Buenos Aires Üniversitesinden Mariano Sigman tarafından uygulandı: Zylberberg, Fernandez Slezak, Roelfsema, Dehaene ve Sigman 2010; Zylberberg, Dehaene, Mindlin ve Sigman 2009. Boston Üniversitesinden Nancy Kopell ve çalışma arkadaşları, benzer bir çizgi takip ederek kortikal dinamiklerin ayrıntılı nörofizyolojik modellerini geliştirdiler; modeller uyku ve anesteziyi simüle edecek kapasitedeydi: Ching, Cimenser, Purdon, Brown ve Kopell 2010; McCarthy, Brown ve Kopell 2008.

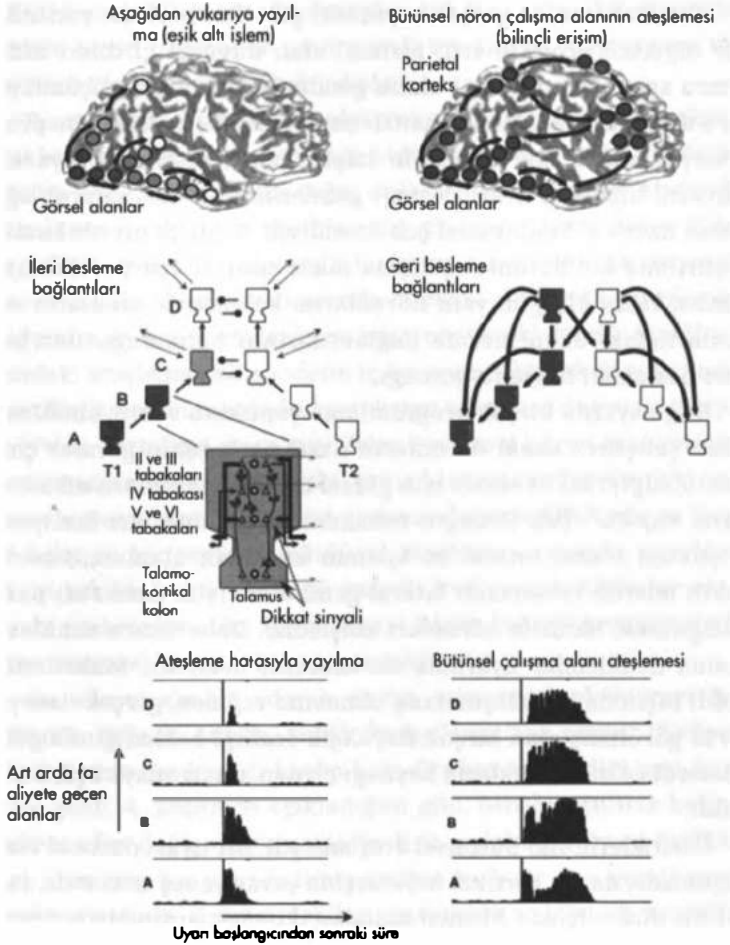
Ardından, korteksin alt birimini karşılıklı bağlantılı hücre tabakalarına kopyalayarak bu sanal nöronları lokal kortikal kolonlara döşedik. Nöronal “kolon” kavramı, nöronların korteks yüzeyine dik olarak ve üst üste durması olgusuna dayanır; nöronlar benzer yanıtları paylaşmak ve gelişme sırasında aynı kurucu hücrenin bölümlerinden kaynaklanmak için karşılıklı sıkı bağlantılı olma eğilimi gösterirler. Modelimiz bu biyolojik düzene saygı gösterdi: kolon simülasyonundaki nöronlar, birbirini destekleme ve benzer girdilere yanıt verme eğilimi gösterdi.

Ayrıca küçük bir talamus (her biri korteksin bir bölgesiyle ya da bir dizi kortikal lokasyonla güçlü bağlantıya sahip birden fazla çekirdekten ibaret bir yapı) ekledik. Bu küçük talamusa gerçekçi bağlantı güçleri ve zamanlama gecikmeleri ekledik, spaykların aksonlar boyunca katetmesi gereken mesafeleri hesaba kattık. Sonuç olarak, primat beyindeki temel hesaplama biriminin kaba bir modeli ortaya çıktı: talamokortikal kolon. Bu modelin gerçekçi bir şekilde çalıştığını kontrol ettik (girdi olmadığı durumlarda bile sanal nöronlar kendiliğinden ateşleme yaptı ve insan korteksinin ürettiğine benzer bir eletroansefalogram üretti).

Talamokortikal kolonun güzel bir modelini elde ettikten sonra, birçoğunu fonksiyonel uzun mesafe beyin ağlarıyla karşılıklı bağladık. Dört beyin alanının hiyerarşisini simüle ettik ve her alanda biri ses biri ışık olmak üzere iki hedef nesne için kodlama yapan iki kolon bulunduğunu varsaydık. Ağımız sadece iki algıyı birbirinden ayırt edebildi. Biz, sadece daha geniş haller kümesi eklenseydi fizyolojik özelliklerde büyük değişiklik olmayacağını varsaydık.⁴⁶

Algı, çevrede paralel çalıştı: ses ve ışık kodlayan nöronlar, birbirlerine müdahale etmeden aynı anda faaliyete geçirilebildi. Ancak kortikal hiyerarşinin daha üst seviyelerinde birbirlerini aktif olarak engellediler, öyle ki bu bölgeler nöronal ateşlemenin sadece bir halini (tek bir düşünceyi) dikkate alabildi.

⁴⁶ Ariel Zylberberg later extended the simulations to much broader networks. See Zylberberg, Fernandez Slezak, Roelfsema, Dehaene ve Sigman 2010; Zylberberg, Dehaene, Mindlin ve Sigman 2009



ŞEKİL 27 Bilgisayar simülasyonu, bilinçdışı ve bilinçli algıyı taklit ediyor. Jean-Pierre Changeux ve ben, eşik altı bilinçli işleme katkıda bulunan birçok görsel, parietal ve alın bölgelerinin bir alt setini bilgisayarda simüle ettik (yukarıdaki şekil). **Dört hiyerarşik bölge**, ileri besleme ve uzun mesafe besleme bağlantılarıyla birbirine bağlandı (ortadaki şekil). Simüle edilen her alan, katmanlar halinde düzenlenen ve talamustaki nöronlarla ilişkili olan kortikal hücreler içerdi. Ağ, kısa bir girdiyle uyardığımız zaman, faaliyet sönmeden önce aşağıdan yukarıya doğru yayılarak eşik altı algı sırasında kortikal yollarda görülen kısa faaliyeti yakaladı. Birazcık daha uzun süren uyarı, bütünsel ateşlemeye sebep oldu: yukarıdan aşağı bağlantılar girdiyi güçlendirdi ve uzun süren ikinci bir dalgaya sebep oldu, dolayısıyla bilinçli algı sırasında gözlemlenen faaliyetleri yakaladı.

Kortikal alanlar, gerçek beyindeki gibi ileri besleme şeklinde bir diğerine projekte etti: birincil alan duyuşal girdileri aldı, sonra spayklarını ikincil alana gönderdi; ikinci alan üçüncüye ve o da dördüncü alana yansıttı. Uzun mesafe geri bildirim projeksiyonlarının, üst alanların başlangıçta kendilerini uyaran duyuşal alanlara uyarı desteği göndermesine izin vererek ağı kendi üzerine döndürmesi çok önemliydi. Sonuçta ortaya basitleştirilmiş bir bütünsel çalışma alanı çıktı: iç içe yuvalanmış birden fazla ölçeğin, yani nöronların, kolonların, alanların ve aralarındaki uzun mesafe bağlantılarının bulunduğu ileri ve geri beslemeli bağlantı yumağı.

Bilgisayarda birçok programlama yaptıktan sonra, simülasyonu çalıştırıp sanal nöronların nasıl parladığını görmek çok hoştu. Algıyı taklit etmek için görsel talamik nöronlara ufak bir akım enjekte ettik (örneğin retinadaki ışık almaçları faaliyete geçtikten sonra, retinal ön işlemin ardından olanları kabaca taklit ederek, talamusun lateral genikulat cisim denen alt parçasındaki aktarıcı nöronları ateşledik). Daha sonra simülasyonun denklemler uyarınca ilerlemesini bekledik. Maketimiz, ciddi biçimde basitleştirilmiş olmasına rağmen, gerçek deneylerde görülmüş olan birçok fizyolojik özelliği beklediğimiz gibi gösterdi ve bu özelliklerin kaynağı birden araştırmaya açık hale geldi.

Özelliklerin ilki bütünsel ateşlemeydi. Bir uyarı darbesi verdiğimizde, darbe kortikal hiyerarşide yavaş yavaş tırmandı, sabit bir düzen içinde birincil alandan ikinciye, ardından üçüncü ve dördüncü alanlara ulaştı. Bu ileri besleme dalgası, nöronal faaliyetin görsel alanlar hiyerarşisi üzerinden o bildiğimiz aktarma işlemini taklit etti. Algılanan nesneyi kodlayacak olan tüm kolonlar bir süre sonra ateşlemeye başladı. Muazzam geri besleme bağlantıları sayesinde, aynı algısal girdiyi kodlayan nöronlar uyarı sinyallerini güçlendirip karşılıklı alışveriş yaparak aniden faaliyeti ateşlediler. Bu sırada öteki algı aktif olarak engellendi. Bu uzun süreli faaliyet yüzlerce milisaniye devam etti. Faaliyet süresi, esas olarak başlangıçtaki uyarı süresiyle ilişkili değildi: kısacık bir dış darbe bile uzun süreli yansıtma

haline yol açabiliyordu. Bu deneyler, çok kısa süre gösterilen bir resmin beyin tarafından uzun süreli temsiline oluşturmaya ve çevrimiçi kılmasının özünü yakaladı.

Bu modelin dinamikleri, elektroansefalografik ve intrakranial kayıtlarımızda gözlemlemiş olduğumuz özellikleri yineledi. Simüle edilen nöronların çoğu, onlara ulaşan toplam sinaptik akımlarda gecikmiş ve ani bir artış gösterdi. Uyarı ileriye doğru geliştirdi, ama aynı zamanda bu uyarıyı başlatan ilk duyu alanlara (bilinçli erişim sırasında duyu alanlarda görmüş olduğumuz gecikmiş güçlenmeyi kontrol ederek) döndü. Simülasyondaki ateşleme hali, modelin iç içe geçmiş birçok döngüsünde (kortikal kolon bünyesinde, korteksten talamusa doğru ve geriye doğru ve kortekte uzun mesafeler boyunca) nöron faaliyetinin yansımaya yol açtı. Net etki, geniş bir frekans bandındaki salınım oynamalarında artış ve gama aralığında (30 Hertz ve üzeri) belirgin bir tepeydi. Bütünsel ateşleme sırasında spayklar güçlü şekilde eşleşti bilinçli temsili kodlayacak nöronlar arasında senkronize oldu. Sözün kısası, bizim bilinçli erişimle ilgili dört deneysel imimizi bilgisayar taklit etti.

Bu süreci simüle ederek özgün matematiksel kavrayışlar edindik. Bilinçli erişim, teorik fizikçilerin "faz geçişi" (fiziksel bir sistemin aniden bir başka hale dönüşmesi) dediği şeye karşılık geldi. 4. Bölümde açıkladığım gibi, örneğin su buz haline gelirken faz değişimi gerçekleşir: H_2O molekülleri, yeni özellikleri olan katı bir yapı halinde aniden birleşir. Faz geçişi sırasında, sistemin fiziksel özellikleri genellikle aniden ve kesintili olarak değişir. Bilgisayar simülasyonlarımızdaki spayklama faaliyeti de benzer şekilde, devam etmekte olan yavaş gelişen faaliyet halinden anlık yükselen spayklama ve senkronize alışveriş faaliyetine atladı.

Bu dönüşümün neden adeta kesintili olduğunu anlamak kolay. Üst seviyeli nöronlar, kendilerini başlangıçta faaliyete geçiren birimlere uyarı gönderdiği için, sistemde kararsız bir sırtla ayrılan iki kararlı hal bulunur. Simülasyon ya düşük seviyeli faaliyette kalır ya da girdi artışı kritik değeri aşar aşmaz çığ gibi büyür ve nöronların bir alt kümesini aniden çılgn bir ateşleme

haline sokar. Dolayısıyla ortalama yoğunlukta bir uyarının kadere önceden bilinemez (faaliyet ya çabucak söner ya da aniden bir üst seviyeye sıçrar).

Simülasyonlarımızın bu özelliği, psikoloji 150 yıllık şu kavramıyla çok güzel uyuyor: bilinç, bilinçdışı (eşik altı) ve bilinçli (eşik üstü) düşünceleri birbirinden net olarak ayıran bir eşik sahibidir. Bilinçdışı işlem, bütünsel ateşlemeyi tetiklemeksizin bir alandan diğerine yayılan nöronal faaliyete karşılık gelir. Oysa bilinçli erişim, senkronize beyin faaliyetinin daha üst haline doğru ani değişime karşılık gelir.

Ancak beyin, kartopuna kıyasla son derece karmaşıktır. Gerçekte nöron ağlarının dinamiği içinde ortaya çıkan faz dönüşümüne dair yeterli bir teoriye ulaşmak yıllar alacaktır.⁴⁷ Bizim simülasyonlarımız aslında iç içe geçmiş iki faz dönüşümü içeriyordu. Bunlardan biri, az önce açıkladığım bütünsel ateşlemeyi kapsar. Ancak bu ateşlemenin eşiği, tüm ağın “uyanmasına” karşılık gelen başka bir faz geçişinin kontrolü altındaydı. Simüle edilen korteksimizde bulunan piramit şeklindeki her nöron bir tetikte olma sinyali alır; bu sinyal beyin sapındaki çeşitli çekirdeklerden, bazal önbeyinden ve hipotalamustan çıkan asetilkolin, noradrenalin ve serotoninin bilinen faaliyete geçirici etkilerini çok basit biçimde özetleyen ve korteksi “açan” küçük miktarda bir akımdır. Modelimiz bu nedenle bilinç *halinde* değişiklikler (bilinçdışı beyinden bilinçli beyne dönüş) yakalar.

Tetikte ol sinyali zayıfken, kendiliğinden oluşan faaliyet ciddi biçimde azalır ve ateşleme özelliği kaybolur: güçlü bir duyuşsal girdi bile birincil ve ikincil alanlardaki talamik ve kortikal nöronları faaliyete geçirdiği halde, bütünsel ateşleme eşiğini aşamadan çabucak söner. Dolayısıyla bu durumda ağımız, anestezi altındaki ya da uyku halindeki beyin gibi davranır.⁴⁸

⁴⁷ Bilim literatürde anestezi, tetikte olma ve bilinçli erişime karşılık olarak birçok ayrıntılı faz geçişi önerileri mevcuttur. *Bkz.* Steyn-Ross, Steyn-Ross ve Sleight 2004; Breshears, Roland, Sharma, Gaona, Freudenburg, Tempelhoff, Avidan ve Leuthardt 2010; Jordan, Stockmanns, Kochs, Pilge ve Schneider 2008; Ching, Cimenser, Purdon, Brown ve Kopell 2010; Dehaene 2005.

⁴⁸ Portas, Krakow, Allen, Josephs, Armony ve Frith 2000; Davis, Coleman,

Uyarıya sadece periferel (çevresel) duyuşal alanlarında cevap verir (faaliyet, ağ alanlarına kadar giden yolu tırmanıp tam gelişmiş bir hücre grubunu ateşlemeyi genellikle başaramaz). Ancak tetikte olma parametresini artırdığımız sırada, modelde yapısal bir elektroansefalogram ortaya çıkar ve dış uyarı ateşlemesi aniden kendini toparlar. Bu ateşleme eşiğı modelin uyku haline göre değışir ve bu da yükseltilmiş tetikte olma halinin zayıf duyuşal girdileri bile saptamamız olasılığını artırır.

Huzursuz Beyin

Sana söylüyorum: dans eden bir yıldız doğurmak için insanın içinde kaos olmalı. Sana söylüyorum: içinde hâlâ kaos var.

Friedrich Nietzsche, Thus Spoke Zarathustra

(Böyle Buyurdu Zerdüş (1883–85))

Simülasyonumuzdan çok ilginç bir başka olgu daha ortaya çıktı: kendiliğinden nöronal faaliyet. Ağımızı sürekli uyarmak zorunda değildik. Herhangi bir girdinin olmadığı durumlarda bile sinapslarındaki rasgele olayların tetiklediğı nöronlar kendiliğinden ateşliyordu (ve bu kaotik faaliyet, tanınabilir örüntüler halinde organize oluyordu).

Tetikte olma parametresinin yüksek seviyelerinde, bilgisayar ekranlarımızda karmaşık ateşleme örüntüleri sürekli büyüüp küçüldü. Bu örüntülerde bazen bütünsel ateşleme gördük (herhangi bir uyarı olmadığı halde tetiklendi). Hepsi aynı uyarı için kodlama yapan tüm kortikal kolon kümesi, kısa süre faaliyet gösterip ardından söndü. Saniyeden çok daha kısa zamanda, bir başka bütünsel grup yerini aldı. Ağ, herhangi bir ipucu olmadan rasgele bir dizi ateşleme halinde organize olup, dış uyarının algılanması sırasında tetiklenen ateşlemelere çok benzedi. Tek fark, kendiliğinden faaliyetin en yüksek kortikal seviyelerde ve ağ alanlarında başlayıp duyuşal bölgelere doğru aşağı yayılma eğilimi göstermesiydi (algılama sırasında gerçekleşenlerin tersi).

Absalom, Rodd, Johnsrude, Matta, Owen ve Menon 2007; Supp, Siegel, Hipp ve Engel 2011

Gerçek beyinde bu tür endojen [içten kaynaklanan] faaliyet yarışları olur mu? Evet. Kendiliğinden oluşan anlık organize faaliyet aslında sinir sisteminin her yerinde bulunuyor. Herhangi bir EEG gören herkes şunu bilir: iki yarımküre, kişi uyur ya da uyanık da olsa yüksek frekanslı muazzam elektrik dalgalarını devamlı üretir. Bu kendiliğinden olan uyarılma öyle yoğundur ki, beyin faaliyetinin durumuna hâkim olur. Kıyaslarsak, dış uyarının tetiklediği faaliyet zar zor saptanır haldedir ve saptanabilir hale gelmesinden önce fazla ortalama almaya gerek duyulur. Uyarının tetiklediği faaliyet, beynin harcadığı toplam enerjinin çok küçük bir bölümünü, olasılıkla yüzden beşten daha azını açıklıyor. Sinir sistemi esas olarak, kendi düşünce örüntülerini üreten bağımsız bir cihaz gibi davranır. Karanlıkta dinlenip “hiçbir şey düşünmezken” bile beynimiz nöron faaliyetinin karmaşık ve durmadan değişen dizilişlerini üretir.

Kendiliğinden gelişen organize kortikal faaliyet örüntüleri ilk önce hayvanlarda gözlemlendi. Weizmann Enstitüsünden Amiram Grinvald ve çalışma arkadaşları, görülmeyen voltajları ışık yansımasında görülür hale getiren voltaja duyarlı boya kullanarak, büyük bir korteks bölgesinin elektriksel faaliyetini uzun süre kaydettiler.⁴⁹ Hayvana anestezi uygulandığı halde karmaşık örüntülerin ortaya çıkması şaşırtıcıydı. Görsel bir nöron, karanlıkta ve herhangi bir uyarı olmadan daha yüksek oranda aniden ateşlemeye başladı. Nöron yalnız değildi: görüntüleme, bir nöron grubunun tamamının o an kendiliğinden faaliyete geçtiğini gösterdi.

İnsan beyinde de benzer bir olgu vardır.⁵⁰ Sakin dinlenme sırasındaki beyin faaliyetinin görüntüleri, beynin hiç de sakın olmayıp kortikal faaliyetin sürekli değişen örüntülerini sergilediğini ortaya koydu. Bütünsel çalışma alanları genellikle iki yarımküre arasında yayılır ve farklı insanlarda benzer faaliyette

⁴⁹ Tsodyks, Kenet, Grinvald ve Arieli 1999; Kenet, Bibitchkov, Tsodyks, Grinvald ve Arieli 2003

⁵⁰ He, Snyder, Zempel, Smyth ve Raichle 2008; Raichle, MacLeod, Snyder, Powers, Gusnard ve Shulman 2001; Raichle 2010; Greicius, Krasnow, Reiss ve Menon 2003

bulunur. Bazıları dış uyarının tetiklediği örüntülerle tamamen uyumludur. Örneğin bir öykü dinlerken dil devresinin büyük bir alt kümesi faaliyete geçer, ama aynı zamanda karanlıkta dinlenirken de kendiliğinden ateşleme yapar ("iç ses" kavramını destekleyen bir durum).

Dinlenme halindeki bu faaliyetin anlamı, nörobilimciler arasında hâlâ tartışma konusudur. Faaliyetin bir kısmı belki de sadece, beynin rasgele ateşlemelerinin mevcut anatomik bağlantılar ağını takip ettiğine işaret ediyor: başka nereye gidebilirler ki? Uyurken, anestezinin etkisi altındayken ya da bilinçsiz hastalarda, karşılıklı ilişkili faaliyetin bir kısmı gerçekten devam ediyor.⁵¹ Ancak uyanık ve tetikte olan deneklerde başka bir parça, denneğin devam etmekte olan düşüncelerine doğrudan ihanet ediyor gibi. Örneğin dinlenme hali ağırları içinde varsayılan mod ağı denilen bir ağ, kişisel durumumuz hakkında kafa yordüğumuz zaman açılır, otobiyografik anılar geri gelir ya da düşüncelerimizi başkalarının düşünceleriyle karşılaştırır.⁵² İnsanlar tarayıcının içinde uzanırken, ne düşündüklerini sormadan önce beyinleri bu varsayılan hale gelene kadar bekleriz; konuyla ilgili olmayan düşüncelere ve anılara daldıklarını söylerler (varsayılan modda alınan bu cevap, müdahale ettiğimiz hallere kıyasla daha fazladır).⁵³ Dolayısıyla kendiliğinden çalışan ağın hangi ağ olduğu, kısmen de olsa kişinin zihinsel halini öngörür.

Sözün kısıası, sonu gelmeyen nöron ateşlemeleri, kafa yordüğümüz düşüncelerimizi yaratır. Dahası, bu iç akış dış dünyayla yarışır. Beklenmedik bir resim gibi bir uyarının gösterilmesi, tetikteki denekte büyük bir P3 beyin dalgası tetiklediği halde, varsayılan modda gösterilen yüksek faaliyet anlarında tetikle-

⁵¹ He, Snyder, Zempel, Smyth ve Raichle 2008; Boly, Tshibanda, Vanhau-denhuysse, Noirhomme, Schnakers, Ledoux, Boveroux ve diğerleri 2009; Greicius, Kiviniemi, Tervonen, Vainionpaa, Alahuhta, Reiss ve Menon 2008; Vincent, Patel, Fox, Snyder, Baker, Van Essen, Zempel ve diğerleri 2007

⁵² Buckner, Andrews-Hanna ve Schacter 2008.

⁵³ Mason, Norton, Van Horn, Wegner, Grafton ve Macrae 2007; Christoff, Gordon, Smallwood, Smith ve Schooler 2009

mez.⁵⁴ Bilincin endojen halleri, dış olayların farkına varma yeteneğimize müdahale eder. Kendiliğinden gelişen beyin faaliyeti bütünsel çalışma alanını işgal eder ve eğer beyni zapt ederse diğer uyarıya erişimi uzun süre engelleyebilir. Bu olgunun biraz farklı bir biçimini 1. Bölümde “istem dışı körlük” adı altında görmüştük.

Bilgisayar simülasyonumuz aynı tür endojen faaliyet gösterdiğinde, çalışma arkadaşlarımla birlikte çok mutlu olmuştum.⁵⁵ Kendiliğinden ateşleme yarışması gözlerimizin önünde gerçekleşti ve simülasyonun tetikte olma parametresi yüksek olduğunda bütünsel olarak uyumlu olma eğilimindeydiler. Bu zaman zarfında ağı bir dış girdiyle uyarırsak, normal ateşleme eşiğinin çok üstünde bile olsa gelişmesi engellendi ve bütünsel ateşlemeye yol açmadı: iç faaliyet dış dürtülerle rekabet etti. Simülasyonumuz istem dışı körlük ve dikkatten kaçmayı taklit edebildi (bu iki olgu, beynin iki farklı şeye aynı anda dikkatini verememesinin somut örneğidir).

Kendiliğinden faaliyet, gelen aynı uyarının bazen tam gelişmiş ateşlemeye yol açarken bazen neden sadece bir faaliyet kısıntısına yol açtığını açıklıyor. Bu tamamen, uyarıdan *önceki* yaygaracı faaliyet örüntüsünün gelen spayk dizisiyle uyumlu olmasına ya da olmamasına bağlıdır. Canlı insan beyninde olduğu gibi, faaliyetteki rasgele iniş çıkışlar bizim simülasyonumuzda da zayıf dış uyarının algılanmasını etkiledi.⁵⁶

Beyindeki Darwin

Kendiliğinden faaliyet, bütünsel çalışma alanı modelinin en sık göz ardı edilen özelliklerinden biridir (ancak ben bu özelliği şahsen, ağın en özgün ve en önemli niteliklerinden biri olarak görüyorum). Çok fazla sayıda nörobilimci, refleks arkını insan beyni için asıl model olarak alan köhne düşünceye halâ katı-

⁵⁴ Smallwood, Beach, Schooler ve Handy 2008.

⁵⁵ Dehaene 2005

⁵⁶ Sadaghiani, Hesselmann, Friston ve Kleinschmidt 2010

lıyor.⁵⁷ René Descartes, Charles Sherrington ve Ivan Pavlov'a kadar giden bu fikir, gözün kolu nasıl yönettiğini gösteren Descartes'ın o meşhur şemasında olduğu gibi (Şekil 1) beyni sadece duylardan kaslarımıza veri aktaran giriş/çıkış cihazı gibi betimliyor. Bu bakış açısının çok yanlış olduğunu artık biliyoruz. Otonomi, sinir sisteminin temel özelliğidir. İçsel nöron faaliyeti, dış uyarılar üzerinde hâkimdir. Sonuç olarak beynimiz çevresine asla pasif bir şekilde boyun eğmez, ama kendisine ait olası faaliyet örüntülerini yaratır. Gelişme sırasında ilgisiz örüntüler ayıklanırken ilgili örüntüler korunur.⁵⁸ Özellikle küçük çocuklarda belirgin olan bu keyifli, yaratıcı algoritma, düşüncelerimizi Darwinci doğal ayıklama sürecinin onayına sunuyor.

Bu nokta, William James'in organizmaya bakış açısının en önemli kısmını oluşturuyor. James, "Neden 'omurilik nasıl birkaç refleksi olan bir makineyse yarım küreler de birçok refleksi olan bir makinedir ve bütün fark bundan ibarettir' demeyelim?" diye sordu. Bu soruya, çünkü beynin evrimleşmiş devre sistemi "doğal hali, kararsız denge olan bir organ" gibi davranır ve "beynin sahibinin, etrafını çeviren koşullardaki en ufak değişime karşı tavrını uyarlamasına" imkân verir diye cevap veriyor.

Bu yeteneğin temeli, sinir hücrelerinin uyarılabilirliğinde yatar: evrimin başlarında, nöronlar kendi kendini faaliyete geçirebilme ve kendiliğinden spayk ateşleyebilme yeteneği kazandı. Beyin devreleri tarafından filtrelenen ve güçlendirilen bu uyarılabilirlik, amaçlı bir araştırmacı davranışa dönüşür. Her hayvan, hiyerarşik şekilde organize olan "merkezi örüntü üreticileri" (kendiliğinden faaliyeti sayesinde ritmik yürüyüş ya da yüzme hareketleri yaratan nöronal ağlar) sayesinde kendi çevresini kısmen rasgele bir şekilde araştırır.

Primat beyinde ve olasılıkla diğer birçok türün beyinde, benzer araştırmaların tamamen bilişsel seviyede gerçekleştiğini savunuyorum. Bütünsel çalışma alanı, bir dış uyarı olmasa bile değişken faaliyet örüntüleri yaratarak özgürce yeni planlar

⁵⁷ Raichle 2010

⁵⁸ Berkes, Orban, Lengyel ve Fiser 2011.

yapmamızı, denememizi ve bu planların beklentilerimizi karşılamaması halinde değiştirmemizi mümkün kılar.

Darwinci farklılaşma süreci ve onu takip eden ayıklama, bütünsel çalışma alanı sistemimizde ortaya çıkar.⁵⁹ Kendiliğinden faaliyet, beynin gelecekteki ödülleri değerlendirmesine bağlı olarak sürekli biçimlendirilen örüntülere sahip bir “farklılık üretici” gibi davranır. Bu fikirle donatılmış nöron ağları çok güçlü olabilir. Jean-Pierre Changeux ve ben, bu nöron ağlarının Londra Kulesi gibi karmaşık problemleri ve bulmacaları çözdüğünü bilgisayar simülasyonlarında gösterdik.⁶⁰ Ayıklama yoluyla öğrenmenin mantığı, klasik sinaptik öğrenmenin kurallarıyla birleştiği zaman hatalarından öğrenebilen ve bir problemin altında yatan soyut kuralları bulup çıkaran sağlam bir mimari yaratır.⁶¹

“Farklılık Üreticinin” [Generator of Diversity] baş harfleri TANRI [GOD] kelimesini oluştursa da, kendiliğinden faaliyet kavramının ardında büyüğü hiçbir şey yok (zihnin madde üzerinde ikicil etkisi kesinlikle yok). Uyarılabilirlik, sinir hücrelerinin doğal ve fiziksel bir özelliğidir. Her nöronda, membran potansiyeli hiç durmadan voltaj dalgalanması gösterir. Bu dalgalanmalar büyük oranda, sinir taşıyıcılardaki keseciklerin, nöronun bazı girdi sinapslarında rasgele tahliye yapmasından kaynaklanır. Son analizde bu rasgelelik, çevredeki moleküllerimizi sürekli sarsan ısı gürültüden kaynaklanır. Evrimin, bu gürültünün darbe etkisini en aza indirgeyeceği düşünülebilir (mühendislerin, ısı gürültünün sayısal yongalarda kayma yapmaması için çok farklı voltajları 0’lar ve 1’ler ile belirlemeleri gibi). Beyinde durum farklıdır: nöronlar gürültüyü tolere etmekle kalmaz, hatta büyütür (karmaşık bir probleme optimum çözüm aradığımız birçok durumda, rasgelelik bir yere kadar işe yaradığı için olabilir). “Monte-Carlo Markov zinciri” ve “simüle edilmiş tavlama” gibi birçok algoritma, etkili bir gürültü kaynağı gerektirir.

⁵⁹ Changeux, Heidmann ve Patte 1984; Changeux ve Danchin 1976; Edelman 1987; Changeux ve Dehaene 1989

⁶⁰ Dehaene ve Changeux 1997; Dehaene, Kerszberg ve Changeux 1998; Dehaene ve Changeux 1991.

⁶¹ Rougier, Noelle, Braver, Cohen ve O’Reilly 2005

Bir nöronun membranındaki dalgalanmalar ne zaman eşik seviyesini aşsa bir spayk yayınlanır. Bizim simülasyonlarımız, bütünsel faaliyet örüntüsü ortaya çıkana dek nöronları kolonlara, gruplara ve devrelere bağlayan muazzam bağlantı kümeleri vasıtasıyla bu rasgele spaykların şekillendirilebileceğini gösteriyor. Yerel gürültü olarak başlayan şey, gizli düşünce ve amaçlarımıza denk düşen yapısal bir kendiliğinden faaliyet çıkına dönüşür. “Bilinç akışının,” ikide bir aklımıza gelerek zihinsel hayatımızın dokusunu oluşturan kelimelerin ve imgelerin kesin kaynağının, ömür boyu gelişim ve eğitimimiz sırasında döşenen trilyonlarca sinapsların şekil verdiği rasgele spayklar olduğunu düşünmek aşağılayıcıdır.

Bilinçdışının Kataloğu

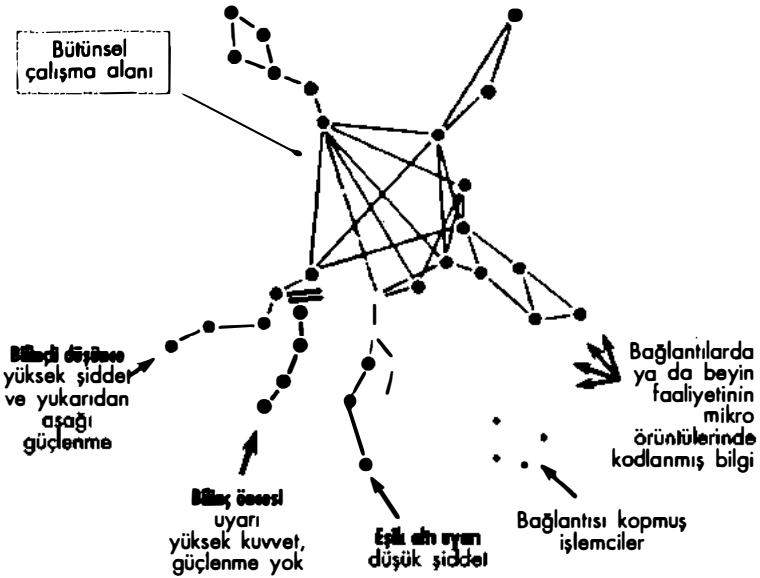
Bütünsel çalışma alanı teorisi son yıllarda büyük bir yorumlama aracı, deneysel gözlemlerimizi yeniden değerlendirdiğimiz bir prizma haline geldi. Teorinin başarılarından biri, insan beynindeki çeşitli bilinçdışı işlem tiplerine açıklık getirmek oldu. On sekizinci yüzyıl akademisyeni İsveçli Carl Linnaeus’un tüm canlı türleri için bir “taksonomi” (bitkilerin ve hayvanların tür ve alt türler halinde düzenli şekilde sınıflandırılması) tasarladığı gibi, bilinçdışına ait bir sınıflandırma önermeye artık başlayabiliriz.

2. Bölümün asıl mesajını hatırlayın: beynin yaptığı işlemlerin çoğu bilinçdışıdır. Nefes almaktan vücut pozisyonumuzu kontrol etmeye, alt seviye görme yeteneğinden hassas el hareketlerine, harf istatistiğinden gramer kurallarına kadar yaptığımız ve bildiğimiz birçok şeyin farkında değiliz (hatta gözlerimiz ve görsel korteksimiz sorunsuz işlem yapsa da, goril kılığına girip göğsünü yumruklayan bir genci istem dışı körlük sırasında gözümüzden kaçırabiliriz.) Çok bol miktarda bilinçdışı işlemci, kim olduğumuz ve nasıl davrandığımızın dokusunu oluşturur.

Bütünsel çalışma alanı teorisi, bu ormana biraz düzen getirilmesine yardımcı olur.⁶² Beyin mekanizmaları köklü farklılık

⁶² Dehaene, Changeux, Naccache, Sackur ve Sergent 2006.

gösteren farklı kaplardaki bilinçdışı becerileri sınıflandırmamıza yol açar (bkz. Şekil 28). Önce istem dışı körlük sırasında ne olduğunu düşünün. Görsel uyarı, normal bilinçli algı eşiğinin çok üzerinde gösterilir (buna rağmen, zihnimiz başka bir göreve tamamen odaklandığı için uyarının farkına varmayız). Bu cümleleri eşimin doğduğu evde, oturma odasında kocaman dolaplı ve sarkaçlı bir saat bulunan on yedinci yüzyıl çiftlik evinde yazıyorum. Sarkaç gözümün önünde salınıyor ve tik tak sesini rahatlıkla işitiyorum. Ama ne zaman yazmaya konsantre olsam, o ritmik ses zihinsel dünyamdan kayboluyor: dikkat eksikliği, farkına varmayı önlüyor.



ŞEKİL 28. Bilgi, çok farklı nedenlerden bilinçdışı kalabilir. Herhangi bir anda, ağı sadece bir düşünce ateşler. Diğer nesneler, ya onlara dikkat edilmediği ve dolayısıyla çalışma alanına girişleri reddedildiği için (bilinç öncesi) ya da çalışma alanı seviyesine ulaşan tam gelişmiş bir faaliyet çığı yaratacak güçleri olmadığı için bilince erişim kazanmayı başaramazlar (eşik altı). Çalışma alanıyla bağlantısı kopmuş işlemcilerde kodlanan bilginin de farkına varmayız. Son olarak, muazzam miktarda bilinçdışı bilgi, beyin bağlantılarımızda ve beyin faaliyetinin mikro örüntülerinde durur.

Çalışma arkadaşlarım ve ben bu tür bilinçdışı bilgiyi, bilinçdışı kataloğumuzda *bilinç öncesi* sıfatıyla etiketlemeyi önerdik.⁶³ Bilinç öncesi, beklemekte olan bilinçtir: ateşleyen faal nöron grupları tarafından zaten kodlanmış olan ve dolayısıyla dikkat edilseydi her an bilinçli hale geçecek olan (ama henüz bilinçli halde olmayan) bilgidir. Aslında bu kelimeyi Sigmund Freud'tan alıntıladık. *Outline of Psychoanalysis* [Psikanaliz Üzerine] adlı eserinde şöyle yazar: "Bazı süreçler... bilinçli olmaktan çıkabilir, ama kolayca tekrar bilinçli hale gelebilir... Bu şekilde davranan bilinçdışı her şeyi, yani bilinçdışı koşulları kolayca bilinçli koşullara dönüştüren her şeyi 'bilince girmeye kadir' ya da *bilinç öncesi* diye tanımlamak doğru olur."

Bütünsel çalışma alanı simülasyonları, bilinç öncesi hal için varsayımsal bir nöron mekanizmasına işaret ediyor.⁶⁴ Simülasyonumuza ne zaman bir uyarı girse, o uyarının faaliyeti yayılıyor ve sonunda bütünsel çalışma alanını ateşliyor. Dolayısıyla bu bilinçli temsil, aynı anda ikinci bir uyarının girişini önleyen çevresel sınır engeli yaratıyor. Bu merkezi rekabet kaçınılmazdır. Bilinçli temsilin, ne olduğuna değil ne *olmadığına* bakarak tanımlandığını daha önce belirtmiştim. Bizim varsayımımıza göre, mevcut bilinçli içeriği sınırlayıp ne *olmadığına* dair sinyal vermek için bazı çalışma alanı nöronlarının etkin biçimde susturulması gerekir. Bu yaygın engelleme, korteksin daha üst merkezlerinde darboğaz yaratır. Bilinçli halin kaçınılmaz bir parçası olan nöronal susturma, iki şeyi aynı anda görmekten ve çaba gerektiren iki görevi aynı anda yerine getirmekten bizi alıkoyar. Ancak başlangıçtaki duyuşal kortekslerin faaliyetine engel olmaz (duyuşal korteksler hiç kuşkusuz, adeta her zaman ki gibi aynı seviyede ve hatta ağın ilk uyarıyla meşgul olduğu zaman bile ateşleniyor). Bilinç öncesi bilgi bütünsel çalışma alanının dışında, geçici bellek depolarında bir süre tamponlanır. Bilgi burada yavaş yavaş bozularak unutulmaya (dikkati-

⁶³ Age.

⁶⁴ Sergent, Baillet ve Dehaene 2005; Dehaene, Sergent ve Changeux 2003; Zylberberg, Fernandez Slezak, Roelfsema, Dehaene ve Sigman 2010; Zylberberg, Dehaene, Mindlin ve Sigman 2009.

mizi ona vermeye karar vermediğimiz takdirde) yüz tutacaktır. Bozulmakta olan bilgi, kısa bir süre için halâ düzeltilip bilince dönebilir, ki bu durumda olaydan çok daha sonra geçmişe bakarak bilgiyi hatırlıyoruz.⁶⁵

Bilinç öncesi hal, *eşik altı* hal diye adlandırdığımız ikinci tür bilinçdışıyla tamamen çelişir. Çok kısa süre ya da yetersiz biçimde gösterildiği için göremediğimiz bir imgeyi düşünün. Buradaki durum çok farklıdır. Ne kadar dikkat edersek edelim, gizli uyarıcıyı algılayamayız. Geometrik şekillerin arasına sıkıştırılıp maskelenen kelime bizden daima kaçır. Bu tür bir uyarı, beyin görsel, anlamsal ve motor alanlarında saptanabilir faaliyete yol açar, ama bu faaliyet bütünsel ateşleme yaratacak kadar uzun ömürlü değildir. Laboratuvarımın simülasyonları bu olguyu da yakaladı. Üst alanlardaki yukarıdan aşağıya sinyaller başlangıçtaki algısal alanlara dönüp de gelen faaliyeti güçlendirme şansı buluncaya kadar, başlangıçtaki faaliyet bitip yerini maske aldığı için, bilgisayardaki kısa bir faaliyet darbesi bir bütünsel ateşleme tetiklemeyi başaramayabilir.⁶⁶ Beyni oyuna getiren zeki psikolog, çok zayıf, çok kısa süreli ya da karışık hale getirilmiş uyarılar tasarlayarak bütünsel ateşlemeyi sistematik olarak engellemelerini sağlıyor. *Eşik altı* terimi, gelen duyuşal dalganın bütünsel nöron çalışma alanı kıyılarında tsunami yaratmadan önce söndüğü koşullar kategorisi için geçerlidir. *Eşik altı* uyarıyı algılamak için ne kadar çabalarsak çabalayalım asla bilinçli hale gelmeyecektir, öte yandan dikkatimizi odaklamak için zaman bulursak bilinç öncesi uyarı bilinçli hale gelecektir. Bu durum, beyin seviyesinde birçok sonucu olan temel bir farklılıktır.

Bilinç öncesi/eşik altı farkı, beyinlerimizdeki bilinçdışı bilgi stokunu tüketmez. Nefes almayı ele alalım. Beyin sapınızın derinliklerinde üretilip göğüs kaslarınıza gönderilen uyumlu nöronal ateşleme örüntüleri, sizi hayatta tutan ventilasyon ritimlerini ömrünüz boyunca her an şekillendirir. Yetenekli geri

⁶⁵ Sergeant, Wyart, Babo-Rebello, Cohen, Naccache ve Tallon-Baudry 2012; Marti, Sigman ve Dehaene 2012.

⁶⁶ Bkz. ayrıca Enns ve Di Lollo 2000; Di Lollo, Enns ve Rensink 2000.

bildirim döngüleri, kanınızdaki oksijen ve karbondioksit seviyesine göre bu ritimleri ayarlar. Bu karmaşık nöron makinesi tamamen bilinçdışı kalır. Neden? Nöron ateşlemesi güçlüdür ve zaman içinde yayılıdır, yani eşik altı değildir; yine de dikkatli hiçbir çabayla bu örüntüler akla getirilemez, yani eşik önü de değildir. Bu olgu, taksonomimiz [sınıflandırmamız] kapsamında bilinçdışı temsilin üçüncü kategorisine giriyor: *bağlantısı kopmuş örüntüler*. Nefesinizi kontrol eden ve beyin sapınızda enkapsüle olan ateşleme örüntüleri, alın korteksi ve parietal kortekste bütünsel çalışma alanı sisteminden koparılmıştır.

Bilinçli hale gelmesi için, nöron topluluğu içindeki bilginin alın korteksi ve bağlantılı çalışma alanı nöronlarına aktarılması şarttır. Ancak solunum verileri, daima beyin sapı nöronlarınıza kenetlenmiştir. Kanınızdaki CO₂ seviyesine işaret eden ateşleme örüntüleri, korteksinizin kalan bölümüne iletilemez. Sonuç olarak bu verilerin farkına varmazsınız. Uzmanlaşmış birçok nöron devremiz son derece korunaklı olduğu için, farkındalığımıza ulaşması için gerekli bağlantılardan yoksundurlar. Bu verileri zihnimize ulaştırmanın tek yolu, ilginç bir şekilde başka bir duyuşsal modalite üzerinden tekrar kodlamaktır (sadece dolaylı olarak, yani göğüs hareketlerimize dikkat ettiğimiz zaman nasıl nefes aldığımızı fark ederiz).

Bedenimizin kontrolünün bizde olduğunu düşünsek de, yüzlerce nöron sinyali biz farkına varmadan beyin modüllerimiz üzerinden sürekli dolaşır, çünkü üst seviye uygun kortikal bölgelerle bağları yoktur. Felçli bazı hastalarda durum daha da kötüdür. Beynin beyaz madde [beyaz sinir dokusu] yolaklarındaki bir lezyon, belirli duyuşsal ya da bilişsel sistemlerin bağlantısını kopararak aniden bilince erişemez hale getirir. Dikkat çekici bir vaka, inmenin korpus kallosumu, yani iki yarımküreyi birbirine bağlayan devasa bağlantı demetini etkilemesi halinde ortaya çıkan kopukluk sendromudur. Bu tür bir lezyon bulunan hasta, kendi motor planıyla ilgili her türlü farkındalıktan yoksun kalabilir. Hatta sol elinin hareketlerini yadsır, elinin rasgele ve kontrolsüz davrandığını ifade eder. Burada olan şey, sol elin motor komutu sağ yarımküreden kaynaklanırken sözlü yorum-

ların sol yarımküreden kaynaklanmasıyla ilgilidir. Bu iki sistem arasındaki bağlantı koptuğu zaman, hastada hasarlı iki çalışma alanı var demektir; bu alanlar, birbirinin ne düşündüğünün kısmen bilincinde değildir.

Bağlantı kopukluğunun ötesinde, çalışma alanı teorisine göre nöronal bilginin bilinçdışı kalabildiği dördüncü bir yol, karmaşık ateşleme örüntüsü şeklinde *zayıflatılmasıdır*. Somut örnek vermek gerekirse, çok ince gözlerden oluştuğu için ya da çok hızlı (50 hertz ya da yukarısında) titreştiği için göremediğiniz bir ızgara düşünün. Salt düzgün dağılımlı bir gri görmenize rağmen, ızgaranın aslında beyninizde kodlandığını deneyler gösteriyor: farklı görsel nöron grupları, ızgaranın farklı yönleri için ateşleme yapar.⁶⁷ Nöronal faaliyetin bu örüntüsü neden bilince ulaştırılamıyor? Birincil görsel alanda son derece karışık bir zamansal ve mekânsal ateşleme örüntüsü kullandığı için, yani korteksin yukarı kısımlarında bulunan bütünsel çalışma alanı nöronlarının net bir şekilde fark edemeyeceği kadar karmaşık bir nöronal şifre kullandığı için olabilir. Nöronal kodu henüz tam olarak anlamasak da, bir bilgi parçasının bilinçli hale gelmesi için öncelikle kompakt bir nöron topluluğu tarafından açıkça yeniden kodlanması gerektiğine inanıyoruz. Belirli nöronların faaliyeti güçlendirilebilir hale gelip bilgiyi farkındalığımıza sunan bütünsel çalışma alanı ateşlemesine henüz yol açmadan önce, görsel korteksin ön bölgeleri bu nöronları anlamlı görsel girdilere atamalıdır. Bilgi, birbiriyle ilgisiz sayısız nöronun ateşlemesi içinde zayıflarsa bilinçli hale getirilemez.

Gördüğümüz her yüz, işittiğimiz her kelime işte bu bilinçdışı şekilde başlar; saçma bir şekilde eğrilip bükülen spayk katarları olan milyonlarca nöronun her biri, genel sahnenin sadece ufacık bir parçasını hisseder. Bu girdi örüntülerinin her biri konuşmacı, mesaj, duygu, odanın büyüklüğü hakkında adeta sonsuz miktarda bilgi içerir... keşke kodu çözebilseydik (ama çözemeyiz). Üst seviye beyin alanlarımız bu bilgiyi anlamlı depolar halinde sınıflandırdığında, ancak o zaman bu gizli bilginin

⁶⁷ Shady, MacLeod ve Fisher 2004; He ve MacLeod 2001.

farkına varırız. Duyularımızın gittikçe artan soyut özelliklerini art arda seçip çıkaran hiyerarşik duyuşal nöronlar piramidinin temel görevlerinden biri, mesajı netleştirmektir. Duyuşal eğitim, zayıf görüntü ya da seslerin farkına varmamızı sağlar, çünkü her seviyeden nöronlar bu duyuşal mesajları güçlendirmek üzere kendi özelliklerine yeniden yön verirler.⁶⁸ Öğrenmeden önce, nöronal bir mesaj duyuşal alanlarımızda zaten mevcuttu, ama farkındalığımıza erişemeyecek olan zayıflatılmış ateşleme örüntüsü şeklinde dolaylı olarak vardı.

Bu olgunun çok ilginç bir sonucu var: beynin sahibi görmezden gelse de, beyin sinyaller (örneğin çok kısa süre gösterilen görsel ızgaralar ve zayıf anlamlar hakkında sinyaller) içerir.⁶⁹ Beyin görüntüleme, bu şifreli formları çözmeye başlıyor. Amerikan ordusuna ait bir program, uydu fotoğraflarının saniyede on fotoğraf gibi muazzam bir hızla eğitilmiş gözlemciye gösterilmesini ve herhangi bir düşman uçağının varlığına dair bilinçdışı sezgi saptamak üzere gözlemcinin beyin potansiyellerinin [gerilimlerin] izlenmesini içeriyor. Bilinçdışımızda, kullanılmayı bekleyen hayal edilemeyecek bir zenginlik yatıyor. Gelecekte, duyuşarımızın saptayıp bilincimizin görmezden geldiği bu zayıf mikro-örüntüleri güçlendirerek, bilgisayar destekli beyin kodu çözme sayesinde duyu ötesi algının (çevremize dair güçlenmiş algı) hiç şaşmayan bir formuna sahip olabiliriz.

Son olarak bilinçdışı bilginin beşinci kategorisi, gizli bağlantılar şeklinde sinir sistemimizde kış uykusuna yatmış bekliyor. Çalışma alanı teorisine göre, nöronal ateşleme örüntülerini ancak ve ancak faal beyin alanları toplulukları oluştururlarsa fark ediyoruz. Ancak aşırı büyük miktarlarda bilgi, hareketsiz haldeki sinaptik bağlantılarımızda depolanıyor. Hatta doğmadan önce, nöronlarımız dünya istatistiklerini örnekler ve buna uygun olarak bağlantılarını uyarlarlar. İnsan beyninde bulunan trilyonlarca kortikal sinaps, tüm hayatımıza ait anıların uyuduğu yerdir. Özellikle hayatımızın ilk beş yılında, yani beyninizin

⁶⁸ Gilbert, Sigman ve Crist 2001.

⁶⁹ Haynes 2005a; Haynes 2005b; Haynes, Sakai, Rees, Gilbert, Frith ve Passingham 2007.

çevreye en iyi uyum sağladığı dönemde, her gün milyonlarca sinaps oluşur ya da yok olur. Her sinaps, küçücük bir parça istatistiksel bilgelik depolar: presinaptik nöronumun postsinaptik nöronumdan önce ateşlemesi olasılığı nedir?

Beynin her yerinde, bu tür bağlantıların güçlü yanları öğrenilmiş bilinçdışı sezgilerimizin temelinde yatar. Başlangıçtaki görme yeteneğinde, nesnelerin biçimini oluşturmak üzere komşu kenarların nasıl bağlandığıyla ilgili istatistikleri kortikal bağlantılar derler.⁷⁰ İşitsel ve motor alanlarda müziğe dair gizli bilgimizi saklarlar: yıllar süren piyano çalışmaları, olasılıkla sinaptik yoğunluklar, dendritik büyüklükler, beyaz madde yapısı ve destekleyici glial hücrelerdeki değişikliklere bağlı olarak gri madde yoğunluğunda saptanabilir değişime yol açar.⁷¹ Ve sinapslar olaylarla ilgili anılarımızı hipokampusta (Temporal loblarının altındaki kıvrıkcık yapı) bir araya getirir: bir olay nerede, ne zaman ve kiminle oldu.

Anılarımız, içerikleri sinaptik dikenler dağılımına sıkıştırılmış olarak yıllarca uykuda kalabilir. Bu sinaptik bilgelikten doğrudan faydalanamayız, çünkü onun formatı ve bilinçli düşüncüyü destekleyen nöronal ateşleme örüntüsü birbirinden çok farklıdır. Anılarımıza erişmek için, onları uyku halinden faal hale geçirmemiz gerekir. Anılara erişim sırasında, sinapslarımız hassas bir nöronal ateşleme örüntüsünün yeniden sahnelenmesini destekler (ve ancak o zaman bilinçli olarak hatırlarız). Bilinçli bir anı, sadece eski bir bilinçli andır, bir zamanlar varolan hassas bir faaliyet örüntüsünün yaklaşık yeniden inşasıdır. Beyin görüntüleme bize şunu gösteriyor: hayatımızın belli bir döneminin yeniden bilincine varmadan önce, anıların, alın korteksini ve karşılıklı bağlantılı singulat bölgelerini işgal eden belirgin nöronal faaliyet örüntülerine dönüştürülmesi şarttır.⁷² Bilinçli hatırlama sırasında birbirine uzak kortikal alanların bu şekilde yeniden canlandırılması, bizim çalışma alanı teorimize tamamen uyuyor.

⁷⁰ Stettler, Das, Bennett, Gilbert 2002.

⁷¹ Gaser ve Schlaug 2003; Bengtsson, Nagy, Skare, Forsman, Forssberg ve Ullen 2005.

⁷² Buckner ve Koutstaal 1998; Buckner, Andrews-Hanna ve Schacter 2008.

Gizli bağlar ve aktif ateşleme arasındaki fark, konuşurken takip ettiğimiz gramer kurallarını hiçbir şekilde fark etmediğimizi açıklıyor. “John akıllı olduğuna inanıyor,” cümlesinde inanan kişi John olabilir mi? Evet. “Jean John’un akıllı olduğuna inanıyor” cümlesinde inanan kişi John mu? Hayır. Peki, “Problemi hızla çözmesi John’u mutlu etti” cümlesinde mutlu olan John mu? Evet. Cevabı biliyoruz, ama bizi cevaba götüren kurallar hakkında hiçbir fikrimiz yok. Dil şebekelerimizdeki bağlantılar kelimeleri ve deyimleri işleyecek şekildedir, ama bağlantı şeması hiçbir şekilde farkındalığımıza ulaşamaz. Bunun sebebini bütünsel çalışma alanı teorisi açıklayabilir: bilgi, bilinçli erişim için yanlış formattadır.

Gramer, aritmetiğe cidden zıttır. 24 ile 31’i çarparken tamamen bilinçliyizdir. Her ara işlemin yapısı ve düzeni, hatta ara sıra yaptığımız hatalar iç gözlemimize ulaşabilir. Tersine, konuşurken mantığa aykırı bir şekilde iç işlemlerimizle ilgili olarak söyleyecek şey bulamayız. Söz dizim işlemcimizin çözdüğü problemler matematik problemleri kadar zordur, ama nasıl çözdüğümüz konusunda en ufak bir fikrimiz yok. Bu farkın sebebi ne? Karmaşık aritmetik hesaplamalar adım adım gerçekleştirilir, ağ şebekesi (alın, singulat ve parietal korteks) düğümlerinin doğrudan kontrolü altındadır. Bu tür karmaşık diziler, alın nöronlarının ateşlemesiyle net olarak kodlanır. Her bir hücre niyetlerimizi, planlarımızı, tek tek adımlarımızı, adım sayısını ve hatta hatalarımızı ve düzeltmelerimizi kodlar.⁷³ Bu nedenle aritmetik için hem plan hem de planın gelişmesi, bilinci destekleyen nöronal ağ içindeki nöronal ateşlemeyle net olarak kodlanır. Gramer ise tersine, sol üst temporal lobu alt ön girusla ilişkilendiren bağlantı demetleriyle gerçekleştirilir ve arka yan alın korteksinde çaba gerektiren bilinçli işlemler yapma zahmetinden ağı kurtarır.⁷⁴ Temporal dil korteksimizin büyük bir

⁷³ Sigala, Kusunoki, Nimmo-Smith, Gaffan ve Duncan 2008; Saga, Iba, Tanji, Hoshi 2011; Shima, Isoda, Mushiake ve Tanji 2007; Fujii ve Graybiel 2003; For review, see Dehaene ve Sigman 2012.

⁷⁴ Tyler ve Marslen-Wilson 2008; Griffiths, Marslen-Wilson, Stamatakis ve Tyler 2012; Pallier, Devauchelle ve Dehaene 2011; Saur, Schelter, Schnell,

kısmı, anestezi sırasında farkına varmadan ve bağımsız şekilde konuşmayı işlemeye devam eder.⁷⁵ Nöronların gramer kurallarını nasıl kodladığını bilmiyoruz (ama öğrendiğimiz zaman, bu kuralları kodlama şemasının zihinsel aritmetik şemalarından tamamen farklı olduğunu tahmin ediyorum.

Maddenin Öznel Halleri

Bütünsel çalışma alanı teorisi, özet olarak bilinç ve bilincin beyin mekanizması hakkındaki çok sayıda gözleme anlam kazandırıyor. Teori, beynimizde depolanan bilginin neden sadece ufacık bir bölümünün farkına vardığımızı açıklıyor. Bilginin bilinçli erişilebilir olması için, üst kortikal bölgelerdeki nöronal faaliyetin düzenli bir örüntüsü şeklinde kodlanması gerekir ve bu örüntünün de bütünsel çalışma alanı oluşturan karşılıklı yoğun ilişki halindeki bir iç devreyi ateşlemesi gerekir. Bu uzun mesafeli ateşlemenin karakteristikleri, beyin görüntüleme deneylerinde saptanan bilinç imlerini açıklıyor.

Laboratuvarımdaki bilgisayar simülasyonları bilinçli erişimin bazı özelliklerini kopyalasa da, gerçek beyni taklit etmekten henüz çok uzak (simülasyon, bilinçli olmaktan çok uzak). Ancak ilke olarak, bir bilgisayar programının bilinçli halin ayrıntılarını yakalayabileceği konusunda kuşku yok. Daha uygun bir simülasyonda, farklılaştırılmış milyarlarca nöronal hal olurdu. Bu simülasyon, faaliyeti sadece çevrede yaymak yerine, girdileriyle ilgili faydalı istatistiksel sonuçlar çıkarır, örneğin belli bir yüzün orada olması olasılığını ya da bir motor hareketin hedefine başarılı şekilde ulaşma olasılığını hesaplar.

Nöron ağlarının bu tür istatistiksel hesaplar yapmak üzere ne şekilde düzenlenebileceğini zihnimizde canlandırmaya başlıyoruz.⁷⁶ Uzmanlaşmış nöronların temin ettiği gürültülü

Kratochvil, Kupper, Kellmeyer, Kummerer ve diğerleri 2010; Fedorenko, Duncan ve Kanwisher 2012.

⁷⁵ Davis, Coleman, Absalom, Rodd, Johnsrude, Matta, Owen ve Menon 2007.

⁷⁶ Beck, Ma, Kiani, Hanks, Churchland, Roitman, Shadlen ve diğerleri 2008; Friston 2005; Deneve, Latham ve Pouget 2001.

[parazitli] kanıtların birikmesiyle birlikte basit algısal kararlar ortaya çıkar.⁷⁷ Bilinçli algılama sırasında, bu kararların bir alt kümesi çöküp birleşik bir yorum oluşturarak bundan sonra ne yapılacağına dair içsel karara yol açar. Selfridge'in şeytanlar mekânı gibi, uyum için mücadele eden birden fazla beyin bölgesinin olduğu büyük bir dahili alan düşünün. Bölgelerin çalışma kuralları, gelen farklı mesajların tutarlı yorumunu sürekli aramalarını sağlar. Uzun mesafe bağlantılar sayesinde, bu bölgeler bölük pörçük bilgiye karşı çıkar ve bu kez bütünsel seviyede kanıt toplar, organizmanın mevcut hedeflerini karşılayan tutarlı bir yanıt elde edilene kadar toplamaya devam eder.

Makine bir bütün olarak, dış girdilerden kısmen etkilenir. İlkesi bağımsızlıktır. Kendiliğinden faaliyet sayesinde kendi hedeflerini yaratır ve dolayısıyla bu örüntüler yukarıdan aşağıya doğru beynin kalan faaliyetini şekillendirir. Eski anıları getirmeleri, zihinsel bir imge üretip dil ya da mantık kurallarına göre aktarmaları için diğer alanları tetiklerler. Sabit nöron faaliyetinin akışı, dahili ağda dolaşarak milyonlarca paralel işlemcinin arasında inceleme yapar. Tutarlı her sonuç, asla durmayan bir zihinsel algoritmada (bilinçli düşünce akışı) bizi bir adım ilerletir.

Böylesine paralel bir istatistiksel makineyi gerçekçi nöronal ilkelere dayanarak simüle etmek harika olurdu. Avrupa'da araştırma grupları, insan ölçeğinde kortikal ağları anlayıp simüle etmeyi amaçlayan destansı bir çaba için, İnsan Beyni Projesi için toplanıyor. Milyonlarca nöron ve milyarlarca sinaps içeren, atanmış "nöromorfik" silikon yongalara dayanan ağ simülasyonlarına ulaşmak artık mümkün.⁷⁸ Bu hesaplama araçları önümüzdeki on yıl içinde, beynin hallerinin bilinçli hallerimize nasıl yol açtığına dair çok daha ayrıntılı tablolar elde edecek.

⁷⁷ Yang ve Shadlen 2007.

⁷⁸ Izhikevich ve Edelman 2008.

6

EN BÜYÜK TEST

Bilince dair her teori o en büyük teste, yani klinik testine gir-melidir. Her yıl binlerce hasta komaya giriyor. Çoğu "bitkisel ha-yat" denilen korkunç bir koşul altında sürekli tepkisiz kalıyor. Henüz emekleme aşamasında olan bilinç bilimi onlara yardım edebilir mi? Yanıt, çekimser evet. "Bilinç ölçer" rüyası gerçek-leştirilebilir. Beyin sinyallerinin karmaşık matematiksel anali-zi, hangi hastanın bilinçli yaşam sürdürdüğünü ve hangisinin sürdürmediğini güvenilir şekilde ayırt etmeye başlıyor. Klinik müdahaleler de yakın sayılır. Beynin karmaşık çekirdeklerinin uyarılması, bilincin geri kazanılmasını hızlandırabilir. Beyin-bilgisayar arayüzlerinin, bilinçli ama tamamen felç olan kilit-lenme sendromlu hastalara bir tür iletişim şekli kazandırması bile mümkün. Geleceğin nöroteknolojileri, bilinç hastalıklarına klinik yaklaşımı tamamen değiştirecektir.

Nasıl buz kestiğimi, güçten kesildiğimi
sorma bana ey okur, bunu yazamam,
çünkü yeterli sözcükleri bulamam.
Ölmemiştım, ama diri de değildim;

—Dante Alighieri, *İlahi Komedya* (y. 1307–21),
[çev. Rekin Teksoy, Oğlak Klasikleri]

Her yıl muazzam sayıdaki trafik kazaları, felç, başarısız intihar girişimleri, karbonmonoksit zehirlenmesi ve boğulma kazaları, yetişkinleri ve çocukları tamamen kötürüm bırakıyor. Koma-da, elleri ve ayakları felç, hareket edemiyor ve konuşamıyorlar, zihinsel yaşamın bütün parıltısını kaybetmiş gibiler. Yine de derinlerde bir yerde bilinç halâ var olabilir. Alexandre Dumas, *Monte Cristo Kontu*'nda (1844) zarar görmemiş bir bilincin,

felçli bir bedenın yarattığı mezara diri diri nasıl gömülebileceğini dramatik bir şekilde tasvir ediyor:

Mösyö Noirtier, bir kadavra gibi hareketsiz olan yaşlı adam, zeki ve canlı bakışlarıyla, yeni gelenleri izliyordu... Görme ve işitme duyusu, dörtte üçü şimdiden mezara girmiş gibi olan bu insan bedenini halâ canlı tutan iki kıvılcım gibiydi. Ve bu iki duyudan biri, dışarıya, bu heykeli canlandıran bir iç yaşam olduğunu gösteriyordu. Bu iç yaşamı ele veren bakış, gece çölde yolunu yitirmiş yolcuya, bu sessizlik ve karanlık içinde halâ nöbet tutan bir canlı varlığın olduğunu bildiren uzak iki ışıktan biri gibiydi. [İthaki Yayınları, çev. Aysen Altınel]

Mösyö Noirtier hayali bir karakterdir (muhtemelen kilit sendromunun ilk edebi betimlemesidir). Ancak Noirtier'nin sağlık durumu çok fazla gerçekçi. Fransız moda dergisi *Elle*'in editörü Jean-Dominique Bauby, hayatı birden değiştiğinde daha kırk üç yaşındaydı. Bauby "O güne kadar" diye yazıyor, "beyin sapı diye bir şey duymamıştım. İçimizdeki bilgisayarın çok önemli bir parçası olduğunu, beyin ve omurilik arasındaki ayrılmaz bağlantı olduğunu o zaman öğrendim. Serebrovasküler bir olay beyin sapımı çalışmaz hale getirince, anatominin bu hayati parçasıyla acımasızca tanışmış oldum."

Bauby 8 Aralık 1995'te inme nedeniyle yirmi gün komada kaldı. Hastane odasında uyandığında, bir gözü ve kafasının bir kısmı dışında tamamen felçti. Bir kitabı tasarlamaya, ezberlemeye, yazdırmaya ve yayınlarmaya yetecek kadar, on beş ay hayatta kaldı. Kilitlenme sendromlu bir hastanın iç yaşamının uygulandırıcı ifadesi olan *The Diving Bell and the Butterfly* (Kelebek ve Dalgıç, 1997) anında çok satan kitaplar listesine girdi. Çağdaş bir Noirtier gibi hareket edemeyen bir bedene hapsolmuş olan Jean-Dominique Bauby, yardımcısı harfleri E, S, A, R, I, N, T, U, L, O, M... diye tek tek söylerken sol göz kapağını kırparak kitabını harf harf yazdırdı. İki yüz bin göz kırpmaya, beyin felcinin yok ettiği güzel bir zihnin öyküsünü anlatıyor. Kitabı yayımlandıktan tam üç gün sonra, zatürre hayatına son verdi.

Elle dergisinin eski editörü kafa karışıklığı, tecrit, kendini ifade edememe ve bazen çaresizlikle geçen günlük çilesini sade,

bazen esprili bir dille anlatıyor. Dalgıç çanına benzettiği hareketsiz bir bedende hapsolmasına rağmen, bilinci ve zarif yazısı kelebek gibi esnek (zihninin hiç zarar görmemiş olan akışı için kullandığı mecaz). Bilincin bağımsızlığına dair, Jean-Dominique Bauby'nin etkileyici hayal gücü ve akıcı yazısından daha iyi kanıt olamaz. Görme yeteneğinden dokunmaya, hoş bir kokuyu almaktan boğulma duygusuna kadar tüm zihinsel haller dağarcığı, sonsuza kadar kilit vurulmuş bir bedende hapsedilmiş bile olsa her zamanki gibi özgürce akabilir.

Ancak Bauby gibi hasta olan birçok kişide var olan zengin zihinsel hayat saptanmadan kalıyor.¹ Fransız Kilitlenme Sendromu Birliğinin (Bauby kurdu, en gelişmiş bilgisayar arayüzleri kullanan hastalar tarafından bizzat yürütülüyor) yakın zamanda yaptığı bir araştırmaya göre, hastanın bilincini ilk saptayan kişi genellikle doktor olmuyor. Yarıdan fazla olayda saptamayı aile fertlerinden biri yapıyor.² Daha kötüsü, beyin hasarının ardından doğru teşhis konana kadar geçen süre ortalama 2,5 ay. Bazı hastalara 4 yıl teşhis konmuyor. Felçli bedenleri arasında istemsiz seğirmeler ve stereotipik refleksler gösterdiği için, istemli göz hareketleri ve göz kırpmaları, tabii fark edilirse, genellikle refleksler denilerek önemsenmiyor. En iyi hastanelerde bile başlangıçta hiç tepki yok ve "bitkisel" diye sınıflandırılan hastaların yaklaşık yüzde 40'ı, yakından inceleme yapıldığı zaman minimum bilinç belirtileri gösteriyor.³

Bilinçli olduklarını ifade edemeyen hastalar, nörobilime acil ve zor bir görev yüklüyor. İyi bir bilinç teorisi, bazı hastalar bu yeteneği kaybederken diğerlerinin neden kaybetmediğini açıklamalıdır. Her şeyden öte somut yardım sağlamalıdır. Bilinç imleri saptanabilir ise, bu imkân en çok ihtiyacı olanlara, yani bilinç belirtisi saptamanın onlar için ölüm kalım meselesi olduğu kötürüm hastalara sunulmalıdır. Dünyanın her yerinde-

¹ Laureys 2005.

² Leon-Carrion, van Eeckhout, Dominguez-Morales Mdel ve Perez-Santamaria 2002.

³ Schnakers, Vanhaudenhuyse, Giacino, Ventura, Boly, Majerus, Moonen ve Laureys 2009.

ki yoğun bakım ünitelerinde, ölümlerin yarısı yaşam desteğini kapatma yolundaki klinik kararlardan kaynaklanıyor.⁴ Hastada bir miktar bilinç olduğunu saptayacak ya da sonunda komadan çıkıp değeri olan zihinsel bir yaşama kavuşacaklarını öngörecektir araçlar tıbbın elinde olmadığı için kaç Noirtier ve Bauby'nin öldüğünü insan merak etmeden duramıyor.

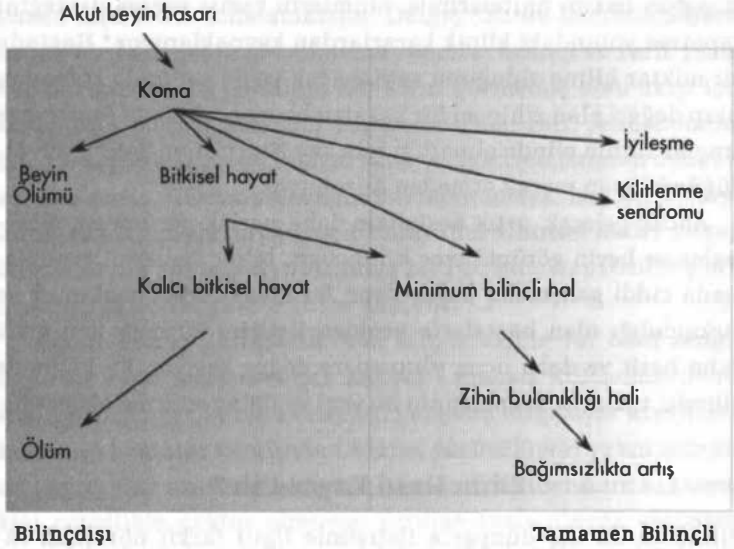
Ancak gelecek, artık kesinlikle daha parlak görünüyor. Nörologlar ve beyin görüntüleme bilimcileri, bilinç hallerini tanımlamada ciddi gelişmeler kaydediyor. Bu alan, bilinci saptamak ve farkındalığı olan hastalarla yeniden iletişim kurmak için artık daha basit ve daha ucuz yöntemlere doğru kayıyor. Bu bölümde bilimin, tıbbın ve teknolojinin bu yeni ve ilginç sınırına eğileceğiz.

Zihin Nasıl Kaybedilir?

Bilinç ya da dış dünyayla iletişimle ilgili farklı nörolojik rahatsızlıkları sınıflandırarak başlayalım (Şekil 29).⁵ Yabancılaşmadığımız *koma* (kökeni eski Yunancada *κωμα* "derin uyku" kelimesi) terimiyle başlayabiliriz, çünkü hastaların çoğu başlangıçta bu durumdadır. Koma tipik olarak, beyin hasar gördükten birkaç dakika sonra ya da saatler içerisinde meydana gelir. Komanın farklı nedenleri arasında kafa travması (genellikle trafik kazalarından dolayı), felç (beyin damarlarında yırtılma ya da tıkanıklık), anoksi (beyne oksijen gitmemesi; tipik olarak kalp durması, karbonmonoksit zehirlenmesi ya da boğulma nedeniyle ortaya çıkar) ve zehirlenme de (bazen aşırı alkol almaktan kaynaklanır) mevcuttur. Koma klinik olarak, uyanma kapasitesinin uzun süreli kaybolması diye tanımlanır. Hasta tepki vermeden, gözleri kapalı yatar. Hiçbir uyarı hastayı uyandıramaz, kendisinin ya da çevresinin farkında olduğunu gösteren hiçbir belirti vermez. *Koma* teriminin geçerli olması için, klinikerler bu halin bir saat ya da daha uzun sürmesini şart koşar (koma bu şekilde geçici senkop [bayılma], beyin sarsıntısı ya da stupor [sersemlik] hallerinden ayırt edilir).

⁴ Smedira, Evans, Grais, Cohen, Lo, Cooke, Schecter ve diğerleri 1990.

⁵ Laureys, Owen ve Schiff 2004.



ŞEKİL 29. Beyin hasarı, bilinç ve iletişimde çeşitli rahatsızlıklara yol açabilir. Şekilde hastaların ana kategorileri, kabaca bilincin olmasına ve gün boyu kararlılığına bağlı olarak soldan sağa doğru sıralandı. Oklar, hastanın durumunun zamanla ne şekilde gelişebileceğini gösteriyor. Minimum zıtlık, bitkisel hayattaki hastalarla (bilinçe dair hiçbir klinik belirti göstermeyen hasta) minimum bilinçli hastaları (bazı istemli davranışları hâlâ gerçekleştirebilen hasta) birbirinden ayırır.

Ancak komaya giren hastalarda beyin ölümü gerçekleşmemiştir. *Beyin ölümü* tamamen farklı bir haldir. Beyin sapı reflekslerinin tamamen kaybolması, EEG'nin düz çizgi olması ve solunumu başlatmamayla nitelendirilir. Beyin ölümü gerçekleşen hastalarda pozitron emisyonu tomografisi (PET) ve Doppler ultrasonu gibi diğer ölçümler, kortikal metabolizmanın ve beyne kan perfüzyonunun yok olduğunu gösterir. Hipotermi [vücut ısısının düşmesi] ve farmakolojik ve toksik maddelerin etkisi listeden çıkarıldığında, altı saat ile bir gün içinde kesin beyin ölümü teşhisi konabilir. Kortikal ve talamik nöronlar çabuk dejenere olarak erir, kişiyi belirleyen yaşam boyu anılarının tümünü sonsuza kadar siler. Dolayısıyla beyin ölümünde geri dönüş yoktur: yok olan hücreleri ve molekülleri hiçbir teknoloji

asla canlandıramaz. Birçok ülke, ki buna Vatikan da dahil,⁶ beyin ölümünü ölümle özdeşleştiriyor, söylenecek başka söz yok.

Koma neden kökten farklı? Ve bir nörolog komayı beyin ölümünden nasıl ayırt edebilir. Öncelikle, komada beden bazı koordine tepkiler göstermeye devam eder. Üst seviye birçok refleks varlığını sürdürür. Örneğin komaya giren hastaların çoğu, gırtlakları uyarıldığında öğürür ve parlak ışığa tepki olarak göz bebekleri küçülür. Bu tepkiler, beyin sapının derinliklerinde yer alan bilinçdışı beyin devre sisteminin bir kısmının hâlâ çalıştığını kanıtlar.

Komadaki hastaların EEG'leri düz çizgi olmaktan çok uzaktır. Yavaş hızda dalgalanmaya devam eder, uyku ya da anestezi sırasında görülen dalgalara benzer düşük frekanslı dalgalar üretir. Birçok kortikal ve talamik hücre hâlâ canlı ve faaldir, ama ağ hali uygun değildir. Bazı nadir vakalarda yüksek frekanslı teta ve alfa ritimleri görülür (alfa koma), ancak düzeni sıra dışıdır; iyi çalışan bir talamik-kortikal ağı karakterize eden bozuk senkronizasyonlu ritimler yerine, iri beyin parçalarını sanki son derece senkronize dalgalar işgal etmiştir.⁷ Çalışma arkadaşım nörolog Andreas Kleinschmidt, alfa ritmini "beynin ön cam sileceğine" benzetiyor (alfa dalgaları normal bilinçli beyinde bile özel bölgeleri kapatmaya alışkıdır. Örneğin sese odaklandığımız zaman görsel alanları kapatır).⁸ Bazı koma vakalarında, propofollü anestezide olduğu gibi (Michael Jackson'ı öldüren yatıştırıcı),⁹ dev bir alfa ritmi korteksi işgal etmiş gibidir ve her türlü bilinçli hal olasılığını yok eder. Yine de hücreler hâlâ faal olduğu için, normal kodlama ritimleri günün birinde geri gelebilir.

Dolayısıyla koma halindeki hastaların beyninin faal olduğu çok açıktır. Bu hastaların korteksi dalgalanan EEG üretir, ama

⁶ Pontifical Academy of Sciences 2008.

⁷ Alving, Moller, Sindrup ve Nielsen 1979; Grindal, Suter ve Martinez 1977; Westmoreland, Klass, Sharbrough ve Reagan 1975.

⁸ Hanslmayr, Gross, Klimesch ve Shapiro 2011; Capotosto, Babiloni, Romani ve Corbetta 2009.

⁹ Supp, Siegel, Hipp ve Engel 2011.

“derin uykudan” çıkıp bilinçli hale yol açma yeteneği yoktur. Neyse ki koma nadiren uzun sürer. Enfeksiyon gibi tıbbi komplikasyonlar önlenirse, hastaların çoğu birkaç gün ya da hafta içinde giderek iyileşir. İlk belirti genellikle uyku-uyanıklık çevriminin geri dönüşüdür. Koma halindeki hastaların çoğu bilincini, iletişimini ve istemli davranışını geri kazanır.

Ancak talihsiz vakalarda, farkındalığın olmadığı garip bir uyarılma haliyle birlikte iyileşme durur.¹⁰ Hasta her gün uyanır (ancak bu uyanıklık anlarında tepkisiz kalır, çevresinin farkında değildir ve Dante’nin içsel arafında kaybolur, “ne ölü, ne diridir.” Hiçbir bilinç belirtisi olmayan uyku-uyanıklık çevriminin korunması, bitkisel hayatın ayırıcı özelliğidir. Yıllarca devam edebilen bu hal “tepkisiz uyanıklık” olarak da bilinir. Hasta kendiliğinden nefes alır, yapay yollardan beslendiği zaman ölmez. Terri Schiavo on beş yılını bitkisel hayatta geçirirken ailesinin, Florida eyaletinin ve hatta Başkan George W. Bush’un yasal mücadele verdiğini Amerikalı okuyucu belki hatırlar; sonunda, mahkeme Schiavo’nun beslenme tüpünün çıkarılmasına karar verdi ve Mart 2005’te ölüme terk edildi.

Bitkisel tam olarak ne demek? Bu terim akla aciz “bitkiyi” getirdiği için biraz yersizdir (ama iyi bir bakımın olmadığı koşullarda bu rumuz tam yerine oturuyor). Nörolog Jennett ve Plum bu sıfatı, Oxford İngilizce Sözlüğe göre “entelektüel faaliyet ya da sosyal ilişki olmaksızın salt fiziksel bir hayat sürmek” anlamına gelen *bitmek* [ot, bitki vb] yükleminden türetmiş.¹¹ Kardiyak frekansın düzenlenmesi, vasküler tonus ve vücut sıcaklığı gibi otonom sinir sistemine bağlı olan fonksiyonlar genellikle hasarsızdır. Hasta hareketsiz değildir, bazen bedeni ya da gözleriyle yavaş ve şaşırtıcı hareketler yapar. Tebessüm, ağlama, surat asma, belirgin herhangi bir sebep olmaksızın hastanın yüzünü aniden aydınlatabilir. Bu tür davranışlar ailede ciddi kafa karışıklığına yol açabilir. (Terri Schiavo vakasında, ailesi bu yüzden Terri’ye halâ yardım edilebileceğine ikna olmuştu.)

¹⁰ Jennett ve Plum 1972.

¹¹ Jennett 2002.

Ancak bu tür bedensel tepkilerin refleks olarak ortaya çıkabileceğini nörologlar bilir. Omurilik ve beyin sapı, bazen belli bir hedefe yönlendirilmemiş ve tamamen istemsiz olan hareketler üretir. Hasta sözlü komutlara asla tepki vermez, tek bir kelime söylemez, ancak rasgele homurtular çıkarabilir.

Doktorlar, ilk hasarın üstünden bir ay geçtikten sonra “inatçı bitkisel hayattan” bahseder; üç ile on iki ay sonra, beyin hasarının anoksi ya da kranial travma kaynaklı olmasına bağlı olarak “kalıcı bitkisel” hayat teşhisi konur. Ancak bu terimler tartışmalıdır, çünkü iyileşme şansının olmadığını ima ediyor, bilincin hep bu halde kalacağını düşündürüyor ve dolayısıyla hayat desteğini çekmeye varan zamansız bir karara yol açabilir. Çok sayıda klinisyen ve araştırmacı, hastanın şu anki ve gelecekteki halinin kesin yapısına açık kapı bırakan gerçekçi bir ifade olarak “tepkisiz uyanıklık” gibi tarafsız bir ifadeyi tercih ediyor. İşin doğrusu, az sonra göreceğimiz gibi bitkisel hayat iyi anlaşılmamış koşulların toplamıdır ve hatta bilinçli olmasına rağmen iletişim kuramayan hastaların olduğu nadir vakaları da içerir.

Ciddi beyin hasarı olan bazı hastaların bilincinde genel olarak, hatta birkaç saat iniş çıkışlar olabilir. Bazı dönemler kendi hareketleri üzerindeki kontrollerini bir yere kadar geri kazanabilirler, ki bu da onları haklı olarak “minimum bilinçli hal” kategorisine sokar. Nörologların oluşturduğu bir çalışma grubu 2005’te bu terimi, kalıcı kavrama ve istem olduğunu düşündüren nadir, kararsız ve sınırlı tepki gösteren hastaları tanımlamak için kullandı.¹² Minimum bilince sahip hastalar, göz kırparak sözlü komuta tepki verebilir ya da gözleriyle aynayı takip edebilirler. Genellikle bir tür iletişim kurulabilir: birçok hasta sesli olarak evet ya da hayır diyerek ya da salt başını sallayarak cevap verebilir. Bitkisel hayattayken rasgele tebessüm eden ya da ağlayan bir hastadan farklı olarak, minimum bilince sahip hasta mevcut koşullara uygun duygular da ifade edebilir.

Teşhisten emin olmak için tek bir ipucu yetmez; bilinç belirtilerinin belirli tutarlılıkla gözlenmesi şarttır. Bu bir çelişki de

¹² Giacino 2005.

olsa, minimum bilince sahip hastalar düşüncelerini tutarlı şekilde ifade etmelerini engelleyen bir durumda olabilir. Davranışları son derece değişken olabilir. Bazı günler tutarlı hiçbir bilinç belirtisi görülmez ya da sabah belirti görüldüğü halde öğleden sonra görülmeyebilir. Dahası hasta güldüğü ya da ağladığında, gözlemcinin ağlamayı/gülmeyi gerektiren bir durum olup olmadığına dair değerlendirmesi hayli öznel olabilir. Nöropsikolog Joseph Giacino, teşhisin güvenilirliğini artırmak için Komadan Çıkma Ölçeği oluşturdu; ölçek, hastanın bizzat yanında yapılan ve tamamen denetim altında uygulanan bir dizi nesnel testten oluşuyor.¹³ İncelemeler sırasında nesneleri tanıyıp müdahale etme kapasitesi, bakışı kendiliğinden ya da sözlü komutlara tepki olarak yönlendirme ve beklenmedik seslere tepki gibi basit fonksiyonlar değerlendirilir. Tıbbi ekip, hastayı ısrarla sorgulamak ve çok yavaş ya da çok az ilişkili bile olsa davranışsal tepki olup olmadığını dikkatle izlemek üzere eğitilir. Testler genellikle günün farklı saatlerinde tekrar tekrar uygulanır.

Tıbbi ekip bu ölçeği kullanarak bitkisel hayatta olan hastayla minimum bilince sahip olan hastayı çok daha doğru şekilde ayırt edebilir.¹⁴ Bu bilgi sadece hayatı sonra erdirmeye karar almak için değil, aynı zamanda iyileşme olasılığını öngörmek için kritik önem taşır. İstatistiksel olarak ifade edersek, minimum bilince sahip teşhisi konan hastaların yeniden istikrarlı bilince kavuşma şansı, yıllardır bitkisel hayatta olanlara nazaran daha fazladır (ancak her bireyin kaderini öngörmek hâlâ çok zor). İyileşme genellikle son derece yavaştır: haftalar geçtikçe hastanın tepkileri giderek tutarlı ve güvenilir hale gelir. Az sayıda dramatik vakada, birkaç gün içinde ani uyanma gerçekleşir. Başkalarıyla istikrarlı iletişim kurma yeteneğine yeniden kavuşan hastalara, artık minimum bilinçli hasta olarak değerlendirilmez.

¹³ Giacino, Kezmar, DeLuca ve Cicerone 1991. Nörologlar artık Giacino, Kalmar ve Whyte'in tanımladığı Komadan Çıkma Ölçeğinin gözden geçirilmiş halini (CRS-R) kullanıyor 2004. Bu test grubu tartışılmaya ve geliştirilmeye devam ediyor. Örneğin bkz. Schnakers, Vanhaudenhuyse, Giacino, Ventura, Boly, Majerus, Moonen ve Laureys 2009).

¹⁴ Giacino, Kalmar ve Whyte 2004; Schnakers, Vanhaudenhuyse, Giacino, Ventura, Boly, Majerus, Moonen ve Laureys 2009.

Minimum bilinçli halde olmak nasıl bir şey? Bu hastalar geçmişe dair anıların ve geleceğe dair umutların olduğu ve belki de en önemlisi şu anın tam olarak bilincinde oldukları, büyük acı ve çaresizlik dolu olan yeterince normal bir iç yaşam sürdürüyor mu? Ya da daha çok kafaları karışık ve saptanabilir bir tepki gösterivermek için yeterli enerji toplayamıyorlar mı? Bilmiyoruz, ama tepkilerdeki muazzam dalgalanmalar ikinci seçeneğin gerçeğe daha yakın olduğunu düşündürüyor. Uygun bir benzetme, kendimizden geçtiğimiz zaman, anestezi altındayken ya da iyice sarhoşken yaşadığımız o bulanık, durgun zihinsel hal olabilir.

Minimum bilinç bu anlamda listemizdeki son tıbbi durumdan, yani Jean-Dominique Bauby'nin yaşadığı "kilitlenme sendromundan" herhalde çok farklıdır. Kilitlenme hali tipik olarak, genellikle beyin sapının çıkıntısı üzerinde yer alan ve sınırları belirli olan bir lezyondan kaynaklanır. Böyle bir lezyon, korteksin omurilikteki çıkış yollarıyla olan bağlantısını keskin bir doğrulukla koparır. Korteks ve talamusu birbirinden ayıran lezyon, genellikle bilince hiç hasar vermez. Hasta komadan uyanıldığında kendisini felçli bir bedende hapsolmuş, kıpırdayamaz ve konuşamaz halde bulur. Gözleri hareketsizdir. Genellikle kalan tek şey, farklı nöronal yolların yarattığı salt düşey göz hareketleri ve göz kırpmalardır ve bu hareketler dış dünyayla bir iletişim kanalı oluşturur.

Fransız natüralist yazar Émile Zola, Thérèse Raquin (1867) adlı romanında Madam Raquin'in, kilitlenme sendromlu ve elleri ayakları felçli yaşlı bir kadının zihinsel hayatını güçlü bir şekilde yakalamış. Zola, zavallının zihnine açılan tek pencerenin gözler olduğuna titizlikle dikkat çekmiş:

Bu yüze ortasında iki canlı göz bulunan bir ölü maskesi denilebilirdi. Yalnız yuvalarının içinde fırl fırl dönen bu gözler kımıldayabiliyorlardı. Yanaklar, ağız taş kesilmiş gibi insana dehşet veren bir hareketsizlik içindeydi... Bakışları her gün daha yoğun parlaklık alıyor, giderek daha çok tatlılaşıyordu. Bir şey istemek, teşekkür etmek için gözlerini tıpkı el gibi, ağız gibi kullanmaya

alışmıştı. Bu suretle garip ve hoş bir şekilde kendisinde bulunmayan uzuvlarının eksikliğini gideriyordu. Bakışları güzeldi, Yumuşak etleri buruşuk buruşuk sarkan yüzün ortasında gökler gibi güzeldi. [Çev. Şevket Altın]

Kilitlenme sendromlu hastalar iletişimdeki kusurlarına rağmen sadece eksikliklerinin değil, kendi zihinsel yeteneklerinin ve aldıkları sağlık hizmetinin farkında olan duru bir zihne sahip olabilir. İçinde bulundukları durum saptandıktan ve acıları hafifletildikten sonra tatmin edici bir yaşam sürdürebilirler. Otonom zihinsel haller yaratmak için hasarsız korteks ve talamusun yeterli olduğuna dair kanıt, kilitlenmiş beyinlerin hayatı her yönüyle yaşamaya devam etmesidir. Zola'nın romanında Madam Raquin, oğlunu öldürdüğü için nefret ettiği yeğeni ve aşığından acı intikam alır, her zaman tetikte olan gözleri çiftte intihara tanık olur. Dumas'nın *Monte Cristo Kontu*'nda felçli Noirtier, yıllar önce öldürdüğü adamın oğluyla evlenmek üzere olduğu konusunda torununu uyarmayı başarır.

Gerçek kilitlenme sendromlu hastaların hayatları daha az olaylı, ama romandakiler kadar olağanüstü. Bazı kilitlenme sendromlu hastalar bilgisayarlı göz izleme cihazı yardımıyla e-postalarına cevap vermeyi, kâr amacı gütmeyen bir kuruluşu yönetmeyi ya da Fransız yönetici Philippe Vigand gibi iki kitap yazıp çocuk sahibi olmayı başarıyor. Komadaki, bitkisel hayattaki ve minimum bilince sahip hastalardan farklı olarak, kilitlenme sendromu hastalarının bilinçle ilgili bir rahatsızlıkları olduğu söylenemez. Hatta moralleri yüksek olabilir: onların öznel yaşam kalitesiyle ilgili olarak yakın zamanda yapılan bir araştırma, çoğunun o korkunç ilk birkaç ayı geçirdikten sonra, normal, zarar görmemiş nüfus ortalamasıyla aynı mutluluk notu verdiklerini ortaya çıkardı.¹⁵

¹⁵ Bruno, Bernheim, Ledoux, Pellas, Demertzi ve Laureys 2011. *Bkz.* ayrıca Laureys 2005.

Korteks Varsa Ben de Varım

İletişim kuramayan hastaların koma, bitkisel hayat, minimum bilinç ve kilitlenme sendromu şeklinde alt bölümlere ayrılması, 2006'da seçkin *Science* dergisinde yayınlanan şaşırtıcı bir raporla birlikte güvenilirliğini yitirip klinik fikir birliğini yerle bir etti. İngiliz nörobilimci Adrian Owen, bitkisel hayatın tüm belirtilerini gösterdiği halde beyin faaliyetine bakıldığı zaman kayda değer bilinç seviyesi olduğunu düşündüren bir hastayı tarif etti.¹⁶ Rapor ürkütücü bir şekilde, bilinen kilitlenme sendromlu hastalardan daha kötü koşullarda hastaların bulunduğu işaret ediyor: bu hastalar bilinçli, ama göz kırparak bile olsa bunu dış dünyaya anlatmaları için ellerinde *hiçbir* imkân yok. Bu araştırma yerleşik klinik kuralları yerle bir ederken aynı zamanda umut mesajı verdi: artık beyin görüntüleme, bilinçli bir zihnin varlığını saptayacak kadar hassas ve daha sonra göreceğimiz gibi bu zihni dış dünyaya yeniden bağlayabilir.

Adrian Owen ve çalışma arkadaşlarının *Science*'daki makalede inceledikleri hasta, trafik kazası nedeniyle ön loblarda çift yönlü hasar gören yirmi üç yaşında bir kadındı. Beş ay sonra, uyku-uyanıklık çevriminin devam etmesine rağmen halâ tepkisizdi (bitkisel hayat tanımına tam olarak uyuyor). Deneyimli bir klinisyen ekip bile farkındalık, iletişim ya da istemli kontrolden eser olduğunu gösteren hiçbir belirti saptayamadı.

Şaşırtıcı haber, hastanın beyin faaliyetinin görüntülenmesiyle geldi. Bitkisel hayata giren hastalarda korteksin durumunu izlemek için yapılan araştırma protokolünün bir parçası olarak hastada bir dizi fMRI incelemesi yapıldı. Hasta cümleler dinlerken kortikal dil ağının tamamen faal olduğunu gören araştırmacılar çok şaşırdı. İşitme ve konuşulanı kavrama devrelerinin bulunduğu üst ve orta temporal girus oldukça güçlü

¹⁶ Owen, Coleman, Boly, Davis, Laureys ve Pickard 2006. Bu hasta uyarıya karşı dalgalanan davranışsal tepkiler gösterdiği için, hastanın daha en başta minimum bilince sahip sınıfına sokulmasının gerekip gerekmediği tartışması klinisyenler arasında devam ediyor. Minimum bilince sahip olduğu kabul edilse bile hastanın kapsamlı ve büyük oranda normal olan beyin faaliyeti örüntüleri çarpıcı bir çelişki olarak kalacaktı.

ateşledi. Muğlak kelimeler kullanarak (örneğin “*gıcırtı* tavandaki *kirişten* geldi”) cümleler daha zorlaştırıldığında, sol alt ön korteksteki (Broca bölgesinde) faaliyet daha da güçlendi.

Bu tür yüksek kortikal faaliyet, hastanın konuşma işleminde kelime analizi ve cümle haline getirme aşamalarının bulunduğunu düşündürdü. Ama hasta kendisine söyleneni gerçekten anladı mı? Dil ağının faaliyete geçmesi, farkındalık için tek başına kesin kanıt sağlamadı; daha önce yapılan çok sayıda inceleme, dil ağının uyurken ya da anestezi altındayken büyük oranda korunabileceğini göstermişti.¹⁷ Hastanın bir şey anlayıp anlamadığını çözmek için Owen ikinci bir dizi tarama yaptı; bu taramalar sırasında hastaya karmaşık talimatlar veren cümleler dinletildi. “Tenis oynadığını düşünmesi,” “evindeki odalarda gezdiğini düşünmesi” ve “rahatlaması” söylendi. Bu faaliyetleri başlatmasını ve bitirmesini söyleyen talimatlar tam olarak belirlenmiş zamanlarda verildi. Otuz saniyelik canlı hayal gücü için ipucu “tenis” ya da “dolaşmak” kelimeleriydi ve onu “rahatla” ipucu kelimesiyle otuz saniyelik dinlenme takip etti.

Dilsiz ve hareketsiz hastanın komutları yerine getirip getirmemesi şöyle dursun, komutları anlayıp anlamadığını bilmek için Owen’ın elinde tarayıcıdan başka bir şey yoktu. Ancak fMRI cevabı hemen buldu: hastanın beyin faaliyeti, söylenen talimatları yakından izledi. Tenis oynadığını düşünmesi söylendiği zaman, suplemerter [destekleyici] motor alan tam istenilen şekilde her otuz saniyede bir açılıp kapandı. Ve hasta zihinsel olarak dairesini ziyaret ettiğinde, mekânın temsiliyle ilgili alanları (parahipokampal girus, arka parietal lob ve premotor korteks) içeren başka bir beyin ağı ateşlendi. Hasta şaşırtıcı şekilde, aynı zihinsel hayal etme görevlerini yerine getiren sağlıklı kontrol denekleriyle aynı beyin bölgelerini faaliyete geçirdi.

Peki, hasta bilinçli miydi? Birkaç bilimci şeytanın avukatını oynadı.¹⁸ Hasta talimatları bilinçli olarak anlamadan bu alanları tamamen bilinçdışı şekilde faaliyete geçirmenin belki müm-

¹⁷ *Bkz.* örneğin Davis, Coleman, Absalom, Rodd, Johnsrude, Matta, Owen ve Menon 2007; Portas, Krakow, Allen, Josephs, Armony ve Frith 2000.

¹⁸ Naccache 2006a; Nachev ve Husain 2007; Greenberg 2007.

kün olduğunu savundular. Sadece *tenis* adını duymak motor alanları faaliyete geçirmek için yeterli olabilirdi, çünkü kelimenin anlamı zaten faaliyet kavramını içeriyordu. Benzer şekilde, *dolaşmak* kelimesini duymak mekân hissini tetiklemek için belki yeterliydi. Bu varsayıma göre beyin faaliyeti, bilinçli zihin olmadan kendiliğinden gerçekleşebilir. Daha felsefi bir ifadeyle, beyindeki herhangi bir imge zihninin varlığını kanıtlayabilir ya da çürütebilir mi? Bu konuda olumsuz yorum yapan Amerikalı nörolog Allan Ropper, ulaştığı karamsar sonucu zeki bir espriyile ifade etti: “Doktorlar ve toplum, ‘Bende beyin faaliyeti var, o halde ben varım,’ demeye henüz hazır değil. Bu durumda Descartes tersten okunmuş olurdu.”¹⁹

Kelime oyunu bir yana, çıkarılan bu sonuç yanlış. Beyin görüntüleme gerçekten rüştünü ispat etti ve tamamen nesnel beyin görüntülerine dayanarak kalan bilinci saptama gibi karmaşık bir problem bile artık çözülmek üzere. Owen şık bir kontrol deneyi gerçekleştirdiğinde, mantıklı görünen eleştiriler bile darmadağın oldu. *Tenis* ve *dolaşmak* kelimelerini sadece dinledikleri sırada normal gönüllüleri taradı; bu kelimeleri işittikleri anda ne yapacakları konusunda hiçbir talimat almamışlardı.²⁰ Bu iki kelimenin tetiklediği faaliyetler arasında herhangi bir farkın saptanmaması belki de şaşırtıcı değildir. Pasif dinleyicilerin beyin faaliyeti görüntüsü, Owen’ın hastası ya da kontrol denekleri zihinde canlandırma talimatı aldığı zaman faaliyete geçen ağın görüntüsünden farklıydı. Bu bulgu, şeytanın avukatlarını kuşkusuz çürüttü. Owen’ın hastası parietal ve hipokampal alanlarını görevle ilgili olarak faaliyete geçirirken tek bir kelimeye bilinçsiz tepki vermekten fazlasını yaptı (görev konusunda *düşündüğü* ortaya çıktı).

Owen ve çalışma arkadaşlarının işaret ettiği gibi, tek bir kelime işitmenin otuz saniye süreyle beyin faaliyeti tetiklemesi pek mümkün görünmedi; böyle bir faaliyetin gerçekleşmesi için, hastanın bu kelimeyi kendisine verilen zihinsel görevi yerine

¹⁹ Ropper 2010.

²⁰ Owen, Coleman, Boly, Davis, Laureys, Jolles ve Pickard 2007.

getirmek üzere ipucu olarak kullanması gerekirdi. Bütünsel çalışma alanı modelimin teorik bakış açısına göre, bu kelime sadece bilinçdışı bir faaliyet tetiklemişse, faaliyetin çabuk sönüp en fazla birkaç saniye sonra başlangıç noktasına dönmesi beklenirdi. Tersine, belli alın bölgeleri ve parietal bölgelerde gözlemlenen faaliyetin otuz saniye boyunca devam etmesi, işleyen bellekte bilinçli düşüncelerin varlığını neredeyse kesin olarak yansıttı. Oldukça keyfi bir görev seçtikleri için Owen ve çalışma arkadaşları eleştirilebilir olsa da, seçimleri zekice ve pragmatikti: zihninde canlandırma görevini yerine getirmek hasta için kolaydı, ancak bu görevin tetiklediği beyin faaliyetinin bilinç olmadan gerçekleşebileceğini düşünmek zordu.

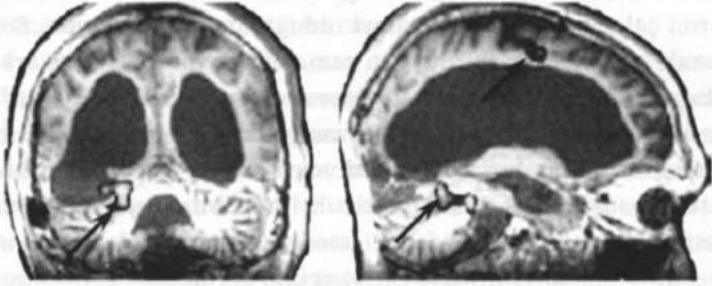
İçerideki Kelebeği Özgür Bırakmak

Bitkisel hayat sürdüren hastaların bilinçli olabileceğine dair hâlâ herhangi bir şüphe varsa, tanınmış *New England Journal of Medicine*'de yayınlanan ikinci bir makale bu kuşkuları tamamen yok etti.²¹ Makale, beyin görüntülemenin bitkisel hayattaki bir hastayla iletişim kanalı açabileceğine dair kanıt sundu. Deney şaşırtıcı şekilde basitti. Araştırmacılar önce Owen'ın kafasında canlandırma çalışmasını kopyaladı. Bilinç bozuklukları olan elli dört hastadan beşi, tenis oyununu ya da evlerine gittiklerini kafalarında canlandırmaları istendiğinde belirgin beyin faaliyeti gösterdi. Bunlardan dördü bitkisel hayattaydı. İçlerinden biri ikinci bir MRI seansına alındı. Her taramadan önce "Erkek kardeşiniz var mı?" gibi kişisel bir soru soruldu. Hasta ne hareket edebiliyor ne konuşabiliyordu (ama Martin Monti ve çalışma arkadaşları hastadan tamamen zihinsel bir cevap istediler). "Evet" diye cevap vermek isterseniz, lütfen tenis oynadığınızı kafanızda canlandırın. "Hayır" diye cevap vermek isterseniz, lütfen oturduğunuz daireye gittiğinizi kafanızda canlandırın. 'Cevapla' kelimesini duyduğunuzda başlayın ve 'rahatla' kelimesini duyduğunuzda durun."

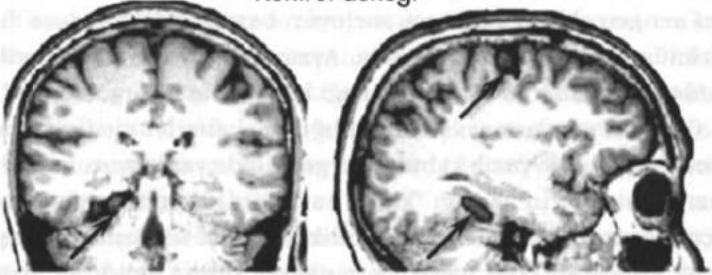
²¹ Monti, Vanhaudenhuyse, Coleman, Boly, Pickard, Tshibanda, Owen ve Laureys 2010.

Bu zeki strateji gerçekten iyiydi (Şekil 30). Altı sorudan beşinde, daha önce saptanmış olan iki beyin ağından biri belirgin faaliyet gösterdi. (Altıncı soruda ağların ikisi de faaliyet göstermedi, yani cevap alınmadı.) Araştırmacılar doğru yanıtları bilmiyordu (ama saptadıkları beyin faaliyeti ve aileden alınan gerçek bilgileri karşılaştırdınca, cevapların beşinin de doğru olduğunu görerek mutlu oldular).

Bitkisel hayatta olduğu çok açık olan hasta



Kontrol deneği



ŞEKİL 30. Bitkisel hayatta olduğu çok açık olan bazı hastaların karmaşık zihinsel görevler sırasında adeta normal beyin faaliyeti göstermesi, aslında bilinçli olduklarını düşündürüyor. Yukarıdaki şekildeki hasta ne hareket edebiliyor ne konuşabiliyordu, ama beynini faaliyete geçirerek sözlü sorulara doğru yanıtlar verdi. Hayır cevabı için daireesine gittiğini, evet cevabı için tenis oynadığını kafasında canlandırması istendi. Babasının adının Thomas olup olmadığı sorulduğunda, beynindeki mekânsal yolculuk bölgeleri tıpkı normal deneğinki gibi ateşlendi, yani doğru yanıtı verdi: hayır. Bariz hiçbir iletişim ya da bilinç belirtisi göstermediği için hasta bitkisel hayatta olarak nitelendirildi. Hastadaki devasa lezyonlar açıkça görülüyor.

Bu muazzam bulguların taşıdığı anlamı sindirmek için biraz duralım. Hastanın beyninde uzun bir zihinsel işlem zinciri hasar görmeden kalmış olmalı. Birincisi hasta soruyu anladı, doğru yanıt verdi ve taramadan önce dakikalarca aklında tuttu. Bu da dili kavramada, uzun dönemli bellekte ve işleyen bellekte sorun olmadığını düşündürdü. İkincisi deneyi yapan kişinin keyfi olarak evet yanıtını tenisle ve hayır yanıtını zihinsel olarak dolaşmakla eşleştiren talimatlarına hasta isteyerek uydu. Yani hasta bilgiyi, keyfi bir beyin modülleri kümesi üzerinden esnek şekilde yönlendirebildi (bu bulgu özünde, hastanın bütünsel nöron çalışma alanının hasarsız olduğunu düşündürüyor). Son olarak, hasta talimatları uygun zamanda yerine getirdi ve arka arkaya yapılan beş taramada cevabını kolaylıkla değiştirdi. Merkezi dikkat ve görev değiştirme yeteneği, merkezi yönetim sisteminin korunduğunu ima ediyor. Kanıtlar az olmakla birlikte, ki müşkülpesent bir istatistikçi hastanın beş değil yirmi soru cevaplandırmış olmasını isterdi, hastanın hâlâ bilinçli ve istemli bir zihne sahip olduğu sonucunu görmezden gelmek zor.

Bu sonuç yerleşik klinik sınıflandırmaları yerle bir ediyor ve bizi acı gerçekle yüzleşmeye zorluyor: bazı hastalar sadece dış görünüş olarak bitkisel hayatta. Ayrıntılı klinik muayenelerde gözden kaçabilse de bilinç keleşbeği hâlâ kanat çırpıyor.

Owen'ın araştırması yayınlandığında, haberler medyada çabucak yayıldı. Ne yazık ki bulgular genellikle yanlış yorumlandı. Bazı gazetecilerin vardığı "koma hastaları bilinçli," sonucu, en saçma sonuçlardan biriydi. Kesinlikle yanlış! Söz konusu araştırma sadece bitkisel hayat ve minimum bilinç hali vakalarını kapsadı, komaya girmiş tek bir hasta yoktu. Bu durumda bile hastaların sadece yüzde 10 ya da 20'sinin teste yanıt vermesi, "süper kilitlenme hali" sendromunun nispeten nadir olduğunu düşündürüyor.

Gerçek şu ki kesin rakamlar konusunda hiçbir fikrimiz yok, çünkü beyin görüntüleme testi asimetriktir. Test olumlu cevap verirse, bilincin varlığı hemen hemen kesindir; tersine, hasta bilinçli olduğu halde sağırılık, dil bozuklukları, dikkat eksikliği ya da dikkatini devam ettirememesi gibi çeşitli nedenlerden do-

layı testi geçemeyebilir. Sadece travmatik beyin hasarı sonrasında hayatta kalan hastaların cevap vermesi dikkat çekicidir. Büyük bir felç ya da oksijen eksikliği yüzünden bilincini kaybeden diğer hastalar, belki de Terri Schiavo gibi yayılmaya maruz kalmış ve esas olarak kortikal nöronlarda geri dönülmez hasar gördükleri için görevi yerine getirecek hiçbir yeterlilik göstermemişlerdir. Bitkisel hayattaki bir hastada hasar görmemiş bilinç bulma “mucizesi,” vakaların sadece ufak bir alt kümesiyle ilgiliydi ve bu “mucizeyi” komaya giren her hastaya sınırsız tıbbi yardım sağlamak için yaşamdan yana bir kanıt olarak kullanmak tamamen mantıksız olurdu.

Belki daha da şaşırtıcı olan, *minimum bilince sahip* otuz bir hastadan otuzu testi geçemedi. Hasta yanında yapılan testte, bu hastaların hepsi korunmuş istem ve farkındalık belirtilerini bazen gösterdi. Ancak kaderin cilvesi diyelim, biri hariç hepsi, beyin görüntüleme testi sırasında kesinlikle bilinç taşıdıklarını kanıtlama şansını kaybetti. Sebebini kim bilebilir? Belki de test, dikkatlerinin zayıf olduğu bir anda yapıldı. Belki MRI makinesinin garip ve gürültülü ortamında odaklanamadılar. Ya da bilişsel fonksiyonları bu karmaşık görevi yerine getirecek kadar güçlü değildi. Buradan en azından iki sonuç çıktı: birincisi “minimum bilinç” varlığının klinik teşhisi elbette bu hastaların normal bilinçli bir zihne sahip olduğunu göstermez; ikincisi Owen’ın kafada canlandırma testi bilinci büyük ölçüde eksik değerlendiriyor olabilir.

Bu tür problemler yüzünden bilincin var olup olmadığını hiçbir test kesin olarak kanıtlamayacaktır. Etik yaklaşım, bir dizi test geliştirmek ve varsa hangisinin hastanın içindeki kelebekle iletişim kurabildiğini görmek olacaktır. Kusursuz bir dünyada, bu testlerin tenis oyununu kafada canlandırmaktan çok daha basit olması gerekir. Dahası, bilincinde zamanla dalgalanmalar olan kilitlenme sendromlu hastalarda yanılmamak için testlerin birkaç gün tekrarlanması gerekir. fMRI ne yazık ki bu amaç için hiç uygun bir araç değil, ekipman çok karmaşık ve pahalı olduğu için hastalarda genel olarak sadece bir ya da iki tarama yapılıyor. Adrian Owen’ın kendisinin de belirttiği gibi, “hastayla

iletişim kanalı oluşturduktan sonra, hasta ve ailesi için iletişimi rutin hale getiren bir araçla durumu takip edememek zor bir durum.”²² Owen’ın net istemli cevap belirtileri gösteren ikinci hastası bile kilitlenme halindeki bedeninin oluşturduğu hapse geri gönderilmeden önce sadece bir kez sınanabildi.

Engelleyici bu koşulların ötesine geçmenin ne kadar acil olduğunu fark eden birçok araştırma ekibi, elektroansefalografi (sadece kafa yüzeyindeki elektrik sinyallerinin güçlendirilmesini gerektiren, kliniklerde her zaman bulunan ucuz bir teknik) denilen çok daha basit bir teknolojiye dayanan beyin-bilgisayar arayüzleri geliştiriyor.²³

Ne yazık ki tenis oynamanın ve dairede dolaşmanın EEG ile izlenmesi zor. Dolayısıyla yapılan bir çalışmada araştırmacılar, hastalara verdikleri çok daha basit bir talimata dayandılar: “Her bip sesinde sağ elinizi sıkıp yumruk yaptığınızı düşünün, sonra serbest bırakın. Bu sırada, kaslarınız gerçekten bu hareketi yaptığınızı hissedecek şekilde odaklanın.”²⁴ Bir başka denemede, hastalar ayak parmaklarını oynattıklarını hayal etmek zorundaydı. Hastalar bu eylemleri zihinsel olarak gerçekleştirirken, araştırmacılar motor kortekste salınımlı EEG faaliyetinin farklı örüntülerini aradı. Bilgisayarlı makine-öğrenmesi algoritması, her hasta için sinyalleri yumruğa karşı ayak parmağı denemeleri şeklinde sınıflandırmayı denedi. Bit-kisel hayattaki on altı hastadan üçünde işe yaradığı görüldü (ancak bu teknik, tesadüfi bulgu olasılığını tamamen dışlayacak kadar güvenilir değil.²⁵ (Sağlıklı, bilinçli hastalarda bile yirmi vakadan sadece dokuzunda işe yaradı). New York’ta Nicholas Schiff yönetimindeki başka bir ekip, beş sağlıklı gönüllü ve üç hastanın yüzdüklerini ya da dairelerine gittiğini hayal

²² Cyranoski 2012.

²³ EEG kod çözme ve beyin-bilgisayar arayüzleri alanının tartışmasız öncüsü, Tübingen Üniversitesinden Neils Birbaumer’dır. İncelemek için bkz. Birbaumer, Mirgualday ve Cohen 2008.

²⁴ Cruse, Chennu, Chatelle, Bekinschtein, Fernandez-Espejo, Pickard, Laureys ve Owen 2011.

²⁵ Goldfine, Victor, Conte, Bardin ve Schiff 2012.

ettiği bir test gerçekleştirdi.²⁶ Test güvenilir sonuçlar vermiş gibi görünse de, rakamlar yine tüm kuşkuları yok edecek kadar büyük değildi.

Bu tür EEG bazlı iletişim, mevcut tüm eksikliklerine rağmen gelecekteki araştırmalar için en pratik yolu temsil ediyor.²⁷ Bir bilgisayarı beyne bağlamak gibi büyük bir problemten son derece etkilenen birçok mühendis, giderek daha karmaşık sistemler geliştiriyor. Çoğu bakış ve görsel dikkate dayanan bu sistemlerin çoğu birçok hasta için sıkıntı yaratsa da, işitsel dikkat ve motor imgelemin deşifre edilmesinde gelişme kaydediliyor. Oyun sektörü daha hafif, kablosuz kayıt cihazlarıyla konuya dahil oluyor. Hatta elektrotlar, felçli hastaların korteksine ameliyatla belki doğrudan yerleştirilebilir. Elleri ve ayakları felçli bir hasta, bu tür bir cihaz kullanarak robotik bir kolu zihinsel olarak kontrol etmeyi başardı.²⁸ Bu cihaz dil alanlarına yerleştirilse, bir konuşma sentezleyicisi günün birinde hastanın söylemek istediklerini belki gerçek kelimelere dönüştürebilir.²⁹

Engin araştırma yolları açılmış durumda. Bu yollar kilitlenme sendromlu hastalar için daha iyi iletişim cihazlarına yol açmakla kalmayıp, kalan bilinci saptamak için de yeni araçlar sağlayacaktır. Belçika'nın Liège şehrinde Steven Laureys yönetimindeki Coma Science Group (Koma Bilim Grubu) gibi ileri klinik araştırma merkezlerinde, bitkisel hayata girmiş bir hastayı kabul ettikleri zaman sistematik olarak uygulanan bir dizi teste daha şimdiden beyin-bilgisayar arayüzleri dahil edilmiş durumda. Bundan yirmi yıl sonra, elleri ayakları felçli ve kilitlenme sendromlu hastaların salt irade gücüyle tekerlekli sandalyelerini sürdüklerini görmek sanırım çok sıradan bir şey olacaktır.

²⁶ Goldfine, Victor, Conte, Bardin ve Schiff 2011.

²⁷ Chatelle, Chennu, Noirhomme, Cruse, Owen ve Laureys 2012.

²⁸ Hochberg, Bacher, Jarosiewicz, Masse, Simeral, Vogel, Haddadin ve diğerleri 2012.

²⁹ Brumberg, Nieto-Castanon, Kennedy ve Guenther 2010.

Değişik Olanın Bilinçli Saptanması

Adrian Owen'ın öncülük eden araştırmasına hayranlık duysam da içimdeki teorisyenin hâlâ kafası karışık. Bu testi geçmek elbette bilinçli zihin gerektiriyor (ancak bu deneme metnini herhangi bir bilinç teorisiyle kolay ilişkilendirmek mümkün değil. Deneme dil, bellek ve hayal gücü içerdiği için, bir hastanın testi geçmediği halde hâlâ bilinçli olmasının birçok yolu var. Bilinç için çok daha basit son bir test tasarlayabilir miyiz? Beyin görüntülemedeki gelişmeler sayesinde birçok bilinç imi saptamış durumdayız. Hastanın bilinçli olup olmadığına karar vermek için bu imleri izleyemez miyiz? Üstelik böylesine minimal ve teoriden destek alan bir test, küçük çocukların, prematüre bebeklerin ve hatta sıçanların ve maymunların bile bir çeşit bilinç taşıyıp taşımadığı gibi zor bir konuda bize faydalı olurdu.

Çalışma arkadaşlarım Tristan Bekinschtein, Lionel Naccache ve Mariano Sigman'la birlikte 2008'de Paris'in güneyinde, Orsay'de yediğimiz o unutulmaz öğle yemeği sırasında kendimize şu naif soruyu sorduk: Olası en basit bilinç detektörünü tasarlayacak olsak nasıl bir yol izlerdik? Böyle bir dedektörün EEG'ye (en basit ve en ucuz beyin görüntüleme tekniği) dayanması gerektiğine çabucak karar verdik. Birçok hastada görme yeteneği genellikle engellendiği halde işitme yeteneği zarar görmediği için, dedektörün aynı zamanda işitsel uyarıya dayanması gerektiğine karar verdik. İşitselden yararlanma kararımız bazı sorunlar yarattı, çünkü keşfettiğimiz bilinç imleri esas olarak görsel deneylere dayalıydı. Bilinçli erişimin ortaya çıkardığımız esas ilkelerinin yine de işitsel modalite için genelleştirilebileceğinden emindik.

Art arda deneylerde kaydetmiş olduğumuz en belirgin imden, yani kortikal bölgelerdeki beyin ağının senkronize ateşlenmesini gösteren devasa P3 dalgasından faydalanmaya karar verdik. İşitsel P3 dalgası elde etmek oldukça kolaydır. Sakin bir senfoni konseri dinlerken birden birinin cep telefonunun çaldığını düşünün. Dikkatinizi başka yöne verip bu ga-

rip olayın farkına vardığınız için, bu garip ses devasa bir P3 dalgası tetikler.³⁰

Kendi tasarımıımızda, düzenli olarak tekrarlayan bir dizi ses olacaktı: bip bip bip bip... Beklenmedik bir anda tuhaf bir ses ortaya çıkacaktı: *bap*. Denek uyanık ve tetikteyken, bu sapma olayı sistematik olarak P3 benzeri bir olay, yani bilincimizin vekilini yaratır. Bu beyin tepkisinin sadece ses yoğunluğu ya da başka bir düşük seviye özellikten kaynaklanmadığından emin olmak için, farklı bir dizi denemede öğeleri tersine çevirecektir: *bap* sesi standart, *bip* ise sapma olacaktı. Bu hile sayesinde P3 dalgasının, sadece o sesin mevcut bağlamdaki imkânsızlığından dolayı ortaya çıktığını kanıtlayabilirdik.

Ama bu senaryonun uzun süreli bir komplikasyonu vardı. Sapan sesler sadece P3 dalgasını değil, bilinçdışı işlemi yansıttığı bilinen bir dizi önceki beyin tepkilerini tetikledi. Ses başlangıcından 100 milisaniye sonra, işitsel korteks sapmaya karşı büyük bir tepki üretiyor. Bu tepkiye “uyumsuzluk tepkisi” ya da kafanın yukarısında negatif voltaj olarak ortaya çıktığı için “uyumsuzluk negatifliği (*mismatch respond* ya da kısaca MMN) deniyor.³¹ Sorun, bu MMN’nin bilinç imi olmaması; MMN, kişi ister dikkatini versin, isterse başka şey düşünsün, kitap okusun, film seyretsin, hatta uyuyor olsun ya da komaya girmiş olsun, işitsel değişikliklere karşı kendiliğinden ortaya çıkan bir tepkidir. Sinir sistemimizde, bilinçdışı etkin bir değişiklik dedektörü mevcuttur. Dedektör sapan sesleri çabuk saptamak için, mevcut uyarıyı tahmine dayalı geçmiş seslerle bilinçdışı karşılaştırır. Bu tür tahmin her yerde vardır: korteksin herhangi bir bölgesi, tahmin eden ve karşılaştıran basit bir nöron ağı taşır.³² Bu işlemler kendiliğindendir ve sadece sonuçları dikkatimizi çeker ve farkına varmamızı sağlar.

Bunun anlamı, tuhaf paradigmanın bilinç imi olarak başarısız olmasıdır: koma halindeki beyin bile değişik bir sestten ürke-

³⁰ Squires, Squires ve Hillyard 1975; Squires, Wickens, Squires ve Donchin 1976.

³¹ Naatanen, Paavilainen, Rinne ve Alho 2007.

³² Wacongne, Changeux ve Dehaene 2012.

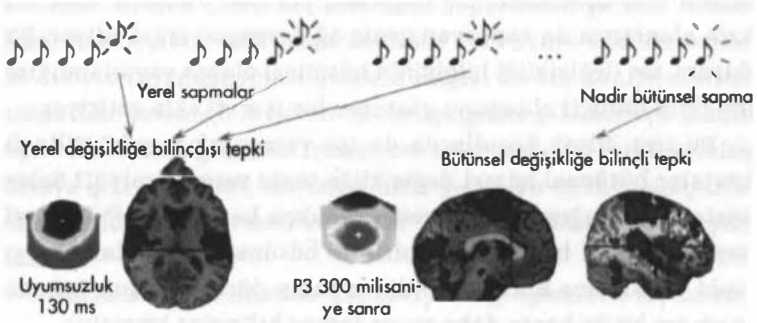
bilir. MMN tepkisi sadece, işitsel korteksin değişikliği saptayacak kadar sağlam olduğunu gösterir, hastanın bilinçli olduğunu göstermez.³³ Bu tepki, karmaşık olmakla birlikte farkındalığın dışında etkili olan ilk duyuşsal işlemler listesine aittir. Ekibimin ve benim ihtiyaç duyduğumuz şey, sonraki beyin olaylarını değerlendirmektir: bir hastanın beyni, bilinci işaret eden geç nöron faaliyeti çıkını üretecek miydi?

Değişikliğe karşı geç ve bilinçli tepkiye neden olan başka bir tuhaf test çeşidi yaratmak için yeni bir hile icat ettik (yerel ve bütünsel değişiklikleri birbirine rakip kıldık). Birbirini takip eden ve sonuncusu farklı olan beş sinyal sesi işittiğinizi düşünün: *bip bip bip bip bap*. Beyniniz son sapmaya tepki olarak bir erken MMN ve bir geç P3 üretir. Şimdi bu ses dizisini birkaç kez tekrarlayın. Beyniniz, ardından *bap* sesi gelen dört *bip* sesine çabuk alışır (sürpriz, bilinç seviyesinde yok oldu). Sondaki sapmanın devamlılığının bir erken MMN tepkisi üretmesi dikkat çekiyor. İşitsel korteksinde belli ki oldukça aptal bir değişiklik saptama cihazı var. Dedektör, bütünsel örüntüyü fark etmek yerine biplerin ardından *bipler* geldiği şeklindeki (elbette bu kural sonunda *bap* ile çiğneniyor) uzağı göremeyen tahmine takılıp kalıyor.

P3 dalgasının çok daha akıllı bir yaratık olması ilginç. Farkındalığı yine daha yakından izliyor: denek, beş sesin bütünsel örüntüsünü fark edip en sondaki değişikliğe artık şaşırmadığı zaman P3 yok oluyor. Bu bilinçli beklenti bir kez oluşuktan sonra, nadiren beş aynı ses dinleterek bu beklentiyi çiğneyebiliriz: *bip bip bip bip bip*. Bu tür nadir bir sapma, gerçekten bir geç P3 dalgası tetikler. Bunun ne kadar ilginç olduğuna dikkat edin: beyin, tamamen monoton bir ses akışını değişik sınıfına sokuyor. Çünkü bu sıralamanın, işleyen bellekte önceden kayıtlı olan sıralamadan saptığını tespit ediyor.

³³ Uyumsuzluk tepkisi bilinci göstermese de, yararlı bir klinik belirtidir: koma halindeyken net uyumsuzluk tepkisi veren hastalarda, daha sonra iyileşme şansı diğerlerine göre daha yüksektir; bkz. Fischer, Luaute, Adeleine ve Morlet 2004; Kane, Curry, Butler ve Cummins 1993; Naccache, Puybasset, Gaillard, Serve ve Willer 2005.

Hedefimize ulaşıldı: daha önceki bilinçdışı tepkilerin olmadığı saf bir P3 dalgası yaratabiliriz. Hatta sapma gösteren dizileri saymasını deneklerden isteyerek bu dalgayı güçlendirebiliriz. Belirgin şekilde sayı sayma, gözlemlenen P3 dalgasını iyice büyütüp kolay saptanabilen bir gösterge haline getiriyor (Şekil 31). P3 dalgasını gördüğümüz zaman, hastanın farkında olduğundan ve talimatlarımıza uyduğundan oldukça emin olabiliriz.



ŞEKİL 31. Yerel-bütünsel testi, yaralı hastalarda kalan bilinci saptayabilir. Bu test, özdeş beş seslik bir diziyi defalarca tekrarlamaktan ibarettir. Son ses ilk dördünden farklı olduğunda, işitsel alanlar “uyumsuzluk tepkisi” gösterir (yerel değişikliğe karşı kendiliğinden gösterilen tepki; tamamen bilinçdışı olup derin uyku ya da koma halinde bile vardır). Ancak beyin, kendini tekrarlayan melodiyle bilinçli olarak çabuk uyum sağlar. Uyum sonrasında değişikliğe karşı tepkiyi tetikleyen şey, artık en sondaki değişikliğin olmamasıdır. Bu yüksek seviyedeki tepkinin sadece bilinçli hastalarda görüldüğünün anlaşılması çok önemli. Bu tepki, P3 dalgası ve yayılmış parietal ve alın bölgelerindeki senkronize faaliyet dahil olmak üzere tüm bilinç imlerini sergiliyor.

Yerel-bütünsel testi deneysel olarak iyi sonuç veriyor. Eki-bim ve ben, çok kısa bir kayıt çalışmasının ardından bile olsa her normal insanda bütünsel P3 tepkisini kolayca saptadık. Dahası, bu tepki sadece denekler genel kuralların farkındayken ve dikkatliyen mevcuttu.³⁴ Zor bir görev vererek dikkatlerini dağıttığımız zaman işitsel P3 yok oldu. Başka şey düşünmelerine izin verdiğimizde, P3 sadece denemenin sonunda işitsel düzen-

³⁴ Bekinschtein, Dehaene, Rohaut, Tadel, Cohen ve Naccache 2009.

liliği ve ihlâl edildiğini söyleyebilen deneklerde mevcuttu. Kuralı fark etmeyen katılımcılarda hiç P3 yoktu.

Bütünsel sapmaların faaliyete geçirdiği alanlar ağı da bilinçli ateşlemeyi akla getiriyor. Epileptik hastaların EEG, fMRI ve kafatası içi kayıtlarını kullanarak, bütünsel sapma gösteren dizi ortaya çıktığı zaman bütünsel çalışma alanı şebekesinin ateşlendiğini doğruladık. Bu tür sapmalı bir dizi işitildiği zaman beyin faaliyeti işitsel korteksle sınırlı kalmıyor, ama çift taraflı alın korteksini, ön singulatu, parietal ve hatta bazı art kafa alanlarını da kapsayan geniş ağ devresini işgal ediyor. Bu durum, ses değişikliği bilgisinin bütünsel olarak yayınlandığını (bilginin bilinçli olduğunu gösteren bir işaret) akla getiriyor.

Bu test klinik koşullarda da işe yarayacak mıydı? Bilinçli hastalar bütünsel işitsel değişikliğe tepki verecek miydi? Sekiz hastayla yaptığımız ilk deneme oldukça başarılıydı.³⁵ Bitkisel hayattaki dört hastanın hiçbirinde bütünsel sapmalara karşı tepki yoktu, ama minimum bilince sahip dört hastadan üçünde vardı (ve bu üç hasta daha sonra tekrar bilincine kavuştu).

Bunun üzerine çalışma arkadaşım Lionel Naccache bu testi Paris'teki Salpêtrière Hastanesinde düzenli olarak uygulamaya başladı ve pozitif sonuçlar elde etti.³⁶ Bütünsel tepkinin görüldüğü durumlarda hasta bilinçli gibiydi. Bitkisel hayattaki yirmi iki hastadan sadece iki sıra dışı denekte bütünsel P3 dalgası görüldü ve birkaç gün sonra bir dereceye kadar minimum bilince yeniden kavuştular; bu da bu iki hastanın, Owen'ın tepki veren hastaları gibi test sırasında zaten bilinçli olabileceğini düşündürüyor.

Yerel-bütünsel testimizin, yoğun bakım ünitesinde bazen hayati yardımı oldu. Örneğin genç bir erkek korkunç bir araba kazasının ardından üç hafta komada kalmış, hiçbir tepki vermemişti ve birçok komplikasyon gösterdiği için tıbbi ekip tedaviye devam edip etmemeyi tartışıyordu. Yine de bütünsel

³⁵ Age.

³⁶ Faugeras, Rohaut, Weiss, Bekinschtein, Galanaud, Puybasset, Bolgert ve diğerleri 2012; Faugeras, Rohaut, Weiss, Bekinschtein, Galanaud, Puybasset, Bolgert ve diğerleri 2011.

sapmalara karşı beyni güçlü tepki veriyordu. Geçici kilitlenme haline saplanmış olabilir, kalan farkındalığını ifade edemiyor olabilir miydi? Lionel, pozitif değerlendirme yapmanın birkaç gün içinde hâlâ mümkün olduğuna doktorları ikna etti... ve gerçekten hasta yeniden tamamen bilincine kavuştu. Sağlık durumu öylesine iyileşti ki, tamamen normal bir hayat sürdürebildi.

Bütünsel çalışma alanı teorisi, bu testin neden işe yaradığını açıklıyor. Tekrarlı diziyi saptamak için, deneklerin beş sinyal sesinden oluşan diziyi belleklerinde depolaması gerekir. Ardından, bu diziyi bir saniyeden uzun bir süre sonra işitilen sonraki diziyi karşılaştırması gerekir. Bilgiyi birkaç saniye zihinde tutabilme yeteneği, 3. Bölümde tartıştığımız gibi bilinçli zihnin ayırt edici özelliğidir. Bu fonksiyon, testimizde iki farklı şekilde ortaya çıkıyor: zihin, tek tek sesleri genel bir örüntü oluşturacak şekilde birleştirmeli ve bu tür birçok örüntüyle karşılaştırmalıdır.

Testimiz aynı zamanda üst seviye bilgi işlemiden faydalanıyor. Bip seslerinden oluşan tamamen monoton bir dizinin aslında değişik olduğuna karar vermek için gereken işlemleri bir düşünün. Standart *bip bip bip bip bap* dizisini işiten beynimiz, sondaki sapan sese alışır. Bu ses işitsel alanlarda birinci dereceden değişiklik sinyali üretmekle birlikte, ikinci derece sistem bu sapmayı tahmin etmeyi başarır.³⁷ Nadiren sapma gösteren dizi yerine beş *bip*'ten oluşan monoton dizi işitildiğinde, bu üst sistem şaşırır. Aslında değişiklik, son değişiklik diye bir şeyin olmamasıdır. Testimiz işe yarıyor, çünkü birinci derece değişiklik dedektörünü atlatıyor ve alın korteksindeki bütünsel atışlemlerle ve dolayısıyla bilinçle yakından ilgili olan üst seviye aşamayı seçiyor.

Kortekse Darbe Göndermek

Araştırma grubumun ve benim, yerel-bütünsel testimizin bilinci gösterdiğine inanmamıza yetecek kadar başarı öykülerimiz

³⁷ Friston 2005; Wacongne, Labyt, van Wassenhove, Bekinschtein, Naccache ve Dehaene 2011.

oldu. Test buna rağmen kusursuz olmaktan hâlâ çok uzak. Çok fazla hatalı negatifimiz (testimizi geçemediği halde komadan çıkan ve şu an kuşkusuz bilinçli olan hastalar) oldu. Verilerimize karmaşık makine öğrenmesi algoritması uygulayarak biraz daha yol aldık.³⁸ Google'a benzeyen bu araç, beyinde bütünsel değişikliğe karşı *herhangi bir* tepki olup olmadığını araştırma-mızı sağlıyor ve bu tepkinin alışılmadık olmasının ya da tek bir hastada görülmesinin önemi kalmıyor. Yine de minimum bilince sahip olan ya da iletişim yeteneklerini tekrar kazanan hastaların yaklaşık yarısında, bu nadir dizilere karşı herhangi bir tepki saptamayı başaramadık.

İstatistikçiler bu durumu yüksek özgüllükte, ama hassasiyeti zayıf vaka olarak tanımlıyor. Basit bir şekilde ifade edersek, testimiz Owen'ın testi gibi asimetrik: test pozitif cevap verirse hastanın bilinçli *olduğundan* neredeyse kesin olarak emin oluyoruz, ama negatif cevap verirse teste dayanarak hastanın bilinçli *olmadığı* sonucuna varamayız. Hassasiyetin bu şekilde azalmasının birçok olası sebebi var. EEG kayıtlarımızda çok parazit olabilir; elektronik ekipman yığınlarıyla çevrilmiş hastane yatağında genellikle kırırdamadan duramayan ya da bakışlarını sabitleyemeyen hastadan temiz sinyal almak, bilindiği gibi çok zordur. Bazı bazı hastaların bilinçli olduğu halde testi anlayacak durumda olmama olasılığı daha yüksektir. Lezyonlar çok yaygın olduğu için saptamaları sayamazlar, belki de saptayamazlar (hatta dikkatlerini birkaç saniyeden fazla seslere veremezler.

Bu hastaların yine de devam eden bir zihinsel hayatları var. Teorimiz doğruysa, bu demektir ki beyinleri bütünsel bilgiyi hâlâ uzun kortikal mesafelere yayabiliyor. Peki, araştırmacılar bunu nasıl saptayabilir? Milano Üniversitesinden Marcello Massimini, 2000'li yılların başlarında zekice bir şey düşündü.³⁹

³⁸ King, Faugeras, Gramfort, Schurger, El Karoui, Sitt, Wacongne ve diğerleri 2013. Benzer bir yaklaşım için ayrıca bkz. Tzovara, Rossetti, Spierer, Grivel, Murray, Oddo ve De Lucia 2012.

³⁹ Massimini, Ferrarelli, Huber, Esser, Singh ve Tononi 2005; Massimini, Boly, Casali, Rosanova ve Tononi 2009; Ferrarelli, Massimini, Sarasso, Casali, Riedner, Angelini, Tononi ve Pearce 2010.

Benim laboratuvarımdaki bilinç testlerinin tümü duyuşsal bir sinyalin beyindeki ilerlemesini izlemekle ilgiliyken, Massimini içşel bir uyarı kullanmayı önerdi. Elektrikşel faaliyetini doğrudan kortekse tetikleyelim diye düşündü. Sonar darbenin *vuruşu* gibi, bu yoğun uyarı korteks ve talamusta yayılacak, yankısının gücü ve süresi ise katettiğı alanların sağlamlığına işaret edecekti. Faaliyet birbirinden uzak bölgelere yayılırsa ve uzun süre yankılanırsa, bu durumda hasta olasılıkla bilinçli olacaktı. Hastanın uyarıya dikkat etmek ya da anlamak zorunda olmaması dikkat çekiyor. Darbe, hasta farkına varmasa bile uzun mesafeli kortikal anayolların durumunu araştırabilecekti.

Massimi bu fikri uygulamak için şü iki teknolojinin karmaşık birleşimine dayandı: TMS ve EEG. Kafatası içi manyetik simülasyon, 4. Bölümde açıkladığım gibi kafaya yakın yerleştirilen bir bobine akım boşaltarak korteksi uyarmak için manyetik indüksiyon kullanır; EEG ise okuyucunun artık bildiğı gibi beyin dalgalarını kaydetmenin eski güzel yoludur. Massimini'nin hilesi, TMS kullanarak "korteksi uyarmak" ve sonra bu manyetik darbenin yol açtığı beyin faaliyetinin yayılmasını kaydetmek için EEG kullanmaktı. Bu yöntem, TMS'nin gönderdiği yoğun akımdan çabuk kurtularak sonraki faaliyetin doğru görüntüsünü birkaç milisaniye sonra ortaya çıkaracak özel güçlendiriciler gerektirdi.

Massimini'nin şü ana kadar elde ettiğı sonuçlar heyecan verici. Bu tekniğı ilk olarak uykuda, uyanık ve anestezinin etkisindeki normal deneklere uyguladı. TMS darbesi, bilinç kaybı sırasında sadece kısa bir süre için odaklayıcı faaliyete sebep oldu ve bu faaliyet yaklaşık ilk 200 milisaniye ile sınırlı kaldı. Tersine, denek bilinçliyken (hatta hayal kurarken) aynı darbe karmaşık ve uzun süreli beyin faaliyeti dizisine yol açtı. Uyarılan alanının kesin konumu önemli değil gibiydi: tetikleyici darbenin kortekse ilk girdiğı yerde, bunu izleyen tepkinin karmaşıklığı ve süresi mükemmel bir bilinç göstergesi sağladı.⁴⁰ Bu gözlem,

⁴⁰ Casali, Gosseries, Rosanova, Boly, Sarasso, Casali, Casarotto ve diğerleri 2013.

ekibimle birlikte duyuusal uyarı kullanarak elde ettiğim bulguy-la çok uyumluydu: Sinyallerin beyin ölçeğindeki ağı dağılması, 300 milisaniyenin ötesinde bilinçli hali gösteriyor.

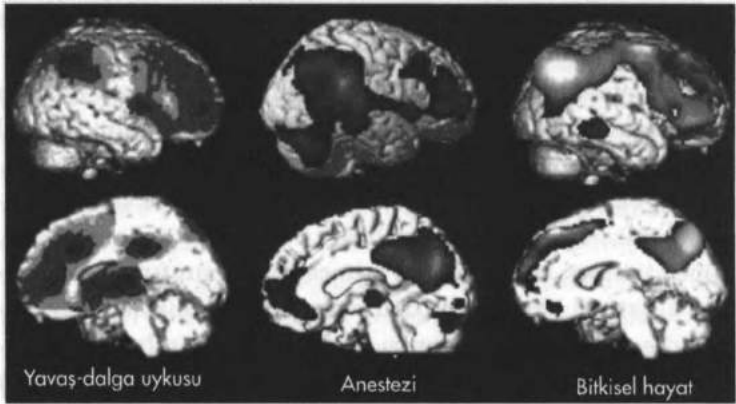
Massimini beşi bitkisel hayatta, beşi minimum bilince sahip ve ikisi kilitlenme sendromlu hasta üzerinde uyarıcısını test etti.⁴¹ Hasta sayısı az olmakla birlikte test yüzde 100 doğrudu: bilinçli hastaların tümü, kortikal impalsa karşı karmaşık ve uzun süren tepkiler verdi. Bitkisel hayattaki beş hasta daha aylarca takip edildi. Bu dönemde hastaların üçü belli bir seviyede iletişim yeteneğini giderek geri kazandıkları için “minimum bilince sahip” sınıfına geçti. Bunlar, kesinlikle beyin sinyallerinde yeniden karmaşıklık görünen üç hastaydı. Ve sinyallerin bütünsel çalışma alanı modeline uygun olarak alın ve parietal bölgelerdeki ilerlemesi, hastaların bilinç seviyesi için özellikle iyi bir göstergedydi.

Kendiliğinden Düşüncenin Saptanması

Massimini’nin darbe testinin görüldüğü kadar iyi olup olmadığını ve her hastada bilinci saptayacak standart klinik araç haline gelip gelmeyeceğini ancak ileriki zamanlar söyleyebilir. En heyecan verici olan şey, bu testin tek tek her vakada işe yaradığı anlaşılıyor. Ancak teknoloji hâlâ karmaşık. Kafatası için manyetik uyarıcının ürettiği büyük şokları soğuracak kapasitede yüksek yoğunluklu EEG sistemi her hastanede bulunmuyor. Teorik olarak çok daha kolay bir çözümün olması gerekir. Bütünsel çalışma alanı varsayımı doğruysa, bilinçli bir kişi herhangi bir dış uyarı olmadan, beyinde uzun mesafeli iletişimin saptanabilir imlerini göstermelidir. Sürekliliği olan bir beyin faaliyeti akışı, alın ve parietal loblar arasında yol katetmeli ve beyinin farklı bölgelerinde eşzamanlılığın dalgalanan periyotlarını üretmelidir. Bu faaliyet, özellikle orta (beta) ve yüksek (gama) frekanslarda yükseltilmiş elektriksel faaliyet haliyle ilişkili olmalıdır. Bu tür uzun mesafe yayımın çok fazla enerji tüketmesi gerekir. Biz bunu saptayamaz mıyız?

⁴¹ Rosanova, Gosseries, Casarotto, Boly, Casali, Bruno, Mariotti ve diğerleri 2012.

Pozitron emisyonu tomografisi (PET) ile ölçülen bütünsel beynin metabolizmasının, bilinç kaybı sırasında düştüğünü yıllardır biliyoruz. PET tarayıcı, yüksek enerjili gama ışınlarını saptayan karmaşık bir cihazdır; vücudun herhangi bir yerinde ne kadar glikoz (kimyasal bir enerji kaynağı) tüketildiğini ölçmek için kullanılır. Buradaki hile, radyoaktif bileşim izleriyle etiketlenmiş bir glikoz öncülü hastaya enjekte edip, radyoaktif bozunmanın tepe noktalarını saptamak için bu tarayıcı kullanmaktır. Radyoaktivitenin tepe noktalarının olduğu yerler, beynin neresinde glikoz tüketildiğini gösterir. Buradaki şaşırtıcı sonuç, normal insanlarda anestezinin ya da derin uykunun, korteksin her yerindeki glikoz tüketimini yüzde 50 azaltmasıdır. Koma ve bitkisel hayatta yine benzer bir bastırılmış enerji tüketimi görülür. Daha 1990'lı yıllarda Steven Laureys'nin Liège'deki ekibi, bitkisel hayat durumunda beyin metabolizmasındaki anomali-lerin şaşırtıcı görüntülerini elde etti (Şekil 32).⁴²



ŞEKİL 32. Yavaş dalga uykusunda, anestezi altındayken ve bitkisel hayat hallerinde görülen bilinç kaybının sebebi, alın ve parietal metabolizmalarındaki düşüştür. Diğer bölgelerdeki faaliyette de düşüş görülebilmekle birlikte, bilinç kaybolduğu zaman bütünsel nöron çalışma alanını oluşturan alanların enerji tüketiminde tekrarlanabilen bir düşüş görülür.

⁴² Laureys 2005; Laureys, Lemaire, Maquet, Phillips ve Franck 1999.

Glikoz tüketimindeki azalma, oksijen metabolizmasında olduğu gibi beyin alanları boyunca farklılık gösterir. Çift taraflı alın ve parietal bölgelerdeki, ayrıca singulat ve prekuneusun orta hat alanlarındaki bastırılmış faaliyetin, bilinç kaybıyla özellikle ilişkili olduğu anlaşıyor. Bu bölgeler bizim bütünsel çalışma alanı şebekesiyle, yani uzun mesafe kortikal projeksiyonların en zengin olduğu bölgelerle neredeyse tamamen çakışıyor (bu çalışma alanı sisteminin, bilinçli olmak için hayati önem taşıdığını gösteren bir başka kanıt). Duyusal ve motor korteksin diğer yalıtılmış bölgeleri, herhangi bir bilinçli tepkinin olmadığı durumlarda bile anatomik olarak hasarsız ve metabolik olarak faal olabilir.⁴³ Örneğin yüzlerinde ara sıra hareket görülen bitkisel hayattaki hastaların fokal motor alanlarında korunan faaliyet bulunuyor. Geçtiğimiz yirmi yıl boyunca, bir hasta ara sıra bir kelime söyleyiveriyordu; kelimeyi bilinçdışı söylediği ve kelimenin hastanın bulunduğu ortamla ilgili olmadığı belliydi. Hastanın nöronal faaliyeti ve metabolizması, sol yarımkürenin dil alanlarındaki birkaç korunmuş adacıkla sınırlıydı. Pat diye ortaya çıkan böyle bir faaliyet, bilinçli hali doğrulamaya elbette yetmedi: daha kapsamlı iletişim gerekirdi.

Beyin metabolizması, ne yazık ki kalan bilincin varlığını ya da yokluğunu göstermek için tek başına yeterli değildir. Bitkisel hayattaki bazı hastalarda hemen hemen normal kortikal metabolizma var; lezyonlar muhtemelen korteks yerine sadece arabeynin yükselen yapılarını etkiledi. Tersine ve daha önemlisi, kısmen iyileşen ve "minimum bilince sahip" sınıfına geçen bitkisel hayattaki hastaların çoğu normal metabolizma göstermiyor. İyileşme öncesi ve sonrası görüntülerde yapılan bir karşılaştırma, ağ bölgelerinde artan enerji tüketimi gösteriyor, ancak kazanım miktarı az. Metabolizma genellikle normale dönmeyi başaramaz, bu da korteks düzelemeyecek kadar hasar gördüğü için olabilir. Lezyonların en iyi manyetik rezonans görüntüleyicilerle alınan ayrıntılı görüntüleri bile sadece ipucudur.⁴⁴

⁴³ Schiff, Ribary, Moreno, Beattie, Kronberg, Blasberg, Giacino ve diğerleri 2002; Schiff, Ribary, Plum ve Llinas 1999.

⁴⁴ Galanaud, Perlberg, Gupta, Stevens, Sanchez, Tollard, de Champfleury ve

bilince dair bir dizi sağlam gösterge sağlamıyorlar. Sadece metabolik ya da anatomik görüntüler kullanarak, bilinçli halin temelinde yatan nöronal bilgi dolaşımını doğru ölçmek şu ana kadar mümkün olmadı.

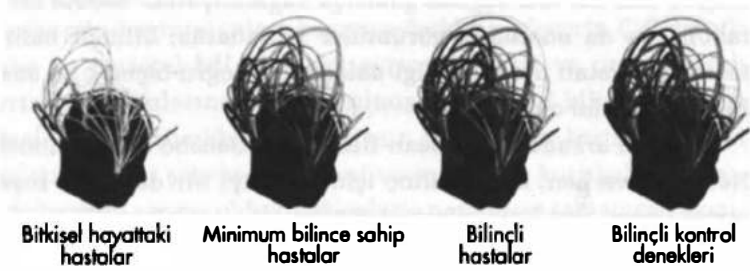
Çalışma arkadaşlarım Jean-Rémi King, Jacobo Sitt ve Lionel Naccache ve ben, kalan bilinç için daha iyi bir dedektör inşa etmek üzere, kortikal iletişimin göstergesi olarak ham EEG kullanma fikrine döndük.⁴⁵ Naccache'ın ekibi, bitkisel hayatta, minimum bilince sahip ve bilinçli hastaların elektriksel faaliyetini 256 elektrotla izleyerek 200 kadar yüksek yoğunlukta kayıt elde etmişti. Korteksteki bilgi alışverişi miktarını belirlemek için bu ölçümleri kullanabilir miydik? Hem güler yüzlü bir fizikçi, hem bilgisayar bilimcisi, hem de psikiyatrist olan Sitt, literatüre dâhıp parlak bir fikir buldu. Beynin iki konumu arasında ne kadar bilgi paylaşıldığını değerlendirmek için tasarlanmış olan "ağırlıklı sembolik ortak bilgi" denilen matematiksel niceliği hesaplamak için hızlı bir program hazırladı.⁴⁶

Bu ölçüm hastalarımızın verilerine uygulandığı zaman, bitkisel hayattaki hastaları kesinlikle diğer herkesten ayırdı (Şekil 33). Bilinçli deneklerle karşılaştırıldığında, bitkisel hayattakiler grubunda çok daha azalmış bilgi paylaşımı miktarı görüldü. Analizi birbirinden en az 7 ya da 8 santimetre ayrılmış elektrot çiftleriyle sınırladığımızda, bu sonuç özellikle doğrudu (yani uzun mesafe yayın, yine bilinçli beyne özel bir ayrıcalıktı). Yönle ilgili bir başka ölçüm kullanarak, beyindeki konuşmanın iki yönlü olduğunu gördük: beynin arkasındaki uzmanlaşmış alanlar, parietal ve alın loblarının genel bilgi sahibi alanlarıyla konuşuyordu ve bu genel bilgi sahibi alanlar uzmanlaşmış alanlara geri sinyal gönderiyordu.

diğerleri 2012; Tshibanda, Vanhaudenhuyse, Galanaud, Boly, Laureys ve Puybasset 2009; Galanaud, Naccache ve Puybasset 2007.

⁴⁵ King, Faugeras, Gramfort, Schurger, El Karoui, Sitt, Wacongne ve diğerleri 2012.

⁴⁶ "Ağırlıklı sembolik ortak bilgi" ölçümümüz, "sembolik transfer antropisi" denilen daha önceki bir öneriden ilham aldı; bkz. Staniek ve Lehnertz 2008.



ŞEKİL 33. Uzun kortikal mesafelerde yapılan bilgi alışverişi, beyninde lezyonlar olan hastalarda mükemmel bir bilinç göstergesidir. Bu görüntüyü oluşturmak için, bilinç kaybı olan ya da olmayan yaklaşık 200 hastanın elektroensefalografik beyin sinyalleri 256 elektrot kullanılarak kaydedildi. Birer yayla sembolize edilen her elektrot çifti için, alttaki beyin alanları tarafından paylaşılan bilgi miktarının matematiksel göstergesini hesapladık. Bitkisel hayattaki hastalarda, bilinçli hastalara ve kontrol deneklerine kıyasla çok daha az miktarda bilginin paylaşıldığı görüldü. Bu bulgu, bütünsel çalışma alanı teorisinin temel ilkesine uyuyor. Bir takip çalışması, yüksek bilgi paylaşımında bulunan bitkisel hayattaki birkaç hastanın birkaç gün ya da birkaç ay içinde bilincini geri kazanma şansının daha yüksek olduğunu gösterdi.

Hastaların bilinci, EEG'nin diğer birçok özelliğine de yansdı.⁴⁷ Farklı frekans bantlarındaki enerji miktarının matematiksel ölçümleri, nöronal kodlama ve işlemeyi karakterize eden yüksek frekansların bilinç kaybına bağlı olarak kaybolduğunu, yerini uyku ya da anestezi haline özgü çok düşük frekanslara bıraktığını gösterdi ve bu durum hiç de şaşırtıcı değil.⁴⁸ Bu beyin salınımları arasındaki eşzamanlılık ölçümleri, bilinçli hal sırasında kortikal bölgelerin bilgi alışverişini uyumlu hale getirdiğini doğruladı.

⁴⁷ Sitt, King, El Karoui, Rohaut, Faugeras, Gramfort, Cohen ve diğerleri 2013.

⁴⁸ Yüksek ve düşük frekanslar arasındaki bu ödün verme olayı, anestezi sırasında bilinçdışı halin derinliğini ölçme iddasındaki ticari sistem olan bispektral endeks hesaplarına gerçekten ciddi şekilde giriyor. Eleştirel değerlendirmeler için bkz. örneğin Miller, Sleight, Barnard ve Steyn-Ross 2004; Schnakers, Ledoux, Majerus, Damas, Damas, Lambermont, Lamy ve diğerleri 2008.

Bu matematiksel büyüklüklerin her biri, bilinç konusuna azıcık farklı ışık tuttu, dolayısıyla aynı bilinç hali için tamamlayıcı bakış açısı sağladı. Jean-Rémi King matematiksel nicelikleri birleştirmek üzere, hangi ölçüm karmasının hastanın klinik durumunu optimum olarak öngördüğünü oldukça otomatik şekilde öğrenen bir program tasarladı. Yirmi dakikalık EEG kaydı, mükemmel teşhis sağladı. Bitkisel hayattaki hastayı bilinçli bir kişiyle neredeyse hiç karıştırmadık. Programımızdaki hataların çoğu, minimum bilince sahip hastayı bitkisel hayatta diye etiketlemekten ibaretti. Aslında bitkisel hayatta olmadıklarını garanti edemeyiz: minimum bilince sahip hasta, bu yirmi dakikalık sürede kayıp gitmiş olabilir (dolayısıyla ölçümü bir başka gün tekrarlamak, teşhisi olasılıkla geliştirecekti).

Ters hatalar da oldu: programımız bazen hastayı minimum bilince sahip diye tanımlarken, klinik incelemeye göre bitkisel hayat sınıfındaydı. Bu gerçek bir hata mıydı? Ya da bu hastalar, bitkisel hayatta gibi görünse de aslında bilinçli ve tamamen kilitlenmiş halde bulunan paradoksal hastalar olabilir miydi? EEG kaydını takip eden aylarda bitkisel hayattaki hastalarımızın klinik sonuçlarına baktığımızda, sonucun çok şaşırtıcı olduğunu gördük. Sonuçların üçte ikisinde, bilgisayar programımız klinik bitkisel hayat teşhisine katılıyordu (ve bunların sadece yüzde 20'si iyileşme gösterip minimum bilince sahip sınıfına geçti. Ancak kalan üçte bir için klinisyen hiçbir şey görmediği halde sistemimiz bilince dair ipucu saptadı (ve bu vakaların tam yüzde 50'si, birkaç ay içinde klinik olarak tekrar bilincini kazandı).

Teşhisteki bu fark büyük anlamlar taşıyor. Bu şu anlama geliyor: bilinç izleri, kendisini davranışlarda göstermeden çok daha önce, otomatikleştirilmiş beyin ölçümleri kullanarak artık saptanabilir. Teoriden destek alan bilinç imlerimiz, deneyimli klinisyenden daha hassas hale geldi. Yeni bilinç bilimi, ilk meyvelerini veriyor.

Klinik Müdahalelere Doğru

Hasta düşen zihne deva bulamıyor musun?
 Kökleşmiş bir acıyı bellekten söküp çıkaramıyor musun?
 Beynimize yazılıp kalan üzüntüleri silemiyor musun...?
 Yüreğe çöken o zehirli irinle şişmiş göğsü
 Tatlı, unutturucu bir ilaçla
 Temizleyemiyor musun?

—Shakespeare, *Macbeth* (1606) [Çeviren, Orhan Burian]

Bilincin izini saptamak sadece bir başlangıç. Hastaların ve ailelerinin dört gözle bekledikleri şey, Shakespeare'in sorularına yanıttır: "Hasta düşen zihne deva bulamıyor musun?" Komadaki ve bitkisel hayattaki hastaların tekrar bilinçlerine kavuşması için yardım edebilir miyiz? Bu hastaların zihinsel yetenekleri, bazen kazadan yıllar sonra aniden tekrar ortaya çıkıyor. Bu iyileşme sürecini hızlandırabilir miyiz?

Perişan haldeki aileler bu soruları sorduğunda, tıp camiası genellikle karamsar cevap veriyor. Bir yıl geçtiği halde hastanın hâlâ bilinci yoksa, hastanın "kalıcı bitkisel hayatta" olduğu söyleniyor. Bu klinik etiket yalın bir alt metin içeriyor: ne kadar uyarı verilirse verilsin, çok az değişiklik meydana gelecek. Ve ne yazık ki bu sözler birçok hasta için geçerli.

Ancak 2007'de Nicholas Schiff ve Joseph Giacino, tanınmış *Nature* dergisinde muhteşem bir makale yayınladı. Makale, bu konunun yeniden değerlendirilmesi gerektiğini söylüyor.⁴⁹ Schiff ve Giacino, minimum bilince sahip bir hastayı yavaş yavaş daha kararlı bir bilinç haline getiren bir tedaviyi ilk kez sundular. Gerçekleştirdikleri müdahale, beyne uzun elektrotlar yerleştirip merkezi öneme sahip bir konumu, yani gayet uygun şekilde merkezi talamus diye adlandırılan konumu ve çevresindeki tabakalar arası çekirdekleri uyarmaktan ibaretti.

⁴⁹ Schiff, Giacino, Kalmar, Victor, Baker, Gerber, Fritz ve diğerleri 2007. Derin beyin uyarısı, koma ve bitkisel hayattaki hastalara 1960'lardan itibaren sık uygulandığı için bu araştırmanın önceliği sorgulandı (Stanton 2008). Örneğin bkz. Tsubokawa, Yamamoto, Katayama, Hirayama, Maejima ve Moriya 1990. Yanıt için bkz. Schiff, Giacino, Kalmar, Victor, Baker, Gerber, Fritz ve diğerleri 2008.

Bu bölgeler, Giuseppe Moruzzi ve Horace Magoun'un 1940'lardaki öncü araştırmaları sayesinde, korteksin genel tetikte olma seviyesini düzenleyen yükselen sistemin başlıca düğümleri olarak zaten biliniyordu.⁵⁰ Merkezi talamik çekirdekler, yüksek yoğunluklu projeksiyon nöronları içerir. Bu nöronların bir proteinle (kalsiyum bağlayıcı protein) işaretlendiği ve kortekse doğru, özellikle ön loblara doğru genel projeksiyon yaptığı biliniyor. Aksonları, ilginç bir şekilde korteksin üst tabakalarında bulunan piramit şeklindeki nöronları özellikle hedef alıyor (tam olarak bütünsel nöron çalışma alanının asıl nedeni olan uzun mesafe projeksiyonlu olanlar). Hayvanlarda merkezi talamusun faaliyete geçirilmesi, genel korteks faaliyetini modüle edebilir, motor faaliyeti geliştirir ve öğrenmeyi destekler.⁵¹

Normal bir beyinde merkezi talamusun faaliyeti ise, korteksin alın ve singulat alanları tarafından modüle edilir. Bu geri bildirim döngüsü, görevin gerektirdiği bir fonksiyon olarak kortikal uyarıyı dinamik olarak ayarlamamızı sağlıyor olabilir: dikkat gerektiren bir görev, döngüyü başlatarak beynin işleme kapasitesini geliştirir.⁵² Ancak ciddi hasar görmüş bir beyinde, sirküle eden nöronal faaliyetin genel seviyesindeki bütünsel azalma, uyarılma seviyemizi sürekli düzenleyen bu temel döngüyü aksatabilir. Dolayısıyla Schiff ve Giacino, merkezi talamusu uyarmanın korteksi "yeniden uyandırabileceğini" öngörmüş oldu. Hastanın beyninin artık içeriden kontrol edemediği sürdürülebilir uyarılma seviyesi, bu yöntem sayesinde dışarıdan düzeltilecekti.

Daha önce tartıştığımız gibi, tetikte olma hali ve bilinçli erişim aynı şey değildir. Bitkisel hayattaki hastalarda genellikle kısmen korunmuş tetikte olma sistemi vardır: hasta sabah uyanır ve gözlerini açar, ama korteksi bilinçli moda geri getirmek için bu yeterli değildir. Gerçekten, inatçı bitkisel hayat süren hastaların çoğu, talamik uyarıcıdan çok az faydalanır. Terri Schiavo'nun tetikte olma sistemi vardı, ama uzun dönemde ge-

⁵⁰ Moruzzi ve Magoun 1949.

⁵¹ Shirvalkar, Seth, Schiff ve Herrera 2006.

⁵² Giacino, Fins, Machado ve Schiff 2012.

lişme göstermedi; sebebi, korteksinin ve özellikle temeli oluşturan beyaz maddenin ciddi şekilde hasar görmüş olması olabilir. İşe yaradığı görülen birkaç vakada, kendiliğinden iyileşme dışlanamazdı.

Bu acımasız referans çizgisinin tamamen farkında olan Schiff ve Giacino, yine de başarı şanslarını artırmak için ayrıntılı bir plan yaptılar. Birincisi alın korteksiyle doğrudan döngülere giren talamusun merkezi yan çekirdeğini özellikle hedeflediler. İkincisi bilincin eşiğinde olduğu için müdahale edilirse başarı şansının yüksek olduğunu düşündükleri bir hastayı seçtiler. Minimum bilinç halinin şu şekilde tanımlanmasında Joseph Giacino'nun bizzat etkin rol oynadığını unutmayın: bilinçli işlem ve isteyerek gerçekleştirilen iletişime dair geçici işaretler gösterse de bunu sistematik ve tekrarlanabilir şekilde ortaya koyamayan hastaların oluşturduğu sınıf. Schiff'in ekibi, beyin görüntülemeye korteksin büyük oranda korunmuş olduğu belli olan bu tür bir hasta belirledi. Hasta yıllardır stabil bir şekilde minimum bilince sahip olduğu halde, beyin yarımkürelerinin ikisi de hâlâ konuşmaya karşı tepki olarak faaliyet gösteriyordu. Ancak hastanın bütünsel kortikal metabolizmasının ciddi şekilde azalmış olması, uyarılmanın iyi düzenlenmediğini düşündürdü. Talamik uyarı, hastayı stabil bilinç haline geri getirecek olan o eksik dürtüyü sağlayabilir miydi?

Schiff ve Giacino, dikkatli şekilde adım adım ilerledi. Hasta, elektrotlar implant edilmeden önce aylarca dikkatle izlendi. Hastanın yeteneklerini ve yeteneklerdeki dalgalanmaları stabil şekilde tahmin edinceye kadar hastayı aynı diziyle (komadan çıkma ölçeği) sürekli test ettiler. Önemli olan, birçok test orta sonuç verdi: hasta, isteyerek hareket etmekle ilgili birkaç işaret gösterdi, hatta bazen bir kelimeyi pat diye söyledi, ancak davranışı değişkendi. Bu da hastanın minimum bilince sahip olduğu ve gelişmeye fazla yer olmadığı anlamına geliyordu.

Bu gözlemleri dikkate alan Schiff ve Giacino, elektrot implantına geçtiler. Ameliyat sırasında, iki uzun teli dikkatle sol ve sağ korteks boyunca ve merkezi talamusa kadar yönlendirdiler. Kırk sekiz saat sonra elektrotlar açıldı. Sonuçlar etkileyiciydi: altı yıldır mi-

nimum bilince sahip olan hasta gözlerini açtı, kalp atışı hızlandı ve seslere tepki olarak kendiliğinden döndü. Ancak hastanın tepkileri sınırlıydı; nesnelerin adını söylemesi istendiğinde, konuşması “muğlak ve bölük pörçük, anlaşılabilir şeylerle sınırlıydı.”⁵³ Uyarıcı kapatılır kapatılmaz bu davranışlar kayboldu.

Müdahale sonrasında bir referans düzeyi oluşturmak için, araştırmacılar başka bir uyarı uygulamadan iki ay geçmesini bekledi. Bu sırada herhangi bir gelişme olmadı. Sonra iki ayda bir yapılan çift kör çalışmada uyarıcıyı sırayla açtılar ya da kapadılar. Hasta muazzam gelişme gösterdi. Tüm uyarılma, iletişim, motor kontrol ve nesneleri isimlendirme gibi tüm ölçümlerde, uyarıcı açık olduğunda test puanları birden artış gösterdi. Daha da önemlisi, uyarıcı kapatıldığında bu ölçümlerde çok az düşüş oldu (hasta referans düzeyine tamamen dönmedi). Etki yavaş, ama kümülatifti ve hasta altı ay sonra kâseyi ağzına götürerek kendisi yiyebildi. Ailesi hastanın sosyal etkileşiminde belirgin gelişme gördü. Hasta ciddi oranda özürlü olarak kaldı, ama artık kendi hayatına müdahil oluyor ve hatta tıbbi tedavisini tartışıyordu.

Bu başarı öyküsü büyük umut veriyor. Kortikal uyarı seviyesini artırarak beynin derin uyarılması ve dolayısıyla nöron faaliyetini normal çalışma seviyesine getirmek, beynin kendi bağımsızlığını tekrar kazanmasına yardım edebilir.

Uzun süre bitkisel hayatta kalan ya da minimum bilince sahip olan hastalarda bile beyin esnekliğini koruyor ve kendiliğinden iyileşme asla dışlanmamalı. Tıbbi raporlarda ani iyileşmeye dair garip raporlar gerçekten bol. Bir adam on dokuz yıl minimum bilinç halinde kaldıktan sonra aniden dilini ve belleğini geri kazandı. Difüzyon tensör görüntüleme tekniği kullanılarak bu hastadan alınan beyin görüntüleri, uzun mesafeli beyin bağlantılarının çoğunun yavaşça yeniden büyüdüğünü düşündürdü.⁵⁴ Bir başka hasta bitkisel hayattayken alın kortek-

⁵³ Schiff, Giacino, Kalmar, Victor, Baker, Gerber, Fritz ve diğerleri 2007.

⁵⁴ Voss, Uluc, Dyke, Watts, Kobylarz, McCandliss ve Heier ve diğerleri 2006. *Bkz.* ayrıca Sidaros, Engberg, Sidaros, Liptrot, Herning, Petersen, Paulson ve diğerleri 2008.

si ve talamus arasındaki iletişim baskılanmıştı, ama kendiliğinden iyileştikten sonra normale döndü.⁵⁵

Her hastada böyle bir iyileşmenin mümkün olmasını beklemiyoruz (ama bazı hastalar iyileşirken diğerlerinin neden iyileşmediğini anlayabilir miyiz?). Ölen alın korteksi nöronlarının sayısı çok fazlaysa, elbette hangi miktarda olursa olsun hiçbir uyarı bu hücreleri yeniden canlandırmayacaktır. Ancak bazı durumlarda nöronlar hasar görmez, ama bağlantılarının çoğunu kaybederler. Gerçi başka hastalarda beyin devrelerinin kendi kendini devam ettiren dinamikleri suçlu gibi görünüyor: bağlantılar hâlâ mevcut olsa da, sirkülasyondaki bilgi, faaliyet halini sürdürmek için artık yeterli olmaz ve beyin kendisini kapatır. Devre tekrar açılacak şekilde yeterince korunduysa, bu tür hastalar şaşırtıcı hızda iyileşme gösterebilir.

Ama kortikal anahtarı tekrar “açık” konumuna nasıl getirebiliriz? Beynin dopamin devreleri üzerinde etkili olan farmakolojik maddeler bu konuda başlıca aday. Dopamin, beynin ödül devreleriyle ilgili bir sinir taşıyıcısıdır. Dopamin kullanan nöronlar, alın korteksine ve istemli hareketlerimizi kontrol eden derin gri çekirdeklere muazzam modüle edici projeksiyonlar gönderir. Dolayısıyla dopamin, normal uyarılma seviyesinin eski haline getirilmesine yardımcı olabilir. Gerçekten, inatçı bitkisel hayyat halindeki üç hastaya Levodopa adlı ilaç (genelde Parkinson hastalarına verilir, dopaminin kimyasal öncülüdür) verildikten sonra, aniden bilinçlerine kavuştular.⁵⁶ Amantadine, dopamin sisteminin bir başka uyarıcısıdır; kontrollü klinik testlerde bitkisel hayattaki hastaların ve minimum bilince sahip hastaların iyileşmesini biraz hızlandırdığı bulundu.⁵⁷

Kayda geçen diğer vakalar daha da garip. En paradoksal olanı, uyku ilacı olduğu halde bilinci uyandırabilen Ambien’in etkisidir. “Akinetik sessizlik” denilen nörolojik sendromu gösteren bir hasta aylarca tamamen dilsiz ve hareketsiz kaldı. Uykuda rahatlaması için, bilinen bir hipnotik olan Ambien hâpi verildi

⁵⁵ Laureys, Faymonville, Luxen, Lamy, Franck ve Maquet 2000.

⁵⁶ Matsuda, Matsumura, Komatsu, Yanaka ve Nose 2003.

⁵⁷ Giacino, Fins, Machado ve Schiff 2012.

(ve hasta birden uyandı, hareket etti ve konuşmaya başladı).⁵⁸ Bir başka vakada, sol yarımküredeki pıhtı nedeniyle ciddi şekilde afazik olan, bazen rasgele söylediği bazı heceler dışında hiçbir şey söyleyemeyen bir kadına, uyuyamadığı için reçetesi-ne yine Ambien yazılmıştı. İlaç ilk aldığı anda, konuşma yeteneğini aniden ve birkaç saat boyunca geri kazandı. Sorulara cevap verebildi, sayabildi ve hatta nesneleri adlandırabilirdi. Daha sonra uykuya daldı ve ertesi sabah afazisi elbette geri döndü. Ailesi her akşam uyku ilacı verdiği anda bu durum tekrarlandı.⁵⁹ İlaç kadının uyku sorununa çözüm bulamadı ama dile ait uyku halindeki kortikal devreyi yeniden uyandırmak gibi paradoksal bir etki yarattı.

Bu olgulara daha yeni açıklık getirilmeye başlandı. Kortikal ağ şebekesini, talamusu ve bazal gangliyanın ikisini (striyatuma ve paliduma) birbirlerine bağlayan çoklu döngülerden kaynaklanmış gibi görünüyorlar. Faaliyet dairesel bir yol izleyerek alın korteksinden striyatuma, paliduma, talamusa yayılıp tekrar kortekse geri dönerken, korteks bu döngüler yoluyla dolaylı olarak kendini uyarabilir. Ancak şu iki bağlantı, uyarılmaktan çok engellenmeye dayanır: striyatuma palidumu engeller, buna karşılık paliduma da talamusu engeller. Görünen o ki, beyin oksijen kaynağını kaybettiği zaman ilk zarar gören striyatuma engelleyici hücreleri oluyor. Sonuç olarak paliduma yeterince engellenmiyor. Paliduma faaliyeti hızla büyümekte özgür olduğu için talamusu ve korteksi kapatarak herhangi bir bilinçli faaliyet sürdürmelerini önüyor.

Ancak bu yollar hâlâ büyük oranda hasarsızdır; sadece muazzam şekilde engellenirler. Bu saldırgan devreye bir devre kırıcı yerleştirilerek tekrar çalıştırılabilirler. Birçok çözüm var gibi görünüyor. Talamusun derinliklerine yerleştirilen bir elektrot, talamik nöronların aşırı engellenmesine karşı çıkarak tekrar çalışmalarını sağlayabilir. Alternatif olarak korteksi uyarmak için, doğrudan ya da striyatuma kalan nöronlar üzerinden do-

⁵⁸ Brefel-Courbon, Payoux, Ory, Sommet, Slaoui, Raboyeau, Lemesle ve diğerleri 2007.

⁵⁹ Cohen, Chaaban ve Habert 2004.

pamin ya da amantadin kullanılabilir. Son olarak Ambien gibi bir ilaç engellemeyi engelleyebilir: palidyumdaki birçok engelleyici alıcıya bağlanırsa, aşırı uyarılmış engelleyici hücrelerini kapanmaya zorlar ve dolayısıyla korteks ve talamusun istenmeyen uyuşukluk hali sona erer. Bütün bu mekanizmalar henüz varsayım olmakla birlikte, bu ilaçların sonuç olarak neden benzer etki yarattığını açıklayabilir: hepsi kortikal faaliyeti normal seviyesine yaklaştırıyor.⁶⁰

Yukarıdaki hileler, korteks aşırı hasar görmediyse işe yarayacaktır. Korteksin, anatomik görüntüde hasarsız gibi görünmekle birlikte metabolizmasının ciddi şekilde azalmış olması olumlu bir işarettir; korteks sadece kapanmış olabilir ve tekrar uyarılabilir. Açıldıktan sonra yavaş yavaş kendini düzenler hale gelecektir. Beyin sinapslarının çoğu, normal çalışma aralığında istenilen şekli alabilir ve faal nöron topluluklarının kararlı hale gelmesine yardım etmek üzere ağırlıklarını artırabilirler. Beynin şekil alabilmesi sayesinde, hastanın ağ bağlantıları giderek güçlenebilir ve bilinçli faaliyetin sürekliliğini devam ettirmeyi giderek başarabilir.

Kortikal devreleri hasar görmüş hastalar için bile geleceğe ait çözümler düşünebiliriz. Bilinç, eğer ağ varsayımı doğruysa, kortikal nöronlardan ibaret yoğun kumanda panosunda esnek şekilde dolaşan bilgidir başka bir şey değildir. Bu panoda bazı düğümlerin ve bağlantıların dış döngülerle değiştirilebileceğini düşünmek çok mu uçuk? Beyin-bilgisayar arayüzleri özellikle implant cihazlar kullanıldığında, beyinde uzun mesafe iletişimi iyileştirme potansiyeline sahiptir. Beynin alın ya da premotor kortekste ki kendiliğinden ateşlemeleri toplayıp başka uzak bölgelerde yeniden kullanmayı (doğrudan elektriksel boşalmalar şeklinde ya da daha basit bir şekilde bunları görsel ya da işitsel sinyaller halinde yeniden kodlayarak) yakında başaracağız. Bu tür duyuşsal yer değiştirme, video kamerasındaki görüntüyü şifreleyen işitsel sinyalleri tanıma eğitimi vererek körlerin “gör-

⁶⁰ Schiff 2010.

mesini" sağlamak üzere kullanılıyor.⁶¹ Duyusal yer değiştirme, aynı kuralı uygulayarak, içsel iletişimin daha yoğun bir şeklini iyileştirerek beynin kendisine yeniden bağlanmasına yardım edebilir. Daha yoğun döngüler, faal hali devam ettirmek ve bilinçli kalmak için gerekli olan kritik kendini uyarma miktarını beyin için sağlayabilir.

Bu düşüncenin uçuk olup olmadığını zaman gösterecek. Kesin olan şu ki, koma ve bitkisel hayata karşı yeniden ortaya çıkan ilgi, nöron devrelerinin bilinçli halleri nasıl yarattığına dair sağlam bir teoriye dayandığı için önümüzdeki on-yirmi yıl içinde tıbbi tedavide muazzam gelişmelere yol açacaktır. Bilinçle ilgili hastalıkların tedavisinde devrim bekliyoruz.

⁶¹ Striem-Amit, Cohen, Dehaene ve Amedi 2012.

BİLİNCİN GELECEĞİ

Yeni doğan bilinç biliminin önünde hâlâ büyük sorular var. Beklerde bilincin ilk kez ortaya çıktığı anı tam olarak belirleyebilir miyiz? Bir maymunun, köpeğin ya da yunusun, çevresinin farkında olup olmadığını anlayabilir miyiz? Kendini bilmek dediğimiz bulmacayı, kendi düşüncelerimiz üzerinde düşünmemizi sağlayan o şaşırtıcı yeteneğimizi çözebilir miyiz? İnsan beyni bu konuda eşsiz mi? Beyinde özgün devreler mi var ve varsa bu devrelerin işlevsiz kalması sadece insanlarda görülen şizofreni gibi hastalıkların kökenini açıklayabilir mi? Ve bu devreleri analiz etmeyi başarırsak, bir bilgisayara kopyalayaarak yapay bilinç elde edebilir miyiz?

Bilimin bu işe, benim işime burnunu sokması fikrine bozuluyorum. Bilim, zaten gerçekliğe yeterince el koymadı mı? Bilimin o dokunulmaz, görülmez olan asıl ben üzerinde de hak iddia etmesi şart mı?

—David Lodge, *Thinks ...* (Düşünce Balonları, 2001)

Aslına bakılırsa, insan bilime daldıkça gizem duygusu daha da artıyor.

Vladimir Nabokov, *Strong Opinions* [Güçlü Kanaatler] (1973)

Bilincin kara kutusu artık aralandı. Çeşitli deneysel paradigmalar sayesinde resimleri görülür ya da görülmez hale getirmeyi, ardından sadece bilinçli erişim varken meydana gelen nöronal faaliyet örüntülerini izlemeyi öğrendik. Beynin görünür ve görünmez olan imgelere nasıl yaklaştığını anlamak, başlangıçta korktuğumuz kadar zor değilmiş. Birçok elektrofizyolojik im, bilinçli ateşlemenin varlığını gösterdi. Bu bilinç imlerinin

yeterince güvenilir olduğu ortaya çıktığı için, beyinde çok büyük lezyonlar olan hastalarda kalan bilinci incelemek amacıyla artık kliniklerde kullanılıyor.

Şüphesiz bu daha başlangıç. Birçok sorunun cevabını hâlâ bulamıyoruz. Bu kapanış bölümünde, bilinç araştırmalarının (nörobilimcileri daha yıllarca uğraştıracak önemli soruların) geleceği hakkındaki düşüncelerimi özetlemek istiyorum.

Bu soruların bazıları tamamen deneysel ve şimdiden bir cevabın ipuçlarını taşıyor. Örneğin bilinç, gelişim ve evrim süreçlerinde ne zaman ortaya çıkar? Yeni doğanlar bilinçli midir? Ya prematüre doğanlar ya da ceninler? Maymunlar, fareler ve kuşlarda bizimkine benzer ağ var mı?

Diğer problemler felsefenin sınırına giriyor (yine de deneysel bir hücum hattı bulduğumuz zaman eninde sonunda deneysel bir cevap bulunacağına gerçekten inanıyorum). Örneğin kendini bilmek nedir? İnsan zihnindeki özel bir şeyin, bilinç denilen feneri kendisine tutup kendi düşüncesi hakkında düşünmesine imkân verdiği kesin. Bu konuda bize benzeyen bir başkası yok mu? İnsan düşüncesini bu kadar güçlü ve şizofreni gibi psikiyatrik hastalıklara karşı bu kadar savunmasız bırakan şey nedir? Bu bilgi, yapay bilinç (bilinçli robot) inşa etmemize imkân sağlayacak mı? Bu robotun duyguları, hayat tecrübesi ve hatta özgür iradesi olacak mı?

Hiç kimse bu ikilemlerin cevabını biliyorum diyemez ve ben de çözerim iddiasında değilim. Ancak bu ikilemleri belki nasıl ele alabileceğimizi göstermek isterim.

Bebekler Bilinçli mi?

Çocuklukta bilincin ortaya çıkışını ele alalım. Bebekler bilinçli midir? Peki ya yeni doğanlar? Prematüre bebekler? Ana karnındaki ceninler? Bilinçli zihin oluşmadan önce beyinde bir dereceye kadar organizasyon gerektiği kesin (ama tam olarak ne kadar?)

Bu tartışmalı soru, rasyonalistlere karşı insan hayatının kutsal olduğunu savunanları onlarca yıldır karşı karşıya getir-

di. Her iki tarafın da bol bol kışkırtıcı açıklamaları var. Örneğin Colorado Üniversitesinden filozof Michael Tooley, sözünü hiç sakınmadan “yeni doğan insanlar ne şahıs ne de şahıs benzeridir ve onların imhası hiçbir şekilde doğaları gereği yanlış değildir” diye yazıyor.¹ Tooley’ye göre en az üç aylık oluncaya kadar bebek öldürmek ahlaki olarak meşrudur, çünkü “devam eden ben kavramı yeni doğmuş kedi yavrusunda olmadığı gibi yeni doğan bebekte de yoktur” ve dolayısıyla “yaşam hakkı” yoktur.² Princeton’dan biyoetik profesörü Peter Singer bu zalim mesajın devamını getirerek “hayat, kişi ancak zaman içindeki varlığının farkına vardığı zaman ahlaken önem taşımaya başlar” iddiasında bulunuyor:

Homo sapiens türünün üyesi olmak anlamında insan olmak gerçeği, onu öldürmenin yanlış olmasıyla ilişkili değildir; fark yaratan şey, daha ziyade rasyonalite, bağımsızlık ve kendini bilmek gibi niteliklerdir. Bebeklerde bu nitelikler yoktur. Dolayısıyla bebekleri öldürmek, normal bir insanı ya da kendisinin bilincinde olan bir başka varlığı öldürmekle aynı kefeye konamaz.³

Bu tür iddialar birçok nedenden ötürü akıl dışıdır. Bu iddialar, Nobel Ödülü kazananlardan sakat çocuklara kadar her insanın iyi bir hayat sürdürmek için eşit haklara sahip olduğu şeklindeki ahlaki sezgiyle çatışıyor. Ayrıca bilinç hakkındaki sezgilerimizle doğrudan çatışıyor. En şaşırtıcı olan şey, Tooley ve Singer’ın kendinden emin fermanlarını ufacak bir destekleyici kanıt olmadan dile getirmeleri. Bebeklerin hiçbir yaşam tecrübesi olmadığını nereden biliyorlar? Tooley ve Singer’ın bakış açısı sağlam bilimsel temele dayanıyor mu? Kesinlikle hayır (tezler incelemeye dayanmıyor, deneyle ilişkisi koparılmış) ve yanlış olduğu aslında defalarca kanıtlanabilir. Örneğin Singer, [koma ve bitkisel hayattakilerin] “birçok bakımdan sakat bebeklerden büyük bir farkı yok. Kendilerini bilmiyorlar, rasyonel ya da bağımsız değiller... hayatlarının hiçbir gerçek değeri yok.

¹ Tooley 1983.

² Tooley 1972.

³ Singer 1993.

Hayatları, artık sonuna gelinmiş bir yolculuk," diye yazıyor. 6. Bölümde bu bakış açısının çok yanlış olduğunu gördük: beyin görüntüleme, bitkisel hayattaki yetişkinlerin bir bölümünde bilincin kaldığını ortaya çıkarıyor. Hayatın ve bilincin karmaşıklığını reddeden bu kadar kibirli bir bakış açısı dehşete düşürüyor. Beyin, daha iyi bir felsefeyi hak ediyor.

Önerdiğim alternatif yol basit: doğru deneyleri yapmayı öğrenmemiz şart. Bebek zihni bilinmeyen engin topraklar olmaya devam etse de davranış, anatomi ve beyin görüntüleme, bilinçli haller hakkında bol bilgi sağlayabilir. Bilinç imleri yetişkinlerde bir kez doğrulandıktan sonra, çeşitli yaşlardaki bebek insanlarda araştırılabilir ve araştırılmalıdır.

Emin olmak için analojiye dayanan bu strateji yetmez. Yetişkinlerde öznel deneyimi ortaya koyduğunu bildiğimiz nesnel göstergelerin aynısını, çocuk gelişiminin erken dönemindeki bir noktada bulmayı umuyoruz. Bu göstergeleri bulursak, o yaştaki çocukların dış dünyayla ilgili öznel bakış açısına sahip oldukları sonucuna varacağız. Doğa elbette daha karmaşık olabilir; bilinç göstergeleri yaşa bağlı olarak değişebilir. Ayrıca hiçbir kuşkuyla yer bırakmayan cevapları her zaman alamayabiliriz. Farklı göstergeler çelişebilir ve yetişkinlerde entegre sistem olarak çalışan ağ, çocukluk döneminde kendi hızında gelişen parçacıklardan ibaret olabilir. Yine de deneysel yöntem, tartışmaya nesnel yaklaşan tarafı bilgilendirmek için eşsiz yeterliliğe sahip. Bilimsel her bilgi, felsefi ve dini liderlerin incelemeye dayanmayan iddialarından daha iyi olacaktır.

Bu durumda bebeklerde bilinç ağı var mı? Beyin anatomisi bu konuda ne diyor? Cılız nöronlarla, çelimsiz dendritlerle ve yalıtıcı miyelin tabakası bulunmayan sıksa aksonlarla dolup taştan gelişmemiş bebek korteksi, geçtiğimiz yüzyılda birçok pediatristin doğum sırasında zihnin çalışmadığına inanmasına yol açtı. Bebeklerin ilkel duyulara ve reflekslere sahip olması için sadece birkaç görsel, işitsel ve motor korteks adacığının yeterince geliştiğini düşündüler. Duyusal girdiler, Williams James'in meşhur ifadesiyle "hızla büyüyen, uğuldayan büyük bir kargaşa" yaratmak üzere kaynaştı. Bebeklerin alın kortek-

sindeki üst seviye muhakeme merkezinin, bebek en azından bir yaşına geldiğinde olgunlaşmaya başladığı ve ondan önce hep suskun kaldığı inancı yaygındı. Bu sanal alın lobotomisi, örneğin Piaget'nin meşhur B-değil-A testinde olduğu gibi, davranış testlerinde bebeklerin motor planlama ve yönetici kontroldeki sistematik başarısızlığını açıklıyor.⁴ Birçok pediatrist için, bu durumda yeni doğanların acı hissetmediği çok açıktı (o zaman bebeklere neden anestezi uygulayalım?). Enjeksiyonlar ve hatta ameliyatlar, bebeklerde bilincin olması olasılığı hiçbir şekilde göz önüne alınmadan rutin olarak yapıldı.

Ancak davranış testi ve beyin görüntülemedeki son gelişmeler bu karamsar görüşü çürütüyor. Buradaki büyük hata, gelişmemiş olma halini fonksiyon bozukluğuyla gerçekten karıştırmaktı. Hatta anne karnında bile altı buçuk aylık gebelikten sonra bebeğin korteksi oluşmaya ve kıvrımlar oluşturmaya başlar. Yeni doğanda uzak kortikal bölgeler, uzun mesafe liflerle güçlü bir şekilde zaten karşılıklı bağlanmış haldedir.⁵ Miyelin ile kaplanmış olmasa da bu bağlantılar bilgiyi işler, ancak yetişkinlerden çok daha düşük hızda işler. Bu bağlantılar doğumdan itibaren, kendiliğinden gelişen nöron faaliyetinin kendi düzenlenmesini fonksiyonel ağlar şeklinde geliştirirler.⁶

Konuşma işlemi ele alalım. Bebekler konuşmaya karşı son derece ilgilidir. Konuşmayı büyük olasılıkla ana karnında öğrenmeye başlıyorlar, çünkü yeni doğanlar bile ana dil ve yabancı dilde söylenen cümleleri ayırt edebiliyorlar.⁷ Dili kapma o kadar hızlı oluyor ki, Darwin'den Chomsky'ye ve Pinker'a kadar değerli birçok bilimci sadece insan beynine özel olan ve dil öğrenmek için uzmanlaşmış bir organ olan "dil kazanma cihazı" olduğunu

⁴ Diamond ve Doar 1989; Diamond ve Gilbert 1989; Diamond ve Goldman-Rakic 1989.

⁵ Dubois, Dehaene-Lambertz, Perrin, Mangin, Cointepas, Duchesnay, Le Bihan ve Hertz-Pannier 2007; Jessica Dubois, Araştırmalar Unicog lab, NeuroSpin Center, Gif-sur-Yvette, Fransa'da devam ediyor.

⁶ Fransson, Skiold, Horsch, Nordell, Blennow, Lagercrantz ve Aden 2007; Doria, Beckmann, Arichi, Merchant, Groppo, Turkheimer, Counsell ve diğerleri 2010; Lagercrantz ve Changeux 2010.

⁷ Mehler, Jusczyk, Lambertz, Halsted, Bertocini ve Amiel-Tison 1988.

varsayar. Eşim Ghislaine Dehaene-Lambertz ve ben, ana dildeki konuşmaları dinleyen bebeklerin beyninin içine bakmak için fMRI kullanarak bu fikri doğrudan sınadık.⁸ Rahat bir döşegin üzerinde kundaklanmış ve kulakları makinenin gürültüsüne karşı kocaman kafa üstü kulaklıkla korunan iki aylık bebekler, biz üç saniyede bir beyin faaliyetinin görüntülerini alırken onlara söylenenleri sakince dinlediler.

Birincil işitsel alanla kesinlikle sınırlı kalmayan devasa faaliyet karşısında şaşırдық. Tersine, kortikal bölgelerdeki ağın tamamı ateşlendi (Şekil 34). Faaliyet, yetişkin beyniyle tamamen aynı yerde olan klasik dil alanlarının dış hatlarını gayet güzel izledi. Mozart müziği gibi eşit derecede karmaşık bir uyarı sağ yarımkürenin diğer bölgelerine yönlendirildiğinde, diğer konuşma girdileri sol yarımkürenin temporal ve ön dil alanlarına yönlendirilmiş durumdaydı.⁹ Hatta sol alt alın korteksindeki Broca alanı bile dilin etkisiyle uyarıldı. Bu bölge, iki aylık bebeklerde faaliyete geçecek kadar olgunlaşmıştı. Bebeklerin alın korteksinde en erken olgunlaşan ve bağlantıları en iyi olan bölgelerden biri olduğu daha sonra anlaşıldı.¹⁰

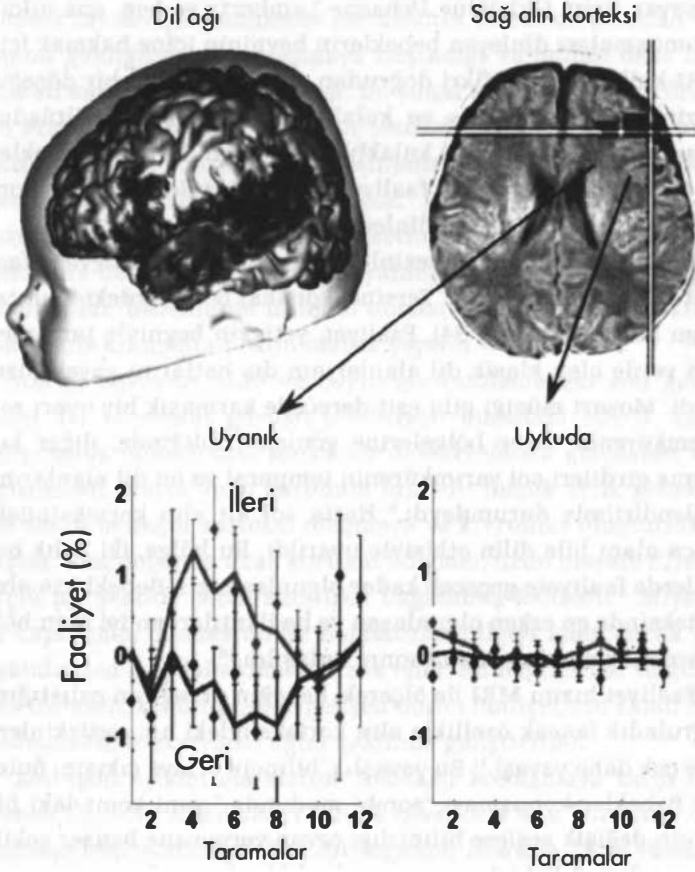
Faaliyet hızını MRI ile ölçerek, bebeğin dil ağının çalıştığını doğruladık (ancak özellikle alın korteksindeki hız, yetişkinlere göre çok daha yavaş).¹¹ Bu yavaşlık, bilincin ortaya çıkışını önler mi? Bebekler konuşmayı "zombi modunda," yani komadaki bir beyin değişik seslere bilinçdışı cevap vermesine benzer şekilde mi işliyor? Dil işleme sırasında dikkatini toplayan iki aylık bir bebeğin, tıpkı bir yetişkin gibi aynı kortikal ağı faaliyete geçirmesi ne yazık ki kesin sonuç için yeterli değil, çünkü bu ağın

⁸ Dehaene-Lambertz, Dehaene ve Hertz-Pannier 2002; Dehaene-Lambertz, Hertz-Pannier ve Dubois 2006; Dehaene-Lambertz, Hertz-Pannier, Dubois, Meriaux, Roche, Sigman ve Dehaene 2006; Dehaene-Lambertz, Montavont, Jobert, Alliol, Dubois, Hertz-Pannier ve Dehaene 2009.

⁹ Dehaene-Lambertz, Montavont, Jobert, Alliol, Dubois, Hertz-Pannier ve Dehaene 2009.

¹⁰ Leroy, Glasel, Dubois, Hertz-Pannier, Thirion, Mangin ve Dehaene-Lambertz 2011.

¹¹ Dehaene-Lambertz, Hertz-Pannier, Dubois, Meriaux, Roche, Sigman ve Dehaene 2006.



ŞEKİL 34. Alın korteksi, uyanık bebeklerde zaten faal haldedir. İki aylık bebekler, beyinleri fMRI ile taranırken kendi ana dillerinde cümleler dinlediler. Konuşma, Broca alanı olarak bilinen sol altın bölgeyi kapsar. Aynı bandı ters yönde çalarak çoğu konuşma ipuçlarının yok edilmesi, faaliyetin iyice azalmasına yol açtı. Uyanık bebekler aynı zamanda sağ altın kortekslerini de faaliyete geçirdi. Bu faaliyet, bebekler uykuya daldığında sona erdiğine göre bilinçle ilgiliydi.

büyük kısmının (Broca alanı olmayabilir) bilinçdışı (örneğin anestezi altındayken) faaliyet gösterdiğini biliyoruz.¹² Ancak

¹² Davis, Coleman, Absalom, Rodd, Johnsrude, Matta, Owen ve Menon 2007.

deneyimiz, çalışan sözel belleğin ilkel halinin bebeklerde bulunduğunu kanıtladı ve bu çok önemli. On dört saniye sonra aynı cümleyi tekrarladığımızda, iki aylık bebeklerimizde hatırladıklarına dair kanıt görüldü:¹³ bebeklerin Broca alanı, ikinci dinlemede ilkinde kıyasla çok daha güçlü ateşlendi. İki aylık bebeklerin beyni bilincin ayırt edici özelliği vardı, yani işleyen bellekte birkaç saniye bilgi tutma yeteneği vardı.

Bebeklerin konuşmaya karşı verdiği tepkilerin uyur ya da uyanık olmalarına göre farklılık göstermesi yine çok önemlidir. İşitsel korteksleri sürekli ateşlendi, ama faaliyet sadece uyanık bebeklerin arka yan alın korteksinde katlanarak artış gösterdi; uyuyan bebeklerde ise bu alanda yassı bir kavis yaptı (Şekil 34). Dolayısıyla alın korteksinin, yetişkinlerdeki ağı bu hayati düğümünün, uyanık bebeklerde öncelikle bilinçli işleme şimdiden katkıda bulunduğu anlaşılıyor.

Bitkisel hayattaki yetişkin hastalarda kalan bilinç olup olmadığının inceleyen yerel-bütünsel testi 6. Bölümde anlatmıştım. Bu testin birkaç aylık bebeklere uygulanması, bilinçli olduklarına dair daha sağlam kanıtlar sağlıyor. Bu basit testte hastalar *bip bip bip bip bap* gibi tekrarlı ses dizileri dinlerken, EEG kullanarak onların beyin dalgalarını kaydediyoruz. Bazen farklı bir dizi, örneğin beşinci sesin de *bip* olduğu bir dizi bu kuralı çiğnıyor. Bu değişiklik bütünsel P3 dalgasını tetikleyip alın korteksini ve ilgili ağ alanlarını işgal ediyorsa, hastanın bilinçli olma ihtimali yüksektir.

Bu teste katılmak için eğitim, dil ya da herhangi bir talimat gerekmiyor ve dolayısıyla bebeklere (ya da hemen hemen tüm hayvan türlerine) uygulanacak kadar basit. Her çocuk bir ses dizisini dinleyebilir ve beyni yeterince zekiyse düzenliliği fark eder. Olayla bağlantılı sinyaller yaşamın ilk birkaç ayından itibaren kaydedilebilir. Tek sorun, testte sürekli yineleme olduğu zaman bebekler çabuk mızımızlanırlar. Bu yüzden, nöropediatrist ve bebek bilişiminde uzman olan eşim Ghislaine bebekler-

¹³ Dehaene-Lambertz, Hertz-Pannier, Dubois, Meriaux, Roche, Sigman ve Dehaene 2006.

de bilinç imini araştırırken yerel-bütünsel testimizi uyarladı. Testi, sevimli yüzlerin *aa aa aa ee* sesli harflerini söylediği bir multimedya gösterisine dönüştürdü. Sürekli değişen yüzler ve ağızların hareket edişi bebeklerin çok hoşuna gitti (ve iki aylık bu bebeklerin dikkatini çekmeyi başardıktan sonra, beyinlerinde değişikliğe karşı bütünsel bilinçli tepki (bilinç imi) olduğunu görmek hoşumuza gitti.¹⁴

Birçok anne baba, iki aylık bebeklerinin bilinç testinde yüksek puan aldığını öğrenince şaşırmayacaktır; ancak testimiz, bebeklerin bilincinin önemli bir konuda yetişkinlerden farklı olduğunu gösterdi: bebeklerde beyin cevap verme hızı, yetişkinlerden çok daha yavaştır. Her işlem adımı orantısız şekilde daha fazla zaman alır gibidir. Bebeklerimizin beyni, sesli harfteki değişimi kaydetmek ve bilinçdışı uyumsuzluk tepkisi üretmek için saniyenin üçte birine ihtiyaç duydu. Alın kortekslerinin bütünsel değişikliğe tepki vermesinden önce tam bir saniye (yetişkinlere kıyasla üç ya da dört kat daha uzun bir süre) geçmesi gerekti. Yani bebeğin beyin mimarisi, yaşamın ilk birkaç haftasında çok yavaş da olsa fonksiyonel bütünsel çalışma alanı içeriyor.

Çalışma arkadaşım Sid Koudier, bu kez görme yeteneğini kullanarak bu bulguyu tekrarlayıp genişletti. Koudier bir başka alana, yeni doğmuş bebeklerin bile doğuştan yetkin olduğu yüz tanıma işlemlerine odaklandı.¹⁵ Bebekler yüzleri sever ve doğumdan itibaren mıknaş çekmiş gibi yüze yönelirler. Koudier, bebeklerin görsel maskelemeye karşı hassas olup olmadıklarını ve yetişkinler gibi bilinçli erişim eşiği gösterip göstermediklerini incelemek için bu doğal yönelimden faydalandı. Yetişkinlerde bilinçli görmeyi incelemek için kullandığımız maskeleme paradigmasını beş aylık bebeklere uyarladı.¹⁶ Sevimli bir yüz çok kısa ve değişken süreyle gösterildi, hemen ardından çirkin,

¹⁴ Basirat, Dehaene ve Dehaene-Lambertz 2012.

¹⁵ Johnson, Dziurawiec, Ellis ve Morton 1991.

¹⁶ Bebeklerle ilgili deneyler için bkz. Gelskov ve Kouider 2010; Kouider, Stahlhut, Gelskov, Barbosa, Dutat, de Gardelle, Christophe ve diğerleri 2013. 4. Bölümde tanımladığım yetişkin paradigması Del Cul, Baillet ve Dehaene'de yayımlandı 2007.

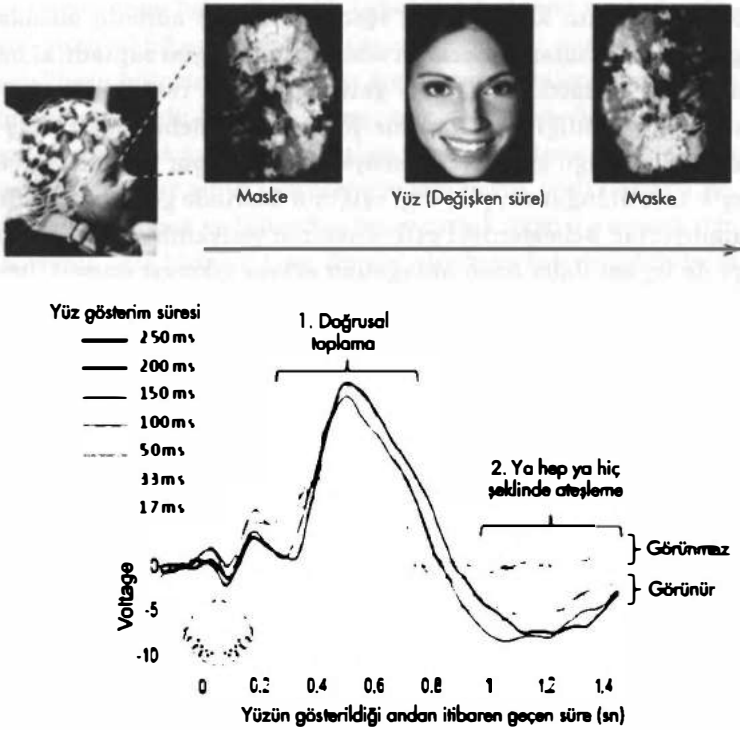
karma karış edilmiş bir resim maske görevi gördü. Soru, bebeklerin yüzü görüp görmediği idi. Yüzün bilincinde miydiler?

Maskeleme sırasında hedef resim saniyenin yirmide birinden daha uzun süre gösterilmezse, yetişkin izleyicinin "hiçbir şey görmedim" dediğini 1. Bölümden hatırlarsınız. Konuşamayan bebekler ne gördüğünü ifade edemese de, kilitlenme sendromlu hastalarda olduğu gibi bebeklerin de gözleri benzer bir öyküyü anlatır. Koudier, yüz resmi minimum sürenin altında gösterildiği zaman bebeklerin resme bakmadığını saptadı, ki bu da resmi görmediklerini akla getiriyor. Ancak resim eşik süresinde gösterildiği zaman resme yöneliyorlar. Bebekler de yetişkinlerde olduğu gibi maskelemeye maruz kalıyor ve yüz sadece eşik üstü olduğunda, yani algı eşiğinin üzerinde gösterildiğinde algılıyorlar. Bebeklerdeki eşik süresinin yetişkinlere kıyasla iki ya da üç kat daha uzun olduğunun ortaya çıkması önemli. Beş aylık bebekler sadece 100 milisaniyenin üzerinde gösterildiği zaman yüzü fark ederken, yetişkinlerde maskeleme eşiği genellikle 40-50 milisaniye arasında değişiyor. Bebekler on, on iki aylık olduğunda, yani alın korteksine bağlı davranışların tam görülmeye başladığı zaman, eşik değerinin yetişkinlerde görülen değere inmesi çok ilginç.¹⁷

Sid Kouider, Ghislaine Dehaene-Lambertz ve ben, bebeklerde bilinçli erişim eşiği olduğunu gösterdikten sonra, bebeklerin beyninin çok kısa süre gösterilen yüzlere verdiği tepkileri kaydetmeye başladık. Yetişkinlerde bulduğumuz kortikal işlem aşaması dizilerinin aynısını burada da gördük: eşik altı doğrusal aşamayı, doğrusal olmayan ani bir patlama takip etti (Şekil 35). İlk aşamada, yüzün gösterim süresine bağlı olarak beynin arka tarafındaki faaliyet düzenli artıyor ve bu sırada imgelerin eşik altı ya da üstü olması bunu etkilemiyor: bebeğin beyni, çok kısa süre gösterilen yüzle ilgili mevcut kanıtları hiç kuşkusuz topluyor. İkinci aşamada, sadece eşik üstü yüzler alın korteksinde negatif yavaş bir dalga tetikliyor. Bu geç faaliyet, fonksiyonel ve topografik olarak yetişkinlerdeki P3 dalgasıyla birçok

¹⁷ Diamond ve Doar 1989.

benzerlik taşıyor. Yeterli duyuşsal kanıt varsa, bebek beyni bile çok yavaşlatılmış da olsa kanıtı alın korteksine kadar yayabiliyor. Bu iki aşamalı mimari, gördüklerini ifade edebilen bilinçli yetişkinlerinkiyle esas olarak aynı olduğu için, bize henüz yüksek sesle söyleyemeseler de bebeklerin şimdiden bilinçli görme yeteneğinin tadını çıkardığını varsayabiliriz.



ŞEKİL 35. Bebekler de yetişkinler gibi aynı bilinç imlerini gösterir, ama bilgiyi çok daha yavaş işlerler. Bu deneyde, görünür ya da görünmez kalmak için maskelenen sevimli yüzler, on iki-on beş aylık bebelere çok kısa süre gösterildi. Bebek beyni işlemin iki aşamasını gösterdi: önce duyuşsal kanıtların doğrusal toplanması, ardından doğrusal olmayan ateşleme. Geç ateşleme bilinçli algılamayı yansıttırabilir olabilir, çünkü sadece yüz resmi sadece 100 milisaniye ya da daha uzun süre, yani bebeklerin bakışlarını yönlendirmeleri için gereken süre kadar gösterildiğinde ateşleme oldu. Bilinçli ateşlemenin, yüz belli olduktan bir saniye sonra başladığına dikkat edin. Bu süre, yetişkinlerdeki süreden yaklaşık üç kat fazladır.

Aslında ister işitsel ister görsel olsun, çocuklarda dikkati değişik bir uyarıya yönlendirme içeren her türlü deneyde çok yavaş ön lob negatifliği görülüyor.¹⁸ Başka araştırmacılar bu negatifliğin, yetişkinlerde bilinçli erişim halinde duyuşal modaliteden bağımsız olarak ortaya çıkan P3 dalgasıyla¹⁹ olan benzerliğini fark ettiler. Örneğin bebekler sapma gösteren seslere dikkat ettiğinde ön lob negatifliği ortaya çıkıyor,²⁰ ama bu durum bebekler uyanıkken görülüyor, uyurken değil.²¹ Bu yavaş ön lob tepkisi, yapılan birçok deneyde bilinçli işlem göstergesi olarak davranıyor.

Yetişkinlerde olduğu gibi bebeklerde de bilinçli erişimin olduğu, ancak çok daha yavaş, belki dört kata kadar yavaş olduğu sonucuna artık emin bir şekilde varabiliriz. Bu durgunluk neden? Bebek beyninin olgunlaşmamış olduğunu hatırlayın. Yetişkinlerde bütünsel çalışma alanını oluşturan başlıca uzun mesafe lif demetleri doğum sırasında zaten mevcuttur,²² ancak elektriksel olarak henüz yalıtılmamıştır. Aksonları saran yağlı zardan ibaret miyelin tabakaları, çocuklukta ve hatta ergenlik döneminde olgunlaşmaya devam eder. Miyelinin asıl görevi elektriksel yalıtım sağlamak ve bunun sonucunda nöron ateşlemelerinin uzak alanlara yayılma hızını ve uygunluğunu artırmaktır. Bebeğin beyin ağı döşenmiş, ancak henüz yalıtılmamıştır; dolayısıyla bilginin bütünleştirilmesi çok daha yavaş hızda gerçekleşir. Bebeğin durgunluğu belki komadan çıkan hastayla karşılaştırılabilir. Her iki durumda da uyarlanabilir tepkiler tetiklenebilir, ancak bebeklerin gülümsemesi, surat asması ya da dudaklarından hecelerin dökülmesi için bir iki saniye geçmesi gerekir. Bunu bulanık, ağırdan alan, ama kesinlikle bilinçli bir zihin olarak düşünün.

¹⁸ de Haan ve Nelson 1999; Csibra, Kushnerenko ve Grossman 2008.

¹⁹ Nelson, Thomas, de Haan ve Wewerka 1998.

²⁰ Dehaene-Lambertz ve Dehaene 1994.

²¹ Friederici, Friedrich ve Weber 2002.

²² Dubois, Dehaene-Lambertz, Perrin, Mangin, Cointepas, Duchesnay, Le Bihan ve Hertz-Pannier 2007.

Sınadığımız en genç denekler iki aylık olduğu için, bilincin ortaya çıktığı anı henüz tam olarak bilmiyoruz. Bebek yeni doğduğunda zaten bilinçli midir, yoksa kortikal mimarisinin düzgün işlev görmeye başlaması birkaç hafta alır mı? Kanıt bulunana kadar bu konuda çekimser kalacağım, ama doğum sırasında bilincin olduğu keşfedilirse hiç şaşırırmam. Uzun mesafeli anatomik bağlantılar zaten yeni doğan bebeğin beynini çaprazlama tarıyor ve bunların işlem derinliklerinin küçümsenmemesi gerekir. Bebekler doğumdan birkaç saat sonra karmaşık davranışlar göstermeye başlıyor, örneğin yaklaşık kaç tane olduklarına bağlı olarak nesne gruplarını ayırt etme yetenekleri oluyor.²³

İsveçli pediatrist Hugo Lagercrantz ve Fransız nörobiyolog Jean Pierre Changeux'nün çok ilginç bir varsayımı var: doğum, ilk bilinçli erişimle çakışır.²⁴ Lagercrantz ve Changeux, ceninin ana karnında esas olarak yatıştırılmış olduğunu, "plasentanın temin ettiği nörosteroid anestetik pregnanolon ve uyku getiren prostaglandin D2" içeren bir ilaç akıntısının içinde yıkandığını öne sürdü. Doğum, stres hormonlarında ve katekolamin gibi uyarıcı sinir taşıyıcılarda muazzam bir ani yükselişle çakışır; doğumu takip eden saatlerde yeni doğan bebek genellikle uyanık ve enerji doludur, gözleri tamamen açıktır. Bebek ilk bilinçli halini mi yaşıyor? Bu farmakolojik öngörülerin geçerli olduğu ortaya çıkarsa, doğum bizim sandığımızdan daha da önemli bir olaydır: doğum, bilinçli zihnin gerçek doğuşudur.

Hayvanlarda Bilinç Var mı?

Babunu anlayan biri, metafiziğe (varoluşu ve bilgiyi anlamaya) Locke'dan daha yakın olur.

—Charles Darwin, *Notebooks* (El Yazmaları, 1838)

Bebekler için sorduğumuz bu sorunun, suskun kuzenlerimiz olan hayvanlar için de sorulması gerekir. Hayvanlar bilinçli düşüncelerini ifade edemez, ancak bu onların bilinçli düşün-

²³ Izard, Sann, Spelke ve Streri 2009.

²⁴ Lagercrantz ve Changeux 2009.

celerinin olmadığı anlamına gelir mi? Sabırlı yırtıcı hayvanlardan (çita, kartal, müren balığı) titiz rota planlayıcılara (fil, kaz), oyunbaz karakterlere (kedi, susamuru), akıllı problem çözücülere (saksağan, ahtapot), vokal dehalara (muhabbet kuşu) ve sosyal ustalara (yarasa, kurt) kadar, olağanüstü farklılıktaki türler dünya üzerinde evrimleşti. Bizim bilinçli deneyimlerimizin en azından bir kısmı, saydığım canlılardan hiçbirinde yoksa gerçekten çok şaşırrım. Benim teorime göre bilinç ağının mimarisi, beyindeki alanlar arasında bilgi alışverişinin kolaylaştırılmasında önemli rol oynuyor. Dolayısıyla bilinç, uzun zaman önce evrim sırasında belki de birkaç kez ortaya çıkmış faydalı bir araçtır.

Neden çalışma alanı sisteminin sadece insanlara özel olduğunu safça varsayalım? Bilinç bize özel değil. Alın korteksini diğer ilişkili kortekslere bağlayan o yoğun uzun mesafe bağlantı ağı, makak maymunlarda belirgindir ve bu çalışma alanı sistemi tüm memelilerde elbette mevcut olabilir. Farede bile görsel bilgiyi zihninde bir saniye tuttuğu zaman faaliyete geçen ufak bir alın ve singulat korteksi bulunuyor.²⁵ Heyecan verici bir soru, bazı kuşlarda, özellikle vokal iletişimi ve taklit yeteneği olan kuşlarda benzer fonksiyonlara sahip analog devre olup olmadığıdır.²⁶

Hayvanlara bilinç atfetmek, sadece onların anatomisine dayanmamalıdır. Maymunlar dilden yoksun oldukları halde, bilgisayarda tuşlara basarak ne gördüklerini ifade edecekleri şekilde eğitilebilirler. Bu yaklaşım, onların da bizimkine benzer öznel deneyimleri olduğunu destekleyen kanıt sağlıyor. Örneğin ışık gördüklerinde bir tuşa ve görmediklerinde bir başka tuşa basarlarsa ödüllendirilebilirler. Bu motor hareket daha sonra minimal “bildirim” için vekil olarak kullanılabilir: sözlü olmayan bir el kol hareketi, hayvanın “Sanırım bir ışık gördüm,” ya da “hiçbir şey görmedim” demesinin yerine geçer. Bir maymun, ayrıca yüzler için bir tuşa ve diğer şeyler için başka bir tuşa ba-

²⁵ Han, O’Tuathaigh, van Trigt, Quinn, Fanselow, Mongeau, Koch ve Anderson 2003; Dos Santos Coura and Granon 2012.

²⁶ Bolhuis ve Gahr 2006.

sarak algıladığı imgeleri sınıflandırması için eğitilebilir. Hayvan eğitildikten sonra, insanlarda bilinçli ve bilinçdışı işlemi araştıran görsel paradigmların çeşitlemeleriyle sınanabilir.

Bu davranışsal çalışmaların sonuçları, maymunlarda da bizim gibi görsel illüzyonlar olduğunu kanıtıyor. Farklı iki imgeden birini maymunların bir gözüne, diğerini öteki gözüne gösterirsek binoküler rekabet bildiriyorlar: tuşlara dönüşümlü basarak, belirli bir anda iki imgeden sadece birini gördüklerini belirtiyorlar. İmgeler, tıpkı bizdeki ritmi takip ederek bilinçlerinde sürekli güçleniyor ve zayıflıyor.²⁷ Ayrıca maskeleme de maymunlarda işe yarıyor. Bir resmi çok kısa süre gösterdikten sonra rasgele maskeleme yaparsak, makaklar gizli imgeyi görmediklerini bildiriyor, ancak görsel kortekslerinde hâlâ kısa süreli ve seçici nöron ateşlemesi görülüyor.²⁸ Dolayısıyla onlarda da bizim gibi eşik altı algının bir biçimi var, ayrıca aşıldığında imgenin görülebilir hale geldiği hassas bir eşik de var.

Son olarak, maymunların birincil görsel korteksi hasar gördüğünde onlarda da kör görüşünün bir çeşidi geliyor. Lezyona rağmen, hasarlı görme alanındaki ışık kaynağını isabetle işaret edebiliyorlar. Ancak ışığın varlığını ya da yokluğunu bildirecek şekilde eğitildiklerinde, hasarlı görme alanına yönlendirilen bir uyarıyı "ışık yok" tuşuyla etiketlemeleri, kör görüşü hastalığı olan insanlardaki gibi algısal farkındalıklarının gittiğini düşündürüyor.²⁹

Makak maymunların geçmişi düşünmek için ilkel çalışma alanlarını kullanabildikleri konusunda biraz şüphe var. Uyarı gittikten sonra bilgiyi uzun zaman zihinde tutmayı gerektiren gecikmeli tepki görevini kolayca yerine getiriyorlar. Bunu onlar da bizim gibi, alın ve parietal nöronlarında sürdürülebilir ateşlemeyi devam ettirerek başarıyor.³⁰ Tersine, pasif şekilde film seyrederken alın kortekslerini insanlardan daha fazla faaliyete

²⁷ Leopold ve Logothetis 1996.

²⁸ Kovacs, Vogels ve Orban 1995; Macknik ve Haglund 1999.

²⁹ Cowey ve Stoerig 1995.

³⁰ Fuster 2008.

geçirme eğilimleri var.³¹ Dikkat dağılmasını önleme konusunda maymunlardan üstün olabiliriz; dolayısıyla alın korteksimiz, film seyredirken gelen akışla bağlantısını keserek zihnimizin serbestçe başka şeyler düşünmesine izin verir.³² Ama makak maymunlarda da dinlenme sırasında faaliyete geçen bölgele-
rin³³ kendiliğinden “varsayılan mod” ağı bulunuyor (iç gözlem yaparken, hatırlarken ya da başka şeyler düşünürken faaliyete geçen bölgelere benzer bölgeler).³⁴

Bilinçli işitsel algı testi olan turnusol testimiz, yani komadan çıkan hastalarda kalan bilinci ortaya çıkarmak için kullandığımız yerel-bütünsel testi bu konuda ne diyor? Çalışma arkadaşlarım Bechir Jarraya ve Lynn Uhring, sürekli tekrarlanan *bip bip bip* seslerinin akışı içinde ortaya çıkan *bip bip bip bip* dizisinin kural dışı olduğunu maymunların fark edip etmediğini sınıadı. Kuşkusuz fark ediyorlar. Fonksiyonel MRI, maymunların alın korteksinin sadece bütünsel sapma gösteren dizilere karşı ateşlendiğini gösteriyor.³⁵ Bu alınsal tepki, insanlarda olduğu gibi maymunlarda da anestezi altındayken kayboluyor. Maymunlarda bir bilinç iminin bulunduğu bir kez daha ortaya çıkıyor.

Karim Benchenane'nin yürüttüğü pilot araştırmada, farelerin bile bu temel testi geçtiği görülüyor. Önümüzdeki yıllarda çeşitli türleri sistematik olarak sınıadığımızda, tüm memelilerde ve belki de birçok kuş ve balık türünde, aynı tür bilinç ağının yakınsak bir evrimine dair kanıt bulunursa hiç şaşırmam.

Maymunlar Kendini Bilir mi?

Makak maymunlarda kuşkusuz bizimkine oldukça benzeyen bütünsel çalışma alanı var. Ancak ikisi özdeş mi? Bu kitapta bi-

³¹ Denys, Vanduffel, Fize, Nelissen, Sawamura, Georgieva, Vogels ve diğerleri 2004.

³² Hasson, Nir, Levy, Fuhrmann ve Malach 2004.

³³ Hayden, Smith ve Platt 2009.

³⁴ Buckner, Andrews-Hanna ve Schacter 2008.

³⁵ Çalışma arkadaşlarım ve ben şu sıralar maymunlarda (Lynn Uhring ve Bechir Jarraya'yla birlikte) ve farelerde (Karim Benchenane ve Catherine Wacongne'yle) yerel-bütünsel paradigmayı keşfetmeye çalışıyoruz.

lincin en temel yönlerine eğildim: bilinçli erişim ya da seçilen duyusal uyarının farkına varabilme yeteneği. Son derece temel olan bu yeteneği maymunlarla ve olasılıkla diğer birçok türle paylaşıyoruz. Ancak konu üst seviye bilişsel fonksiyonlara gelince, insanlar açık bir şekilde çok farklıdır. İnsanlardaki bilinç ağının, bizi diğer tüm hayvanlardan tamamen ayıran ek özellikleri olup olmadığını sormamız gerekir.

Kendinin farkında olmak, insanın benzersiz olması için başlıca aday olarak görülüyor. Bizler *sapiens sapiens* [sapiensin alt sınıfı] (bildiğini bilen tek tür) değil miyiz? Kendi varlığımızı düşünme yeteneği sadece insana özgü bir beceri değil midir? Harika bir romancı ve aynı zamanda tutkulu bir böcekbilimci olan Vladimir Nabokov *Strong Opinions*'da (Güçlü Kanaatler, 1973) önemli bir noktaya değindi:

Farkında olduğumun farkında olduğumun farkında... sadece ben *olduğumu* bilmekle kalmayıp bunu bildiğimi de bilirsem, o zaman ben insan türüne ait olurum. Ve gerisi gelir (düşüncenin, şiirin, evrene dair öngörünün görkemi). Bu anlamda maymun ve insan arasındaki uçurum, amip ve maymun arasındaki uçurumdan tahminlerin ötesinde büyüktür.

Ancak Nabokov yanıliyordu. Delphi'deki Apollo Tapınağının *pronaos*'una kazınmış olan meşhur "Kendini bil," özdeyişi insanoğluna ait bir ayrıcalık değildir. Geçtiğimiz yıllarda yapılan araştırmalar, hayvanlardaki kendini düşünmenin muazzam karmaşıklığını ortaya koydu. Hatalarımızın farkına varmamız ya da başarılarımız-başarısızlığımızı sorgulamamız gibi ikinci derece yargı gerektiren görevlerde bile hayvanlar sandığımız kadar beceriksiz değil.

Bu yeterlilik alanına "üstbiliş" (düşüncelerimiz hakkındaki düşüncelerin akla gelmesi) deniyor. George W. Bush'un savunma bakanı Donald Rumsfeld, Savunma Bakanlığına verilen bir bilgilendirme toplantısında bu konuyu güzel özetleyerek bilinen bilinenler ("bildiğimizi bildiğimiz şeyler") ile bilinen bilinmeyenler ("bilmediğimiz bazı şeyler olduğunu biliyoruz") ve bilinmeyen bilinmeyenler ("bilmediğimizi bilmediğimiz şeyler")

arasındaki farkı çok iyi gösterdi. Üstbiliş, kişinin kendi bilgisinin sınırlarını bilmesidir (kendi düşüncelerimize ne kadar inandığımızı ya da güvendiğimizi derecelendirmektir). Kanıtlar maymunların, yunusların ve hatta sıçanların ve güvercinlerin bu konuda temel bilgilere sahip olduğunu gösteriyor.

Hayvanların ne bildiğini bildiklerini nereden biliyoruz? Florida Marathon'daki Yunus Araştırma Merkezinde bulunan mercan evinde özgürce yüzen Natua'yı düşünün.³⁶ Bu hayvan, su altındaki sesleri perdelerine göre sınıflandırmak için eğitildi. Bu konuda son derece iyi; pes sesler için sol duvardaki küreğin, tiz sesler için sağ duvardaki küreğin üzerine basıyor.

Deneyi yapan kişi, pes ve tiz sesler arasında 2100 hertzlik bir frekans sınırı belirledi. Ses bu referanstan yeterince uzakken, hayvan doğru tarafa çabucak yüzüyor. Ancak frekans 2100 hertze çok yakinken, Natua çok yavaş cevap vermeye başlıyor. Genellikle yanlış yöne doğru tereddüt içinde yüzerken kafasını sallıyor.

Bu tereddütlü davranış, hayvanın karar vermekte güçlük çektiğini "bildiğini" göstermeye yeter mi? Hayır. Zorluğun kısa mesafede artışı aslında oldukça sıradandır. Ayırt edilmesi gereken fark azalınca, karar verme süresi ve hata oranı birçok hayvanda olduğu gibi insanlarda da genellikle artar. Ancak daha küçük bir algısal mesafenin, insanlarda aynı zamanda ikinci derece güven eksikliği duygusu yaratması çok önemlidir. Ses sınırı çok yakinken, zorlandığımızı fark ederiz. Kendimizden emin olamayız ve kararımızın yanlış olabileceğini biliriz. Mümkünse doğru cevap hakkında hiçbir fikrimiz olmadığını söyleyerek pes ederiz. Bu tipik üstbilişsel bilgidir: *Bilmediğimi biliyorum*.

Natua'nın kendi kararsızlığı hakkında bu tür bir bilgisi var mıydı? Doğru cevabı bildiğini ya da emin olmadığını söyleyebilir mi? Kendi kararları için güven hissi var mı? Bu soruları yanıtlamak için New York Eyalet Üniversitesinden J. David Smith zekice bir hile tasarladı: "kaçma" tepkisi. Başlangıçtaki algı eğitiminden sonra, yunusa üçüncü bir tepki küreği tanıttı. Natua,

³⁶ Smith, Schull, Strote, McGee, Egnor ve Erb 1995.

bu küreğe bastığı zaman uyarıcı sesin kolay bir pes sesle (1200 hertz) değiştirildiğini ve ufak bir ödül kazandığını deneme yanılma yoluyla öğrendi. Üçüncü kürek varken, Natua'nın ana görevden kaçma seçeneği vardı. Ancak her denemede vazgeçmesine izin verilmedi: kaçış küreği az kullanılmalı, yoksa ödül ciddi şekilde geciktirilir.

Bu deneydeki güzel bulgu şöyle: Natua, ses perdesi görevi sırasında sadece zor denemelerde vazgeçme tepkisini kullanmaya kendiliğinden karar veriyor. Sadece uyarı frekansının 2100 hertz referansına yakın olduğu zaman (hata yapma ihtimalinin yüksek olduğu denemelerde) üçüncü küreğe basıyor. Birinci seviye performansı ile ilgili ikinci seviye "yorum" olarak sanki üçüncü tuşu kullanıyor. Bu tuşa basarak, esas göreve tepki vermenin ona çok zor geldiğini "bildiriyor" ve daha kolay bir denemeyi tercih ediyor. Yunus, duyduğu güvensizliği fark edecek kadar zekidir. Rumsfeld gibi o da neyi bilmediğini biliyor.

Bazı araştırmacılar bu mentalist yorumu tartışıyor. Verilen görevin çok daha basit davranışçı terimlerle tanımlanabileceğine işaret ediyorlar: yunus, sadece ödülü maksimuma çıkaran eğitilmiş motor davranış gösteriyor. Görevin alışılmadık tek özelliği, iki yerine üç tepkiye izin vermesi. Takviyeli öğrenme görevinde, hayvan her zamanki gibi üçüncü tuşa basmayı daha avantajlı kılan uyarının hangisi olduğunu keşfetti (ezberci davranıştan başka bir şey değil).

Geçmişte yapılan birçok deney bu düşük düzeyli yoruma yelik düşse de, maymunlar, sıçanlar ve güvercinler üzerine yapılan yeni araştırmalar bu eleştiriyi hedef alıyor ve tartının özgün üstbilişsel yetenek yönünde ağır basmasını sağlıyor. Hayvanlar vazgeçme tepkisini, çoğu kez sadece ödülle açıklanamayacak kadar zekice kullanıyor.³⁷ Örneğin seçim yaptıktan sonra, doğru mu yanlış mı karar verdikleri söylenmeden önce kaçma seçeneği verildiğinde, hangi denemelerin öznel olarak onlar için zor olduğunu gayet güzel gözlüyorlar. Bunu biliyoruz, çünkü vazgeçtikleri denemelerde, başlangıçtaki tepkilerine sadık

³⁷ Terrace ve Son 2009.

kaldıkları denemelere kıyasla gerçekten daha kötü performans gösteriyorlar. Hatta her iki durumda da aynı uyarı kullanılmış olsa da sonuç değişmiyor. Zihinsel durumlarını içsel olarak gözlemliyor gibiler ve şu ya da bu nedenle şaşırdıkları zaman ve işledikleri sinyal her zamanki gibi kesin olmadığında o denemeyi atlıyorlar. Her denemede, kendilerine olan güvenlerini sanki gerçekten değerlendirebiliyorlar ve sadece güvenmediklerinde vazgeçiyorlar.³⁸

Hayvanlarda kendini bilme ne kadar soyuttur? Yakın zamanda yapılan bir deney, kendini bilmenin en azından maymunlarda tek bir aşırı eğitime bağlı olmadığını gösteriyor; makaklar vazgeçme tuşu için, başlangıçtaki eğitim sınırlarının dışında kendiliğinden genelleme yapıyor. Bu tuşun duyuşal görevdeki anlamını bir kez çözdükten sonra, bellek görevinin değişik koşullarında derhal ve uygun şekilde kullanıyorlar. *Tam algılamadım* durumunu ifade etmeyi öğrendikten sonra, *tam hatırlamıyorum* olgusuna genelliyorlar.³⁹

Bu hayvanların bir yere kadar kendilerini bildikleri çok açık, ancak bu durum tamamen bilinçdışı olabilir mi? Bu noktada dikkatli olmak gerekir, çünkü 2. Bölümden hatırlayacağınız gibi davranışımızın çoğu bilinçdışı mekanizmalardan kaynaklanır. Kendini izleme mekanizması bile bilinçdışı gelişebilir. Klavyede yanlış bir harf yazdığımda ya da gözlerim yanlış hedefe yöneldiğinde, beynim bu hataları kendiliğinden kaydedip düzeltir ve ben bu durumun hiç farkına varmayabilirim.⁴⁰ Ancak birçok tez, maymunun kendini bilmesinin salt bu tür eşik altı otomatizmlere dayanmadığını öne sürüyor. Maymunların yargılamaktan vazgeçmeleri esnektir ve eğitim almadıkları bir görev sırasında, vazgeçme konusunda genelleme yaparlar. Yargıdan vazgeçme, geçmişteki bir kararı saniyeler boyunca düşünüp taşınmayı yani bilinçdışı işlemin ulaşamayacağı kadar uzun süreli bir yansıtmayı içerir. Keyfi bir tepki sinyalini, vazgeçme

³⁸ Hampton 2001; Kornell, Son ve Terrace 2007; Kiani ve Shadlen 2009.

³⁹ Kornell, Son ve Terrace 2007.

⁴⁰ Nieuwenhuis, Ridderinkhof, Blom, Band ve Kok 2001; Logan ve Crump 2010; Charles, van Opstal, Marti ve Dehaene 2013.

tuşunu kullanmayı gerektirir. Nörofizyolojik seviyede, yavaş kanıt toplamayı, parietal ve alın loblarının üst seviye alanlarının çalıştırılmasını içerir.⁴¹ İnsan beyni hakkında bildiklerimizden bir kestirim yapacak olursak, farkındalığın olmadığı koşullarda bu gibi yavaş ve karmaşık ikinci derece yargıların gelişmesi mümkün görünmüyor.

Bu sonuç doğruysa (elbette daha fazla araştırmayla doğrulanması gerekiyor), hayvanların davranışı bilinçli ve refleksif zihnin ayrırcı özelliğini taşıyor demektir. Belki de bildiğini bilen sadece biz değil ve *sapiens sapiens* sıfatı sadece *Homo* türüne atanmamalıdır. Diğer birçok hayvan türü, zihinsel halleri hakkında gerçekten kafa yorabilir.

İnsan Bilincinin Eşi Benzeri Yok mu?

Maymunlarda bilinçli nöronal ağ elbette var ve kendileri ile dış dünyayı düşünmek için bu ağı kullanabiliyorlar; gelgelelim insanlar kuşkusuz daha üstün iç gözlem sergiliyor. Ancak insan beynini diğerlerinden ayıran şey tam olarak nedir? Sadece beynin büyüklüğü mü? Dil mi? Sosyal işbirliği mi? Uzun süreli şekil alabilme yeteneği mi? Eğitim mi?

Bu soruları cevaplamak, gelecekteki bilişsel nörobilim araştırmalarının önündeki en heyecan verici görevlerden biridir. Ben burada sadece varsayıma dayanan bir cevap verme riskini alacağım: ana beyin sistemlerimizin tümü olmasa da çoğunu diğer hayvan türleriyle paylaşsak da, karmaşık bir “düşünce dili” kullanarak bu sistemlerin tümünü birleştirme yeteneği sadece insana ait olabilir. René Descartes bir konuda kesinlikle haklıydı: sadece *Homo sapiens* “düşüncelerimizi başkalarına bildirirken yaptığımız gibi kelimeleri ya da başka işaretleri birleştirir.” Düşüncelerimizi *birleştirme* yeteneği, içsel düşüncelerimize güç kazandıran en önemli bileşen olabilir. İnsanın eşsizliği, iç içe

⁴¹ Kiani ve Shadlen 2009; Fleming, Weil, Nagy, Dolan ve Rees 2010. Talamusun pulvinar denilen özel bir parçası, alın ve parietal alanlarla sıkı bağlantılıdır ve üstbilişsel yargılarda da önemli rol oynar. *Bkz.* Komura, Nikkuni, Hirashima, Uetake ve Miyamoto 2013.

geçmiş ya da tekrarlanan sembol yapıları kullanarak düşüncelerimizi net olarak ifade etmemizi sağlayan o özgün yöntemle bağlıdır.

Noam Chomsky'yle uyumlu olan bu teze göre dil, iletişim sisteminden ziyade temsil sistemi olarak gelişti (sağladığı asıl avantaj, fikirleri başkalarıyla paylaşmanın yanında yeni fikirler *düşünme* kapasitesidir). Beynimizin, sembolleri herhangi bir zihinsel temsile atamak ve bu sembollerle tamamen değişik kombinasyonlar oluşturmak konusunda özel bir yeteneği var gibi görünüyor. İnsanlardaki bütünsel nöron çalışma alanının, "Tom'dan uzun," "kırmızı kapının solu" ya da "John'a verilmedi" gibi bilinçli düşünceleri formüle etme yeteneği eşsiz olabilir. Bu örneklerin her biri, tamamen farklı dil örgüsü alanlarında bulunan çok sayıda temel kavramı birleştiriyor: büyüklük (uzun), kişi (Tom, John), konum (sol), renk (kırmızı), nesne (kapı), mantık (olumsuz) ya da eylem (vermek). Başlangıçta her biri farklı bir beyin devresi tarafından kodlansa da, insan zihni bunları istediği şekilde birleştirir (birleştirirken bunları sadece ilişkilendirmez, ki bunu kuşkusuz hayvanlarda yapıyor, karmaşık söz dizimi kullanarak yaptığı düzenleme "karımın erkek kardeşi" ile "erkek kardeşimin karısı" ya da "köpek adamı ısırır" ve "adam köpeği ısırır" gibi ifadeleri dikkatle birbirinden ayırt eder).

Karmaşık araçların tasarımından yüksek matematiğin yaratılışına kadar insana özgü olan birçok yeteneğin altında yatan şeyin, düşüncenin bu düzensel dili olduğunu tahmin ediyorum. Konu bilince gelince, karmaşık kendini bilme yeteneğinin kökenini işte bu dil yeteneği açıklayabilir. İnsanlarda son derece arıtılmış bir zihin algısı var (psikologlar buna "zihin teorisi" diyor. Başkalarının ne düşündüğü hakkında akıl yürütmemize ve temsil etmemize imkân sağlayan kapsamlı bir sezgisel kurallar kümesidir). İnsanlara ait tüm dillerde gerçekten zihinsel haller için ayrıntılı bir söz dağarcığı var. İngilizcede en çok kullanılan on yüklemden altısı bilgi, duygu ya da amaçtan bahsediyor (*bulmak, söylemek, sormak, görünmek, hissetmek, denemek*). Şahıs zamirlerinde benzer yapıları kullanarak bu yüklemeleri kendimize ve başkalarına uygulamamız çok önemli (*Ben*, İngilizcede

en çok kullanılan onuncu kelime, *sen* ise on sekizinci kelimedir). Dolayısıyla kendi bildiğimiz şeyi ve başkalarının bildiği şeyi tıpatıp aynı formatta temsil edebiliriz ("Ben X'e inanıyorum, ama sen Y'ye inanıyorsun"). Bu mentalist bakış açısı baştan itibaren var: yedi aylık bebekler bile ne bildiklerine dayanarak başkalarının ne bildiği hakkında genelleme yapıyor.⁴² Ve bu durum sadece insana özgü olabilir: iki buçuk yaşındaki çocuklar, sosyal olayları anlama konusunda yetişkin şempanzeleri ve diğer primatları geçiyor.⁴³

İnsan dilinin tekrarlama fonksiyonu, diğer türler için ulaşılmaz olmaya devam eden karmaşık iç içe düşüncelere araç olabilir. Dildeki söz dizimi olmasa, *Yalan söylediğini bilmediğimi sanıyor* gibi bilinçli iç içe düşünceler aklımıza gelir miydi, orası belli değil. Bu tür düşünceler, primat akrabalarımızın yeteneklerinin çok ötesinde gibi görünüyor.⁴⁴ Onların üstbilişinde, tekrarlayıcı dildeki gibi sonsuz kavram bulunma olasılığı yok, sadece iki adım var (bir düşünce ve o düşünceye inanma derecesi) gibi.

Primatlar içinde sadece insanların nöron ağı sisteminde, düzensel düşüncelere ve inanışlara içsel olarak etki edilmesiyle ilgili eşsiz uyarlamalar bulunabilir. Nörobiyolojik kanıtlar sayıca az da olsa bu varsayıma uygun. 5. Bölümde tartıştığımız gibi, bilinç ağının en önemli aktarma merkezi olan alın korteksi, her primatın beyinde büyükçe bir yer tutar (ancak insan türünde aşırı genişlemiştir).⁴⁵ İnsanlardaki alın nöronları, bütün primatlar içinde en büyük dendritik ağaca sahiptir.⁴⁶ Sonuç olarak, alın korteksimiz büyük olasılıkla beyin başka bir yerindeki işlemcilerden gelen bilgiyi toplama ve birleştirmede çok daha çeviktir ve bu da dış dünyadan yalıtılmış iç gözlem yapma ve kendini düşünme gibi sahip olduğumuz gizemli yeteneği açıklayabilir.

⁴² Meltzoff ve Brooks 2008; Kovacs, Teglas ve Endress 2010.

⁴³ Herrmann, Call, Hernandez-Lloreda, Hare ve Tomasello 2007.

⁴⁴ Marticorena, Ruiz, Mukerji, Goddu ve Santos 2011.

⁴⁵ Fuster 2008.

⁴⁶ Elston, Benavides-Piccione ve DeFelipe 2001; Elston 2003.

Sosyal ya da kendimize dönük mantık yürütme yeteneklerimizi ne zaman kullansak, orta hat ve ön alın lob bölgeleri sistematik olarak faaliyete geçer.⁴⁷ Bu bölgeler içinde Frontopolar korteks ya da 10 numaralı Brodmann alanı denilen bölge, *Homo Sapiens*'te diğer tüm maymunlardan daha büyüktür (uzmanlar, makak maymunlarda bu bölgenin olup olmadığını tartışıyor). Beynin uzun mesafe bağlantılarını destekleyen temel beyaz madde, toplam beyin büyüklüğündeki büyük değişiklik düzeltildikten sonra bile insanlarda diğer primatlara kıyasla fazlasıyla büyüktür.⁴⁸ Bütün bu bulgular, özel iç gözlem yeteneklerimizin bulunduğu yer olarak ön alın korteksini aday gösteriyor.

Bir başka özel bölge Broca alanı, yani insanların dilinde önemli rolü olan sol alt alın bölgesidir. Bu bölgenin uzun mesafe projeksiyon gönderen 3. katman nöronlarının yerleşimi, diğer maymunlara göre daha yaygındır ve daha fazla karşılıklı bağlantıya izin verir.⁴⁹ Constantin von Economo, bu alanda ve oto-kontrol için çok önemli olan orta hat ön singulatta bulunan dev nöronların sadece insan, şempanze ve bonobo [cüce şempanze] gibi büyük maymunlara özel olduğunu, makak benzeri diğer primatlarda görülmediğini keşfetti.⁵⁰ Bu hücreler, dev gövdeleri ve uzun aksonlarıyla insan beyninde bilinçli mesajların yayılmasına çok önemli katkıda bulunuyor olabilir.

Bütün bu uyarlamalar aynı evrimsel eğilime işaret ediyor. İnsanlaşma sırasında, alın korteksimizdeki ağlar giderek yoğunlaştı ve sadece beyin büyüklüğüyle öngörülebilecek mertebeye geldi. Ağ devrelerimiz orantının çok ötesinde genişledi, ama bu artış buz dağının sadece görünen kısmı olabilir. Bizler sadece daha büyük beyni olan primatlar değiliz. Bilişsel nörobilimciler önümüzdeki yıllarda, tıpkı dil gibi tekrarlayan işlem-

⁴⁷ Ochsner, Knierim, Ludlow, Hanelin, Ramachandran, Glover ve Mackey 2004; Saxe ve Powell 2006; Fleming, Weil, Nagy, Dolan ve Rees 2010.

⁴⁸ Schoenemann, Sheehan ve Glotzer 2005.

⁴⁹ Schenker, Buxhoeveden, Blackmon, Amunts, Zilles ve Semendeferi 2008; Schenker, Hopkins, Spocter, Garrison, Stimpson, Erwin, Hof ve Sherwood 2009.

⁵⁰ Nimchinsky, Gilissen, Allman, Perl, Erwin ve Hof 1999; Allman, Hakeem ve Watson 2002; Allman, Watson, Tetreault ve Hakeem 2005.

lerin yeni bir seviyesine erişim sağlayan eşsiz mikrodevrelerin insan beyinde var olduğunu bulurlarsa hiç şaşırırmam. Primat akrabalarımızın elbette içsel bir zihinsel hayatları ve çevrelerini bilinçli şekilde kavrama yetenekleri var, ama bizim iç dünya-mız onlardan çok daha zengin ve bunun sebebi de iç içe düşünceleri düşünmek gibi eşsiz bir yeteneğe sahip olmamız olabilir.

Özetlersek, insan bilinci iç içe geçmiş iki evrimin benzersiz sonucudur. Bilinç, başlangıçta bütün primatlarda iletişim aracı olarak evrimleşti; alın korteksi ve onunla bağlantılı uzun mesafe devreler, yerel nöron devrelerinin modülerliğini kırarak bilgiyi beyin her yerine yaydı. Bu iletişim aracının gücü, sadece insanlarda ikinci bir evrimle güç kazandı: karmaşık inanışları formüle etmemizi ve başkalarıyla paylaşmamızı mümkün kılan “düşünce dili” ortaya çıktı.

Bilinç Hastalıkları

İnsanlardaki ağda arka arkaya gelen iki evrimin, özel genlerin başlattığı belirli biyolojik mekanizmalara dayanması gerekir. Dolayısıyla doğal olarak şu soru akla geliyor: Hastalıklar insanın bilinç makinesini seçici olarak mı hedef alıyor? Genetik mutasyonlar ya da beyindeki bozukluklar, evrimsel eğilimi tersine çevirerek bütünsel nöron çalışma alanında bir arıza tetikleyebilir mi?

Bilinci destekleyen uzun mesafeli kortikal bağlantıların zayıf olma olasılığı yüksektir. Nöronlar, aksonları rahatlıkla onlarca santim uzayabildiği için vücuttaki herhangi bir hücre tipine kıyasla dev hücrelerdir. Hücrenin ana gövdesinden bin kat büyük olan böylesine uzun bir eki desteklemek, gen anlatımında ve moleküler dolaşımda özgün sorunlara yol açar. DNA transkripsiyonu her zaman hücre çekirdeğinde gerçekleşir, ama yine de son ürünün santimetrelerce uzakta bulunan sinapslara yönlendirilmesi şarttır. Karmaşık biyolojik makinenin bu mantık problemini çözmesi gerekir. Dolayısıyla evrimleşmiş uzun mesafeli ağ bağlantıları sisteminin bazı bozulmalar tarafından hedef alınmasını bekleyebiliriz.

Jean-Pierre Changeux ve benim yorumuma göre, şizofreni denilen psikiyatrik gizemli belirtiler kümesi bu aşamada açıklık kazanmaya başlayabilir.⁵¹ Şizofreni, yetişkinlerin yaklaşık yüzde 0,7'sini etkileyen yaygın bir rahatsızlıktır. Yeni yetmelerin ve gençlerin gerçeklikle olan bağlantılarını kaybettiği, kuruntu ve sanrının (pozitif belirti deniyor) ortaya çıktığı, düzensiz konuşma ve tekrarlı davranışlar ("negatif" belirtiler) dahil olmak üzere entelektüel ve duygusal yeterlilikte genel bir düşüşün kendiliğinden yaşandığı yıkıcı bir akıl hastalığıdır.

Klinik tablodaki bu çeşitliliğin temelindeki tek kuralı saptamanın zor olduğu uzun zamandır biliniyor. Ancak bu kusurların, insanlarda bütünsel bilinç ağıyla ilişkili olduğu varsayılan fonksiyonları (sosyal inançlar, kendini izleme, üstbilişsel yargılar ve hatta algısal bilgiye temel erişim) etkiliyor gibi olması çarpıcıdır.⁵²

Şizofren hastalar klinik olarak, kendi tuhaf inanışlarına aşırı şekilde güven gösterir. Üst bilişim ve zihin teorisi ciddi zarar görmüş olabilir ve hastalar bu yüzden kendi düşüncelerini, eylemlerini ve anılarını başkalarına ait olandan ayırt etmeyi başaramazlar. Şizofreni, bilginin bilinçli entegrasyonunu keskin bir şekilde tutarlı inanış ağına dönüştürerek kuruntulara ve kafa karışıklığına yol açar. Örneğin hastanın bilinçli anıları apaçık yanlış olabilir (bir dizi resim ya da kelimeyi gördükten birkaç dakika sonra, bunlardan bazılarını genellikle hatırlamazlar ve herhangi bir şeyi görüp görmedikleri ya da ne zaman ve nerede gördükleri ya da öğrendikleri konusundaki üstbilişsel bilgileri genellikle berbattır. Ancak üstü kapalı bilinçdışı anıları hiç zarar görmeyebilir.⁵³

Ben ve çalışma arkadaşlarım, bu bilgileri dikkate alarak şizofrenide bilinçli algıyla ilgili temel bir kusur olup olmadığını merak ettik. Maskeleye olayını (bir kelimenin ya da resmin ar-

⁵¹ Dehaene ve Changeux 2011.

⁵² Frith 1979; Frith 1996; Stephan, Friston ve Frith 2009.

⁵³ Huron, Danion, Giacomoni, Grange, Robert ve Rizzo 1995; Danion, Meulemans, Kauffmann-Muller ve Vermaat 2001; Danion, Cuervo, Piolino, Huron, Riutort, Peretti ve Eustache 2005.

dından kısa bir süre sonra başka bir imge geldiğinde, o kelimenin/imgenin öznel olarak kaybolması) şizofrenlerle ilgili olarak araştırdık. Bulgularımız çok netti: maskelenmiş bir kelimayı görmek için ihtiyaç duyulan minimum sunum süresi, şizofrenlerde fazlasıyla değişti.⁵⁴ Bilinçli erişim eşiği yükseldi: şizofrenler, eşik altı bölgede çok daha uzun süre kaldılar ve bilinçli olarak gördüklerini bildirmelerinden önce çok daha fazla algısal kanıta ihtiyaç duydular. Bilinçdışı işlemlerinin zarar görmemiş olması dikkat çekiciydi. Sadece 29 milisaniye gösterilen eşik altı bir rakam, tıpkı normal deneklerde olduğu gibi saptanabilir bilinçdışı ipucu etkisine yol açtı. Böyle güç algılanan bir ölçünün korunması, görsel tanımadan anlamlandırmaya kadar tüm bilinçdışı işlemlerdeki ileri besleme zincirinin hastalıktan dolayı zarar görmediğini gösteriyor. Şizofrenlerin asıl problemi, gelen bilginin uyumlu bir bütün oluşturacak şekilde bütünsel birleşmesinden kaynaklanıyor gibi görünüyor.

Çalışma arkadaşlarım ve ben, beynin beyaz madde bağlantılarını etkileyen multipl sklerozlu hastalarda, kusursuz eşik altı işlem ve hasarlı bilinçli erişim arasında benzer ayrışma gözlemledik.⁵⁵ Hastalığın başlangıcında ve herhangi bir önemli belirti görülmeden önce, hastalar çok kısa süre gösterilen kelimeleri ve rakamları bilinçli olarak göremiyor, ama bilinçdışı işlemeye devam ediyorlar. Bilinçli algıdaki bu kusurun şiddeti, alın korteksini görsel korteksin arka bölgelerine bağlayan uzak mesafe liflerdeki hasar miktarına bakarak tahmin edilebilir.⁵⁶ Bu bulguların önemli olmasının birinci sebebi, beyaz maddedeki bozulmanın bilinçli erişimi seçici şekilde etkilediğini kanıtlamasıdır; ikincisi multipl sklerozlu hastaların kü-

⁵⁴ Dehaene, Artiges, Naccache, Martelli, Viard, Schurhoff, Recasens ve diğerleri 2003; Del Cul, Dehaene ve Leboyer 2006. Çalışmamız özellikle zayıf bilinçli erişim ve hasarlı eşik altı işlem arasındaki ayrışmaya odaklandı. Şizofrenide maskeleye eksikliği hakkında daha önceki araştırmalara göz atmak için bkz. McClure 2001.

⁵⁵ Reuter, Del Cul, Audoin, Malikova, Naccache, Ranjeva, Lyon-Caen ve diğerleri 2007.

⁵⁶ Reuter, Del Cul, Malikova, Naccache, Confort-Gouny, Cohen, Cherif ve diğerleri 2009.

çük bir bölümünde şizofreniye yakın psikiyatrik bozuklukların ortaya çıkması, uzun mesafe bağlantıların akıl hastalıklarının ortaya çıkışında önemli rol oynayabileceğini bir kez daha akla getiriyor.

Şizofren hastaların beyin görüntüleri, bilinçli ateşleme yeteneklerinin büyük oranda azaldığını kanıtlıyor. Bu hastalarda ilk görme ve dikkatle ilgili işlemler büyük oranda hasarsız olabilir, ama kafa yüzeyinde P3 dalgası yaratarak bilinçli algıya işaret eden muazzam senkronize faaliyet onlarda görülüyor.⁵⁷ Farklı kortikal bölgelerde beta frekansı aralığında (13-30 hertz) muazzam bir karşılıklı ilişki halindeki uyumlu bir beyin ağının aniden ortaya çıkışı, yani bilinçli erişimin bir başka imi yine yoktur.⁵⁸

Şizofrenlerde bütünsel çalışma alanı şebekelerinin anatomik değişimine dair başka dolaysız kanıt var mı? Evet. Difüzyon tensörü görüntüleme, kortikal bölgeleri birbirine bağlayan uzun mesafe akson demetlerinde büyük anomaliler ortaya çıkarıyor. İki yarımküreyi birbirine bağlayan korpus kallosum lifleri özellikle hasarlı, alın korteksini hipokampus ve talamus gibi uzak korteks bölgelerine bağlayan bağlantılar da yine hasarlı.⁵⁹ Sonuç olarak dinlenme sırasındaki bağlanabilirlikte ciddi aksamalar vardır: şizofrenlerin alın korteksi, sakin dinlenme halindeyken karşılıklı ilişkili ana aktarma merkezi statüsünü kaybediyor ve faaliyetler de normal deneklere kıyasla fonksiyonel bütün olarak çok daha az entegre oluyor.⁶⁰

⁵⁷ Luck, Fuller, Braun, Robinson, Summerfelt ve Gold 2006; Luck, Kappenman, Fuller, Robinson, Summerfelt ve Gold 2009; Antoine Del Cul, Stanislas Dehaene, Marion Leboyer vd., yayınlanmamış deneyler.

⁵⁸ Uhlhaas, Linden, Singer, Haenschel, Lindner, Maurer ve Rodriguez 2006; Uhlhaas ve Singer 2010.

⁵⁹ Kubicki, Park, Westin, Nestor, Mulkern, Maier, Niznikiewicz ve diğerleri 2005; Karlsgodt, Sun, Jimenez, Lutkenhoff, Willhite, van Erp ve Cannon 2008; Knochel, Oertel-Knochel, Schonmeyer, Rotarska-Jagiela, van de Ven, Prvulovic, Haenschel ve diğerleri 2012.

⁶⁰ Bassett, Bullmore, Verchinski, Mattay, Weinberger ve Meyer-Lindenberg 2008; Liu, Liang, Zhou, He, Hao, Song, Yu ve diğerleri 2008; Bassett, Bullmore, Meyer-Lindenberg, Apud, Weinberger ve Coppola 2009; Lynall, Bassett, Kerwin, McKenna, Kitzbichler, Muller ve Bullmore 2010.

Daha mikroskobik seviyede bakılırsa, arka yan alın korteksinde (2 ve 3. tabaka) bulunan ve binlerce sinaptik bağlantıyı alma yeteneğine sahip yaygın dendritleri olan dev piramit hücreler, şizofrenlerde çok daha küçüktür. Uyarıcı sinapsların insan beynine özgün bir şekilde muazzam yoğun olan uç kısımları, yani dikenleri daha azdır. Bağlantı kurmadaki bu kayıp, şizofrenide önemli bir nedensel rol oynayabilir. Şizofrenide bozulan bu genlerin çoğu, dopamin D2 ve glutamat NMDA almacı dediğimiz iki ana sinir taşıyıcı sistemden birini ya da ikisini birden gerçekten etkileyebilir. Bu sistemler, alın bölgesindeki sinaptik aktarma ve şekil alabilirlikte önemli rol oynar.⁶¹

Belki işin en ilginç yanı, fensiklidin (daha çok PCP ya da melek tozu diye bilinir) ve ketamin gibi uyuşturucular alan normal yetişkinlerde şizofreniye benzer geçici psikoz görülmesidir. Bu maddeler özellikle NMDA tipi uyarıcı sinapslarda nöronal aktarımı bloke ederek hareket eder; bu sinapslar, kortekste uzun mesafeler arasında yukarıdan aşağı mesaj aktarımı için önemlidir.⁶² Bütünsel çalışma alanı şebekesine dair bilgisayar simülasyonlarımda, bilinçli ateşleme için NMDA sinapsları şarttı: bu sinapsların oluşturduğu uzun mesafeli döngüler, kendilerini başlangıçta faaliyete geçiren alt seviye işlemciler ve üst seviye kortikal alanlar arasında yukarıdan aşağıya doğru bağlantı sağlar. NMDA almaçlarının simülasyondan çıkarılması, bütünsel bağlantırlıkta büyük kayba yol açar ve ateşleme kaybolur.⁶³ Diğer simülasyonlar, NMDA almaçlarının, düşünülerek alınan kararların altında yatan yavaş kanıt biriktirme olayında aynı derecede önemli olduğunu göstermektedir.⁶⁴

Yukarıdan aşağı bağlantılardaki bütünsel kayıp, şizofreninin negatif belirtilerinin açıklanmasında çok faydalı olabilir. Bu kayıp, duyuusal bilginin ileri beslemeli aktarımını etkileme-

⁶¹ Ross, Margolis, Reading, Pletnikov ve Coyle 2006; Dickman ve Davis 2009; Tang, Yang, Chen, Lu, Ji, Roche ve Lu 2009; Shao, Shuai, Wang, Feng, Lu, Li, Zhao ve diğerleri 2011.

⁶² Self, Kooijmans, Supér, Lamme ve Roelfsema 2010.

⁶³ Dehaene, Sergent ve Changeux 2003; Dehaene ve Changeux 2005.

⁶⁴ Wong ve Wang 2006.

yecektir, ama uzun mesafeli yukarıdan aşağı döngüler aracılığıyla bütünsel birleşmeyi seçici bir tarzda önleyecektir. Dolayısıyla şizofren hastalarda, eşik altı ipucunu tetikleyen ve hemen göze çarpmayan işlemler de dahil olmak üzere tamamen normal ileri besleme işlemi görülecektir. Hasta sadece takip eden atış-leme ve bilgi yayınlamada eksiklik yaşar ve dolayısıyla hastanın bilinçli izleme, yukarıdan aşağı dikkat, işleyen bellek ve karar verme yetenekleri aksar.

Peki ya hastadaki pozitif belirtiler, tuhaf sanrıları ve kuruntuları? Bilişsel nörobilimci Paul Fletcher ve Chris Frith, yine bilginin bozulmuş yayılmasına dayanan hassas bir açıklayıcı mekanizma önerdiler.⁶⁵ Beyin, 2. Bölümde tartıştığımız gibi Sherlock Holmes gibi davranır; ister algısal ister sosyal olsun, çeşitli girdilerden maksimum sonuç çıkartan bir dedektif gibidir. Bu tür istatistiksel öğrenme, çift yönlü bilgi alışverişi gerektirir.⁶⁶ Duyulardan kaynaklanan bilgiye açıklık getirmek için sürekli çabalayan bir öğrenme algoritmanın parçası olarak, duysal bölgeler mesajlarını hiyerarşide yukarıya doğru gönderir ve üst bölgeler yukarıdan aşağıya tahminlerle cevap verir. Üst seviye temsiller çok doğru olup, tahminler aşağıdan yukarı girdilerle tamamen uyumlu olduğu zaman öğrenme sona erer. Beyin bu aşamada ihmal edilebilecek bir hata sinyali (öngörülen ve gözlemlenen sinyaller arasındaki fark) alır ve sonuç olarak sürpriz minimumdur: gelen sinyal artık ilginç değildir, dolayısıyla artık öğrenmeyi tetiklemez.

Şimdi, kusurlu uzun mesafe bağlantıları ya da işlevsiz NMDA almaçlar nedeniyle şizofrenide yukarıdan aşağı mesajların azaldığını düşünün. Fletcher ve Frith, bu durumun istatistiksel öğrenme mekanizmasında güçlü bir uyum hatasına yol açacağını öne sürüyor. Bu durumda duysal girdiler asla yeterince açıklanmış olmayacaktır. Hata sinyalleri sonsuza kadar kalacak, bitmeyen bir yorumlar çığını tetikleyecektir. Şizofrenler sürekli olarak henüz açıklanmamış bir şeylerin olduğunu,

⁶⁵ Fletcher ve Frith 2009; bkz. ayrıca Stephan, Friston ve Frith 2009.

⁶⁶ Friston 2005.

dünyada sadece kendilerinin anlayıp hesaplayabileceği birçok gizli anlam katmanı ve derin açıklama seviyeleri olduğunu hissedecektir. Sonuç olarak, çevreleriyle ilgili inanılmaz yorumlar uyduacaklardır.

Örneğin şizofren bir beynin kendi faaliyetlerini nasıl izleyeceğini düşünün. Hareket ettiğimiz zaman, normal olarak önsezili bir mekanizma hareketlerimizin duysal sonuçlarını dengeler. Kahve fincanını tuttuğumuz zaman, bu sayede şaşırmayız: elimizin duyumsadığı sıcak dokunuş ve hafif yükün tahmin edilebilirliği yüksektir. Hatta motor alanlarımız, biz daha harekete geçmeden duysal alanlarımıza yukarıdan aşağı bir tahmin göndererek bir şeyi kavramak üzere olduklarını bildirir. Bu tahmin işe yaradığı için, harekete geçtiğimizde genellikle dokunduğumuzun farkına varmayız (çok sıcak bir fincanı farkına varmadan kavradığımızda olduğu gibi, sadece tahminimiz yanlış çıktığı zaman güçlü bir şekilde hissederiz).

Şimdi de yukarıdan aşağıya tahmin sisteminin sistematik olarak çıktığı bir dünyada yaşadığınızı düşünün. Kahve fincanınız bile size bir garip gelir: fincanı tuttuğunuz zaman, temasının sizin beklentinizden biraz farklı olması, duyularınızı neyin ya da kimin değiştirdiğini merak etmenize yol açar. Hepsinden öte, konuşmak tuhaftır. Konuşurken kendi sesinizi duyarsınız ve sesiniz komik gelir. Gelen sesteki gariplik sürekli dikkatinizi çeker. Konuşmanızı birisinin etkilediğini düşünmeye başlarsınız. Bu noktadan itibaren kafanızda sesler duyduğunuzdan ve kötü ajanların, belki komşunuzun ya da CIA'nın bedeninizi kontrol altına aldığından ve hayatınızı alt üst ettiğinden iyice kuşkulanırsınız. Başkalarının farkına bile varmadığı gizemli olayların gizli nedenlerini sürekli araştırır hale gelirsiniz (Şizofreni belirtilerinin oldukça doğru bir tanımı).

Sözün kısası şizofreni, sinyalleri beynin her yerine dağıtan ve bilinçli çalışma alanını oluşturan uzun mesafe bağlantılarındaki bir hastalık için güçlü bir aday olarak görülüyor. Elbette şizofrenlerin bilinçdışı zombiler olduğunu ileri sürmüyorum. Görüşümü basitçe ifade edecek olursam, şizofrenide bilinçli yayınlama, diğer kendiliğinden işlemlere kıyasla çok daha kor-

kunç şekilde zedelenir. Hastalıklar sinir sisteminin sınırlarına saygı gösterme eğilimindedir ve şizofreni, yukarıdan aşağı nöron bağlantılarını ayakta tutan biyolojik mekanizmaları özellikle etkileyebilir.

Şizofrenlerde bu yıkım tamamlanmaz; aksi takdirde hasta bilincini tamamen kaybederdi. Böylesine dramatik bir tıbbi durum olabilir mi? Pennsylvania Üniversitesi nörologları 2007'de şaşırtıcı yeni bir hastalık keşfetti.⁶⁷ Genç hastalar çeşitli belirtilerle hastaneye geldi. Çoğu yumurtalık kanserine yakalanmış kadınlardı, ama diğerleri sadece baş ağrısı, ateş ya da grip benzeri belirtilerden şikâyetçiydi. Hastalıkları kısa sürede beklenmedik bir yönde ilerledi. "Endişe, heyecan, garip davranışlar, kuruntu ya da paranoyak düşünceler, görsel ya da işitsel sanrıların olduğu belirgin psikiyatrik belirtiler" (Şizofreninin akut, sonradan ortaya çıkıp hızlı gelişen bir çeşidi) gösterdiler. Hastaların bilinci üç hafta içinde zayıflamaya başladı. EEG'leri, insanlar uyurken ya da komadayken olduğu gibi yavaş beyin dalgaları göstermeye başladı. Hareketsiz hale geldiler, uyarılara cevap vermeyi ve hatta kendi başlarına nefes almayı bıraktılar. Çoğu birkaç ay içinde öldü. Diğerleri sonradan iyileşip normal hayata ve ruh sağlığına kavuştu, ama bilinçsiz dönemle ilgili hiçbir şey hatırlamadıklarını teyit ettiler.

Ne olmuştu? Titiz bir araştırma, bütün hastaların yaygın bir otoimmün hastalığa yakalandığını ortaya çıkardı. Hastaların bağışıklık sistemi, virüs ya da bakteri gibi dışarıdan gelen saldırılara karşı tetikte olmak yerine kendi içine yönelmişti. Hastanın vücudundaki bir molekülü, sinir taşıyıcı glutamatin NMDA almacını seçerek yok ediyordu. Beynin bu temel elementi, daha önce gördüğümüz gibi kortikal sinapslardaki yukarıdan aşağıya bilgi aktarımında önemli rol oynuyor. Nöron kültürü hastadan alınan seruma maruz bırakıldığında, kültürdeki NMDA sinapsları birkaç saat içinde gerçekten yok oldu (ama öldürücü serum kaldırılır kaldırılmaz almaç geri döndü.

⁶⁷ Dalmau, Tuzun, Wu, Masjuan, Rossi, Voloschin, Baehring ve diğerleri 2007; Dalmau, Gleichman, Hughes, Rossi, Peng, Lai, Dessain ve diğerleri 2008.

Tek bir molekülün yok olmasının, ruh sağlığının seçici şekilde kaybolması ve sonunda bilincin yok olması için yeterli olması çok ilginç. Bütünsel nöron çalışma alanı modelime göre her bilinçli durumun temelini oluşturan uzun mesafe bağlantılarının, bir hastalık tarafından seçici şekilde tahrip edildiği tıbbi bir vakaya belki ilk kez tanık oluyoruz. Bu odaklı saldırı önce şizofreninin yapay bir şeklini tetikler, ardından uyanıklık halini sürdürme olasılığını yok ederek bilinci çok çabuk tahrip eder. Bu tıbbi durum, moleküler mekanizmaları sayesinde psikiyatrik hastalıkları, bu hastalıkların ortaya çıkışını ve bilinçli hallerle olan ilişkisini aydınlatan model bir hastalık olarak önümüzdeki yıllarda işe yarayabilir.

Bilinçli Makine Olur mu?

Bilincin fonksiyonunu, kortikal mimarisini, moleküler temelini ve hatta hastalıklarını anlamaya başladığımıza göre, bilincin bilgisayarda simülasyonunu düşünebilir miyiz? Bu olasılıkla ilgili hiçbir mantıksal sorun görmediğim gibi, bilimsel araştırmaların heyecan verici bir alanı (belki önümüzdeki otuz kırk yıl içinde bilgisayar biliminin çözebileceği büyük bir problem) olarak görüyorum. Böyle bir makine inşa etme kapasitesinden henüz çok uzağız, ama bu makinenin bazı temel özellikleri hakkında somut önerilerde bulunabilmemiz, bilinç biliminin ilerlediğini gösteriyor.

Bilinçli erişimin bilgisayar simülasyonu için 5. Bölümde genel bir şema verdim. Bu fikirler, yeni bir yazılım mimarisi türü için temel oluşturabilir. Modern bilgisayarların birçok özel amaçlı programı paralel çalıştırmasına benzer şekilde, bizim yazılımımız da her biri belli bir fonksiyona (örneğin yüz tanıma, konumsal gezinme, konuşma üretimi ya da motor yönlendirme) atanmış birçok uzman program içerecektir. Bu programların bazıları, girdilerini sistem dışından değil de içeriden alacaktır ve dolayısıyla program bir çeşit iç gözlem ve kendini bilme ile donanacaktır. Örneğin hata saptama konusunda uzmanlaşan bir cihaz, organizmanın mevcut hedefinden sapmak üzere ol-

duğunu tahmin etmeyi öğrenebilir. Mevcut bilgisayarlarda bu düşüncenin ön bilgileri var, çünkü giderek kalan pil ömrünü, disk alanını, bellek bütünlüğünü ya da iç çatışmaları izleyen cihazlarla donatılıyorlar.

Şimdiki bilgisayarlarda en az üç kritik fonksiyonun olmadığını görüyorum: esnek iletişim, şekil alabilirlik ve bağımsızlık. Birincisi programlar birbiriyle esnek iletişim kurabilmeli. Bu durumda programlardan herhangi birinin herhangi bir andaki çıktısı, tüm organizmanın ilgi odağı olarak seçilecektir. Seçilen bilgi, yavaş ve sıralı çalışan sınırlı kapasiteli sisteme girecektir. Ancak bu sistemin, bilgiyi herhangi bir programa geri yayınlatabilmek gibi dev bir üstünlüğü olacaktır. Şimdiki bilgisayarlarda bu tür bilgi alışverişi genellikle yasaklanıyor: her uygulama farklı bir bellek alanında çalışır ve çıkışları paylaşılamaz. Programlarda, uzmanlık bilgilerini takas etmeleri için hiçbir genel araç (ilkel ve kullanıcı kontrolünde olan geçici taşıma panosu dışında) yoktur. Benim aklımdan geçen mimari, bir tür evrensel ve bağımsız pano (bütünsel çalışma alanı) temin ederek bilgi alışverişinin esnekliğini ciddi şekilde artırır.

Alıcı programlar, panonun yaydığı bilgiyi nasıl kullanırdı? İkinci temel bileşenim, güçlü bir öğrenme algoritması. Programlar tek başına statik olmayıp, gelen bilgiyi en iyi şekilde nasıl kullanacaklarını keşfetme yeteneğiyle donatılmış olurdu. Her program, beyinde olduğu gibi girdiler arasında yer alan birçok tahmini ilişkiyi yakalayan bir öğrenme kuralına göre kendisini uyarlardı. Dolayısıyla sistem, çevrelerine ve hatta kendi mimarisindeki altyordam hatası gibi beklenmedik olaylara adapte olarak güçlenirdi. Hangi girdilerin dikkate değer olduğunu ve faydalı fonksiyonları hesaplamak için bu girdileri nasıl birleştireceğini keşfederdi.

Ve bu durumda, bence olması gereken üçüncü özelliğe varıyorum: bağımsızlık. Bilgisayar, kullanıcıyla karşılıklı etkileşim olmadığı durumda bile bütünsel çalışma alanında yavaş ve bilinçli bir incelemeye geçecek olan verinin hangisi olduğuna karar vermek için kendi değer sistemini kullanırdı. Kendiliğinden faaliyet, rasgele "düşüncelerin" ağa girişine sürekli

izin verir, organizmanın ana hedeflerine uygun olup olmadığına bakarak bu düşünceleri ağda alıkoyar ya da reddederdi. Girdi olmaması halinde bile dalgalanan içsel hallerin düzenli akışı gerçekleşirdi.

Böyle bir organizma simülasyonunun davranışı, bizdeki bilinç çeşitliliğini andırırdı. İnsan müdahalesi olmadan kendi hedeflerini belirler, dünyayı araştırır ve kendi içsel hallerini öğrenirdi. Ve kaynaklarını herhangi bir anda tek bir içsel temsile odaklardı (biz buna bilinçli içerik diyebiliriz).

Bu düşüncelerde belirsizlik olduğunu kabul etmek gerekir. Ayrıntılı bir tasarıma dönüşmeleri için daha çok çalışılması gerekiyor. Ancak en azından ilke olarak, bu düşüncelerin yapay bilinç yol göstermemesi için bence hiçbir sebep yok.

Birçok düşünür karşı çıkıyor. Gelin onların iddialarını kısaca ele alalım. Bir kısmı bilincin bilgi işleme indirgenemeyeceğine, çünkü bilgi işlem ne kadar fazla olursa olsun asla öznel deneyime yol açmayacağına inanıyor. Örneğin NYU'dan filozof Ned Block, ağ makinesinin bilinçli erişimi açıklayabileceğini kabul etmekle birlikte, yapısından dolayı kişisel deneyimlerin doğasını (bir duyguyu, acıyı ya da güzel bir gün batımını yaşamamanın "neye benzediğine" dair ham bilgilerin öznel halleri) açıklayamayacağını savunuyor.⁶⁸

Arizona Üniversitesinden filozof David Chalmers, çalışma alanı teorisi hangi işlemlerin bilinçli şekilde gerçekleştirilebilir ya da gerçekleştirilemez olduğunu açıklasa da birinci şahsın öznelliği bulmacasını asla açıklayamaz diyor.⁶⁹ Chalmers, bilinç dair kolay ve zor problemler ayırımını öne sürmesiyle meşhurdur. Bilinçle ilgili kolay problemin, beynin birçok işlevini açıklamaktan ibaret olduğunu iddia ediyor: bir yüzü, kelimeyi ya da manzarayı nasıl ayırt ederiz? Duyulardan ne şekilde bilgi elde eder ve davranışlarımızı yönlendirmek için nasıl kullanırız? Hissettiklerimizi tarif eden cümleleri nasıl kurarız? Chalmers, "Bütün bu sorular bilinçle ilişkili olmakla birlikte, hepsi

⁶⁸ Block 2001; Block 2007.

⁶⁹ Chalmers 1996.

bilişsel sistemin nesnel mekanizmalarını ilgilendirir ve sonuç olarak bilişsel psikoloji ve nörobilimde devam eden çalışmaların bu sorulara yanıt vereceğini ummakta haklıyız.” diye savunuyor.⁷⁰ Tersine, zor olan problem,

beyindeki fiziksel işlemlerin öznel deneyime... nasıl yol açtığıdır. Örneğin görürken parlak mavi gibi görsel duyular hissederiz. Ya da obuanın uzaktan gelen tarif edilemez sesini, şiddetli acının verdiği ıstırabı, mutluluk ısıltısını ya da dalıp gittiğiniz bir anın meditasyon özelliğini düşünün... Zihnin gerçek gizemini ortaya koyan şey, işte bu fenomenlerdir (şeyya veya olayın kendisi değil, fakat zihindeki simgesidir).

Bence Chalmers yanlış etiketleme yaptı: zor olan “kolay” problemdir, zor problem ise kötü tanımlanmış sezgilerle uğraştığı için zor görünüyor. Bilişsel nörobilim ve bilgisayar simülasyonları sezgilerimizi eğittikten sonra Chalmers’ın zor problemi ortadan kaybolur. Varsayıma dayanan “kişisel deneyimlerin doğası” kavramı, yani herhangi bir bilgi işlem görevinden koparılmış saf zihinsel deneyim, dirimselcilik gibi bilim öncesi döneme ait tuhaf bir fikir olarak değerlendirilecektir (saptırılan bu on dokuzuncu yüzyıl düşüncesine göre, canlı organizmaların kimyasal mekanizmaları hakkında ne kadar çok ayrıntı toplarsak toplayalım, hayatın eşsiz niteliklerine açıklama getiremeyiz). Modern moleküler biyoloji, hücrelerimizdeki moleküler makinenin kendi kendine üreyen bir otomaton oluşturduğunu göstererek bu inancı tuzla buz etti. Bilinç bilimi, benzer şekilde bu zor problemi yok olana kadar yıpratmaya devam edecektir. Örneğin güncel görsel algı modelleri, insan beyninin neden çeşitli yanılsamalara maruz kaldığını açıklamakla kalmayıp, aynı hesaplama problemiyle karşı karşıya kalan herhangi bir akıllı makinede neden aynı yanılsamaların görüleceğini de açıklıyor.⁷¹ Bilinç bilimi, öznel deneyimlerimizin önemli bir bölümünü zaten açıklıyor ve ben bu yaklaşımı kısıtlayacak belirgin bir sınır görmüyorum.

⁷⁰ Chalmers 1995, 81.

⁷¹ Weiss, Simoncelli ve Adelson 2002.

Konuyla ilgili felsefi bir görüşe göre, beyni simüle etmek için ne kadar uğraşırsak uğraşalım, yazılımımızda insan bilincinin temel bir özelliği olan özgür irade mutlaka eksik olacaktır. Özgür iradeli makine kimilerine göre kavram kargaşasıdır, çünkü makineler belirlenimcidir; davranışları, iç düzenlemeleri ve başlangıçtaki durumlarıyla belirlenir. Ölçüm hataları ve kaos nedeniyle hareketleri öngörülemez olabilir, ancak fiziksel düzenlemelerinin emrettiği nedenselci zincirden sapamazlar. Bu belirlenimcilik, kişisel özgürlüğe yer bırakmıyor gibi. Şair ve filozof Lucretius'un MÖ birinci yüzyılda yazdığı gibi:

Tüm hareketler mutlaka karşılıklı bağlantılıysa, belirlenimci düzene uygun olarak yeni olan şey eski olandan kaynaklanıyorsa (atomlar kaderin zincirlerini ve sonu gelmeyen sebep sonuç dizisini kırarak yeni hareketler oluşturmak için asla yön değiştirmezse), dünyanın her yerindeki canlılarda var olan özgür iradenin kaynağı nedir?⁷²

Çağdaş en iyi bilimciler bile bu problemle başa çıkılamayacağını düşündükleri için yeni fizik yasaları arıyorlar. Sadece kuantum mekaniğinin doğru özgürlük elementini ortaya koyduğunu savunuyorlar. Sinapslardaki sinyal aktarımının kimyasal temeliyle ilgili büyük keşifleri nedeniyle 1963'te Nobel Ödülü alan John Eccles (1903-1997), nörokuşkuculardan biriydi. Eccles'a göre nörolojinin asıl problemi, çok sayıda kitabından birine ad olarak verdiği "benlik kendi beynini nasıl kontrol eder" sorusunun yanıtını bulmaktır⁷³ (ikicilik kokan, tartışılır bir ifade). Sonunda, zihnin maddi olmayan düşüncelerinin, sinapslarda kuantum olayı olasılıklarında küçük ayarlamalar yaparak maddi beyni etkilediğini keyfi olarak varsayıyor).

Bir başka çağdaş parlak bilimci, başarılı fizikçi Sir Roger Penrose, bilinç ve özgür iradenin kuantum mekaniği gerektirdiğinde hemfikir.⁷⁴ Penrose ve anestezi uzmanı Stuart Hameroff, beyni kuantum bilgisayarı olarak gören düşsel bakış açısını birlikte geliştirdi. Bu görüşe göre insan beyni, sonlu zamanda

⁷² Lucretius, *De Rerum Natura* (Şeylerin Doğası Üzerine), 2. kitap

⁷³ Eccles 1994.

⁷⁴ Penrose ve Hameroff 1998.

neredeyse sonsuz seçeneği incelemek için kuantum fiziksel sisteminin üst üste bindirilmiş çoklu hallerde var olabilme yeteneğini kullanacaktır ve bu da matematikçinin Gödel teoremini yorumlama yeteneğini açıklıyor.

Bu barok önermeler ne yazık ki geçerli nörobiyolojiye ya da bilişim bilimine dayanmıyor. Zihnimizin eylemlerini "isteğe bağlı" seçtiği şeklindeki sezgi açıklama gerektirse de, Lucretius'un "yön değiştiren atomlarının" modern versiyonu olan kuantum fiziki çözüm değildir. Çoğu fizikçi, beynin içinde durduğu sıcağın banyonun, kuantum uyumunda ani kaybı önlemek için düşük sıcaklıklar gerektiren kuantum hesaplamayla uyumsuz olduğuna katılıyor. Ve dış dünyanın özelliklerinin farkına vardığımız zaman ölçeği, kuantum uyumunun ortaya çıktığı femtosa-niye (10^{-15} saniye) ölçekle fazlasıyla ilişkisizdir.

Her şeyden önemlisi, kuantum olgusu beynin bazı işlemlerini etkilese de, bu işlemlerin yapılarından kaynaklanan öngörülemezlik bizim özgür irade kavramımızı karşılamayacaktır. Çağdaş felsefeci Daniel Dennett'in ikna edici savunmasına göre, beyinde rastlantısallığın saf bir biçimi, bize "sahip olmak isteyeceğimiz türde özgürlük" kazandırmaz.⁷⁵ Bedenimizin, atom altı seviyede üretilen kontrol dışı sapmalar yüzünden rasgele titremesini (Tourette sendromlu hastalarda görülen seğirmeler ve tikler gibi) gerçekten ister miyiz? Özgürlük kavramımıza bundan daha uzak bir şey olamaz.

"Özgür irade" derken, çok daha ilginç bir özgürlük şeklini kastediyoruz. Özgür iradeye olan inancımız şu düşüncüyü ifade ediyor: doğru koşullar altındayken üst seviye düşüncelerimize, inançlarımıza, değerlerimize ve geçmiş deneyimlerimize dayanarak kararlarımıza yön verme ve istenmeyen alt seviye dürtüleri kontrol altına alma becerimiz var. Bağımsız karar verirken mevcut tüm seçenekleri değerlendirerek, üstünde kafa yorarak ve birini onaylayıp seçerek özgür irademizi kullanırız. Şans, bir dereceye kadar isteğe bağlı seçimi etkileyebilir, ancak bu temel bir özellik değildir. Bilerek gerçekleştirdiğimiz davranışlar ke-

⁷⁵ Dennett 1984.

sinlikle rasgele değildir: davranışlar, seçenekleri dikkatlice gözden geçirdikten sonra onayladığımız seçeneği düşünüp taşınarak seçmekten ibarettir.

Bu özgür irade kavramı, kuantum fiziği gerektirmez ve standart bilgisayara uygulanabilir. Bütünsel nöron çalışma alanımız, gerekli bilgiyi mevcut duyularımızdan ve anılarımızdan toplayıp sentez yapmamıza, sonuçlarını değerlendirmemize, üzerinde istediğimiz kadar düşünmemize ve sonunda hareketlerimizi yönlendirmek üzere bu iç düşünceyi kullanmamıza imkân sağlar. Buna iradeli karar diyoruz.

Dolayısıyla özgür irade hakkında düşünürken, kararlarımızla ilgili iki sezgiyi birbirinden tam olarak ayırt etmemiz gerekir: kararlardaki temel belirsizlik (kuşkulu bir fikir) ve bağımsızlıkları (saygın bir kavram). Beynimizin hallerinin nedensiz olmadığı ve fizik kurallarından kaçmadığı (hiçbir şey kaçamaz) açıktır. Ancak kararlarımızın gerçekten özgür olması için bağımsız ilerleyen bilinçli müzakereye dayanması, herhangi bir engellenmenin olmaması, karar uygulanmadan önce artılarının ve eksilerinin titizlikle tartılması gerekir. İşte bu koşullarda iradi karardan (bu kararın sebebi eninde sonunda genlerimiz, yaşam öykümüz ve bunların nöron devrelerimize kazımış olduğu değer fonksiyonları olsa bile) konuşabiliriz. Kararlarımızı, kendiliğinden gerçekleşen beyin faaliyetindeki dalgalanmalar nedeniyle biz bile önceden bilemeyiz. Ancak bu belirsizlik, özgür iradeyi belirleyen bir özellik değildir; mutlak belirsizlikle de karıştırılmaması gerekir. Önemli olan, bağımsız karar vermektir.

Dolayısıyla özgür iradeli bir makine, benim görüşüme göre çelişkili bir kavram değildir, sadece bizim ne olduğumuzun çok kısa tanımıdır. Nasıl davranacağına bilerek karar verme yeteneği olan yapay bir aygıtı kafamda canlandırabiliyorum. Beyin mimarimiz tamamen belirlenimci olsa bile yine belirlenimci olabilecek bir bilgisayar simülasyonunun bir çeşit özgür irade göstereceğini söylemek yine de mantıklı olurdu. Bağımsızlık ve üzerinde etraflıca düşünme gösteren nöronal bir mimariye “özgür irade” demeye hakkımız var ve tersine tasarım yapmamız halinde bu mimariyi yapay makinelere kopyalamayı öğreneceğiz.

Özetle, ne kişisel deneyimlerin doğası ne de özgür irade, bilinçli makine kavramı için ciddi felsefi problem yaratmayacak gibi görünüyor. Bilinç ve beyne yaptığımız yolculuğun sonuna gelirken, karmaşık nöronal bir makinenin neler başarabileceğine dair sezgilerimize dikkatli yaklaşmak gerektiğini fark ediyoruz. On altı milyar kortikal nörondan oluşan evrimleşmiş bir ağın sağladığı bilgi işlem zenginliği, şu an hayal gücümüzü aşıyor. Nöronal hallerimiz, kısmen bağımsız şekilde durmadan dalgalanarak kişisel düşüncelerimizin iç dünyasını oluşturuyor. Nöronal haller özdeş girdilerle karşı karşıya kalsa bile ruh durumumuza, amaçlarımıza ve anılarımıza bağlı olarak farklı tepki gösteriyor. Bilinçli nöronal kodlarımız da beyinden beyne değişiyor. Renk, şekil ya da hareketle ilgili kodlamalar için hepimiz genel nöron dökümünü paylaşıyoruz da, nöronların ayrıntılı organizasyonu her birimizin beynini farklı şekillendiren gelişimsel işlemlerin sonucu olarak ortaya çıkıyor ve hiçbirisi bir diğerine benzemeyen kişiliklerimizi oluşturmak üzere hiç durmadan sinapsları seçiyor ve eliyor.

Genetik kuralların, geçmiş deneyimlerin ve tesadüfi karşılaşmaların kesişmesiyle ortaya çıkan nöronal kodlar, her ana ve her kişiye özgün olarak tektir. Nöronal kodun sayısız halleri, çevreyle ilişkili olmakla birlikte çevrenin zorunlu kılmadığı iç temsillerin zengin dünyasını yaratır. Acı, güzellik, arzu ya da pişmanlık gibi öznel duygular, bu dinamik manzaranın kararlı nöron çekicilerinin [atraktörler] karşılığıdır. Beyin dinamikleri, mevcut girdileri geçmişe dair anıların ve geleceğe yönelik amaçların dokusuna gömdüğü için doğası gereği öznel ve dolayısıyla ham duyuşal girdilere kişisel deneyim katmanı ekler.

Ortaya çıkan şey "hatırlanan şimdiki andır,"⁷⁶ şu anın kişisel şifresidir, yavaş yavaş kaybolan anılarla ve öngörülen tahminlerle koyulaşır ve kendi çevresine sürekli olarak birinci şahıs bakış açısını, yani bilinçli iç dünyayı yansıtır.

Bu muhteşem biyolojik makine şu an beyninizde tıkır tıkır çalışıyor. Elinizdeki bu kitabı kapatıp kendi varoluşunuz üzerine kafa yorarken, ateşlenen nöron toplulukları gerçekten kararınızı belirleyecek.

⁷⁶ Edelman 1989.

KAYNAKÇA

- Abrams, R. L. ve A. G. Greenwald. 2000. "Parts Outweigh the Whole (Word) in Unconscious Analysis of Meaning." *Psychological Science* 11 (2): 118-24.
- Abrams, R. L., M. R. Klinger ve A. G. Greenwald. 2002. "Subliminal Words Activate Semantic Categories (Not Automated Motor Responses)." *Psychonomic Bulletin and Review* 9 (1): 100-6.
- Ackley, D. H., G. E. Hinton ve T. J. Sejnowski. 1985. "A Learning Algorithm for Boltzmann Machines." *Cognitive Science* 9 (1): 147-69.
- Adamantidis, A. R., F. Zhang, A. M. Aravanis, K. Deisseroth ve L. de Lecea. 2007. "Neural Substrates of Awakening Probed with Optogenetic Control of Hypocretin Neurons." *Nature* 450 (7168): 420-24.
- Allman, J., A. Hakeem ve K. Watson. 2002. "Two Phylogenetic Specializations in the Human Brain." *Neuroscientist* 8 (4): 335-46.
- Allman, J. M., K. K. Watson, N. A. Tetreault ve A. Y. Hakeem. 2005. "Intuition and Autism: A Possible Role for Von Economo Neurons." *Trends in Cognitive Sciences* 9 (8): 367-73.
- Almeida, J., B. Z. Mahon, K. Nakayama ve A. Caramazza. 2008. "Unconscious Processing Dissociates Along Categorical Lines." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (39): 15214-18.
- Alving, J., M. Moller, E. Sindrup ve B. L. Nielsen. 1979. "Alpha Pattern Coma' Following Cerebral Anoxia." *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 47 (1): 95-101.
- Amit, D. 1989. *Modeling Brain Function: The World of Attractor Neural Networks*. New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.
- Anderson, J. R. 1983. *The Architecture of Cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard Üniversitesi Yayınları.
- Anderson, J. R. ve C. Lebiere. 1998. *The Atomic Components of Thought*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Aru, J., N. Axmacher, A. T. Do Lam, J. Fell, C. E. Elger, W. Singer ve L. Melloni. 2012. "Local Category-Specific Gamma Band Responses in the Visual Cortex Do Not Reflect Conscious Perception." *Journal of Neuroscience* 32 (43): 14909-14.
- Ashcraft, M. H. ve E. H. Stazyk. 1981. "Mental Addition: A Test of Three Verification Models." *Memory and Cognition* 9: 185-96.
- Baars, B. J. 1989. *A Cognitive Theory of Consciousness*. Cambridge, İngiltere: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

- Babiloni, C., F. Vecchio, S. Rossi, A. De Capua, S. Bartalini, M. Ulivelli ve P. M. Rossini. 2007. "Human Ventral Parietal Cortex Plays a Functional Role on Visuospatial Attention and Primary Consciousness: A Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Study." *Cerebral Cortex* 17 (6): 1486–92.
- Bahrami, B., K. Olsen, P. E. Latham, A. Roepstorff, G. Rees ve C. D. Frith. 2010. "Optimally Interacting Minds." *Science* 329 (5995): 1081–85.
- Baker, C., M. Behrmann ve C. Olson. 2002. "Impact of Learning on Representation of Parts and Wholes in Monkey Inferotemporal Cortex." *Nature Neuroscience* 5 (11): 1210–16.
- Bargh, J. A. ve E. Morsella. 2008. "The Unconscious Mind." *Perspectives on Psychological Science* 3 (1): 73–79.
- Barker, A. T., R. Jalinous ve I. L. Freeston. 1985. "Non-invasive Magnetic Stimulation of Human Motor Cortex." *Lancet* 1 (8437): 1106–7.
- Basirat, A., S. Dehaene ve G. Dehaene-Lambertz. 2012. "A Hierarchy of Cortical Responses to Sequence Violations in Two-Month-Old Infants." *Cognition*.
- Bassett, D. S., E. Bullmore, B. A. Verchinski, V. S. Mattay, D. R. Weinberger ve A. Meyer-Lindenberg. 2008. "Hierarchical Organization of Human Cortical Networks in Health and Schizophrenia." *Journal of Neuroscience* 28 (37): 9239–48.
- Bassett, D. S., E. T. Bullmore, A. Meyer-Lindenberg, J. A. Apud, D. R. Weinberger ve R. Coppola. 2009. "Cognitive Fitness of Cost-Efficient Brain Functional Networks." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (28): 11747–52.
- Batterink, L. ve H. J. Neville. 2013. "The Human Brain Processes Syntax in the Absence of Conscious Awareness." *Journal of Neuroscience* 33 (19): 8528–33.
- Bechara, A., H. Damasio, D. Tranel ve A. R. Damasio. 1997. "Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy." *Science* 275 (5304): 1293–95.
- Beck, D. M., N. Muggleton, V. Walsh ve N. Lavie. 2006. "Right Parietal Cortex Plays a Critical Role in Change Blindness." *Cerebral Cortex* 16 (5): 712–17.
- Beck, D. M., G. Rees, C. D. Frith ve N. Lavie. 2001. "Neural Correlates of Change Detection and Change Blindness." *Nature Neuroscience* 4: 645–50.
- Beck, J. M., W. J. Ma, R. Kiani, T. Hanks, A. K. Churchland, J. Roitman, M. N. Shadlen, vd. 2008. "Probabilistic Population Codes for Bayesian Decision Making." *Neuron* 60 (6): 1142–52.
- Bekinschtein, T. A., S. Dehaene, B. Rohaut, F. Tadel, L. Cohen ve L. Naccache. 2009. "Neural Signature of the Conscious Processing of Auditory Regularities." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (5): 1672–77.

- Bekinschtein, T. A., M. Peeters, D. Shalom ve M. Sigman. 2011. "Sea Slugs, Subliminal Pictures ve Vegetative State Patients: Boundaries of Consciousness in Classical Conditioning." *Frontiers in Psychology* 2: 337.
- Bekinschtein, T. A., D. E. Shalom, C. Forcato, M. Herrera, M. R. Coleman, F. F. Manes ve M. Sigman. 2009. "Classical Conditioning in the Vegetative and Minimally Conscious State." *Nature Neuroscience* 12 (10): 1343-49.
- Bengtsson, S. L., Z. Nagy, S. Skare, L. Forsman, H. Forssberg ve F. Ullen. 2005. "Extensive Piano Practicing Has Regionally Specific Effects on White Matter Development." *Nature Neuroscience* 8 (9): 1148-50.
- Berkes, P., G. Orban, M. Lengyel ve J. Fiser. 2011. "Spontaneous Cortical Activity Reveals Hallmarks of an Optimal Internal Model of the Environment." *Science* 331 (6013): 83-87.
- Birbaumer, N., A. R. Murguialday ve L. Cohen. 2008. "Brain-Computer Interface in Paralysis." *Current Opinion in Neurology* 21 (6): 634-38.
- Bisiach, E., C. Luzzatti ve D. Perani. 1979. "Unilateral Neglect, Representational Schema and Consciousness." *Brain* 102 (3): 609-18.
- Blanke, O., T. Landis, L. Spinelli ve M. Seeck. 2004. "Out-of-Body Experience and Autoscopy of Neurological Origin." *Brain* 127 (Pt 2): 243-58.
- Blanke, O., S. Ortigue, T. Landis ve M. Seeck. 2002. "Stimulating Illusory Own-Body Perceptions." *Nature* 419 (6904): 269-70.
- Block, N. 2001. "Paradox and Cross Purposes in Recent Work on Consciousness." *Cognition* 79 (1-2): 197-219.
- . 2007. "Consciousness, Accessibility, and the Mesh Between Psychology and Neuroscience." *Behavioral and Brain Sciences* 30 (5-6): 481-99; discussion 499-548.
- Bolhuis, J. J. ve M. Gahr. 2006. "Neural Mechanisms of Birdsong Memory." *Nature Reviews Neuroscience* 7 (5): 347-57.
- Boly, M., E. Balteau, C. Schnakers, C. Degueldre, G. Moonen, A. Luxen, C. Phillips, vd. 2007. "Baseline Brain Activity Fluctuations Predict Somatosensory Perception in Humans." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (29): 12187-92.
- Boly, M., L. Tshibanda, A. Vanhaudenhuyse, O. Noirhomme, C. Schnakers, D. Ledoux, P. Boveroux, vd. 2009. "Functional Connectivity in the Default Network During Resting State Is Preserved in a Vegetative but Not in a Brain Dead Patient." *Human Brain Mapping* 30 (8): 239-400.
- Botvinick, M. ve J. Cohen. 1998. "Rubber Hands 'Feel' Touch That Eyes See." *Nature* 391 (6669): 756.
- Bowers, J. S., G. Vigliocco ve R. Haan, 1998. "Orthographic, Phonological, and Articulatory Contributions to Masked Letter and Word Pri-

- ming." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24 (6): 1705–19.
- Brascamp, J. W. ve R. Blake. 2012. "Inattention Abolishes Binocular Rivalry: Perceptual Evidence." *Psychological Science* 23 (10): 1159–67.
- Brefel-Courbon, C., P. Payoux, F. Ory, A. Sommet, T. Slaoui, G. Raboyeau, B. Lemesle, vd. 2007. "Clinical and Imaging Evidence of Zolpidem Effect in Hypoxic Encephalopathy." *Annals of Neurology* 62 (1): 102–5.
- Breitmeyer, B. G., A. Koc, H. Ogmen ve R. Ziegler. 2008. "Functional Hierarchies of Nonconscious Visual Processing." *Vision Research* 48 (14): 1509–13.
- Breshears, J. D., J. L. Roland, M. Sharma, C. M. Gaona, Z. V. Freudenburg, R. Tempelhoff, M. S. Avidan ve E. C. Leuthardt. 2010. "Stable and Dynamic Cortical Electrophysiology of Induction and Emergence with Propofol Anesthesia." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (49): 21170–75.
- Bressan, P. ve S. Pizzighello. 2008. "The Attentional Cost of Inattentional Blindness." *Cognition* 106 (1): 370–83.
- Brincat, S. L. ve C. E. Connor. 2004. "Underlying Principles of Visual Shape Selectivity in Posterior Inferotemporal Cortex." *Nature Neuroscience* 7 (8): 880–86.
- Broadbent, D. E. 1958. *Perception and Communication*. Londra: Pergamon.
- . 1962. "Attention and the Perception of Speech." *Scientific American* 206 (4): 143–51.
- Brumberg, J. S., A. Nieto-Castanon, P. R. Kennedy ve F. H. Guenther. 2010. "Brain-Computer Interfaces for Speech Communication." *Speech Communication* 52 (4): 367–79.
- Bruno, M. A., J. L. Bernheim, D. Ledoux, F. Pellas, A. Demertzi ve S. Laureys. 2011. "A Survey on Self-Assessed Well-Being in a Cohort of Chronic Locked-in Syndrome Patients: Happy Majority, Miserable Minority." *BMJ Open* 1 (1): e000039.
- Buckner, R. L., J. R. Andrews-Hanna ve D. L. Schacter. 2008. "The Brain's Default Network: Anatomy, Function ve Relevance to Disease." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1124: 1–38.
- Buckner, R. L. ve W. Koutstaal. 1998. "Functional Neuroimaging Studies of Encoding, Priming, and Explicit Memory Retrieval." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95 (3): 891–98.
- Bushman, T. J. ve E. K. Miller. 2007. "Top-Down Versus Bottom-Up Control of Attention in the Prefrontal and Posterior Parietal Cortices." *Science* 315 (5820): 1860–62.
- Buzsaki, G. 2006. *Rhythms of the Brain*. New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.

- Canolty, R. T., E. Edwards, S. S. Dalal, M. Soltani, S. S. Nagarajan, H. E. Kirsch, M. S. Berger, vd. 2006. "High Gamma Power Is Phase-Locked to Theta Oscillations in Human Neocortex." *Science* 313 (5793): 1626–28.
- Capotosto, P., C. Babiloni, G. L. Romani ve M. Corbetta. 2009. "Frontoparietal Cortex Controls Spatial Attention Through Modulation of Anticipatory Alpha Rhythms." *Journal of Neuroscience* 29 (18): 5863–72.
- Cardin, J. A., M. Carlen, K. Meletis, U. Knoblich, F. Zhang, K. Deisseroth, L. H. Tsai ve C. I. Moore. 2009. "Driving Fast-Spiking Cells Induces Gamma Rhythm and Controls Sensory Responses." *Nature* 459 (7247): 663–67.
- Carlen, M., K. Meletis, J. H. Siegle, J. A. Cardin, K. Futai, D. Vierling-Clas- sen, C. Ruhlmann, vd. 2011. "A Critical Role for NMDA Receptors in Parvalbumin Interneurons for Gamma Rhythm Induction and Behavior." *Molecular Psychiatry* 17 (5): 537–48.
- Carmel, D., V. Walsh, N. Lavie ve G. Rees. 2010. "Right Parietal TMS Shortens Dominance Durations in Binocular Rivalry." *Current Biology* 20 (18): R799–800.
- Carter, R. M., C. Hofstotter, N. Tsuchiya ve C. Koch. 2003. "Working Memory and Fear Conditioning." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (3): 1399–404.
- Carter, R. M., J. P. O'Doherty, B. Seymour, C. Koch ve R. J. Dolan. 2006. "Contingency Awareness in Human Aversive Conditioning Involves the Middle Frontal Gyrus." *NeuroImage* 29 (3): 1007–12.
- Casali, A., O. Gosseries, M. Rosanova, M. Boly, S. Sarasso, K. R. Casali, S. Casarotto, vd. 2013. "A Theoretically Based Index of Consciousness Independent of Sensory Processing and Behavior." *Science Translational Medicine*, baskıda.
- Chalmers, D. 1996. *The Conscious Mind*. New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.
- Chalmers, D. J. 1995. "The Puzzle of Conscious Experience." *Scientific American* 273 (6): 80–86.
- Changeux, J. P. 1983. *L'homme neuronal*. Paris: Fayard.
- Changeux, J. P. ve A. Danchin. 1976. "Selective Stabilization of Developing Synapses as a Mechanism for the Specification of Neuronal Networks." *Nature* 264: 705–12.
- Changeux, J. P. ve S. Dehaene. 1989. "Neuronal Models of Cognitive Functions." *Cognition* 33 (1–2): 63–109.
- Changeux, J. P., T. Heidmann ve P. Patte. 1984. "Learning by Selection." In *The Biology of Learning*, eds. P. Marler ve H. S. Terrace, 115–39. Springer: Berlin.

- Charles, L., F. Van Opstal, S. Marti ve S. Dehaene. 2013. "Distinct Brain Mechanisms for Conscious Versus Subliminal Error Detection." *NeuroImage* 73: 80–94.
- Chatelle, C., S. Chennu, O. Noirhomme, D. Cruse, A. M. Owen ve S. Laureys. 2012. "Brain-Computer Interfacing in Disorders of Consciousness." *Brain Injury* 26 (12): 1510–22.
- Chein, J. M. ve W. Schneider. 2005. "Neuroimaging Studies of Practice-Related Change: fMRI and Meta-analytic Evidence of a Domain-General Control Network for Learning." *Brain Research: Cognitive Brain Research* 25 (3): 607–23.
- Ching, S., A. Cimenser, P. L. Purdon, E. N. Brown ve N. J. Kopell. 2010. "Thalamocortical Model for a Propofol-Induced Alpha-Rhythm Associated with Loss of Consciousness." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (52): 22665–70.
- Chong, S. C. ve R. Blake. 2006. "Exogenous Attention and Endogenous Attention Influence Initial Dominance in Binocular Rivalry." *Vision Research* 46 (11): 1794–803.
- Chong, S. C., D. Tadin ve R. Blake. 2005. "Endogenous Attention Prolongs Dominance Durations in Binocular Rivalry." *Journal of Vision* 5 (11): 1004–12.
- Christoff, K., A. M. Gordon, J. Smallwood, R. Smith ve J. W. Schooler. 2009. "Experience Sampling During fMRI Reveals Default Network and Executive System Contributions to Mind Wandering." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (21): 8719–24.
- Chun, M. M. ve M. C. Potter. 1995. "A Two-Stage Model for Multiple Target Detection in Rapid Serial Visual Presentation." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 21 (1): 109–27.
- Churchland, P. S. 1986. *Neurophilosophy: Toward a Unified Understanding of the Mind/Brain*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Clark, R. E., J. R. Manns ve L. R. Squire. 2002. "Classical Conditioning, Awareness, and Brain Systems." *Trends in Cognitive Sciences* 6 (12): 524–31.
- Clark, R. E. ve L. R. Squire. 1998. "Classical Conditioning and Brain Systems: The Role of Awareness." *Science* 280 (5360): 77–81.
- Cohen, L., B. Chaaban ve M. O. Habert. 2004. "Transient Improvement of Aphasia with Zolpidem." *New England Journal of Medicine* 350 (9): 949–50.
- Cohen, M. A., P. Cavanagh, M. M. Chun ve K. Nakayama. 2012. "The Attentional Requirements of Consciousness." *Trends in Cognitive Sciences* 16 (8): 411–17.
- Comte, A. 1830–42. *Cours de philosophie positive*. Paris: Bachelier.
- Corallo, G., J. Sackur, S. Dehaene ve M. Sigman. 2008. "Limits on Int-

- rospection: Distorted Subjective Time During the Dual-Task Bottleneck." *Psychological Science* 19 (11): 1110-17.
- Cowey, A. ve P. Stoerig. 1995. "Blindsight in Monkeys." *Nature* 373 (6511): 247-49.
- Crick, F. ve C. Koch. 1990a. "Some Reflections on Visual Awareness." *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 55: 953-62.
- . 1990b. "Toward a Neurobiological Theory of Consciousness." *Seminars in Neuroscience* 2: 263-75.
- . 2003. "A Framework for Consciousness." *Nature Neuroscience* 6 (2): 119-26.
- Cruse, D., S. Chennu, C. Chatelle, T. A. Bekinschtein, D. Fernandez-Espejo, J. D. Pickard, S. Laureys ve A. M. Owen. 2011. "Bedside Detection of Awareness in the Vegetative State: A Cohort Study." *Lancet* 378 (9809): 2088-94.
- Csibra, G., E. Kushnerenko ve T. Grossman. 2008. "Electrophysiological Methods in Studying Infant Cognitive Development." In *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*, 2. baskı, eds. C. A. Nelson ve M. Luciana. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Cyranoski, D. 2012. "Neuroscience: The Mind Reader." *Nature* 486 (7402): 178-80.
- Dalmau, J., A. J. Gleichman, E. G. Hughes, J. E. Rossi, X. Peng, M. Lai, S. K. Dessain, vd. 2008. "Anti-NMDA-Receptor Encephalitis: Case Series and Analysis of the Effects of Antibodies." *Lancet Neurology* 7 (12): 1091-98.
- Dalmau, J., E. Tuzun, H. Y. Wu, J. Masjuan, J. E. Rossi, A. Voloschin, J. M. Baehring, vd. 2007. "Paraneoplastic Anti-N-Methyl-D-Aspartate Receptor Encephalitis Associated with Ovarian Teratoma." *Annals of Neurology* 61 (1): 25-36.
- Damasio, A. R. 1989. "The Brain Binds Entities and Events by Multiregional Activation from Convergence Zones." *Neural Computation* 1: 123-32.
- . 1994. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: G. P. Putnam.
- Danion, J. M., C. Cuervo, P. Piolino, C. Huron, M. Riutort, C. S. Peretti ve F. Eustache. 2005. "Conscious Recollection in Autobiographical Memory: An Investigation in Schizophrenia." *Consciousness and Cognition* 14 (3): 535-47.
- Danion, J. M., T. Meulemans, F. Kauffmann-Muller ve H. Vermaat. 2001. "Intact Implicit Learning in Schizophrenia." *American Journal of Psychiatry* 158 (6): 944-48.
- Davis, M. H., M. R. Coleman, A. R. Absalom, J. M. Rodd, I. S. Johnsrude, B. F. Matta, A. M. Owen ve D. K. Menon. 2007. "Dissociating Speech Perception and Comprehension at Reduced Levels of Awareness."

- Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (41): 16032–37.
- de Groot, A. D. ve F. Gobet. 1996. *Perception and Memory in Chess*. Assen, Hollanda: Van Gorcum.
- de Haan, M. ve C. A. Nelson. 1999. "Brain Activity Differentiates Face and Object Processing in 6-Month-Old Infants." *Developmental Psychology* 35 (4): 1113–21.
- de Lange, F. P., S. van Gaal, V. A. Lamme ve S. Dehaene. 2011. "How Awareness Changes the Relative Weights of Evidence During Human Decision-Making." *PLOS Biology* 9 (11): e1001203.
- Dean, H. L. ve M. L. Platt. 2006. "Allocentric Spatial Referencing of Neuronal Activity in Macaque Posterior Cingulate Cortex." *Journal of Neuroscience* 26 (4): 1117–27.
- Dehaene, S. 2008. "Conscious and Nonconscious Processes: Distinct Forms of Evidence Accumulation?" In *Better Than Conscious? Decision Making, the Human Mind, and Implications for Institutions. Strüngmann Forum Report*, edited by C. Engel and W. Singer. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- . 2009. *Reading in the Brain*. New York: Viking.
- . 2011. *The Number Sense*, 2. baskı. New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.
- Dehaene, S., E. Artiges, L. Naccache, C. Martelli, A. Viard, F. Schurhoff, C. Recasens, vd. 2003. "Conscious and Subliminal Conflicts in Normal Subjects and Patients with Schizophrenia: The Role of the Anterior Cingulate." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (23): 13722–27.
- Dehaene, S. ve J. P. Changeux. 1991. "The Wisconsin Card Sorting Test: Theoretical Analysis and Modelling in a Neuronal Network." *Cerebral Cortex* 1: 62–79.
- . 1997. "A Hierarchical Neuronal Network for Planning Behavior." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94 (24): 13293–98.
- . 2005. "Ongoing Spontaneous Activity Controls Access to Consciousness: A Neuronal Model for Inattentional Blindness." *PLOS Biology* 3 (5): e141.
- . 2011. "Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing." *Neuron* 70 (2): 200–27.
- Dehaene, S., J. P. Changeux, L. Naccache, Sackur, J. ve C. Sergent. 2006. "Conscious, Preconscious, and Subliminal Processing: A Testable Taxonomy." *Trends in Cognitive Sciences* 10 (5): 204–11.
- Dehaene, S. ve L. Cohen. 2007. "Cultural Recycling of Cortical Maps." *Neuron* 56 (2): 384–98.
- Dehaene, S., A. Jobert, L. Naccache, P. Ciuciu, J. B. Poline, D. Le Bihan ve L. Cohen. 2004. "Letter Binding and Invariant Recognition of Mas-

- ked Words: Behavioral and Neuroimaging Evidence." *Psychological Science* 15 (5): 307–13.
- Dehaene, S., M. Kerszberg ve J. P. Changeux. 1998. "A Neuronal Model of a Global Workspace in Effortful Cognitive Tasks." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95 (24): 14529–34.
- Dehaene, S. ve L. Naccache. 2001. "Towards a Cognitive Neuroscience of Consciousness: Basic Evidence and a Workspace Framework." *Cognition* 79 (1–2): 1–37.
- Dehaene, S., L. Naccache, L. Cohen, D. Le Bihan, J. F. Mangin, J. B. Poline ve D. Rivière. 2001. "Cerebral Mechanisms of Word Masking and Unconscious Repetition Priming." *Nature Neuroscience* 4 (7): 752–58.
- Dehaene, S., L. Naccache, G. Le Clec'H, E. Koechlin, M. Mueller, G. Dehaene-Lambertz, P. F. van de Moortele ve D. Le Bihan. 1998. "Imaging Unconscious Semantic Priming." *Nature* 395 (6702): 597–600.
- Dehaene, S., F. Pegado, L. W. Braga, P. Ventura, G. Nunes Filho, A. Jobert, G. Dehaene-Lambertz, vd. 2010. "How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language." *Science* 330 (6009): 1359–64.
- Dehaene, S., M. I. Posner ve D. M. Tucker. 1994. "Localization of a Neural System for Error Detection and Compensation." *Psychological Science* 5: 303–5.
- Dehaene, S., C. Sergent ve J. P. Changeux. 2003. "A Neuronal Network Model Linking Subjective Reports and Objective Physiological Data During Conscious Perception." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 8520–25.
- Dehaene, S. ve M. Sigman. 2012. "From a Single Decision to a Multi-step Algorithm." *Current Opinion in Neurobiology* 22 (6): 937–45.
- Dehaene-Lambertz, G. ve S. Dehaene. 1994. "Speed and Cerebral Correlates of Syllable Discrimination in Infants." *Nature* 370: 292–95.
- Dehaene-Lambertz, G., S. Dehaene ve L. Hertz-Pannier. 2002. "Functional Neuroimaging of Speech Perception in Infants." *Science* 298 (5600): 2013–15.
- Dehaene-Lambertz, G., L. Hertz-Pannier ve J. Dubois. 2006. "Nature and Nurture in Language Acquisition: Anatomical and Functional Brain-Imaging Studies in Infants." *Trends in Neurosciences* 29 (7): 367–73.
- Dehaene-Lambertz, G., L. Hertz-Pannier, J. Dubois, S. Meriaux, A. Roche, M. Sigman ve S. Dehaene. 2006. "Functional Organization of Perisylvian Activation During Presentation of Sentences in Preverbal Infants." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (38): 14240–45.
- Dehaene-Lambertz, G., A. Montavont, A. Jobert, L. Alliol, J. Dubois, L. Hertz-Pannier ve S. Dehaene. 2009. "Language or Music, Mother or

- Mozart? Structural and Environmental Influences on Infants' Language Networks." *Brain Language* 114 (2): 53–65.
- Del Cul, A., S. Baillet ve S. Dehaene. 2007. "Brain Dynamics Underlying the Nonlinear Threshold for Access to Consciousness." *PLOS Biology* 5 (10): e260.
- Del Cul, A., S. Dehaene ve M. Leboyer. 2006. "Preserved Subliminal Processing and Impaired Conscious Access in Schizophrenia." *Archives of General Psychiatry* 63 (12): 1313–23.
- Del Cul, A., S. Dehaene, P. Reyes, E. Bravo ve A. Slachevsky. 2009. "Causal Role of Prefrontal Cortex in the Threshold for Access to Consciousness." *Brain* 132 (9): 2531–40.
- Dell'Acqua, R. ve J. Grainger. 1999. "Unconscious Semantic Priming from Pictures." *Cognition* 73 (1): B1–B15.
- den Heyer, K. ve K. Briand. 1986. "Priming Single Digit Numbers: Automatic Spreading Activation Dissipates as a Function of Semantic Distance." *American Journal of Psychology* 99 (3): 315–40.
- Deneve, S., P. E. Latham ve A. Pouget. 2001. "Efficient Computation and Cue Integration with Noisy Population Codes." *Nature Neuroscience* 4 (8): 826–31.
- Dennett, D. 1978. *Brainstorms*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- . 1984. *Elbow Room: The Varieties of Free Will Worth Wanting*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- . 1991. *Consciousness Explained*. Londra: Penguin.
- Denton, D., R. Shade, F. Zamarippa, G. Egan, J. Blair-West, M. McKinley, J. Lancaster ve P. Fox. 1999. "Neuroimaging of Genesis and Satiation of Thirst and an Interoceptor-Driven Theory of Origins of Primary Consciousness." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (9): 5304–9.
- Denys, K., W. Vanduffel, D. Fize, K. Nelissen, H. Sawamura, S. Georgieva, R. Vogels, vd. 2004. "Visual Activation in Prefrontal Cortex Is Stronger in Monkeys Than in Humans." *Journal of Cognitive Neuroscience* 16 (9): 1505–16.
- Derdikman, D. ve E. I. Moser. 2010. "A Manifold of Spatial Maps in the Brain." *Trends in Cognitive Sciences* 14 (12): 561–69.
- Descartes, R. 1985. *The Philosophical Writings of Descartes*. Translated by J. Cottingham, R. Stoothoff ve D. Murdoch. New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.
- Desmurget, M., K. T. Reilly, N. Richard, A. Szathmari, C. Mottolese ve A. Sirigu. 2009. "Movement Intention After Parietal Cortex Stimulation in Humans." *Science* 324 (5928): 811–13.
- Di Lollo, V., J. T. Enns ve R. A. Rensink. 2000. "Competition for Consciousness Among Visual Events: The Psychophysics of Reentrant Visual Processes." *Journal of Experimental Psychology: General* 129 (4): 481–507.

- Di Virgilio, G. ve S. Clarke. 1997. "Direct Interhemispheric Visual Input to Human Speech Areas." *Human Brain Mapping* 5 (5): 347-54.
- Diamond, A. ve B. Doar. 1989. "The Performance of Human Infants on a Measure of Frontal Cortex Function, the Delayed Response Task." *Developmental Psychobiology* 22 (3): 271-94.
- Diamond, A. ve J. Gilbert. 1989. "Development as Progressive Inhibitory Control of Action: Retrieval of a Contiguous Object." *Cognitive Development* 4 (3): 223-50.
- Diamond, A. ve P. S. Goldman-Rakic. 1989. "Comparison of Human Infants and Rhesus Monkeys on Piaget's A-not-B Task: Evidence for Dependence on Dorsolateral Prefrontal Cortex." *Experimental Brain Research* 74 (1): 24-40.
- Dickman, D. K. ve G. W. Davis. 2009. "The Schizophrenia Susceptibility Gene Dysbindin Controls Synaptic Homeostasis." *Science* 326 (5956): 1127-30.
- Dijksterhuis, A., M. W. Bos, L. F. Nordgren ve R. B. van Baaren. 2006. "On Making the Right Choice: The Deliberation-Without-Attention Effect." *Science* 311 (5763): 1005-7.
- Donchin, E. ve M. G. H. Coles. 1988. "Is the P300 Component a Manifestation of Context Updating?" *Behavioral and Brain Sciences* 11 (3): 357-427.
- Doria, V., C. F. Beckmann, T. Arichi, N. Merchant, M. Groppo, F. E. Turkheimer, S. J. Counsell, vd. 2010. "Emergence of Resting State Networks in the Preterm Human Brain." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (46): 20015-20.
- Dos Santos Coura, R. ve S. Granon. 2012. "Prefrontal Neuromodulation by Nicotinic Receptors for Cognitive Processes." *Psychopharmacology (Berlin)* 221 (1): 1-18.
- Driver, J. ve P. Vuilleumier. 2001. "Perceptual Awareness and Its Loss in Unilateral Neglect and Extinction." *Cognition* 79 (1-2): 39-88.
- Dubois, J., G. Dehaene-Lambertz, M. Perrin, J. F. Mangin, Y. Cointepas, E. Duchesnay, D. Le Bihan ve L. Hertz-Pannier. 2007. "Asynchrony of the Early Maturation of White Matter Bundles in Healthy Infants: Quantitative Landmarks Revealed Noninvasively by Diffusion Tensor Imaging." *Human Brain Mapping* 29 (1): 14-27.
- Dunbar, R. 1996. *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*. Londra: Faber and Faber.
- Dupoux, E., V. de Gardelle ve S. Kouider. 2008. "Subliminal Speech Perception and Auditory Streaming." *Cognition* 109 (2): 267-73.
- Eagleman, D. M. ve T. J. Sejnowski. 2000. "Motion Integration and Postdiction in Visual Awareness." *Science* 287 (5460): 2036-38.
- . 2007. "Motion Signals Bias Localization Judgments: A Unified Explanation for the Flash-Lag, Flash-Drag, Flash-Jump ve Frohlich

- Illusions." *Journal of Vision* 7 (4): 3.
- Eccles, J. C. 1994. *How the Self Controls Its Brain*. New York: Springer Verlag.
- Edelman, G. 1987. *Neural Darwinism*. New York: Basic Books.
- . 1989. *The Remembered Present*. New York: Basic Books.
- Ehrsson, H. H. 2007. "The Experimental Induction of Out-of-Body Experiences." *Science* 317 (5841): 1048.
- Ehrsson, H. H., C. Spence ve R. E. Passingham. 2004. "That's My Hand! Activity in Premotor Cortex Reflects Feeling of Ownership of a Limb." *Science* 305 (5685): 875–77.
- Eliasmith, C., T. C. Stewart, X. Choo, T. Bekolay, T. DeWolf, Y. Tang ve D. Rasmussen. 2012. "A Large-Scale Model of the Functioning Brain." *Science* 338 (6111): 1202–5.
- Ellenberger, H. F. 1970. *The Discovery of the Unconscious: The History and Evolution of Dynamic Psychiatry*. New York: Basic Books.
- Elston, G. N. 2000. "Pyramidal Cells of the Frontal Lobe: All the More Spinous to Think With." *Journal of Neuroscience* 20 (18): RC95.
- . 2003. "Cortex, Cognition and the Cell: New Insights into the Pyramidal Neuron and Prefrontal Function." *Cerebral Cortex* 13 (11): 1124–38.
- Elston, G. N., R. Benavides-Piccione ve J. DeFelipe. 2001. "The Pyramidal Cell in Cognition: A Comparative Study in Human and Monkey." *Journal of Neuroscience* 21 (17): RC163.
- Enard, W., S. Gehre, K. Hammerschmidt, S. M. Holter, T. Blass, M. Somel, M. K. Bruckner, vd. 2009. "A Humanized Version of Foxp2 Affects Cortico-Basal Ganglia Circuits in Mice." *Cell* 137 (5): 961–71.
- Enard, W., M. Przeworski, S. E. Fisher, C. S. Lai, V. Wiebe, T. Kitano, A. P. Monaco ve S. Paabo. 2002. "Molecular Evolution of FOXP2, a Gene Involved in Speech and Language." *Nature* 418 (6900): 869–72.
- Engel, A. K. ve W. Singer. 2001. "Temporal Binding and the Neural Correlates of Sensory Awareness." *Trends in Cognitive Sciences* 5 (1): 16–25.
- Enns, J. T. ve V. Di Lollo. 2000. "What's New in Visual Masking." *Trends in Cognitive Sciences* 4 (9): 345–52.
- Epstein, R., R. P. Lanza ve B. F. Skinner. 1981. "'Self-Awareness' in the Pigeon." *Science* 212 (4495): 695–96.
- Fahrenfort, J. J., H. S. Scholte ve V. A. Lamme. 2007. "Masking Disrupts Reentrant Processing in Human Visual Cortex." *Journal of Cognitive Neuroscience* 19 (9): 1488–97.
- Faugeras, F., B. Rohaut, N. Weiss, T. A. Bekinschtein, D. Galanaud, L. Puybasset, F. Bolgert, vd. 2011. "Probing Consciousness with Event-Related Potentials in the Vegetative State." *Neurology* 77 (3): 264–68.
- . 2012. "Event Related Potentials Elicited by Violations of Audi-

- tory Regularities in Patients with Impaired Consciousness." *Neuropsychologia* 50 (3): 403–18.
- Fedorenko, E., J. Duncan ve N. Kanwisher. 2012. "Language-Selective and Domain-General Regions Lie Side by Side Within Broca's Area." *Current Biology* 22 (21): 2059–62.
- Felleman, D. J. ve D. C. Van Essen. 1991. "Distributed Hierarchical Processing in the Primate Cerebral Cortex." *Cerebral Cortex* 1 (1): 1–47.
- Ferrarelli, F., M. Massimini, S. Sarasso, A. Casali, B. A. Riedner, G. Angelini, G. Tononi ve R. A. Pearce. 2010. "Breakdown in Cortical Effective Connectivity During Midazolam-Induced Loss of Consciousness." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (6): 2681–86.
- Ffytche, D. H., R. J. Howard, M. J. Brammer, A. David, P. Woodruff ve S. Williams. 1998. "The Anatomy of Conscious Vision: An fMRI Study of Visual Hallucinations." *Nature Neuroscience* 1 (8): 738–42.
- Finger, S. 2001. *Origins of Neuroscience: A History of Explorations into Brain Function*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.
- Finkel, L. H. ve G. M. Edelman. 1989. "Integration of Distributed Cortical Systems by Reentry: A Computer Simulation of Interactive Functionally Segregated Visual Areas." *Journal of Neuroscience* 9 (9): 3188–208.
- Fisch, L., E. Privman, M. Ramot, M. Harel, Y. Nir, S. Kipervasser, F. Anderson, vd. 2009. "Neural 'Ignition': Enhanced Activation Linked to Perceptual Awareness in Human Ventral Stream Visual Cortex." *Neuron* 64 (4): 562–74.
- Fischer, C., J. Luaute, P. Adeleine ve D. Morlet. 2004. "Predictive Value of Sensory and Cognitive Evoked Potentials for Awakening from Coma." *Neurology* 63 (4): 669–73.
- Fleming, S. M., R. S. Weil, Z. Nagy, R. J. Dolan ve G. Rees. 2010. "Relating Introspective Accuracy to Individual Differences in Brain Structure." *Science* 329 (5998): 1541–43.
- Fletcher, P. C. ve C. D. Frith. 2009. "Perceiving Is Believing: A Bayesian Approach to Explaining the Positive Symptoms of Schizophrenia." *Nature Reviews Neuroscience* 10 (1): 48–58.
- Forster, K. I. 1998. "The Pros and Cons of Masked Priming." *Journal of Psycholinguistic Research* 27 (2): 203–33.
- Forster, K. I. ve C. Davis. 1984. "Repetition Priming and Frequency Attenuation in Lexical Access." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 10 (4): 680–98.
- Fransson, P., B. Skiold, S. Horsch, A. Nordell, M. Blennow, H. Lagercrantz ve U. Aden. 2007. "Resting-State Networks in the Infant Brain." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (39): 15531–36.
- Fried, I., K. A. MacDonald ve C. L. Wilson. 1997. "Single Neuron Activity in Human Hippocampus and Amygdala During Recognition of Faces and Objects." *Neuron* 18 (5): 753–65.

- Friederici, A. D., M. Friedrich ve C. Weber. 2002. "Neural Manifestation of Cognitive and Precognitive Mismatch Detection in Early Infancy." *NeuroReport* 13 (10): 1251–54.
- Fries, P. 2005. "A Mechanism for Cognitive Dynamics: Neuronal Communication Through Neuronal Coherence." *Trends in Cognitive Sciences* 9 (10): 474–80.
- Fries, P., D. Nikolic ve W. Singer. 2007. "The Gamma Cycle." *Trends in Neurosciences* 30 (7): 309–16.
- Fries, P., J. H. Schroder, P. R. Roelfsema, W. Singer ve A. K. Engel. 2002. "Oscillatory Neuronal Synchronization in Primary Visual Cortex as a Correlate of Stimulus Selection." *Journal of Neuroscience* 22 (9): 3739–54.
- Friston, K. 2005. "A Theory of Cortical Responses." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360 (1456): 815–36.
- Frith, C. 1996. "The Role of the Prefrontal Cortex in Self-Consciousness: The Case of Auditory Hallucinations." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 351 (1346): 1505–12.
- . 1979. "Consciousness, Information Processing and Schizophrenia." *British Journal of Psychiatry* 134 (3): 225–35.
- . 2007. *Making Up the Mind: How the Brain Creates Our Mental World*. Londra: Blackwell.
- Fujii, N. ve A. M. Graybiel. 2003. "Representation of Action Sequence Boundaries by Macaque Prefrontal Cortical Neurons." *Science* 301 (5637): 1246–49.
- Funahashi, S., C. J. Bruce ve P. S. Goldman-Rakic. 1989. "Mnemonic Coding of Visual Space in the Monkey's Dorsolateral Prefrontal Cortex." *Journal of Neurophysiology* 61 (2): 331–49.
- Fuster, J. M. 1973. "Unit Activity in Prefrontal Cortex During Delayed-Response Performance: Neuronal Correlates of Transient Memory." *Journal of Neurophysiology* 36 (1): 61–78.
- . 2008. *The Prefrontal Cortex*, 4. baskı, Londra: Academic Press.
- Gaillard, R., S. Dehaene, C. Adam, S. Clemenceau, D. Hasboun, M. Baulac, L. Cohen ve L. Naccache. 2009. "Converging Intracranial Markers of Conscious Access." *PLOS Biology* 7 (3): e61.
- Gaillard, R., A. Del Cul, L. Naccache, F. Vinckier, L. Cohen ve S. Dehaene. 2006. "Nonconscious Semantic Processing of Emotional Words Modulates Conscious Access." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (19): 7524–29.
- Gaillard, R., L. Naccache, P. Pinel, S. Clemenceau, E. Volle, D. Hasboun, S. Dupont, vd. 2006. "Direct Intracranial, fMRI, and Lesion Evidence for the Causal Role of Left Inferotemporal Cortex in Reading." *Neuron* 50 (2): 191–204.

- Galanaud, D., L. Naccache ve L. Puybasset. 2007. "Exploring Impaired Consciousness: The MRI Approach." *Current Opinion in Neurology* 20 (6): 627–31.
- Galanaud, D., V. Perlberg, R. Gupta, R. D. Stevens, P. Sanchez, E. Tollard, N. M. de Champfleury, vd. 2012. "Assessment of White Matter Injury and Outcome in Severe Brain Trauma: A Prospective Multicenter Cohort." *Anesthesiology* 117 (6): 1300–10.
- Gallup, G. G. 1970. "Chimpanzees: Self-Recognition." *Science* 167: 86–87.
- Gaser, C. ve G. Schlaug. 2003. "Brain Structures Differ Between Musicians and Non-musicians." *Journal of Neuroscience* 23 (27): 9240–45.
- Gauchet, M. 1992. *L'inconscient cérébral*. Paris: Le Seuil.
- Gehring, W. J., B. Goss, M. G. H. Coles, D. E. Meyer ve E. Donchin. 1993. "A Neural System for Error Detection and Compensation." *Psychological Science* 4 (6): 385–90.
- Gelskov, S. V. ve S. Kouider. 2010. "Psychophysical Thresholds of Face Visibility During Infancy." *Cognition* 114 (2): 285–92.
- Giacino, J., J. J. Fins, A. Machado ve N. D. Schiff. 2012. "Central Thalamic Deep Brain Stimulation to Promote Recovery from Chronic Posttraumatic Minimally Conscious State: Challenges and Opportunities." *Neuromodulation* 15 (4): 339–49.
- Giacino, J. T. 2005. "The Minimally Conscious State: Defining the Borders of Consciousness." *Progress in Brain Research* 150: 381–95.
- Giacino, J. T., K. Kalmar ve J. Whyte. 2004. "The JFK Coma Recovery Scale-Revised: Measurement Characteristics and Diagnostic Utility." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85 (12): 2020–29.
- Giacino, J. T., M. A. Kezarsky, J. DeLuca ve K. D. Cicerone. 1991. "Monitoring Rate of Recovery to Predict Outcome in Minimally Responsive Patients." *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 72 (11): 897–901.
- Giacino, J. T., J. Whyte, E. Bagiella, K. Kalmar, N. Childs, A. Khademi, B. Eifert, vd. 2012. "Placebo-Controlled Trial of Amantadine for Severe Traumatic Brain Injury." *New England Journal of Medicine* 366 (9): 819–26.
- Giesbrecht, B. ve V. Di Lollo. 1998. "Beyond the Attentional Blink: Visual Masking by Object Substitution." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24 (5): 1454–66.
- Gilbert, C. D., M. Sigman ve R. E. Crist. 2001. "The Neural Basis of Perceptual Learning." *Neuron* 31 (5): 681–97.
- Gobet, F. ve H. A. Simon. 1998. "Expert Chess Memory: Revisiting the Chunking Hypothesis." *Memory* 6 (3): 225–55.
- Goebel, R., L. Muckli, F. E. Zanella, W. Singer ve P. Stoerig. 2001. "Sustained Extrastriate Cortical Activation Without Visual Awareness Revealed by fMRI Studies of Hemianopic Patients." *Vision Research* 41 (10–11): 1459–74.

- Goldfine, A. M., J. D. Victor, M. M. Conte, J. C. Bardin ve N. D. Schiff. 2011. "Determination of Awareness in Patients with Severe Brain Injury Using EEG Power Spectral Analysis." *Clinical Neurophysiology* 122 (11): 2157-68.
- . 2012. "Bedside Detection of Awareness in the Vegetative State." *Lancet* 379 (9827): 1701-2.
- Goldman-Rakic, P. S. 1988. "Topography of Cognition: Parallel Distributed Networks in Primate Association Cortex." *Annual Review of Neuroscience* 11: 137-56.
- . 1995. "Cellular Basis of Working Memory." *Neuron* 14 (3): 477-85.
- Goodale, M. A., A. D. Milner, L. S. Jakobson ve D. P. Carey. 1991. "A Neurological Dissociation Between Perceiving Objects and Grasping Them." *Nature* 349 (6305): 154-56.
- Gould, S. J. 1974. "The Origin and Function of 'Bizarre' Structures: Antler Size and Skull Size in the 'Irish Elk,' *Megaloceros giganteus*." *Evolution* 28 (2): 191-220.
- Gould, S. J. ve R. C. Lewontin. 1979. "The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 205 (1161): 581-98.
- Greenberg, D. L. 2007. Comment on "Detecting Awareness in the Vegetative State." *Science* 315 (5816): 1221; yazarın cevabı 1221.
- Greenwald, A. G., R. L. Abrams, L. Naccache ve S. Dehaene. 2003. "Long-Term Semantic Memory Versus Contextual Memory in Unconscious Number Processing." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition* 29 (2): 235-47.
- Greenwald, A. G., S. C. Draine ve R. L. Abrams. 1996. "Three Cognitive Markers of Unconscious Semantic Activation." *Science* 273 (5282): 1699-702.
- Greicius, M. D., V. Kiviniemi, O. Tervonen, V. Vainionpää, S. Alahuhta, A. L. Reiss, ve V. Menon. 2008. "Persistent Default-Mode Network Connectivity During Light Sedation." *Human Brain Mapping* 29 (7): 839-47.
- Greicius, M. D., B. Krasnow, A. L. Reiss ve V. Menon. 2003. "Functional Connectivity in the Resting Brain: A Network Analysis of the Default Mode Hypothesis." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (1): 253-58.
- Griffiths, J. D., W. D. Marslen-Wilson, E. A. Stamatakis ve L. K. Tyler. 2013. "Functional Organization of the Neural Language System: Dorsal and Ventral Pathways Are Critical for Syntax." *Cerebral Cortex* 23 (1): 139-47.
- Grill-Spector, K., T. Kushnir, T. Hendler ve R. Malach. 2000. "The Dynamics of Object-Selective Activation Correlate with Recognition Per-

- formance in Humans." *Nature Neuroscience* 3 (8): 837–43.
- Grindal, A. B., C. Suter ve A. J. Martinez. 1977. "Alpha-Pattern Coma: 24 Cases with 9 Survivors." *Annals of Neurology* 1 (4): 371–77.
- Gross, J., F. Schmitz, I. Schnitzler, K. Kessler, K. Shapiro, B. Hommel ve A. Schnitzler. 2004. "Modulation of Long-Range Neural Synchrony Reflects Temporal Limitations of Visual Attention in Humans." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101 (35): 13050–55.
- Hadamard, J. 1945. *An Essay on the Psychology of Invention in the Mathematical Field*. Princeton, N.J.: Princeton Üniversitesi Yayınları.
- Hagmann, P., L. Cammoun, X. Gigandet, R. Meuli, C. J. Honey, V. J. Weeden ve O. Sporns. 2008. "Mapping the Structural Core of Human Cerebral Cortex." *PLOS Biology* 6 (7): e159.
- Halelamien, N., D.-A. Wu ve S. Shimojo. 2007. "TMS Induces Detail-Rich 'Instant Replays' of Natural Images." *Journal of Vision* 7 (9).
- Hallett, M. 2000. "Transcranial Magnetic Stimulation and the Human Brain." *Nature* 406 (6792): 147–50.
- Hampton, R. R. 2001. "Rhesus Monkeys Know When They Remember." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (9): 5359–62.
- Han, C. J., C. M. O'Tuathaigh, L. van Trigt, J. J. Quinn, M. S. Fanselow, R. Mongeau, C. Koch ve D. J. Anderson. 2003. "Trace but Not Delay Fear Conditioning Requires Attention and the Anterior Cingulate Cortex." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (22): 13087–92.
- Hanslmayr, S., J. Gross, W. Klimesch ve K. L. Shapiro. 2011. "The Role of Alpha Oscillations in Temporal Attention." *Brain Research Reviews* 67 (1–2): 331–43.
- Hasson, U., Y. Nir, I. Levy, G. Fuhrmann ve R. Malach. 2004. "Intersubject Synchronization of Cortical Activity During Natural Vision." *Science* 303 (5664): 1634–40.
- Hasson, U., J. I. Skipper, H. C. Nusbaum ve S. L. Small. 2007. "Abstract Coding of Audiovisual Speech: Beyond Sensory Representation." *Neuron* 56 (6): 1116–26.
- Hayden, B. Y., D. V. Smith ve M. L. Platt. 2009. "Electrophysiological Correlates of Default-Mode Processing in Macaque Posterior Cingulate Cortex." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (14): 5948–53.
- Haynes, J. D. 2009. "Decoding Visual Consciousness from Human Brain Signals." *Trends in Cognitive Sciences* 13: 194–202.
- Haynes, J. D., R. Deichmann ve G. Rees. 2005. "Eye-Specific Effects of Binocular Rivalry in the Human Lateral Geniculate Nucleus." *Nature* 438 (7067): 496–99.

- Haynes, J. D., J. Driver ve G. Rees. 2005. "Visibility Reflects Dynamic Changes of Effective Connectivity Between V1 and Fusiform Cortex." *Neuron* 46 (5): 811–21.
- Haynes, J. D. ve G. Rees. 2005a. "Predicting the Orientation of Invisible Stimuli from Activity in Human Primary Visual Cortex." *Nature Neuroscience* 8 (5): 686–91.
- . 2005b. "Predicting the Stream of Consciousness from Activity in Human Visual Cortex." *Current Biology* 15 (14): 1301–7.
- Haynes, J. D., K. Sakai, G. Rees, S. Gilbert, C. Frith ve R. E. Passingham. 2007. "Reading Hidden Intentions in the Human Brain." *Current Biology* 17 (4): 323–28.
- He, B. J. ve M. E. Raichle. 2009. "The fMRI Signal, Slow Cortical Potential and Consciousness." *Trends in Cognitive Sciences* 13 (7): 302–9.
- He, B. J., A. Z. Snyder, J. M. Zempel, M. D. Smyth ve M. E. Raichle. 2008. "Electrophysiological Correlates of the Brain's Intrinsic Large-Scale Functional Architecture." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (41): 16039–44.
- He, B. J., J. M. Zempel, A. Z. Snyder ve M. E. Raichle. 2010. "The Temporal Structures and Functional Significance of Scale-Free Brain Activity." *Neuron* 66 (3): 353–69.
- He, S. ve D. I. MacLeod. 2001. "Orientation-Selective Adaptation and Tilt After-Effect from Invisible Patterns." *Nature* 411 (6836): 473–76.
- Hebb, D. O. 1949. *The Organization of Behavior*. New York: Wiley.
- Heit, G., M. E. Smith ve E. Halgren. 1988. "Neural Encoding of Individual Words and Faces by the Human Hippocampus and Amygdala." *Nature* 333 (6175): 773–75.
- Henson, R. N., E. Mouchlianitis, W. J. Matthews ve S. Kouider. 2008. "Electrophysiological Correlates of Masked Face Priming." *NeuroImage* 40 (2): 884–95.
- Herrmann, E., J. Call, M. V. Hernandez-Lloreda, B. Hare ve M. Tomasello. 2007. "Humans Have Evolved Specialized Skills of Social Cognition: The Cultural Intelligence Hypothesis." *Science* 317 (5843): 1360–66.
- Hochberg, L. R., D. Bacher, B. Jarosiewicz, N. Y. Masse, J. D. Simeral, J. Vogel, S. Haddadin, vd. 2012. "Reach and Grasp by People with Tetraplegia Using a Neurally Controlled Robotic Arm." *Nature* 485 (7398): 372–75.
- Hofstadter, D. 2007. *I Am a Strange Loop*. New York: Basic Books.
- Holender, D. 1986. "Semantic Activation Without Conscious Identification in Dichotic Listening Parafoveal Vision and Visual Masking: A Survey and Appraisal." *Behavioral and Brain Sciences* 9 (1): 1–23.
- Holender, D. ve K. Duscherer. 2004. "Unconscious Perception: The Need for a Paradigm Shift." *Perception and Psychophysics* 66 (5): 872–81; tartışma 888–95.

- Hopfield, J. J. 1982. "Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 79 (8): 2554–58.
- Horikawa, T., M. Tamaki, Y. Miyawaki ve Y. Kamitani. 2013. "Neural Decoding of Visual Imagery During Sleep." *Science* 340 (6132): 639–42.
- Howard, I. P. 1996. "Alhazen's Neglected Discoveries of Visual Phenomena." *Perception* 25 (10): 1203–17.
- Howe, M. J. A. ve J. Smith. 1988. "Calendar Calculating in 'Idiots Savants': How Do They Do It?" *British Journal of Psychology* 79 (3): 371–86.
- Huron, C., J. M. Danion, F. Giacomoni, D. Grange, P. Robert ve L. Rizzo. 1995. "Impairment of Recognition Memory With, but Not Without, Conscious Recollection in Schizophrenia." *American Journal of Psychiatry* 152 (12): 1737–42.
- Izard, V., C. Sann, E. S. Spelke ve A. Streri. 2009. "Newborn Infants Perceive Abstract Numbers." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (25): 10382–85.
- Izhikevich, E. M. ve G. M. Edelman. 2008. "Large-Scale Model of Mammalian Thalamocortical Systems." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (9): 3593–98.
- James, W. 1890. *The Principles of Psychology*. New York: Holt.
- Jaynes, J. 1976. *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*. New York: Houghton Mifflin.
- Jenkins, A. C., C. N. Macrae ve J. P. Mitchell. 2008. "Repetition Suppression of Ventromedial Prefrontal Activity During Judgments of Self and Others." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (11): 4507–12.
- Jennett, B. 2002. *The Vegetative State: Medical Facts, Ethical and Legal Dilemmas*. New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.
- Jennett, B. ve F. Plum. 1972. "Persistent Vegetative State After Brain Damage: A Syndrome in Search of a Name." *Lancet* 1 (7753): 734–37.
- Jezek, K., E. J. Henriksen, A. Treves, E. I. Moser ve M. B. Moser. 2011. "Theta-Paced Flickering Between Place-Cell Maps in the Hippocampus." *Nature* 478 (7368): 246–49.
- Ji, D. ve M. A. Wilson. 2007. "Coordinated Memory Replay in the Visual Cortex and Hippocampus During Sleep." *Nature Neuroscience* 10 (1): 100–7.
- Johansson, P., L. Hall, S. Sikstrom ve A. Olsson. 2005. "Failure to Detect Mismatches Between Intention and Outcome in a Simple Decision Task." *Science* 310 (5745): 116–19.
- Johnson, M. H., S. Dziurawiec, H. Ellis ve J. Morton. 1991. "Newborns' Preferential Tracking of Face-Like Stimuli and Its Subsequent Decline." *Cognition* 40 (1–2): 1–19.

- Jolicoeur, P. 1999. "Concurrent Response-Selection Demands Modulate the Attentional Blink." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 25 (4): 1097–1113.
- Jordan, D., G. Stockmanns, E. F. Kochs, S. Pilge ve G. Schneider. 2008. "Electroencephalographic Order Pattern Analysis for the Separation of Consciousness and Unconsciousness: An Analysis of Approximate Entropy, Permutation Entropy, Recurrence Rate, and Phase Coupling of Order Recurrence Plots." *Anesthesiology* 109 (6): 1014–22.
- Jouvet, M. 1999. *The Paradox of Sleep*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Kahneman, D. ve A. Treisman. 1984. "Changing Views of Attention and Automaticity." In *Varieties of Attention*, edited by R. Parasuraman, R. Davies ve J. Beatty, 29–61. New York: Academic Press.
- Kanai, R., T. A. Carlson, F. A. Verstraten ve V. Walsh. 2009. "Perceived Timing of New Objects and Feature Changes." *Journal of Vision* 9 (7): 5.
- Kanai, R., N. G. Muggleton ve V. Walsh. 2008. "TMS over the Intraparietal Sulcus Induces Perceptual Fading." *Journal of Neurophysiology* 100 (6): 3343–50.
- Kane, N. M., S. H. Curry, S. R. Butler ve B. H. Cummins. 1993. "Electrophysiological Indicator of Awakening from Coma." *Lancet* 341 (8846): 688.
- Kanwisher, N. 2001. "Neural Events and Perceptual Awareness." *Cognition* 79 (1–2): 89–113.
- Karlsgodt, K. H., D. Sun, A. M. Jimenez, E. S. Lutkenhoff, R. Willhite, T. G. van Erp ve T. D. Cannon. 2008. "Developmental Disruptions in Neural Connectivity in the Pathophysiology of Schizophrenia." *Development and Psychopathology* 20 (4): 1297–327.
- Kenet, T., D. Bibitchkov, M. Tsodyks, A. Grinvald ve A. Arieli. 2003. "Spontaneously Emerging Cortical Representations of Visual Attributes." *Nature* 425 (6961): 954–56.
- Kentridge, R. W., T. C. Nijboer ve C. A. Heywood. 2008. "Attended but Unseen: Visual Attention Is Not Sufficient for Visual Awareness." *Neuropsychologia* 46 (3): 864–69.
- Kersten, D., P. Mamassian ve A. Yuille. 2004. "Object Perception as Bayesian Inference." *Annual Review of Psychology* 55: 271–304.
- Kiani, R. ve M. N. Shadlen. 2009. "Representation of Confidence Associated with a Decision by Neurons in the Parietal Cortex." *Science* 324 (5928): 759–64.
- Kiefer, M. 2002. "The N400 Is Modulated by Unconsciously Perceived Masked Words: Further Evidence for an Automatic Spreading Activation Account of N400 Priming Effects." *Brain Research: Cognitive Brain Research* 13 (1): 27–39.
- Kiefer, M. ve D. Brendel. 2006. "Attentional Modulation of Unconscious 'Automatic' Processes: Evidence from Event-Related Potentials in a

- Masked Priming Paradigm." *Journal of Cognitive Neuroscience* 18 (2): 184–98.
- Kiefer, M. ve M. Spitzer. 2000. "Time Course of Conscious and Unconscious Semantic Brain Activation." *NeuroReport* 11 (11): 2401–7.
- Kiesel, A., W. Kunde, C. Pohl, M. P. Berner ve J. Hoffmann. 2009. "Playing Chess Unconsciously." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition* 35 (1): 292–98.
- Kihara, K., T. Ikeda, D. Matsuyoshi, N. Hirose, T. Mima, H. Fukuyama ve N. Osaka. 2010. "Differential Contributions of the Intraparietal Sulcus and the Inferior Parietal Lobe to Attentional Blink: Evidence from Transcranial Magnetic Stimulation." *Journal of Cognitive Neuroscience* 23 (1): 247–56.
- Kikyo, H., K. Ohki ve Y. Miyashita. 2002. "Neural Correlates for Feeling-of-Knowing: An fMRI Parametric Analysis." *Neuron* 36 (1): 177–86.
- Kim, C. Y. ve R. Blake. 2005. "Psychophysical Magic: Rendering the Visible 'Invisible.'" *Trends in Cognitive Sciences* 9 (8): 381–88.
- King, J. R., F. Faugeras, A. Gramfort, A. Schurger, I. El Karoui, J. D. Sitt, C. Wacongne, vd. 2013. "Single-Trial Decoding of Auditory Novelty Responses Facilitates the Detection of Residual Consciousness." *NeuroImage*, baskıda.
- King, J. R., J. D. Sitt, F. Faugeras, B. Rohaut, I. El Karoui, L. Cohen, L. Naccache ve S. Dehaene. 2013. "Long-Distance Information Sharing Indexes the State of Consciousness of Unresponsive Patients." *Sunuldu*.
- Knochel, C., V. Oertel-Knochel, R. Schonmeyer, A. Rotarska-Jagiela, V. van de Ven, D. Prvulovic, C. Haenschel, vd. 2012. "Interhemispheric Hypoconnectivity in Schizophrenia: Fiber Integrity and Volume Differences of the Corpus Callosum in Patients and Unaffected Relatives." *NeuroImage* 59 (2): 926–34.
- Koch, C. ve F. Crick. 2001. "The Zombie Within." *Nature* 411 (6840): 893.
- Koch, C. ve N. Tsuchiya. 2007. "Attention and Consciousness: Two Distinct Brain Processes." *Trends in Cognitive Sciences* 11 (1): 16–22.
- Koechlin, E., L. Naccache, E. Block ve S. Dehaene. 1999. "Primed Numbers: Exploring the Modularity of Numerical Representations with Masked and Unmasked Semantic Priming." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 25 (6): 1882–905.
- Koivisto, M., M. Lahteenmaki, T. A. Sorensen, S. Vangkilde, M. Overgaard ve A. Revonsuo. 2008. "The Earliest Electrophysiological Correlate of Visual Awareness?" *Brain and Cognition* 66 (1): 91–103.
- Koivisto, M., T. Mantyla ve J. Silvanto. 2010. "The Role of Early Visual Cortex (V1/V2) in Conscious and Unconscious Visual Perception." *NeuroImage* 51 (2): 828–34.
- Koivisto, M., H. Railo ve N. Salminen-Vaparanta. 2010. "Transcranial

- Magnetic Stimulation of Early Visual Cortex Interferes with Subjective Visual Awareness and Objective Forced-Choice Performance." *Consciousness and Cognition* 20 (2): 288–98.
- Komura, Y., A. Nikkuni, N. Hirashima, T. Uetake ve A. Miyamoto. 2013. "Responses of Pulvinar Neurons Reflect a Subject's Confidence in Visual Categorization." *Nature Neuroscience* 16: 749–55.
- Konopka, G., E. Wexler, E. Rosen, Z. Mukamel, G. E. Osborn, L. Chen, D. Lu, vd. 2012. "Modeling the Functional Genomics of Autism Using Human Neurons." *Molecular Psychiatry* 17 (2): 202–14.
- Kornell, N., L. K. Son ve H. S. Terrace. 2007. "Transfer of Metacognitive Skills and Hint Seeking in Monkeys." *Psychological Science* 18 (1): 64–71.
- Kouider, S., V. de Gardelle, J. Sackur ve E. Dupoux. 2010. "How Rich Is Consciousness? The Partial Awareness Hypothesis." *Trends in Cognitive Sciences* 14 (7): 301–7.
- Kouider, S. ve S. Dehaene. 2007. "Levels of Processing During Non-conscious Perception: A Critical Review of Visual Masking." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 362 (1481): 857–75.
- . 2009. "Subliminal Number Priming Within and Across the Visual and Auditory Modalities." *Experimental Psychology*, baskıda.
- Kouider, S., S. Dehaene, A. Jobert ve D. Le Bihan. 2007. "Cerebral Bases of Subliminal and Supraliminal Priming During Reading." *Cerebral Cortex* 17 (9): 2019–29.
- Kouider, S. ve E. Dupoux. 2004. "Partial Awareness Creates the 'Illusion' of Subliminal Semantic Priming." *Psychological Science* 15 (2): 75–81.
- Kouider, S., E. Eger, R. Dolan ve R. N. Henson. 2009. "Activity in Face-Responsive Brain Regions Is Modulated by Invisible, Attended Faces: Evidence from Masked Priming." *Cerebral Cortex* 19 (1): 13–23.
- Kouider, S., C. Stahlhut, S. V. Gelskov, L. Barbosa, M. Dutat, V. de Gardelle, A. Christophe, vd. 2013. "A Neural Marker of Perceptual Consciousness in Infants." *Science* 340 (6130): 376–80.
- Kovacs, A. M., E. Teglas ve A. D. Endress. 2010. "The Social Sense: Susceptibility to Others' Beliefs in Human Infants and Adults." *Science* 330 (6012): 1830–34.
- Kovacs, G., R. Vogels ve G. A. Orban. 1995. "Cortical Correlate of Pattern Backward Masking." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 92 (12): 5587–91.
- Kreiman, G., I. Fried ve C. Koch. 2002. "Single-Neuron Correlates of Subjective Vision in the Human Medial Temporal Lobe." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99 (12): 8378–83.
- Kreiman, G., C. Koch ve I. Fried. 2000a. "Category-Specific Visual Res-

- ponses of Single Neurons in the Human Medial Temporal Lobe." *Nature Neuroscience* 3 (9): 946–53.
- . 2000b. "Imagery Neurons in the Human Brain." *Nature* 408 (6810): 357–61.
- Krekelberg, B. ve M. Lappe. 2001. "Neuronal Latencies and the Position of Moving Objects." *Trends in Neurosciences* 24 (6): 335–39.
- Krolak-Salmon, P., M. A. Henaff, C. Tallon-Baudry, B. Yvert, M. Guenet, A. Vighetto, F. Mauguire ve O. Bertrand. 2003. "Human Lateral Geniculate Nucleus and Visual Cortex Respond to Screen Flicker." *Annals of Neurology* 53 (1): 73–80.
- Kruger, J. ve D. Dunning. 1999. "Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments." *Journal of Personality and Social Psychology* 77 (6): 1121–34.
- Kubicki, M., H. Park, C. F. Westin, P. G. Nestor, R. V. Mulkern, S. E. Marder, M. Niznikiewicz, vd. 2005. "DTI and MTR Abnormalities in Schizophrenia: Analysis of White Matter Integrity." *NeuroImage* 26 (4): 1109–18.
- Lachter, J., K. I. Forster ve E. Ruthruff. 2004. "Forty-Five Years After Broadbent (1958): Still No Identification Without Attention." *Psychology Review* 111 (4): 880–913.
- Lagercrantz, H. ve J. P. Changeux. 2009. "The Emergence of Human Consciousness: From Fetal to Neonatal Life." *Pediatric Research* 65 (3): 255–60.
- . 2010. "Basic Consciousness of the Newborn." *Seminars in Perinatology* 34 (3): 201–6.
- Lai, C. S., S. E. Fisher, J. A. Hurst, F. Vargha-Khadem ve A. P. Monaco. 2001. "A Forkhead-Domain Gene Is Mutated in a Severe Speech and Language Disorder." *Nature* 413 (6855): 519–23.
- Lamme, V. A. 2006. "Towards a True Neural Stance on Consciousness." *Trends in Cognitive Sciences* 10 (11): 494–501.
- Lamme, V. A. ve P. R. Roelfsema. 2000. "The Distinct Modes of Vision Offered by Feedforward and Recurrent Processing." *Trends in Neurosciences* 23 (11): 571–79.
- Lamme, V. A., K. Zipser ve H. Spekreijse. 1998. "Figure-Ground Activity in Primary Visual Cortex Is Suppressed by Anesthesia." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95 (6): 3263–68.
- Lamy, D., M. Salti ve Y. Bar-Haim. 2009. "Neural Correlates of Subjective Awareness and Unconscious Processing: An ERP Study." *Journal of Cognitive Neuroscience* 21 (7): 1435–46.
- Landman, R., H. Spekreijse ve V. A. Lamme. 2003. "Large Capacity Storage of Integrated Objects Before Change Blindness." *Vision Research* 43 (2): 149–64.

- Lau, H. ve D. Rosenthal. 2011. "Empirical Support for Higher-Order Theories of Conscious Awareness." *Trends in Cognitive Sciences* 15 (8): 365–73.
- Lau, H. C. ve R. E. Passingham. 2006. "Relative Blindsight in Normal Observers and the Neural Correlate of Visual Consciousness." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (49): 18763–68.
- . 2007. "Unconscious Activation of the Cognitive Control System in the Human Prefrontal Cortex." *Journal of Neuroscience* 27 (21): 5805–11.
- Laureys, S. 2005. "The Neural Correlate of (Un)Awareness: Lessons from the Vegetative State." *Trends in Cognitive Sciences* 9 (12): 556–59.
- Laureys, S., M. E. Faymonville, A. Luxen, M. Lamy, G. Franck ve P. Maquet. 2000. "Restoration of Thalamocortical Connectivity After Recovery from Persistent Vegetative State." *Lancet* 355 (9217): 1790–91.
- Laureys, S., C. Lemaire, P. Maquet, C. Phillips ve G. Franck. 1999. "Cerebral Metabolism During Vegetative State and After Recovery to Consciousness." *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 67 (1): 121.
- Laureys, S., A. M. Owen ve N. D. Schiff. 2004. "Brain Function in Coma, Vegetative State ve Related Disorders." *Lancet Neurology* 3 (9): 537–46.
- Laureys, S., F. Pellas, P. Van Eeckhout, S. Ghorbel, C. Schnakers, F. Perrin, J. Berre, vd. 2005. "The Locked-In Syndrome: What Is It Like to Be Conscious but Paralyzed and Voiceless?" *Progress in Brain Research* 150: 495–511.
- Lawrence, N. S., F. Jollant, O. O'Daly, F. Zelaya ve M. L. Phillips. 2009. "Distinct Roles of Prefrontal Cortical Subregions in the Iowa Gambling Task." *Cerebral Cortex* 19 (5): 1134–43.
- Ledoux, J. 1996. *The Emotional Brain*. New York: Simon and Schuster.
- Lenggenhager, B., M. Mouthon ve O. Blanke. 2009. "Spatial Aspects of Bodily Self-Consciousness." *Consciousness and Cognition* 18 (1): 110–17.
- Lenggenhager, B., T. Tadi, T. Metzinger ve O. Blanke. 2007. "Video Ergo Sum: Manipulating Bodily Self-Consciousness." *Science* 317 (5841): 1096–99.
- Leon-Carrion, J., P. van Eeckhout, R. Dominguez-Morales Mdel ve F. J. Perez-Santamaria. 2002. "The Locked-In Syndrome: A Syndrome Looking for a Therapy." *Brain Injury* 16 (7): 571–82.
- Leopold, D. A. ve N. K. Logothetis. 1996. "Activity Changes in Early Visual Cortex Reflect Monkeys' Percepts During Binocular Rivalry." *Nature* 379 (6565): 549–53.
- . 1999. "Multistable Phenomena: Changing Views in Perception." *Trends in Cognitive Sciences* 3 (7): 254–64.

- Leroy, F., H. Glasel, J. Dubois, L. Hertz-Pannier, B. Thirion, J. F. Mangin ve G. Dehaene-Lambertz. 2011. "Early Maturation of the Linguistic Dorsal Pathway in Human Infants." *Journal of Neuroscience* 31 (4): 1500–6.
- Levelt, W. J. M. 1989. *Speaking: From Intention to Articulation*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Levy, J., H. Pashler ve E. Boer. 2006. "Central Interference in Driving: Is There Any Stopping the Psychological Refractory Period?" *Psychological Science* 17 (3): 228–35.
- Lewis, J. L. 1970. "Semantic Processing of Unattended Messages Using Dichotic Listening." *Journal of Experimental Psychology* 85 (2): 225–28.
- Libet, B. 1965. "Cortical Activation in Conscious and Unconscious Experience." *Perspectives in Biology and Medicine* 9 (1): 77–86.
- . 1991. "Conscious vs Neural Time." *Nature* 352 (6330): 27–28.
- . 2004. *Mind Time: The Temporal Factor in Consciousness*. Cambridge, Mass.: Harvard Üniversitesi Yayınları.
- Libet, B., W. W. Alberts, E. W. Wright, Jr., L. D. Delattre, G. Levin ve B. Feinstein. 1964. "Production of Threshold Levels of Conscious Sensation by Electrical Stimulation of Human Somatosensory Cortex." *Journal of Neurophysiology* 27: 546–78.
- Libet, B., W. W. Alberts, E. W. Wright, Jr. ve B. Feinstein. 1967. "Responses of Human Somatosensory Cortex to Stimuli Below Threshold for Conscious Sensation." *Science* 158 (808): 1597–600.
- Libet, B., C. A. Gleason, E. W. Wright ve D. K. Pearl. 1983. "Time of Conscious Intention to Act in Relation to Onset of Cerebral Activity (Readiness-Potential). The Unconscious Initiation of a Freely Voluntary Act." *Brain* 106 (3): 623–42.
- Libet, B., E. W. Wright, Jr., B. Feinstein ve D. K. Pearl. 1979. "Subjective Referral of the Timing for a Conscious Sensory Experience: A Functional Role for the Somatosensory Specific Projection System in Man." *Brain* 102 (1): 193–224.
- Liu, Y., M. Liang, Y. Zhou, Y. He, Y. Hao, M. Song, C. Yu, vd. 2008. "Disrupted Small-World Networks in Schizophrenia." *Brain* 131 (4): 945–61.
- Logan, G. D. ve M. J. Crump. 2010. "Cognitive Illusions of Authorship Reveal Hierarchical Error Detection in Skilled Typists." *Science* 330 (6004): 683–86.
- Logan, G. D. ve M. D. Schulkind. 2000. "Parallel Memory Retrieval in Dual-Task Situations: I. Semantic Memory." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 26 (3): 1072–90.
- Logothetis, N. K. 1998. "Single Units and Conscious Vision." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 353 (1377): 1801–18.

- Logothetis, N. K., D. A. Leopold ve D. L. Sheinberg. 1996. "What Is Rivaling During Binocular Rivalry?" *Nature* 380 (6575): 621–24.
- Louie, K. ve M. A. Wilson. 2001. "Temporally Structured Replay of Awake Hippocampal Ensemble Activity During Rapid Eye Movement Sleep." *Neuron* 29 (1): 145–56.
- Luck, S. J., R. L. Fuller, E. L. Braun, B. Robinson, A. Summerfelt ve J. M. Gold. 2006. "The Speed of Visual Attention in Schizophrenia: Electrophysiological and Behavioral Evidence." *Schizophrenia Research* 85 (1–3): 174–95.
- Luck, S. J., E. S. Kappenman, R. L. Fuller, B. Robinson, A. Summerfelt ve J. M. Gold. 2009. "Impaired Response Selection in Schizophrenia: Evidence from the P3 Wave and the Lateralized Readiness Potential." *Psychophysiology* 46 (4): 776–86.
- Luck, S. J., E. K. Vogel ve K. L. Shapiro. 1996. "Word Meanings Can Be Accessed but Not Reported During the Attentional Blink." *Nature* 383 (6601): 616–18.
- Lumer, E. D., G. M. Edelman ve G. Tononi. 1997a. "Neural Dynamics in a Model of the Thalamocortical System. I. Layers, Loops and the Emergence of Fast Synchronous Rhythms." *Cerebral Cortex* 7 (3): 207–27.
- . 1997b. "Neural Dynamics in a Model of the Thalamocortical System. II. The Role of Neural Synchrony Tested Through Perturbations of Spike Timing." *Cerebral Cortex* 7 (3): 228–36.
- Lumer, E. D., K. J. Friston ve G. Rees. 1998. "Neural Correlates of Perceptual Rivalry in the Human Brain." *Science* 280 (5371): 1930–34.
- Lynall, M. E., D. S. Bassett, R. Kerwin, P. J. McKenna, M. Kitzbichler, U. Muller ve E. Bullmore. 2010. "Functional Connectivity and Brain Networks in Schizophrenia." *Journal of Neuroscience* 30 (28): 9477–87.
- Mack, A. ve I. Rock. 1998. *Inattentional Blindness*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Macknik, S. L. ve M. M. Haglund. 1999. "Optical Images of Visible and Invisible Percepts in the Primary Visual Cortex of Primates." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (26): 15208–10.
- MacLeod, D. I. ve S. H. 1993. "Visible Flicker from Invisible Patterns." *Nature* 361 (6409): 256–58.
- Magnusson, C. E. ve H. C. Stevens. 1911. "Visual Sensations Created by a Magnetic Field." *American Journal of Physiology* 29: 124–36.
- Maia, T. V. ve J. L. McClelland. 2004. "A Reexamination of the Evidence for the Somatic Marker Hypothesis: What Participants Really Know in the Iowa Gambling Task." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101 (45): 16075–80.

- Maier, A., M. Wilke, C. Aura, C. Zhu, F. Q. Ye ve D. A. Leopold. 2008. "Divergence of fMRI and Neural Signals in V1 During Perceptual Suppression in the Awake Monkey." *Nature Neuroscience* 11 (10): 1193–200.
- Marcel, A. J. 1980. "Conscious and Preconscious Recognition of Polysemous Words: Locating the Selective Effect of Prior Verbal Context." In *Attention and Performance*, edited by R.S. Nickerson, vol. 8. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- . 1983. "Conscious and Unconscious Perception: Experiments on Visual Masking and Word Recognition." *Cognitive Psychology* 15: 197–237.
- Marois, R., D. J. Yi ve M. M. Chun. 2004. "The Neural Fate of Consciously Perceived and Missed Events in the Attentional Blink." *Neuron* 41 (3): 465–72.
- Marshall, J. C. ve P. W. Halligan. 1988. "Blindsight and Insight in Visuo-Spatial Neglect." *Nature* 336 (6201): 766–67.
- Marti, S., J. Sackur, M. Sigman ve S. Dehaene. 2010. "Mapping Introspection's Blind Spot: Reconstruction of Dual-Task Phenomenology Using Quantified Introspection." *Cognition* 115 (2): 303–13.
- Marti, S., M. Sigman ve S. Dehaene. 2012. "A Shared Cortical Bottleneck Underlying Attentional Blink and Psychological Refractory Period." *NeuroImage* 59 (3): 2883–98.
- Martcorena, D. C., A. M. Ruiz, C. Mukerji, A. Goddu ve L. R. Santos. 2011. "Monkeys Represent Others' Knowledge but Not Their Beliefs." *Developmental Science* 14 (6): 1406–16.
- Mason, M. F., M. I. Norton, J. D. Van Horn, D. M. Wegner, S. T. Grafton ve C. N. Macrae. 2007. "Wandering Minds: The Default Network and Stimulus-Independent Thought." *Science* 315 (5810): 393–95.
- Massimini, M., M. Boly, A. Casali, M. Rosanova ve G. Tononi. 2009. "A Perturbational Approach for Evaluating the Brain's Capacity for Consciousness." *Progress in Brain Research* 177: 201–14.
- Massimini, M., F. Ferrarelli, R. Huber, S. K. Esser, H. Singh ve G. Tononi. 2005. "Breakdown of Cortical Effective Connectivity During Sleep." *Science* 309 (5744): 2228–32.
- Matsuda, W., A. Matsumura, Y. Komatsu, K. Yanaka ve T. Nose. 2003. "Awakenings from Persistent Vegetative State: Report of Three Cases with Parkinsonism and Brain Stem Lesions on MRI." *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 74 (11): 1571–73.
- Mattler, U. 2005. "Inhibition and Decay of Motor and Nonmotor Priming." *Attention, Perception and Psychophysics* 67 (2): 285–300.
- Maudsley, H. 1868. *The Physiology and Pathology of the Mind*. Londra: Macmillan.
- May, A., G. Hajak, S. Ganssbauer, T. Steffens, B. Langguth, T. Kleinjung ve P. Eichhammer. 2007. "Structural Brain Alterations Following 5

- Days of Intervention: Dynamic Aspects of Neuroplasticity." *Cerebral Cortex* 17 (1): 205–10.
- McCarthy, M. M., E. N. Brown ve N. Kopell. 2008. "Potential Network Mechanisms Mediating Electroencephalographic Beta Rhythm Changes During Propofol-Induced Paradoxical Excitation." *Journal of Neuroscience* 28 (50): 13488–504.
- McClure, R. K. 2001. "The Visual Backward Masking Deficit in Schizophrenia." *Progress in Neuro-psychopharmacology and Biological Psychiatry* 25 (2): 301–11.
- McCormick, P. A. 1997. "Orienting Attention Without Awareness." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 23 (1): 168–80.
- McGlinchey-Berroth, R., W. P. Milberg, M. Verfaellie, M. Alexander ve P. Kilduff. 1993. "Semantic Priming in the Neglected Field: Evidence from a Lexical Decision Task." *Cognitive Neuropsychology* 10: 79–108.
- McGurk, H. ve J. MacDonald. 1976. "Hearing Lips and Seeing Voices." *Nature* 264 (5588): 746–48.
- McIntosh, A. R., M. N. Rajah ve N. J. Lobaugh. 1999. "Interactions of Prefrontal Cortex in Relation to Awareness in Sensory Learning." *Science* 284 (5419): 1531–33.
- Mehler, J., P. Jusczyk, G. Lambertz, N. Halsted, J. Bertoncini ve C. Amiel-Tison. 1988. "A Precursor of Language Acquisition in Young Infants." *Cognition* 29 (2): 143–78.
- Melloni, L., C. Molina, M. Pena, D. Torres, W. Singer ve E. Rodriguez. 2007. "Synchronization of Neural Activity Across Cortical Areas Correlates with Conscious Perception." *Journal of Neuroscience* 27 (11): 2858–65.
- Meltzoff, A. N. ve R. Brooks. 2008. "Self-Experience as a Mechanism for Learning About Others: A Training Study in Social Cognition." *Developmental Psychology* 44 (5): 1257–65.
- Merikle, P. M. 1992. "Perception Without Awareness: Critical Issues." *American Psychologist* 47: 792–96.
- Merikle, P. M. ve S. Joordens. 1997. "Parallels Between Perception Without Attention and Perception Without Awareness." *Consciousness and Cognition* 6 (2–3): 219–36.
- Meyer, K. ve A. Damasio. 2009. "Convergence and Divergence in a Neural Architecture for Recognition and Memory." *Trends in Neurosciences* 32 (7): 376–82.
- Miller, A., J. W. Sleight, J. Barnard ve D. A. Steyn-Ross. 2004. "Does Bispectral Analysis of the Electroencephalogram Add Anything but Complexity?" *British Journal of Anaesthesia* 92 (1): 8–13.

- Milner, A. D. ve M. A. Goodale. 1995. *The Visual Brain in Action*. New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.
- Monti, M. M., A. Vanhaudenhuyse, M. R. Coleman, M. Boly, J. D. Pickard, L. Tshibanda, A. M. Owen ve S. Laureys. 2010. "Willful Modulation of Brain Activity in Disorders of Consciousness." *New England Journal of Medicine* 362 (7): 579–89.
- Moray, N. 1959. "Attention in Dichotic Listening: Affective Cues and the Influence of Instructions." *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 9: 56–60.
- Moreno-Bote, R., D. C. Knill ve A. Pouget. 2011. "Bayesian Sampling in Visual Perception." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (30): 12491–96.
- Morland, A. B., S. Le, E. Carroll, M. B. Hoffmann ve A. Pambakian. 2004. "The Role of Spared Calcarine Cortex and Lateral Occipital Cortex in the Responses of Human Hemianopes to Visual Motion." *Journal of Cognitive Neuroscience* 16 (2): 204–18.
- Moro, S. I., M. Tolboom, P. S. Khayat ve P. R. Roelfsema. 2010. "Neuronal Activity in the Visual Cortex Reveals the Temporal Order of Cognitive Operations." *Journal of Neuroscience* 30 (48): 16293–303.
- Morris, J. S., B. DeGelder, L. Weiskrantz ve R. J. Dolan. 2001. "Differential Extrageniculostriate and Amygdala Responses to Presentation of Emotional Faces in a Cortically Blind Field." *Brain* 124 (6): 1241–52.
- Morris, J. S., A. Ohman ve R. J. Dolan. 1998. "Conscious and Unconscious Emotional Learning in the Human Amygdala." *Nature* 393 (6684): 467–70.
- . 1999. "A Subcortical Pathway to the Right Amygdala Mediating 'Unseen' Fear." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (4): 1680–85.
- Moruzzi, G. ve H. W. Magoun. 1949. "Brain Stem Reticular Formation and Activation of the EEG." *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 1 (4): 455–73.
- Naatanen, R., P. Paavilainen, T. Rinne ve K. Alho. 2007. "The Mismatch Negativity (MMN) in Basic Research of Central Auditory Processing: A Review." *Clinical Neurophysiology* 118 (12): 2544–90.
- Naccache, L. 2006a. "Is She Conscious?" *Science* 313 (5792): 1395–96.
- . 2006b. *Le nouvel inconscient*. Paris: Editions Odile Jacob.
- Naccache, L., E. Blandin ve S. Dehaene. 2002. "Unconscious Masked Priming Depends on Temporal Attention." *Psychological Science* 13: 416–24.
- Naccache, L. ve S. Dehaene. 2001a. "The Priming Method: Imaging Unconscious Repetition Priming Reveals an Abstract Representation of Number in the Parietal Lobes." *Cerebral Cortex* 11 (10): 966–74.

- . 2001b. "Unconscious Semantic Priming Extends to Novel Unseen Stimuli." *Cognition* 80 (3): 215–29.
- Naccache, L., R. Gaillard, C. Adam, D. Hasboun, S. Clémenceau, M. Baulac, S. Dehaene ve L. Cohen. 2005. "A Direct Intracranial Record of Emotions Evoked by Subliminal Words." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 7713–17.
- Naccache, L., L. Puybasset, R. Gaillard, E. Serve ve J. C. Willer. 2005. "Auditory Mismatch Negativity Is a Good Predictor of Awakening in Comatose Patients: A Fast and Reliable Procedure." *Clinical Neurophysiology* 116 (4): 988–89.
- Nachev, P. ve M. Husain. 2007. Comment on "Detecting Awareness in the Vegetative State." *Science* 315 (5816): 1221; yazarın cevabı 1221.
- Nelson, C. A., K. M. Thomas, M. de Haan ve S. S. Wewerka. 1998. "Delayed Recognition Memory in Infants and Adults as Revealed by Event-Related Potentials." *International Journal of Psychophysiology* 29 (2): 145–65.
- New, J. J. ve B. J. Scholl. 2008. "Perceptual Scotomas: A Functional Account of Motion-Induced Blindness." *Psychological Science* 19 (7): 653–59.
- Nieder, A. ve S. Dehaene. 2009. "Representation of Number in the Brain." *Annual Review of Neuroscience* 32: 185–208.
- Nieder, A. ve E. K. Miller. 2004. "A Parieto-Frontal Network for Visual Numerical Information in the Monkey." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101 (19): 7457–62.
- Nieuwenhuis, S., M. S. Gilzenrat, B. D. Holmes ve J. D. Cohen. 2005. "The Role of the Locus Coeruleus in Mediating the Attentional Blink: A Neurocomputational Theory." *Journal of Experimental Psychology: General* 134 (3): 291–307.
- Nieuwenhuis, S., K. R. Ridderinkhof, J. Blom, G. P. Band ve A. Kok. 2001. "Error-Related Brain Potentials Are Differentially Related to Awareness of Response Errors: Evidence from an Antisaccade Task." *Psychophysiology* 38 (5): 752–60.
- Nimchinsky, E. A., E. Gilissen, J. M. Allman, D. P. Perl, J. M. Erwin ve P. R. Hof. 1999. "A Neuronal Morphologic Type Unique to Humans and Great Apes." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (9): 5268–73.
- Nisbett, R. E. ve T. D. Wilson. 1977. "Telling More Than We Can Know: Verbal Reports on Mental Processes." *Psychological Review* 84 (3): 231–59.
- Nørretranders, T. 1999. *The User Illusion: Cutting Consciousness Down to Size*. Londra: Penguin.
- Norris, D. 2006. "The Bayesian Reader: Explaining Word Recognition as an Optimal Bayesian Decision Process." *Psychological Review* 113 (2): 327–57.

- . 2009. "Putting It All Together: A Unified Account of Word Recognition and Reaction-Time Distributions." *Psychological Review* 116 (1): 207–19.
- Ochsner, K. N., K. Knierim, D. H. Ludlow, J. Hanelin, T. Ramachandran, G. Glover ve S. C. Mackey. 2004. "Reflecting upon Feelings: An fMRI Study of Neural Systems Supporting the Attribution of Emotion to Self and Other." *Journal of Cognitive Neuroscience* 16 (10): 1746–72.
- Ogawa, S., T. M. Lee, A. R. Kay ve D. W. Tank. 1990. "Brain Magnetic Resonance Imaging with Contrast Dependent on Blood Oxygenation." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 87 (24): 9868–72.
- Overgaard, M., J. Rote, K. Mouridsen ve T. Z. Ramsøy. 2006. "Is Conscious Perception Gradual or Dichotomous? A Comparison of Report Methodologies During a Visual Task." *Consciousness and Cognition* 15 (4): 700–8.
- Owen, A., M. R. Coleman, M. Boly, M. H. Davis, S. Laureys, D. Jolles ve J. D. Pickard. 2007. "Response to Comments on 'Detecting Awareness in the Vegetative State.'" *Science* 315 (5816): 1221.
- Owen, A. M., M. R. Coleman, M. Boly, M. H. Davis, S. Laureys ve J. D. Pickard. 2006. "Detecting Awareness in the Vegetative State." *Science* 313 (5792): 1402.
- Pack, C. C., V. K. Berezovskii ve R. T. Born. 2001. "Dynamic Properties of Neurons in Cortical Area MT in Alert and Anaesthetized Macaque Monkeys." *Nature* 414 (6866): 905–8.
- Pack, C. C. ve R. T. Born. 2001. "Temporal Dynamics of a Neural Solution to the Aperture Problem in Visual Area MT of Macaque Brain." *Nature* 409 (6823): 1040–42.
- Pallier, C., A. D. Devauchelle ve S. Dehaene. 2011. "Cortical Representation of the Constituent Structure of Sentences." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (6): 2522–27.
- Palva, S., K. Linkenkaer-Hansen, R. Naatanen ve J. M. Palva. 2005. "Early Neural Correlates of Conscious Somatosensory Perception." *Journal of Neuroscience* 25 (21): 5248–58.
- Parvizi, J. ve A. R. Damasio. 2003. "Neuroanatomical Correlates of Brainstem Coma." *Brain* 126 (7): 1524–36.
- Parvizi, J., C. Jacques, B. L. Foster, N. Withoft, V. Rangarajan, K. S. Weiner ve K. Grill-Spector. 2012. "Electrical Stimulation of Human Fusiform Face-Selective Regions Distorts Face Perception." *Journal of Neuroscience* 32 (43): 14915–20.
- Parvizi, J., G. W. Van Hoesen, J. Buckwalter ve A. Damasio. 2006. "Neural Connections of the Posteromedial Cortex in the Macaque." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (5): 1563–68.
- Pascual-Leone, A., V. Walsh ve J. Rothwell. 2000. "Transcranial Magnetic Stimulation in Cognitive Neuroscience—Virtual Lesion, Chrono-

- metry, and Functional Connectivity." *Current Opinion in Neurobiology* 10 (2): 232–37.
- Pashler, H. 1984. "Processing Stages in Overlapping Tasks: Evidence for a Central Bottleneck." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 10 (3): 358–77.
- . 1994. "Dual-Task Interference in Simple Tasks: Data and Theory." *Psychological Bulletin* 116 (2): 220–44.
- Peirce, C. S. 1901. "The Proper Treatment of Hypotheses: A Preliminary Chapter, Toward an Examination of Hume's Argument Against Miracles, in Its Logic and in Its History." *Historical Perspectives* 2: 890–904.
- Penrose, R. ve S. Hameroff. 1998. "The Penrose-Hameroff 'Orch OR' Model of Consciousness." *Philosophical Transactions of the Royal Society London (A)* 356: 1869–96.
- Perin, R., T. K. Berger ve H. Markram. 2011. "A Synaptic Organizing Principle for Cortical Neuronal Groups." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (13): 5419–24.
- Perner, J. ve M. Aichhorn. 2008. "Theory of Mind, Language and the Temporoparietal Junction Mystery." *Trends in Cognitive Sciences* 12 (4): 123–26.
- Persaud, N., M. Davidson, B. Maniscalco, D. Mobbs, R. E. Passingham, A. Cowey ve H. Lau. 2011. "Awareness-Related Activity in Prefrontal and Parietal Cortices in Blindsight Reflects More Than Superior Visual Performance." *NeuroImage* 58 (2): 605–11.
- Pessiglione, M., P. Petrovic, J. Daunizeau, S. Palminteri, R. J. Dolan ve C. D. Frith. 2008. "Subliminal Instrumental Conditioning Demonstrated in the Human Brain." *Neuron* 59 (4): 561–67.
- Pessiglione, M., L. Schmidt, B. Draganski, R. Kalisch, H. Lau, R. J. Dolan ve C. D. Frith. 2007. "How the Brain Translates Money into Force: A Neuroimaging Study of Subliminal Motivation." *Science* 316 (5826): 904–6.
- Petersen, S. E., H. van Mier, J. A. Fiez ve M. E. Raichle. 1998. "The Effects of Practice on the Functional Anatomy of Task Performance." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95 (3): 853–60.
- Peyrache, A., M. Khamassi, K. Benchenane, S. I. Wiener ve F. P. Battaglia. 2009. "Replay of Rule-Learning Related Neural Patterns in the Prefrontal Cortex During Sleep." *Nature Neuroscience* 12 (7): 919–26.
- Piazza, M., V. Izard, P. Pinel, D. Le Bihan ve S. Dehaene. 2004. "Tuning Curves for Approximate Numerosity in the Human Intraparietal Sulcus." *Neuron* 44 (3): 547–55.
- Piazza, M., P. Pinel, D. Le Bihan ve S. Dehaene. 2007. "A Magnitude Code Common to Numerosities and Number Symbols in Human Intraparietal Cortex." *Neuron* 53: 293–305.
- Picton, T. W. 1992. "The P300 Wave of the Human Event-Related Potenti-

- al." *Journal of Clinical Neurophysiology* 9 (4): 456–79.
- Pinel, P., F. Fauchereau, A. Moreno, A. Barbot, M. Lathrop, D. Zelenika, D. Le Bihan, vd. 2012. "Genetic Variants of FOXP2 and KIAA0319/TTRAP/THEM2 Locus Are Associated with Altered Brain Activation in Distinct Language-Related Regions." *Journal of Neuroscience* 32 (3): 817–25.
- Pins, D. ve D. Ffytche. 2003. "The Neural Correlates of Conscious Vision." *Cerebral Cortex* 13 (5): 461–74.
- Pisella, L., H. Grea, C. Tilikete, A. Vighetto, M. Desmurget, G. Rode, D. Boisson ve Y. Rossetti. 2000. "An 'Automatic Pilot' for the Hand in Human Posterior Parietal Cortex: Toward Reinterpreting Optic Ataxia." *Nature Neuroscience* 3 (7): 729–36.
- Plotnik, J. M., F. B. de Waal ve D. Reiss. 2006. "Self-Recognition in an Asian Elephant." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (45): 17053–57.
- Pontifical Academy of Sciences. 2008. *Why the Concept of Death Is Valid as a Definition of Brain Death. Statement by the Pontifical Academy of Sciences and Responses to objections*. <http://www.pas.va/content/accademia/en/publications/extraseries/braindeath.html>.
- Portas, C. M., K. Krakow, P. Allen, O. Josephs, J. L. Armony ve C. D. Frith. 2000. "Auditory Processing Across the Sleep-Wake Cycle: Simultaneous EEG and fMRI Monitoring in Humans." *Neuron* 28 (3): 991–99.
- Posner, M. I. 1994. "Attention: The Mechanisms of Consciousness." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91: 7398–403.
- Posner, M. I. ve M. K. Rothbart. 1998. "Attention, Self-Regulation and Consciousness." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 353 (1377): 1915–27.
- Posner, M. I. ve C. R. R. Snyder. 1975/2004. "Attention and Cognitive Control." In *Cognitive Psychology: Key Readings*, edited by D. A. Balota ve E. J. Marsh, 205–23. New York: Psychology Press.
- . 1975. "Attention and Cognitive Control." In *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium*, ed. R. L. Solso, 55–85. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Prior, H., A. Schwarz ve O. Gunturkun. 2008. "Mirror-Induced Behavior in the Magpie (Pica Pica): Evidence of Self-Recognition." *PLOS Biology* 6 (8): e202.
- Quiroga, R. Q., G. Kreiman, C. Koch ve I. Fried. 2008. "Sparse but Not 'Grandmother-Cell' Coding in the Medial Temporal Lobe." *Trends in Cognitive Sciences* 12 (3): 87–91.
- Quiroga, R. Q., R. Mukamel, E. A. Isham, R. Malach ve I. Fried. 2008. "Human Single-Neuron Responses at the Threshold of Conscious Recognition." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (9): 3599–604.

- Quiroga, R. Q., L. Reddy, C. Koch ve I. Fried. 2007. "Decoding Visual Inputs from Multiple Neurons in the Human Temporal Lobe." *Journal of Neurophysiology* 98 (4): 1997–2007.
- Quiroga, R. Q., L. Reddy, G. Kreiman, C. Koch ve I. Fried. 2005. "Invariant Visual Representation by Single Neurons in the Human Brain." *Nature* 435 (7045): 1102–7.
- Raichle, M. E. 2010. "Two Views of Brain Function." *Trends in Cognitive Sciences* 14 (4): 180–90.
- Raichle, M. E., J. A. Fiesz, T. O. Videen ve A. K. MacLeod. 1994. "Practice-Related Changes in Human Brain Functional Anatomy During Non-motor Learning." *Cerebral Cortex* 4: 8–26.
- Raichle, M. E., A. M. MacLeod, A. Z. Snyder, W. J. Powers, D. A. Gusnard ve G. L. Shulman. 2001. "A Default Mode of Brain Function." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (2): 676–82.
- Railo, H. ve M. Koivisto. 2009. "The Electrophysiological Correlates of Stimulus Visibility and Metacontrast Masking." *Consciousness and Cognition* 18 (3): 794–803.
- Ramachandran, V. S. ve R. L. Gregory. 1991. "Perceptual Filling In of Artificially Induced Scotomas in Human Vision." *Nature* 350 (6320): 699–702.
- Raymond, J. E., K. L. Shapiro ve K. M. Arnell. 1992. "Temporary Suppression of Visual Processing in an RSVP Task: An Attentional Blink?" *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 18 (3): 849–60.
- Reddy, L., R. Q. Quiroga, P. Wilken, C. Koch ve I. Fried. 2006. "A Single-Neuron Correlate of Change Detection and Change Blindness in the Human Medial Temporal Lobe." *Current Biology* 16 (20): 2066–72.
- Reed, C. M. ve N. I. Durlach. 1998. "Note on Information Transfer Rates in Human Communication." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 7 (5): 509–18.
- Reiss, D. ve L. Marino. 2001. "Mirror Self-Recognition in the Bottlenose Dolphin: A Case of Cognitive Convergence." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (10): 5937–42.
- Rensink, R. A., J. K. O'Regan ve J. Clark. 1997. "To See or Not to See: The Need for Attention to Perceive Changes in Scenes." *Psychological Science* 8: 368–73.
- Reuss, H., A. Kiesel, W. Kunde ve B. Hommel. 2011. "Unconscious Activation of Task Sets." *Consciousness and Cognition* 20 (3): 556–67.
- Reuter, F., A. Del Cul, B. Audoin, I. Malikova, L. Naccache, J. P. Ranjeva, O. Lyon-Caen, vd. 2007. "Intact Subliminal Processing and Delayed Conscious Access in Multiple Sclerosis." *Neuropsychologia* 45 (12): 2683–91.
- Reuter, F., A. Del Cul, I. Malokova, L. Naccache, S. Confort-Gouny, L. Co-

- hen, A. A. Cherif, vd. 2009. "White Matter Damage Impairs Access to Consciousness in Multiple Sclerosis." *NeuroImage* 44 (2): 590-99.
- Reynvoet, B. ve M. Brysbaert. 1999. "Single-Digit and Two-Digit Arabic Numerals Address the Same Semantic Number Line." *Cognition* 72 (2): 191-201.
- . 2004. "Cross-Notation Number Priming Investigated at Different Stimulus Onset Asynchronies in Parity and Naming Tasks." *Journal of Experimental Psychology* 51 (2): 81-90.
- Reynvoet, B., M. Brysbaert ve W. Fias. 2002. "Semantic Priming in Number Naming." *Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 55 (4): 1127-39.
- Reynvoet, B., W. Gevers ve B. Caessens. 2005. "Unconscious Primes Activate Motor Codes Through Semantics." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition* 31 (5): 991-1000.
- Ricoeur, P. 1990. *Soi-même comme un autre*. Paris: Le Seuil.
- Rigas, P. ve M. A. Castro-Alamancos. 2007. "Thalamocortical Up States: Differential Effects of Intrinsic and Extrinsic Cortical Inputs on Persistent Activity." *Journal of Neuroscience* 27 (16): 4261-72.
- Rockstroh, B., M. Müller, R. Cohen ve T. Elbert. 1992. "Probing the Functional Brain State During P300 Evocation." *Journal of Psychophysiology* 6: 175-84.
- Rodriguez, E., N. George, J. P. Lachaux, J. Martinerie, B. Renault ve F. J. Varela. 1999. "Perception's Shadow: Long-Distance Synchronization of Human Brain Activity." *Nature* 397 (6718): 430-33.
- Roelfsema, P. R. 2005. "Elemental Operations in Vision." *Trends in Cognitive Sciences* 9 (5): 226-33.
- Roelfsema, P. R., P. S. Khayat ve H. Spekreijse. 2003. "Subtask Sequencing in the Primary Visual Cortex." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (9): 5467-72.
- Roelfsema, P. R., V. A. Lamme ve H. Spekreijse. 1998. "Object-Based Attention in the Primary Visual Cortex of the Macaque Monkey." *Nature* 395 (6700): 376-81.
- Ropper, A. H. 2010. "Cogito Ergo Sum by MRI." *New England Journal of Medicine* 362 (7): 648-49.
- Rosanova, M., O. Gosseries, S. Casarotto, M. Boly, A. G. Casali, M. A. Bruno, M. Mariotti, vd. 2012. "Recovery of Cortical Effective Connectivity and Recovery of Consciousness in Vegetative Patients." *Brain* 135 (4): 1308-20.
- Rosenthal, D. M. 2008. "Consciousness and Its Function." *Neuropsychologia* 46 (3): 829-40.
- Ross, C. A., R. L. Margolis, S. A. Reading, M. Pletnikov ve J. T. Coyle. 2006. "Neurobiology of Schizophrenia." *Neuron* 52 (1): 139-53.
- Rougier, N. P., D. C. Noelle, T. S. Braver, J. D. Cohen ve R. C. O'Reilly.

2005. "Prefrontal Cortex and Flexible Cognitive Control: Rules Without Symbols." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 10 (220): 7338–43.
- Rounis, E., B. Maniscalco, J. C. Rothwell, R. Passingham ve H. Lau. 2010. "Theta-Burst Transcranial Magnetic Stimulation to the Prefrontal Cortex Impairs Metacognitive Visual Awareness." *Cognitive Neuroscience* 1 (3): 165–75.
- Sackur, J. ve S. Dehaene. 2009. "The Cognitive Architecture for Chaining of Two Mental Operations." *Cognition* 111 (2): 187–211.
- Sackur, J., L. Naccache, P. Pradat-Diehl, P. Azouvi, D. Mazevet, R. Katz, L. Cohen ve S. Dehaene. 2008. "Semantic Processing of Neglected Numbers." *Cortex* 44 (6): 673–82.
- Sadaghiani, S., G. Hesselmann, K. J. Friston ve A. Kleinschmidt. 2010. "The Relation of Ongoing Brain Activity, Evoked Neural Responses, and Cognition." *Frontiers in Systems Neuroscience* 4: 20.
- Sadaghiani, S., G. Hesselmann ve A. Kleinschmidt. 2009. "Distributed and Antagonistic Contributions of Ongoing Activity Fluctuations to Auditory Stimulus Detection." *Journal of Neuroscience* 29 (42): 13410–17.
- Saga, Y., M. Iba, J. Tanji ve E. Hoshi. 2011. "Development of Multidimensional Representations of Task Phases in the Lateral Prefrontal Cortex." *Journal of Neuroscience* 31 (29): 10648–65.
- Sahraie, A., L. Weiskrantz, J. L. Barbur, A. Simmons, S. C. R. Williams ve M. J. Brammer. 1997. "Pattern of Neuronal Activity Associated with Conscious and Unconscious Processing of Visual Signals." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94: 9406–11.
- Salin, P. A. ve J. Bullier. 1995. "Corticocortical Connections in the Visual System: Structure and Function." *Physiological Reviews* 75 (1): 107–54.
- Saur, D., B. Schelter, S. Schnell, D. Kratochvil, H. Kupper, P. Kellmeyer, D. Kummerer, vd. 2010. "Combining Functional and Anatomical Connectivity Reveals Brain Networks for Auditory Language Comprehension." *NeuroImage* 49 (4): 3187–97.
- Saxe, R. 2006. "Uniquely Human Social Cognition." *Current Opinion in Neurobiology* 16 (2): 235–39.
- Saxe, R. ve L. J. Powell. 2006. "It's the Thought That Counts: Specific Brain Regions for One Component of Theory of Mind." *Psychological Science* 17 (8): 692–99.
- Schenker, N. M., D. P. Buxhoeveden, W. L. Blackmon, K. Amunts, K. Zilles ve K. Semendeferi. 2008. "A Comparative Quantitative Analysis of Cytoarchitecture and Minicolumnar Organization in Broca's Area in Humans and Great Apes." *Journal of Comparative Neurology* 510 (1): 117–28.

- Schenker, N. M., W. D. Hopkins, M. A. Spocter, A. R. Garrison, C. D. Stimpson, J. M. Erwin, P. R. Hof ve C. C. Sherwood. 2009. "Broca's Area Homologue in Chimpanzees (*Pan troglodytes*): Probabilistic Mapping, Asymmetry, and Comparison to Humans." *Cerebral Cortex* 20 (3): 730–42.
- Schiff, N., U. Ribary, F. Plum ve R. Llinas. 1999. "Words Without Mind." *Journal of Cognitive Neuroscience* 11 (6): 650–56.
- Schiff, N. D. 2010. "Recovery of Consciousness After Brain Injury: A Mesocircuit Hypothesis." *Trends in Neurosciences* 33 (1): 1–9.
- Schiff, N. D., J. T. Giacino, K. Kalmar, J. D. Victor, K. Baker, M. Gerber, B. Fritz, vd. 2007. "Behavioural Improvements with Thalamic Stimulation After Severe Traumatic Brain Injury." *Nature* 448 (7153): 600–3.
- . 2008. "Behavioural Improvements with Thalamic Stimulation After Severe Traumatic Brain Injury." *Nature* 452 (7183): 120.
- Schiff, N. D., U. Ribary, D. R. Moreno, B. Beattie, E. Kronberg, R. Blasberg, J. Giacino, vd. 2002. "Residual Cerebral Activity and Behavioural Fragments Can Remain in the Persistently Vegetative Brain." *Brain* 125 (6): 1210–34.
- Schiller, P. H. ve S. L. Chorover. 1966. "Metacontrast: Its Relation to Evoked Potentials." *Science* 153 (742): 1398–400.
- Schmid, M. C., S. W. Mrowka, J. Turchi, R. C. Saunders, M. Wilke, A. J. Peters, F. Q. Ye ve D. A. Leopold. 2010. "Blindsight Depends on the Lateral Geniculate Nucleus." *Nature* 466 (7304): 373–77.
- Schmid, M. C., T. Panagiotaropoulos, M. A. Augath, N. K. Logothetis ve S. M. Smirnakis. 2009. "Visually Driven Activation in Macaque Areas V2 and V3 Without Input from the Primary Visual Cortex." *PLOS One* 4 (5): e5527.
- Schnakers, C., D. Ledoux, S. Majerus, P. Damas, F. Damas, B. Lambermont, M. Lamy, vd. 2008. "Diagnostic and Prognostic Use of Bispectral Index in Coma, Vegetative State and Related Disorders." *Brain Injury* 22 (12): 926–31.
- Schnakers, C., A. Vanhaudenhuyse, J. Giacino, M. Ventura, M. Boly, S. Majerus, G. Moonen ve S. Laureys. 2009. "Diagnostic Accuracy of the Vegetative and Minimally Conscious State: Clinical Consensus Versus Standardized Neurobehavioral Assessment." *BMC Neurology* 9: 35.
- Schneider, W. ve R. M. Shiffrin. 1977. "Controlled and Automatic Human Information Processing. I. Detection, Search and Attention." *Psychological Review* 84 (1): 1–66.
- Schoenemann, P. T., M. J. Sheehan ve L. D. Glotzer. 2005. "Prefrontal White Matter Volume Is Disproportionately Larger in Humans Than in Other Primates." *Nature Neuroscience* 8 (2): 242–52.
- Schurger, A., F. Pereira, A. Treisman ve J. D. Cohen. 2009. "Reproducibility

- lity Distinguishes Conscious from Nonconscious Neural Representations." *Science* 327 (5961): 97–99.
- Schurger, A., J. D. Sitt ve S. Dehaene. 2012. "An Accumulator Model for Spontaneous Neural Activity Prior to Self-Initiated Movement." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (42): E2904–13.
- Schvaneveldt, R. W. ve D. E. Meyer. 1976. "Lexical Ambiguity, Semantic Context, and Visual Word Recognition." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 2 (2): 243–56.
- Self, M. W., R. N. Kooijmans, H. Supèr, V. A. Lamme ve P. R. Roelfsema. 2012. "Different Glutamate Receptors Convey Feedforward and Recurrent Processing in Macaque V1." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (27): 11031–36.
- Selfridge, O. G. 1959. "Pandemonium: A Paradigm for Learning." In *Proceedings of the Symposium on Mechanisation of Thought Processes*, eds. D. V. Blake ve A. M. Uttley, 511–29. Londra: H. M. Stationery Office.
- Selimbeyoglu, A. ve J. Parvizi. 2010. "Electrical Stimulation of the Human Brain: Perceptual and Behavioral Phenomena Reported in the Old and New Literature." *Frontiers in Human Neuroscience* 4: 46.
- Sergent, C., S. Baillet ve S. Dehaene. 2005. "Timing of the Brain Events Underlying Access to Consciousness During the Attentional Blink." *Nature Neuroscience* 8 (10): 1391–400.
- Sergent, C. ve S. Dehaene. 2004. "Is Consciousness a Gradual Phenomenon? Evidence for an All-or-None Bifurcation During the Attentional Blink." *Psychological Science* 15 (11): 720–28.
- Sergent, C., V. Wyart, M. Babo-Rebelo, L. Cohen, L. Naccache ve C. Tallon-Baudry. 2013. "Cueing Attention After the Stimulus Is Gone Can Retrospectively Trigger Conscious Perception." *Current Biology* 23 (2): 150–55.
- Shady, S., D. I. MacLeod ve H. S. Fisher. 2004. "Adaptation from Invisible Flicker." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101 (14): 5170–73.
- Shallice, T. 1972. "Dual Functions of Consciousness." *Psychological Review* 79 (5): 383–93.
- . 1979. "A Theory of Consciousness." *Science* 204 (4395): 827.
- . 1988. *From Neuropsychology to Mental Structure*. New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.
- Shanahan, M. ve B. Baars. 2005. "Applying Global Workspace Theory to the Frame Problem." *Cognition* 98 (2): 157–76.
- Shao, L., Y. Shuai, J. Wang, S. Feng, B. Lu, Z. Li, Y. Zhao, vd. 2011. "Schizophrenia Susceptibility Gene Dysbindin Regulates Glutamatergic and Dopaminergic Functions via Distinctive Mechanisms in *Drosophila*." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (46): 18831–836.

- Sherman, S. M. 2012. "Thalamocortical Interactions." *Current Opinion in Neurobiology* 22 (4): 575–79.
- Shiffrin, R. M. ve W. Schneider. 1977. "Controlled and Automatic Human Information Processing. II. Perceptual Learning, Automatic Attending, and a General Theory." *Psychological Review* 84 (2): 127–90.
- Shima, K., M. Isoda, H. Mushiake ve J. Tanji. 2007. "Categorization of Behavioural Sequences in the Prefrontal Cortex." *Nature* 445 (7125): 315–18.
- Shirvalkar, P., M. Seth, N. D. Schiff ve D. G. Herrera. 2006. "Cognitive Enhancement with Central Thalamic Electrical Stimulation." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (45): 17007–12.
- Sidaros, A., A. W. Engberg, K. Sidaros, M. G. Liptrot, M. Herning, P. Petersen, O. B. Paulson, vd. 2008. "Diffusion Tensor Imaging During Recovery from Severe Traumatic Brain Injury and Relation to Clinical Outcome: A Longitudinal Study." *Brain* 131 (2): 559–72.
- Sidis, B. 1898. *The Psychology of Suggestion*. New York: D. Appleton.
- Siegler, R. S. 1987. "Strategy Choices in Subtraction." In *Cognitive Processes in Mathematics*, eds. J. Sloboda ve D. Rogers, 81–106. Oxford: Clarendon Press.
- . 1988. "Strategy Choice Procedures and the Development of Multiplication Skill." *Journal of Experimental Psychology: General* 117 (3): 258–75.
- . 1989. "Mechanisms of Cognitive Development." *Annual Review of Psychology* 40: 353–79.
- Siegler, R. S. ve E. A. Jenkins. 1989. *How Children Discover New Strategies*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Sigala, N., M. Kusunoki, I. Nimmo-Smith, D. Gaffan ve J. Duncan. 2008. "Hierarchical Coding for Sequential Task Events in the Monkey Prefrontal Cortex." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (33): 11969–74.
- Sigman, M. ve S. Dehaene. 2005. "Parsing a Cognitive Task: A Characterization of the Mind's Bottleneck." *PLOS Biology* 3 (2): e37.
- . 2008. "Brain Mechanisms of Serial and Parallel Processing During Dual-Task Performance." *Journal of Neuroscience* 28 (30): 7585–98.
- Silvanto, J. ve Z. Cattaneo. 2010. "Transcranial Magnetic Stimulation Reveals the Content of Visual Short-Term Memory in the Visual Cortex." *NeuroImage* 50 (4): 1683–89.
- Silvanto, J., A. Cowey, N. Lavie ve V. Walsh. 2005. "Striate Cortex (V1) Activity Gates Awareness of Motion." *Nature Neuroscience* 8 (2): 143–44.
- Silvanto, J., N. Lavie ve V. Walsh. 2005. "Double Dissociation of V1 and V5/MT Activity in Visual Awareness." *Cerebral Cortex* 15 (11): 1736–41.

- Simons, D. J. ve M. S. Ambinder. 2005. "Change Blindness: Theory and Consequences." *Current Directions in Psychological Science* 14 (1): 44-48.
- Simons, D. J. ve C. F. Chabris. 1999. "Gorillas in Our Midst: Sustained Inattentional Blindness for Dynamic Events." *Perception* 28 (9): 1059-74.
- Singer, P. 1993. *Practical Ethics*. 2. baskı. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları.
- Singer, W. 1998. "Consciousness and the Structure of Neuronal Representations." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 353 (1377): 1829-40.
- Sitt, J. D., J. R. King, I. El Karoui, B. Rohaut, F. Faugeras, A. Gramfort, L. Cohen, vd. 2013. "Signatures of Consciousness and Predictors of Recovery in Vegetative and Minimally Conscious Patients." Sunuldu.
- Sklar, A. Y., N. Levy, A. Goldstein, R. Mandel, A. Maril ve R. R. Hassin. 2012. "Reading and Doing Arithmetic Nonconsciously." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (48): 19614-19.
- Smallwood, J., E. Beach, J. W. Schooler ve T. C. Handy. 2008. "Going AWOL in the Brain: Mind Wandering Reduces Cortical Analysis of External Events." *Journal of Cognitive Neuroscience* 20 (3): 458-69.
- Smedira, N. G., B. H. Evans, L. S. Grais, N. H. Cohen, B. Lo, M. Cooke, W. P. Schecter, vd. 1990. "Withholding and Withdrawal of Life Support from the Critically Ill." *New England Journal of Medicine* 322 (5): 309-15.
- Smith, J. D., J. Schull, J. Strote, K. McGee, R. Egnor ve L. Erb. 1995. "The Uncertain Response in the Bottlenosed Dolphin (*Tursiops truncatus*)." *Journal of Experimental Psychology: General* 124 (4): 391-408.
- Soto, D., T. Mantyla ve J. Silvanto. 2011. "Working Memory Without Consciousness." *Current Biology* 21 (22): R912-13.
- Sporns, O., G. Tononi ve G. M. Edelman. 1991. "Modeling Perceptual Grouping and Figure-Ground Segregation by Means of Active Reentrant Connections." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 88 (1): 129-33.
- Squires, K. C., C. Wickens, N. K. Squires ve E. Donchin. 1976. "The Effect of Stimulus Sequence on the Waveform of the Cortical Event-Related Potential." *Science* 193 (4258): 1142-46.
- Squires, N. K., K. C. Squires ve S. A. Hillyard. 1975. "Two Varieties of Long-Latency Positive Waves Evoked by Unpredictable Auditory Stimuli in Man." *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 38 (4): 387-401.
- Srinivasan, R., D. P. Russell, G. M. Edelman ve G. Tononi. 1999. "Increased Synchronization of Neuromagnetic Responses During Conscious Perception." *Journal of Neuroscience* 19 (13): 5435-48.

- Staniek, M. ve K. Lehnertz. 2008. "Symbolic Transfer Entropy." *Physical Review Letters* 100 (15): 158101.
- Staunton, H. 2008. "Arousal by Stimulation of Deep-Brain Nuclei." *Nature* 452 (7183): E1; discussion E1–2.
- Stephan, K. E., K. J. Friston ve C. D. Frith. 2009. "Dysconnection in Schizophrenia: From Abnormal Synaptic Plasticity to Failures of Self-Monitoring." *Schizophrenia Bulletin* 35 (3): 509–27.
- Stephan, K. M., M. H. Thaut, G. Wunderlich, W. Schicks, B. Tian, L. Tellmann, T. Schmitz, vd. 2002. "Conscious and Subconscious Sensorimotor Synchronization—Prefrontal Cortex and the Influence of Awareness." *NeuroImage* 15 (2): 345–52.
- Stettler, D. D., A. Das, J. Bennett ve C. D. Gilbert. 2002. "Lateral Connectivity and Contextual Interactions in Macaque Primary Visual Cortex." *Neuron* 36 (4): 739–50.
- Steyn-Ross, M. L., D. A. Steyn-Ross ve J. W. Sleight. 2004. "Modelling General Anaesthesia as a First-Order Phase Transition in the Cortex." *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 85 (2–3): 369–85.
- Strayer, D. L., F. A. Drews ve W. A. Johnston. 2003. "Cell Phone-Induced Failures of Visual Attention During Simulated Driving." *Journal of Experimental Psychology: Applied* 9 (1): 23–32.
- Striem-Amit, E., L. Cohen, S. Dehaene ve A. Amedi. 2012. "Reading with Sounds: Sensory Substitution Selectively Activates the Visual Word Form Area in the Blind." *Neuron* 76 (3): 640–52.
- Suddendorf, T. ve D. L. Butler. 2013. "The Nature of Visual Self-Recognition." *Trends in Cognitive Sciences* 17 (3): 121–27.
- Supér, H., H. Spekreijse ve V. A. Lamme. 2001a. "Two Distinct Modes of Sensory Processing Observed in Monkey Primary Visual Cortex (V1)." *Nature Neuroscience* 4 (3): 304–10.
- . 2001b. "A Neural Correlate of Working Memory in the Monkey Primary Visual Cortex." *Science* 293 (5527): 120–24.
- Supér, H., C. van der Togt, H. Spekreijse ve V. A. Lamme. 2003. "Internal State of Monkey Primary Visual Cortex (V1) Predicts Figure-Ground Perception." *Journal of Neuroscience* 23 (8): 3407–14.
- Supp, G. G., M. Siegel, J. F. Hipp ve A. K. Engel. 2011. "Cortical Hypersynchrony Predicts Breakdown of Sensory Processing During Loss of Consciousness." *Current Biology* 21 (23): 1988–93.
- Taine, H. 1870. *De l'intelligence*. Paris: Hachette.
- Tang, T. T., F. Yang, B. S. Chen, Y. Lu, Y. Ji, K. W. Roche ve B. Lu. 2009. "Dysbindin Regulates Hippocampal LTP by Controlling NMDA Receptor Surface Expression." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (50): 21395–400.
- Taylor, P. C., V. Walsh ve M. Eimer. 2010. "The Neural Signature of Phosphene Perception." *Human Brain Mapping* 31 (9): 1408–17.

- Telford, C. W. 1931. "The Refractory Phase of Voluntary and Associative Responses." *Journal of Experimental Psychology* 14 (1): 1–36.
- Terrace, H. S. ve L. K. Son. 2009. "Comparative Metacognition." *Current Opinion in Neurobiology* 19 (1): 67–74.
- Thompson, S. P. 1910. "A Physiological Effect of an Alternating Magnetic Field." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* B82: 396–99.
- Tombu, M. ve P. Jolicoeur. 2003. "A Central Capacity Sharing Model of Dual-Task Performance." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 29 (1): 3–18.
- Tononi, G. 2008. "Consciousness as Integrated Information: A Provisional Manifesto." *Biological Bulletin* 215 (3): 216–42.
- Tononi, G. ve G. M. Edelman. 1998. "Consciousness and Complexity." *Science* 282 (5395): 1846–51.
- Tooley, M. 1972. "Abortion and Infanticide." *Philosophy and Public Affairs* 2 (1): 37–65.
- . 1983. *Abortion and Infanticide*. Londra: Clarendon Press.
- Treisman, A. ve G. Gelade. 1980. "A Feature-Integration Theory of Attention." *Cognitive Psychology* 12: 97–136.
- Treisman, A. ve J. Souther. 1986. "Illusory Words: The Roles of Attention and of Top-Down Constraints in Conjoining Letters to Form Words." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 12: 3–17.
- Tsao, D. Y., W. A. Freiwald, R. B. Tootell ve M. S. Livingstone. 2006. "A Cortical Region Consisting Entirely of Face-Selective Cells." *Science* 311 (5761): 670–74.
- Tshibanda, L., A. Vanhaudenhuyse, D. Galanaud, M. Boly, S. Laureys ve L. Puybasset. 2009. "Magnetic Resonance Spectroscopy and Diffusion Tensor Imaging in Coma Survivors: Promises and Pitfalls." *Progress in Brain Research* 177: 215–29.
- Tsodyks, M., T. Kenet, A. Grinvald ve A. Arieli. 1999. "Linking Spontaneous Activity of Single Cortical Neurons and the Underlying Functional Architecture." *Science* 286 (5446): 1943–46.
- Tsubokawa, T., T. Yamamoto, Y. Katayama, T. Hirayama, S. Maejima ve T. Moriya. 1990. "Deep-Brain Stimulation in a Persistent Vegetative State: Follow-Up Results and Criteria for Selection of Candidates." *Brain Injury* 4 (4): 315–27.
- Tsuchiya, N. ve C. Koch. 2005. "Continuous Flash Suppression Reduces Negative Afterimages." *Nature Neuroscience* 8 (8): 1096–101.
- Tsunoda, K., Y. Yamane, M. Nishizaki ve M. Tanifuji. 2001. "Complex Objects Are Represented in Macaque Inferotemporal Cortex by the Combination of Feature Columns." *Nature Neuroscience* 4 (8): 832–38.

- Tsushima, Y., Y. Sasaki ve T. Watanabe. 2006. "Greater Disruption Due to Failure of Inhibitory Control on an Ambiguous Distractor." *Science* 314 (5806): 1786–88.
- Tsushima, Y., A. R. Seitz ve T. Watanabe. 2008. "Task-Irrelevant Learning Occurs Only When the Irrelevant Feature Is Weak." *Current Biology* 18 (12): R516–517.
- Turing, A. M. 1936. "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem." *Proceedings of the London Mathematical Society* 42: 230–65.
- . 1952. "The Chemical Basis of Morphogenesis." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 237: 37–72.
- Tyler, L. K. ve W. Marslen-Wilson. 2008. "Fronto-Temporal Brain Systems Supporting Spoken Language Comprehension." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363 (1493): 1037–54.
- Tzovara, A., A. O. Rossetti, L. Spierer, J. Grivel, M. M. Murray, M. Oddo ve M. De Lucia. 2012. "Progression of Auditory Discrimination Based on Neural Decoding Predicts Awakening from Coma." *Brain* 136 (1): 81–89.
- Uhlhaas, P. J., D. E. Linden, W. Singer, C. Haenschel, M. Lindner, K. Maurer ve E. Rodriguez. 2006. "Dysfunctional Long-Range Coordination of Neural Activity During Gestalt Perception in Schizophrenia." *Journal of Neuroscience* 26 (31): 8168–75.
- Uhlhaas, P. J. ve W. Singer. 2010. "Abnormal Neural Oscillations and Synchrony in Schizophrenia." *Nature Reviews Neuroscience* 11 (2): 100–13.
- van Aalderen-Smeets, S. I., R. Oostenveld ve J. Schwarzbach. 2006. "Investigating Neurophysiological Correlates of Metacontrast Masking with Magnetoencephalography." *Advances in Cognitive Psychology* 2 (1): 21–35.
- Van den Bussche, E., K. Notebaert ve B. Reynvoet. 2009. "Masked Primes Can Be Genuinely Semantically Processed." *Journal of Experimental Psychology* 56 (5): 295–300.
- Van den Bussche, E. ve B. Reynvoet. 2007. "Masked Priming Effects in Semantic Categorization Are Independent of Category Size." *Journal of Experimental Psychology* 54 (3): 225–35.
- van Gaal, S., L. Naccache, J. D. I. Meeuwese, A. M. van Loon, L. Cohen ve S. Dehaene. 2013. "Can Multiple Words Be Integrated Unconsciously?" Sunuldu.
- van Gaal, S., K. R. Ridderinkhof, J. J. Fahrenfort, H. S. Scholte ve V. A. Lamme. 2008. "Frontal Cortex Mediates Unconsciously Triggered Inhibitory Control." *Journal of Neuroscience* 28 (32): 8053–62.

- van Gaal, S., K. R. Ridderinkhof, H. S. Scholte ve V. A. Lamme. 2010. "Unconscious Activation of the Prefrontal No-Go Network." *Journal of Neuroscience* 30 (11): 4143-50.
- Van Opstal, F., F. P. de Lange ve S. Dehaene. 2011. "Rapid Parallel Semantic Processing of Numbers Without Awareness." *Cognition* 120 (1): 136-47.
- Varela, F., J. P. Lachaux, E. Rodriguez ve J. Martinerie. 2001. "The Brainweb: Phase Synchronization and Large-Scale Integration." *Nature Reviews Neuroscience* 2 (4): 229-39.
- Velmans, M. 1991. "Is Human Information Processing Conscious?" *Behavioral and Brain Sciences* 14: 651-726.
- Vernes, S. C., P. L. Oliver, E. Spiteri, H. E. Lockstone, R. Puliyadi, J. M. Taylor ve J. Ho, vd. 2011. "Foxp2 Regulates Gene Networks Implicated in Neurite Outgrowth in the Developing Brain." *PLOS Genetics* 7 (7): e1002145.
- Vincent, J. L., G. H. Patel, M. D. Fox, A. Z. Snyder, J. T. Baker, D. C. Van Essen, J. M. Zempel, vd. 2007. "Intrinsic Functional Architecture in the Anaesthetized Monkey Brain." *Nature* 447 (7140): 83-86.
- Vogel, E. K., S. J. Luck ve K. L. Shapiro. 1998. "Electrophysiological Evidence for a Postperceptual Locus of Suppression During the Attentional Blink." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24 (6): 1656-74.
- Vogel, E. K. ve M. G. Machizawa. 2004. "Neural Activity Predicts Individual Differences in Visual Working Memory Capacity." *Nature* 428 (6984): 748-51.
- Vogel, E. K., A. W. McCollough ve M. G. Machizawa. 2005. "Neural Measures Reveal Individual Differences in Controlling Access to Working Memory." *Nature* 438 (7067): 500-3.
- Vogele, K., P. Bussfeld, A. Newen, S. Herrmann, F. Happe, P. Falkai, W. Maier, vd. 2001. "Mind Reading: Neural Mechanisms of Theory of Mind and Self-Perspective." *NeuroImage* 14 (1 pt. 1): 170-81.
- Voss, H. U., A. M. Uluc, J. P. Dyke, R. Watts, E. J. Kobylarz, B. D. McCandliss, L. A. Heier, vd. 2006. "Possible Axonal Regrowth in Late Recovery from the Minimally Conscious State." *Journal of Clinical Investigation* 116 (7): 2005-11.
- Vuilleumier, P., N. Sagiv, E. Hazeltine, R. A. Poldrack, D. Swick, R. D. Rafal ve J. D. Gabrieli. 2001. "Neural Fate of Seen and Unseen Faces in Visuospatial Neglect: A Combined Event-Related Functional MRI and Event-Related Potential Study." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98 (6): 3495-500.
- Vul, E., D. Hanus ve N. Kanwisher. 2009. "Attention as Inference: Selection Is Probabilistic; Responses Are All-or-None Samples." *Journal of Experimental Psychology: General* 138 (4): 546-60.

- Vul, E., M. Nieuwenstein ve N. Kanwisher. 2008. "Temporal Selection Is Suppressed, Delayed, and Diffused During the Attentional Blink." *Psychological Science* 19 (1): 55–61.
- Vul, E. ve H. Pashler. 2008. "Measuring the Crowd Within: Probabilistic Representations Within Individuals." *Psychological Science (Wiley-Blackwell)* 19 (7): 645–47.
- Wacongne, C., J. P. Changeux ve S. Dehaene. 2012. "A Neuronal Model of Predictive Coding Accounting for the Mismatch Negativity." *Journal of Neuroscience* 32 (11): 3665–78.
- Wacongne, C., E. Labyt, V. van Wassenhove, T. Bekinschtein, L. Naccache ve S. Dehaene. 2011. "Evidence for a Hierarchy of Predictions and Prediction Errors in Human Cortex." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (51): 20754–59.
- Wagner, U., S. Gais, H. Haider, R. Verleger ve J. Born. 2004. "Sleep Inspires Insight." *Nature* 427 (6972): 352–55.
- Watson, J. B. 1913. "Psychology as the Behaviorist Views It." *Psychological Review* 20: 158–77.
- Wegner, D. M. 2003. *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Weinberger, J. 2000. "William James and the Unconscious: Redressing a Century-Old Misunderstanding." *Psychological Science* 11 (6): 439–45.
- Weiskrantz, L. 1986. *Blindsight: A Case Study and Its Implications*. Oxford: Clarendon Press.
- . 1997. *Consciousness Lost and Found: A Neuropsychological Exploration*. New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.
- Weiss, Y., E. P. Simoncelli ve E. H. Adelson. 2002. "Motion Illusions as Optimal Percepts." *Nature Neuroscience* 5 (6): 598–604.
- Westmoreland, B. F., D. W. Klass, F. W. Sharbrough ve T. J. Reagan. 1975. "Alpha-Coma: Electroencephalographic, Clinical, Pathologic, and Etiologic Correlations." *Archives of Neurology* 32 (11): 713–18.
- Whittingstall, K. ve N. K. Logothetis. 2009. "Frequency-Band Coupling in Surface EEG Reflects Spiking Activity in Monkey Visual Cortex." *Neuron* 64 (2): 281–89.
- Widaman, K. F., D. C. Geary, P. Cormier ve T. D. Little. 1989. "A Componential Model for Mental Addition." *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 15: 898–919.
- Wilke, M., N. K. Logothetis ve D. A. Leopold. 2003. "Generalized Flash Suppression of Salient Visual Targets." *Neuron* 39 (6): 1043–52.
- . 2006. "Local Field Potential Reflects Perceptual Suppression in Monkey Visual Cortex." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (46): 17507–12.

- Williams, M. A., C. I. Baker, H. P. Op de Beeck, W. M. Shim, S. Dang, C. Triantafyllou ve N. Kanwisher. 2008. "Feedback of Visual Object Information to Foveal Retinotopic Cortex." *Nature Neuroscience* 11 (12): 1439–45.
- Williams, M. A., T. A. Visser, R. Cunnington ve J. B. Mattingley. 2008. "Attenuation of Neural Responses in Primary Visual Cortex During the Attentional Blink." *Journal of Neuroscience* 28 (39): 9890–94.
- Womelsdorf, T., J. M. Schoffelen, R. Oostenveld, W. Singer, R. Desimone, A. K. Engel ve P. Fries. 2007. "Modulation of Neuronal Interactions Through Neuronal Synchronization." *Science* 316 (5831): 1609–12.
- Wong, K. F. 2002. "The Relationship Between Attentional Blink and Psychological Refractory Period." *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 28 (1): 54–71.
- Wong, K. F. ve X. J. Wang. 2006. "A Recurrent Network Mechanism of Time Integration in Perceptual Decisions." *Journal of Neuroscience* 26 (4): 1314–28.
- Woodman, G. F. ve S. J. Luck. 2003. "Dissociations Among Attention, Perception, and Awareness During Object-Substitution Masking." *Psychological Science* 14 (6): 605–11.
- Wyart, V., S. Dehaene ve C. Tallon-Baudry. 2012. "Early Dissociation Between Neural Signatures of Endogenous Spatial Attention and Perceptual Awareness During Visual Masking." *Frontiers in Human Neuroscience* 6: 16.
- Wyart, V. ve C. Tallon-Baudry. 2008. "Neural Dissociation Between Visual Awareness and Spatial Attention." *Journal of Neuroscience* 28 (10): 2667–79.
- . 2009. "How Ongoing Fluctuations in Human Visual Cortex Predict Perceptual Awareness: Baseline Shift Versus Decision Bias." *Journal of Neuroscience* 29 (27): 8715–25.
- Wyler, A. R., G. A. Ojemann ve A. A. Ward, Jr. 1982. "Neurons in Human Epileptic Cortex: Correlation Between Unit and EEG Activity." *Annals of Neurology* 11 (3): 301–8.
- Yang, T. ve M. N. Shadlen. 2007. "Probabilistic Reasoning by Neurons." *Nature* 447 (7148): 1075–80.
- Yokoyama, O., N. Miura, J. Watanabe, A. Takemoto, S. Uchida, M. Sugiyama, K. Horie, vd. 2010. "Right Frontopolar Cortex Activity Correlates with Reliability of Retrospective Rating of Confidence in Short-Term Recognition Memory Performance." *Neuroscience Research* 68 (3): 199–206.
- Zeki, S. 2003. "The Disunity of Consciousness." *Trends in Cognitive Sciences* 7 (5): 214–18.

- Zhang, P., K. Jamison, S. Engel, B. He ve S. He. 2011. "Binocular Rivalry Requires Visual Attention." *Neuron* 71 (2): 362–69.
- Zylberberg, A., S. Dehaene, G. B. Mindlin ve M. Sigman. 2009. "Neurophysiological Bases of Exponential Sensory Decay and Top-Down Memory Retrieval: A Model." *Frontiers in Computational Neuroscience* 3: 4.
- Zylberberg, A., S. Dehaene, P. R. Roelfsema ve M. Sigman. 2011. "The Human Turing Machine: A Neural Framework for Mental Programs." *Trends in Cognitive Sciences* 15 (7): 293–300.
- Zylberberg, A., D. Fernandez Slezak, P. R. Roelfsema, S. Dehaene ve M. Sigman. 2010. "The Brain's Router: A Cortical Network Model of Serial Processing in the Primate Brain." *PLOS Computational Biology* 6 (4): e1000765.

DİZİN

abulya (istem yitimi) 133
Adrian Owen 10, 267, 273, 276
ağırlıklı sembolik ortak bilgi 287
Alan Turing 119, 138
Albert Einstein 19
Alexandre Dumas 256
Alexandre Pouget 127
Alexandre Vialatte 120
alfa bandı 176
Al Gore 67, 68
algoritma 137, 243, 244
alın çıkıntısı 147
alın korteksi 40, 110, 132, 134,
147, 158, 170, 223, 231, 249,
293, 294, 304, 320, 322, 325
amantadin 296
Ambien 294, 295, 296
amigdala 73, 74, 98
Amiram Grinvald 240
anestezi 63, 87, 125, 203, 238,
240, 254, 261, 265, 268, 285,
288, 302, 304, 313, 334
anlam 21, 71, 75, 82, 88, 90, 92,
95, 97, 100, 106, 125, 148, 228,
230, 254, 328
Anthony Greenwald 92, 93, 94
Anthony Marcel 89
Antoine Bechara 109
Antoine Del Cul 9, 171, 325
Antonio Damasio 10, 15, 38, 228
Ap Dijksterhuis 110
Ariel Zylberberg 138, 233, 234
aritmetik 79, 108, 116, 253, 254
asetilkolin 238
Auguste Comte 39

bağışıklık sistemi 329
Bahador Bahrami 145

bakteri 228, 329
Barack Obama 19
Baruch Spinoza 209
Bayeşçi karar teorisi 146
Bayeşçi (ters çıkarım) istatistik
123, 124, 146
bazal sinir düğümü 104, 134, 220
bebekler 211, 299, 303, 304, 305,
307, 309, 320
Bechir Jarraya 10, 313
belirsizlik 64, 124, 125, 126, 127,
128, 131, 146, 332, 336
bellek 35, 113, 130, 131, 132, 134,
135, 138, 213, 216, 247, 276,
317, 327, 331
Benjamin Libet 121, 167
Bernard Baars 10, 41, 211, 212,
214, 217
beta bandı 176
beyaz madde 249, 252, 321, 324
beyin-bilgisayar arayüzleri 274,
275
beyin çıkıntısı 113, 134, 135, 194,
220
beyin epifizi 17, 210
beyin görüntüleme 21, 26, 61, 67,
73, 88, 97, 153, 184, 254, 259,
267, 272, 273, 276, 301
beyin hasarı 260, 263, 273
beyin ölümü 260
beyin sapı 249, 257, 263
bilgi 21, 22, 23, 27, 28, 29, 34, 35,
36, 37, 40, 50, 61, 69, 72, 74,
78, 80, 84, 85, 86, 118, 123,
124, 127, 130, 131, 135, 137,
140, 141, 142, 143, 146, 147,
148, 151, 164, 175, 176, 177,
178, 179, 181, 187, 193, 197,

199, 203, 209, 211, 212, 213,
215, 216, 217, 218, 220, 221,
223, 224, 225, 228, 230, 231,
246, 247, 248, 250, 251, 253,
264, 281, 287, 288, 294, 299,
301, 305, 311, 319, 327, 329,
331, 332, 333, 337
bilincin yerinde olmadığı haller
26
bilinç 10, 15, 20, 29, 31, 118, 151,
276
bilinç öncesi hal 247
bilişsel bilim 21
bilişsel psikoloji 153, 333
Bill Clinton 189, 192
boğulma 256, 258, 259
Broca bölgesi 224
Buridan'ın eşiği masalı 122
bütünsel ateşleme 160, 170, 174,
183, 185, 188, 238, 239, 248

Charles Darwin 19, 119, 310
Charles Sanders Peirce 123
Charles Sherrington 243
Christof Koch 10, 31, 177, 228
Claire Sergeant 9, 159
Clive Granger 179
Constantin von Economo 222,
321
çevre 187
çıkarım 71, 123, 148
çocuklar 320

Daniel Dennett 25, 27, 131, 214,
335
Dan Simons 52, 53, 101
Dante Alighieri 256
David Chalmers 332
David Leopold 44, 45
David Lodge 149, 298
davranış 61, 136, 205, 301, 302,
315, 316
delik problemi 125
depresyon 199
DNA 221, 322
doğrusal olmayan ateşleme 308

Dominique Lamy 10, 169
Donald Broadbent 88, 215
Donald Hebb 170, 226
Donald Rumsfeld 314
Doppler ultrasonu 260
Douglas Hofstadter 107
duygu 23, 57, 72, 74, 105, 109,
121, 250, 319

Édouard Claparède 74
Edward Vogel 232
elektroansefalografi (EEG) 26,
274
elektrotlar 26, 98, 175, 176, 188,
198, 275, 290, 292
El Yazmaları (Darwin) 310
Émile Zola 265
Eski Mısır 14
etik 29, 55
evrim 118, 119, 121, 132, 137,
140, 218, 299, 311

fareler 67, 68, 224, 299
farkındalık 23, 33, 40, 56, 61, 75,
99, 100, 106, 115, 121, 135,
142, 151, 169, 179, 190, 202,
219, 267, 268, 273
faz geçişi 237, 238
FBI 130, 131, 224
fensiklidin (PCP; melek tozu) 326
fizik 15, 19, 129, 334, 336
fizikçi 71, 287, 334, 335
Fizyolojik Optik (Helmholtz) 71
fonksiyonel manyetik rezonans
görüntülemesi (fMRI) 26, 80,
152, 153, 157, 193, 267, 268,
273, 280, 303, 304, 344, 352,
353, 355, 357, 360, 366, 371,
373
fosfen 198
FoxP2 223, 224
FoxP2 geni 223
Francis Crick 19, 31, 177, 228
François Mitterrand 68
Friedrich Nietzsche 143, 239
Gabriel Tarde 72

gama bandı 176, 177
 gazların kinetik teorisi 210
 genler, genetik 207, 221
 Georges Cuvier 118
 George W. Bush 67, 68, 262, 314
 Gerald Edelman 135, 229
 Ghislaine Dehaene-Lambertz 11, 303, 307
 Giordano Bruno 18
 Giulio Tononi 10, 225, 228
 Giuseppe Moruzzi 291
 glial hücreler 152
 glükoz (Şeker) 152
 görsel illüzyonlar 312
 göz hareketleri 73, 136, 194, 258, 265
 göz izleme cihazı 266
 gözler 14, 133, 194, 227, 265
 Granger nedensellik analizi 181
 Grill-Spector, Kalanit 154, 198, 356, 371
 Groucho Marx 87
 gürültü 244, 245
 güven 40, 146, 315, 323
 güvercinler 316
 Harry McGurk 85
 hata saptama 116, 330
 hayal gücü 16, 258, 268, 276
 H. C. Stevens 197, 366
 Henri Bergson 131
 Henri Poincaré 107, 115
 Henry Maudsley 72
 Henry Moore 117
 Hermann von Helmholtz 71, 123
 Hipokrat 20, 70
 Hippolyte Taine 212
 Hugo Lagercrantz 310
 hücre grupları 227, 230
 hücreler 27, 152, 192, 231, 235, 261, 321, 326
 ışık 19, 42, 45, 58, 71, 72, 83, 165, 166, 174, 197, 198, 200, 206, 207, 234, 236, 240, 289, 311, 312
 Itzhak Fried 188

Ivan Petrovich Pavlov 133
 işsi girus 154
 ikicilik 15, 216, 334
 iletişim 27, 144, 178, 179, 196, 213, 216, 256, 259, 263, 264, 265, 267, 270, 271, 273, 274, 275, 282, 284, 286, 293, 294, 319, 322, 331
 inferotemporal [temporal altı] (IT) korteks 44, 46
 İnsan Beyni Projesi 255
 insula 158
 istatistik 86, 124
 istem dışı körlük 56, 204, 242, 245, 246
 işitme 157, 257, 276
 Jacobo Sitt 9, 287
 Jacques Hadamard 108
 James Clerk Maxwell 210
 Jan Born 112
 Javier DeFelipe 223
 Jean-Dominique Bauby 257, 258, 265
 Jean-Pierre Changeux 9, 211, 233, 235, 244, 323
 Jérôme Sackur 9, 139
 John Broadus Watson 25
 John Eccles 334
 John Hughlings Jackson 71
 John Marshall 78
 John Selfridge 226
 Joseph Giacino 264, 290, 292
 Julian Jaynes 107, 152
 kalp durması 259
 karar verme 16, 67, 122, 130, 131, 137, 141, 146, 147, 150, 220, 315, 327, 336
 karbondioksit 249
 kelimeler 41, 78, 80, 82, 87, 90, 93, 94, 99, 100, 110, 144, 146, 155, 159, 160, 161, 175, 225, 268
 kendini tanıma 38, 39

Kinds of Minds [Aklın Türleri]

(Dennett) 131

kolikulus 73, 75

Komadan Çıkma Ölçeği 264

korku 59, 74, 198

korpus kallosum 325

korteks 37, 44, 64, 73, 74, 75, 76,

77, 78, 98, 110, 116, 134, 154,

155, 158, 161, 162, 173, 177,

193, 195, 198, 199, 204, 206,

216, 222, 234, 235, 240, 253,

266, 268, 277, 283, 286, 291,

292, 295, 296, 301, 321, 325

kör görüşü 77, 168, 169, 312

körlük 52, 53, 56, 204, 242, 245,
246

kuantum mekaniği 334

Kutsal Hastalık (Hipokrat) 70**Lectures on Literature [Edebiyat**

Dersleri] (Nabokov 150

Leonardo da Vinci 228

Lionel Naccache 9, 11, 61, 94,

136, 211, 276, 280, 287

Lucretius 334, 335

Ludwig Boltzmann 210

Lynn Uhrig 9

Macbeth (Shakespeare) 290

manyetoensefalografi 153, 159

Marcel Gauchet 70

Marcello Massimini 282

Marcel Proust 151

Mariano Sigman 10, 138, 233, 276

Martin Eimer 200

Martin Monti 270

maskeleme (alt algı imgeleri) 57,

58, 60, 69, 89, 101, 105, 111,

135, 153, 154, 156, 174, 183,

191, 204, 306, 307, 312, 324

Max Velmans 120

maymunlar 111, 192, 316

McGurk etkisi 85, 86

Megaloceros 119, 355

Melvyn Goodale 76

metabolizma 286

Michael Posner 10, 216

Michael Tooley 300

Michel Juvet 13, 14

miyelin 301, 309

moleküler biyoloji 333

Mona Lisa (Leonardo) 228, 230**Monte Cristo Kontu** (Dumas) 256,
266

Moti Salti 9, 169

N1 dalgası 160

N2pc 103

N400 99, 100, 360

Natua 315, 316

Ned Block 10, 332

nefes alma 16, 70

nesneler 131, 217, 225, 231, 232,
246

Nicholas Schiff 274, 290

Nikos Logothetis 10, 44, 45, 192

Noam Chomsky 319

noradrenalin 238

norepinefrin 185

nörobilim 1, 21, 318, 333

nöronlar 17, 30, 86, 87, 124, 125,

126, 170, 171, 178, 188, 189,

191, 192, 193, 194, 197, 203,

219, 222, 223, 224, 226, 227,

228, 229, 230, 231, 232, 234,

236, 237, 239, 243, 244, 251,

260, 294, 296

nöroteknolojiler 207

oksijen 152, 210, 249, 259, 273,
286, 295

oksijen eksikliği 273

Olaf Blanke 10, 63

olasılık 56, 59, 109, 123, 127, 129,
139, 167, 203

ön loblar 173

önseziler 110, 142

ön temporal lob 229

P1 dalgası 160, 161

P3a dalgası 160, 162

P3b dalgası 160

- P3 dalgası 151, 160, 162, 163,
169, 173, 182, 200, 206, 232,
276, 277, 278, 279, 280, 325
parahipokampal girus 194, 268
parietal loblar 163, 221, 284
Paul Fletcher 327
Paul Ricoeur 148
Paul Taylor 200
Peter Halligan 78
Pierre Janet 72
planlama 35, 73, 132, 133, 302
prematüre 276, 299
premotor korteks 268
primatlar 197, 320, 321
Psikolojinin İlkeleri (James) 35,
72, 118, 216
- Quian Quiroga 188
- Rafi Malach 177, 188
refleks arkı 71
refleksler 71, 258
René Descartes 15, 17, 28, 65,
163, 165, 206, 243, 318
resim 13, 14, 43, 45, 59, 78, 79,
102, 114, 132, 188, 189, 190,
191, 192, 195, 207, 241, 307,
323
Richard Abrams 92
Robin Dunbar 144
Roger Penrose 334
ruh 14, 152, 329, 330, 337
- sağ yarımküre 74
Santiago Ramón y Cajal 218, 220
sara 70
sayılar 78, 94, 95, 97, 112, 116, 217
Science (dergi) 20, 92, 93, 94, 115,
267, 275, 339, 340, 341, 342,
343, 345, 347, 348, 349, 350,
351, 352, 353, 354, 355, 356,
357, 358, 359, 360, 361, 362,
364, 365, 366, 367, 368, 369,
370, 371, 372, 375, 377, 378,
379, 380, 381, 382, 383, 386,
387
- Seiji Ogawa 152
ses 26, 39, 47, 51, 85, 133, 134,
145, 155, 157, 199, 234, 241,
246, 277, 278, 279, 280, 281,
305, 316
ses perdesi görevi 316
Sid Kouider 9, 11, 307
Sigmund Freud 69, 107, 247
Simon van Gaal 9, 99, 114
Simpsons 192
singulat korteks 158, 193
sinir taşıyıcılar 233
sosyal algoritmalar 143
S. P. Thompson 197
Stéphanie Clarke 224
Stephen Jay Gould 120
Strato 20
STS (üst temporal sulkusu) [öst
ön temporal beyin kıvrımı
girintisi] 44
Stuart Hameroff 334
Stuart Sutherland 34
subtalamik nükleus 199
şartlandırma 133, 134, 135
şizofreni 298, 299, 323, 328, 329
- temporal lob 229
Terri Schiavo 262, 273, 291
The Organization of Behavior
[Davranış Organizasyonu]
(Hebb) 170, 226
Théodule Ribot 72
Thérèse Raquin (Zola) 265
Thomas Aquinas 15, 71
Tor Nørretranders 121
Tristan Bekinschtein 9, 276
T. S. Eliot 67
Turing makinesi 138
- Ullrich Wagner 112
uyku 13, 14, 17, 35, 37, 113, 194,
195, 199, 233, 238, 239, 252,
259, 261, 262, 267, 279, 288,
294, 295, 310
üstbiliş 39, 40, 314

- V1 alanı 219, 222
V4 alanı 46
ventralstriyatım 106
Viktor Lamme 202
Vincent Walsh 200
Vladimir Nabokov 5, 73, 150, 298,
314
Wheatstone, Charles 43, 44, 45
William James 15, 28, 35, 36, 101,
118, 215, 243, 386
yanılsama 25, 32, 42, 44, 85, 186
yapay zekâ 87, 138, 149
yeni doğan 14, 300, 310
yüz kümeleri 224
zihin 10, 13, 14, 15, 17, 35, 50, 51,
88, 90, 111, 117, 132, 134, 137,
142, 151, 162, 164, 207, 209,
210, 226, 269, 276, 281, 299,
309, 319, 323

BİLİNÇ VE BEYİN

Dünyaca ünlü nörobilimci Stanislas Dehaene bu kitabında beynimizin düşünceleri nasıl kodladığı problemi üzerine yoğunlaşıyor. Dil ve sayısal işleme dair bilişsel nörobilim alanında son gelişmelerin aktarıldığı kitapta, beynimizin nasıl bilinçli düşünceler oluşturduğu irdeleniyor. Artık beyin görüntüleme çalışmaları sayesinde bilinçli olma hali ile bilinçdışı beyinsel etkinlikler ayrımı yapılabiliyor ve böylece beynimizin gizemleri ortaya çıkıyor. Bilişsel nörobilim araştırmaları tek tek nöronların etkinliğini ölçerek hayvanlarda, bebeklerde ve yetişkin insanlarda bilincin sınırlarını açığa çıkartıyor.

“Dehaene’nin bu iddialı çalışması, dünyanın en büyük gizemlerinden birine ışık tutuyor... Harika bir kitap.”

—*The Washington Post*

“Dehaene bir bilinçdışı ustası.”

—*Scientific American Mind*

“Bu eser bilincin nöronlar temelinde nasıl şekillendiğini ortaya koyan en kapsamlı çalışma.”

—*Chris Frith, Nature*

“Bu kitap bilinç biliminin doğumunu belgeliyor...”

—*Christof Koch, Science*



ALFA



alfakitap



alfakitap



alfakitap

www.alfakitap.com



BİLİM