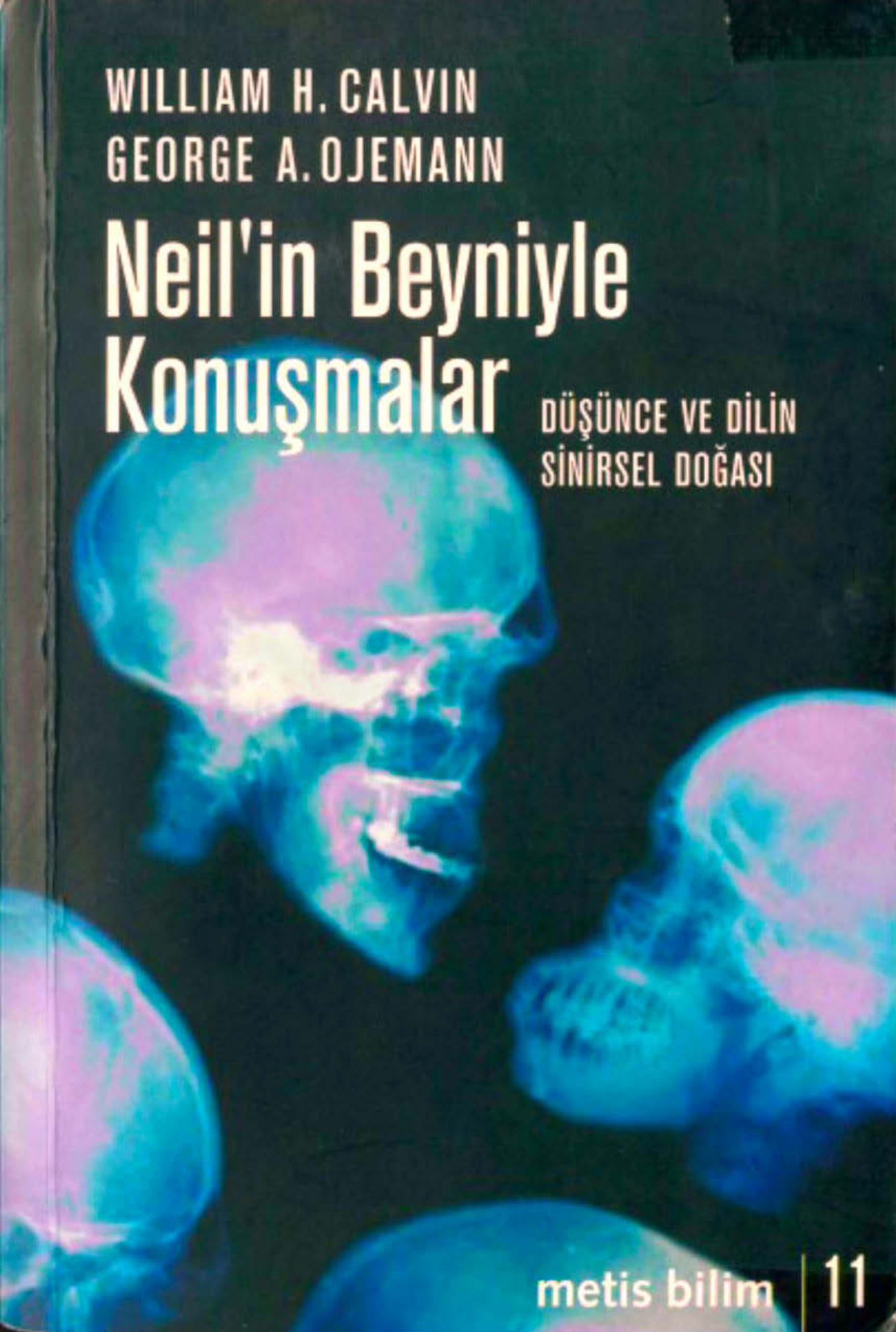
WILLIAM H. CALVIN
GEORGE A. OJEMANN

Neil'in Beyniyle Konuşmalar

DÜŞÜNCE VE DİLİN SİNİRSEL DOĞASI



metis bilim | 11

metis bilim | 11

Bir ameliyathane, iki doktor ve beyin ameliyatı geçirmek üzere olan bir epilepsi hastası... Ameliyat masasında yatmakta olan Neil bu aşamaya gelene dek doktorlarıyla beyin üzerine uzun sohbetler etmiş, ilginç deneylerden geçmiş; nitekim aralarındaki diyalog ameliyathanede de sürüyor ve biz okurlar da bu aydınlatıcı sohbetlere kulak misafiri oluyoruz.

Bilinç nedir ve beynin neresindedir? Beyin ile benlik arasında nasıl bir ilişki vardır? İnsan düşünürken, hissederken, dış dünyayı algılarken beynin farklı bölümlerinde hangi hummalı faaliyetler sürüp gider? Doğuştan gelen veya sonradan gerçekleşen hasarlar nedeniyle bu faaliyetlerin aksaması halinde neler olur? Bellek nedir ve nasıl işler? Ruhsal bozuklukların fiziksel nedenleri nelerdir? Dil nasıl öğrenilir ve konuşurken ya da konuşulanı dinlerken beynin dille ilgili kısmında neler olup biter?

Nörobiyolog William H. Calvin ve beyin cerrahı George A. Ojemann'ın birlikte kaleme aldığı Neil'in Beyniyle Konuşmalar, bizi beynin son derece karmaşık, incelikli, hayret verici dünyasına götüren sürükleyici bir kitap.

Metis Bilim
ISBN-13: 978-975-342-717-3

9 789753 427173

Metis Yayınları
www.metiskitap.com

11 | WILLIAM H. CALVIN-GEORGE A. OJEMANN Neil'in Beyniyle Konuşmalar

WILLIAM H. CALVIN
GEORGE A. OJEMANN

Neil'in Beyniyle Konuşmalar

William H. Calvin: 1939 doğumlu Amerikalı nörobiyolog. Sinir bilimlerinin ve evrimsel biyolojinin popülerleşmesinde önemli bir rol oynamış olan Calvin beyin, evrim, zihin, dil, paleoantropoloji ve paleoiklim gibi çeşitli konular üzerine birçok kitap ve makale kaleme almıştır. Halen Washington Üniversitesi'nde psikiyatri ve davranış bilimleri profesörü olarak hizmet veren Calvin'in eserlerinden bazıları şunlardır: *Global Fever: How to Treat Climate Change* (2008), *A Brief History of the Mind: From Apes to Intellect and Beyond* (2004), *Lingua ex Machina: Reconciling Darwin and Chomsky with the Human Brain* (Derek Bickerton'la birlikte, 2000), *How Brains Think: Evolving Intelligence, Then and Now* (1996), *The Ascent of Mind: Ice Age Climates and the Evolution of Intelligence* (1991), *Inside the Brain* (George Ojemann'la birlikte,1980).

George A. Ojemann: 1959 yılında Iowa Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun olmuş, 1967-2005 yılları arasında beyin cerrahı olarak hizmet vermiştir. Uzmanlık alanı epilepsi tedavisi olan Dr. Ojemann meslek yaşamı boyunca birçok ödüle layık görülmüş, birçok başarılı makaleye imza atmıştır Washington Üniversitesi, Harborview Tıp Merkezi ve Seattle Çocuk Hastanesi'nde yürütmekte olduğu görevinden 2005 yılında ayrılan Dr Ojemann, bilme yetisinin nörobiyolojisine, özellikle de dil ve belleğin beyindeki organizasyonuna odaklanan araştırmalarını halen sürdürmektedir. Eşyazarlık yaptığı kitaplar şunlardır: *Inside the Brain* (William Calvin'le birlikte, 1980), *Epilepsy Surgery* (Daniel L. Silbergeld'le birlikte, 1993).



Metis Yayınları
İpek Sokak 5, 34433 Beyoğlu, İstanbul
Tel: 212 2454696 Faks: 212 2454519
e-posta: info@metiskitap.com
www.metiskitap.com

Neil'in Beyniyle Konuşmalar
Düşünce ve Dilin Sinirsel Doğası
William H. Calvin, George A. Ojemann

İngilizce Basımı: Conversations with Neil's Brain
The Neural Nature of Thought and Language
A Member of the Perseus Books Group, New York, 1994

© William H. Calvin and George A. Ojemann, 1994
© Metis Yayınları, 2009
© Türkçe Çeviri: Gürol Koca, 2009

Birinci Basım: Ekim 2009

Yayıma Hazırlayanlar: Ali Bucak, Özde Duygu Gürkan

Kapak İllüstrasyonu: Emine Bora

Dizgi ve Baskı Öncesi Hazırlık: Metis Yayıncılık Ltd.
Baskı ve Cilt: Yaylacık Matbaacılık Ltd.
Fatih Sanayi Sitesi No. 12/197-203
Topkapı, İstanbul Tel: 212 5678003

ISBN-13: 978-975-342-717-3

WILLIAM H. CALVIN
GEORGE A. OJEMANN

Neil'in Beyniyle Konuşmalar

DÜŞÜNCE VE DİLİN SİNİRSEL DOĞASI

Çeviren:
Gürol Koca

metis

İçindekiler

1 Beyne Açılan Bir Pencere 11

2 Bilincini Kaybetmek 30

3 Beynin Konuştuğunu Görmek 50

4 Dil Sol ise Sağ Nedir? 70

5 Dikkatini Toplama Sorunları 87

6 Mütevazı Nöronun Kişiliği 102

7 Bellek Nedir ve Neredедir? 123

8 Anılar Nasıl Oluşur? 137

9 Ön Tarafta Neler Oluyor? 151

10 İnsanın Düşünce ve Ruh Halinde Aksaklıklar Görülmeye Başladığında 166

11 Beyni Budayarak Ayarlamak 188

12 Dili Öğrenmek ve Yeni Baştan Öğrenmek 202

13 Görsel İmgeyi Parçalamak 222

14 Beynin Dili Bölümlere Ayırışı 237

15 Neden Bu Kadar İyi Okuyabiliyoruz? 250

16 Şeyleri Yeni Biçimlerde Sıraya Dizmek 262

17 Şakak Lobunun Derinliklerinde,
Beyin Sapının Hemen Karşısında 272

18 Anlatıcının Peşinde 286

Sonsöz 314

Genel Kaynaklar 316

Yararlanılan Kaynaklar 317

Notlar 318

Yazarın Notu 350

Dizin 351

Birinci Bölüm

Beyne Açılan Bir Pencere

El yıkama bir ameliyathane ritüelidir ve ben bu ritüel pratiğimi biraz kaybettim. Dirseklerin aşağıda dursun ki, su kirli bölgelerden temiz bölgelere doğru değil de dirseklerinden aşağı aksın, diye hatırlatıyorum kendime. Ovala, iyice ovala. Ellerimi üç dakika daha yıkamam lazım, sonra ameliyathaneye girişim muhteşem olacak.

Pek sık tekrarlamadığım için düşüne düşüne yapsam da, bu temizlik ritüeli bir cerrah için otomatik olarak yerine getirilen, en fazla bisiklet kullanmak kadar düşünce gerektiren bir ritüeldir. Bir cerrah, hasta hakkında düşünmek, vakanın yeni yönlerini müşahede etmek, tercihleri sorulduğunda hastanın neler söylediği üzerinde düşünmek için sessiz sakin bir on dakika harcar. Bu tür beyin cerrahilerinde, hastanın beyninin kendine has özelliklerine göre, ameliyat esnasında birçok değişiklik yapmak gerekebilir. Çoğunlukla ameliyat esnasında, hastanın sonraki hayatını etkileyebilecek ciddi kararlar almak da gerekebilir. Hastanın epilepsi nöbetlerini tamamen bertaraf etmek ile dil ve bellek yeteneklerini korumak arasında çelişkide kalındığı olur. Beyin ve sinir cerrahisinde bu tür konularda başvurulan ilkelerden biri "Dil yeteneğinde kayıp olmasındansa biraz nöbet kalması yeğdir" ilkesidir. Bugün ilerleyen saatlerde, Neil'in beyninin bir kısmı alınırken de böyle bir değerlendirme gündeme gelebilir.

Lavabonun yanında bir pencere var. Oradan ameliyathanenin içinde neler olup bittiğine bakıyorum. Steril örtülerle oluşturulmuş büyük, mavi çadırı görüyorum, çadır Neil'in vücudunun büyük bir kısmını kaplamış. Onu ameliyat öncesi yapılan konferansta gördüğümü hatırlıyorum: bir hasta ve yirmi meraklı doktorun katıldığı bir konferans. Olağan "hasta başına düşen doktor" oranının çok

üzerinde bir oran bu, buralarda bile. Konferans, benim gibi beynin normalde nasıl çalıştığını merak eden insanları bir araya getirmişti, ama en çok da bu tür konferansaları kaçırmayan epilepsi uzmanları doldurmuştu salonu.

Konferanstan önce, Neil'le yazarlardan konuşurken, kendisinin de bir çeşit uzman yazar olma yolunda ilerlediğini söylemişti bana: Gazetelerin "okur yazıları" bölümüne emniyet kemeri takma konusunda yazılar yazıyormuş. Epilepsisine neden olan kafatasındaki kırık, on beş yıl önce alışveriş için markete yaptığı o kısa mesafeli araba yolculuklarından birinde direksiyona çarpması sonucu oluşmuş.

Ameliyatlık epileptiklerin çoğu gibi Neil'in de ameliyat konusunda motivasyonu hayli yüksekti. Gün boyu sürecek bir ameliyatın, hemen her hafta nöbetle cebelleşmenin yanında hiç kaldığını söylemişti bana. Ayrıca beynimin nasıl çalıştığını hep merak etmişimdir, bu sayede biraz bir şeyler öğrenebilirim belki, diye de eklemişti.

Epileptikler diğer zihinsel rahatsızlığı olanlar gibi değildir, sorunları hakkında az çok fikir sahibidirler. Nöbetler geçicidir, nöbetler arasındaki zamanlarda pek sorun yaşanmaz. Bir nöbet genellikle zarar vermez size, tabii o sırada araba veya uçak kullanmıyorsanız. Nöbetleri ciddi bir sorun haline getiren tekrardır. Genellikle dört epileptikten birine antikonvülsan (kasılma önleyici) ilaçlar fayda etmez. Epilepsiye neden olan "kasılma merkezi" bölgesi belirlenebilirse ve bu bölge yararından çok zararının dokunduğu bir yerdeyse, bazen cerrahi yolla alınabilir. Sorunlu bölge tespit edilmek üzere beyin yüzeyini açmadan önce bir sürü test yapmak gerekir. Hasta iki saat içinde ayılır, yalnızca lokal anestezinin etkisi altındadır artık; ona verdiğimiz beyin egzersizlerini yapar, biz de bu esnada beynini inceleriz.

Bir dakika. Kapıyı unutma. İnsanlar genelde iki taraflı açılıp kapanan kapıları elleriyle iterek açarlar. Cerrahlarsa bu tür kapıları omuzlarıyla açmaya alışmışlardır. Ellerini uzatmazlar. Cerrahların yeni yıkanmış elleri steril tutma tekniğini öğrendiğimden beri tıp fakültesinde sağımı solumu kolaçan ederim. Ellerini yıkamamış dahi olsalar cerrahlar kapıları omuzlarıyla açarlar. Bir konferans salonuna giren insanları izlerseniz, kimin cerrah olduğunu bu omuz hareketinden hemen anlayabilirsiniz.

Fırçayı hiçbir şeye dokunmadan çöpe at. Ayak kumandalı evyenin musluğunu dizinle kapa. Açılır kapanır kapının penceresinden ameliyathaneden birilerinin çıkıp çıkmadığını kontrol etmek için içeri bak. Sırtını kapıya daya. Bekle. Derin bir nefes al. Nefes ver. (Hayır, bunlar kontrol listesinde yok, ama sahneye çıkmadan önce herkes böyle yapıyor.) Kapıyı sırtınla ittirip aç, yavaşça dönüp kapı kanatlarının birleştiği yerden içeri gir. Sahnenin solundan başka bir oyuncu içeri giriyor.

İçeri girdiğimi kimse fark etmemiş gibi görünüyor.

Bugün ameliyathane kapısının üzerinde özel bir işaret asılı: "Sessiz olun lütfen. Hasta uyanık." Bu işaret, anestezinin etkisi altındaki hastalarla çalışan ameliyathane görevlilerinin kendi aralarında yapmaya alışık oldukları sohbetleri önlemek için konmuş. Lokal anestezi altındaki hastaların hemşirelerin geçen haftaki veya yandaki ameliyathanede ameliyat olan hastadan bahsettiklerini anlayamayabilecekleri uzun yıllar önce fark edilmişti.

Yine de burasının sessiz bir kütüphaneyi andırdığı pek söylenemez. Ameliyathane sesten geçilmiyor. Boşa çalışan emme makinesinin çıkardığı gurultular, kalp monitörünün düzenli bip sesleri, bir sürü elektronik aletin içindeki fanların koro halinde çıkardığı monoton sesler; hareketli bir ofisteki gibi arka planda duyulan sesler değil bunlar, duvarlarda ve diğer katlarda yankılanıyorlar. İçeride yalnızca bir telefon var ve numarası kayıtlı değil. Burada telefon çok az çalar, çaldığında da bazen sirküle hemşire açar ve kısa bir soruya cevap verir.

Az önce telefon çaldı ve iki yıllık stajyer hekim eldivenlerini çıkarıp ameliyathaneyi terk etti; stajyer şefi acil bölümünde yardımına ihtiyacı olduğunu söylemiş. Stajyer telefonun yanından ayrılırken beni fark etti, şaşırmış gibi bir hareket yaptı, ameliyathane kapısından çıkarken de bana el salladı. Acilde neler oluyor acaba?

Bekleme odası ameliyathaneye göre çok daha sakin kesinlikle. Her zamanki ortamım değil burası. Tamamen yabancısı sayılmasam da, dirseklerim henüz ıslakken, dirseklerimden sular damlarken ne zaman içeriye girsem, ameliyathane Alice'in Harikalar Diyarı gibi gelir bana. Bırakın cerrahlığa, doktorluğa bile en ufak bir ilgim yoktu. Fizik bölümüne başladım, ama çok geçmeden beyne ilgi duyarak

yolumu değiştirdim. Fincanı tutarken eline nasıl komut verirsin? Zihnin seni aldattığında beyninde ne tür terslikler olur? Alışveriş listesini nasıl yazarsın veya mesleğine nasıl karar verirsin?

Genelde masa başında, düzensiz biçimde üst üste konmuş tıp dergileri yığını arasında çalışırım, bir-iki bilgisayar dergilerin altına saklanmış olur çoğunlukla. Arkeolog arkadaşlarım ofisimi gördüklerinde güler ve bu katmanlardan aşağı doğru ilerledikçe fizik katmanına ulaşılıyor galiba, diye takılırlar bana. Arkeolog, dilbilimci ve bilgisayar mühendisleriyle ortak ilgi alanlarımız hakkında sık sık konuşurum. Psikologlar ve primatologlarla da bu meseleleri değerlendiririz; geçenlerde bir şempanze için, zamanı doğru tahmin etme yeteneğini ölçmeye yarayan bir bilgisayar oyunu hazırlamıştım.

Çoğunlukla beynin işlevleriyle ilgili teorik modeller yapıyorum; son zamanlarda da, "zihnin altıgen mozaiği" adını verdiğim bir elektrik örüntüsünü incelemekle meşgulüm. Beyin cerrahı ve psikiyatrist arkadaşlarım çok ilginç bir sorunu olan bir hasta olduğunda beni çağırırlar, bunun dışında hastalarla pek işim olmaz. Ben nöropsikoloğum. Benim ihtisas alanım beyin (nasıl çalıştığı, nasıl bir evrim geçirdiği).

O halde ameliyathanede ne arıyorum? Ben "destek vermek", gerektiğinde yardımcı olmak, elektronik aletlerde zaman zaman meydana gelen ufak tefek sorunları halletmek üzere geldim buraya. Burada bulunmamın sebeplerinden biri de, beyin ve sinir cerrahı beynin yüzeyinin haritasını çıkartırken hastayı dikkatle incelemek; serebral korteks (beyin kabuğu), insan ile maymunu ayıran en büyük fark ne de olsa. Bizim serebral korteksimiz maymunlardan dört kat fazladır.

Gerçek insan beynini görme şansını nadiren yakalıyorsunuz, özellikle de dil korteksi sizinle konuşurken. Sözcükleri bir şekilde hatırlar, bunları bir araya getirip cümle oluşturur, bu cümleler içinden hangisini yüksek sesle söyleyeceğini bulur ve konuşmayı sürdürmek için bunların hangisini bilinçaltında tutacağına karar verirken. Bütün bu kararlardan kendine has bir kişi (bu durumda Neil) ortaya çıkar.

Cümlelerin nasıl oluştuğunu inceleme şansı ise çok daha ender geçer elinize. İsimlerin nereden çıktığına veya nerede birbirlerine eklenerek cümleleri oluşturduklarına bakma, beynin hangi alanları-

nın okuma konusunda uzmanlaştığını görme, beyinde sözdizimlerinin bulunduğu noktaları, hatta belki de, dilbilimcilerin beyinde bulunması gerektiğini iddia ettikleri "derin yapı"yı bulma şansını kolay kolay elde edemezsiniz.

Ellerim havada bekliyorum; dirseklerim son damlayı damlatma tehdidi taşıyor hâlâ. Nihayet bekleme odası ile ameliyathane arasındaki koku değişikliğini fark ettim: Bekleme odasına hâkim olan koku sabun kokusuyken (sürekli el yıkandığı için), ameliyathaneye yeni yıkanmış çamaşır kokusu hâkim; bu koku, yeni açılmış temiz örtü ve cerrah gömleklerinden geliyor.

Sterilizasyon hemşiresi beni görüyor, ama beyin ve sinir cerrahına birtakım havlular vermekle meşgul. Nihayet, verdiği havluların cerrahı bir süre idare edeceğine karar verdikten sonra, steril bir havlu alıp bana veriyor. "Durun bakalım, yanlış hatırlamıyorsam siz yedi buçuktunuz." Eldiven numaram buydu gerçekten de. Bu kadar zaman sonra nasıl hatırlayabildi acaba? Eminim ellerime bakıp tahmin etmiştir.

Gömleğimi giyip eldivenlerimi taktıktan sonra, hiçbir şeye dokunmadan çevreye dağılmış olan ekipmanın etrafından dolanmalıyım. Ellerim meditasyon yapan bir rahip veya dikkatli bir poker oyuncusu gibi göğsümde, anestezistin hava tanklı gaz makinesinin etrafından dolanıyorum. Steril örtülerin arasından Neil'i görüyorum. Neil'in yüzünü yalnızca anestezist görebiliyor. Bense Neil'in kol ve



Neil steril çadır içinde

bacaklarını görüyorum. Neil hareketli. Hiç şaşırmadım.

Geç geldiğim için, gayet münasip bir biçimde "açılış" olarak tabir edilen ilk sahneyi kaçırdım. Neil sağ tarafına yatmış, yani başının sol yanı yukarı bakıyor. Sorun Neil'in beyninin sol yanında. Cerrahın Neil'in epilepsi nöbetlerine neden olan beyin bölümünü görmek için kafatasından el büyüklüğünde bir parçayı alması gerekecek; böylece, sol gözüyle kulağının hemen üstünde beyne açılan bir pencere meydana getirecek. Kemiğin tek parça halinde çıkarılması gerekiyor, çünkü öğleden sonra bu parça Neil'in kafatasına tekrar yerleştirilerek bu pencere kapatılacak. Kafatasının açılması matkap ve testerelerle halledilivériyor; ama bunlar marangozların gıpta edeceği türden iyi aletler, kafatasının altındaki katmanlara zarar vermeyecek şekilde tasarlanmış aletler.

Dolayısıyla, açma biraz gürültülü bir iş. Bu işlem boyunca Neil uyuyordu tabii. Bu işlem bitmiş artık, damardan verilen kısa etkili anestezik madde durdurulmuş, böylece Neil'in uyanması sağlanmış. Sonraki evrede Neil'in uyanık olması gerekiyor. Operasyonun bu evresinde onun canını acıtacak pek bir şey yok. Beynin yüzeyine dokunmak herhangi bir dokunma duyusu oluşturmaz. Beynin bu tür şeyleri algılamasını sağlayacak alıcıları yoktur, ama vücudun başka yerlerindeki alıcılardan mesajlar alır.

Arkeologlar George Ojemann'ın ofisini benim ofisimden daha eğlenceli bulurlardı herhalde. Her yerde üst üste yığılı bir sürü kitap, dergi var. ("Benim dosyalama sistemim de bu," diyor George. "Geri istediğin kitabı bana hangi yıl vermiştin?") Hasta kayıtlarını elbette başka yerde tutuyor, ki mevcut dosyalama sisteminin keyfini sürmesinin nedenlerinden biri de bu.

Nöroşirürji bölümünün ameliyathanesi, klinikteki çeşitli muayenehaneler, hasta koğuşları, röntgen filmlerinin asılıp vakalar üzerinde tartışmaların yapıldığı konferans salonları, bütün buralar, yeni bir çift ayakkabıyı hepimizden çabuk eskitebilen beyin ve sinir cerrahları için birer "ofis" niteliğindedir.

Burada, ameliyathanede beyin ve sinir cerrahı gemi kaptanı gibidir; gemiyi zorlu denizlerde yüzdürürken binlerce kişiye (gerçi şu an için yarım düzine demek daha doğru) emir yağdırır. Spot ışıkları bile cerrahı takdim eder gibidir; ama steril alan ile hastanın beynini

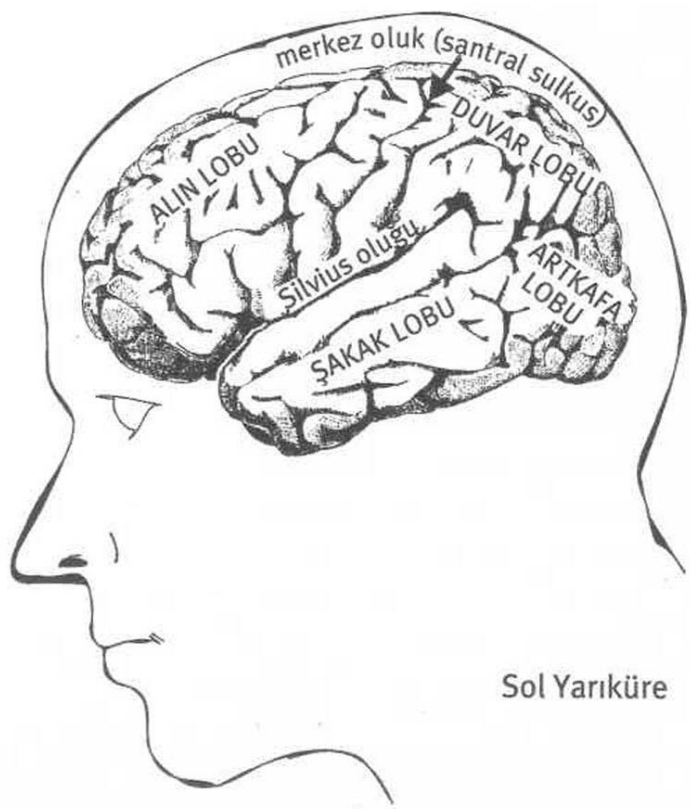
gördükten sonra, cerrahın tesadüfen aydınlatıldığını fark edersiniz: Arkadan vuran spot ışıkları beyni, beyinden yansıyan ışık da cerrahın yüzünü aydınlatır. Yüzüne nur inmiştir, ama yansımış bir nurdur bu aslen.

Nihayet son engeli de aştıktan sonra George'un yanına yaklaşıyorum, "Birazdan elektrikli uyarıcı hazır olacak," diyor bana yavaşça. Steril elektronik kutuyu açma vaktinin geldiğini belirten bir işaret bu. Ameliyathane hemşiresine yanıma gelip yardım etmesini işaret ediyorum (kısa bakış fırlatma ve kaş kaldırma ameliyathanelerde önemli bir iletişim tarzıdır – ameliyat maskesi yüz ifadelerinin büyük bir bölümünü gizliyor zira).

"Neil," diyor George sesini biraz yükselterek, "burada her şey yolunda. İstiyorsan bir parça daha dön. Nasılsın?"

"İyiyim," diye boğuk bir ses geliyor steril örtülerin altından. "Ne yapıyorsunuz şimdi?"

"Durayı yerine sabitliyoruz, bir sonraki aşama için ortalığı toparlıyoruz. Sana rahatsızlık verecek başka şey olmayacak," diyor George. "Acı verecek noktaya biraz lokal anestezi yaptım, ama



uzun bir süre duranın o bölümüne dokunmayacağız zaten." Dura, beyni saran sert "deri"; genellikle, hasta farkına bile varmadan bu zarı kesebilir veya çekiştirebilirsiniz, ama bazı hastalarda duraya, deri kesiklerine uygulanan her zamanki dozdan biraz daha fazla lokal anestezi uygulamak gerekebiliyor.

Sirküle hemşire elektronik kutuyu saran ilk ambalajı, alttaki ambalaja dokunmadan açıyor. Sonra geri çekiliyor ve kaş hareketleriyle "Bundan sonrası artık size ait" işareti veriyor. Göğsüme kavuşturduğum ellerimi ilk kez kullanıyor ve kutuyu koruyan ikinci ambalajı açmaya başlıyorum. Ameliyathanenin tavanındaki spotlardan biri, kutunun bulunduğu masanın üzerine vuruyor, eski ekmek kutularının boyunda ve içi alışılmadık şeylerle dolu kutu şeffaf şeffaf parlıyor.

Gerçekten de kutuda sadece iki tanıdık nesne var ve onlar da ameliyathanede yadırgatıcı duruyor: alelade bir klipsli kâğıt altlığı ve sivri uçlu sarı bir kalem. İkisi de steril elbette. Elektrikli uyarıcıyı buluyorum ve kabloları açıyorum. Bunu beynin katmanlarına elektrik akımı vermek için kullanıyoruz. Bir keresinde koluma beyinlerde kullandığımız akım gücünü (birkaç miliamper) uygulamıştım, tek hissettiğim şey hafif bir karıncalanmaydı. Acı hissetmemiştim.

Arkama, hastanın olduğu tarafa dönüyorum, George'un, kesiği steril tuzlu solüsyonla yıkayıp, sonra da solüsyonu makineyle emerek "ortalığı toparlayışı"nı seyrediyorum. Artık hiçbir yerden kan akmıyor gibi görünüyor. Ama beynin yüzeyine dağılmış halde birçok kan damarı olduğu için Neil'in beyni beyaz, pembe ve kırmızı görünüyor. Beynin çalışması için çok oksijen gerekir, bu yüzden, kalbin pompaladığı temiz kanın beşte biri beyne gider.

Neil'inki bana normal bir beyinmiş gibi geldi, ama ben uzman değilim. George da bir şey söylemedi daha. Beynin açıkta kalan kısmının sağına soluna nazikçe dokunuyor, özellikle de Neil'in sol kulağına en yakın bölgesine. Neil bir şey hissediyor mu? Hayır.

"Buraya kadar normal gibi," diyor George. Bazen yaralı doku sert olur, esnekliği hafif bayat bir lokumunki gibidir. Bu bölgede başlayan epilepsi nöbetlerini neyin tahrik ettiği belli değil. Buna bir tümör veya eski bir yara neden oluyor olabilir. Öğleden sonra mikroskopla bakınca başka bir şey de ortaya çıkabilir. Ama Neil'in uzun zaman önce geçirdiği kafatası kırığı nedeniyle eski bir yarayla kar-

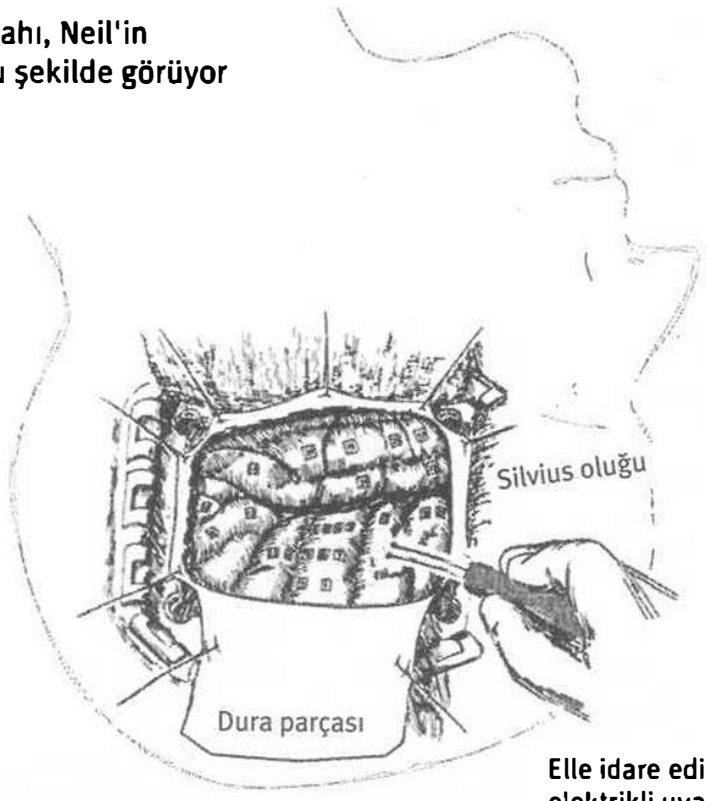
şılaşacağımızı düşünüyoruz biz.

"Santral sulkusu görüyor musun?" diye soruyor George bana. Neil'in açık beyin yüzeyine daha yakından bakıyorum, karakteristik bir örüntü arıyorum.

Amanın, *ne* santral sulkusu? Gözden kaçırmışım – hakikaten de küçük bir anormallik var. Beyin yüzeyi tepe ve vadi (bunlar girus ve sulkus olarak tanınıyor daha çok) düzenindedir, bu yapı yüzey alanını artırır; önemli bir yapıdır bu, zira beynin yaratıcı işlevleri yüzeye yakın "kortikal" katmanlarda yürütülür yalnızca. Serebral korteksin yüzey alanı ne kadar büyükse, beynin "işlem gücü" de o kadar büyük olur.

"Vadi"lerin içini pek göremezsiniz (silvius oluğu gibi olanları bayağı derindir), ama "tepe uçları"nın ne kadar geniş olduğunu kestirebilirsiniz. Buradaki bir tepe ucu çok geniş; santral sulkus adını verdiğimiz kıvrım Neil'de yokmuş gibi görünüyor, en azından cerrahi kesikle açılmış pencereden gördüğümüz silvius oluğunun yanında santral sulkus yok. Bunun özel bir anlamı yok muhtemelen; normalde beyinler arasında çok fazla yapı çeşitliliği görülebiliyor.

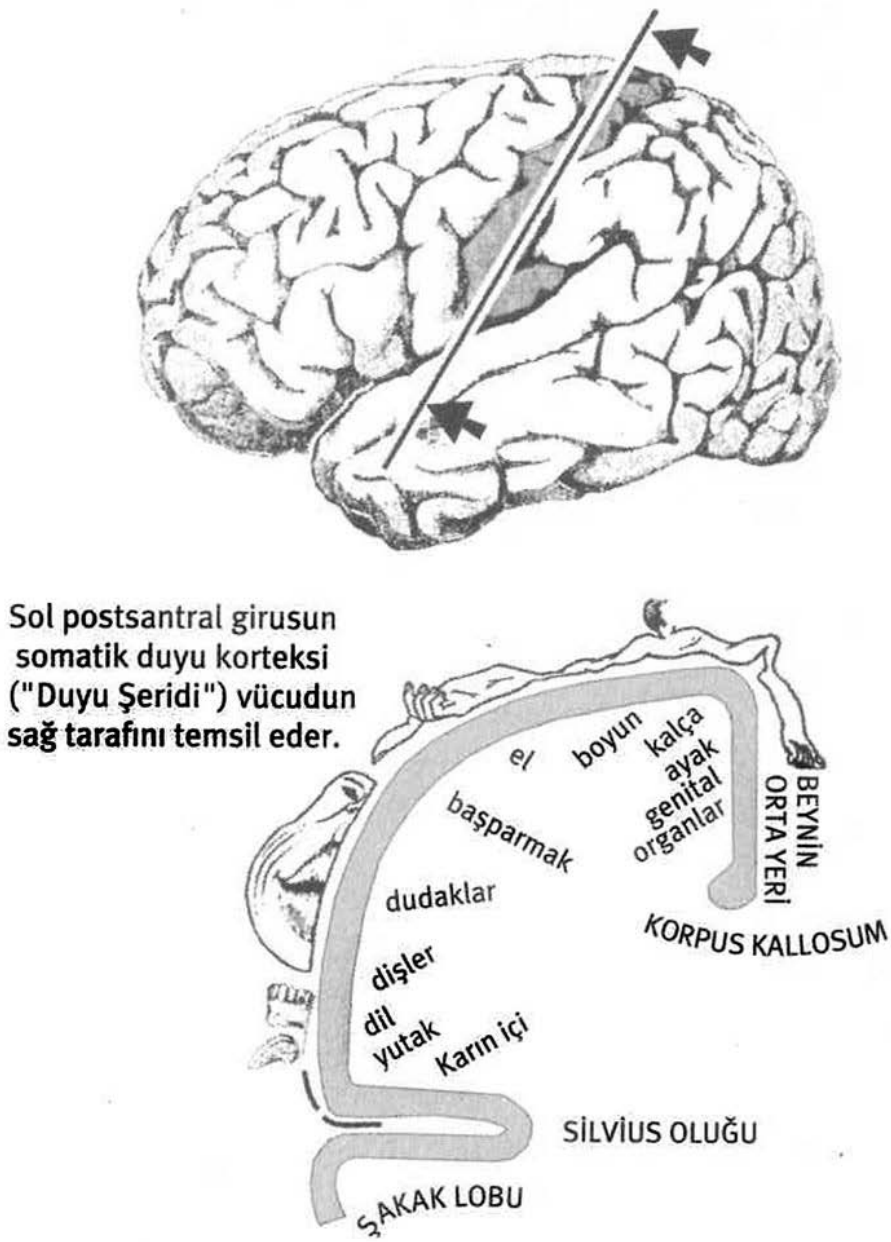
Beyin cerrahı, Neil'in beynini bu şekilde görüyor



"Operasyon öncesinde yapılan konferansın sonuna kadar beklemeliydin," diyor George bana. "Nöroradyolog konferansın sonuna kadar bekledikten sonra, 'Bu arada, operasyon yaptığınız bölgede santral sulkusu göremeyebilirsiniz,' dedi. Orada bunu hiç kimse fark etmemişti, bunu bize ikide bir hatırlatacaktır eminim."

Manyetik rezonans görüntüleme (bu sihirli makineler beyninizi adeta dilimlere ayırır ve bunu röntgen filmi kullanmadan yapar), bunun gibi ayrıntıları ortaya çıkarma konusunda muhteşem bir teknik. MR artık operasyon öncesi çalışmaların vazgeçilmez bir parçası. Bu yöntem ameliyathanelerde yaşanan sürprizleri bir hayli azalttı, en azından operasyon esnasında yaşananları. George'un bu tip epilepsi ameliyatının yapılışını Arthur Ward'dan öğrendiği sıralarda, yani çeyrek yüzyıl önce, cerrahlar operasyon öncesinde ellerinde ana kan damarlarını gösteren iyi bir röntgen filmi olduğunda şükrederdi; ana kan damarlarının yolundan sapması, o bölgede tümör olabileceği şüphesini güçlendirirdi. Arthur'un ondan çeyrek yüzyıl önce Montreal'de bizzat Wilder Penfield'den epilepsi operasyonunun yapılışını öğrendiği dönemlerde ise cerrahlar büyük oranda körlemesine çalışırdı. Penfield bu işin öncüsüydü; onun motor ve duyu şeridi haritaları ders kitaplarında sık sık geçer, hastaların beyinlerini uyararak canlandırdığı anılarla ilgili tespitleri, beynin depoladığı anılarla ilgili popüler bilgilerin kaynağı olmuştur.

Şimdi beynin anatomisini tahayyül etmenin birçok yolu var. Devrim, 1970'lerin başlarında bilgisayarlı tomografi tarayıcılarıyla başladı. Sonra MR yöntemi ortaya çıktı ve görüntü çözünürlüğünü, beynin gri ve beyaz maddelerini görmemizi sağlayacak kadar artırdı. MR görüntülerinde kortikal yüzeyin tepe ve vadiler şeklindeki kıvrımlarını görebiliyoruz. Ama anatomi beynin işlevi konusunda size her zaman fikir vermez. Beynin ne derecede iyi *çalıştığı* konusunda da bir şey söylemez; asıl önemli olansa beynin çalışma durumudur. Operasyonda beyninin bir kısmını muhtemelen kaybedecek olan Neil'in durumunda da bu konu kesinlikle önemli; zira beyninin çalışma durumunun belirlenmesi, beyninin kalan kısmının daha iyi çalışmasının sağlanmasına olanak tanıyacak. Bu tür operasyonlar elli yıldır yapılıyor ve bunlardan sonra hastalar üzerinde yapılmış pek çok inceleme mevcut.



Penfield ve Rasmussen tarafından yapılan basitleştirilmiş çizim, 1950

Elektrikli uyarıcı, iki boynuzu olan, kalem boyutundaki bir el fenerine benziyor. Tabii, elektronik cihaza bağlı kablo nedeniyle, kuyruğu da olan bir el feneri bu. Boynuzları, uçları yumuşak, küçük top şeklinde iki gümüş elektrottan oluşuyor. George bana dönüp uyarıcıyı elimden alıyor, hemşireyle birlikte hazırladığım elektrik donanımını kontrol ediyor.

"Neil, her şey yolunda mı?" diye soruyor sesini biraz yükselterek.

"Yolunda sanırım," diyor Neil, örtülerin altından. "Şimdi sırada ne var?"

"Şimdi, sana dün bahsettiğim şeyi yapacağız; elektrikli uyarıcıyla beynini uyaracağız," diyor George. "Bir şey hissettiğinde bana söyle."

George, iki gümüş elektrotu beynine yaklaştırıyor ve yavaşça korteks yüzeyine değdiriyor, sonra tekrar kaldırıyor. "Bir şey hissettin mi?"

"Hayır. Hiçbir şey hissetmedim," diyor Neil.

Bu arada ben de steril örtülerin altına daha rahat bakabilmek ve Neil'i daha iyi görebilmek için anestezistin gaz makinesinin yanından ileri doğru uzanıyorum. Neil sağ tarafına yatmış, kafası simit şeklindeki bir yastığa gömülü. Üzerindeki çadırın tepesi düz; sterilizasyon hemşiresi bir sürü alet edevatın durduğu tepsiyi koymak için böyle bir tertip yapmış; çadırın bir tarafı açık. Neil ona baktığımı görüyor, ona kaş hareketi yapıyorum sessizce.

"Hey! Biri elime dokundu!" diyor Neil. Ne anestezist ne de ben Neil'in elinin yakınındayız.

"Hangi elin?" diye soruyor George.

"Sağ elim, sanki biri elimin tersini süpürüp geçti. Hâlâ biraz karıncalanma var." Sağ el, beynin sol yanına sinyal gönderir; George da zaten uyarıcıyı somatik duyu korteksinin el bölgesine dokundurmuştu.

"Uyarıcının akımını biraz düşür," diyor George galerideki teknisyene. Ardından interkomdan uyarıcının akımının üç miliamperden iki miliampere düşürüldüğünü bildiren bir ses geliyor.

"Şimdi tekrar hissettim," diyor Neil. "Aynı yerde. Ama karıncalanma artık yok." Neil stratejimizi kapmaya başladı; ama MIT'ten mezun bir mühendis ne de olsa. Ayrıca son haftalarda beyinle ilgili birçok şey okudu.

"Bunu yüzümün bir yanında hissettim," diyor Neil. "Sağ tarafında. Yanağımın civarında."

"Sonrasında karıncalanma hissettin mi?" diye soruyor George.

"Hayır. Ama normal de değildi. Tuhaf bir histi." Bu beklenen bir şey; elektrikli uyarıcının yarattığı uyarılar tanıdık duygularla tarif edilemez genellikle. Hiçbir hasta bugüne kadar kalem ucuyla dürtüldüğü hissini vasadığını bildirmemiştir örneğin.

Herkes Neil'i dinliyor. Hiç kimse konuşmuyor, bir tek ameliyathanedeki cihazların sesi duyuluyor. Neil tepkilerine ara veriyor. Herhalde George primer somatik duyu korteksi dışındaki bir alanı uyarıyor o sırada. Beyinde, kısa süreli uyarıldığında hastanın uyarıyı fark etmediği birçok bölge vardır.

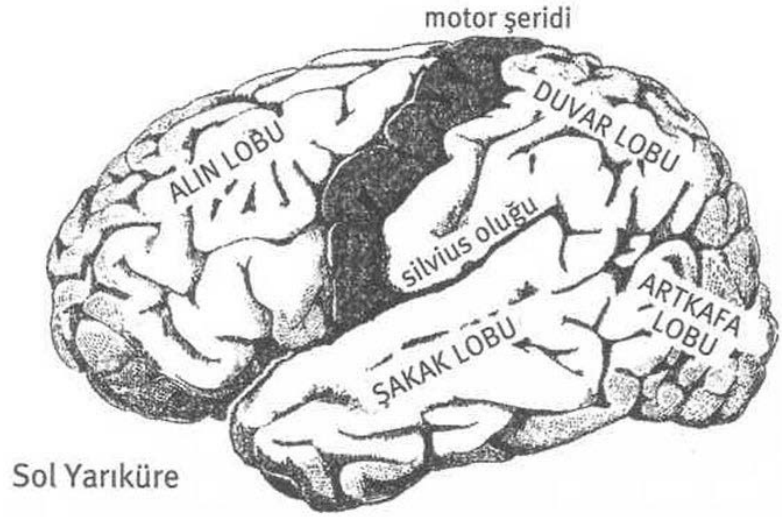
George, steril alandan bana doğru bakıp başıyla işaret ediyor. Steril eldivenlerim steril göğsümde, biraz daha eğiliyorum ve Neil'in eliyle yüzüne dikkatle bakıyorum.

"Biri elimi oynattı!" diyor Neil. "Tuhaf bir şey hissettim, ama elimi oynatmadığıma eminim." George motor şeridini uyarmış olmalı. Neil'in eli olağan biçimde oynamamıştı. Önce bir şeye ulaşmaya çalışıyormuş gibi bir hareket yapmış, sonra avucu yukarı bakacak şekilde dönmüştü; parmakları bir şeyi kavrarmış gibi bir pozisyonda değildi. Motor korteks uyarıları işe yarar hareketler yaratmaz pek.

Motor korteks, somatik duyu korteksinin hemen önündedir. George'u yanlış tanımıyorsam, şimdi Neil'in çenesini hareket ettirecek demektir.

Tam düşündüğüm gibi, Neil'in çenesinin gerildiğini ve ağzının sağ kenarının biraz çekildiğini görüyorum.

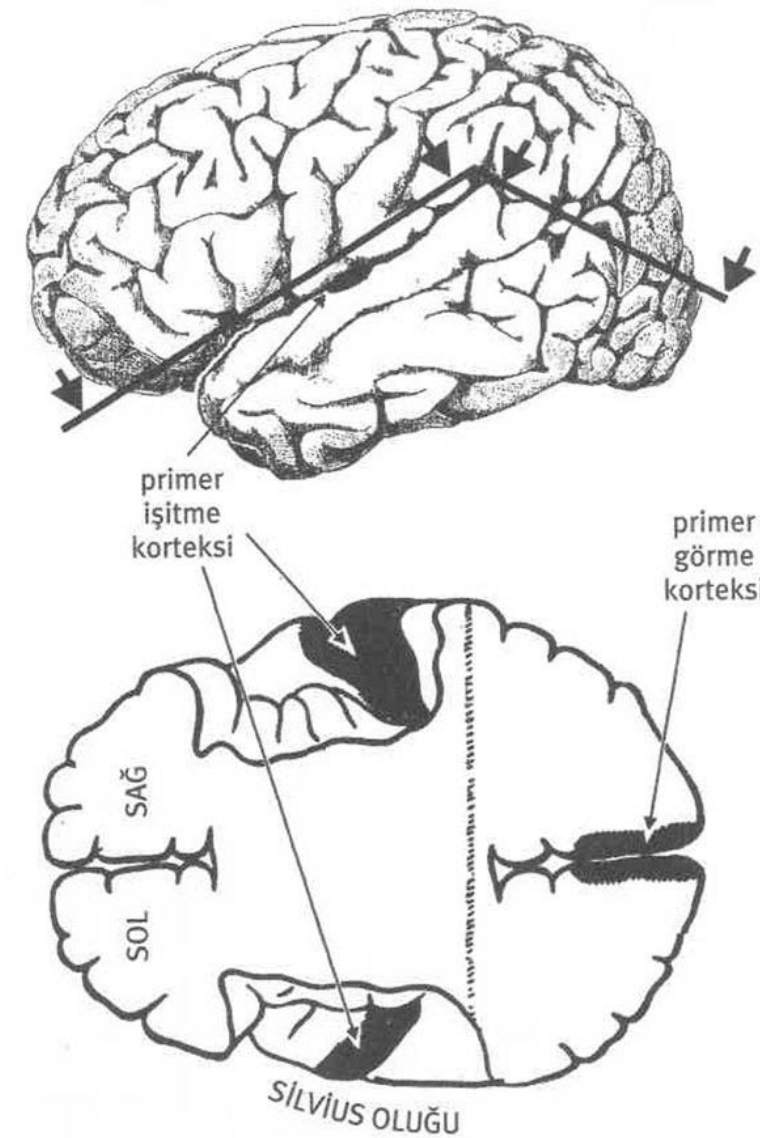
"Sanki dişçi ağzımın kenarını çekiyormuş gibi hissettim," diyor Neil uyarıdan sonra. "Ama öyle nazik bir şekilde çekiyormuş gibi değil." Hastalarda bu hareketlerin istemli yapıldığı hissi yoktur; has-



talar hareketleri yapmak isteyip de yaptıklarını söylemezler. Bunlar istemsiz hareketlerdir, bu yüzden de koordineli değildirler.

"Başka bir şey olmadı," diyorum, aynı anda elin de hareket etmediğini ifade etmek için. George'un uyarıcıyı motor kortekste daha önce dokundurduğu iki noktanın ortasındaki bir yere dokunduracağı beklentisiyle Neil'in sağ elinin başparmağına odaklanıyorum.

Beklediğim oluyor ve Neil'in sağ başparmağı içeri doğru kıvrılıyor. Neil, birinin elini tekrar oynattığını söylüyor. Çene ile başparmak vücutta yan yana olmamasına rağmen, çenenin motor korteksi başparmağın motor korteksiyle bitişiktir.



Üstten bakıldığında, her iki şakak lobunun üstünde primer işitme korteksi ve arkada primer görme korteksi görülüyor.

"Çene hareketi görmedim," diyorum elektrik uyarısından sonra. İki motor korteksinin sınırına yakın yere uygulandığında, elektrik uyaranı her iki hareketi tahrik edecek kadar uyarı gönderebilir.

Neil'in sol kolu veya yüzünün hareket ettiğini de görmemiştim, ki böyle bir şeyin olması da beklenmiyordu zaten. Sol beyin uyarılırken vücudunun sol tarafının hareket ettiğini görseydim bayağı ilginç olurdu. Sol beynin vücudun sağ tarafıyla alakalı olduğu, eski Yunanlılar tarafından keşfedilmişti. Hipokrat, başın bir tarafında meydana gelen hasarın, çoğunlukla vücudun aksi istikametindeki tarafın felç olmasına veya nöbet geçirmesine neden olduğunu fark etmişti.

Beyin yüzeyinin "haritası" nosyonu, yaklaşık iki yüzyıllık bir nosyondur. On sekizinci yüzyılın başlarında, Viyanalı Franz Joseph Gall gibi frenologlar, beyinde ayrıntılı işlev haritaları bulunduğu önerisini ortaya atmış, hatta beyinde gramer için ayrı bir alan olduğunu öne sürmüşlerdir. Daha sonra frenoloji, bu haritaların kafatasındaki şişliklerden anlaşılabileceği ve beyinde "Demokratlar" ile "Cumhuriyetçiler" için farklı alanlar olduğu fikrini öne sürerek yanlış bir yola sapmıştır. Sanatçılar arasında hâlâ rağbet gören bu haritalar büyük oranda yanlıştır; ama bilimin nasıl iyi bir fikirle başladığını bize hatırlatmak açısından yararlıdırlar.

Beyin yüzeyindeki hareket komutlarını temsil eden sistemli beyin haritası ise yüzyıldan biraz fazla bir zamandır biliniyor. İngiliz nörolog John Hughlings Jackson, bir epilepsi krizinin izlediği yolları gözlemlemişti. Önce hastanın dili dışarı çıkıyordu. Sonra yüzü seyiriyor, onu parmakları, kolları vs. izliyor ve bütün vücudu titriyordu. Epilepsi nöbetinin ağır seyri, motor şeridinin haritasını çıkarmasına yardımcı olmuştu; bizim ameliyathanede elektrikli uyarıcıyla daha temiz şekilde yaptığımız şeye benziyordu yaptığı. Elektrik akımı motor şeridi için ham ama etkili bir uyarandır, yeter ki akım gücünü, lokal bir nöbet başlatacak düzeyin altında tutmaya dikkat edin.

Steril alanda tekrar eski yerime geçerken, sterilizasyon hemşiresinin gözetimi altındaki alet edevatın arasında korunaklı bir yerde nemli tutulan Neil'in kafatasından alınma koca parçayı görüyorum. George'un yanında tekrar yerimi aldığımda, onun Neil'in beyninin üstüne, beynin yüzeyine, üzerine sayılar yazılmış küçük steril kâ-

ğıtlar yerleştirdiğini fark ediyorum. 1 numara George'un uyardığı ilk yeri belirliyor ve numaralandırma bu şekilde devam ediyor. Sterilizasyon hemşiresi böyle kaç kâğıt kullandığını not ediyor hiç şüphesiz; bu bilgi, daha sonra süngerlerle birlikte hepsinin toplandığından emin olmak için gerekli. Şimdilik bu kâğıtlar bize, uyarı sonuçlarını hatırlatan nişan görevi görüyor.

Motor şeridinin yanında, onun hemen arkasında duyu şeridi yer alır. Genel ders kitaplarında yer alan ortalama beyin resimlerinde, içe doğru kıvrılmış derin bir oluk, yani merkez oluk (santral sulkus), iki haritayı birbirinden ayırır. Ama nöroradyoloğumuzun da öngördüğü gibi, Neil'de bu anatomik ayrım çizgisi yok, en azından kafatasında bugün açılan pencereden görebildiğimiz bölgede yok. Uyarı tepkilerinin sırasını belirten numaralandırılmış kâğıtlar, motor tepkilerin sırasını belirten kâğıtların hemen yanında yer alıyor, aynı geniş girus üzerinde. Onları ayıran içe kıvrılmış herhangi bir bölge yok.

Tıp kitaplarında duyu şeridi ve motor şeridiyle ilgili tipik haritalar görürsünüz, ama hastalarda bu alanlar çok çeşitlilik arz eder. Bu nedenledir ki, epilepsi ameliyatı geçirecek her hastada bu bölgelerin haritası dikkatle çıkarılmalıdır. Beyin haritaları insan yüzleri kadar değişkendir. Kortikal düzendeki bu ayrıntıların önemli olup olmadığını kimse bilmiyor; bunlar savruk insanla düzenli insan, konuşkan insanla ağzını bıçak açmayan insan arasındaki farklılığı yansıtıyor olabilir pekâlâ.

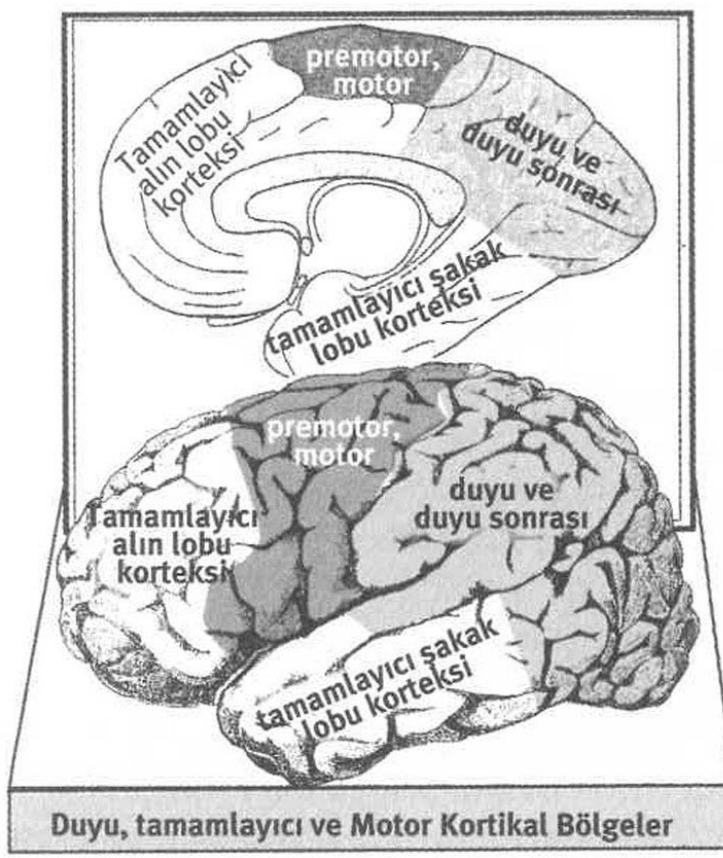
Başka birçok motor harita daha vardır; ameliyathanede elektrikle uyarma tekniğiyle bunları tespit etmek güçtür, ama bunların varlığı, maymun beyinleri üzerinde yapılmış laboratuvar çalışmalarından bilinmektedir. Örneğin, motor şeridi, kasları komuta eden yegâne bölge değildir. Kasları hareket ettiren omurilikteki sinir hücrelerini kesinlikle tek başına komuta etmez; motor şeridinin hemen önündeki premotor bölgelerinde omurilikle motor şeridinin sahip olduğu kadar bağlantısı vardır. Ama motor şeridi kaybı, kas zayıflığına, hatta hasar daha büyükse felce neden olur.

Aslında bu durum, çok da doğru olmayan şu yargının kökenini oluşturur: "Beynimizin yüzde 20'sini kullanıyoruz yalnızca." Bu yargı doğrudur, ama yalnızca sınırlı anlamda. Yavaş büyüyen bir tümörün, elin zayıflaması veya felce uğraması için, motor şeridinin el

bölgesindeki hücrelerin yüzde 80'ini öldürmesi gerekir. Fakat işlev konusunda gayet kaba bir testtir bu. Bir piyanist veya araba tamircisi, elinde bir sorun olduğunu çok daha önce fark edecektir muhtemelen. Ayrıca motor şeridindeki sinir hücrelerinin diyelim yüzde 30'unu öldüren ani bir inme de felce neden olur.

Derinin aldığı duyular konusunda elimizde birden fazla harita var; beynin arka kısmındaki görsel dünyayı tasvir eden sistemli bir haritaya da sahibiz (beynin bu kısmının kayba uğraması körlüğe neden oluyor). Ama tek harita bu değil. İnsanlarda kaç görsel harita olduğunu kimse bilmiyor, ama maymunlarda birkaç düzine olduğu biliniyor ve her yıl daha fazlası keşfediliyor. Bazı haritalar ne kadar önemli olursa olsun (onlarsız felç veya kör olabilirsiniz), onları "şeylerin merkezi" olarak düşünemeyiz artık.

Gerek duyu, gerekse motor sinirleri haritaları vücudun tamamını kaplayacak genişliktedir, ama bu bölgeler Neil'in kafatasının içinde gizli. Kollarla bacaklar, beyin yarıküresinin en tepesindeki bölgede, beynin orta çizgisinden aşağı doğru meylettiği yerde temsil edilir.



Duyu, tamamlayıcı ve Motor Kortikal Bölgeler

Boğaz boşluğunu temsil eden bölgeler de, işitme korteksinin büyük bir bölümü gibi, bugün için ulaşılmazdır, çünkü bu bölgeler, silvius oluğu denilen büyük kıvrımın derinliklerindedir. Görme alanı haritaları başın arka kısmındadır; söz konusu bölgeden bir tümör alınması gerektiği durumlar dışında tamamen ulaşılmaz bir yerdir burası. Ameliyatı nedeniyle Neil'in bugün beyninin görünür olan yegâne kısımları, sol şakak lobu (temporal lob) ile alın ve duvar loblarının (frontal ve paryetal lob) bir bölümü. Ama burası çok ilginç bir bölge; dil korteksinin büyük bir bölümünü kapsıyor.

George'un, şakak lobuna hafifçe dokunduğunu fark ediyorum, yaralı dokuyu araştırıyor yine. Neil'in anestezistle konuşmaya daldığını görerek beni duymayacağını düşündüğüm alçak bir sesle George'a bir bilgisayar esprisi yapmaya yelteniyorum. "Hâlâ reset düğmesini mi arıyorsun?"

"Yok," diyor George, aynı tonda bir ses ve muzip bir ifadeyle, "bilincin yerini arıyorum."

Nörologlara özgü tam bir meslek esprisi. Bilincin yeri diye bir şey yoktur. En azından, bilincin en ilginç yönünün bulunduğu bir yer yoktur.

En Büyük Soru'nun bilinç olduğu söylenebilir kesinlikle. Neil nerede? Beyin sapının içinde mi? Çünkü onu uyanık tutan orası. Orasını kurcalamak tehlikelidir; hastanın solunumu durabilir veya kan basıncı yükselebilir.

Yoksa talamusunun içinde mi? Çünkü orası dikkatini neye yoğunlaştıracağını belirlemesini sağlayan bölgedir.

Şempanzelerin yapamadığı şekilde kendini ifade etmesini sağlayan, artık gayet net görebildiğimiz dil bölgelerindedir belki de? Beyin mekanizmalarından bir sesin nasıl çıktığını tarif etmek için, bu kitabın en az üç bölümünü bu konuya ayırmak gerekecek.

Yoksa, bir tahminde bulunurken, endişe duyarken veya bir plan yaparken kullandığı ön loblarda mı Neil? Bugünkü ameliyata karar verirken de bu bölgeyi kullanmıştı.

Belli bir hareketi beynindeki milyarlarca sinir hücresi içinde yer alan bir "komut nöronu" mu tetikliyor, yoksa uzmanlık alanı büyükannesini temsil etmek olan bir hücre mi?

Doğru cevaplar verir, ama o anla ilgili bir anı oluşturamazken

Neil "bilinçli" mi? Bu bir yana, Neil bir şeyi nasıl hatırlıyor? Dünyasını nasıl algılıyor, belleğinden hatırlayacağı şeyi nasıl seçiyor ve sonra nasıl davranacağına nasıl karar veriyor?

Yeni bir şeyi nasıl yaratıyor, daha önce hiç söylemediği bir cümleyi nasıl kuruyor veya hangi mesleği seçeceğine nasıl karar veriyor? Ya da nasıl yoldan çıkıp saplantılar geliştiriyor veya halüsinasyonlar görüyor? (Alın lobunun işlevlerinin arka yüzü olan bu bozuklukları ileriki bir bölümde ele alacağız.)

Nihayet, Neil nasıl bütün bunları bir araya getirip geçmişiyle ilgili kurduğu hikâyeler temelinde kendini görüyor? Geçmişiyle ilgili çeşitli hikâyeler ile gelecek tasarılarının kesiştiği noktada kendini nasıl görüyor? Ve bunların arasından seçim yapabiliyor? Bunu yapanın bilinç olduğu kesin.

Önümüzdeki beynin bir yerlerinden bir şekilde bir "ses" geliyor. Çoğunlukla kendi kendine konuşuyor (peki *bu* ne demek şimdi?). Hayat hikâyesini anlatıyor. Ses, Neil'in sesi. Doğduğunda bu kabiliyete sahip değildi, ama dört yaşında kendi kendine hikâyeler anlatıyordu ve iç sesi beş yaşına gelinceye kadar epey gelişmişti. Bu iç sesi nasıl yarattı? Neil'in nöbetlerini iyileştirmek amacıyla başladığımız bu ameliyat sırasında Neil'in beynini araştıracağız ve kendine özgü o sesi nasıl geliştirdiği hakkında bir şeyler öğreneceğiz.

İkinci Bölüm

Bilincini Kaybetmek

> Başımızın içindeki galaksinin çevresinden gelen bu müzik bilincimizdir. Bilinç, saniyede birçok kez ateşleme yapan, on binlerce komşusuyla anında iletişime geçen milyarlarca hücrenin faaliyetlerinin sürekli, öznel farkındalığıdır. Bu faaliyetler senfonisi bazen dışadönüktür (uyanıkken), bazen dış dünyaya karşı son derece ilgisizdir (uyku esnasında), bazen de kendinin o kadar farkındadır ki (rüyalar sırasında) dış dünyayı kendi imgesinde yeniden yaratır.
>
> J. ALLAN HOBSON, *The Dreaming Brain*, 1988

Neil, nöbetleri esnasında ara sıra, o da birkaç dakikalığına bilincini kaybediyor. Ama on beş yıl önce kaza geçirdiğinde uzun bir süre bilinçsiz kalmış. Kafasındaki yara, beyin sapına hasar vermiş. Henüz nekahet dönemindeyken karısı Judy, ailesine yazdığı bir mektupta neler olduğunu şöyle anlatıyor:

Neil kaza geçireli aylar oluyor, yavaş da olsa giderek iyileşiyor. Önceleri iyileşeceğine pek ihtimal vermemiştik, belki de hiç uyanmaz diye düşünmüştük. O ilk günler korkunçtu. Sesimize bile tepki vermiyordu. Kalbiyle ciğerleri iyiydi, ama doktor vücudunun herhangi bir yerini çimdiklediğinde yalnızca kollarıyla bacaklarını geriyordu. Her tarafı kaskatı kesiliyor, beli hafifçe bükülüyordu. Doktor bunun "deserebrasyon katılığı" olduğunu söyleyip kötüye işaret ettiğini belirtmişti.

Birkaç gün sonra, vücudunun bir yeri çimdiklendiğinde Neil kollarını kıvırmaya başladı, ama bacakları hâlâ katıydı. Doktor bunun "dekortikasyon katılığı" olduğunu ve iyiye işaret ettiğini söyledi; gerçi bize hiç de daha iyiymiş gibi gelmemişti, ona adıyla seslendiğimizde tepki vermiyordu hâlâ. Birkaç gün sonra Neil, çimdiklendiğinde doktorun elini itmeye başladı; bu da, doktora göre, iyiye işaretti.

Ama ona adıyla seslendiğimde Neil'in gözlerini açtığı günü unutamam. Derin bir oh çekmiştim. Ondan sonra onu istediğimiz zaman uyandırabildik; yalnızca uyuyordu, komada değildi artık; gerçi doktor onun bu durumunu birkaç gün daha "stupor" olarak adlandırdı, Neil odanın içinde olup bitenlere karşı daha çok tepki vermeye başlayana kadar. Kısa bir süre sonra bizi tanımaya, oturmaya, bizimle konuşmaya, hatta egzersiz için hol boyunca yürümeye başladı. Birçok şey yapabiliyordu artık. Gayet uyanık görünüyordu, belleği dışında gayet normal gibiydi. Hafızasından çok şikâyetçiydi. Nöroloji servisinden şehrin bir ucundaki rehabilitasyon hastanesine sevki de o sıralarda gerçekleşti.

Neil kazayla ilgili hiçbir şey hatırlamıyor. Sevkten önce nöroloji servisinde olup bitenlerin çoğunu da hatırlamıyor. Şimdi bile hafızası çok iyi değil. Hayatının kazadan önceki dönemiyle ilgili hatırladığı çok şey var, adını, benim adımı, çocukluğunu ve işini nasıl yapacağını biliyor. Artık son birkaç hafta içinde olanların çoğunu hatırlasa da, rehabilitasyon hastanesine sevkinden önce olanlar konusunda hafızası hâlâ karışık. Mesela nöroloji servisinde geçirdiği son hafta içinde yaptığımız doğum günü kutlamasını bile hatırlamıyor; bekleme salonuna koyduğumuz punç kâsesinden kendi elleriyle insanlara servis yapmış, üniversite yıllarından bahsetmişti halbuki, gayet normal görünüyordu. Dünyaya yeni gelen yeğenini gördüğünü bile hatırlamıyor, uzun uzun kucağında tuttuğu, o akşam herkes evine gittikten sonra ondan bahsettiği halde üstelik. Bütün bu yaşadıklarını aklında tutamadığını anlayınca Neil'in canı çok sıkılıyor. Sonra bütün bunlara canının sıkıldığını da unutuyor, ta ki ona bir olaydan bahsedildiğinde, o olayı unutmuş olduğunu fark edene kadar.

Neil'in yeni anıları çok uzun süre aklında kalmıyor. Yapay zekâ uzmanı Marvin Minsky'nin söylediği gibi, "Biri bilinçli olduğunu söylediğinde, zihninin biraz önceki durumu hakkında biraz bir şey hatırladığını kasteder". Minsky bunu elbette bilinç sözcüğünün alelade kullanımıyla alay etmek için söylüyor; bilinç sözcüğünün "anlamadığımız şeyler için kullandığımız sözcüklerden biri" olduğunu ifade ediyor.

Peki ama bellek bilincin önemli bir yönü müdür? Neil'in, korkunç geçen o ilk haftadan sonra bilinci yerindeymiş gibi göründüğü kesin, zihninin önceki durumunu hatırlayamadığı halde öyle göründüğüne şüphe yok. Genellikle bellek sorunlarını bilinçten ayrı tutarız; keşke başka şeylerden de ayrı tutabilseydik, zira bilinç sözcüğüne haddinden fazla anlam yüklenmiştir. İngilizce *Webster* sözlüğünde bilinç (*consciousness*) sözcüğünün birçok yananlamı vardır:

- Bir şeyi bir ölçüde düşünce ve gözlemin denetimi altında algılamak, kavramak veya fark etmek. Bir başka deyişle, tam anlamıyla farkında olmak.
- Ne yaptığını bilmek, "suçlu olduğunun bilincindeydi" gibi.
- Düşünce, irade, tasarı veya algıyı meydana getirmeye muktedir olmak ya da eylemleri bunları içermek.
- Uyku, baygınlık veya yarı uyku durumları tarafından köreltilmemiş zihin yetilerine sahip olmak: "Anestezinin etkisi geçtikten sonra bilinci yerine geldi," gibi. Yani, tamamen uyanık olmak.
- Bir şeyi veya davranışı farkında olarak yapmak: "Aynı hataları tekrarlamamak için bunu bilinçli olarak yaptı." Burada, *bilinçli* sözcüğünün yerine *kasten* sözcüğü de kullanılabilir.
- Dikkat etmek, düşünmek, değerlendirmek: "Bilinçli alışveriş."
- Güçlü hisler veya fikirler beslemek: "Irk bilincine sahip bir toplum." Bu son iki örnekte *hassas* sözcüğü de kullanılabilir.

Bu yananlamların İngilizcede aynı kelimeyi (*consciousness*) paylaşması, aynı nöral mekanizmayı da paylaştıkları anlamına gelmez. Bir kere, başka dillerde bu yananlamlar başka sözcüklerle karşılanır. Yine de bilinç konusunu tartışırken birçok kişi bu yananlamları sürekli birbirine karıştırır, adeta "Kafanın İçindeki Küçük İnsan" gibi ortak bir varlık olduğuna inanır. Bu varsayımdan kaçınmak için, *bilinçli* yerine *farkında* sözcüğünü kullanırken yaptığımız gibi, farklı anlamlar için farklı sözcükler kullanabiliriz.

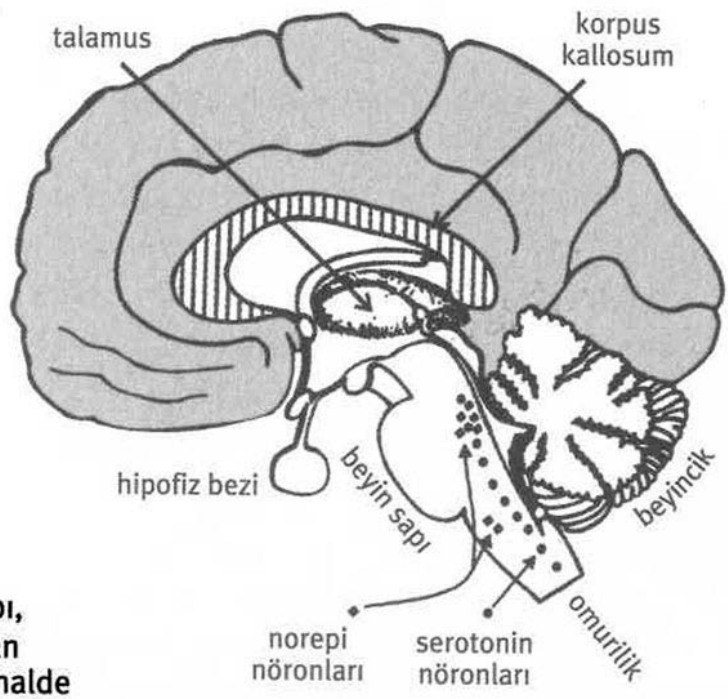
Ama *farkında* sözcüğü bile sorunludur. Başından yaralandıktan sonraki ilk günlerinde Neil muhtemelen çevresinden bihaberdi; öyle olup olmadığını tam olarak bilemiyoruz. Seslerin ve doktorun çimdiklerinin farkında olup da tepki verememiş olabilir; belleğinde sorun olduğu için de bunu daha sonra söyleyememiş olabilir. Herkesin hâlâ komada olduğunu zannettiği bir sırada duyduğu konuşmaları hatırlayan hastalarla karşılaştığımız olur zaman zaman. Hasta çevresinin farkındadır, ama tamamen felç durumundadır.

Nörologlar, bilinç veya farkındalıktan ziyade nesnel olarak ölçebildikleri bir şeyden söz etmeyi tercih eder: uyarılma seviyeleri. Uyuyan bir kişi genellikle yüksek bir sesle uyarılarak tamamen

uyanık hale getirilebilir. Ama bazen uyarılma durumu, kişi çimdiklense bile, ancak uyuşukluk seviyesine ulaşabilir. Bazen de yapılan hiçbir hareket kişiyi uyandırmaz, ki bu durumda kişinin derin komada olduğundan söz edilir.

Uyarılma, bilincin bir başka yönü olan dikkat ile aynı şey değildir. Uyarılma genel bir durumdur, dikkat gibi öznel bir durum değildir. Aşırı uyarılma sırasında insanların yaptığı hatalar, eylem hataları veya aşırı düzeltme şeklinde görülen hatalardır; bu durumdayken insanlar acele karar verirler. Az uyarılma durumlarında ise insanlar ihmale dayalı hatalar yaparlar; etraflarındaki şeylere gereğince dikkat etmezler. Nöbet tutmak veya radar operatörlerinin yaptığı gibi bir olay meydana gelebilir endişesiyle sürekli tetikte beklemek biçimindeki dikkat gerektiren görevler, yarım saat kadar kısa bir süre içinde uyarılma kaybına neden olur. Ama bu, çoğunlukla aşırı uyarılmadan kaynaklanan bitkinlikten çok farklıdır. Stres, bir anlamda aşırı uyarılmadır.

Uyarılma seviyeleri, *Webster*'daki bilincin yananlamları arasında yer almıyor olabilir, ama nörologlar bilinçten söz ederken genellikle bunu kastederler. Doktorlar o "kaka sözcüğü" kullanmaya zorlandıklarında, genellikle bu yananlama sığınırlar; bataklıktaki tek



Beyin sapı, ortasından kesilmiş halde

sağlam zemindir burası.

Ama *bilinçlilik* durumunu *uyarılma* durumuyla bir tutmak dehşet verici sorunlara yol açar. Bu kullanım, irkilme özelliğine sahip her organizmaya bilinç atfedildiği şeklinde yorumlanabilir. İrkilme özelliği, bitkiden hayvana, üç aylık fetüsten ciddi demans durumundaki Alzheimer hastasına kadar bütün canlı dokuların temel özelliğidir; bu tanıma göre, bağırsağınızdaki bakteriler bile bilinçlidir. ABD'nin son başkanı, kürtaj karşıtı duruşunu açıklarken bu tanımı kullanmıştı, gerçi muhabirlerden hiçbirinin aklına ona bu durumda örneğin bir spermin bilinci konusunda ne düşündüğünü sormak gelmemişti.

Bu kadar çok sayıda önemli eşanlamlı sözcük olunca (*farkında, uyanık, kasti, hassas, uyarılmış* vs.), bilinçten söz ederken herkesin, alelade insanlar kadar okumuş yazmış kişilerin de ister istemez kafası karışıyor tabii. Günümüzde bilimsel çevrelerdeki bilinç tartışmaları genellikle zihinsel hayatın çeşitli yönlerini kapsıyor: dikkatini yoğunlaştırmak, bir şeyi bildiğini bilmeden bilmek, zihninde tasarlamak, tahayyül etmek, düşünmek, karar vermek, farkındalık, farklı bilinç durumları, istemli eylemler, bilinçdışı seçimde bulunmak, çocuklarda benlik kavramı gelişimi ve uyanıkken veya rüyada kendi kendimize anlattığımız hikâyeler gibi.

Neil'in iyileşme evreleri, ani durma sonucu beyin sapında meydana gelen hasarın giderek iyileşmesine tekabül eder. İlk iyi işaret, istemdışı olmasına rağmen kollarını kıvırdığı zamandı. İkinci iyi işaret, onu çimdikleyen eli itmesiydi. Sonra uyuşukluk (stupor) durumuna geçmiş, nihayet uyanmış ve çevresini gözlemler hale gelmişti. Şimdi, on beş yıl sonra, beyni hakkında bir sürü sorular soran deneyimli bir mühendis. Ameliyatından önceki haftalarda ona beyinle ilgili okuyacak bir sürü şey vermiştim, hastane kafeteryasında buluşup okudukları hakkında tartışmıştık.

Neil bir gün öğleden sonra beni atriyumda bulmuştu, en sevdiğim köşede, espresso makinesinin arkasında. Bir psikiyatrist arkadaşım o sırada yanımdan ayrılmak üzereydi. Yuvarlak masada ikimiz kalmıştık, taze kahve kokuları ve cam çatıya vuran yağmur sesleri arasında. Önceki hafta da orada buluşmuştuk; Neil, karısının on beş yıl önce yazdığı mektubu bana getirmişti. O masa, ame-

liyat öncesi dönemde yapacağımız diğer konuşmalar için de buluşma yerimiz olacaktı.

Buraya gelirken bindiği taksinin şoförünün, bu tıp merkezine getirdiği müşterilerine ilişkin hikâyeleri hakkında konuştuktan sonra bana koma ve bilinç hakkında sorular sordu.

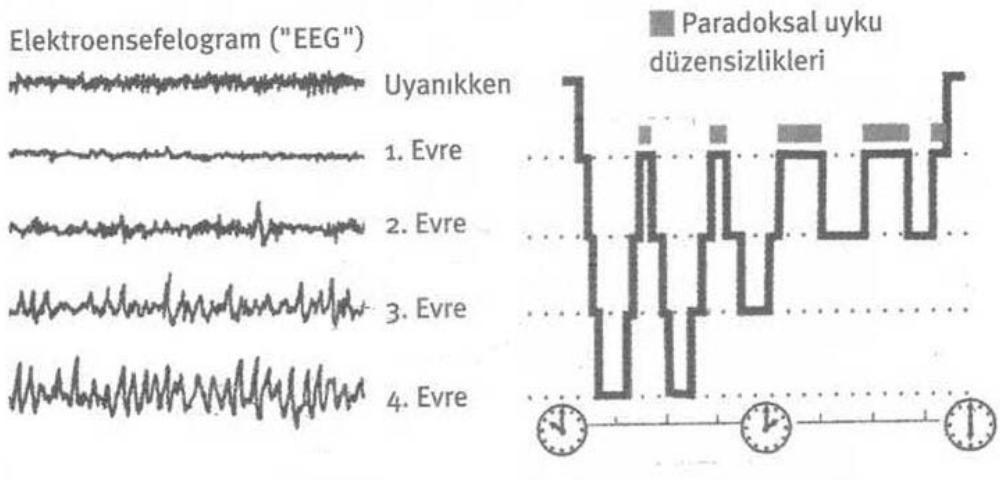
"Beyin sapımın aşağısı 'uyandırma servisi' yani, öyle mi?" diye sordu. "Koma, beynin çalar saatinin sabahları çalışmadığı bir derin uyku hali mi yalnızca?"

"Hem evet hem hayır," dedim. (Aslında cevabımı bu kadar kısa tutmamıştım, ona verdiğim cevapları biraz özetleyerek aktarıyorum şimdi.) Daha 1940'larda yapılan hayvan deneylerinden beri beyin sapının belli bölgelerinin uyanıklığı denetlediği biliniyor. Bu bölgeler önemlidir. Bu bölgeleri hasar görmüş hayvanların sürekli uyku durumunda oldukları ve kendiliklerinden uyanmadıkları görülmüş. Bu bölgelerdeki birçok nöron (sinir hücrelerine böyle deriz) beynin ve omuriliğin her tarafına norepinefrin gönderir. Bu maddeyi yayarak gönderirler, öyle ki bunu çim sulama sistemine benzetiriz. Bu maddenin çoğu duyu şeridine gider. Bu "norepi" nöronlarının yaklaşık yarısı, *locus coeruleus* olarak bilinen bir beyin sapı kümesinde bulunur. Uyku sırasında bu hücreler faal değildir, ansızın irkildiğinizde ise faaliyetleri en üst seviyededir.

"Adrenalinin epinefrinin bir başka adı olduğunu çıkarıyorum," dedi Neil. "Noradrenalin de norepinefrinin eşanlamlısı galiba?"

Doğru, epinefrin, norepinin beynin içinde yaptığını dışında yapıyor. Adrenalin, böbreklerin üstünde bulunan böbreküstü bezlerinden salgılanır, kan akışı içinde hormon olarak taşınır. Ansızın karşınıza bir araba çıktığında sizi arabanın önünden kaçıran şey adrenalindir; kalp atış hızınızı artırır ve kaslarınızı ya savaş ya sıvış durumuna hazırlar. Norepinin beyinde yarattığı ürkme etkisini daha da artırır.

Böyle geniş çaplı nakliyat yapan başka bir nöron grubu daha vardır; bunlar beyin sapının yüzeyine yakın bir yerde bulunan merkez hat üzerine dağılmış haldedir. Bu nöronlar beynin geniş bölgelerine ve omuriliğe serotonin dağıtır. Bu serotonin nöronlarının faaliyeti uyarılma seviyelerini belirliyor olabilir, ama duyu girdisi arttıkça bu nöronların faaliyetleri artmaz. Norepi nöronlarındaysa durum tam da budur ve dikkat gücünün artmasında daha önemli ol-



Uyku Evreleri ve
Paradoksal Uyku Epizotları

Kaynak: Andreasen, 1984

dukları düşünülür. Şimdilerde serotonin nöronlarının büyük bir rolünün daha olabileceği, acı algısını da düzenliyor olabilecekleri düşünülüyor. Norepinefrin ile serotoninin etkisini artıran ilaçlar genellikle antidepresan olarak kullanılır. Serotoninin etkisini artıran ilaçlar genellikle kronik acı rahatsızlıklarının giderilmesine yardımcı olur.

Koma sırasında ne serotonin ne de norepi sistemleri düzgün çalışır, hastanın uyandırılamamasının sebebi de budur muhtemelen.

Ama uyku komadan çok daha karmaşıktır, diyerek sürdürdüm Neil'le olan konuşmamı. Her gece yaklaşık iki saat hafif uykuda geçer. Uykularının bu evresinde uyandırılan insanlar akıllarından bir şeyler geçirdiklerini, ama belli bir fikre doğru dürüst odaklanmadıklarını bildirmişlerdir. Yaşadıkları bu deneyimi rüya görmek olarak değil, düşünmek olarak adlandırmışlardır. Bu "rutin" uykunun daha derin bölümlerinde yatağı ıslatma, uyurgezerlik epizotları görülür. Bu uyku evresinde, hem norepi hem de serotonin nöronlarının faaliyet hızları, uyanıklık durumundakine göre yarı yarıya azalır.

Uyku esnasında yaklaşık her 100 dakikada bir gerek norepi gerekse serotonin sistemleri tam anlamıyla kapanır. Sonra uyuyan kişi bir "paradoksal" uyku epizodu tecrübe eder. Bu esnada kasların

çoğu genellikle gevşektir – yalnız (paradoks da buradadır zaten) gözler hareketlidir; gözler, kapalı gözkapaklarının altında ileri geri hareket eder; bir de (erkeklerde) penis erekte haldedir. İnsanları uykunun bu evresinde uyandırdığınızda, genellikle rüya gördüklerini beyan ederler, düşündüklerini değil. Bu evrede iyi biçimlenmiş duyu izlenimleri görülür, gerçi bazen bu izlenimler oldukça gariptir. Bir dizi eylem meydana geliyormuş gibi olur, çoğunlukla insanlar, yerler ve zamanlar hiç olmayacak şekilde yan yana gelir.

Uyuyan kişi gördüğü rüyada meydana gelenleri hiç direnmeden kabul eder; uykuda anı hatırlamak pek mümkün değildir. Yeni anı oluşturmaksa daha da zordur. Uyuyan birini hızlı göz hareketli uykunun (REM uykusu) bitiminden beş dakika kadar sonra uyandırdığınızda, gördüğü rüyanın büyük bir bölümünü hatırlamaz. Rüyalar çoğunlukla görseldir, bazılarında işitme ve dokunma duyuları alındığı veya hareket duygusu hissedildiği de olur; ama acı hissettiğini veya koku veya tat aldığını bildirenler nadirdir.

"Rüyalar hülyalar gibi değil, değil mi?" diye sordu Neil, bir yandan espresso standından aldığı çöreği yerken.

Uyanıkken insanlar fantazi kurmaya meyillidir, ama bunlar genellikle rüyalar kadar canlı ve tuhaf değildir. Ayrıca, rüyalar sanrılar gibidir; rüyalar konusunda bir ön fikre sahip değilsindir; rüya görürken gördüklerinin hepsinin gerçek olduğunu düşünürsün genellikle. Rüyalarda duygular normal değildir. Anksiyete, korku ve şaşkınlık duyguları genellikle abartılıdır. Utanç ve suçluluk duyguları rüyalarda pek rol oynamaz; rüyanda, uyanıkken vicdanını sızlatacak türden kötü şeyler yaparken bile bu duyguları hissetmezsin.

Uyku esnasında yerleşik anılarına erişemezsin, yeni anılar da oluşturamazsın. Aslında, genellikle rüyaların pek hatırlanmadığı düşünüldüğünde, hiç unutulmayan rüya anılarının oluşması biraz şaşırtıcıdır. Ama rüyayı hatırlamanın dolaylı bir yolu var, en azından rüya gördüğün sırada beş dakika içinde uyandırıldığında. Bir rüyayı zihninden uçup gitmeden önce, yeni şeyleri belleğine yerleştirme devrelerin tekrar çalışmaya başladığı sırada hatırlarsan özgün rüyayı değil de onun *anısını* hatırlayabilirsin. Rüyalarını uçup gitmeden önce hemen yeniden gözden geçirme alışkanlığı kazanırsan, bir sürü anlamsız şeyi hatırlayabilirsin. Dolayısıyla, bir rüya günlüğü tuttuğunda kafanın içi hiç olmamış bir sürü şeyle dolabilir

– gerçekten olmuş şeyler ile yalnızca tahayyül ettiğin veya planladığın şeyleri birbirinden ayırmakla uğraştığın yetmiyormuş gibi.

"Peki ama terapistler rüyalardan bahsetmekten neden bu kadar çok hoşlanıyorlar?" diye sordu Neil.

Psikoterapistler, hastalar mevcut sorunları üzerinde fazla durduğunda onları başka konulardan konuşturmak için rüyalarını sorarlar. Rüyalar hakkında konuşmak psikanalistler için havadan sudan konuşmak gibi bir şeydir, bir konuşma başlatmanın yoludur; böylece konuşmayı hastanın kendiliğinden bahsetmeyeceği konulara yönlendirebilirler. Bir hastanın bir rüyasını anlatış biçiminden bile çok şey öğrenilebilir. Ama rüyalarda anlam aramak (ki hastalar terapistin sorularını bu yüzden sorduğunu zannederler), kahve telvelerinde anlam aramak gibi bir şeydir. İkisine de rasgelelik hâkimdir, buna rağmen genelde ikisini de bir hikâyeye oturtmaya çalışırız.

"Olması arzulanan uyku türü bu, değil mi?" dedi Neil. "Uykusunda rüya görmese insan biraz tırlatır, değil mi?"

Normalde insan, hafif uykusunda iki saat boyunca aklından geçirdiği şeylere ilaveten her gece aşağı yukarı iki saat boyunca rüya görür. Rüyalı uyku sırasında ikide bir uyandırıldığında ertesi gece bunu telafi eder, yani normalden daha fazla rüya görür. Peş peşe birkaç gece rüyalı uyku esnasında uyandırılırsan sinirli olursun; sırf uyandırılmış olmaktan dolayı da değil üstelik. Rutin uykuda ne kadar sık uyandırılsan da rüyalı uykuda uyandırıldığındaki kadar asabi olmazsın.

"Rüyalarda hepimizin psikotik, deli veya sanrılı kişi deneyimi yaşadığımızı okumuştum bir yerlerde. Sanki hepimize belli bir psikotiklik kotası tanınmış da, bu kotayı gece karşılamazsak gün boyu psikotik oluyormuşuz gibi!"

1641'de René Descartes'ın söylediği şeye benziyor bu: "Uyumaya ve delilerin gündüz hayal ettikleri şeyleri rüyalarımda hayal etmeye alışığım." Psikiyatristler ise psikozu bundan biraz daha karmaşık bulurlar; ama doğrudur, rüyalar bazen –daha iyi bir şeyler olmadığında– akıl hastalığı belirtilerine tekabül edebilecek normal fizyolojik süreçleri gösterir.

Gündüz aniden uykuya dalan, narkoleptik olarak adlandırılan insanlar vardır, diye devam ettim. Bu sorun yüzyıllar önce tanımlanmıştır, ama narkoleptiklerin hemen rüyalı uykuya geçtiklerini

şimdi biliyoruz; gördükleri rüyalar, gece uykusunda görülen rüyaların psikotik özelliklerini taşıyan, tam anlamıyla gündüz rüyalarıdır. Genellikle rüyalı uykular, rutin uykulardan en az 20 dakika sonra başlar, ama narkolepside bu geçiş çok hızlı olabilmektedir. Gerçekten de, rüyalı uykuya eşlik eden kas gevşemesinin başlaması çoğu narkoleptikte o kadar ani olur ki, ayaktayken birden yere yığılabilirler.

"Rehabilitasyon hastanesinde koğuş arkadaşımın başına böyle bir şey gelmişti. O da emniyet kemeri takmamanın kurbanı olanlardan. 'Uykuya dalmak' lafını düzanlamıyla aldığını söylemiştim ona," dedi Neil.

Narkoleptiklerin yaklaşık dörtte üçünün başına gelir bu. Diğerleri, yere yatacak veya en azından başlarını bir yere yaslayacak zamanı bulmalarına yetecek kadar ikaz alırlar. Narkolepsi beyin sapının yaralanmasıyla meydana gelebilir, ama çoğu vaka muhtemelen kalıtımsaldır; narkoleptiklerin yüzde 98'inde bir "narkolepsi geni" vardır.

Kısa bir süreliğine güneş açtığında tıp merkezinin arkasındaki su yolu boyunca yürürken yanımızdan üniversitenin kürek takımı geçti. Neil, tıp sözcükleriyle ilgili sorularını tam o sırada sormaya başladı.

"Kullandığınız *inme* lafının bir şeyin inmesiyle alakası yok sanırım," dedi.

Tıpta *inme* lafı önceleri "görünmeyen bir darbeyle yere serilmek" anlamına yakın bir anlamda kullanılmaktaydı. İnme, ani kollaps (aşırı halsizlik) ve bilinç kaybı anlamına gelmekteydi. En azından, bilinç kaybının bayılmalarda veya nöbetlerdeki gibi geçici olmadığı durumlar için kullanılan bir sıfattı bu. Kalp krizi de bu sıfatla nitelendirilebilirdi pekâlâ; ama nedenlerini çok iyi bildiğimizden, ani kollaps vakaları için ayrı bir sıfat kullanıyoruz artık. Zamanımızda *inme*, kollaps dışında kalan şeyler için kullanılıyor; yani, kan tedarikinde yaşanan sorunların neden olduğu ani beyin hasarları için.

İnme sırasında bazen felç meydana gelir; felcin meydana gelmesi beynin hangi bölgesinin hasar gördüğüne bağlıdır. İnmelerde çoğunlukla bilinç kaybı olmaz ve hafif nöbet görülür.

"İnmeye ne neden olur? Su tesisatlarında görülen sorunlara benzer sorunlar mı?"

Evet, buna sızıntılar ve tıkanıklıklar neden olur. Ara sıra vücudun borularında meydana gelen patlaklar çok hızlı biçimde büyük yapısal hasarlara neden olur.

Beyindeki damarlar, deri altında meydana gelen çürüklerde olduğu gibi sızıntı yapabilir. Kan nöronlar için çok zehirlidir, kanla doğrudan temasa geçen bir nöronun faaliyeti durur ve çoğunlukla ölür. Kafaya alınan bir darbe gibi görünür bir dış olayın söz konusu olmadığı hallerde, kanamalara genellikle atardamar duvarında oluşan bir baloncuk neden olur; eski lastiklerde meydana gelen baloncuklara benzer bunlar. Bu baloncuklar (bunlara anevrizma adı verilir) herhangi bir soruna neden olmayabilir, ama ara sıra yırtılır ve çevredeki dokulara kan pompalarlar. Bacağındaki bir damar yırtıldığında, bacağın şişer yalnızca. Beyin ise kafatasıyla çevrilidir; beyindeki damarlardan birinde meydana gelen yırtılmada dışarı sızan kan yer işgal eder ve beyne baskı yapar. İnme geçirenlerde meydana gelen ölümlerin çoğu beynin maruz kaldığı bu baskının sonucudur.

İnme, bir damarın tıkanması sonucunda da meydana gelebilir. Genellikle bir pıhtı oluşur veya bir atardamarda biriken bir ateroskleratik plak serbest kalır; öyle veya böyle oluşan bu tıkaç kan akışıyla birlikte sürüklenir ve içinden geçemeyeceği kadar küçük bir atardamarda sıkışır kalır. Bu talihsizlik bazen akciğerdeki bir damara rastlar, bazen de beyindeki bir damara. Hangi atardamarın tıkanacağı tamamen rastlantısaldır. Bu şekilde beynin bir bölgesi oksijensiz kalır. Tıkanma kısa sürede açılır veya çözülürse, nörolojik belirtiler yok olabilir; örneğin yüzün bir tarafı sarkar, ama birkaç dakika sonra düzelir.

Bu tür geçici inmeler, geçici iskemik nöbet adıyla bilinir. Atardamar 15 dakika veya daha uzun bir süre tıkalı kalırsa, beyinde sürekli hasar meydana gelir. Ölü hücreler temizlendikten sonra beyinde bir delik oluşur.

"Benim beynimde delik melik yok ama, değil mi?" diye sordu Neil, biraz endişeli bir ifadeyle.

Herkeste olan boşluklar var; bu boşluklar, karıncık adını verdiğimiz serebrospinal sıvı rezervleridir. Rönesans'ta karıncıklara bü-

yük ilgi duyulurmuş. İlk frenologlar 500 yıl önce ortaya çıkmıştı; bu kişiler aslen din âlimleriydi. Frenologlar, ruhun altbölümlerinin beynin çeşitli karıncıklarında bulunduğuna inanıyordu: Onlara göre, karıncıklardan birinde bellek, birinde fantazi, sağduyu ve muhayyile, birinde de düşünme ve muhakeme yer alıyordu.

"Ameliyattan sonra beynimde bir delik olacak. O deliği ne dolduracak?" diye sordu Neil.

Serebrospinal sıvı, kafatasının içinde beyin veya kan olmayan her yeri doldurur. Yani daha geniş bir karıncığa sahip olacaksın.

"Daha fazla ruhum olacak yani?" diye takıldı Neil, tekrar kafeteryaya doğru yürürken. "Kafalarında koca delikler olduğu anlaşılan, ama zekâları normal olan insanların (dergi yazılarında bu kişilerden bahsedildiğini görmüştüm) durumu nedir peki? Bu insanlar ince bir beyin katmanına sahip gibiler."

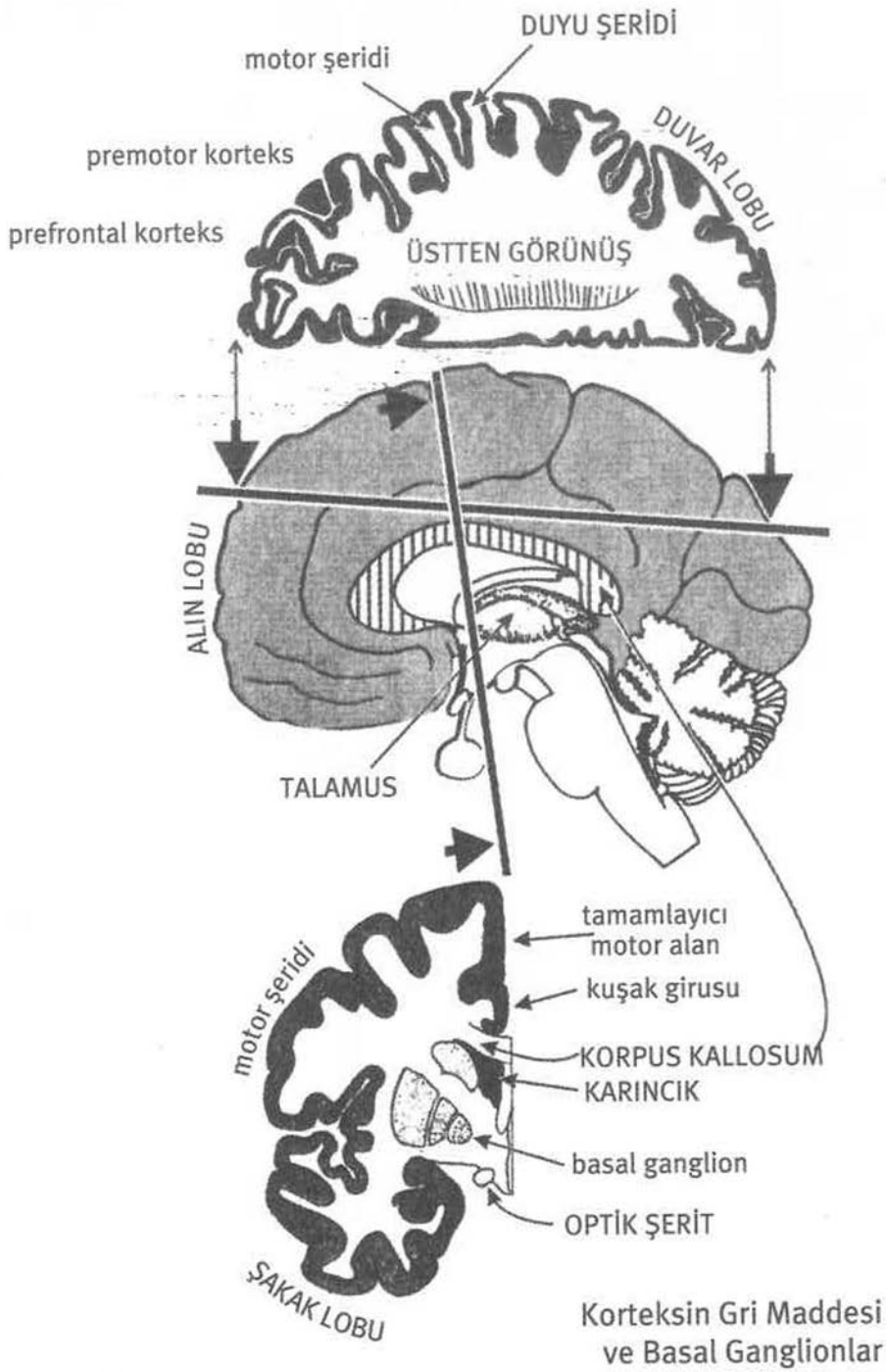
Aslında, beyinlerinin büyük bir bölümü normaldir, ama içi sıvı dolu, büyük bir boşlukları vardır, çoğu yerde serebral korteksleri incedir. İnsanlar genelde serebral korteksi beyinle karıştırır, korteks dil, gelecekle ilgili plan yapma, gelecekle ilgili kaygılar besleme gibi karmaşık işlevlere sahip olduğu için belki de. İlk bilgisayarlı tomografiler tıp öğrencileri üzerinde denenirken, öğrencilerden birinin beyninde böyle büyük bir boşluk olduğu, korteksinin ince olduğu görülmüş. Buna rağmen korteksi gayet iyi çalışıyormuş. Aslında hepimiz topu topu ince bir korteks tabakasına sahibiz. Korteks, beynin yüzeyindeki kıvrımlara uygun olarak kıvrılıp bükülen ince bir kabuktan ibaret.

"Gördüğüm resimlerde, korteksin kalınlığı sanki yerine göre değişiyor gibiydi."

Bunu açıklamak için bir parça pastaya ihtiyacımız var.

Elimde pasta, korteks kalınlığındaki görünür farklılığın, korteksin belli bir yerinden dikey değil de belli bir açıyla kesit alınmasından kaynaklandığını söyledim ona; tıpkı verev kesilmiş bir pasta gibi. İyice eğik kesit alarak korteksin olduğundan iki-üç kat daha kalınmış gibi görünmesini sağlayabilirsin. Ama gerçekte korteks, üst üste konmuş iki metal paranın kalınlığından daha kalın değildir. İşin püf noktası bu.

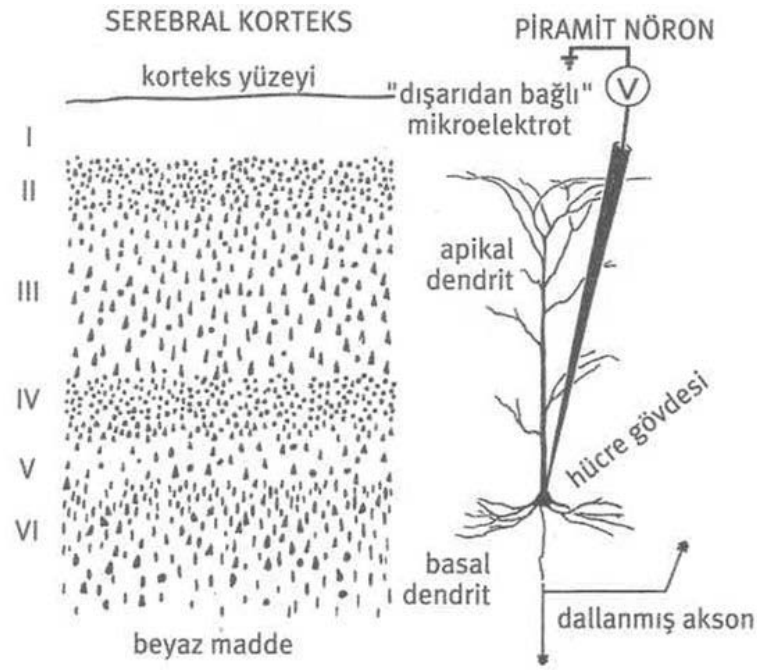
"Yanılmışım. Bütün ilginç şeyleri bu ince yüzey katmanı yapıyor demek? Dildi, planlamaydı, hepsi burada yani?" Bir süre dü-



Korteksin Gri Maddesi ve Basal Ganglionlar

şündü. "Birkaç ince korteks katmanı her şeyi yapıyorsa, kulaklarımın arasında kalan yerde ne var?"

Kablolar var. Bir sürü kablo. Ama biz onlara akson, bazen de sinir lifi diyoruz. Bir telefon şirketinin merkez ofisine gittiysen, yerden tavana kadar giden ve tavan boyunca uzanan, çoğunlukla da binanın başka katlarına kadar çıkan dev kablo demetleri görmüşsün-



dür orada. Ama sonunda bütün aramaları bir devreden ötekine bağlayan bilgisayarı görünce, insan bu sistemin hiç de öyle geniş olmadığını, bir dolaba sığacak küçüklükte olduğunu anlıyor.

Beyin, devreleri birbirine bağlamaktan çok daha ilginç şeyler yapar, ama kablolar hâlâ odanın büyük bir kısmını kaplar. Beyaz madde işte bu odadır. Serebral korteksin bütün ilginç şeyleri yapan kısmı, tepe ve vadiler şeklinde kıvrılmış olan ince yüzey tabakasıdır.

Serebral korteks, gri maddenin önemli bir oranını teşkil eder. Ama beynin derinliklerinde, serebral korteksin uyku, dikkati yönlendirme ve belleği düzenleme gibi şeylerden sorumlu başka kısımları daha vardır. Talamus gibi bazı gri maddeler serebral korteksle yakın bir alışveriş ilişkisi içindedir.

Gri madde tam manasıyla gri değil elbette. Kahveye çalan kızıl renkte.

"Gri madde artık gri değil mi yani?" dedi Neil, çatalını müthiş canı sıkılmış gibi bir ifadeyle masanın üzerine bırakarak. "Hayallerim yıkıldı."

Ölü bir beyinde gri. Ama zaten çoğu insan da, görme şansını elde etse bile beyni ancak ölüyken görür. Biz gri maddenin doğal, işler haldeykenki renginin güzel bir kızıl kahve (renkli fotoğraflarda-

ki Büyük Kanyon'un rengi gibi) olduğunu ancak ameliyathanede görürüz.

"Sormaya çekiniyorum, ama beyaz madde gerçekten beyaz mı?"

Çekinmene gerek yok, beyaz madde gerçekten de düz porselen beyazı, bir parça suyla seyreltilmiş yağsız sütün renginden farksız. Rengini, kabloların etrafına sarılı, miyelin adıyla bilinen yağlı yalıtım maddesinden alır. Gri maddede de biraz miyelin yalıtkanı vardır. Beyaz maddenin rengini başka şeyler de belirler; hücre gövdesi ve dendrit gibi nöronun bölümleri ve çok sayıda kan damarı gibi şeyler. Beyaz maddede, nöronun yalnızca uzun, ince, tüp şeklindeki bölümü (akson) vardır; bu bölümün etrafı bazen miyelin yalıtkanıyla çevrilidir bazen de değildir.

"Bu kablolar elektrik sinyalleri taşıyor, değil mi? Beyin dalgaları bunlardan geliyor yani?"

Hem evet, hem hayır. Evet, çünkü aksonlar itki (impuls) adı verilen elektrik sinyalleri taşır; bunlar bir voltun onda biri gücündedir ve serebral kortekste uzak mesafelere bilgi taşımak açısından son derece önemlidir. Hayır, çünkü beyin dalgaları beyaz madde içindeki aksonlardan değil, hücrenin başka bir bölümünden, korteks yüzeyine yakın olan dendritten gelir. Elektroensefalogram (kısaca EEG) son derece kaba bir ölçüdür. Bilgisayar dünyasında EEG kadar kaba olan bir şey yoktur. Buna rağmen EEG, başka türlü farkına varma imkânı bulamayacağımız nöbetleri görmemizi sağlar, çünkü hiçbir kasın kasılmasına neden olmaz.

"Ama EEG voltajı bir şekilde mesaj trafiğiyle orantılı değil mi, yani gelen giden mektup kamyonlarıyla?"

EEG'lerin ölçme hassasiyetleri, trafik mühendislerinin trafik akışını ölçmek için yola koydukları o küçük tüpler kadar bile değildir. Ama trafik örüntüleri hakkında bir fikir edinmek için her araba ve kamyonu saymak zorunda değilsin. Bir teyp alıp mikrofonunu bir sokak lambasına astığını düşün. Teybin hızını en yavaşa alırsın, teybi bir gün boyunca çalışır vaziyette bırakırsın, sonra teybi çalıştırırken ses göstergesine bakarsın.

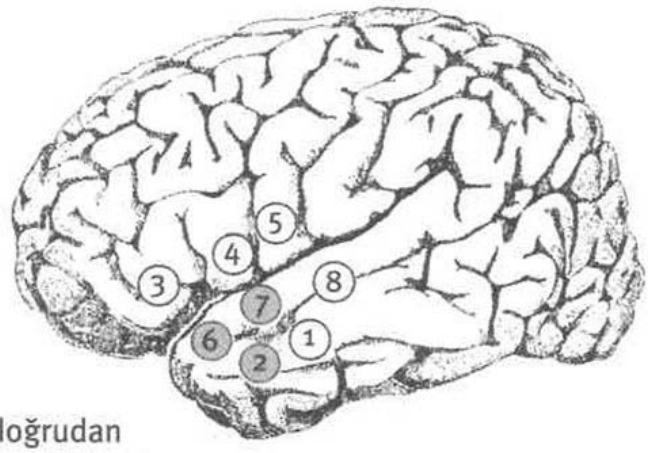
Yabancı bir şehirde bir otel odasında uyandığında, gözünü açmadan o sırada gece mi yoksa gündüz mü olduğunu nasıl anlarsın, biliyor musun? Dışarıdan daha ziyade kamyon sesleri geliyorsa, muhtemelen saat henüz sabahın dördü falandır. Trafik aşağı yukarı

saat altıda başlar, trafik gürültüsü de onunla birlikte. Saat altıda tekrar uykuya yatarsan, muhtemelen trafiğin en yoğun olduğu saatlerde trafiğin gürültüsüyle birlikte uyanırsın.

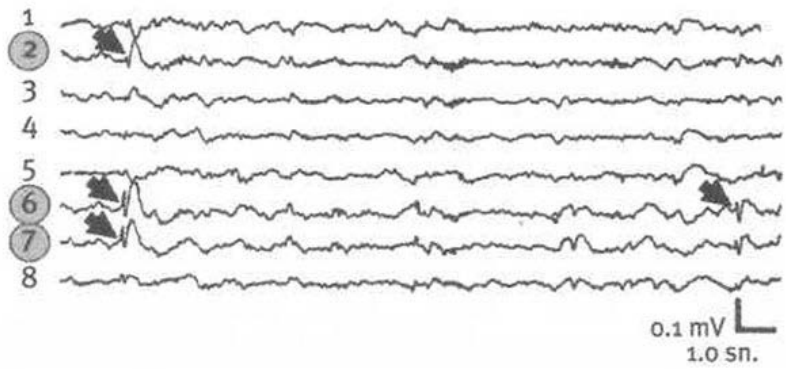
EEG, "beyin dalgaları" teriminin doğmasına yol açan bazı ritimler gösterir. Bunlar, fark edebileceğin trafik ritimlerine çok benzer. Günde büyük, sabit iki zirve görülür; sabahları ve akşam saatlerinde. Daha hızlı ritimler de vardır. Trafik gürültüsünün grafiğini çıkarırsan, her saat için yaklaşık otuz küçük zirveden oluşan bir ritim elde edersin.

"Bir blok ilerideki trafik işaretleri trafiğin yoğunlaşmasına neden oluyor muhtemelen."

Doğru, dedim. Trafiğin en yoğun olduğu saatlerdeki ritim hafta sonunda belirgin değildir; yani döngü içinde döngü vardır. Dur-geç döngüsü trafiğin yoğun olduğu saatlerde daha belirgin hale gelir. Aynı şekilde, dinleniyor veya teyyakkuzda, meşgul veya bekliyor olmana bağlı olarak EEG ritimleri de büyür veya küçülür. Ritimler, belirsiz olmalarına rağmen çok işe yararlar. Bazen, EEG'nin nasıl



Neil'in doğrudan açık korteksten alınan EEG'si, şakak lobunun ön kısımları boyunca epileptik "yükseltiler" gösteriyor



tepki verdiğini görmek için birçok faaliyeti aynı anda başlatmaya çalışırız.

"Bana da bu testi uyguladılar, saniyede bir klik sesi verdiler. Buna ortalama uyarılmış tepki mi deniyordu?"

Aynen öyle. Yüksek bir ses düşün, bir tabağın yere düşüp kırılırken çıkardığı sesi mesela, bu sesi duyunca odada sohbet eden insanların sesi kesilir. Sonra herkes bir anda konuşmaya devam eder. Bunun gibi küçük kesintilerden yararlanarak beynin bazı bölümlerinin nasıl çalıştığını öğrenebiliriz. Her zaman konuşmaları durdurup tekrar başlatacak uygun bir uyaran bulamayabiliriz. Ama görme korteksinde ışık flaşları çok iyi iş görür.

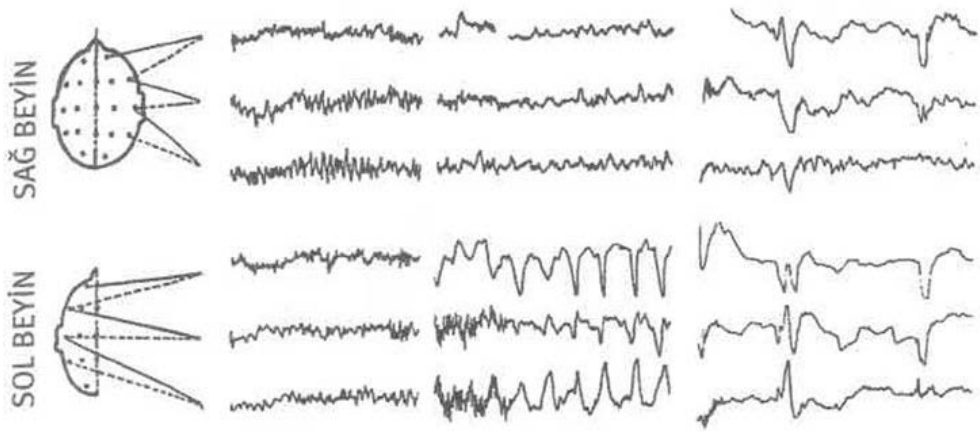
Neil EEG anormalliklerini merak ediyordu. Yıllar içinde ona çok sayıda EEG testi yapılmış, ama nörologların ne aradıklarını hiç anlayamamış. Espresso standından aldığı peçetelere bazı EEG örüntülerini çiziktiriyorduk.

"Peki benim EEG testimde buldukları yükselti örüntülerine ne diyorsun? Bana bunun iki nöbet arasında, dinlenme halinde bulunan epileptik sürecin alametifarikası olduğunu söylemişlerdi."

Bu yükseltiler bir motorun erken ateşlenmesine benzer, normal değildir, ama kendi başına ciddi de değildir. Arada sırada motorun erken ateşlemesi, o motorun ayar gerektirdiğine işaret eder, bence EEG'lerdeki çoğu yükselti de böyle bir şeye işaret ediyor. Arka arkaya erken ateşleme oluyorsa, yani EEG'de yükseltiler sıklıkla birbirini izliyorsa, işte o zaman motor her an bozulabilir demektir. Bazen EEG'de görülen bir dizi yükselti insana eski püskü bir kamyonu hatırlatır: İleri gitmeye çalışır ama başka bir erken ateşleme yüzünden hoplayıp zıplar, sonra tekrar ilerler, motorun arka arkaya erken ateşlemesi nedeniyle dağılacak gibi olur ve nihayet yolun ortasında istop eder. Bir nöbetin başlangıcıyla ilgili tahayyülümüz buna çok benzer.

"Bu EEG yükseltilerinden birinin oluşmasında kaç nöron rol oynuyor?" diye sordu Neil.

Muhtemelen milyonlarca, dedim. Kafatasına yapıştırılan bir EEG elektrotu beynin, en az bir bozuk para büyüklüğündeki bir bölgesinden gelen sinyalleri kaydeder. Bir keresinde, serebral korteksin bozuk para büyüklüğündeki bir parçasında 133 milyon nöron



Neil'in EEG kaydı başlıyor, normal görünüyor

Sol şakak lobunda nöbetler başlıyor

Nöbet faaliyeti sonra sağ tarafa da yayılıyor

olduğunu hesaplamıştım. Sorun yaratanlar bunların çok az bir kısmını oluşturuyor muhtemelen, ama çoğu zaman diğer hücreler bu hücrelerin sinyallerini seyreltir. Birçok nöbet kas hareketi üretmez, ama beynin o bölgesinin doğru dürüst çalışmasını bir süre engeller. Kafatasından yalnızca büyük kalabalıkların faaliyetini görebiliyoruz. Bunlar gözle görülür bir hareket seviyesine eriştiğinde, milyonlarca nöronun hareketi söz konusu demektir.

"Bir sürü küçük, faal nöron," dedi Neil. "Toplam kaç tane?"

Toplamda 200 milyar kadar olduğu tahmin ediliyor şimdilerde. Bütün beyindeki nöron sayısı bu. Yalnızca serebral kortekste, ara toplam 30 milyar civarında. İnsanlar serebral korteksi beynin tamamıyla karıştırıyor, oysa kortekstekı nöronlar toplam nöron sayısının yalnızca küçük bir kısmını oluşturur. Beyin sapının üstünde yer alan beyincikte (serebellum) çok sayıda küçük granül hücre nöronu olduğundan nöron sayısı daha fazladır. Sinaps sayısı daha da çoktur elbette; sinapslar, nöronlar arasındaki temas noktalarıdır ve her nöronda binlerce sinaps bulunur.

Gelgelelim, toplam sayı herkeste sabitse de, serebral korteksin çeşitli bölümlerinde ara toplamlar değişiklik gösterir. Bir grup normal insanı alıp primer görme kortekslerine bakarsanız, bu alanın hepsinde aynı büyüklükte olmadığını görürsünüz. Bazı insanların primer görme korteksi bazılarına oranla üç kat daha büyüktür.

"Peki bu insanlar daha mı iyi görüyor?"

Büyüklük iyi bir şey mi gerçekten de? Görme korteksi konusunda henüz bunu kimse bilmiyor. Dil korteksi de kişiden kişiye çok farklılık gösterir muhtemelen. Çeşitli hayvan türlerinde korteks tabakalarının derinliğinde biraz farklılık vardır, ama korteks yüzeyinin altındaki bir milimetrekarelik alan içinde bulunan nöron sayısı bayağı sabittir, 148.000 civarındadır.

"İlginç. Evrensel bir paketleme ilkesi varmış gibi görünüyor."

Belki. Atalarımız giderek daha gelişmiş primatlara dönüşürken, serebral korteks büyümesini aslen (derinlemesine değil de) yanlamasına gerçekleştirmiştir. Şempanze ve gorillerde toplam korteks alanı bir A4 kâğıdının alanından daha küçüktür. İnsanlarda dört A4 kâğıdın alanına eşittir. Farelerin korteks alanı 6,5 cm^2'den azdır, yani insanın korteks alanından 500 kat küçüktür. Korteks yüzeyinde bulunan çok sayıdaki kıvrımın nedeni alan artışı muhtemelen; bütün o dar vadiler yüzey alanını genişletiyor ve korteksi belli bir toplam hacme ulaştırıyor.

"Zeki birinin serebral korteksi aptallardan daha mı fazla? Bizi şempanzelerden daha zeki yapan korteks büyüklüğü mü?"

Korteks alanının zekâyla bir ilgisi var, ama her şey bundan ibaret değil. MR görüntüleme cihazıyla gri maddenin miktarı ölçüldüğünde IQ'su yüksek olan insanlarda gri maddenin ortalama IQ'ya sahip insanlardan belirgin şekilde fazla olduğu görülür. Ama korteks alanı IQ değişkenliğinde çok az bir paya sahiptir. Zekâyı başka şeyler etkiliyor olmalı. Beyin devresinin iç randımanı zekâ seviyesinde korteksin tamamından daha fazla rol oynuyor muhtemelen.

"Ameliyat ettiklerinde korteksimin bir parçasını kaybedeceğim. IQ seviyeme ne olacak? Karım da bu konuda endişeli. İş ortaklarımın da endişeli olduğunu biliyorum!"

Bunun gibi operasyonlardan sonra genelde IQ dereceleri *yükselir*, üstelik belirgin bir biçimde. Ama bunun nedeni, operasyondan önceki hayatlarında son nöbetlerin devam eden etkilerinden veya yüksek dozda ilaç kullanımı ve bunların yan etkilerinden dolayı hastaların çok güçsüz düşmüş olmalarıdır. Bu nedenle hastalar, IQ testlerinde biyolojik kabiliyetlerinin gerektirdiğinden daha düşük performans gösterirler.

Tepsilerimizi kafeteryanın taşıma bandı üzerinde sürüklerken Neil bu söylediklerim üzerinde biraz düşündü. "Bu operasyondan şimdikinden daha zeki olarak çıkacağım demek, ama on beş yıl öncekinden, başımı çarpmadan önceki dönemlerimden daha zeki olmayacağım. Gerçi o zaman da öyle zekiydim ki emniyet kemerimi bağlamamıştım!"

Bu da iyi alışkanlıkların IQ'dan daha önemli olduğunu gösteriyor. Zekâ, en azından IQ testlerinin ölçtüğü zekâ, zihinsel olarak "hızlı olmak"la, belli bir zaman aralığında birçok soruyu çözmekle alakalı daha çok. IQ aynı anda birçok şeyle baş etmekle de alakalıdır: Örneğin, "A ile B benzerdir, buna göre C aşağıdakilerden hangisiyle benzerdir?" gibi analoji soruları sorulur. D, E ve F seçenekleri verilir. Böylece problemi çözmek için aynı anda altı şeyi aklında tutman gerekir.

Muhakeme gücü, yaratıcılık ve iyi bir bilgi haznesine sahip olmak gibi şeyler gerçek hayatta IQ ölçülerinden daha önemli olabilir. Yanlış sonuçlara atlayacak kadar hızlı veya hiçbir zaman karar veremeyecek kadar kararsız olmak istemezsin. Doğru dengeleme eylemini, bir sonraki probleme geçtiğinde durumu belirleyecek olan doğru hareketi bulma meselesidir bu. "İyi bir beyne" sahip olmak çoğunlukla ne kadar beyne sahip olduğunla alakalı değildir. Nitelik genellikle niceliği telafi eder.

Üçüncü Bölüm

Beynin Konuştuğunu Görmek

"Sinema vakti geldi demek," diyor Neil, örtülerin altından. Neil'in beynini incelemeye ara verip nörofizyoloğa bakıyorum. Nörofizyolog sürgülü projektörü anestezistin etrafından geçirip Neil'in projektörün arkasındaki ekranı görebileceği bir konuma yerleştiriyor.

Neil'in gördüğü şeylerle ilgili yorumları, gayet parlak biçimde aydınlatılmış olan bu rengârenk beyinden geliyor işte. Hiçbir grilik yok. Ses Neil'in ağzından çıkıyor olabilir, ama sözcükler Neil'in açıkta olan beyin yüzeyinin (bakmakta olduğum serebral korteksin) hemen altında yer alan yumuşak şeyde seçiliyor ve oradan gönderiliyor. Bu şey bir şekilde sinir hücresi orkestrasına bir "şef", çoğunlukla kendi kendine, ara sıra da yüksek sesle konuşan bir "ses" yaratıyor.

Arı topluluğu olsa olsa bir kovan yaratabilir, sinir hücrelerinden oluşan bir topluluk ise etik üzerine düşünen, şiir yazan ve beyin ameliyatı gerçekleştiren bir kişi yaratabilir; belki de bir gün kendini anlayabilecek birini. Ne zaman bu ameliyat penceresinden konuşan bir beyne baksam, aya giden bir rokette seyahat etmiş olsaydım, döndüğümde dünya gözüme biraz yavan görünürdü herhalde diye düşünürüm. Şimdi gördüğüm şu beynin içinde bir insan *yaşıyor*. Bütün o sinir hücrelerinden gerçek Neil, kendine özgü bir ses ortaya çıkıyor bir şekilde. Ve hayat hikâyesini anlatıyor. Bir şekilde.

Ben bunlara hayret ederken, George muhtemelen beynin tam olarak hangi bölümlerinin dil yeteneği için önemli olduğunu düşünmekle meşgul; genelde bütün hastaların değil, özellikle Neil'in beynindeki dil bölümlerini: temel planın bütün olası varyasyonları arasından Neil'in kendi versiyonunu. Beyin cerrahları dil yeteneklerini bozmaktan kaçınmalıdır. Epileptik alanların dil alanlarına yakın olduğu durumlarda (çoğunlukla da öyledir) beyinden parça al-

ınadan önce dil yeteneklerinin haritasını çıkarmak çok önemlidir.

Beyin yüzeyindeki elektrik faaliyetini kaydetmeyi bitiriyoruz; böylece operasyon öncesinde yapılan EEG testlerinde görülenden daha fazla ayrıntı elde etmiş olduk. Nöbetler arasındaki epileptik sürecin karakteristik imzası (motorun erken ateşlemesini andıran yükseltiler) Neil'in şakak lobunda ve çoğunlukla dil süreçleriyle alakalı bölgelerde görülüyor. George bu bölgeleri öylece alamaz, çünkü iyileştireyim derken daha fazla soruna neden olur. Bu nedenle, sorulması gereken bir sonraki soru şu: Neil'in dili tam olarak nereden geliyor?

Beynin sırf yüzeyine bakmakla dil korteksine özgü herhangi bir anatomi göremezsiniz. Hatta, beynin her iki yarısının dört "lobunu" (alın, duvar, artkafa ve şakak lobu) görmek bile zordur.

Bu konuyu daha önce konuşurken Neil, "Biraz zorlarsan dört yapraklı yoncaya benziyor," demişti. Nasıl ki ABD'de "Doğu" ile "Ortabatı" arasında üzerinde anlaşılmış belli bir sınır yoksa, duvar lobunun nerede bittiğini, şakak lobunun nerede başladığını söylemek de zordur.

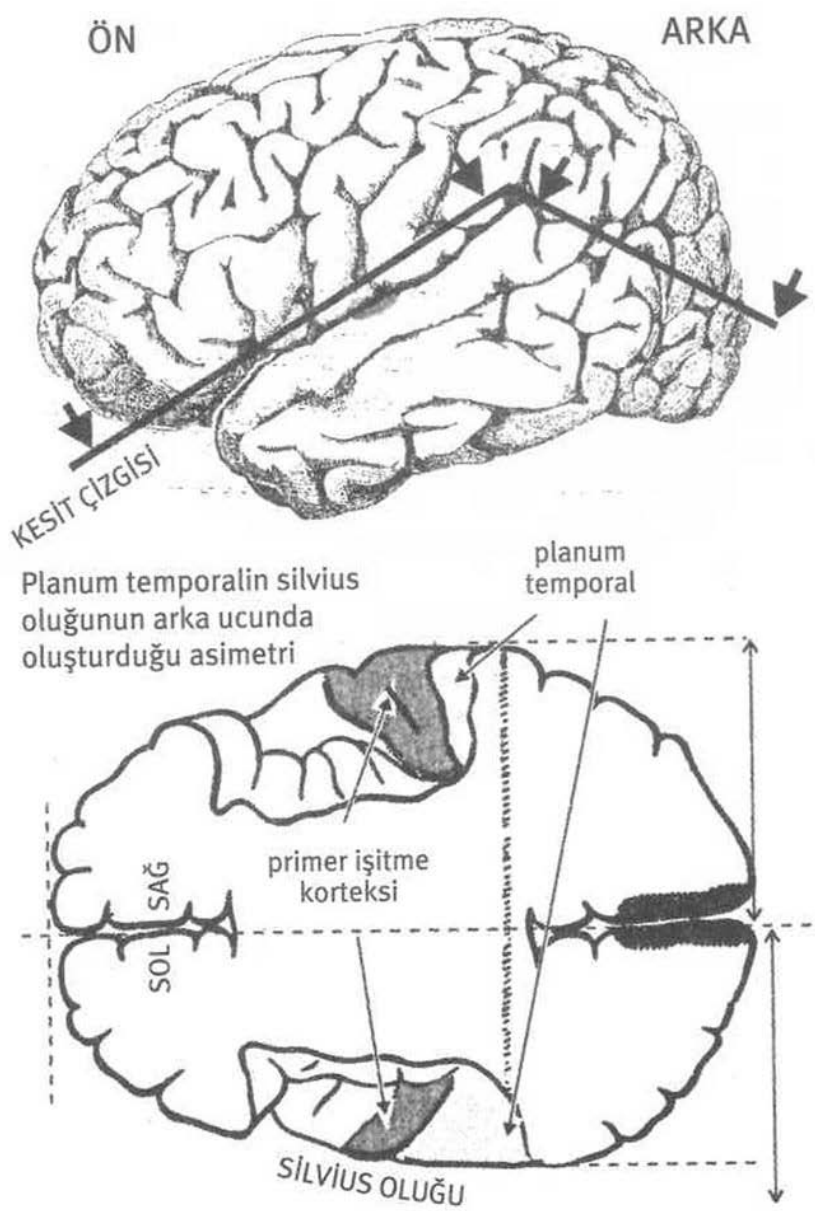
"En azından beynin sağ yarısı sol yarısının aynadaki aksi gibi," dedi Neil.

Aslında öyle değil; beynin iki yarıküresi birçok açıdan asimetriktir. Bir yarıküre genellikle yarım değildir, zira beynin sağ tarafı çoğunlukla sol tarafından daha geniştir. Sağ taraf öne doğru biraz çıkıntı yapar, sol alın lobuna göre biraz çıkıktır; buna karşılık, arka tarafta sol artkafa lobu sağ artkafa lobuna göre biraz daha çıkıktır.

"Ortalama beyin çarpık çurpuk yani, öyle mi?"

Evet, üstelik bununla da bitmiyor. Şakak lobunu beyin yarıküresinin diğer kısımlarından ayıran içe kıvrılmış büyük yarık, yani silvius oluğu, beynin sol tarafında genellikle daha uzun ve düzdür. Sağ tarafta ise daha kısadır ve gözle görülür şekilde yukarı doğru kıvrılır. Bu, beynin çeşitli alanlarının büyüklüğünde sağ-sol farklılığını yansıtır. Bu farklılıklardan biri "planum temporal"dir, şakak lobunun silvius oluğunun içine gömülü olan ve işitme alanından silvius oluğunun arka ucuna kadar uzanan kısmı.

İnsan beyninin iki yarısı işlev bakımından da simetrik değildir. Bazı beyin işlevleri "yanallaşmış"tır, özellikle de genelde beynin



Sağ yarıküre de daha geniştir ve ön tarafta çıkıntı oluşturur, ama arkada böyle bir çıkıntı oluşturmaz.

sol tarafında bulunan dil. Uzun yıllar önce nörolog Norman Geschwind, bazı insanlarda planum temporalin beynin sağ tarafında daha büyük olduğunu ve bu insanların nüfusa oranları ile dil konusunda sağ beyni baskın insanların nüfusa oranlarının yaklaşık aynı olduğunu gözlemlemişti. Buradan yola çıkarak, bu alanın görece büyüklüğünün dil yanallığının "anatomik bir işareti" olduğu sonucuna varmıştı, her ne kadar bu alanın gerçek işlevi bilinmese de.

"Kuyruksuz maymunlarda da bu asimetri var mı?" diye sordu Neil.

Orangutan ve şempanzelerde vardır, ki bu da insanın evriminin ilk dönemlerinde dil için en azından bir anatomik ortam olduğuna işaret eder. Ama gorillerde (evrim düzeyleri orangutanlar ile şempanzeler arasındadır) bu asimetri olmadığı halde onlara da işaret dili öğretilebilmektedir. Yani durum o kadar da basit değil.

"Peki, fetüsün beyni ne zaman asimetrik hale gelmeye başlar?"

Planum temporal asimetrisi fetüslerde 26 haftalıkken teşhis edilebilir. Böylece bebekler muhtemelen dille alakalı anatomik bir donanımla doğarlar.

Ama anatomi, dilin nerede ikamet ettiğine dair bu küçük ipuçlarını sunar yalnızca. İşlevin değişmesi fazladan birçok ipucu sağlar.

Arabanın kaporta kapağının altında bir şeyler ters gidince araştırır ve sonunda buna neden olan tuhaf görünüşlü parçanın nasıl çalıştığını öğreniriz. Frenler tutmayınca, tekerleklerden ziyade kaporta kapağının altındakilere bakarız ve kullanım kılavuzundaki bir diyagramda gizemli bir biçimde "ana silindir" olarak adlandırılan bir parçadan sıvı sızdığını görürüz.

Çalışmayan şey (frenler) sayesinde motor bölümündeki yığının içindeki o parçanın işlevini tanımlayabiliriz. 2500 yıl önceki Yunanlı filozof-hekimler, beynin sol yarısının vücudun sağ yarısını, beynin sağ yarısının da vücudun sol yarısını denetliyor olabileceğini fark ettiklerinde benzer şekilde akıl yürütmüşlerdi.

"Arabanın motor bölümü çapraz düzenlenmiş olsaydı," dedi Neil, "sol tekerleklerin gücü motorun sağ tarafından gelirdi. Ayrıca soldaki tekerleklerin frenleri, kaportanın sağ tarafındaki ana silindirden kontrol edilirdi. Sağ tekerleklerde de bunun tersi durum söz konusu olurdu."

Ama modern arabalarda bütün tekerleklere güç, motor bölümünün iki tarafına da hâkim olan aynı motordan sağlanır.

"Çoğu Amerikan arabasında, her iki taraftaki frenler motor bölümünün sol tarafındaki ana silindir tarafından kontrol ediliyor. Direksiyon da keza sol tarafta."

İnsan beynindeki dilin düzeni de buna benzer. Fransız cerrah Paul Broca 1861'de, deneyimlerine dayanarak, genellikle beynin

sağ tarafından ziyade sol tarafı hasar gördüğünde dilin de hasar gördüğünü söyleyebileceğini ifade etmiştir. Bu tür afaziler (dil yeteneklerinde beyin hasarına bağlı bozukluklar bu adla bilinir) salt konuşma zorluklarından ayrılır. Konuşmanın gerçekleşmesi için gerekli "gücün" elde edilmesinde göğsün her iki kısmının, dilin ve dudakların rol oynadığı aşikâr, ama sözcükleri seçen mekanizma beynin sol tarafındadır, tıpkı arabaların direksiyon ve fren pedallarının solda olması gibi. Broca, sol beynin dilde "baskın" olduğunu belirtmiştir.

"Bunun sağ elle, yani sağlak olunmasıyla bir alakası var mı?"

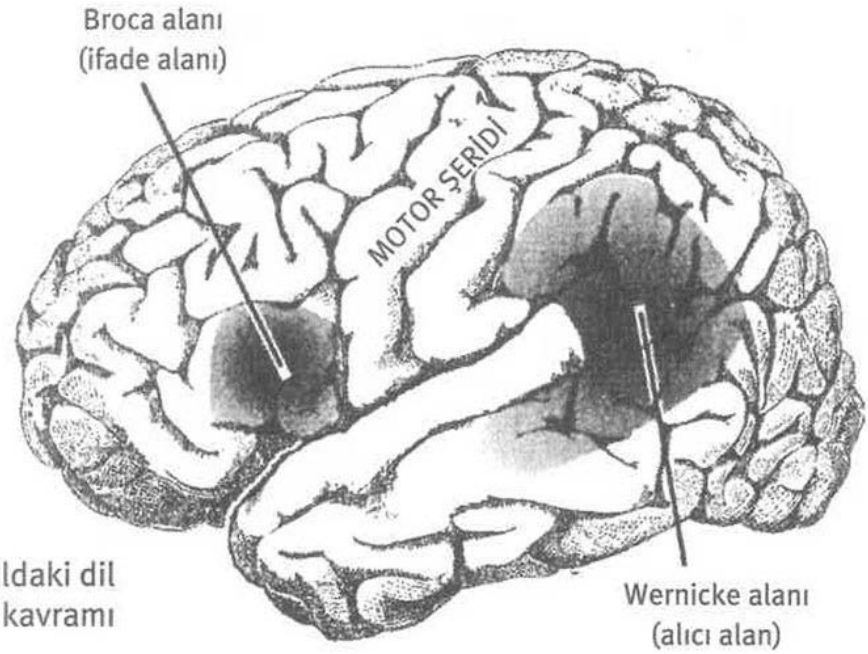
Bu tür serebral baskınlık sol beyin işlevinin diğer özelliğiyle, yani sağ el kullanımıyla sürekli karıştırılmıştır. Solak insanların sağ beyin diline sahip olduğu, beyinlerinin birkaç yönden sol beyinleri baskın insanlarınkinin tam zıddı olduğu (tıpkı İngiliz veya Japon arabalarının Avrupa ve Amerikan arabalarından farklı olması gibi) düşünülürdü.

"Ama öyle değiller, değil mi? Belli bir düzen yok yani?"

Artık çoğu solağın dil merkezinin tıpkı sağlaklar gibi sol beyinde olduğu biliniyor. İnsanların yaklaşık yüzde 5'inin dil merkezi sağ beyindedir, yüzde 5 ila 6'sının beyni her iki yarıküresinde belirgin dil işlevlerine sahiptir. Solaklar daha çok ters baskınlık ve karma baskınlık grubuna dahil olsa da, bir elin kullanım örüntüsüne bakarak dil merkezinin beynin hangi yarısında olduğu asla öngörülemez.

Broca'nın elinde, dilin sol beynin içinde nerede ikamet ediyor olabileceğiyle ilgili bir örnek de vardı. O sıralarda inme geçirmiş bir hastayla ilgileniyormuş. Adı Leborgne olan hasta onun söylediği şeylerin çoğunu anlıyor gibiymiş. Talimatları izleyebiliyor ve hastanedeki hastalardan bazılarına yardımcı olabiliyormuş, ama ağzından "tan"dan başka sözcük çıkmıyormuş. Durumu ilgili kasların felç geçirmiş olmasıyla açıklanamıyormuş, zira Leborgne yiyebiliyor, içebiliyor ve "tan-tan" diyebiliyormuş.

Leborgne öldükten sonra Broca neresinin hasar gördüğüne bakmak için beynini incelemiş. Leborgne'un geçirdiği inmenin beyninin sol kulağın üst kısmına denk gelen bölgesini, alın lobunun alt arka kısmını, duvar lobunun alt ön kısmını ve şakak lobunun üst kısmını içeren bölgesini etkilediği ortaya çıkmış. Dört lobun üçün-



19. yüzyıldaki dil korteksi kavramı

de çeşitli derecelerde hasar olmasına rağmen Broca en çok alın lobundaki hasardan etkilenmiş, çünkü buradaki hasar diğerlerine oranla çok daha derinlere uzanmaktaymış.

Broca bu hastadaki dil sorunlarından, alın lobunun hasar görmüş olan alt arka kısmının sorumlu olduğu sonucuna varmış. Bu bölgenin dil çıktısını denetlediğini öne sürmüş. Kısa bir süre sonra nörologlar bu karakteristik dil sorunuyla karşılaştıklarında "Broca afazisi"nden, yani "ifade afazisi"den söz etmeye ve beynin sol tarafındaki alın lobunun motor şeridin hemen önündeki kısmını "Broca alanı" olarak tanımlamaya başlamışlar.

Aslında Broca burada küçük bir hata yapmıştı. Daha sonra "Broca afazisi"nin yalnızca "Broca alanı"nın hasar görmesi sonucu olmadığı ortaya çıkmıştı. Leborgne'un beyninde görülen hasarlı bölgelerden başka bölgelerin de hasarlı olması gerekirdi, ama Broca bunu es geçmişti.

"Bunu Wernicke mi keşfetmiş?" diye sordu Neil.

Hayır, bu hatalı tahmini düzeltmek için bir asırdan fazla bir zaman gerekmişti. Alman nörolog Carl Wernicke 1874'te 26 yaşındayken daha farklı bir dizi dil sorunu olan hastaları tanımlamıştı. Bu insanlar akıcı, hatta aşırı konuşuyor, ama bazen anlamsız sözcükler kullanıyorlardı. Broca'nın hastasından farklı olarak bu insanlar genellikle kendilerine söylenenleri anlamıyorlardı: İşitme duyuların-

da herhangi bir bozukluk olmamasına rağmen, duydukları sözcük dizilerinden anlam çıkaramıyorlardı.

Nörologlar çok geçmeden "Wernicke afazisi"nden, daha sonra da "alıcı afazi"den söz etmeye başladılar. Dilin, duyulan veya okunan şeylerin şifre çözümü için önce Wernicke alanına, sonra da konuşma çıktısı elde etmek üzere Broca alanına havale edildiğini öne sürdüler.

Bu hasta gruplarını birbirinden ayıran yalnızca belirtiler değildi: Wernicke tipi hastaların inme kaynaklı hasarları beynin en arkasında ("posterior"), genellikle şakak lobunun arkasında, duvar lobunun üstünde, silvius oluğunun arka tarafında yer alıyordu. Broca alanı bir sent büyüklüğündeyken Wernicke alanının büyüklüğü bir madeni dolara yakındır.*

"O halde dinlemek beyinde konuşmanın gerçekleştiği kısımdan farklı bir kısımda gerçekleşiyor, öyle mi?"

İkilikler ("Ya *öyle* ya da *böyle*") çok popülerdir, burada da aynı şeyin farklı versiyonları gibi görünen paralel ikilikler söz konusuydu: Broca-Wernicke (konuşma-dinleme, ifade etme-alımlama) ile ön-arka (anterior-posterior) ikiliği. Böylece hepsi ders kitaplarında bir araya getirildi (tabii eğer dil sol beyin idiyse, sağ beyinde başka şeyler oluyor olmalıydı – bu da başka bir alengirli ikilik, sonraki bölümde buna değineceğiz). İkilikler araştırmacıları mutlu eder, çalışmaktan heba olan öğrencilerin üzerindeki yükü hafifletir, kitap ve kılavuzları sattırır; oysa gerçekte işler genellikle daha karmaşık, dolayısıyla hatırlanması daha zordur.

Yeni aldığı arabanın kontrol tuşlarının ne işe yaradığını anlamaya çalışan bir çöl göçebesi düşünelim: Bir düğmeye dokunuyor ve bu düğmenin iki çubuğun ortaya çıkarak gözünün önünde bir sağa bir sola hareket etmesini sağladığını keşfediyor. Böyle bir şey çocukları eğlendirebilir, ama o sırada yağmur yağmıyorsa silgeçlerin işlevi (yağmur damlalarını silmek) açıkça görülmez.

"Çoğumuz buna benzer sıkıntılar yaşarız, videonun tuşlarının ne işe yaradığını anlamaya çalışırken mesela."

Nörofizyologlar da beynin çeşitli kısımlarının işlevlerini anlamaya çalışırken ("işlev lokalizasyonu") benzer sorunlar yaşar. Mo-

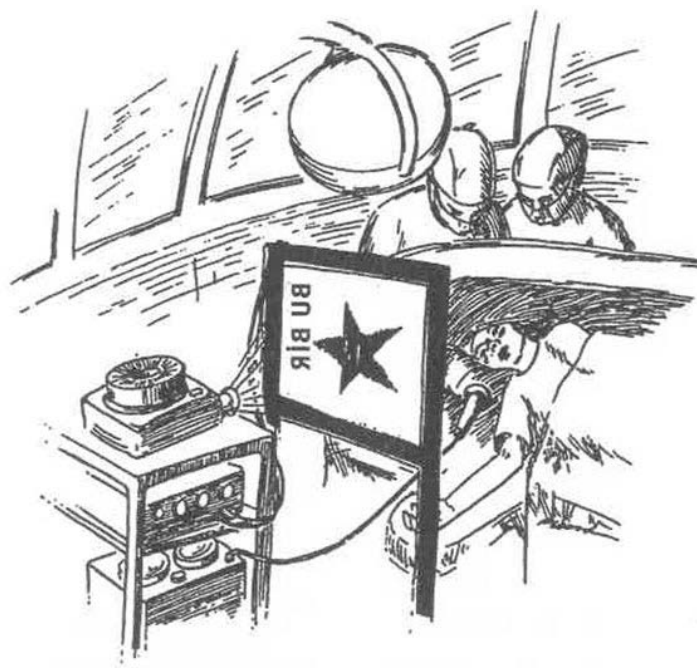
* Bir sent yaklaşık 25 krş., bir madeni dolar da 1 TL büyüklüğündedir. –ç.*n.*

tor şeridinin elektrikle uyarılması birtakım kaba hareketlere neden olabilir, ama Broca veya Wernicke alanının uyarılması konuşmaya neden olmaz. Nasıl ki işlevlerinin ortaya çıkması için silgeçlerin yağmura ihtiyacı varsa, uyarının da nitelendirebileceği bir dizi sözcüğe ihtiyacı vardır. Hasta o sırada konuşuyorsa, elektrik yalnızca hataya neden olur. Konuşma yoksa, elektrik uyarısı hiçbir şey oluşturmaz. Anatomide etiketler yoktur ve incelendiği sırada beyin konuşmuyorsa, kortikal dil alanlarının işlevleri açıkça belli olmaz.

Neil'in projeksiyonun arkasındaki ekranda birkaç saniyede bir görünen nesnelerin adını söyleyeceği slayt gösterisi nihayet başlıyor. Neil bu nesneleri daha önce ekrandan birçok kez izledi, yani ekranda çıkan bütün nesneleri tanıdığını biliyoruz.

"Bunun ne olduğunu biliyorum," diyor Neil. "Bu bir... bir..." George uyarıcıyı Neil'in korteksinden çekiyor. "Bir fil," diyor Neil sonunda biraz öfkeyle.

Ekranda başka bir görüntü beliriyor. "Bu bir elma," diyor Neil gayet rahat bir şekilde. George o sırada korteksi uyarıyordu, ama başka bir yeri, öncekinden biraz uzaktaki bir yeri. Bu yerin adlandırmayla alakası yok anlaşılan. Elektrik akımı beyindeki küçük bir



Neil'in slayt gösterisi; adlandırma alanlarının haritası çıkarılıyor.

alanı, bir kalemin ucundaki silgi büyüklüğündeki bir alanı şaşırtacak bir ayarda. Uyarı Neil'in hata yapmasına neden oluyor, uyarının beynin o küçük parçasının faaliyetini durdurma veya o parçayı (ya da o parçanın güçlü bir bağlantı içinde olduğu bölgeyi) şaşırtma esasına dayanarak çalıştığı düşünülüyor.

Bazı yerler uyarıldığında Neil, normalde adını hiç sıkıntı çekmeden hemen söylediği nesnelerin adını söyleyemiyor. George o yerleri araştırıyor. George araştırırken, slayt projektörü de Neil'i bir süre meşgul ediyor. Neil'in yaşadığı her zorluğa kulak kabartıyoruz. Neil'e daha önce bir nesneyi adlandırırken cümleye "Bu bir..." ibaresiyle başlaması tembihlenmişti. Beyinde Neil'in bırakın bu girişi yapmayı, tek kelime dahi konuşmasını engelleyecek birkaç yer var; bunlar özellikle Broca alanının içi ve çevresindeki alanlar.

Ama konuşamama durumu birçok nedenle ortaya çıkabilir ve dil korteksinin sınırını belirlemez. Anomi, yani Neil'in cümle girişini başarıyla telaffuz ettikten sonra nesnenin adını söyleyememe durumu, dildeki öznel bir soruna çok benzer. Hepimiz bazı durumlarda anomi yaşadığımız için ("Neydi adı? Dilimin ucunda ama söyleyemiyorum!"), adlandırma zorluklarının beynimizdeki dil işleminde meydana gelen anlık hafif teklemeler olduğu düşünülmektedir; bu durumu ameliyathanede iyi bir araştırma testi yapan da bu özelliğidir.

"Fil" sözcüğünü engelleyen yer fillere özgü değil; daha sonra aynı yerin başka nesneler gösterilirken uyarılması da adlandırma sorununa yol açıyor. Burası bir "adlandırma alanı", fil alanı değil. Şeyleri hücrelere depolayan bilgisayar belleğinden farklı olarak insan beyninde "fil" gibi bir anı, beynin geniş bir bölgesine paylaştırılarak depolanır ve bu anı, henüz bilmediğimiz şekilde başka anılarla kesişir.

Beyinde fil alanı olmasa bile, belli sözcük sınıfları için, mesela bazı isim veya fiiller için yerler olabileceği kanaatindeyim. Neil'in de önceki gün sorduğu gibi, hayvanlar için ayrı, sebzeler için ayrı, mineraller için ayrı yerler var mı?

Cümlelerin kurulduğu ayrı bir yer, duyduğunuz şeylerin anlamını çözen ayrı bir yer var mı? Yabancı dil bilenlerin beyninde her dil için ayrı yer var mı? Dil korteksinin düzeni erkekle kadında, gü-



zel konuşanlar ile çok az konuşanlarda, işaret dili kullanan sağır-dilsizlerde farklı mıdır? Birçok şey mümkün, ama cevap alma yolu çok kısıtlı.

Dil işlevi dışındaki beyin işlevleri konusunda bildiğimiz şeylerin çoğu başka hayvanların beyinleri üzerinde yapılan araştırmalardan geliyor. Konuşma sesleri çıkarmak elbette dil değildir; bunun teybin dil üretmesinden bir farkı yoktur. Papağanlar bir sözdağarı edinebilir, ama araştırmacıların ilgisi, kuyruksuz maymunlar içindeki en yakın atalarımızın ilkel dil yetenekleri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Kuyruksuz maymunlar genelde insanların konuşma sesini çıkarmak konusunda pek başarılı değildir. Ama öğretmenleri bir sözcüğü söylerken bir tabloda o sözcüğün karşılığı olan bir simgeye işaret ederse, maymun daha sonra o simgeye işaret etmek suretiyle o sözcüğü "konuşabilir". Aynı simge-tablo tekniği otistik çocuklarda da kullanılır; böylece çocuk simgeyle ilişkilendirdiği anlamı işaret ederek aktarmayı öğrenir zamanla. Çok az sayıda kuyruksuz maymuna herhangi bir dil öğretilmiştir, ki bunların da öğrendiği sözcük sayısı (birkaç yüz) insan standartlarına (10.000 ila 100.000 sözcük) göre azdır.

Bonobolar (pigme şempanzeler) arasındaki iyi öğrenciler ilk kez kurulmuş "Ofise git ve kırmızı topu getir" gibi karmaşık cümleleri anlayabilmektedir; deney durumunun yeni olduğu (toplar genelde ofiste bulunmaz) ve yanlış yapmaya çok müsait bir ortamda (içlerinde kırmızıların da olduğu çok sayıda topun bulunduğu bir odada mesela) gerçekleştiği zamanlarda üstelik. Bu tür cümleleri anlamak konusunda iki yaşındaki bir çocuk kadar başarılıdırlar, bunları kendileri kuramasalar bile (bu tür cümleleri iki yaşındaki çocuklar da kuramaz). Kurdukları cümleler genellikle ilkel dil kapsamı içindedir; cümleleri daha ziyade az sayıda yabancı sözcük bildiği için konuşması tutuk bir turistin veya Broca afazikinin kurduğu cümlelere benzer.

Kurulan çoğu cümle "Bana filanca şeyi ver" türünden istek cümlelerinden oluşuyor olsa da, bir bonobo bazen kendisinin özne veya nesnesi olmadığı "Sue Rose kovala" gibi bir istek cümlesi de kurabilir (bir kovalama sahnesi izlemek genç bonoboların en sevdiği şeydir, kendilerinin kovalanması kadar severler bunu).

Ama bazı hayvanlar komutlara etkileyici biçimde yanıt verse de, gelişigüzel sorulara (hatta "Üç meyve adı söyle" gibi sorulara bile) cevap verebildikleri veya havadan sudan konuştukları görülmemiştir (aynı şey küçük çocuklar için de geçerlidir). Daha fazla kuyruksuz maymun okul öncesi eğitim uzmanları tarafından bebeklikten itibaren simge dili kullanma konusunda eğitildikçe bu durum değişebilir. Özellikle bonoboların yetenekleri bayağı vaatkâr görünüyor. Yine de bu tür maymunların beyinlerinde dilin dayandığı herhangi bir düzen bilinmemektedir. Dille ilgili gözlemlerin çoğu hâlâ insanlar üzerinde yapılmak durumunda.

"Yalnızca inme geçirmiş insanlarda galiba?" diye sordu Neil.

Bugüne kadar insan beynindeki dilsel örgütlenmeyle ilgili bilgimiz, dikkatle tasarlanmış bilimsel deneylerden ziyade doğal kazalara dayanıyordu. Her iki kaynak da yararlıdır. Aralarındaki fark doğal tarih müzesi ile bilim müzesi arasındaki fark gibidir: Biri size bugüne dek varlığını sürdürmüş çeşitli doğa deneylerini gösterir, diğeri bu deneyleri meydana getiren şeyleri. Bu olayların mekanizmasını anlamak bir gün engellilere daha iyi bir yaşam imkânı sağlamaya, herkesin öğrenme sürecini hızlandırmaya, hatta gündelik hayatın karmaşıklığıyla ilgili dile dayalı akıl yürütme yeteneğimizi

daha da geliştirmeye yarayabilir. Uzun bir süre elimizde doğal tarih müzesinin afazi ve disleksi bölümü vardı yalnızca.

Dil bozukluğu türlerinin hepsinde nesneleri adlandırma güçlüğü vardır. Neil'in operasyonu sırasında da beyin alanlarını taramak için bu yüzden nesne adlandırmanın dildeki rolünden yararlanıldı. Kimi zaman bir inmeden sonra yaşanan tek sorun anomik afazidir (doğru adı bulmak). Ama genellikle hastanın sorunları basit, günlük anomi biçiminde olmaz, özneldir; bazen hasta belli sözcük sınıflarını telaffuz etmekte zorlanır, bu da dilin beyin içinde nasıl örgütlendiği konusunda bize bir fikir verir.

Broca'dan bu yana araştırmacılar, Broca alanında inme kaynaklı hasarı olan hastaların çoğunlukla isimleri telaffuz ettiğini fark ettiler. Bu hastalar cümle telaffuz ettiklerinde, fiilleri, çoğu zamiri ve bağlaçları yutarlar. Böyle bir hasta bir film hakkında şöyle şeyler söylemiştir: "Eee polis... eee... Biliyorum! Kasiyer!.. Para!.. Eee! Sigara... Biliyorum... bu... bira... bıyık..."

Bu hastalar ayrıca, onlara gösterilen basit dil ve ağız hareketlerini peş peşe taklit etmekte de zorluk çekerler. Bazen konuşurken telaffuz edemedikleri sözcükleri nağmeli söyleyebilirler. Sorunlarının gayet farkındadırlar. Ayrıca ifade etme-alımlama, ön-arka ikiliği kuralını çiğneyerek, başkalarının söyledikleri şeyleri anlamakta da bazı sorunlar yaşarlar. Özellikle de bağlaç ve edat gibi cümle yapılarını ortaya çıkaran sözcüklerle başları beladadır. Ama diğer sözcük türlerini anlamakta genellikle zorluk çekmezler.

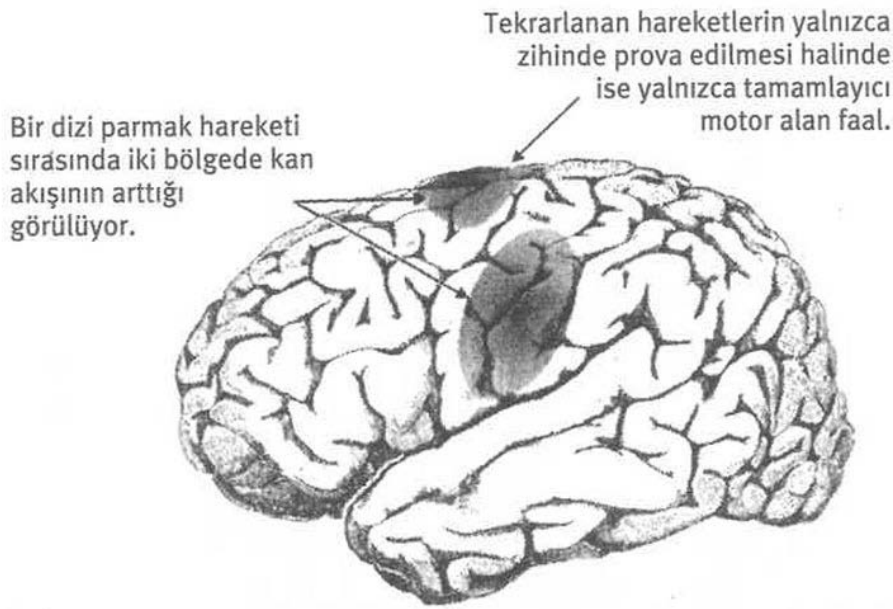
Wernicke alanları hasar görmüş hastalar ise genellikle mantıklı cümle kurarlar, ama çoğunlukla yanlış sözcük kullanırlar. Doğru sözcüğün yerine anlam veya ses bakımından o sözcükle alakalı sözcükler kullanırlar. Sorunlarının farkında değil gibidirler. Çoğunlukla da uzun konuşurlar. Blanche isimli bir afazi hastası, ismi sorulduğunda şöyle cevap vermişti: "Evet, Everest Dağı değil, *Mont Blanc*, muhallebi veya suya konmuş badem de değil...* Şey işte. Sen bil bakalım!"

* Belli ki hasta, adını ses benzerliği olan *Mont Blanc* yardımıyla hatırlamaya çalışırken "Everest Dağı" (*Mount Everest*) hatasını yapıyor; "muhallebi" (*blancmange*) ve badem (*almond*) sözcükleri de yine ses benzerliğine dayalı hatalar. –*y.n.*

Başka birçok afazi türü vardır. Bu yapıyı oluşturan Broca-Wernicke ikiliği göz önünde bulundurulduğunda, bu afazi çeşitlerinin bazı kombinasyonlara veya bağlantılara (alın ve duvar korteksinin dil alanları arasındaki yollarda meydana gelmiş bir hasara mesela) atfedilmesi doğal belki de. Bazı afazikler, kendi başlarına cümle kurarken kullanmakta zorlandıkları sözcükleri içeren cümleler kendilerine söylendiğinde bunları tekrar edebilmektedir. Bu tür transkortikal afazilerin karşıtı da vardır; buna iletim afazisi adı verilir. Bu afazide hasta sözcükleri kendiliğinden kullanabilir, ama o sözcükleri içeren bir cümleyi tekrar etmesi istendiğinde zorlanır.

İlginçtir, başka hasar türlerinden kaynaklanan dil sorunları, inme hastalarından devşirilen bu ilkeleri her zaman izlemez. Wernicke afazisi kafa yaralanmaları veya tümörlerde az görülür, Wernicke alanı hasar görse bile. Bu durum, Wernicke afazisinin özel bir hasta grubuna has olduğunu düşündürür: inmeden kaynaklı lokal hasarlara ilaveten, yaşa veya beynin kan damarlarıyla ilgili kronik bir hastalığa bağlı daha geniş beyin hasarına sahip yaşlı hastalara. Belirtiler, hastalık için esas aldığınız ölçüye göre değişiklik gösterir.

"Serebral korteksin bir bölgesinin dille alakalı olup olmadığını bulmanın tek yolu beyin hasarı değil en azından. Üzerimde deneyebileceğiniz gelişmiş teknikler var," demişti Neil bir keresinde.



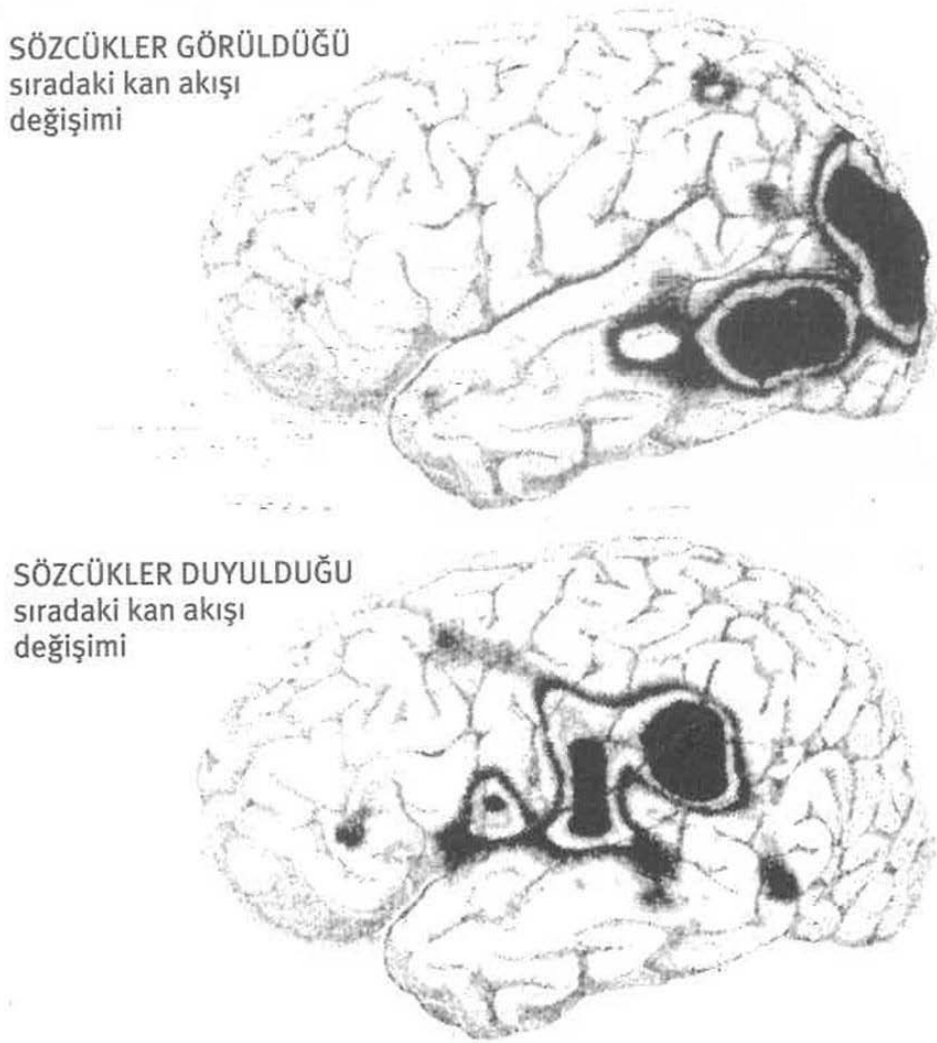
Kaynak: Roland ve diğ., 1980

Örneğin, önce beynin sol tarafını besleyen sol karotid artere (şah damarı), bir süre sonra da beynin sağ tarafını besleyen sağ karotid artere etkisi kısa süren bir anestetik uygulandığında, dilin beynin sol tarafında mı yoksa sağ tarafında mı bulunduğu öğrenilebilir. Beynin bir tarafı uykuda olduğu sırada birkaç dakika boyunca adlandırma yeteneğinde bozukluk görülmesi, dilin beynin o tarafında olduğuna işaret eder. Böyle bir değerlendirme yapmak için ameliyatından önce Neil'e de bu test uygulandı. Onda dil konusunda sol beynin baskın olduğu anlaşıldı.

Bazen beynin küçük atardamarlarına kateter sokulur, kateterden verilen ilaç küçük kortikal alanları geçici bir süre bloke eder. Bunların içinde en lokal bloke yöntemi olan ve Neil'in operasyonunun bir kısmını oluşturan elektrik uyarısı haritalaması öncelikle cerrahi bir operasyon gerektiriyor, ama bir kalem silgisi büyüklüğündeki alanların işlevini belirleyebiliyor.

Uygulanan elektrik akımı beyne zarar vermiyor. Elektrikli uyarıcıyı elimin tersine değdirdiğimde hafif bir karıncalanma hissediyorum. Bu akım uygulandığı alanda karışıklığa neden oluyor, dil gibi işlevleri geçici olarak engelliyor yalnızca. Bu yöntem, hayvan beyinlerindeki dil dışı işlevlerin incelenmesinden insanlar üzerinde yapılan dil araştırmalarına kadar geniş bir alanda deneylerin tasarlanmasına imkân tanımıştır. Ama beyin bölgelerini manipüle eden bu tür yüksek çözünürlüklü yöntemler, etik nedenlerden ötürü sadece, kendi sağlıkları için zaten beyin ameliyatı olmaları gereken ve bu araştırmalara zaman ayırmaya gönüllü olan kişilere uygulanabilmektedir.

Beynin ne kadar yoğun çalıştığını gösteren imgeler üreten araştırma yöntemleri de var. Kafatasını açmadan kullanılabildiği için bu yöntemler, genellikle normal gönüllüler üzerinde birkaç saatlik seanslar halinde uygulanabilmektedir. Geliştirilen yeni tekniklerden biri beynin manyetik alanlarını ölçüyor. Yakın zamanlarda bu teknikle yapılan bir araştırma, beynin önünden arkasına doğru gerçekleşen sürekli bir dalga faaliyeti olduğunu ortaya çıkarmıştır. Başka önemli yöntemler beynin içindeki kan akışında meydana gelen bölgesel değişiklikleri ölçer. Sinir hücrelerinin faaliyeti çok artınca, içinde bulundukları beyin bölgesinin kan akışını artırırlar. Bu tür faaliyet ölçümleri zekice seçilmiş görevlerle birleştirilirse, bu



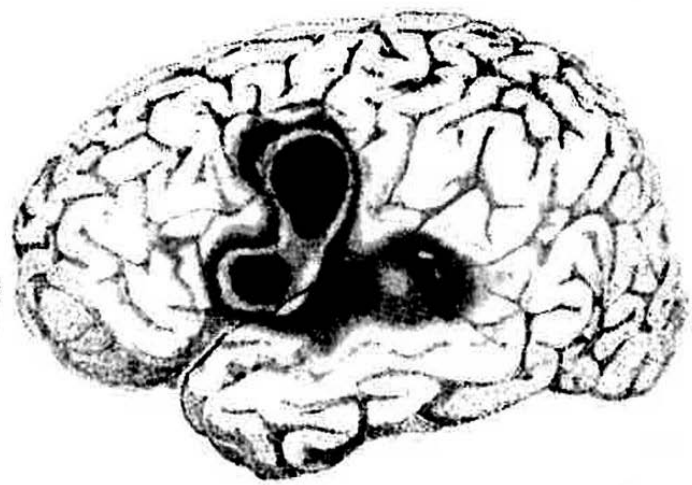
Raichle'den (1992) alınıp değişikliğe uğratılmış PET görüntüleri. (Burada görülen "hendekler" aslında orta derece yoğunluklu alanlar, bunlar boşluk değil; bkz. özgün renkli görüntüler.)

sayede neyin nerede olduğunu ortaya çıkaran görüntüler elde edilebilir.

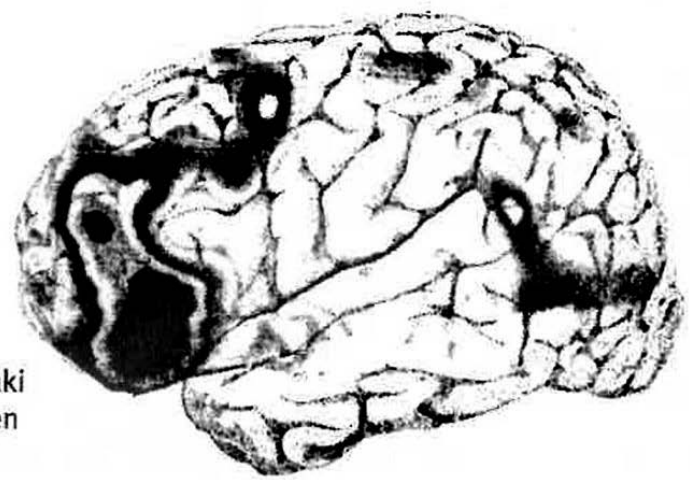
Pozitron emisyon tomografisi (PET) görüntülemesi kullanılarak lokal bölgeler radyoaktif bir izleyiciyle tanımlanır. Hatta, aralarında bir milimetrelik mesafe bulunan hücre gruplarını ayırt edebilen, çok daha iyi bir çözünürlüğe sahip daha yeni bir teknik de vardır. İşlevsel manyetik rezonans görüntülemede (bazen "hızlı MR" veya fMRI olarak adlandırılır), bir manyetik alandaki doku rezonansı değişikliğiyle kandaki oksijen miktarı değişikliği belirlenebilir, böylece bu tür değişikliklerin meydana geldiği alanların haritası çıkarılabilir. Denekler aynı sözcüğü tekrar tekrar telaffuz ettiğinde, bey-

nin farklı bölgeleri "ışıldar", ama aynı sözcüğü içlerinden okuduklarında böyle bir şey görülmez.

Burada kullanılan teknik, beynin farklı durumları arasındaki kan akış farklılıklarının incelenmesi esasına dayalıdır. Her deneğin dinlenme halindeki kan akışı ölçüsü vardır; denek o sırada bir video ekranının ortasındaki küçük çarpı işaretine bakmanın dışında bir şey yapmaz. Sonra deneğe bir sözcük gösterilir (ama denek sözlü karşılık vermez) ve bu koşul sırasındaki kan akışının haritası çıkarılır. Sonra okuma sırasındaki ek faaliyet bölgelerini göstermek için ilk görüntü ikinci görüntüden çıkarılır. Üçüncü durumda, denek sözcüğü yüksek sesle okur; sonra içten okuma sırasında elde edilen görüntü üçüncü durumda elde edilen görüntüden çıkarılarak sesli okumanın nöral faaliyete ne kattığı ortaya çıkarılır. Dördüncü durumda, deneğe ekranda görünen ismi yüksek sesle okumayıp o isme uygun bir fiili yüksek sesle söylemesi istenir; örneğin, ekran-



SÖZCÜKLER YÜKSEK SESLE okunduğu sıradaki kan akışı değişimi (Yüksek sesle BİSİKLET sözcüğü okutulur, beynin bu sırada verdiği tepkiden, içinden okuma sırasındaki tepki çıkarılır.)



SÖZCÜK OLUŞTURMA sırasındaki kan akışı değişimi (BİSİKLET için "sürmek" sözcüğü oluşturulduğu sıradaki tepkiden, yukarıdaki "Bisiklet" sözcüğüne verilen tepki çıkarılır.)

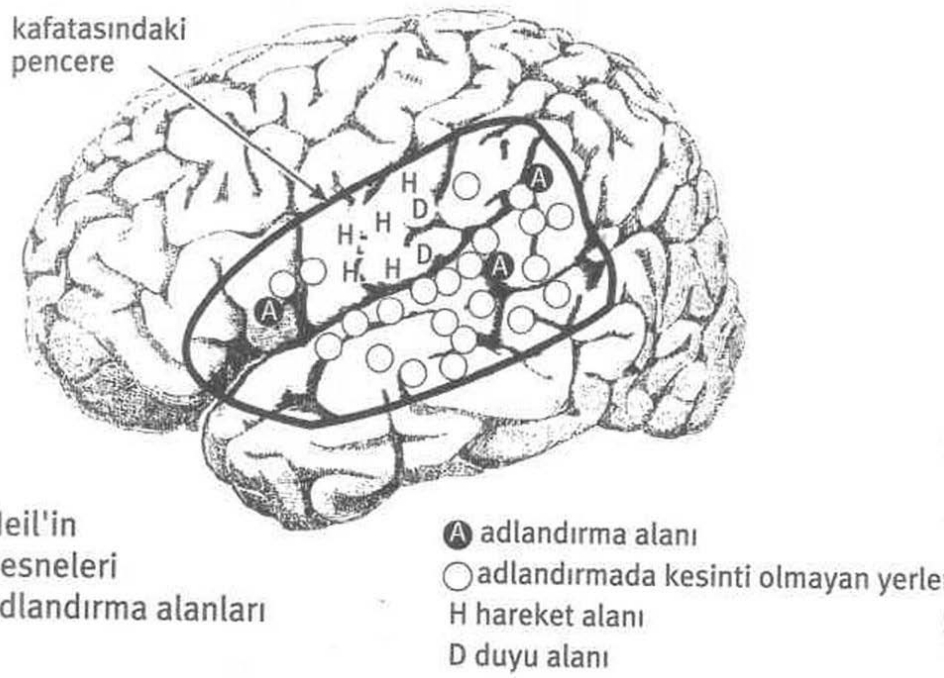
da *bisiklet* sözcüğü görüldüğünde "sürmek" fiilini kullanmak gibi. Sonra üçüncü görüntü bu görüntüden çıkarılarak bir ismin yüksek sesle söylenişi sırasında kan akışında meydana gelen değişikliğe fiil bulma sırasında yaşanan değişikliğin ne kattığı belirlenir.

Sinir hücreleri faal oldukları sırada, beyin yüzeyinin ışık yansıtırlığını da değiştirirler. Sinir hücrelerinin faaliyetinden "önce" ve "sonra" çekilen görüntüler dijital ortamda birbirinden çıkarılabilir ve sonunda kortekste hangi yerlerin daha çok çalıştığını gösteren bir imge elde edilir. Bu "içkin sinyal" tekniği, şimdilik beyin yüzeyinin açık olmasını gerektiriyor ve yalnızca Neil'inki gibi ameliyatlarda kullanılabiliyor. Bu yöntemle, dil faaliyet alanlarının belirlenmesi konusunda elektrik uyarısıyla elde edilen bilgileri tamamlayıcı bilgiler toplanmaya başladı.

Görüntüleme teknikleri nöronların nerede faal olduğunu, uyarı haritaları ise nöronların adlandırma konusunda nerede önemli olduklarını gösterir. Bu bilgi türlerinin hepsi (inme, tümör, uyarı ve faaliyet) beynin dil düzeni konusunda farklı bir fikir sunar. Bu bilgi türleri genelde, dilin elektrik uyarısıyla tanımlanmış yerlerin çok ötesine yayıldığına işaret eder. Adlandırma alanlarına hasar verilmekten kaçınılması, ameliyattan sonra hastada dil kusurlarının oluşmasının önüne geçmek için yeterli görünüyor. O halde, hem "asli" hem de "ihtiyari" dil alanları var demek ki. Beynin nasıl dil ürettiğini yeterince kavramak için bütün bu tekniklerin sonuçlarını hesaba katmak gerekir.

Neil'in adlandırma alanları, on dokuzuncu yüzyılın Broca-Wernicke modelinin, hatta bu modelin daha sonra başka birçok inme hastasından elde edilen bulgulara göre değiştirilmiş halinin öngöreceği gibi değil. Neil'de adlandırma yalnızca üç alanda, her biri on sentten* küçük üç alanda engelleniyor. Bu alanlardan biri alın lobunun aşağı kısmında, yüz motor alanının hemen önünde, Broca alanının bulunduğu söylenen yerde. Diğer ikisi şakak lobunun arkasında, Wernicke alanının bulunduğu söylenen yerde. Bu alanlar, aynı akımdaki uyarının adlandırmayı engelleyemediği geniş bir alanla birbirinden ayrılıyor.

* Aşağı yukarı 5 krş. büyüklüğündedir. *–ç.n.*



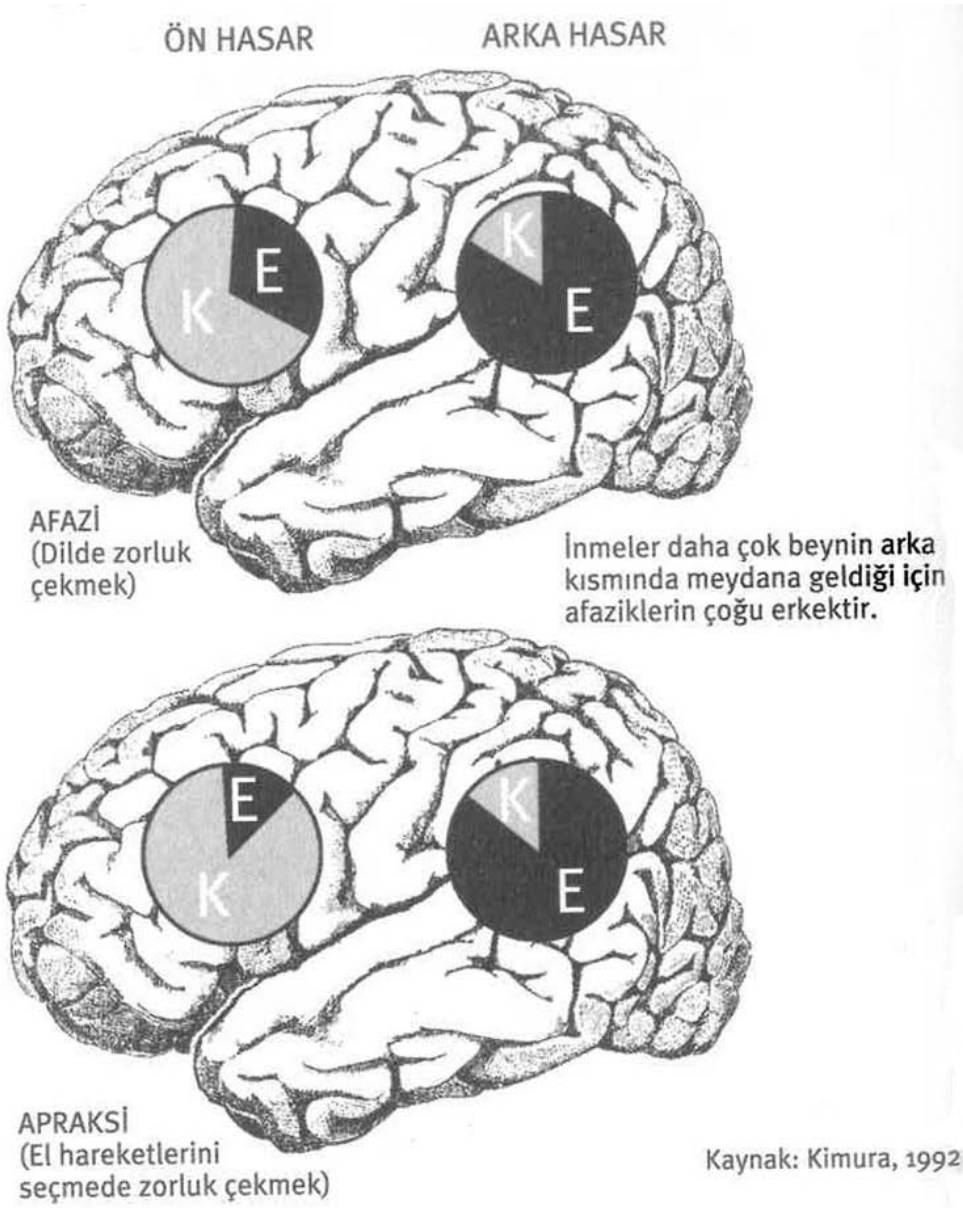
Bu adlandırma alanlarının her biri, ders kitaplarındaki Broca veya Wernicke alanlarından daha küçük. Her alanın sınırları nispeten keskin gibi, zira elektrikli uyarıcıyı kalem silgisinin yarısı kadar bir mesafeye kaydırdığınızda, önceki yerde adlandırmayı engellerken burada engelleyemiyorsunuz. Neil'de bulunan örüntü, beyinlerinin dil kısmında bu tür ameliyatlar geçiren birçok hastada en yaygın görüleni. Yarıklarla birbirinden ayrılan farklı biçimlerdeki çeşitli alanların olduğu bu beyin düzeni örüntüsü, birçok primatın duyu ve motor bölgelerinin harita araştırmalarında da yaygın olarak görülür.

Dil konusunda sol beyinleri baskın hastalarda birçok farklı adlandırma alanıyla karşılaşılır. Bu hastaların birkaçında yalnızca alın lobundaki adlandırma alanları tanımlanabilir: Anlaşılan o ki, dilleri normal görünse de bu hastalarda posterior dil alanı bulunmuyor. Bazılarında da şakak lobundaki adlandırma alanları mevcuttur yalnızca: Bu hastalarda Broca alanını uyarmak adlandırma işlemine engel olmaz.

Adlandırma testiyle özellikle Wernicke alanının yerini tam olarak belirlemek zordur. Görünüşe göre bu hastaların çoğunun şakak lobunda adlandırmadan sorumlu tutarlı bir yer yoktur. Bazı hastaların adlandırma alanları şakak lobunun arkasındadır, bazılarının silvius oluğunun ortalarında bir yerde.

Broca alanı biraz daha tutarlıdır: Hastaların yaklaşık yüzde 80'inde adlandırma alanı Broca alanının yakınlarında bir yerde, yani alın lobunun yüz motor korteksinin hemen önündeki kısmındadır. Bazı hastalarda adlandırma alanları geleneksel Broca alanından daha az bir alanı kaplar, bazılarında ise anomi daha ileriye veya geriye kadar uzanır.

Dil alanının yerinin bu derece değişkenlik göstermesi beklenmedik bir durumdu. Bu durum, dil alanlarının evrimde daha yakın



İnmelerden elde edilen bilgilere göre, kadınların beyni dil ve el hareketleri bakımından erkeklerin beyninden farklı bir düzene sahiptir.

zamanlarda ortaya çıkmış olmasından kaynaklanıyor olabilir; dil alanları bu nedenle, insanların hepsinde henüz tutarlı bir örüntü oluşturmamış olabilir. Ama bu değişkenlik konusunda dil yalnız değildir; kedi ve maymunların duyu ve motor haritalarında da kesin kortikal lokasyonlardan söz edilmesine izin vermeyen değişkenlikler görülür.

Bu değişkenlik performansta farklılıklara neden olur mu? (Neil'in ameliyattan önce sorduğu sorulardan biriydi bu.) İnsandaki dil alanlarının bu değişkenliği kısmen cinsiyet (*sex*) ve IQ ile alakalı görünüyor. ("İşin seksi kısmına girmenin vakti geldi demek," demişti Neil.) Tanımlanabilir Wernicke alanı bulunmayan hastaların çoğu kadındı. Hastaların düşük IQ'lu olanları arasında, duvar lobunda adlandırma alanı bulunma oranı kadınlarda erkeklere göre daha düşük çıkmıştır. Beyindeki dil alanının düzeni bakımından erkeklerle kadınlar arasındaki benzer farklılıklar inmelerin etkisinde de görülmüştür. Wernicke alanı inmesi geçirmiş bazı kadınların dilleri bu inmeden dolayı aynı türden inme geçirmiş erkeklere oranla daha az etkilenmiştir. Bütün bu bulgular bir arada, çoğu kadın ve erkek benzer dil düzenlerine sahip olsa da, kadınlar arasında beyinlerinin arka kısmında daha az adlandırma alanı bulunan bir grup olduğuna işaret eder. Bunun ne "anlama" geldiğiyse hâlâ ucu açık bir sorudur.

Eğer dilin tamamı beynin sol tarafındaysa, beynin sağ tarafında aynı yere tekabül eden alanlarda neler oluyor? On dokuzuncu yüzyılda İngiliz nörolog John Hughlings Jackson bu soruyu ortaya atan ilk kişiydi. Ona göre, nasıl ki dil beynin sol tarafındaysa, sağ tarafında da görsel ve mekânsal işlevlerle karşılaşabilmeliydik. Bu fikir uzun süre görmezden gelindi, ama şimdi geniş kabul görmüş, hatta halk arasında epey abartılmış durumda.

Bir sonraki görüşmemizde üzerinde konuşmak üzere okusun diye verdiğim okuma parçasına göz gezdirirken Neil şöyle demişti: "Sağ beyni nasıl çalıştıracağımızı veya çok fazla mantıklı olan sol beynin tahakkümünden nasıl kurtulup daha yaratıcı olabileceğimizi anlatan raflar dolusu kitap olmalı. Sizin sağ beyinle ilgili okuma listenizde böyle kitaplar göremiyorum nedense!"

Dördüncü Bölüm

Dil Sol ise Sağ Nedir?

"Yarım Beyin" testi. Atriyumdaki bir sonraki görüşmemizde Neil bu ismi icat etti. Aradan geçen bir hafta içinde bütün epilepsi ameliyatı adaylarının tabi olduğu teşhis testlerinden geçmişti.

Yerime oturup kapuçinomdan bir yudum alırken Neil, "Sınıfı geçtim," dedi gülerek. "Epilepsi ameliyatına uygunmuşum. Testin tam adı nedir bu arada? *Wada* gibi bir şey miydi?"

George bu testin tam adının intrakarotid amobarbital perfüzyon testi olduğunu söylüyor. Ama ben bu testten, onu tasarlayan Japon-Kanadalı nöroloğun gayet kısa ve bu nedenle makbul isminden –Juhn Wada– başka bir isimle bahsedildiğini hiç duymamıştım. Bu test, beynin hangi tarafının temel dil işlevlerini kapsadığını göstermekle kalmıyor, aynı zamanda beynin bir tarafının faaliyeti durmuşken diğer tarafının yeni bellek işlevlerini kendi başına yerine getirip getirmediğini tespit etmekte de kullanılabiliyor.

Radyolog, tıpkı boyalı arter incelemelerinde olduğu gibi, uzun bir kateteri bir bacak arterine sokar. Bu içi boş tüp, ucu içeriden karotide ulaşana kadar ileri itilir. Ondan sonra, sol karotide amobarbital gibi etkisi kısa süren bir anestetik uygulanırsa, sağ beyin uyanık kalır ve faaliyetini sürdürür. Ama sol beynin ön kısmının üçte ikisinin faaliyeti durur, en azından birkaç dakika.

"Kollarımı açık tutmamı söylediler, sağ kolum, yukarı kaldırmaya çalıştığım halde aşağı düştü," dedi Neil.

Nörologlar, anestetiğin beyne ulaştığını kolun düşmesinden anlarlar. Ayrıca konuşup konuşmadığına bakmışlardır; senin, dil alanı sol beyinden ziyade sağ beyinde olan insanlardan biri olmadığından emin olmak istemişlerdir çünkü. Ama sen konuşamadın çünkü dil merkezin sol tarafta.

"Benim bazı müzikleri tanıyamadığımı da söylediler."

Sağ tarafa anestezi uygulandığında olan bir şeydir bu. Sağ beynin yaptığı şeylerden birinin de basit müzik ritimlerini (müzik parçalarını değil) tanımak olduğu anlaşılıyor.

"Peki ama beynin sağ yarısı çalışmayınca nasıl oluyor da çok önemli şeyler olmuyor?"

Önemliden ne kastettiğine bağlı. Woodrow Wilson anlaşıldığı kadarıyla, I. Dünya Savaşı'nın hemen sonrasında Versay Barış Konferansı sırasında bir sağ beyin inmesi geçirmiş. İnme onu felç etmemiş, ama onunla birlikte orada bulunan devlet adamları onun kişiliğinin bir anda değiştiğini fark etmiş. Basiretli ve uzlaştırıcı biriyken birden sert ve kinci biri haline gelmiş. Eski sessiz sakin halleri de kalmamış, daha fazla sosyalleşmiş. Birkaç hafta sonra bir inme daha geçirmiş, sol tarafına felç gelmiş.

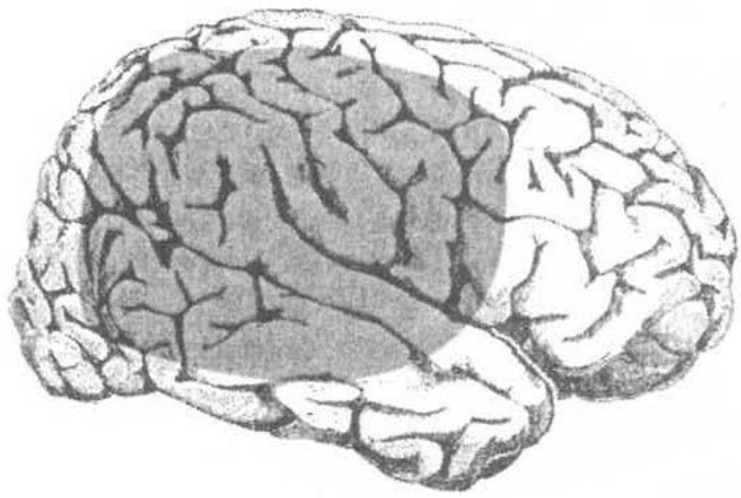
Apaçık görünen bu felce rağmen Wilson kendinde herhangi bir sorun olmadığını iddia ediyormuş, ki çevresindeki insanları asıl sıkıntıya sokan da buymuş. Hatta bu şaşırtıcı durumu kabineyle görüşmeye çalıştığı için Dışişleri Bakanı'nı görevden bile almış. Ne dersin, yeterince önemli mi sence?

"Öyle gibi! Yani, neticede II. Dünya Savaşı'na zemin hazırlamak gibi bir şey söz konusu, değil mi?"

Kesinlikle. Wilson Kongre'den önce Milletler Cemiyeti lehinde yeterince etkili bir savunma yapamamıştı, bir de tabii hastalığını inkâr ederken Dışişleri Bakanı'nı "iktidarı ele geçirmeye çalışmak"la suçlayıp görevden almıştı. Böylece Amerika Birleşik Devletleri'nin çekilmesi Milletler Cemiyeti'ni ağır bir biçimde sakatlamıştı.

Yıllar sonra II. Dünya Savaşı'nın patlak vermesinin birçok ek "nedeni" vardı, ama Woodrow Wilson sağ beyin inmesi geçirip de böyle tuhaf biçimde sakatlanmamış olsaydı durumun çok daha farklı olabileceğini kesinlikle düşünebilirsin.

Aslında Wilson, ilki otuz dokuz yaşında, Princeton Üniversitesi'nde tarih profesörüyken olmak üzere bir dizi inme geçirmişti. Sol yanını felce uğratan inmeden sonra Başkan Wilson'ın karısı ile doktorları, Versay'dan sonra onun ne kadar sakat olduğunu gizlemiş ve bir yıl boyunca Beyaz Saray'daki işleri kendi başlarına götürmüşler. Wilson'ın hastalığını (ve hasta olduğunu inkâr edişini) o kadar gizli tutmuşlar ki, Wilson'ın sakatlığının doğasına ilişkin hiç-



Woodrow Wilson'ın 1919'da geçirdiği geniş sağ beyin inmesi, "hastalığın inkârı"na ve kusurlu vücut imgesine neden olur.

bir şey bilmeyişi elli yıl boyunca tarih kitaplarında yer almamış, ta ki tarihe meraklı bir nörolog bu konuda bir kitap yazana kadar.

Sağ duvar lobu hasarının bugüne kadar görülmüş en ilginç özelliği, bugün nörologların "hastalığın inkârı" olarak adlandırdıkları özelliktir. Felcin açıkça belli olmasına rağmen hasta hiçbir şeyi olmadığını iddia eder. Ya da sadece biraz üşütmüş olduğunu söyler. Adil olmak gerekirse, sağ beyin inmesinin karakteristik sorunlarını nörologlar 1919'da, Wilson'ın büyük inmeleri meydana geldiğinde daha yeni yeni keşfediyordu.

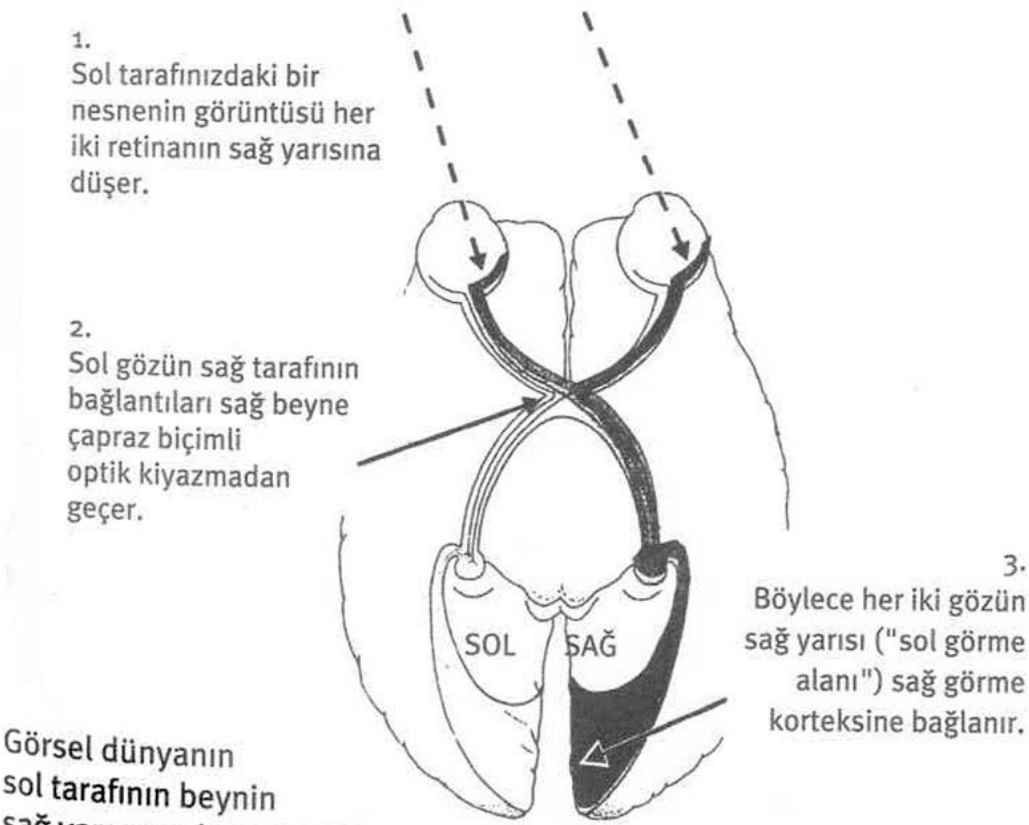
Genellikle lidere bir şey olursa, onun altındakiler görevini devralır. Ama burada Başkan Yardımcısı ile Dışişleri Bakanı'nın yapabileceği bir şey yoktu, zira Wilson'ın dili bozulmamıştı, onlara emirler yağdırabiliyordu. Önderlik edemeyecek kadar ciddi biçimde engelli olduğu halde görevini sürdürebiliyordu. ABD Anayasası'na sonradan eklenen 25. Madde artık başkanlık görevine engel olabilecek bazı rahatsızlıklarla ilgili kıstaslar koymuşsa da, Wilson'ınki gibi bir engel (hastalığını bilmeme) hâlâ anayasanın bu maddesinin kapsamı haricinde kalabilir ve ABD'yi yine bir başka liderlik boşluğuyla baş başa bırakabilir.

Ya da ABD'yi kişiliği değişmiş bir başkanla baş başa bırakabilir 1974'te, henüz Yüksek Mahkeme'de yargıçlık görevini yürütürken Yargıç William O. Douglas bir sağ beyin inmesi geçirmiş. O da hastalığını inkâr etmiş, hatta sol kolunun bir düşme sırasında incindiği-

ni beyan ettiği bir basın bülteni yayımlamış.

Wilson, sözlerini birilerinin gizlice dinlediğini düşünmek ve kâğıtlarını gizli tutmak gibi, kişiliğine hiç uymayan saplantılar geliştirmişti. Douglas'ta da hafif bir paranoya gelişmişti, ki böyle bir şey başkanlık düzeyindeki birinde olmuş olsa çok daha ciddi sonuçlar doğurabilirdi. Douglas'ın mevkidaşları, Wilson'ın astları gibi yapmamış, onu sonunda emekliye ayrılmaya ikna etmişler; ama bir yıl gibi bir süre boyunca eskisinden son derece farklı bir Yargıç Douglas'la baş etmek durumunda kalmışlar.

Wilson'ın geçirdiği inmeler, bugün artık sağ beyin hasarıyla ilişkilendirdiğimiz kusurlu vücut imgesi gibi birçok başka özellikleri de taşımaktaydı. Bir kişi vücudunun sol tarafı felçli bir halde yatakta yatarken bile hasta olduğunu inkâr edebilir. Sol elini alıp göğsünün sağ tarafına koyduktan sonra o eli hakkında ne düşündüğünü sorarsanız, onun *kendi* eli olduğunu inkâr edebilir. Öteki insanın yatakta onunla birlikte ne yaptığını sormayı saplantı haline getirebilir.



Görsel dünyanın sol tarafının beynin sağ yarısına ulaşana kadar izlediği yol.

Daha hafif durumlarda, nörologların "göz ihmali" adını verdiği şeyi görürsünüz. Sağ göz burnun hem sol hem de sağ tarafını görür, ama ortanın solunda görülen her şey sağ beyne gönderilir. Sağ beyin, görsel dünyanın sol tarafında her iki gözle görülen şeyleri, sol beyin de sağ tarafta bulunanları işlemden geçirir. Sağ beyinlerinde inme geçirmiş bazı hastalar görsel dünyalarının sol tarafındaki şeyleri ihmal eder.

Bazı hastalarsa sol taraflarındaki nesnelere dikkat ederler, ama o sırada sağ taraflarında dikkat çekici başka bir şey yoksa. Böyle bir kişi, arabayla bir kavşağa yaklaşırken sol taraftan gelen arabaları tıpkı sağ taraftan gelen arabalar kadar rahatlıkla görebilir, ama arabaların aynı anda her iki taraftan gelmemesi şartıyla. Aynı anda her iki taraftan da araba geliyorsa, hasta sol tarafından gelen arabaları ihmal edip dikkatini sağdaki arabalara yönlendirebilir.

Sol duvar lobunda ufak bir inme geçirdikten sonra babamın başına geldiği gibi, bazı hastalarda bu göz ihmali geçicidir; babamınki yalnızca birkaç gün sürmüştü. Bazılarında ise bu durum süreklilik kazanır ve büyük bir sorun haline gelir. Bu tür hastalar araba kullanmamalıdır, ama onları buna ikna etmek zordur, zira onlara göre hiçbir sorunları yoktur.

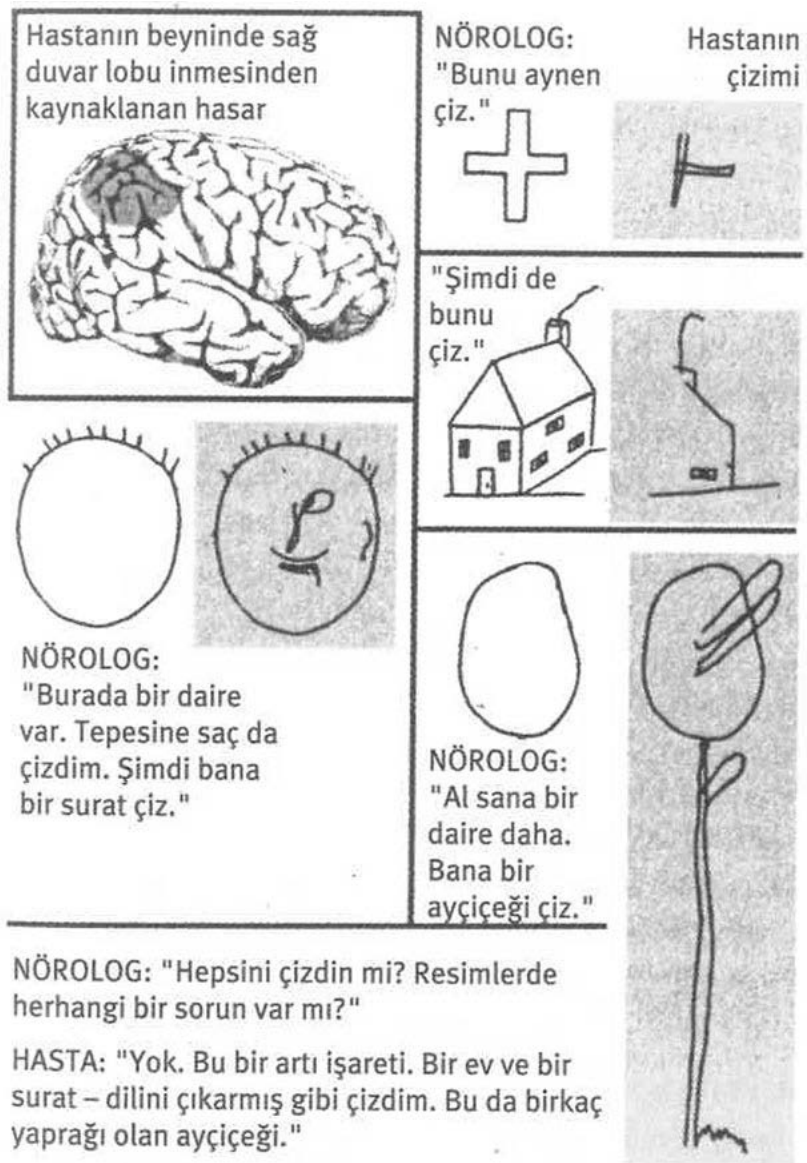
"Hayret bir şey. Durumlarının hiç mi farkında değiller gerçekten de?"

Gördüğüm ilk nöroloji hastasıyla Harvard Tıp'ta bir cumartesi sabahı yapılan bir konferansta karşılaşmıştım, onun da aynen böyle bir sorunu vardı. Başka yönlerden gayet normal görünüyordu, konuşması da gayet düzgündü. Hasta, gözleri ileri sabitlenmiş vaziyette beklerken, arkasında duran nörolog elini yavaşça onun sol tarafından önüne doğru kaydırmıştı. Nöroloğun eli başının sol yanından kıvrılırken hasta eli gördüğünü bildirmişti. Nörolog testi sağ tarafına uyguladığında hasta eli yine normal biçimde görmüştü. Nörolog iki elini aynı anda başının her iki yanından yaklaştırdığında ise, hasta yalnızca sağdaki eli gördüğünü bildirmişti; nörolog sol elinin parmaklarını oynatıp dikkatini çekmeye çalıştığı halde hasta sol eli görmemişti. Bu gördüklerimden çok etkilenmiştim. Hasta doktorlarıyla ailesinin ısrarı üzerine araba kullanmayı bırakmış, ama kendi açısından her şeyin normal göründüğünü ısrarla söylemeye devam etmişti.

Alman sanatçı Anton Räderscheidt'ın sağ beyin inmesi geçirkten sonra yaptığı bir otoportresi, nörologların "göz ihmali" ve "kusurlu vücut imgesi"nden neyi kastettiklerinin bir örneğini verir. Portrede kanvasın yalnızca sağ tarafı doludur ve bu sağ tarafta yüzün yalnızca yarısı doğru biçimde tasvir edilmiştir.

"Vücudunun sol tarafıyla ilgili bir iç imgen yoksa, bunda bir sorun olmadığını söylemek kendi içinde mantıklı," dedi Neil.

Katılıyorum. Ama bu tür sağ beyin inmelerinin neden olduğu sorunlar kesinlikle önemsiz değil. Böyle bir rahatsızlığı olduğu halde normal olduğunu iddia eden ve hâlâ otoriter bir tonla konuşan



Görme alanının sol tarafının "ihmali"

bir başkan olduğunu düşün. Rehabilitasyona katılmaya hiç niyeti yok ve sınırlarının farkında değil. Bu hastalar, beyni hasar görmüş hastalar içinde en zor olanlarıdır, çünkü sorunları konusunda en ufak bir içgörüleri yoktur.

"Bu da şu soruyu akla getiriyor: İçgörü bize nereden gelir?"

Psikotik hastalar çoğunlukla hastalıklarıyla ilgili içgörüye sahip değildir. Hayvanların da böyle bir içgörüye sahip olmalarını sağlayacak zihinsel kapasiteden yoksun olduğu düşünülüyor.

"Belki de içgörü bilincin bir parçasıdır," dedi Neil. "Bilinç dediğimiz şey her ne ise artık. Bilinç listesine yeni bir eleman daha."

Sağ beynin olağandışı iyi çalışmasının genelde görsel sanatlarda üstün olanların (ressamların, heykeltıraşların, mimarların, film yönetmenlerinin) beyinlerinin bir özelliği olduğu söylenir. Nörologlar, sağ beyin inmesinden şüphelendiklerinde genellikle hastalara görsel yeteneklerin basit versiyonlarını kullandıkları testler uygularlar.

Nörologlar genelde bir daire çizip hastadan saat çizmesini isterler. Sağ beyin inmesi geçirmiş hasta saatte birden on ikiye kadar sayıların yer aldığını bilir, ama bu sayıları "iyi tarafı"na, dairenin saat on ikiden altıya kadar olan kısmına sıkıştırır.

"Hasta saatin sol tarafını öylece ihmal ediyor yani?"

Kesinlikle. Böyle bir hastadan artı işareti çizmesini istediğinde, yarısını çizecektir. Böyle hastalardan yalnızca sağ tarafı ayrıntılı çizilmiş bir ev, yalnızca bir gözü olan bir surat, yalnızca bir tarafında yaprakları olan bir çiçek resmi alabilirsin; hasta bütün bu resimlerin tam ve normal eskizler olduğunu iddia edecektir. Böyle bir inme geçirmiş bir araba tamircisi bir motorun bütün parçalarını tanıyabilir, ama bunları monte edemez. Bu "kurgulama apraksisi"nin incelikli biçimleri, standart zekâ testlerindeki çoktan seçmeli sorularda görülen, nesneleri zihinden çevirme testleriyle ölçülür. Bütün bunlar "görsel-mekânsal" işlev örnekleridir.

Çoğunlukla büyük bir sağ yarıküre inmesiyle birlikte ortaya çıkan kusurlardan biri de "giyinme apraksisi"dir: Böyle durumlarda hasta, felçli olmasa bile, kollarını elbisenin kollarından geçiremez. Hasta elbise kollarını veya pantolon paçalarının ismini ve ne işe yaradıklarını söyleyebilir, ama kendi başına giyinemez, çünkü kendi

bedeniyle ilgili imgesi kusurludur. Woodrow Wilson yarı felçli olmasaydı bile her sabah giyinirken Bayan Wilson'dan yardım alırdı.

İşaret dilinin yeri sağ beyin mi peki?" diye sordu Neil.

Tek kelimeyle, hayır. İşaret dili kullanan sağırlar da sol beyin inmesi tecrübe ederlerse bizim gibi hasar görürler ve işaret dilleri sağ beyin inmesinden tıpkı bizim dilimiz gibi hasar görmeden çıkar.

İnsanlar Asya'daki bazı resimli yazı dillerinin işaretlerinin sağ beyinle ilgisi olup olmadığını da merak ediyorlar. Ama bir dil, nasıl icra edilirse edilsin, sonuçta bir dildir, resimli yazı dili de olsa, işaret dili de. Aslen sol beyne bağlıdır, gerçi bazı duygusal prozodi (bir sorunun başlangıcında sesinizin yükselmesi veya cümle sonunda alçalması) biçimleri sağ beyin inmesinden etkilenir. Sağ beyin inmesi geçirmiş kişiler bazen eskiye oranla daha monoton bir ses tonuyla konuşurlar.

Sağ beyin inmesi ile sol beyin inmesinin belirtileri farklıdır elbette. Sol beynin dil becerileriyle, sağ beynin de mekânsal becerilerle ilgili olduğuna ilişkin yaygın fikrin nereden geldiğini görebilirsin. Fakat biyolojinin gerçekleri çok daha karmaşıktır. George'un hep söylediği gibi, yaygın görüş ancak yarı yarıya doğrudur. Her "iki yönlü" dile veya sağ beyin diline sahip hastaya karşılık 13 sol beyin dilli hasta vardır. Ama mekânsal becerilerin sağ beyinde yanallaşmasında bunun tersi olmaz. Bu becerilerin yanallaşması altıya bir gibi güçlü bir oranda değildir.

"Yanallaşma mı?" diye sordu Neil, kaşlarını kaldırarak.

Sol-sağ beyne içkin özellikler taşımayan işlevlerin beynin her iki yarıküresinde aynı derecede temsil edilmemesi durumudur bu. Bir nesnenin mesafesini kestirmek gibi işlevler yanallaşmamıştır: Beynin her iki tarafı da bunu aynı derecede başarıyla yapabilir. Yanallaşma genellikle sayısız hasta raporunu gözden geçirip, sağ ve sol beyin hasarının gömlek giymeyi bilmek gibi bir işlevi bozmakta aynı derecede etkili olup olmadığına bakılarak ölçülür. Sol beyin inmesinden sonra giyinme apraksisi yaşayan bir hasta varsa, sağ beyin inmesinden sonra giyinme apraksisi yaşayan belki beş hasta vardır. Sol beyin inmesinden sonra kurgulama apraksisi belirtileri gösteren her hastaya karşılık yalnızca iki hasta sağ beyin hasarından sonra kurgulama apraksisi belirtileri göstermiştir. Yani, kurgulama yetenekleri giyinme yetenekleri "kadar" yanallaşmış değildir.

ama derinlik algısına kıyasla her ikisi de yanallaşmıştır.

"Mesafe tahmini, hayatta kalma mekanizmalarından biri gibi geliyor insana, mızrakla ve benzeri aletlerle avlanmaya yardımcı olan bir şey."

Bu yeteneğin evrimi daha da eskilere uzanıyor. Önceden yanallaşmaların yalnızca insana özgü olduğu düşünülürdü, şimdilerde ise maymunlara, muhtemelen de sol elle ağaç dalına tutunurken sağ elle yemek yeme konusundaki uzmanlaşmaya kadar uzandığı düşünülüyor. Maymunlarda, bizdeki hızlı ses dizilerini dinlerken sol beyni kullanma alışkanlığının küçük bir versiyonu var. Yani önemli olan yanallaşmanın boyutu – dil gibi ek uzmanlaşmaların ortaya çıkmasının yanı sıra tabii. Ayrıca korpus kallosum da gerçek bir darboğaz olabilmektedir, çünkü itkiler bu yolda daha yavaş ilerler. Koordinasyonun bedeli var.

Güçlü bir biçimde yanallaşmış dile sahip hastalarda mutlaka güçlü bir biçimde yanallaşmış görsel-mekânsal işlevler olmak zorunda değildir. Görsel-mekânsal işlevler erkeklerde kadınlara oranla daha güçlü bir şekilde yanallaşmıştır. Bu durum, anne karnındayken erkeklerin belli bir miktar testosterona (cinsiyet hormonu) ihtiyaç duymalarından kaynaklanıyordur belki de. Farklı işlevlerin yanallaşma derecelerinin bireyden bireye değişmesi, bireylerin çeşitliliğine bir başka örnektir.

"Peki yanallaşma derecesi insanın yeteneklerinde (mesela resim yeteneğinde) bir fark yaratıyor mu?"

Bu hâlâ cevabı olmayan bir soru. Bazı verilerin daha fazla yanallaşmanın daha iyi işlevle alakalı olduğuna işaret ettiği kesin. Beynin her iki tarafında da bazı dil yetenekleri olduğunda, belli dil bozukluğu türlerinin, özellikle de kekemeliğin ortaya çıkması daha muhtemel görünüyor. Kekemelikte, iki dil alanı korpus kallosumdan gelen ve giden mesajların arasında faaliyetlerini yeterince koordine edemiyor gibidir.

"Biliyorum. Çalıştığım bir şirkette üst düzey yönetim kadrosu ikiye ayrılmıştı, bir grup Doğu Yakası'ndaydı, diğeri Batı Yakası'nda. Ortak bir karara varamazlardı hiç. İnsanlar yeni bir ürün tanıtırken kekelediğimizi söylüyordu. Şimdi benden başka iki kişiyle birlikte yeni bir şirket yönetiyorum. Böyle bir sorun yaşamıyoruz."

Sol beyindeki dil alanının altbölümleri hakkındaki bilgilerimizle kıyaslandığında, bu görsel-mekânsal yeteneklerin sağ beyinde nasıl yer aldığı konusundaki bilgimiz çok az. Sağ beyin konusundaki bilgimiz, on dokuzuncu yüzyılın Broca-Wernicke teorisinin özeti düzeyinde bile değil.

Göz ihmali, hastalık inkârı ve kusurlu vücut imgesi gibi şeyleri sağ beyin haritasında bir yere yerleştirmekte (veya tanımlarının birbiriyle çakışmasını önlemekte) bile zorlanıyoruz. Bu görsel-mekânsal sorunları üreten inmeler genelde büyüktür, daha küçük inmelerin belirtilerini ise günümüzün yöntemleriyle tespit etmek zordur. Vücut imgesi kusuru büyük bir ihtimalle merkezi, duvar lobunun daha alt kısımlarında bulunan inmelerden kaynaklanıyor. Göz ihmalinin ise bu lobun daha üst kısımlarında meydana gelen inmelerden kaynaklanma ihtimali yüksek.

Bütün bunlar maymunlar hakkında yapılan genellemeyle, bilginin primer görme korteksinden çıkmasından sonra görsel dünyanın analizi sırasında neler olduğuyla ilgili genel fikirle uyum içindedir. Şakak lobunun alt kısmının hasar görmesi genelde nesneleri tanımaya engel olur, ama duvar lobunun hasar görmesi nesnelerin orada olduğunun farkındalığına bile zarar verir, dolayısıyla nesnelere doğru hareket etmeyi de engeller elbette.

"Şakak lobu bir şeyin *ne* olduğuyla, duvar lobu da o şeyin *nerede* olduğuyla ilgili demek ki."

Büyük oranda öyle, gerçi işlevlerinin kesiştiği noktalar oluyor daima. Örneğin, tekil nöronlar üzerinde yapılan incelemeler sayesinde duvar lobunun 7. Alanı hakkında çok şey biliyoruz – en azından, muhtemelen çok yanallaşmış olmayan maymunlarda. Küçük bir dinlemeyle (*wiretap*) 7. Alan'daki nöronların neyle ilgilendiklerini anlayabilirsin. Bu nöronlar en iyi, derimizin hemen yakınında hareket eden nesnelere tepki verir. Bunlar gerçek anlamda egosantriktir.

"Hemen yakınında derken, yani elimde tuttuğum çatal gibi bir şeye mi mesela?"

Hayır, çoğunlukla dokunmadığın, henüz dokunmadığın şeylere. Uçakla seyahat ettiğin zaman hostesleri o daracık ortamda yemek servisi yaparken izle. Dirseği arkasındaki yolcunun kafasına çok yakın durduğu halde, hostesin yolcunun bulunduğu yere bakmasa

da kafasının nerede olduğunu gayet iyi biliyormuş gibi hareket edişini görünce hayran kalacaksın. Yolcu gözünden ırak belki, ama gönlünden değil.

Bir keresinde bir hostese bunu sormuştum. Kafasının arkasında gözü olduğunu iddia etmişti. Bu "gözler" duvar lobundaki nöronlar muhtemelen; bu nöronlar vücudunun dışındaki alanın zihinsel bir modelini çıkarıyor. Görsel deneyimlerimizin sağa sola oynayan amatör bir video çekimi gibi görünmesini duvar lobları önlüyor büyük bir ihtimalle. Gözlerimiz sağa sola oynar oynamasına, kameradan daha hızlı biçimde hem de, ama biz öyle algılamayız. Algıladığımız dünyanın sabitmiş gibi görünmesi, onun aslında büyük oranda görsel dünyamızın zihinsel bir modeli (aldığımız bütün o sarsak görüntülerle sürekli güncellediğimiz zihinsel modeli) olmasından kaynaklanır muhtemelen.

Sağ şakak lobunun işlevleri sağ duvar lobunun işlevlerine kıyasla biraz daha iyi biliniyor. Sağ şakak lobu başka şeylerin yanı sıra yüzlerle alakalıdır.

"Karısını şapka sanan adam?"

Tam öyle değil. Yüzleri tanıma yeteneği, beynin her iki tarafına hasar veren şakak lobu inmeleri nedeniyle sekteye uğrayabilir. Ta-



Sağ beyniniz muhtemelen duygusal ifadelere daha duyarlı olduğu için, bu adamın daha ziyade güldüğünü düşünürsünüz.

nıdık yüzleri (eşinin yüzü gibi) tanıyamayan ünlü hastaların sorunu daha genel olabilir. Bir araştırmacı bu tür hastaları, muhtemelen bir dizi vesikalık fotoğraftaki insan yüzleriyle yapılan deneyi kontrol etmek amacıyla, bir dizi araba resmiyle test etmiş. Vesikalık fotoğraflarda akrabalarının yüzlerini tanıyamayan hastaların benzer marka arabaların içinde kendi arabalarını da tanıyamadıkları ortaya çıkmış. Bu hastalar genel kategoriyi (arabalar ve yüzler) tanıyabiliyor, ama tek tek örnekleri tanıyamıyorlardı. Sorunları özel isimlerleydi, cins isimlerle değil.

Sağ şakak lobu, yüz ifadesinin duygusal içeriğiyle yakından ilgilidir. Bu durum retinal imgelerimizin sol yarısındaki imgelerin sağ beyne gittiği bilgisinden yola çıkılarak keşfedilmiştir. Yüzün bir yanı gülüyor, diğer yanı somurtuyorsa, ona bakan kişi genelde bu yüzün kendi soluna düşen yanını seçer.

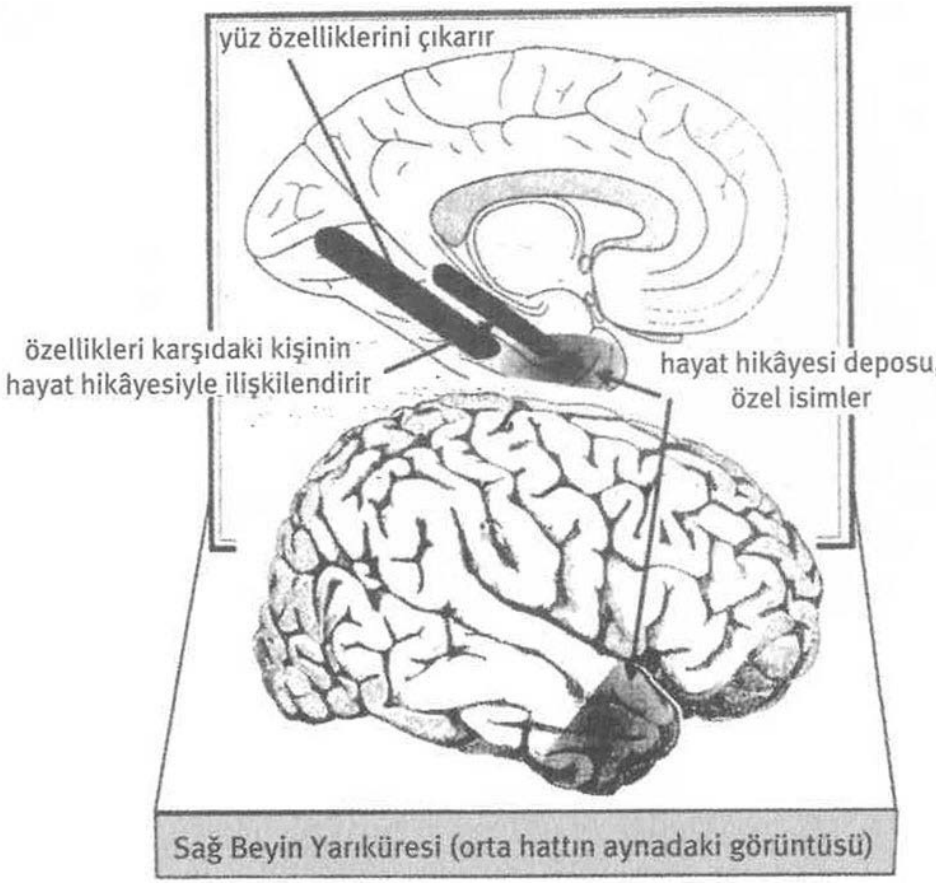
Mutluluk, keder, iğrenme, öfke gibi bir duyguyu (yüzün her iki yanıyla) vermeye çalışan oyuncuların fotoğrafları bu iş için daha iyi. George, hastalara iğrenme gibi standart bir duyguyu tasvir eden oyuncuların yüz fotoğraflarını gösterirken sağ şakak loblarını uyarmaya çalışmıştı. Hastalar normalde tasvir edilen duyguyu adlandırmakta bir sıkıntı çekmezler. Ama şakak loblarındaki bir yer uyarıldığında hata yaparlar.

"Mutluluğu mu görüyorlar, yoksa öfkeyi mi? Demek istediğim, sağ beyin kötümser mi, iyimser mi?"

Maalesef her iki yönde de hata yapıyorlar. Seçenekler arasında yanlış adı seçiyorlar. Gerçek hayatta böyle bir şey ciddi yanlış anlamalara neden olabilir.

"Bir hayvan kendisine doğru yaklaşan başka bir hayvanın yüz ifadesini yanlış algılarsa, yani yüz ifadesi aç olduğunu göstermesine rağmen, onun kendisine dostça yaklaştığını zannederse, arkasında pek yavru bırakamaz."

Hem evet hem hayır. Aslında bunun yanlış bir evrim tartışması olduğu ortaya çıktı. Primatlar genellikle kendi türlerinden birilerini yemezler. Ayrıca yaklaşmakta olan bir kaplanın tehdit oluşturup oluşturmayacağını anlamak için yüz ifadesine bakmazsın. Ama yüz ifadeleri kuyruksuz maymunlar arasında son derece önemlidir; yüz ifadelerinden grubun diğer üyelerinin niyetini muhakeme ederler. Bir hayvan kavga sırasında bu şekilde yardım diler, baskın olan



Kaynak: Bruce & Young, 1986 ve Sergent ve diğ., 1992

hayvanın tahammül sınırlarını bu şekilde muhakeme eder veya tımar partnerini bu şekilde bulur.

Kendi türünün bir üyesinin duygusal durumunu okumak, hayatta kalmaktan ziyade cinsel seçilim için daha önemlidir. Potansiyel bir eşin vücut ve yüz duruşunu yanlış okuyan erkekler bu dişi tarafından ısırılır veya tekmelenir. Gerçek orman kanunu budur. Karşılarındaki dişinin çiftleşmeye hazır olduğunu kestirmekte başarılı olanların daha çok çocuğu olması mümkündür. Gençsen esas olan hayatta kalmaktır, çünkü doğal seçilim çoğunlukla genç bireylerin ölümleriyle gerçekleşir. Cinsel seçilim ise yetişkinlerde daha önemli olmalı.

Maymunların şakak loblarında yüzlerle (ama yalnızca o türe özgü yüzlerin göz veya ağız kısımlarıyla) ilgili nöronlar bulunabilir. İnsanın şakak lobunda tespit edilen nöronların yaklaşık üçte ikisi yüzlerle ilgili görünüyor. Maymunlarda silvius oluğunun altındaki

ilk kıvrımda birçok yüz uzmanı nöron bulunur. Maymunlar duygusal yüz özellikleri konusunda da yanallaşmıştır, duygusal ipuçları görüş alanlarının sol yarısında olduğunda daha uygun tepki verirler.

Bir yüzün tanıdık birine ait olduğunu anlamanın aşama aşama gerçekleştiğini düşünüyoruz. Şakak lobunun alt kısmı boyunca uzanan gelişmiş düzene sahip görme alanlarından biri, kaş gibi yüz özelliklerini çıkarmada özellikle çok başarılıdır. Şakak lobunun ön kısmının hayat hikâyesi bilgisi ve özel isim depolamayla ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu alanların arasındaki alanın da, yüz özelliklerini hayat hikâyesi bilgisiyle ilişkilendiren bir çağrışım alanı olduğu düşünülmektedir. Bu işte sağ beyin sol beyinden daha fazla rol oynar.

"Peki benim insan isimleri depom ne olacak? Sol şakak lobumun ön kısmının alınacağı bu ameliyattan sonra onu kaybedecek miyim?"

Kaybetmeyeceksin, ama insanların bazen ameliyattan sonra anılardan ziyade özel isimlerde sorun yaşadıklarından şikâyet ettikleri olur. Beynin alanlarının uzmanlıkları olduğundan söz ederiz çoğunlukla, ama bilgi genellikle geniş bir alana gelişigüzel depolanır. Bir şakak lobunun ucu alınsa da diğer şakak lobunun ucu yerinde duruyor olacak.

"Peki ikiyle ikiyi toplama meselesi ne olacak? Bu işlemi nerede yapıyorum, sağ beyinde mi?"

Gerek sağ gerek sol beyin hasarı aritmetiğe zarar verir, özellikle hasar duvar lobundaysa. Bir sol beyin inmesinden sonra hesaplama yeteneğinde bozukluklar görülüyorsa, genellikle bu bozukluk dil yetenekleriyle birleşerek daha da karmaşık hal alır. Gerstmann sendromu adıyla bilinen bir belirtiler grubu vardır; bu sendromda hasta hesap yapamaz, ama aynı zamanda vücut bölümlerini, özellikle de parmaklarını adlandıramaz. Bu hastalar bir şeyin sağda mı yoksa solda mı olduğunu da söyleyemezler.

"Toplama çıkarmayı parmak hesabıyla yapıyorlardı herhalde! Peki ya çek defterini dengelemek gibi daha karmaşık hesap yetenekleri nasıl oluyor?"

Ameliyathanede hesaplama yetenekleriyle ilgili bazı uyarı haritası çalışmaları var. George, sağ duvar lobunda bir yerleri uyarırken sağ beyin operasyonu geçiren hastalardan ara ara basit toplama

bölme, çıkarma ve çarpma işlemleri yapmalarını ister. Uyarı sırasında bu dört işlevin yalnızca birinin bozulduğu çok sayıda alan tespit etti, birden fazla işlevin bozulduğu alanlarsa daha az.

Ama çek defteri dengeleme konusunda araştırma yapılmadı. Mevcut araştırmalar ise her hesaplama türü için birbirinden biraz farklı nöral sistemlerin olduğuna işaret ediyor. Görsel-mekânsal işlevlerin yanallaşma derecesi bakımından cinsiyetler arasında farklılıklar olduğuna işaret eden veriler (erkeklerde bu işlevlerde yanallaşma daha fazladır) ve matematiğe özgü bu sağ beyin mekanizmalarıyla ilgili veriler sayesinde, erkeklerin matematik yetenekleri konusunda "dağılımın kuyruğunda" neden aşırı temsil edildiğine dair kimi soruları yavaş yavaş cevaplayacak hale geldiğimizi görebilirsin. Burada var gücüyle ileri cebir öğrenmeye çalışan ortalama mühendislik öğrencisinden bahsetmiyoruz, eğitim ortamından veya çevre faktörlerinden bağımsız olarak matematiğe son derece yetenekli, çoğu erkek olan kişilerden bahsediyoruz. Bu kişilerin çoğu solaktır, alerjiktir ve normalden daha disleksiktir.

Müzik, nörolojisi bakımından dile benzer, ama aralarında bazı farklılıklar görülmüştür. Örneğin George, country müziği dalında amatör çalışmalar yapan, müzik konusunda gayet yetenekli bir hastadan söz eder. Bu kişi hayatının en kötü baş ağrısını geçirdikten sonra doktorları kanama teşhisi koymuş; silvius oluğunun hemen altında, sol üst şakak girusunda meydana gelen bir anevrizmadan kaynaklı bir kanama geçirdiği sonucuna varmış. Hasta birkaç gün meramını anlatma güçlüğü çekmiş. Sözlerinin bazıları anlamsızmış, ama çektiği bütün bu zorluklar geçmiş. Konuşması normale döndükten sonra sevdiği şarkılardan birini söylemek istemiş, ama söyleyemediğini fark etmiş. Nörologlar bu durumu biraz daha araştırınca, onun melodiyi terennüm edemediğini veya sevdiği eski şarkıların sözlerini müzik eşliğinde söyleyemediğini görmüşler. Ama sözleri okuyabiliyormuş. Aynı şey bunun tam tersi için de geçerlidir. Broca afazisi olan hastalar konuşarak söyleyemedikleri sözleri şarkı söyleyerek telaffuz edebilirler.

Bu tür bulgular, müziğin beynin her iki tarafına bağlı olduğuna işaret eder. Sağ şakak lobunun önü alındıktan sonra müzik yeteneğinde (bir dizi ton veya ritmi hatırlama yeteneğinde) biraz düşüş

görülür. Ama bu sadece amatörler için geçerlidir Profesyonel müzisyenlerde müzik yeteneği bozuklukları genellikle sol beyin hasarıyla ortaya çıkar. İnsanın müzikte ustalığını arttırdıkça müzik yeteneğinin beyinde giderek dil gibi örgütlendiği, sol beyne bağlı bir işlev özelliğini kazandığı ileri sürülmektedir. Ama müzik tam olarak konuşma dilinin bulunduğu alanlarda örgütlenmez.

George, hasta müzik dinlerken şakak lobundaki bazı nöronları dinlemişti. Kısa klasik müzik parçaları bu nöronların faaliyetinin azalmasına, bazen müziğin başladığı sıradaki faaliyet düzeyinin yarı yarıya azalmasına neden olmaktaydı. Klasik müzik kelimenin tam anlamıyla dinlendirici olabiliyor.

"Bu dinleme işini bir ara açıklamanı isteyeceğim senden. Neyse, devam et."

Bariz bir ritme sahip müzik parçalarında nöronların faaliyetinin, adeta nöronlar hep beraber alkışla eşlik ediyormuşçasına, müziğin temposuna ayak uydurduğu görülmüştür. Yüksek tempolu bir rock parçası çaldığında, nöronların faaliyeti genelde artar ve ateşleme örüntüleri daha belirgin hale gelir. Bazı gözlemciler, bu nöronların epileptik alanlardan alınan kayıtlarda görülenlere benzer bir "patlama" örüntüsü sergilediğini yarı şaka yarı ciddi ileri sürmüşlerdir.

George'un genelde sesine tehditkâr bir hava vererek söylediği gibi, büyükannenin sana rock 'n' roll hakkında söylediği şeylerin hepsi muhtemelen doğru.

Dil yalnızca sol yarıkürenin bir işlevi değildir, ama sağ beyin inmelerinden sonra meydana gelen değişiklikler, sol beyin inmelerinden sonra görülen dramatik dil değişikliklerinden daha az belirgindir. Bir cümle duyduğunda, bu ses zincirinin neyi temsil ettiğini anlamak için zihninde bir model oluşturman gerekir. Bir sözün tam anlamıyla anlaşılması, birçok sağ beyin işlevinin devreye girmesini gerektiriyor olabilir.

Sağ beyin inmesi geçirmiş hastalar, bilinen bir sözcüğün bütün yananlamlarını anlamayabilirler. Sözcükleri daha ziyade düzanlamıyla algılar hale gelebilirler, mecazi sözleri anlamakta güçlük çekerler. Onlardan kısa bir hikâyeyi özetleyerek anlatmalarını istediğinde, hiç değişiklik yapmadan kelimesi kelimesine aynen tekrar-

larlar. Sözcüklerin karşıt anlamlarını bulmakta sorun yaşarlar. Bu tür hastaların kendiliğinden yaptıkları konuşmalar çoğunlukla tutarsızdır.

Sağ beyin inmeli birçok hastanın düz ses tonlarından tahmin edeceğiniz gibi, bu hastalar konuşan kişinin ses tonunu yorumlamakta da sıkıntı çekerler. Bu hastalara uygulanan anlatım testleri bu sorunlar konusunda özellikle aydınlatıcıdır. Bir anı konusunda kararsız kaldıklarını hemen kabul eden yaşlı hastalardan farklı olarak, sağ beyin inmeli hastalar test hikâyelerini hatırlarken hata yaptıklarında kendilerine güvenlerini genelde kaybetmezler. Özellikle de bir hikâyeyi doğru bir düzen içinde yeniden anlatmayı beceremezler, normal hata sayısını üçe katlarlar. Anlatım bozuklukları, afaziye neden olan sol beyin inmesi geçirmiş hastalardaki kadar kötüdür.

"Hikâyeyi doğru dürüst anlatamıyorlarsa, bu kişilere fıkra da anlatamazsın herhalde. Fıkranın esprisini anlamazlar."

Evet, ince detayları ıskalarlar. Kendi yaptıkları espriler de genellikle kaba ve tatsız tuzsuzdur veya uygunsuz esprilerdir. Yani, sol beyin dilin yapıtaşlarıyla daha fazla alakalıyken, sağ beyin de bütün bu yapıtaşlarını yorumlamada ona bayağı yardım eder.

> Beynin sol yarıküresi Groucho'nun bazı kelime oyunlarını algılayabilir, sağ yarıküresi de Harpo'nun maskaralıklarıyla eğlenebilirken, Marx Kardeşler'in performansının tamamını ancak beynin iki yarıküresi bir arada kavrayabilir.
>
> HOWARD GARDNER, HIRAM H. BROWNELL, WENDY WAPNER, DIANE MICHELOW, 1983

Beşinci Bölüm

Dikkatini Toplama Sorunları

Tıp merkezinin arkasındaki parkta bir bankta oturuyorduk. Orta kanalda açılır köprünün kalkmasını sabırsızlıkla bekleyen güzel bir yelkenliye pür dikkat kesilmiştik. Dikkat, belleğe açılan kapıdır; yelkenlerini açmamış o yelkenliyi hâlâ hatırlamam bu yüzden. Bir şeye meydana geldiği sırada dikkat etmediğinde o şeyi ertesi gün hatırlaman pek mümkün değildir.

Gecenin bir yarısı seni uykundan uyandıran tuhaf bir sesi sonradan kafanın içinde tekrar duyamayacağın veya biriyle konuşurken kulak misafiri olduğun bir konuşmayı sonradan hatırlayamayacağın anlamına gelmez bu (o konuşmayı birkaç dakika içinde düşünmeye başlaman koşuluyla). Ama bellek en iyi, o sırada dikkatini verdiğin şeyde işler ve zamanla o şeyden başkasını hatırlayamaz olursun.

"George şakak lobumu uyardığında ne tür anıları hatırlayacağım sence?" diye sordu Neil. Neil biraz aceleci davranıyordu, zira George'un ameliyat kararı almadan önce başka testler daha yapmak istediğini biliyordum.

Zihninde hiçbir şey canlanmayacak muhtemelen, dedim. Wilder Penfield'in hemen herkesin duyduğu "deneyim tepkileri" aslında sık rastlanan bir şey değildir. Elektrik uyaranıyla deneyimlerin canlanma oranı, yayımlanmış çalışmalara göre, hastalarda on ikide birden daha azdır. George bu durumla daha da az karşılaşmıştır. Bu tür deneyimler hemen her zaman şakak lobunda meydana gelir. Bunlar bazen son derece ayrıntılıdır, ama genelde dışarıdan duyulan seslerden ibarettirler. George'un bir keresinde şakak lobunun belli bir yeri ne zaman uyarılsa Led Zeppelin'in bir parçasını duyan bir hastası olmuştu. Hasta bazen aynı parçayı, bazen de aynı albümden bir başka parçayı duyuyordu.

"Radyolarda 'En Sevilenler' programlarının popüler olduğu günlerin etkisi bu herhalde. Parçalar zihne öyle bir işliyordu ki artık yayın yapmalarına gerek kalmıyordu!"

Hastaları arasında Penfield'e ninni ve klasik müzik duyduğunu ifade eden de çok olmuş. Hastalar bazen belli bir müzik parçasını, bazen de geçmişlerinden bir sahneyi hatırlamışlar; örneğin bir hasta annesinin telefonda teyzesiyle bir ziyaret hakkında konuştuğunu hatırlamış. Genelde hastanın zihninde beliren, karmaşık bir "multimedya" halüsinasyonundan ziyade belirsiz bir deneyimdir.

Penfield, özellikle 1963 yılında Montreal Nöroloji Enstitüsü'nden emekli olduktan sonra, sık sık belleğin her ayrıntıyı yakalayıp depolayan bir teybe benzediğine inandığını belirtmiştir. Son zamanlarda halk arasında da yaygın olan bir inançtır bu. 1980'de yapılan bir anket çoğu psikoloğun belleğin videoya benzediğine inandığını ortaya koymuştur.

"Video çoğu insanın elinin altındaki yegâne teknolojik analoji herhalde."

Ama modern bellek araştırmaları, bir şeyin bellekte depolanması için o sırada o şeye dikkat kesilmenin gerekli olduğunu ve depolanan şeyin gayet değişken olduğunu, sonraki olaylarla kolayca bozulabildiğini vurgulayarak video metaforunu çürütüyor. Bellekte zamanla şeylerin "düzeni bozulur", olayların zaman sırasıyla ilgili hatalar yapılır, ki videoda olmayan şeylerdir bunlar. Ayrıca modern beyin cerrahları, elektrikli uyarıcılarla uyandırılan "deneyimler"in aslında halüsinasyon yaratan küçük nöbetler olduğunu (bunların yeniden canlandırılan yaşanmış bir duyu deneyiminden ziyade rüya parçalarına benzediğini) düşünüyor genelde.

"Peki ne oluyor? Bu insanlar bu deneyimi yaşarken aynı anda detayları belleğe yazan bir nöbet mi geçiriyorlar?"

Olabilir. Şakak lobları uyarıldığında deneyimsel tepkiler gösteren hastalar bu tepkileri nöbetlerinde de gösteriyor olabilirler. Ama tesadüfi bir çağrışım da olabilir bu. Yalnızca uyarılmış bölgeyle alakalı bir durum olmadığı kesin. George (yine sesine o sözde tehdit kâr tonu katarak), elbette Led Zeppelin'in parçasını duyan hastasından "Led Zeppelin alanı"nı çıkardığını, çünkü bu tür müziklerden hoşlanmadığını söylüyor.

Birkaç yıl sonra George hastayla o deneyimi hakkında konuşur-

ken ona ameliyathanedeyken duyduğu o parçayı hatırlayıp hatırlamadığını sormuş. Hasta, hatırlıyorum elbette, demiş. Bunun üzerine George ameliyattan sonra müzik tercihinin değişip değişmediğini sormuş. Hasta da "Değişti, rock'ın dibine vurdum artık!" demiş.

Şakak lobunun koca bir kısmının çıkarılması (Led Zeppelin alanı epileptik alan dahilindeydi elbette ve alınacağı önceden belirlenmişti) hastanın o parçayı veya sonrasında o deneyimi hatırlama kabiliyetini yok etmemişti. Orası yegâne anı depolama yeri değildi.

Şimdilerde bu "anıların" nöbetle bağlantılı halüsinasyonlar olduğuna inanılmasının nedenlerinden biri, daha karmaşık anıların hem lokal olarak hem de şakak lobunun derin yapılarında meydana gelen küçük nöbet faaliyetiyle ("art-deşarj" adını verdiğimiz nöron faaliyetiyle) bağlantılı olması. Elektrikli uyarıcının akım gücünü ne kadar artırırsanız hastalara bu deneyimi yaşatma (ve art-deşarjların daha geniş bir alana yayıldığını görme) imkânınız o oranda artar.

"Tam bir nöbete neden olur mu peki?" diye sordu Neil.

Akım yeterince güçlüyse ve uyarı yeterince uzun süre devam ettirilirse, normal bir kortekse bile nöbet geçirtilebilir. Psikiyatristler ağır depresyonlarda uyguladıkları elektrokonvülsif şok tedavileri sırasında bu şekilde nöbet üretirler. Ameliyathanede akım gücünü, lokal olarak art-deşarj başlatacak güç eşiğinin ve art-deşarjın lokal alanın dışına yayılmasına neden olacak güç eşiğinin altında tutarız daima.

Nöbetler çeşitli büyüklüklerde olabilir. Küçük ve orta büyüklükte nöbetler ve büyük nöbetler vardır.

"Büyüklerinden nefret ediyorum," dedi Neil. "Mesele bilincimi yitirmem değil, sonuçta küçük nöbetlerde de bilincimi yitiriyorum. Herkes geçirdiğim büyük nöbetler sırasında evlere şenlik bir hal aldığımı, kaskatı kesildiğimi, sonra da her tarafımın titrediğini söylüyor. Çok utanç verici bir şey. Bazen idrarımı kaçırıp dilimi ısırıyorum. Sonrasında daima gün boyu sersem ve bitkin hissediyorum kendimi."

Yeterince güçlü uyarıldığında serebral korteksin her bölümü nöbet geçirmeye müsaittir. Korteksin belli bir alanını genellikle komşu alanda meydana gelen bir nöbet uyarır, öyle ki, nöbetin bir alandan bir alana dinamit fitilinin yanması gibi yayıldığını söyleyebiliriz.

"Ama benim büyük nöbetlerim aniden geliyor. Kollarımla bacaklarım, vücudumun iki tarafı aynı anda nöbet geçiriyor."

Buna nöbetin genelleşmesi adının verildiğini söyledim ona. O sırada, hasta kaskatı kesildiğinde çekilecek bir EEG beynin her iki tarafında epileptik faaliyetin aynı anda olduğunu gösterecektir. Bir mekanizma küçük bir nöbeti anında bütün beyne yayıyor gibidir adeta, tıpkı havadan atılan bir bombanın patlar patlamaz geniş bir alanda yangın çıkarması gibi. Kasılmayı önleyici ilaçların en önemli etkisi bu tip yayılmaları önlemektir.

Bazen genelleşmiş nöbetler bir hastanın yaşadığı yegâne nöbet çeşidi gibidir; böyle nöbetler nörologları ipucundan yoksun bırakır. Bu tip bir nöbet beynin herhangi bir yerinden başlamış olabilir. Bir nöbet genele yayılmadan önce nereden başladığı bilinirse, ancak o zaman sorunun nerede olduğu anlaşılabilir. Eğer hasta orta ve büyük ölçekli nöbetler arasında küçük nöbetler geçiriyorsa, nörolog nöbetlerin nerelerden kaynaklandığıyla ilgili daha fazla bilgi sahibi olabilir.

"Benimki kafam durduğu sırada başlıyor. Sofrada oturduğum halde orada 'değilmişim' gibi hissediyorum. Bazen tabağıma kaşıkla vuruyorum. Veya yemek henüz tabaklara konmadığı halde bir şeyler çiğniyor gibi yapıyorum ve yutkunuyorum."

Bir nöroloğa göre bu, acil durum sinyalidir. Otomatik hareketler şakak lobunda bir yerlerden kaynaklanır, beynin başka bir bölümünden böyle şeylerin kaynaklandığı pek görülmez. Bu otomatik hareketlerden önce neler oluyor sana?

"Çoğunlukla neler olduğunu pek hatırlamıyorum. Ama genelde tuhaf bir koku duyarım. Nasıl tarif etsem bilmem ki – gerçekte var olan kokular gibi değil. Yanık lastik kokusuna benziyor biraz. Hatırladığım son şey bu olur."

Bu tür halüsinasyonlar nöbetin "aurası" adıyla anılır. Bunlar aslında nöbetlere benzer, en azından kaynağını bulduğumuzda bunlara fokal nöbetler adını veririz. Bu sözünü ettiğin türden olanı, yani kısa süreli nahoş bir kokuyla bağlantılı nöbetler genelde kafatasından alınan EEG kayıtlarında görülmez. Bu tür kokular duyulduğu sırada unkusta, şakak lobunun dışa taşan kısmının beyin sapına dokunacak kadar yakın duran iç bölümünde küçük bir nöbet meydana gelir genelde.

"Doktorum da öyle demişti."

Kaşıkla oynamak ve ağzında bir şey yokken çiğniyor gibi yapmak biçiminde otomatik hareketlerle kendini gösteriyorsa ve sonrasında hatırlanmıyorsa, bu nöbetlere kompleks kısmi nöbetler adını veririz. Hastalar yalnızca birkaç dakika tepkisiz kalırlar, ama bu nöbetlerden tamamen kurtulmaları yarım saati bulur. Bu tür nöbetler kafatasından alınan EEG kayıtlarında görülebilir; çoğunlukla şakak lobunda ortaya çıkarlar.

Hastalar şakak lobu nöbetleriyle alakalı çok çeşitli duygu ve deneyimler bildirir. Bazıları dejavu yaşar, yani bir yerde daha önce bulunmuşluk, o tuhaf aşinalık duygusunu. Bazıları göz yanılgıları yaşar, örneğin şekil ve boyutlarda bozukluklar olur: Hasta, insanları dev veya minik insanlar olarak görür. Bazılarıysa görsel veya işitsel (hatta kokulu) halüsinasyonlar yaşar.

"Nöroloğum bir hastasından bahsetmişti; her nöbet öncesi bir çiftlik manzarası görürmüş. Hasta gördüğü sahneyi bile çizmiş ona. Kutsal kitaptaki o 'vizyonlar' gibi falan geliyor kulağa."

Pavlus'un Şam'a giderken gördüğü vizyon mesela. Onda da şakak lobu epilepsisi vardı belki. Jan Dark'a Fransa'yı kurtarmasını söyleyen sesler de şakak lobu nöbetlerinden kaynaklanan işitsel halüsinasyonlar olabilir pekâlâ. Jan Dark yakılırken kalbinin yanmadığı söyleniyor. Böyle bir şeye kalbin üst tabakasının kalsifikasyonu (kalsifik perikardit) yol açabilir, ki bu da tüberkülozun bir sonucudur. Beyin tüberkülomu (tüberküler dokudaki küçük tümörler) genel tüberkülozlarda yaygındır ve bu tümörlerde nöbetler sık görülen belirtilerdir. Jan Dark'ın şakak lobunda küçük nöbetlerden mustarip olması gayet mümkün.

"Şakak lobu epileptikleri ilginç insanlar, Dostoyevski ve van Gogh mesela. *Gulliver'in Seyahatleri* ve *Alice Harikalar Diyarında*'da anlattıkları küçük insanlardan dolayı Jonathan Swift ile Lewis Carroll'ın da epileptik olabileceğinden bahsedildiğini duymuştum."

Evet, dev ve küçük insanlar görmek şakak lobu nöbetinin belirtisi olabilir. Büyük nöbetlere dönüşmedikleri sürece bunlara epilepsi teşhisi konmaz.

"Küçük nöbetlerle büyük nöbetler arasındaki fark nedir?"

Büyük nöbetler (*grand mal* nöbetler veya yalnızca genelleşmiş nöbetler olarak da bilinir) küçük nöbetler gibi başlar Ama bu tür

nöbetler çok sayıda nöbeti tetikler ve beynin geneline yayılırlar.

"Bende nöbet başlarken büyük mü küçük mü olduğunu hiç anlayamam."

Büyük nöbetler beceriksizce hareketlerle kalmaz. Birdenbire hastanın her tarafı kaskatı kesilir. Geçen yıl bir gün alışverişe çıkmıştım, birinin yaya geçidinin ortasında durduğunu gördüm. Şaşkın gibi görünüyordu ve sık sık yutkunuyordu. Aradan on saniye geçti geçmedi, sağ parmağıyla gökyüzüne işaret eder halde heykel gibi kaskatı kesildi. Kafası da arkaya düşmüştü, dolayısıyla gökyüzüne bakıyor gibi görünüyordu.

"Gördüğüm Ortaçağ'dan kalma dini resimlere benziyor. Azizler tıpkı böyle kaskatı kesilmiş gibi görünürler o resimlerde."

MÖ beşinci yüzyılda Hipokrat epilepsiye "kutsal hastalık" adını vermiş. Yaya yolundaki bu adama gelince, birkaç saniye böyle heykel gibi durduktan sonra her iki kolu sarsılmaya, işaretparmağı adeta tanrıları işaret edercesine ileri geri oynamaya başladı. Bacakları da sarsılıyordu. Yanındaki iki arkadaşı onu tutmasaydı yola kapaklanabilirdi. Arkadaşları onu yan yatırdı ve bir ceket katlayarak başının altına koydu; yani tam da yapılması gereken şeyi yaptılar. Ne yaptıklarını gayet iyi biliyorlardı, o nedenle arabamda oturdum ve yayalara durumu açıklayıp onları rahatlatışlarını seyrettim. Sarsılma hareketleri birkaç dakika içinde kesildi, ama adamın kendine gelip oturması on beş dakika kadar sürdü. Mahmur gibiydi, ama beş dakika sonra gayet normal görünüyordu, ayağa kalkıp yürümeye başladı.

"Büyük nöbet geçirdikten sonra sekreterime bütün randevularımı iptal etmesini ve beni eve götürmesini söylerim. Bütün günüm heba olur."

Kısa süreliğine şalteri indirmeye benzetilebilecek, temelde iş levleri yavaşlatıcı bir etki yaratan başka genelleşmiş nöbetler de vardır. Bu rahatsızlıktan mustarip hastalar uyanık görünür, ama dış dünyayla temasları kısa süreliğine kesilir. Bu nöbet tipi çocuklarda daha yaygındır. Bu nöbetler bazen *absans* olarak adlandırılır; doğrudan Fransızca *absence* sözcüğünden gelen ve Fransızcadaki gibi telaffuz edilen bu sözcük muhtemelen zihnin kesintiye uğraması anlamındaki *absence d'espirit* tabirinden gelmektedir. Eski terminolojide Fransa'da ve başka ülkelerde bu nöbetler "küçük hastalık"

anlamına gelen *petit mal* (pöti mal) adıyla anılmaktaydı.

"Peki fokal nöbetlerin yayılıp büyük bir nöbete yol açmasına ne neden oluyor?"

Fokal nöbetler, seçici dikkat döngüsünü ele geçirirler. Bazı nöronların her yerle bağlantısı var gibidir; örneğin insanı uyanık ve teyakkuzda tutan nöral devreler böyledir. Koma konusunda konuştuklarımızı, özellikle de, beyin sapından çıkıp beyin korteksinin her tarafına yayılan serotonin ve norepi bağlantıları konusunda konuştuklarımızı hatırlıyor musun? Hani bu bağlantıları düşüncelerin büyümesini sağlayan sıvı besinler saçan çim sulama sistemine benzetmiştim?

"Yani nöbet bu sistemden saçılıyor, sonra da her yere yayılıyor, öyle mi?"

Penfield'in fikriydi bu, gerçi bunun için henüz pek bilinmeyen nöral bağlantıların olması gerekir. O zamandan beri başka bir ihtimal daha belirdi; dikkat sisteminde ters yönde bir itki trafiği olabileceği ihtimalinden söz edilmeye başlandı. Boru sisteminin tersine çalıştığını, birinin hortumdan gelen suyu, sulama başlıklarından geriye doğru bastığını farz edelim. Nöronlar normalde tekyönlü caddelerdir, ama ara sıra geriye doğru çalışmaya zorlanabilirler.

Seçici dikkat, duyu ortamının bazı yönlerini aydınlatan, diğer yönlerinin karanlıkta kalmasına neden olan bir spot ışığı gibidir.

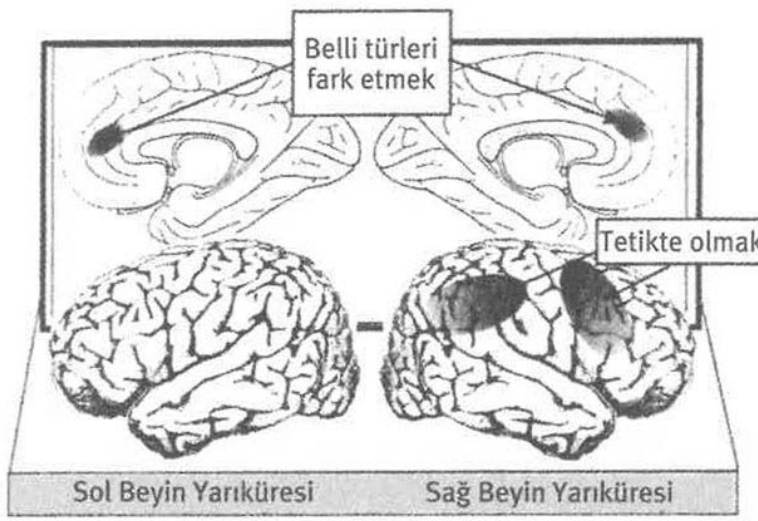
Aynı sistemi içimize yoğunlaşırken de kullanırız: Örneğin, bir yandan kafeteryadaki akıl çelici ses ve görüntülere dikkat etmemeye çalışıp bir yandan da yıllar önce gördüğümüz birinin adını hatırlamaya çalışırken bu sistemden yararlanırız. Maruz kaldığımız duyuların içinden hangisini öne çıkaracağımızı seçen devre bu devredir. Hafızamızda tutacağımız şeyleri, hafızamıza bilinçli yaşanmış bir deneyim olarak yerleştireceğimiz şeyleri, daha sonra hafızamızı kurcalayıp hatırlayacağımız şeyleri bu devre seçer. Yani seçici dikkat, beynimizdeki sistemler içinde, bilinçli yaşanan deneyimlerimizin o anki içeriğini belirlediğini söyleyebileceğimiz en yakın sistemdir.

"Şimdi bir yerlere gelmeye başladık işte. Yani, gerçek ben bu muyum? Seçici dikkat, televizyonların kontrol odasında hangi kamera görüntüsünün yayınlanacağına karar veren yönetmen gibi mi?"

Bazen spot ışığı, sol taraflarındaki nesneleri ihmal eden, sağ beyinleri hasarlı hastalarda olduğu gibi, pek iyi hareket ettirilemez. Bu durum duvar lobunun arkasında yer alan bir alanın seçici dikkatin yoğunlaştırılmasında rol oynadığına bir örnek teşkil ediyor; bu norepi sisteminin boru tesisatı bu tür alanları besliyormuş gibi görünüyor. Norepinin etkinliğini azaltan ilaçlar, insanın dikkatini odaklama kabiliyetine (mesela öğretmenin tahtaya yazdığı şeylere dikkatini toplama becerisine) müdahale eder.

Beynin, trafik ışığının yeşil yanmasını beklemek gibi teyakkuz halinde yapılan görevler sırasındaki kan akışıyla ilgili bazı araştırmalar yapılmıştır. Bu tür görevler tam da sağ beyin görevleridir; bu görevler sırasında aynı anda hem duvar lobunun arka alanı hem de alın lobunun bir bölgesi faaldir. Yerine getirilecek olan görev görsel bir görev olmasa da (ayak başparmağına vurulacak fiskeyi beklemek gibi) aynı alanların aydınlandığı görülür.

Alın lobu ile beyin sapının çeşitli kısımları bir uyarana doğru yönelmekte kullanılır. Örneğin, bir kedinin bir ses duyduğunda gözlerini o yöne çevirişi, kulaklarını dikip ardından başını sesin kaynağına döndürüşü beynin bu kısımları sayesinde gerçekleşir. Ama belli bir uyaran türüne karşı dikkat kesilmek (dışarıdan gelen trafik gürültüleri arasında evin üst katından gelen bebek ağlaması-



Seçici Dikkatin Özellikleri

Kaynak: Posner, 1992

nı dinlemek mesela) bundan farklı bir durum gibi görünüyor. Alın lobu özellikle şeyleri yokluklarında temsil etmekten sorumludur; insan belli sözcük sınıflarına karşı tetikteyken (telefon rehberine göz gezdirip İtalyan soyadlarını araştırırken olduğu gibi) alın lobunun orta çizgisindeki bazı bölgeleri, korpus kallosumun hemen önündeki kuşak girusunu kullanıyor muhtemelen.

Beynin hem ön hem de arka kısımlarındaki dikkat sistemleri görevlerini korteks altındaki alanların, özellikle talamusun yardımıyla yerine getirirler. Uykudan uyanmayı sağlayan beyin sapındaki mekanizmalar çoğunlukla genel sistemlerdir, sistemin talamustaki daha gelişmiş versiyonu ise daha özel bir sistemdir.

Talamus her şeyin merkezi olmasa da (talamus ile alın korteksi yakın ilişkili sistemlerdir) seçici dikkatin işleyişiyle ilgili en iyi örnekler Parkinson hastalığını tedavi amaçlı yapılan talamus ameliyatlarından gelir.

Biraz mikrotremor (küçük titreme) normaldir. Ama yalnızca ara sıra biraz asabi olduğunu, başka bir sorunu olmadığını düşünürken, bir-iki yıl sonra hasta bir şeyler yazdığı, kolunu çevirdiği veya bıçakla et kestiği sırada her zamankinden daha fazla zorluk çekmeye başlar. Katılık sonunda hastanın bütün vücut duruşuna yansır veya hasta ayaklarını sürüyerek yürümeye başlar. Böyle durumlarda genellikle kişinin sesi de kısılır.

İnsanlar ancak bu katılaşma ve titremeden sonra nöroloğa gitme lüzumu görürler. Nörolog da, dopamin (serotonin ve norepi gibi geniş bir dağılıma sahip nörotransmitterlerden biri) üreten nöronların çoğu yıllar önce öldüğü için, kalan nöronların işlerini artık iyi yapamadıklarını söyleyerek onlara durumlarını açıklamaya çalışır. L-dopa adında bir ilaç, kara madde içinde kalan nöronların daha fazla dopamin imal etmelerine yardımcı olur ve bu ilaç çoğunlukla işe yarar.

Ne var ki, bu ilaç sayesinde katılıkları tatmin edici şekilde kontrol altına alınsa da hastaların bazılarında hâlâ titreme görülür. Talamus ameliyatı bu hastalara fayda sağlar.

"Sorunun kara maddede olduğunu sanıyordum," dedi Neil.

Orası, beynin talamusun altında yer alan ve bu hastalarda birçok nöronun eksik olduğu pigmentli bölgesi. Talamus muhtemelen

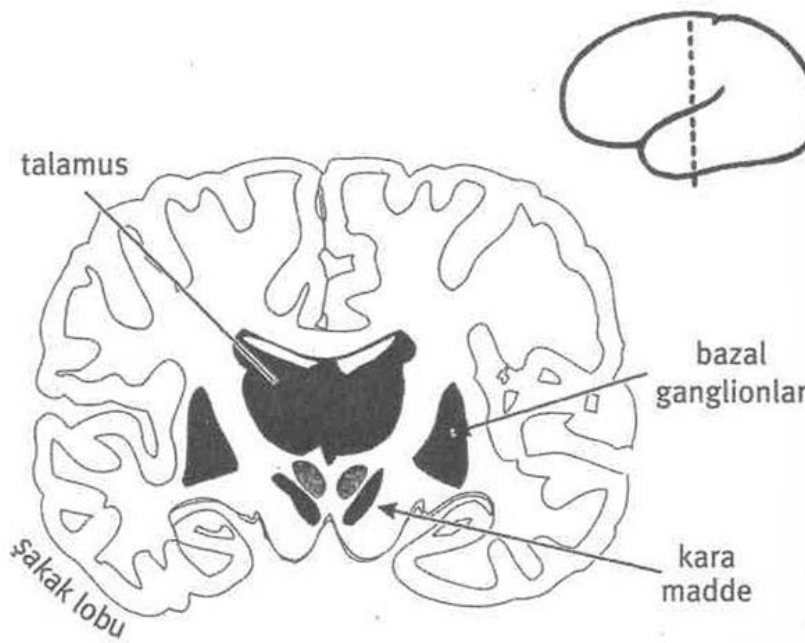
normaldir. Gelgelelim, çoğu beyin sistemi gerçekte iki sistemdir, biri iterken diğeri çeker. Önemli olan bu iki sistem arasındaki dengedir. Talamusun küçük bir parçasını öldürmek kara maddedeki nöron kaybını telafi ediyor, titremeyi düzenleyen sistemde bir denge sağlıyor gibi görünüyor.

"Peki beynin derinliklerinde olduğu halde talamusa nasıl ulaşıyorsunuz?"

Kafatasında ana kan damarlarının bulunmadığı bir noktadan açılan delikten girerek. Her şey lokal anestezi altında hallediliyor. Beyin cerrahı iğneye benzer bir sondayla talamusa beş-altı santim girer ve talamusun sondanın ucundaki kısmını hafifçe pelteleştirir. Genellikle hastanın titremesi anında durur. İşin püf noktası sondayı hedefe ulaştırmakta ve sondanın ucunun nerede olduğunu bilmekte yatıyor.

"Şakaya gelmez yani. 'Bunlar profesyonel cerrahlar çocuklar, bunu sakın evde denemeyin.' Peki sondanın ucunun nerede olduğunu nasıl anlıyorlar? Röntgenle mi?"

Evet, ama beyinler arasında işlevsel olduğu kadar anatomik farklılıklar da olduğu için beyin cerrahları sondanın ucuyla beyni uyarmayı ve o esnada hastadan bazı makul işleri yerine getirmesini



Kara maddenin hücrelerinin kaybı Parkinson hastalığına neden olur; talamus tahrip edilmek suretiyle hastada titremenin geçmesi sağlanır.

istemeyi tercih eder. George parkinsonlu hastalara talamotomi yaparken bazen onlardan slaytların gösterildiği projeksiyon ekranına bakmalarını ister. Ekranda önce bilinen bir hayvan veya nesne resmi görünür, fil resmi mesela. Hasta, "Bu bir fil," der.

Sonra iş ilginç bir hal almaya başlar. İkinci slaytta bir sayı belirir. Öncesinde ne yapacağını iyi öğrenmiş olan hasta bu sayıdan geriye doğru saymaya başlar. Altı saniye kadar sonra ekranda "Hatırla" yazısı belirir. Hastanın ilk slayttaki nesneyi hatırlaması gerekir: "Fil." Ama bu görevi daha da zorlaştırabilirsin, böylece hasta yarı yarıya hata yapacaktır. Örneğin, üçer üçer geri saymasını istediğinde hasta, aklını çelen bu görevden sonra filin adını hatırlamakta güçlük çekecektir.

George görevin zorluğunu hastanın normalde yarı yarıya hatırlama hatası yapacağı şekilde artırıp da ekranda fil veya hangi şekil görünecekse o şekil belirdiği sırada talamusu uyarınca çok ilginç bir sonuçla karşılaşıyor: Hasta ekrandaki şeklin adını doğru söylemekle kalmıyor, sonrasında o kadar hatırlama hatası da yapmıyor. Uyarı hafızayı güçlendiriyor!

"George diğer iki slaytta uyardığında ne oluyor peki?"

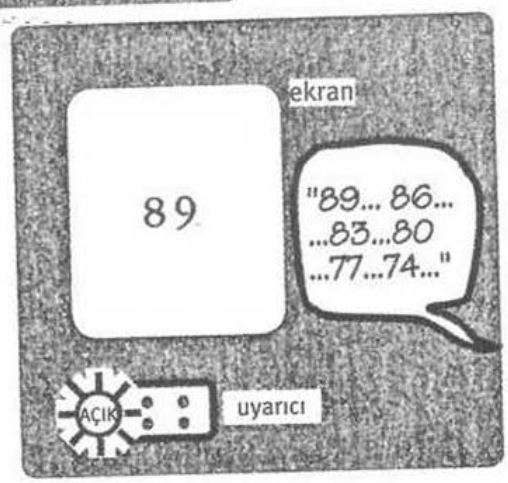
Talamus uyarıldığı sırada hasta geri sayabiliyor, ama üçüncü slaytta (yani akım kesildiğinde) isimlerin yaklaşık yarısını hatırlayabiliyor. Uyarı olmadığı zamanlardaki gibi. Üçüncü slayt gösterildiği sırada uyarı verilmesi hastanın çok daha fazla hata yapmasına neden oluyor.

Öyle görünüyor ki, talamusun uyarılması hastanın o sırada gördüğü şeye dikkatini vermesini sağlıyor. Şöyle ki, ilk slaytta verilen uyarı hastanın üçüncü slayttaki hatırlama gücünü artırıyor. Üçüncü slayt sırasında verilen uyarı ise hastanın içe odaklanarak önceki ismi hatırlamasını sağlamaktan ziyade dikkatini ekrana vermesini sağlıyor. Seçici dikkat devresi bu hastalarda kapı gibi hareket ediyor, bilginin o anki belleğe girmesine veya bellekten çıkmasına izin veriyor, ama aynı anda ikisini yapmıyor: Ya hayale dalarsın ya da dikkatini bana verirsin, her ikisi birlikte olmaz, diyor. Dikkat kesilmek, kısa süreli bellekten bir şeyleri hatırlamakla çelişir.

"Kısa süreli bellek mi? Başka bellek türü de mi var?" diye sordu Neil gülümseyerek. "İsimlerin neden aklımdan uçup gittiğini merak etmeye başladım şimdi."



SUNUM



DİKKAT DAĞITICI



İPUÇLU HATIRLAMA

Beyninin uyarılması eşliğinde 6 saniye süren dikkat dağıtıcı işten sonra Neil'in hatırlama yeteneğinin ölçülmesi

Anlık "çalışan" bellek, dikkat dağılması sonrası kısa süreli lek ve uzun süreli pekişmiş bellekte farklı beyin mekanizmaları oynuyor gibi görünüyor. Ama sinapsları ve nöronların için elektrik sinyallerini tartışmadan bunları ve elbette insanların şi vet ettikleri "hafıza sorunları"nı açıklayamam.

Buraya kadar anlattıklarım sol talamus ameliyatı olan hastalar için geçerli. Bazen sağ talamusa da ameliyat yapılır ve bu hastalarda ameliyat çok farklı sonuçlara yol açar. Bu hastalarda sözcüklerden ziyade nesnelerin biçim ve şekilleri seçici dikkatle değerlendirilir ve hatırlanır. George bu hastalara çoğunlukla karmaşık şekillerin yer aldığı slaytlar gösteriyor. Dikkat dağıtıcı geriye doğru sayma görevinden sonra hastadan ekranda gördüğü üç şekilden hangisinin ilk slaytta gördüğü şekil olduğunu söylemesi isteniyor.

"Ne oluyor peki?"

Sol talamus uyarıldığında olan şey: Hastanın hatırlama gücü artıyor. Ama asıl ilginç olan, sağ ve sol talamus arasında, isim ve çizgiler arasında bir karşıtlık olması. Hasta nesnelerin ismini söylerken sağ talamus uyarılırsa özel bir etki oluşmaz. Nesnelerin ismi söylenirken sol talamus uyarıldığında ise, nesnenin ismini hatırlama gücünün arttığı görülür. Ama sol talamus uyarılırken hastaya karmaşık şekiller gösterildiğinde hasta normalden çok daha fazla hata yapar; sol talamus uyarılırken hasta şekilleri ihmal ediyor gibidir.

Sözel bilgiyi akılda tutmayı sağlayan sol seçici dikkat sistemi, çevreden nelerin seçilerek hafızaya yerleştirileceği kararında hâkim bir rol oynar. George'un da söylediği gibi, bu durum sol beynin sağ beyin üzerindeki hâkimiyetini gösterir (genel olarak değil, özellikle bu seçici dikkat konusunda).

Dünyayı algılayışımız öncelikle alıcılarımızın fark ettiği şeylere bağlıdır; ateşin kızılötesi ışınlarını veya bronzlaşmamıza neden olan morötesi ışınlarını göremeyiz mesela. Sonra da seçici dikkat devrelerinin bütün duyulardan seçtiği şeylere bağlıdır. Hafızamıza bu filtrelerden geçen şeyler yerleşir.

Bu nedenle öğrenmede seçici dikkat devreleri çok önemlidir. Bu devreler insanın yeni bilgileri daha güvenilir biçimde almasını sağlar. Seçici dikkat seni dış dünyaya yönlendirmediği sırada, birinin ismini anımsamak için ya da fantazi veya hülya ismini verdiğimiz daha serbest hatırlama biçimini icra etmek üzere anılarına göz atabilirsin.

Bu devrelerin kusurlu çalışması, dikkat eksikliği sendromunun ve küçük öğrenme rahatsızlıklarının, çocuğun dikkatini sürdürmek-

te çektiği zorlukların temelini oluşturuyor gibi görünüyor. Bu rahatsızlıklarda, dikkatin nesne isimleri gibi sözel bilgi üzerine yoğunlaşmasını sağlayan sol talamustaki seçici dikkat devreleri pekâlâ rol oynuyor olabilir.

Bu devrelerde meydana gelen daha ciddi işlev bozuklukları, dış çevreye katılımın, özellikle de başka insanların bulunduğu ortamlara ve belki de sözel bilgiye katılımın çok kısıtlı olduğu otizmde de kısmen rol oynuyor muhtemelen. Bu kısıtlılık, ciddi zihin dağınıklığının yaşanması ve dikkatin sınırlı sayıda seçilen çevresel özellikler üzerine yoğun biçimde odaklanması durumlarıyla daha da artar.

Otistik çocuklarda kusurlu olan beyin devreleri iyi tesis edilmemiştir. Yaşadıkları tahayyül ve toplumsal uyumsuzluk sorunlarının çoğu alın lobuyla ilgili rahatsızlıkları olan hastaların yaşadığı sorunlarla benzerlik taşısa da, otistiklerde hem talamustaki hem de dil korteksindeki nöral devrede ince düzensizlikler görülür. Davranış örüntüleri, talamuslarındaki seçici dikkat devrelerinin çok kötü çalıştığına işaret eder. Otistik bir çocuk büyük oranda yalnızca daha önce aldığı şeylerle alakalı ve çevreden yeni materyaller alma konusunda kısıtlanmış gibidir. Sıkışıp kalmıştır.

Birçok otistik çocuk aynı zamanda zihinsel engelli olsa da, hepsi değildir. Ama zeki olanları bile "miş gibi yapmak" (oyuncak bir bebeği boş bir kaşıkla besliyormuş gibi yapmak mesela) konusunda sıkıntı çeker ve başka insanların farklı görüş ve inançları olabileceğini anlayamayabilir. Yetenekleri daha gelişmiş otistikler bile başka insanların zihin durumlarıyla ilgili zihinsel bir model oluşturamazlar. Hileyi anlamazlar. Her şeyi düzanlamıyla algıladıkları için espri veya ironiyi fark etmezler, satır aralarını okumayı bilmezler. Başkalarını anlamalarını sağlayacak bir "zihin teorisi"nden yoksundurlar.

Otizm bazen erken yaşta geçirilen beynin zedelenmesinin bir sonucudur. Bazen genetik bir bileşen bu hastalığın oluşumunda rol oynar. Tek yumurta ikizlerinden biri otistikse, diğerinin de otistik olacağı kuvvetle muhtemeldir; aynı genetik özelliklere sahip olmayan çift yumurta ikizlerinde ise bu ihtimal çok düşüktür.

"İspanyolca öğrenirken talamusumda şu elektrotlardan olmasını isterdim. Yeni sözcük öğrenirken elektrotu açardım ve sınavda bu sözcükleri daha iyi hatırlardım."

Ama sınav sırasında uyarıcıyı yanlışlıkla açarsan sorulara odaklanır, hafızandan cevapları alamazdın. Genel anatomi öğrenirken talamus uyarıcısı isteyen öğrencilerle epey eğleniriz. Ama bir gün bu uyarıcıları belli tür otizmi olan çocuklarda onları içe kapanıklıktan kurtarmada kullanabileceğiz.

"Tüm bunların bilimkurgu olmaması çok etkileyici," dedi Neil, kalkmaya hazırlanırken. "Gerçek bilimde ortaya çıkardığınız her şey yepyeni imkânlar yaratıyor sanki."

Çoğunlukla da asla tahmin edemeyeceğimiz alanlarda.

Altıncı Bölüm

Mütevazı Nöronun Kişiliği

Muazzam sayıdaki müstakil birimler, tamamen bağımsız ve birbiriyle temas halinde olan nöronlar hep birlikte sinir sistemini oluştururlar.

Nöroanatomist SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL, 1909

Serebral korteksin gri maddesi, beyaz maddenin üzerinde bulunan ince bir tabakadan ibarettir. Ama bu beyaz pastanın üzerindeki kızıl kahve kremanın içinde nöronların altı katmandan oluştuğunu görürsün. Burada kat kat olan pasta değil, kremadır.

Tıpkı telefon santral ofisindeki katlarda olduğu gibi burada da kablolar zeminin derinliklerinden gelir ve bu korteks katmanlarını tırmanır. Başka kablolar da tekrar beyaz maddenin içine doğru gider veya düz ilerler. Her nöronun dendriti de birkaç katmandan yukarı doğru tırmanır, birçok farklı girdi kaynağıyla bağlantı kurar.

Her nöron binlerce kablonun birleştiği bir düğümdür; gelen mektuplar burada öğütülür, bazen cevabi mektuplara dönüştürülür. Her nöron, dendritlerinde (ağaç dallarına benzeyen yapılar) binlerce etkinin gözden geçirildiği ve ara sıra akson adı verilen uzun, ince dallı aracılığıyla binlerce alıcısına toplu mektupların gönderildiği küçük birer bilgisayardır.

Bazı bağlantılarda "kuyruksokumu kemiği kalça kemiğine bağlıdır" türünden bir mantık vardır. Dördüncü katman, girdilerinin çoğunu beynin merkezindeki talamustan alır. Talamus duyu organlarından (göz, kulak, deri ve kaslardan) gelen mesajları iletir. Talamustan gelen girdiyi alan dördüncü katmandaki korteks nöronları, çıktılarının çoğunu korteksin ikinci ve üçüncü katmanına gönderir

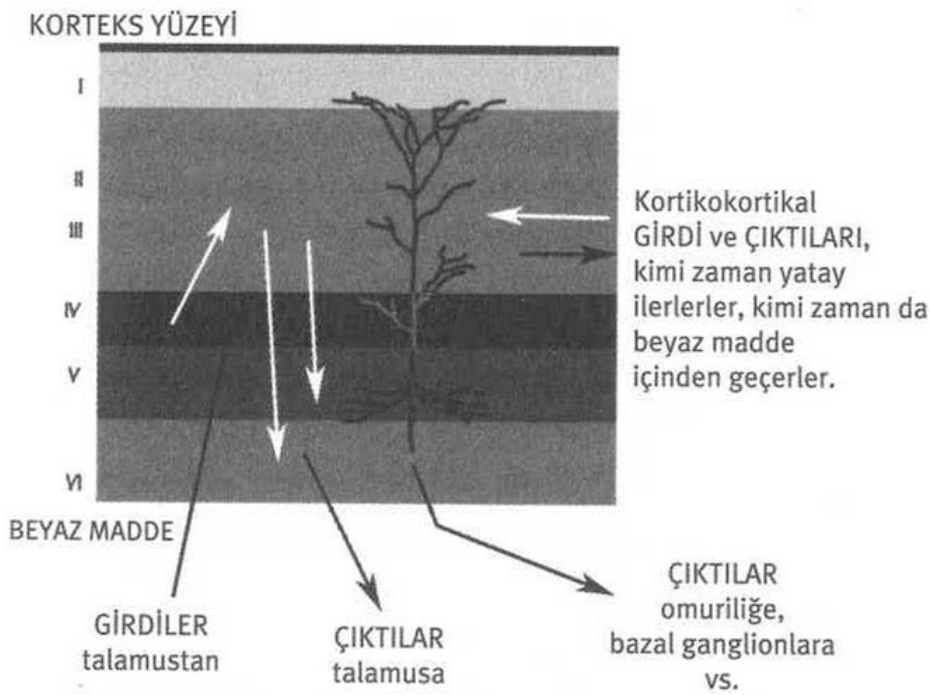
İkinci ve üçüncü katmandaki bazı nöronlar beşinci ve altıncı katmanlara mesaj gönderir. Altıncı katman, beyaz madde aracılığıyla talamusa geri mesaj gönderir. Beşinci katman derinde ve uzakta olan diğer nöral yapılara, hatta bazen omuriliğe sinyal gönderir. Basit bir yol dördüncü katmana gelir, oradan üçüncü katmana, ardından beşinci veya altıncı katmana geçer, sonra korteksten çıkıp "subkortikal" (korteks altındaki) yapılardan birine gider.

Neil peçete üzerindeki taslaktan başını kaldırıp, "Basit bir akış çizelgesi bu," dedi. Klinikteki son randevusundan az önce gelmişti. Bunun nöropsikolojik testlerin sonuncusu olacağını ümit ediyordu. "Bütün devre diyagramı tamamlanmış durumda mı peki?"

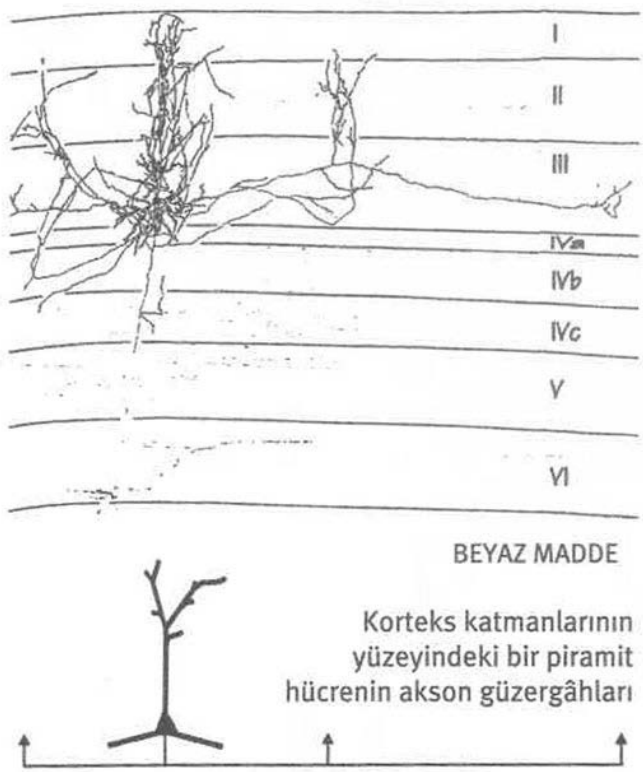
Pek değil.

"Dördüncü katman gelen mektupları incelemekle görevli gibi görünüyor."

Doğru. Derindeki katmanlar giden mektuplar üzerine uzmanlaşmıştır; gerçi mektupları zarfları yapıştırmadan ve üzerine pul basmadan gönderirler. Üstteki katmanlar ofis içi işlerle ilgilenir, korteks boyunca mesajlar gönderirler (dikey değil, yatay bir teşkilat şeması görünümünde). Bunları kortikokortikal olarak adlandırı-



Serebral Kortekse Giren ve Çıkan Yollar



McGuire ve diğerlerinden uyarlanmıştır, 1991.

rız; bir mesaj bazen yatay doğrultuda bir milimetre kadar gider, bazen de beynin önünden arkasına kadar. Bazen de, sol beyinden yola çıkar, bütün o kablo demetlerinin en büyüğü olan korpus kallosumu geçerek sağ beyne ulaşır.

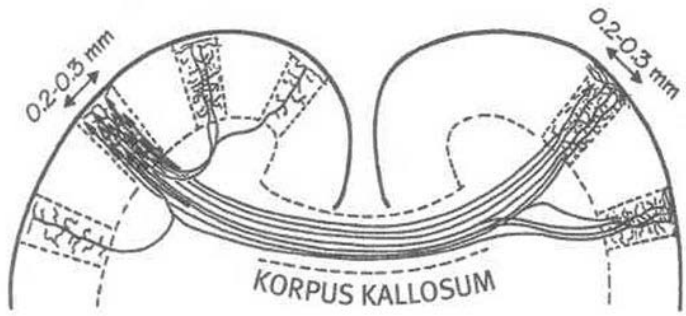
İçeriden kortekse iletilen bu mesajlar, nasıl bir mantıkla gönderildiği pek bilinmeyen toplu mektuplardır; bu daha ziyade postanenin mektupları her bloktaki ilk eve bırakıp diğer evleri es geçmesine benziyor.

"Toplu mesajları seçerek göndermek diye buna derim ben."

Mektup daha önce bir bloktaki ilk evden gönderildiğinde oluyor bu. Bloktaki üçüncü ev, bir sonraki bloktaki üçüncü eve mektup gönderiyor; daha uzaktaki başka evlere de mektup gönderebiliyor tabii, daima bir bloktaki üçüncü ev olmak kaydıyla.

"Bloğun uzunluğu ne?"

Yarım milimetre kadar, ama "kavşaklar"la değil, yalnızca dağıtımlar arasındaki boşluklarla tanımlanmış bir uzunluk bu. Mesajın "şehir dışına" da gönderildiği olur; bu mesajın gönderilmesi, beyaz



Kortikokortikal bağlantılar kolonlar halinde örgütlenir.

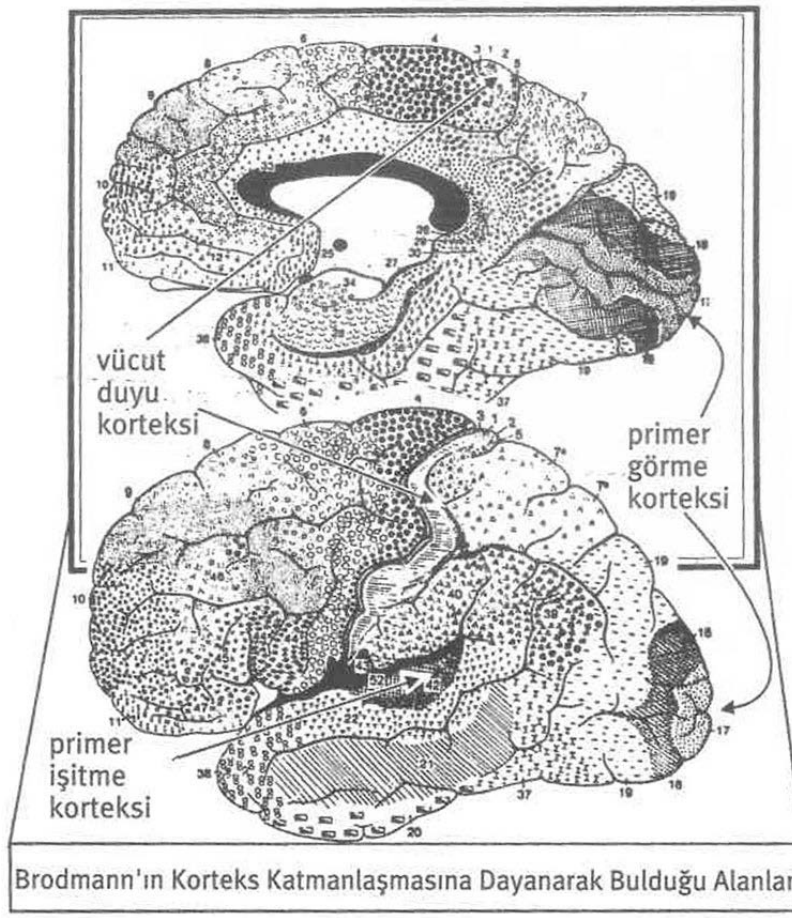
Szentagothai'nin (1978) çiziminden yararlanılmıştır.

maddeden dalıp biraz uzakta, gri maddeden tekrar yüzeye çıkan bir bağlantı sayesinde gerçekleşir. Ortalama bir korteks nöronundan gönderilen toplu mektuplar bir milimetre yarıçaplı bir alan içindeki nöronların yüzde birinden azına ulaşır.

Korteks yüzeyinin altında bir milimetrekarelik alan içinde toplam 148.000 nöron vardır. Bu nöronlar genellikle, her birinde yaklaşık yüz nöron bulunan minikolonlar halinde örgütlenirler. Bu kolonlar da bazen, her birinde belki 300 minikolon bulunan 30.000 nöronlu makrokolonlar halinde örgütlenirler.

"Modüler mimariyi çağrıştırdı bana," dedi Neil, mühendislik damarı kabararak. "Neredeyse konut sitelerine benziyor. İlkel modüller ne yapıyor peki?"

Bütün bu bilgilerden modüler bir kablo diyagramı çıkarabileceğimizi düşünüyorsun belki, ama tahmin edemeyeceğin kadar zor bir şey bu. Duyu kuşağında, deri duyularında uzmanlaşmış bir makrokolon görürsün, ama hemen bitişiğindeki makrokolon kas ve eklemlerden gelen bildiriler konusunda uzmanlaşmış olabilir. Görme korteksindeki bir minikolon belli yöndeki çizgilerde uzmanlaşmışken, bitişiğindeki minikolonlar başka açıdaki çizgilerde uzmanlaşmış olabilir. Oradaki makrokolonlar göz tarafından düzenlenmiştir; önce sol gözden gelen girdilerle ilgilenen bir minikolon kümesi görürsün, sonra hemen yanında sağ gözden gelen şeylerle ilgilenen başka bir makrokolonla karşılaşırsın. Ama kortikal alanların çoğunda kolonların örgütlenmesi hakkında pek bir bilgimiz yok.



"Mikroskop altında farklı kortikal alanlar farklı görünmüyor mu?"

Gri maddedeki katmanların kalınlıkları farklıdır. Ama katmanların toplam kalınlığı beynin her tarafında hemen hemen aynıdır. Binalarında altı kattan fazla kat çıkılmasına müsaade edilmeyen bir şehir düşün. Binalarda her katın tavan yüksekliği farklı olsun; zemin katın tavanı diğer katların tavanlarından daha yüksek. Diyelim şehrin bir bölümünde, bir nedenle binaların üçüncü katlarının tavanları diğerlerinden daha yüksek, dördüncü katların tavanlarıysa insanın başını çarpacağı kadar alçak. Yirminci yüzyılın başlarında nöroanatomistler, nöron ölçüsü ve katman kalınlığının görece oranından faydalanarak ve onlara tanımlayıcı numaralar vererek bu şekilde 52 korteks alanı tanımlamışlar. 17. Alan, primer görme alanının diğer adıdır mesela.

Motor kortekste, ki 4. Alan olarak da bilinir, dördüncü katman pek yoktur çünkü talamustan çok fazla bilgi almaz. Primer görme

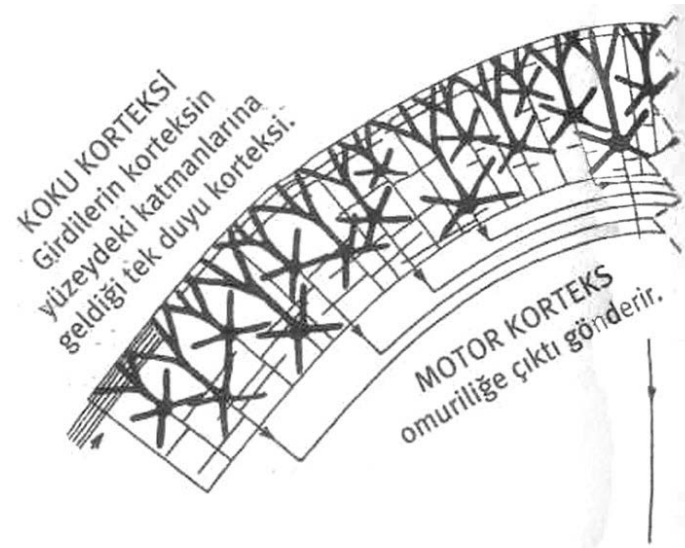
korteksinde ise dördüncü katman hepsinden kalındır. Bunun nedeni gözden (talamus yoluyla) çok fazla girdi almasıdır, dolayısıyla dördüncü katmanda fazladan çok sayıda nöron vardır; bu nöronlarla birlikte bir milimetrekare içinde toplam nöron sayısı 357.000'i bulur. Fazladan nöronlar kesif biçimde bir arada bulunduğu ve talamustan gelen aksonlar seyrek dağıldığı için, dördüncü katmanda mikroskop olmadan da enlemesine giden bir çizgi görebilirsin. 17. Alan'ın ucunda, 18. Alan'la birleştiği yerde, bu çizgi birden kesilir; primer görme korteksinin ilk olarak "çizgili korteks" adıyla anılmasının nedeni budur. Ne yazık ki dil korteksinin yapısı kendini böyle açıkça belli etmez.

Sigmund Freud'un mikroskopla baktığı dönemlerde, gri madde aksonların kesiştiği büyük bir örümcek ağı gibi görünüyordu. Her şey birbirine kaynamış gibiydi. Bazı kesişme noktalarında, ağa yakalanmış sinek yerine kara bir şişkinlik, yani hücre vardı. Bilginin nasıl bir yol izleyerek aktığını gösteren "oklar" yoktu. Gördükleri Freud'u muhtemelen hayal kırıklığına uğratmıştı. Görme tekniklerinin geliştiği sıralarda ise Freud beyni başka bir perspektiften, psikanalizden izlemeye başlamıştı.

Camillo Golgi bazı nöronları gümüşle boyama yöntemini geliştirdikten sonra, Fridtjof Nansen ile Santiago Ramón y Cajal birbirinden bağımsız olarak, aksonun başka bir hücrenin hemen dışındaki çıkmaz bir sokakta durduğu sonucuna vardı; bir nöronun aksonu ile başka bir nöron arasında, İsrail ile Suriye gibi iki komşu ülkenin birbirinden bağımsız sınır telleri arasındaki insansız bölge gibi bir ara bölge vardı.

1888 yılında böyleydi. 1900 yılı civarında nörofizyolog Charles Sherrington neredeyse temas edecek yakınlıktaki bu noktaya sinaps adını verdi. Ama sinaps ancak 1953'ten, bu paralel sınır tellerini gösteren elektron mikroskobunun icadından sonra daha ayrıntılı olarak görülecekti. Sinaps, bir nöronun aksonunun çıktısının diğer nöronun dendritinin veya hücre gövdesinin girdisi haline geldiği sınır geçiş noktasıdır.

Bu sınırı geçen şey bilgidir: kimyasallar biçimine bürünmüş bilgi. Bir sınırda bir parfüm şişesini açınca, parfüm moleküllerinin insansız bölgeden (sinaps yarığı) geçip diğer sınıra (hücre zarı)



Braitenberg'in iskelet korteks diyagramı;

ulaşmasını andırır bu. Diğer tarafa ulaştığında parfüm, hücre zarı içindeki özel alıcı moleküller tarafından "koklanır".

Bu "parfüm molekülleri" nörotransmitterlerdir. Norepi ve dopamin gibi birçok farklı nörotransmitter vardır. Serebral kortekste en yaygın olanı glütamattır.

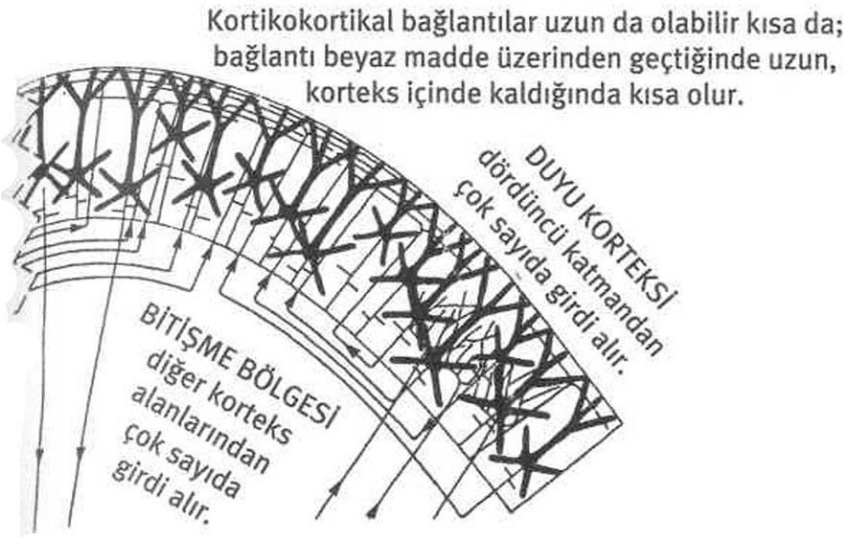
Bazı nörotransmitterler hedef nöronlardan epey uzakta salınır ve bir çevreye yemek kokusu gibi dağılır. Bu nörotransmitterler, hedef nöronun uyarılabilirliğini genel olarak değiştirirler. Buna "volüm iletimi" adı verilir.

"Hormonlara benziyor."

Hormonlar bu iletim ilkesinin uzun mesafeli biçimidir. Hormon, böbrek gibi uzak bir yerden salgılanır ve kan akışıyla hedef hücrelere, mesela bir kasa iletilir. Bu ilkenin diğer aşırı hali, elektron mikroskobunda görülen geleneksel sinapstır; transmitter hedef hücreye o kadar yakın mesafede salgılanır ki, hedef hücreyi ıskalaması imkânsızdır, başka bir yere sıçrama ve başka bir nöronu etkileme ihtimali çok düşüktür. Bir de moleküllerin geniş bir hedef nöron çevresine ulaşmasını sağlayan orta iletim biçimi vardır.

"Tonik gibi bir şey mi bu? Komşu nöronlara ulaşıp volüm denetimlerini ele mi geçiriyorlar?"

Nöronların özelliklerini itkilerin daha kolay üretilebileceği şekilde değiştirebildiklerini söyleyebiliriz kesinlikle. Nörotransmit-



piramit nöronlar hariç diğer nöronların hepsi çıkarılmıştır.

terler genellikle "bilgi alan" (*downstream*) nöronun içine girmez, yüzeyindeki alıcıları gıdıklar yalnızca.

"Nöronun içine girmez mi? Nörotransmittere daha sonra ne olur peki?"

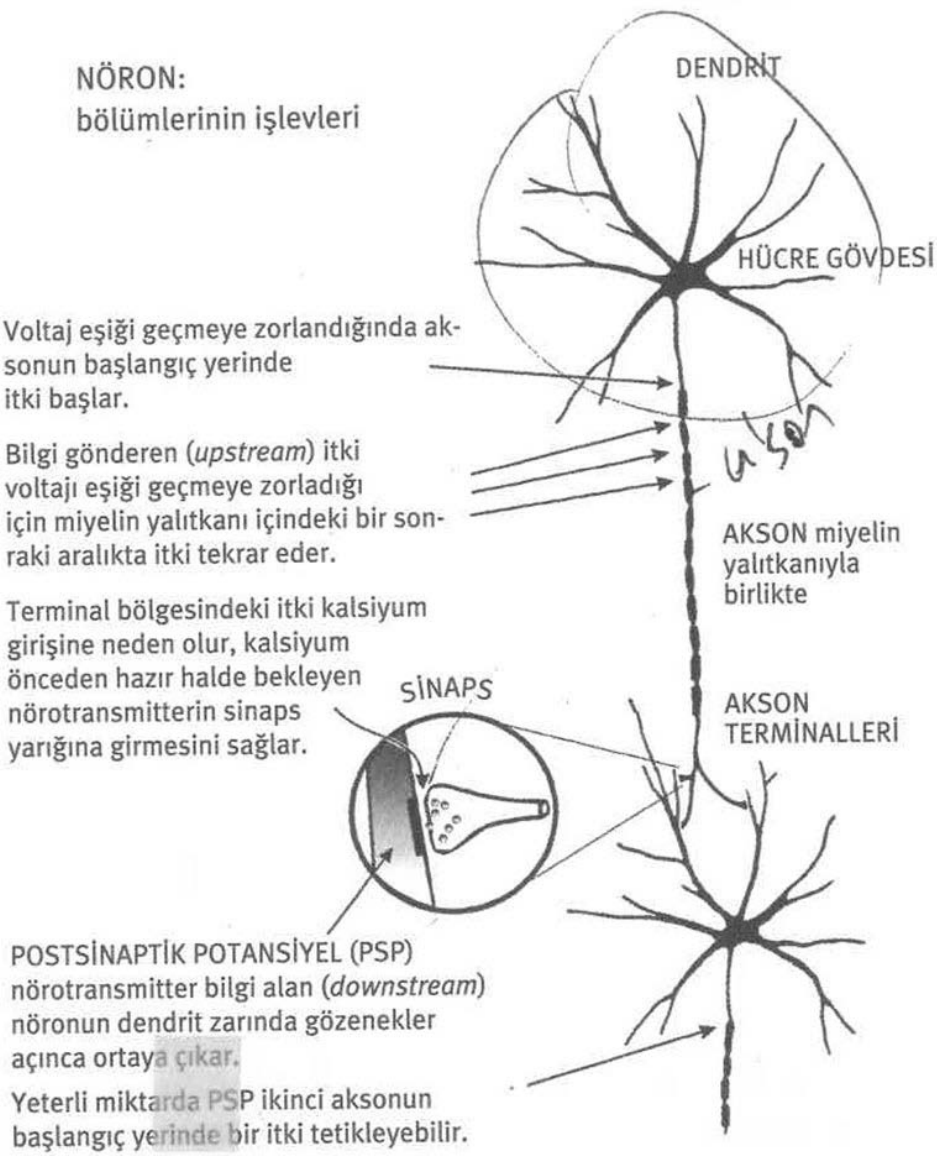
Geri dönüştürülür, çoğu sınır tellerinin presinaptik tarafına döner. Birçok uyuşturucu bu transmitterlerin onları salgılamış olan hücrelere geri dönüşüne müdahale eder. Bu müdahaleye "bloklama" adını veririz, ama yavaşlatma daha yakın bir tanımdır, çöpçülerin grevinden ziyade iş yavaşlatma eylemine benzer. Örneğin, kokain dopamin maddesini transmitter olarak kullanarak diğer faaliyetlerinin yanı sıra sinapslardaki geridönüşüm sürecini bloke eder. Yaygın antidepresan ilaçlar çoğunlukla serotoninden yararlanarak sinapslardaki geridönüşümü engeller. Birçok böcek ilacının asetilkolin sinapslarında transmitter geridönüşümünü engellediği bilinmektedir.

"Geridönüşümü yavaşlatmakta amaç nedir?"

Geridönüşümün yavaşlaması nörotransmitterin orada daha uzun süre kalmasını sağlar. Bu durum bilgi alan hücreyi şaşırtır. Geridönüşümün engellenmesi genellikle postsinaptik hücrenin bilgi veren hücreden fazlaca nörotransmitter salgılandığını düşünmesine yol açar; fazla nörotransmitter salgılaması, genellikle presinaptik terminalden daha fazla zorunlu mesaj gönderildiğinde ortaya çıkan bir

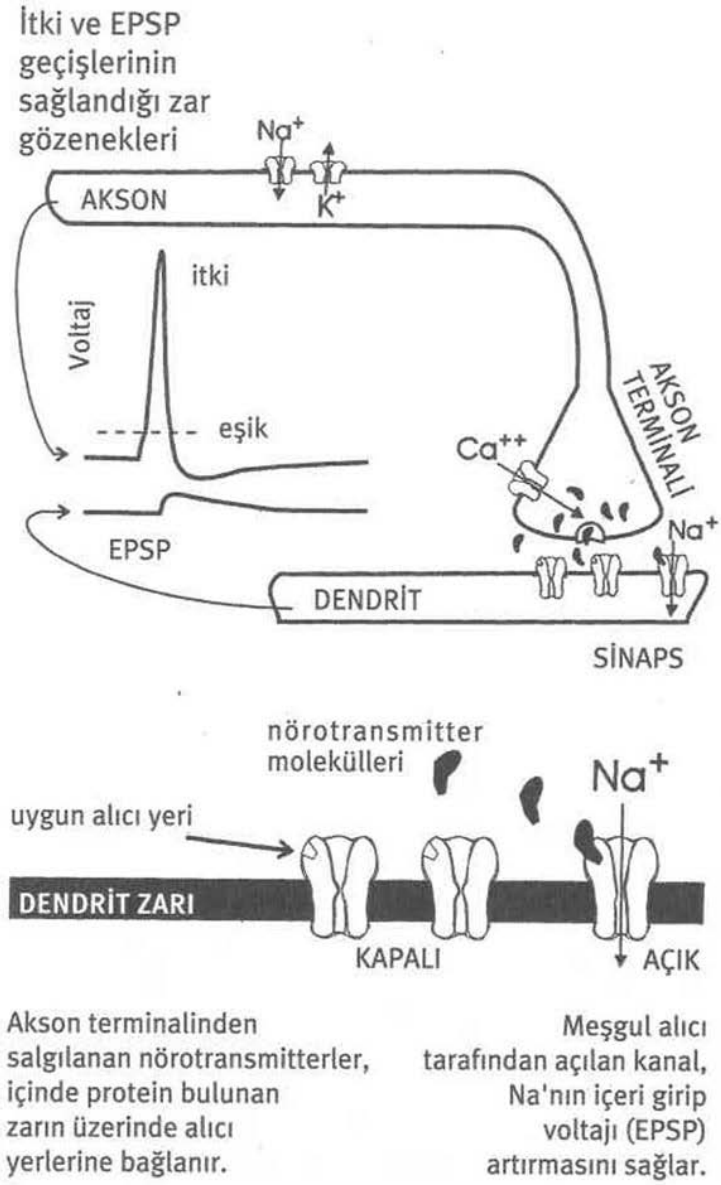
durumdur. Bu durumun aşırı derecede tekrarlanması, sinapsın sonradan gelen sinyalleri algılayamamasına neden olur (böcek ilaçlarında olduğu gibi), çünkü postsinaptik alıcılar, tıpkı takılmış bir kapı zili gibi, devrelerini tekrar kuramazlar.

Çoğu zaman bilgi akışı tekyönlüdür. Bilgi, bilgi gönderen "presinaptik" nörondan, bilgi alan "postsinaptik" nörona doğru akar: Yalnızca bir taraf parfümü salgılar ve yalnızca bir tarafta parfümü alan alıcı molekülleri vardır. Bu da aksonun bir ucunun çıktı, diğer ucunun da girdilerin etkileşime girebilecekleri yegâne yer olması durumunu açıklar. Nöronlar, her ne kadar üzerlerinde ok işareti yoksa da, bu hızlı mesaj akışında tekyönlü caddelerdir; nöral ağlar girdi-çıktı düzeni, yukarı veya aşağı yönü olmayan büyük bir ağ gibidir.



"Bakalım doğru mu anlamışım: Bir şey bir paket nörotransmitter molekülünü hücreler arasındaki ara bölgeye bırakıyor. Bazıları geridönüşüme uğruyor, birkaçı da postsinaptik taraftaki alıcıları gıdıklıyor, sonra onlar da geridönüşüme uğruyor." Neil biraz düşündükten sonra, "Nöronlar, benzer veya zıt kokuların karışımının kullanıldığı tatlılık-ekşilik hesabı ilkesine göre çalışıyor gibi görünüyor," diye ekledi.

Çok dolaylı olarak öyle. Nöronların dakikalardan günlere uzanan bir yelpaze içindeki tepkilerinin bazıları kimyasaldır gerçekten de, ama belli bir zaman aralığında verilen tepkiler ve konuşulan cümleler temelinde hesaplamalar büyük oranda elektrikseldir. Tat-



Akson terminalinden salgılanan nörotransmitterler, içinde protein bulunan zarın üzerinde alıcı yerlerine bağlanır.

Meşgul alıcı tarafından açılan kanal, Na'nın içeri girip voltajı (EPSP) artırmasını sağlar.

lı, pozitif elektrik yükü, ekşi de negatif elektrik yüküdür. Sinapsta görülen kokudakine benzer işlem yalnızca bir aracıdır.

Ama ayarlanabilir bir aracıdır bu; öğrenme ve hatırlamanın temelini oluşturduğu düşünülmektedir. Bu ayarlanabilirliği kavramanın tek yolu nöronun elektriksel özelliklerine bakmaktır; bunlar hesaplama ve sinaps gücünü (sinapsın ürettiği elektriksel etki miktarı) denetler. Ayrıca mesajın nöronun aksonunun bir ucundan diğer ucuna taşınma özelliklerine de bakmak gerekir.

Mesajı, sinaps hariç her yerde elektrik taşır. Genellikle nörotransmitterin sprey parfüm gibi salgılanmasına, püskürtülmüş elektrik yükünün gelişi neden olur. Aşağıdan yukarıya yalnızca bir voltun onda biri gücünde olsa da, "itki" beyinde görülen en büyük voltaj değişikliğidir. Aksonun girdi ucundan çıktı ucuna kadar bir dalga gibi ilerler; ama yalıtılmış aksonlarda bu şekilde ilerlemez, miyelin yalıtkanı içindeki boşluklardan atlayarak ilerlediği düşünülmektedir.

"O halde bu elektrik sinyali elektrik'tellerindeki gibi anında hareket etmiyor, değil mi?"

Evet, bu daha çok dinamit fitilinin yanışına benzer. İletim hızı aksondan aksona değişir; yalıtılmamış en küçük aksonlarda mesaj iletimi çok yavaş bir trafik akışı içinde gerçekleştirilirken, yalıtılmış en büyük aksonlarda en hızlı trenlerle gerçekleştirilir. Herhangi bir yerde itki yaklaşık saniyenin binde biri kadar sürer (hızlı bir fotoğraf makinesi enstantanesinin hızı da bu kadardır), ama bu süre önceden paketlenmiş bir nörotransmitterin salgılanmasını tetikleyip sinaps yarığının içine boşaltılmasını sağlamaya yeterlidir.

Sinapsın diğer ucunda meydana gelen şeyler de çoğunlukla elektrikseldir. Nörotransmitter alıcı moleküle yapışır, onunla birlikte hücre zarında gözenek açabilecek hale gelir. Sonra postsinaptik nöronun içine kısa süreliğine bir elektrik akımı girerek (veya nörondan dışarı çıkarak) postsinaptik potansiyel olarak bilinen bir olay meydana getirir. İtki başlatma oranına bağlı olarak bütün bunlar her saniye defalarca tekrarlanabilir.

"Vay be! İtkiyi ne başlatıyor peki?"

Dendritlerdeki postsinaptik potansiyeller, hücre gövdesinin yakınında, aksonun başlangıç yerinde voltajı eşiği geçmeye zorlar. Tabancanın tetiği gibidir bu, kararsız bir dengedir.

"Elektriğin nereden geldiğini hiç anlamadım."

Yediğin yemeğin kullanım amaçlarından biri pillerini şarj etmektir. Vücudundaki her bir hücrede bu pillerden vardır. Bu piller, hücre zarı hücrenin dışına belli birtakım tuzlar atıp başka tür tuzları hücre içine istiflediğinde oluşur. Bütün bunlar enerji gerektirir. Genelde sodyum iyonları dışarı atılır, potasyum iyonları istiflenir. İşin pil kısmı bu şekildedir. İtkiler gibi ilginç olaylar, bu piller kullanılarak oluşturulan akımlarla gerçekleştirilir.

Nöronun içine doğru gerçekleşen sodyum akışı dışarıya doğru gerçekleşen potasyum akışından daha az olduğunda, voltaj dinlenme potansiyeline geri döner. Sıcak-soğuk seçenekleri olan akıllı bir banyo musluğu hayal et. Bir şey sıcak suyu artırdığında, akıllı musluk su standart bir ılıklığa ulaşana kadar soğuğu açar.

Ama bu musluğun aynı zamanda, sıcaklık tetikleyici bir değerin üzerine çıktığında, sıcak suyun soğuk sudan çok daha fazla akmasını sağlayacak ve suyun soğumasına fırsat tanımadan haşlayıcı bir sıcaklığa ulaşmasına neden olacak şekilde tasarlandığını varsayalım. Buradaki eşik de kararsız bir dengedir: Voltajda eşiğin üzerinde meydana gelen ufak bir artış ipin ucunun kaçmasına yol açabilir.

"Böyle duşları olan oteller biliyorum."

Onların muslukları sözünü ettiğim musluk gibi sinsice tasarlanmış değildir, yalnızca biraz uğraştırır o kadar. Nörona giren sodyum dalgası itkinin başlangıcıdır. Nöronun içine doğru olan sodyum akışı potasyum tepkilerinden fazla olduğunda voltaj yükselir ve daha fazla sodyum hücre içine girer, böylece voltaj daha da yükselir. Bir tür kısırdöngüdür bu. Potasyum akışının her iki akışın birbirini iptal etmesine neden olacak seviyeye ulaştığı itkinin zirve noktasında bu döngü nihayet durur.

"İtkiyi durduran şey ne peki? Voltaj neden o seviyede kalmaz?"

Sodyum gözenekleri yüksek voltajlarda yavaş yavaş kapanır da ondan. Potasyum gözeneklerinde bu olmaz, yani mücadeleyi sonunda onlar kazanır.

Bu gözenekler (biz bunlara genelde kanal deriz) lokal voltaja bağlı olarak açılır veya kapanır. Bunlar sinaptik potansiyelleri üreten ve itkinin *ilk* yükselişini sağlayan nörotransmittere hassas gözeneklerden çok farklıdır. Ondan sonra voltaja hassas gözenekler devreye girerek itkinin kalan kısmını üretirler.

"İtkinin akson boyunca böyle yavaş ilerlemesine ne neden olur?"

Bir mesajın sürekli başka bir ata ve haberciye iletilmesi esasına dayalı atlı posta haberciliğine benzer bu; itkinin yandaki hücrede yeniden üretilmesi, yeniden üretilen itkinin diğer hücrede yeniden üretilmesi vs. gerekir.

"Bak sen! Domino teorisi yaşıyor demek, nörofizyolojide!"

Kesinlikle. Aksonun etrafını saran yağlı yalıtkanın üzerinde Ranvier boğumları adı verilen bir milimetre boyunda boşluklar vardır; itki bu boşluklardan atlayarak ilerliyor gibi görünüyor. Bu da bazı aksonlarda diğerlerine göre daha fazla zaman alıyor, tıpkı dominoların birer birer düşmelerinin zaman alması gibi.

Uzun aksonlarda böyle binlerce domino bulunabilir. İtki, aksonun dallanıp budaklandığı yere kadar tekrar eder. Sonra itkiler iki dal üzerinde ilerler vb., ta ki presinaptik voltajı bin farklı sinapsta değiştirene kadar. Toplu mektup analojisi bu nedenle yerinde bir analojidir: Aynı mesaj (bir çift itki mesela) bütün alıcılara gönderilir.

"Bir itkinin aksonda geriye doğru gitmesini ne engeller? Tek-yön yolda ters yönde gitmemi engelleyecek bir şey yoktur mesela, değil mi?"

Bunu engelleyecek pek bir şey yok. İtkinin bir şekilde başlaması gerekir elbette ve normalde tek başlangıç yeri, o nöronun girdi sinapslarının yakınındaki bir aksonun başlangıç noktasıdır. Ama itkiler, yeterli uyarıcı olduğu sürece, her yerden başlayabilir. Dirseğin arka kısmını kaplayan aksonların ortasından başlatabilirsin mesela. Bacak sinirlerini zedeleyen disk kayması yaşamış kişilerde olduğu gibi, bazen bu itkiler küçük uyarılarla bile gerçekleşebilir.

"Çim sulama metaforunu tekrar kullanacak olursak, aksonun sonunda başlayan itkilerin orta büyüklükteki nöbetlerin yayılarak büyük bir nöbete neden olmalarıyla bir ilgisi var mı?"

Kısmen öyle ve muhtemelen kas kramplarına böyle bir şey neden oluyor. Motor nöron ile kasın anatomisi daha basit olduğu için buralardan başlamak iyi olacak. Omurilikteki bir motor nöronun her itki üretişinde kas lifleri bu itkiyi tekrarlar ve böylece seğirirler (akson ile kas arasındaki sinaps o kadar güçlüdür ki, kas hücresinde her zaman bir itki yaratır). Kalça ve bacak kaslarının bazılarında motor nöronun aksonu yüzlerce kas hücresine bağlanacak kadar dallanır. Böylece, motor nöronun aksonundaki itki seğirme hareke-

tini birçok kas hücresine iletir. Bir dizi seğirme hareketi kas gerilimini dayanıklı bir kasılmaya dönüştürür.

Şimdi bir şeyin birçok akson terminalinden birinde bir itki başlattığını varsayalım (normalde böyle bir şey olmaz). Bunun için aksonun terminal dalının çevresindeki ortamı değiştirmek yeterlidir. Böyle bir durumda kan akışı yetersiz olduğu için akson biraz oksijensiz kalabilir. Böylece itki tekyön yolda yanlış istikamette, omuriliğe doğru yol alır.

"Böyle bir durumda zavallı omuriliğin aklı karışır herhalde."

Pek karışmaz muhtemelen. Buradaki sorun, yanlış istikamette yol alan bu itkinin yüzlerce kas lifinin her birinde kasılmaya sebep olması. İtki, bir kas lifine giderken uğradığı her dalda bir itkiye neden olur ve seğirme hareketi başlatır. Böylece, bütün bir kasın yalnızca bir kısmı biraz seğirir.

Tek bir seğirme bazen rahatsız edici olabilir, ama ciddi bir sorun değildir. Ne var ki, itki üreten anormal yer sürekli tekrar eden itkiler gönderirse, omurilikteki motor nöron akson boyunca normal biçimde arka arkaya itki gönderiyor gibi bir durum ortaya çıkar. Büyük bir kasılma meydana gelir.

"Böylece geçmeyen bir krampa maruz kalırım," dedi Neil. "Bu durum tamamen kontrol dışında, en azından *benim* kontrolüm dışındadır."

Doğru. Kasa masaj yapmanın veya başka kasları kasarak onu esnetmenin dışında yapabileceğin bir şey yoktur. Beyin, sorunun nerede olduğunu bulup bu hatalı barajı ortadan kaldırmayı başaramaz. İtkiler beyinden veya omurilikten kaynaklanmadığı için burada irade artık işe yaramaz.

"Orta büyüklükteki nöbetlerimden biri aniden büyük nöbete dönüştüğünde olan şey de bu, değil mi?"

Aynen öyle. Beyindeki nöronlarda farklı yerlere giden birçok dalı olan aksonlar var. Nitekim, bir yerde büyük çevresel değişikliklerle başlayan ve yanlış istikamette giden bir itki (bu arada meydana gelen nöbetlerde nöronların dışına büyük miktarda potasyum atılır), geriye doğru hareket edebilir ve yolda karşılaştığı her dalda ileri doğru hareket eden itki başlatabilir. Yanlış istikamette yol alan itkilerin karşısında kas krampından öncekiler gibi bir baraj varsa, o zaman beynin geniş bir alanını (vücudun her iki tarafını, kolları ve

bacakları) kapsayan büyük etkiler ortaya çıkar ve bu etkiler tam anlamıyla eşzamanlıdır.

"Bu şey yalnızca seçici dikkat sisteminin aksonunda oluyor, değil mi?"

Hayır, orta büyüklükte bir nöbetin meydana geldiği alana giren ve çıkan aksonların çoğunda oluyor muhtemelen. Ortalama bir korteks nöronunda belki 10.000 yan dalı olan bir akson vardır. Ama seçici dikkat sistemindeki veya beyin sapının uyarı sistemindeki bir nöronda ortalama bir nörondakinden çok daha fazla (belki bir milyon) yan dal vardır, bu da bir bozukluğun etkisini katbekat artırır.

"Antikonvülsan ilaçların bu yayılmanın durmasına yardımcı olduğunu söylemiştin ama?"

Ya durdurur ya da "geriye doğru baraj" uzak mesafedeki yerlere ulaştığında bu yerleri kendi nöbetlerini oluşturmaya karşı daha dirençli kılar; örneğin, stoktaki yavaşlatıcı nörotransmitterlerin sayısını artırır, bu sayede böyle bir baraj geldiğinde bu yerler kolay kolay yorulmazlar. Normal kortekste bir nöbetin başlatılması için çok sayıda yanlış istikametli itki gerekir. Nasıl ki elektrik uyarısıyla nöbet başlatılabiliyorsa, birçok girdinin eşzamanlı olarak verilmesi de (bir süre tekrar etmek koşuluyla) her korteks alanında nöbet meydana getirebilir.

Beyin içindeki bilgi akışını etkilemenin en klasik yolu nöral iletime müdahale etmektir. Lokal anestetikler aksonun ortasında itkinin kopyalanmasını engelleyebilir. Kasları felç edici maddeler, sinir ile kas arasındaki sinapsa müdahale eder. Curare gibi bazı maddelerse postsinaptik gözenekleri koruyan alıcıları tıkayarak asetilkolinin bağlanmasını engeller. Başka maddeler itki ortaya çıktıktan sonra normale dönme sürecini engelleyerek müteakip itkilerin kopyalanmasına mani olur.

Ayrıca açılmış gözenekten postsinaptik nörona giren iyonlar nöronun içindeki voltajı değiştirmenin dışında şeyler de yapıyor olabilir. Sinapslardan giren kalsiyum nöron içindeki birtakım düzenleyici süreçleri değiştiriyor olabilir mesela.

"Hayatta ikili rolü var öyle mi?"

Hücre zarı boyunca voltaj değişikliğine neden olmasının yanı sıra mesaj gönderir. Bazı sinaptik evlemler zar gözenek

leri veya voltaj değişiklikleriyle gerçekleşmez. Nörotransmitter hücre zarının dışındaki bir alıcı moleküle bağlanır. Sonra bu G-proteini nöron içinde yüksek enerjili kimyasal bir bağ oluşturur; çeşitli kimyasal tepkimeler başlatan bir çeşit takılma telidir bu; bunların bazıları hücre çekirdeğine mesaj çekerek protein imalatını bile etkiler. Kimi zaman voltaj değişikliğine yol açar, kimi zaman ise yalnızca diğerlerini ayarlarlar, tıpkı piyano pedallarına basarak tuşların çıkardığı sesin tonunu ayarlar gibi.

Kalsiyum engelleyici kardiyovasküler ilaçlar bu hücre içi etkileri değiştirmeye teşebbüs eder. Bazı eylemler anında etkisini gösterse de, antipsikotik ve antidepresan ilaçların görevlerini yerine getirmeleri haftalar alabilir.

"Bazı antikolvülsanların etkisini göstermesi de uzun zaman alıyor sanırım."

Evet. Ama ikinci mesajcılar işi ağırdan alma konusunda yalnız değiller. Sinapsın işlevini artırıcı çoğu işlemde postsinaptik nöron işin içine katılmaz, postsinaptik nöronu uyaracak nörotransmitterlerin sayısı artırılır.

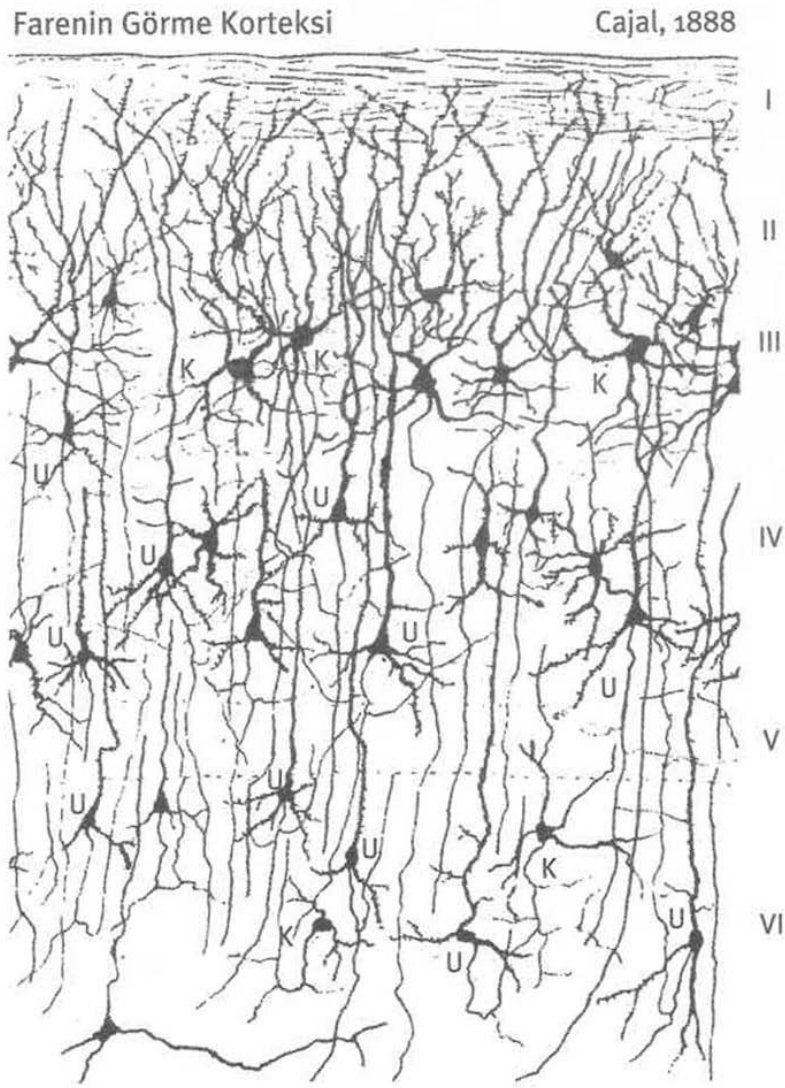
"Geridönüşümü engelleyen şeylerin yaptığı gibi."

Kesinlikle. Çoğu antidepresan, nörotransmitterin presinaptik terminale yeniden girişini yavaşlatarak sağlar bu etkiyi.

Uyarı ve ketlemenin Freudcu yananlamları dahil birçok yananlamı vardır, nörofizyologlar içinse bu iki terim toplamak ve çıkarmak veya teslim etmek ve iade almak anlamlarına yakın bir anlam taşır. Gelgelelim nöron, ketleyici bir nörotransmitter molekülünü iki uyarıcı nörotransmitter molekülünden çıkarmaz. Nöron, "elmalarla armutları toplama" sorunundan nörotransmitterin ürettiği pozitif ve negatif elektrik akımlarını toplayarak kurtulur.

"Aha! Elektrik, nöron içindeki hesabın para birimi oluyor yani?"

Bu birim dolar gibi ölçülmüyor ama, sinaptik akımın nanoamperleriyle ölçülüyor. Sıcak-soğuk su musluğu analojisinde bu, ortaya çıkan su karışımının sıcaklığına tekabül eder: Uyarıcı sinapslar "sıcak suyu açar," ketleyici sinapslar da soğuk suyu. Genelde, bir nörondan çıkan binlerce çıktının hepsi aynı postsinaptik eylemde bulunur, bu yüzden de çoğunlukla ketleyici ve uyarıcı nöronlardan söz ederiz.



K = ketleyici "yıldızsı" hücre
U = uyarıcı "piramit" hücre

"Görünüşleri farklı mıdır?"

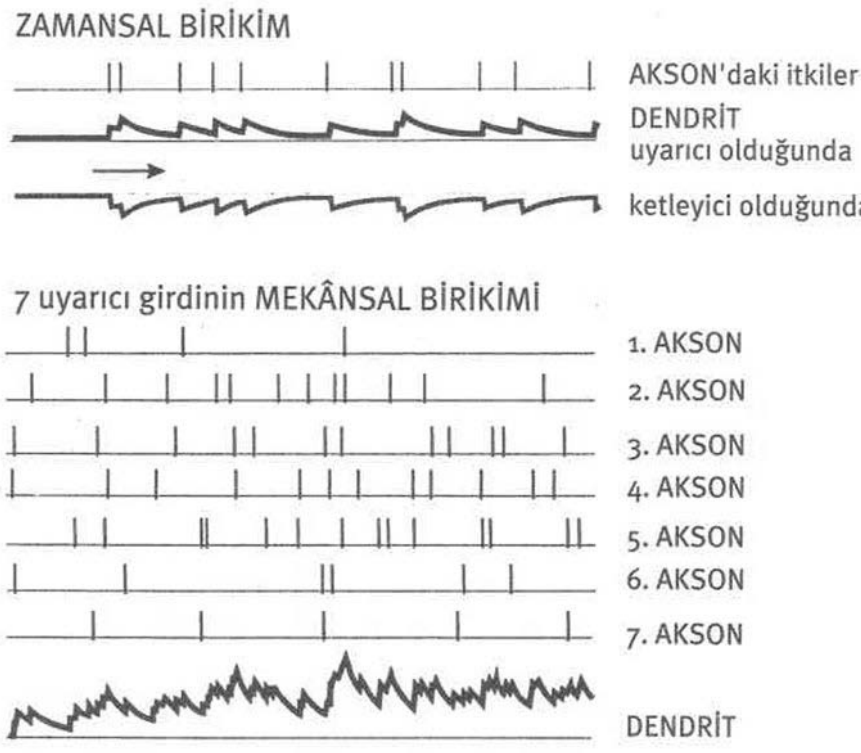
Çoğunlukla farklıdır, en azından serebral kortekstekiler öyledir. Orada uyarıcı nöronların çoğunu kolayca fark edebilirsin, çünkü apikal dendrit adı verilen dendrit uçlarında korteksin yüzeyine doğru açılan büyük "ana kökler"e sahiptirler. Bu kökler hücre gövdesinden dikey yükselirler (bazen üçgen biçimindedirler, bu nedenle bu tip ana köklere sahip nöronların hepsi "piramit nöron" adını alır). İşin ilginç tarafı, birçok nöronun apikal dendritleri demet halinde bir araya gelebilir. Hücre gövdesinin altında hücreyi bir ger[illegible] bazal dendrit bulunur

Akson hücre gövdesinden çıkar ve uzak bir yere mesaj iletmek üzere beyaz maddeye dalar. Ama aksonun hemen yanında sonlanan bir dizi yan dalları da vardır. Bu dallar korteksin çoğu alanında en verimli kortikal sinaps kaynağıdır. Piramit nöron terminalleri, glütamat ve aspartat gibi uyarıcı nörotransmitterleri salgılar genellikle.

Akış yönünde onlardan sonra gelen nöronların, sodyum iyonlarına hücre zarındaki gözenekleri açarak uyarıcı postsinaptik potansiyel adıyla bilinen voltaj değişikliğini üreten alıcıları vardır. Ama suyun sıcaklığını soğuk suyu kısarak da artırabilirsin; beyin sapındaki aksonların serotonin sinapsları da kortekste bunu yapar, yani dinlenme halindeki potasyum akımını azaltarak voltajı yükseltirler.

"O halde onlar uyarıcı da aynı zamanda. Ketleyici nöronlar nasıl peki?"

Ana kök oluşumuna sahip olmayan bir korteks nöronu görürsen, gördüğün bu şey genelde ketleyici hücredir; bu hücreler genellikle akson terminallerinden nörotransmitter olarak gama aminobütirik asit (GABA) salgılar. Ama bu hücreleri ketleyici yapan asıl şey, nörotransmitterinin *post*sinaptik, yani sinaps oluşumundan sonraki eylemidir.



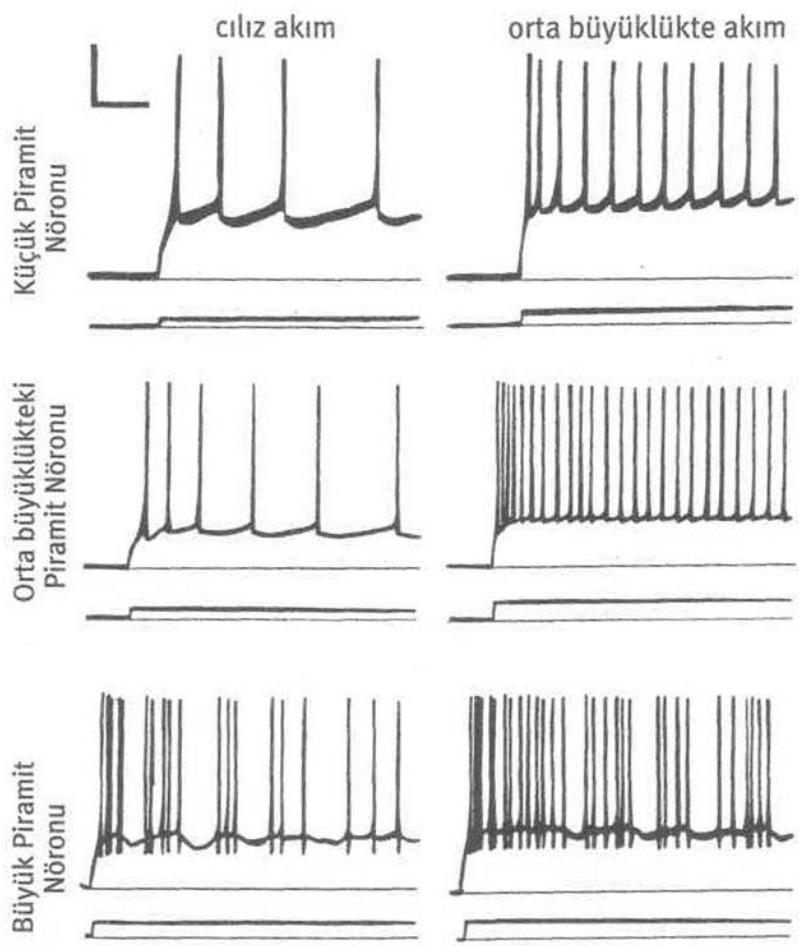
Kaynak: Calvin, 1980

"Soğuk su tedavisi herhalde bu da."

Ketleyici sinapslar, dendrit ağacı ile hücre gövdesi arasında bir yerde uyarıcı sinapsların önüne çıkar. Bu durum genellikle işe yarar, çünkü sodyum iyonlarının geçmesine izin vermeyen, çoğunlukla potasyum veya klorür iyonlarının geçmesine izin veren bir gözenek vardır. Böylece uyarıcı potansiyelden çıkarılan ketleyici bir postsinaptik potansiyel oluşur. Bir nöronun potansiyel girdilerinin ortalama yüzde 40'ı ketleyicidir.

Bütün bunlar toplamda koca bir dengeleme eylemidir. Uyarıcı sinapslar voltajı eşiğin üstüne çıkarmaya ve aksonda bir itki "ateşlemeye" çalışır. Ama tekil olarak bunu gerçekleştirecek güçte değillerdir genellikle; güçleri bir itki meydana getirmek için gerekli voltaj değişikliğinin çok küçük bir kısmını karşılamaya yeter ancak.

Motor korteks nöronlarının uzun süreli akımlara verdikleri tepkiler



"Kas sinapsı buna dahil değil ama. Beyin daha incelikli görünüyor ve sanki daha çok çeşitlilik sergiliyor."

Farklı nöronların farklı kişilikleri var gibi sanki. Bazıları hızlı değişimde uzmandır, sabit durumları yok sayarlar. Bazıları tam aksinde, yavaş değişim konusunda uzmanlaşmıştır. Bunun dislekside çok önemli bir durum arz ettiği ortaya çıkmıştır. Nöronlardan daima hatırlaması kolay ikilikler halinde söz edildiğini duyarsın: "Hızlı" ve "yavaş" olanı vardır, yerinde duramayanı ve sabit olanı vardır, harekete hassas olanı ve hareketsiz olanı vardır, büyük hücreli olanı ve küçük hücreli olanı vardır. Ama arada kalan birçok nöron türü de vardır. Nedeni basit: Çünkü nöronlarda çok çeşitli gözenekler bulunur ve bu gözenek türlerinin karışımı (ki bunlar genetik denetim altında olmanın yanı sıra ilaçlardan ve deneyimlerden de etkilenir) nöronun kişiliğini belirler, farklı harmanlar viskinin tadını nasıl belirlerse öyle.

Korteks nöronları çoğunlukla sessizdir; George, insanda saniyede bir kereden daha yavaş bir oranda tepki veren şakak lobu nöronlarıyla sık sık karşılaşıyor. Nöronlar aktif hale geçince daha fazla oksijen ve glükoza ihtiyaç duyar. Onların kendilerine özgü fazla kan talep etme yöntemleri, bizim de kan akışındaki bu artışı PET tarama ve işlevsel MR teknikleriyle kendimize özgü ölçme yöntemlerimiz vardır; bu sayede beynin çalışırkenki halinin renkli imgelerini elde edebiliriz.

Salgılanan nörotransmitter miktarı binlerce çıktı sinapsında farklı olabilir. Sinaps "gücü"nü değiştirmenin yollarından biri de, nörotransmittere düşen postsinaptik alıcıların sayısını değiştirmektir. Nörotransmitterin geridönüşüm zamanı da değiştirilebilir.

Bu ve başka nedenlerden dolayı, birçok postsinaptik nöronda üretilen sinaptik potansiyeller aynı güçte değildir. Sinaps, başka durumlarda etkili olan elektriksel süreçlerde yalnızca etkisiz bir kimyasal aracıysa da esnek bir aracıdır. Bu ayarlanabilirlik özelliği olmasaydı nöral devre, tüketiciye satılan elektronik malların devreleri kadar esneklikten uzak olurdu. Öğrenme ve bellek bu "sinaptik güçleri" ayarlama yeteneğinden ibarettir.

Kısa vadede sinapsların gücü kullanıma bağlı olarak değişir. Bazen sinaptik potansiyelleri hacmen küçülür, bu durumda sinaptik

depresyondan söz ederiz.

"Depresyon mu bu?"

Psikiyatrideki anlamında değil, fizyologlar bunu farklı anlamda kullanıyor. Bir itki başka bir itkiyi yakından takip ediyorsa, ikinci itki birincisinden daha *fazla* nörotransmitter salgılayabilir; buna sinaptik kolaylaştırma adı verilir. Bir itki sağanağını takip eden bir dakikalık süre içinde gelen itkiler ortalamadan daha fazla miktarda nörotransmitter salgılayabilir. Bu durum "post tetanik potansiyel artışı", hatta daha uzun sürüyorsa "uzun süreli potansiyel artışı" (*long-term potentiation*) adıyla veya LTP kısaltmasıyla bilinir.

"Yani sinapslar değişebilir şeyler. Şimdi öğrenme ve belleğin nasıl çalıştığı hakkında konuşabiliriz."

Ne kadar da sabırsızsın. Bir önfikir babında şunu söyleyeyim: Sinaptik depresyon ve kolaylaştırma gibi sinaptik güçteki geçici değişiklikler kısa süreli anılarımızın silinmesinde temel bir rol oynuyor muhtemelen. Kalıcı anıların oluşumu için gerekli temeli de bu kısa süreli anılar oluşturur. Kısa süreli belleğinde bir şeyi kaybettiğinde, bu şey asla daha kalıcı bir biçim altında saklanmaz.

"Neden?"

Muhtemelen bazı kısa süreli değişiklikler, kalıcı değişikliklerin yapılması ve şeylerin "betona kazınması" işleminde bir yapı iskelesi vazifesi gördüğü için. LTP, uzun süreli değişikliklerde rol oynadığı tahmin edilen ilginç bir durum; sinir sisteminin belli esnek bölümlerinde görülür yalnızca. Bu bölümlerden biri de, serebral korteksin bütün iç işleri idare eden üst katmanlarıdır. LTP, sinapsları daha büyük ve güçlü hale getirip uzun vadede beynin yapısını değiştiren unsurlardan biridir. Beynimizin elektrik donanımı bu şekilde yeniden düzenlenir, böylece beynimiz eskisinden farklı bir beyin haline gelir.

Yedinci Bölüm

Bellek Nedir ve Nerededir?

Sonraki hafta Neil'le buluşma yerimiz olan atriyum güneşliydi. Neil. aklında bellekle ilgili sorular, beni bekliyordu. Ameliyat kararı henüz alınmamıştı ve Neil sabırsızlanmaya başlamıştı. Nöbet sorununu halletmek, aynı zamanda da beyinle ilgili şeyler okumak üzere işten yaz sezonu boyunca izin almıştı. Ama yazın ortası olmuş ve hâlâ ameliyat tarihi belirlenmemişti. Ayrıca George'un bu ameliyatı yapma konusunda bazı çekinceleri olduğunu biliyordum.

"George bu tür şakak lobu ameliyatlarında bellek konusunda çok titizleniyor elbette," dedi Neil. "Wada testinin asıl nedeni belleğimle ilgili şeyler öğrenmekti sanırım; dil alanımın beynimin sol tarafında olup olmadığını kesinleştirmek bu testin en önemli amacı değildi herhalde."

Ben de öyle düşünüyorum.

"Ama Wada testini 'geçtiğim' halde George'un hâlâ belleğimle ilgili bazı kaygıları var gibi görünüyor. Wada testini geçmiş olmamın anlamı ne ki?"

Yakın geçmişe ait anıların saklanması için, normal işleyen bir şakak lobu olması gerektiği düşünülüyor.

"Ama bende iki tane var."

Tamam işte. Wada testi bir şakak lobunun (senin durumunda soldakinin) alınması durumunu, o loba kısa süreli bir anestezi uygulanmasıyla geçici olarak taklit ediyor. *Çalışan* iki şakak lobun varsa, bunlardan birinin alınması durumunda önemli bir bellek sorunu olmaması gerekir. Ama sağ şakak lobun belleğini destekleyemeyecek kadar kötü biçimde hasar görmüşse eğer, ki kimse bunu bilmiyor, o zaman ne olacak? O zaman hem nöbetlerin hem de belleğin aynı şakak lobuna (soldakine) bağlı demektir; onu çıkarmak

sende ciddi bir bellek noksanlığı yaratacaktır. Böyle durumda ameliyat edilmemen daha iyidir.

Anestetikle beyninin sol tarafının faaliyetinin durdurulduğu o kısa süre içinde belleğinde herhangi bir sorun yaşanmazsa (ki seninkinde yaşanmamıştı), muhtemelen ameliyattan sonra da yaşanmayacak demektir. Özellikle de beyninin sağ tarafının faaliyeti aynı şekilde durdurulduğunda belleğin zayıflıyorsa. Beyninin sağ tarafı uyuşturulduğunda belleğin zayıflaması, sağ tarafın belleğin büyük bir kısmıyla ilgili olduğuna işaret eder.

"Bunu nasıl anladılar?"

Wada testiyle bellek ölçümü 1950'lerde başlamış; ilk olarak Montreal Nöroloji Enstitüsü'nde incelenen vakalara, özellikle Brenda Milner ile Wilder Penfield'in incelediği vakalara uygulanmış. Daha 1900'de şakak lobunun bellek üzerinde rol oynuyor olabileceğinden bahsedildiği halde, 1950'lerden önce şakak lobunun bu özelliği üzerinde pek durulmamıştı. Milner'in vakalarından biri, isminin baş harflerinden oluşan H. M. kısaltmasıyla epey ünlü olmuştur.

Geçirdiği nöbetler ve psikiyatrik belirtiler nedeniyle 1953'te H. M.'nin her iki şakak lobunun iç kısımları ameliyatla alınmış. H.M.'de ameliyattan sonra bugün de devam eden ciddi bir bellek sorunu meydana gelmiş. Ama H.M.'nin zekâsı genel olarak bozulmadan kalmış; ameliyattan sonra IQ'su öncekine oranla biraz daha artmış. Yaşadığı sorunların hemen hepsi bir şeyleri hatırlayamamakla alakalıymış. Ameliyatı yapan cerrah H. M.'yi Milner'e yollamış. Milner H.M.'deki bellek kaybının doğasını belgelemiş. Bundan sonra her iki şakak lobunun ameliyatla alınmasını önlemek için vakayı geniş bir biçimde duyurmuşlar.

Diğer önemli vaka ise daha ziyade Wada testinin işaret ettiği sorunla ilgili. Vaka Penfield'in yalnızca sol şakak lobunda hasar olduğu sanılan bir hastasıyla ilgili. Nöbetlerini durdurmak amacıyla sol şakak lobu ameliyatla alındıktan sonra hasta ciddi bir bellek kaybı yaşamış. Ameliyattan sonra bu hasta da gayet iyi görünüyormuş, hemen sonra işine geri dönmüş, ama hiçbir şeyi aklında tutamadığı için her şeyi bir yere yazmak zorunda kalıyormuş. Penfield ile Milner, hastanın diğer şakak lobunda o günlerdeki testlerle tespit edilemeyen bir hasar olabileceği tahmininde bulunmuş. Nitekim, hastanın yıllar sonra kalp krizinden ölmesinin ardından beyni incelen-

diğinde, şakak lobunun iç kısımlarındaki yapılardan biri olan ve bugün birçok kişi tarafından bellekte önemli bir rol oynadığına inanılan hipokamusun kalan kısmında eski bir hasar tespit edilmiş.

"H.M. belleğini tamamen mi kaybetmiş? Farklı birçok bellek türü var gibi görünüyor. Bu konuda yazanların her biri belleği farklı bölümlere ayırıyor ve farklı bellek türlerini kendi terimleriyle isimlendiriyor. Bu durum kafamı çok fena karıştırıyor!"

Aramıza hoş geldin. Esasen, biri yeni bir materyal sunmanın veya bu materyali hatırlama durumunu test etmenin farklı bir yolunu bulduğunda ya da sunum ile hatırlama arasında farklı şeyler yaptığında yeni bir isim ekliyor. H.M.'nin neyi yapıp neyi yapamadığı, belleğin özellikle yararlı bazı altbölümleri konusunda bize bir fikir veriyor.

H.M.'nin, beynin her iki tarafındaki hipokampusun üçte ikilik kısmı dahil, her iki şakak lobunun iç kısımlarının alındığını hatırlayalım. H.M. kim olduğunu, hangi okulda okuduğunu, ameliyattan önce nerelerde yaşadığını hatırlıyor. Bu bellek türü bozulmamış.

"Uzun süreli bellek mi bu?"

Öyle de denebilir. Çok dirençli bir bellek türü bu, o kadar ki, beyin işlevlerinin geçici olarak durdurulması uzun süreli anılara pek zarar vermiyor gibi görünüyor. Bu tür anılar, geçirilen ciddi bir beyin hasarı sonrası bilinç yerine geldikten, beyin bir süre oksijensiz veya besinsiz kaldıktan veya beynin elektriksel faaliyetine müdahale eden nöbetlerden sonra da varlığını sürdürür. Ayrıca her iki şakak lobunun iç yüzeyleri alındıktan sonra da eski hallerini muhafaza ederler.

"Orada, en azından şakak lobunda depolanmıyorlar demek ki. Bu anılar betona kazınmış sanki – ama başka yerde."

Biz buna pekiştirme (konsolidasyon) diyoruz. Uzun süreli anılar muhtemelen sinaps büyüklüğü gibi birtakım yapısal değişiklikler halinde nöronlarda sabitlenmiştir. Ama H.M. ameliyat öncesindeki anılarının hepsine sahip değil. Ameliyattan önceki uzun bir döneme ait anılarının çoğunu yitirmiş, ameliyattan sonra da çok fazla yeni anı oluşturamamış.

"Şakak lobunun işlevlerinden biri de yeni anılar oluşturmak herhalde; bu da günlerden yıllara kadar epey bir zaman alıyor olsa gerek."

İlk kestirim olarak bu söylediğin kabul edilebilir, ama bellekle ilgili hiçbir şey bu kadar basit değil.

"Konuşmalarımızdaki temel mesele de bu değil mi zaten?" diye takıldı Neil. "Beyinle ilgili hiçbir şey basit değil, gerçi bellek konularının daha da karmaşık olduğunu söyleyip duruyorsun."

Dikkat dağınıklığı konusunu ele alalım mesela. Anne babalar, çocuklarının dikkatlerini nahoş şeylerden uzaklaştırmayı ve onları ertesi gün o şeyi tekrar hatırlamaktan alıkoymayı içgüdüsel olarak biliyor gibidirler. Dikkat dağınıklığı, anıların iyi biçimde depolanıp depolanmamasında çok önemli bir faktör olarak çıkar karşımıza. H.M. dikkatini tamamen belli bir konuya verdiğinde hâlâ anı oluşturabiliyor. Ona hatırlaması için altı-yedi sayı söylediğinde ve dikkatini dağıtmadığında, on beş dakika sonra bile sayıları söyleyebiliyor.

Her iki şakak lobu alındıktan sonra bile hasar görmeyen başka bir bellek türüdür bu. Buna çoğunlukla "çalışan" veya "anlık" bellek adı verilir.

"Telefon numaralarını hatırlama belleğine benziyor bu. Numarayı tuşlara basıp arayana kadar hatırlıyorum, tabii o arada birileri bana bir şey sormazsa."

Ezberlerken dikkatini dağıtmadığın sürece H.M. sayıları hatırlayabilse de, ondan başka bir şey yapmasını istediğinde, sayılar aklından uçup gidiyor. H.M.'nin "dikkat dağınıklığı sonrası"nda çalışması gereken "yakın geçmişle ilgili" veya "kısa süreli" belleği çalışmıyor. Yani bu kusur, dikkat dağıldığı sırada bir şeyin belleğe depolanması gerektiği zaman ortaya çıkıyor, kişi dikkati dağılmadan bilgiyi sürekli tekrar ettiğinde sorun fark edilmiyor.

"Wada testi sırasında yapmamı istedikleri hafıza testinin neden öyle tasarlandığını açıklıyor bu. Bir nesne ismi söylüyorsun, sonra bir cümle okuyorsun, onu okurken nöropsikolog bağırarak 'Neydi o nesne?' diye soruyor, cümleyi okurken aklında tutman gereken o nesnenin ismini söylüyorsun."

O cümle dikkat dağıtıcı görevi görüyor, böylece dikkat dağınıklığı sonrası belleğinin durumu test ediliyor.

"Zekice. O test ben de H.M. gibi olmayayım, geçimimi nöropsikologların hafıza testlerinin deneği olarak sağlamayayım diye yapıldı sanırım. Dikkat dağınıklığı sonrası belleğinin, her iki şakak lo-

bundaki işlev kaybının dışında bir nedenle çalışmadığı oluyor mu?"

Oluyor. Buna konküsyon diyoruz, yani beyin sarsıntısı. Bir maç sırasında beyin sarsıntısı geçiren oyuncular da bu anlık bellek ile dikkat dağınıklığı sonrası belleği arasındaki farkı ortaya koyarlar. Yere düşüp sersemlediklerinde, önemli bir şeyleri olup olmadığını kontrol eden takım doktoruna o sırada oyunun hangi safhasında olduklarını doğru bir şekilde söyleyebilirler.

İlk önce belleklerinde bir sorun olmadığını düşünürsün. Ama oyuncu birkaç dakika sonra o olaylarla ilgili hiçbir şey hatırlamaz. Anlık ve kısa süreli belleğin ikisi de değişkendir ve beyin sarsıntısı gibi şeylerle bozulmaya teşnedir. Beynin oksijensiz kalması nedeniyle veya nöbet gibi beynin sürmekte olan elektriksel faaliyetine müdahale eden şeylerle de bozulur. Ama hepsi içinde dikkat dağınıklığı sonrası belleği en değişken ve en hassas olanıdır; yaşlanmayla yok olan da bu bellek türüdür.

"Şakak loblarının ikisinin de çalışmadığı durumda ortaya çıkan iki bellek kusuru mu var yani? Biri dikkat dağınıklığı sonrası belleğiyle, diğeri de yeni uzun süreli anılar oluşturmak için gerekli bellekle ilgili."

Muhtemelen iki tane yok, yalnızca dikkat dağınıklığı sonrası yakın geçmişle ilgili bellek kusuru var. Yeni uzun süreli anılar öncelikle dikkat dağınıklığı sonrası anlık bellekte ayakta kalmak zorunda gibi görünüyor. Uzun süreli belleğe giden ayrı bir yol yok, yalnızca kısa süreli belleğe giden yol var. Yani, H.M.'nin kısa süreli bellek kusuru, uzun süreli bellek kusurunun da nedeni.

H.M.'nin sorununun bazı insanlarda görülen geçici bir versiyonu da vardır. Bu insanlar son bir-iki saat içinde neler olduğunu hatırlayamazlar: Kim olduklarını, muhtemelen nerede olduklarını da bilirler, ama orada ne yaptıklarını veya oraya nasıl geldiklerini bilmezler. Kafaları karışıktır, ama yakın zamanda ne olduğunu hatırlama yetenekleri hariç bütün akıl yürütme yetenekleri çalışır. Gece ne yaptıklarını söyleyebilirler veya siyasi tartışmalar yapabilirler. Derken gün içinde daha sonra, belleklerinde bir-iki saatlik geçici bir boşluk dışında herhangi bir sorunları kalmaz ve tekrar normale dönerler. Buna geçici global amnezi adı verilir. Herhangi bir tedaviye gerek yoktur (hastayı rahatlatmak dışında), birçok kişi bir daha böyle bir şey yaşamaz.

"Küçük bir nöbet mi bu?" diye sordu Neil.

Muhtemelen değil. Günümüzde bunun kan akışının çok azaldığı migrene benzer bir şeyden kaynaklandığı, ama pek sık rastlanmayan bir yerde, her iki şakak lobunun iç yüzeylerinde meydana geldiği düşünülüyor. Yani kan akışı tam olarak sağlanana kadar kısa süreli bellek düzgün çalışmıyor.

"Bellek konusu hiç de öyle beni inandırdığın gibi zor görünmüyor, en azından şimdilik," dedi Neil. "Bilgisayara çok benziyor. Anlık bellek gibi iş gören bir arabellek var, tıpkı 'önden yazım' (*type-ahead*) fonksiyonundaki gibi. Bilgisayarımın rasgele erişimli belleği (RAM) senin dikkat dağınıklığı sonrası belleğin gibi davranıyor, üzerine daima yeni şeyler yazılıyor. Sonra bir de sabit disk var; bilgi önceki aşamaları, yani arabellek ile RAM'i geçtikten sonra buraya giriyor. Diske yazıldıktan sonra kayıtlar güç kaynağıyla ilgili sorunlar yaşansa bile bozulmadan kalabiliyor."

"Gerçi bilgilerin RAM'den sabit diske geçişinin yıllar sürdüğü bir bilgisayara pek de övgüler düzmezdim herhalde," dedi Neil eğlenerek. "Ama yine de bunun nesi karmaşık ki?"

H.M.'nin ilk incelendiği 1950'lerde belleği sınıflandırmak basit görünmüştü. Ama çok geçmeden H.M.'nin ameliyattan sonra edindiği bazı yeni bilgi türlerini hatırlayabildiği anlaşıldı.

Araştırmacılar H.M.'ye, yalnızca eliyle kâğıdı görerek aynadan resim çizmeyi öğretmişti. Labirentte yol bulmayı da öğrenmişti. Bu algısal-motor görevleri normal insanlar kadar iyi yapamıyorsa da, günden güne görevleri daha hızlı yerine getirerek ilerleme kaydetmişti. Ona bu becerileri öğrenip öğrenmediğini sorsaydın öğrenmediğini söylerdi elbette. Öğrenme eylemini çoğunlukla hatırlamıyordu, ama test aletlerini tanıyor gibiydi, ayrıca becerilerini koruduğu da kesindi; önceleri zorlandığı şeyleri çok daha hızlı yapabiliyordu. Yani motor beceriler gibi bazı bilgi türlerine yönelik dikkat dağınıklığı sonrası belleği bozulmamıştı. Ama diğer bilgi türlerine, yani dün ve bugüne ilişkin belli epizotlara yönelik dikkat dağınıklığı sonrası belleği bozuktu.

Motor becerilerle ilgili bellek çoğunlukla yöntemsel bellek adıyla anılır. Başka "bilinçdışı" bellek türleri de vardır. Bunlardan biri hazırlamadır; yani az önce karşılaşılan bir bilginin sonraki bel-

lek performansını değiştirmesi durumu. H.M.'de bu hazırlama sürecinin işleyişi de bozulmamıştı. Dolayısıyla H.M.'de bozulmayan yalnızca yöntemsel bellek değildi; "örtük" bilinçdışı belleği de bozulmamıştı. Yitirdiği şey ise bazen bildirimsel bellek bazen de açık bellek olarak adlandırılan, bugünün olaylarıyla ilgili belleğiydi.

"Her bellek türüne ayrı bir RAM demek," dedi Neil. "Böyle bir şey bilgisayarımı biraz daha karmaşık hale getirirdi. Her bellek türü için bir isimde karar kılsalarmış iyi olacakmış."

Maalesef insan belleği alanında henüz bir sınai standart yok. Daha bir sürü altbölüm var ama. Açık bellek iki kısma ayrılıyor gibi görünüyor: genel ilkeler, olaylar ve çağrışımlarla (sözdağarındaki sözcükler mesela) ilgili olan *semantik bellek* ve benzersiz, kişisel olaylarla ilgili olan *epizodik bellek*. H.M.'nin her iki bellek türü de sorunluydu; ameliyatından sonra yeni bir sözcük öğrenememişti mesela. Ama şakak lobu hasarından mustarip diğer hastalar "epizodik" anıları hatırlamada semantik anılardan daha fazla sorun yaşar.

Brenda Milner tek şakak lobları alınmış hastaları incelerken, uyguladığı hassas testlerde bu hastaların bazen ince bellek kusurları gösterdiklerini bulmuş; ameliyatın sol veya sağ taraftan yapılmış olmasına bağlı olarak hastalar arasında farklılıklar varmış. Sol tarafa bağlı bellek kusurları daha çok sözcüklerle ilgiliymiş. Sağ şakak lobları alınmış hastalar ise bazı mekânsal bilgi türlerinde ufak tefek sorunlar yaşamışlar.

"Hatırlamamı istedikleri o acayip, karışık figürler neyin nesi peki?" diye sordu Neil.

Sanırım o figürleri, yere elbise askılarını üst üste yığıp üstten fotoğrafını çekerek hazırlıyorlar. Sonra askıları tekrar karıştırıp tekrar fotoğrafını çekiyorlar. Sağ şakak lobu alınmış olan kişiler fotoğrafı daha önce görüp görmediklerini anlamada daha fazla sıkıntı yaşıyor. Ama beynin sağ tarafındaki bu bellek kusurları bütün mekânsal bilgi türlerinde değil yalnızca bazılarında sorun yaratıyor. Sorunlar yalnızca bir dikkat dağınıklığından sonra görülüyor elbette.

"Bütün bu örneklerde anı ya var ya da yok gibi görünüyor. Halbuki benim bir sürü bulanık anım var, yarım yamalak anılar bunlar. Bunların testi de yapılıyor mu?"

Belleğin psikolojisiyle ilgili ilk bulunan şeylerden biridir bu tür

anılar. On dokuzuncu yüzyılda yaşamış olan Alman psikolog Hermann Ebbinghaus, üç sessiz harften oluşan anlamsız kombinasyonlar içeren listeler hazırlayıp bunları ezberlemiş. Bir süre sonra kendini denemiş ve bu üç harfli kombinasyonlardan çok azını hatırlayabildiğini, ama tekrar ezberlemeye çalıştığında öncekine oranla daha hızlı ezberlediğini görmüş. Bu durum, hatırlayamasa bile kafasında bazı şeylerin kaldığına işaret etmekteydi.

"Tıpkı benim birkaç yıl önce, Latin Amerika'da iş yapmaya başladığımızda İspanyolcayı çok hızlı bir şekilde yeniden öğrenmem gibi. Derslere başlamadan önce tek bir İspanyolca sözcük bile hatırlamıyordum; halbuki birinci sınıfta İspanyol kökenli birçok arkadaşım vardı ve İspanyolca konuşabiliyordum. Öğretmen benim gibi dili tekrar öğrenen öğrencilerin çok daha hızlı öğrenmelerinin yaygın bir durum olduğunu söylemişti. Yani onca zaman bir kısım İspanyolca bilgim yerinde duruyormuş, onu ancak tekrar kursa gidince kullanmaya başlamışım."

"Bilincinde" olduğun şeyler buzdağının yalnızca görünen kısmı olabilir. Başka bilinçdışı bellek efektleri de var. Bir anı başka bir anıyı ketliyor olabilir. Bir kişinin yeni telefon numarasını hatırlamaya çalışırken eski numarasının araya girmesi ileriye yönelik ketlemedir. Geçmişe yönelik ketlemede ise, eski telefon numarasını hatırlamaya çalışırken sürekli yeni numara hatırlanır.

"Birini bir yerde gördüğümde başıma gelen şeye benziyor bu," dedi Neil. "Gördüğüm kişinin Jane Doe olduğunu düşünüyorum. Sonra onun Jane Doe değil de tanıdığım başka biri olduğunu anlıyorum. Ama Jane Doe'nun ismi sürekli araya girdiği için Betty Smith ismini bir türlü hatırlayamıyorum."

Yarım saat kadar sonra Jane Doe'nun ismi silinip de nihayet doğru isim kendiliğinden ortaya çıkana kadar.

"Tam da öyle. Çevrede bütün bu dikkat dağıtıcı şeyler varken insan bir şeyleri nasıl doğru hatırlıyor şaşıyorum."

Belleğimiz zannettiğimiz kadar güvenilir değildir. Bir dizi unsuru birbirine bağlayan kendine özgü bir bellek türü olan epizodik bellekte bu sorun çok daha ciddidir.

Herkes Kennedy'nin öldürülmesi gibi "flaş anılar"ın çok daha doğru hatırlandığını düşünür, ama öyle değildir. 1986 *Challenger*

uzay mekiği faciasından sonraki sabah psikolog Ulric Neisser, psikoloji birinci sınıftaki öğrencilerinden, bu facianın haberini aldıklarında nerede oldukları, o sırada ne yaptıkları, yanlarında kimlerin olduğu ve onlara bu haberi ilk kimin verdiği sorularının yer aldığı bir anketi doldurmalarını istemiş. Ankete verilen cevapları dosyalayıp kaldırmış ve üç yıl sonra, son sınıfta olan aynı öğrencilerle irtibat kurmuş, aynı soruları tekrar cevaplamalarını istemiş; yalnız bu ankete verdikleri cevapların doğruluğundan ne kadar emin olduklarına dair bir soru eklemiş.

Öğrencilerin en az dörtte biri her bariz ayrıntıda hata yapmış. Yaklaşık on öğrenciden biri olayları ertesi sabah hatırladıkları netlikte hatırlamış.

"Kendilerinden gayet emin olanlardı bunlar herhalde?"

Haklı olduğundan emin olmak çok da güvenilir bir şey değildir. Her bariz ayrıntıyı yanlış hatırlayan öğrenciler de hatırladıkları şeyin doğruluğundan onlar kadar eminmiş. İlk katıldıkları ankete verdikleri cevapları (kendi elyazılarıyla hem de) görünce çok şaşırmışlar.

Anıların içinde doğru biçimde hatırlanması en zor olanları dizisel epizodik anılar gibi görünüyor. Burada örneğin, uzay mekiğinin patlama haberinin kim-nerede-ne gibi bir grup unsurunun yanı sıra bu unsurların düzenini de hatırlaman gerekiyor.

Dün öğle yemeğinde ne yediğimizi hatırlarken yaptığımız gibi, bazen bazı şeyleri hatırlamamıza yardımcı olan zihinsel bir senaryomuz vardır: Doldurulmayı bekleyen bir "öğle yemeği formu" gibidir bu. Öğle yemeğiyle ilgili zorunlu üç madde *nerede, ne zaman* ve *ne*'dir; bunların bazıları standart da olabilir. Ama yaygın ek unsurlar için isteğe bağlı kutucuklar da vardır: *Kiminle* ve *konuşma konusu* gibi. Diğer epizotlarda bu destekleyici unsurlar olmayabilir, genellikle sabah saatlerinde yapılan konuşmalar için standart bir senaryo da yoktur ayrıca.

Beyin zedelenmesi geçirdikten sonra olduğu kadar gerçek hayatta da en çok yapılan hata, unsurların düzenini biraz değiştirmektir. Bir kurul toplantısında kimin ne dediğini doğru biçimde aktarmaya çalışabiliriz, ama toplantı sırasında not almadıysak, konuşmacıların konuşma sıralarının birbirine karışması işten bile değildir.

"Araba kazalarıyla ilgili göz tanıklıkları özellikle güvenilirlikten uzak oluyor," dedi Neil.

Evet, ama bunun başka bir nedeni daha var. Epizodik anılar değiştirilir, kayıtlar gibi sabit kalmazlar. Psikologlar bu konuda birçok deney yapmış, denek olarak da genellikle lisans öğrencilerini kullanmışlardır. Örneğin, Elizabeth Loftus meslektaşlarıyla birlikte yalancı bir kaza tertipleyip videoya almış; filmde bir araba ağır ağır köşeyi dönerken bir yayaya çarpıyormuş. Çekilen görüntüde başka birçok araba ve yaya varmış. Görüntüde bir dur işareti açıkça görülmekteymiş. Deneyciler bu filmi deneklere göstermiş, ardından kısa bir sınav yapmışlar.

Takip eden haftalarda deneklere videoda gördükleri olayla ilgili sorular sormuşlar: Kaç araç vardı, kaç yaya vardı vs. Ama bu soruların arasında, "Kırmızı Datsun yol ver işaretinin önünde beklerken başka bir araba onu geçti mi?" gibi görüntüde olmayan bir işaret tabelasına atıfta bulunan yanıltıcı sorular da varmış. Bir başka zaman deneklere videoyu ilk izlediklerinde ne gördükleri sorulduğunda, verdikleri cevaplarda gerçekte görüntüde dur işareti olduğu halde, genelde bu yol ver tabelasına yer vermişler. Normal deneklerin yaklaşık yüzde 80'i bu hatayı yapmış. Sonraki haftalarda başka yanıltıcı bilgi verilmediği, hatta bazı yanıltıcı bilgiler verilmiş olabileceği uyarısı yapıldığı halde denekler aynı hatayı yapmaya devam etmiş. Video gösteriminden hemen sonra deneklerin yüzde 90'ından fazlası görüntüdeki işaret tabelasının dur işareti olduğunu belirttiği halde, bu doğru anıyı daha sonra hatırlamamışlar.

"Vay be! Dedektiflerin şüphelilere, avukatların da mahkeme öncesinde tanıklara sordukları gizli varsayımlarla dolu o yönlendirici soruları düşününce endişeleniyor insan."

Belki ilk bilginin üzerine tekrar bilgi yazılıyordur, belki normalde rahatlıkla erişilebilecek bilgiye o yanıltıcı bilgi nedeniyle daha zor erişilebiliyordur (geriye yönelik ketleme efekti). Bence beyin sarsıntısı geçirmiş futbolcu gibi, hikâyenin unsurlarını mantıklı bir düzene uydurmaya çalışıyoruz biz de. Kimi zaman, dün öğlen yediğimiz yemeği hatırlamamıza yardımcı olana benzer bir senaryo imdadımıza yetişir. Genellikle doğru unsurları, çoğunlukla da doğru bir düzen içinde elde ederiz. Ama hafıza kaybı olan insanlar doğru unsurları bulmakta çok zorlanırlar; dün yedikleri yemeği

bugünkü yemeğin yerine koyarlar, çoğunlukla da yedikleri yemeklerin sırasını karıştırırlar. Yine de söyledikleri şeylerin doğruluğundan emindirler. Bilinçli olarak yalan söylemezler, o nedenle bu durumu masal uydurma (*confabulation*) olarak adlandırırız. Rüyalarımızda, gördüğümüz olayların unsurları da düzeni de karmakarışıktır aslında, ama bize gayet gerçek gelir, tıpkı sanrıların bir psikoz hastasına gerçek gelmesi gibi.

Anılar beynin neresindedir? Neil'in de gözlemlediği gibi, birçok bellek türü olduğuna göre birçok farklı beyin alanı işin içinde olmalı. Neil, bunun yalnızca şakak lobunun veya hipokampus gibi şakak lobunun bir kısmının işi olabileceğine inanamamıştı. Yaz güneşinin altında, elimizde kahvelerle kampüste dolaşırken, bunun tek bir yapının altından kalkamayacağı kadar büyük bir iş olduğunu söyledi.

Doğru. Farklı alanlar işin içinde, öğrenmemiz gereken daha birçok altbölüm var.

"Başka bellek bölümleri hakkında bir şeyler öğrenmek isteyip istemediğimden emin değilim," dedi Neil şikâyet eder gibi bir ses tonuyla.

Senden birtakım tarihi olayları, mesela Amerikan Devrimi'ni içinden hatırlamanı istediğimi düşünelim. Böyle bir durumda şakak loblarındakinden ziyade duvar loblarındaki serebral korteks faaliyete geçer. Çocukluğundan bir epizodu, bir sahneyi, mesela bir tatil seyahatini hatırlamanı istediğimde ise alın lobu faaliyete geçer. İçinde yer aldığın olaylar epizodik anıların, daha genel olarak öğrendiğin şeylerse, tıpkı sözdağarı gibi, semantik anıların bir parçasıdır.

Ama büyük altbölümler beynin içinde yer almazlar. Bunlar bellek *sürecinin* farklı bölümleridir. Anı edinme (bazen kodlama olarak adlandırılır), anı depolama ve anıyı hatırlama süreçleri arasında farklılıklar vardır. George'un uyarı haritası çalışmalarını anlatırsam, farklı beyin alanları ile farklı bellek özellikleri arasındaki ilişkiyi daha kolay tasvir edebilirim sanırım.

George, Wada testinde kullanılana benzer bir bellek testi kullanıyor; talamusun uyarılması konusunu konuşurken bu testten bahsetmiştim. Bu test (anı sıfatlarının hepsini hatırlayabilecek miyim bakalım) dikkat dağınıklığı sonrası, yakın geçmişe ait, açık ve epi-

zodik anıları ölçüyor. Üç slayt görüntüsünün kullanıldığı bir test bu. İlk slaytta adının söylenmesi istenen nesne gösteriliyor. Ardından dikkat dağıtıcı bir slayt gösteriliyor: Bu slaytta hastanın okuması için bir cümle yer alıyor, bu cümleyi okurken ilk slaytta gördüğü nesnenin adını belleğine depolaması gerekiyor. Üçüncü slayt, belleğe depolanan nesne adının hatırlanmasıyla ilgili: Bu slaytta hastaya ilk slaytta gördüğü nesnenin adını hatırlamasına yardımcı olacak bir ipucu gösteriliyor.

George bazen ilk slaytta, yani anı edinildiği sırada, bazen dikkat dağıtıcı slayt sırasında, bazen de hatırlama bölümünde beyni uyarıyor. Ama her defasında nesnenin adının ne derece başarılı biçimde hatırlandığına bakıyor.

George'un bu testlerden elde ettiği ilk sonuç, bu bellek performansının, adlandırma alanlarından başka kortikal alanlar tarafından değişikliğe uğratıldığı bulgusu oldu.

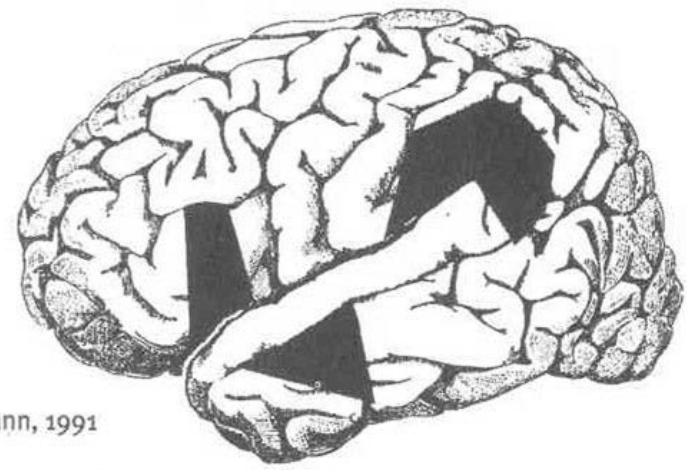
"Adlandırma alanları semantik bellek ise, diğer alanlar epizodik anıları depoluyordur belki de," dedi Neil.

Belki de. George ondan sonra, şakak lobu alanlarının uyarılmasının belleğe en fazla, ilk veya ikinci slayt sırasında (anı edinme ve anıyı depolama sırasında) meydana geldiğinde müdahale ettiğini bulguladı. Anının hatırlanması sırasında bu alanların uyarılması performansı pek etkilememişti. Alın lobunun uyarıldığı testlerdeyse aksine uyarı etkisini en fazla, anının hatırlanması sırasında göstermişti.

"Dikkatin dağıtılması gibi bir etkisi olmuş yani," dedi Neil.

Hipokampusun uyarılması ise beklendiği gibi belirgin bir etki yaratmamış, sadece her iki tarafta küçük nöbetler üretecek şekilde büyük akımlar kullanıldığında etkili olmuştu. O zaman bellek, bu küçük nöbetlerin meydana geldiği herhangi bir aşamada (ister anı edinme, ister anı depolama, isterse anıyı hatırlama sürecinde meydana gelsin) hata yapıyordu. Ama nöbetler her iki şakak lobunun iç kısımlarını kaplayacak şekilde yayıldığında bellek genellikle hata yapar zaten.

"Benim nöbetlerim her iki şakak lobunun faaliyetini durduruyor olmalı," dedi Neil. "Çünkü bir nöbetten sonra on dakika kadar H.M. gibi oluyorum. O sırada yeni anı oluşturamadığım kesin. Nöbet sırasında ne olduğunu asla hatırlamıyorum. Uyarı araştırmaları ko-



Kaynak: Ojemann, 1991

Uyarının kısa süreli dikkat dağınıklığı sonrası belleğine engel olduğu (rasgele) bölgeler

nusunda anlattıklarından, şakak lobu, alın lobu ve beynin derinliklerindeki alanlarda hasar meydana geldiğinde bellek sorunu yaşandığı sonucunu çıkarıyorum."

Bulgularımız tam da bu yönde zaten. En ciddi amneziler, dikkat dağınıklığı sonrasında yeni anıların depolanmasıyla alakalı olan şakak loblarının her ikisi hasara uğradığında ortaya çıkıyor. Şakak lobundaki hangi yapıların bu süreçte en etkili yapılar olduğu konusu hâlâ tartışmalı belki, ama hipokampus ile korteks muhtemelen.

Hipokampusun bitişiğindeki korteksin bu süreçte rol oynadığı kesin; Alzheimer demansında nöron dejenerasyonunun ilk belirtileri burada görülür. Alzheimer'daki yeni anı kaybının ilk belirtileri de buradan kaynaklanıyor muhtemelen. Ama beyin uyarısı araştırmalarından, bu tür anılarda korteksin evrimsel açıdan daha yeni bölümlerinin, şakak lobunun kenarındaki bölümlerin rol oynuyor olabileceği sonucu çıkıyor.

"Epilepsi ameliyatlarında gördüğünüz korteks mi bu?"

Evet. Şakak lobunun yalnızca bir tarafının alınmasından sonra bazen çok da ciddi olmayan bellek kusurları görülür. Daha önce de söylediğim gibi, sol şakak lobu alındığında sözel materyalle, sağ şakak lobu alındığında mekânsal görevlerle ilgili kusurlar görülür. Örneğin sağ şakak lobları alındıktan sonra hastalar belli kişi veya şehir adlarını hatırlamakta güçlük çekebilirler.

"George ameliyatımdan sonra bu tip bir bellek kaybı yaşayabi-

leceğimi söylemişti bana," dedi Neil, yol üzerindeki bir taşa tekme atarak. "Ama nöbetlerimin yanında bunlar ufak tefek sorunlar. Adres defterime diğer insanlardan daha fazla bakmak zorunda kalacağım belki, o kadar."

Hatırlama sorunları alın lobu hasarlarında da ortaya çıkar, özellikle de alın lobunun dış kısmının hem sağ hem de sol tarafı hasar gördüğünde. Beyin yarıküresinin derinlerinde yer alan hücrelerin bozulup her iki alın lobuyla bağlantılarının kesildiği kalıtımsal bir hastalık olan Huntington hastalığında da benzer şeyler görülür.

Beynin her iki yarıküresinde, korteks altındaki yapıların (hipokampusun mamiller cisimleri gibi) hasar görmesi sonucunda da ciddi amneziler görülür. Hipokampusun mamiller cisimlerinin hasarı, (çoğunlukla sıvıya dayalı olan) beslenme alışkanlıkları nedeniyle tiyamin eksikliği bulunan alkoliklerde görülen Korsakoff sendromunun tipik bir hasarıdır. Bu hastalar yeni anı oluşturmakta büyük sorunlar yaşadıkları gibi daha önce oluşmuş uzun süreli bellek anılarını hatırlamakta da zorluk çekerler. Tıp öğrencilerinin masal uydurma örneğini ilk kez canlı olarak gördükleri hastalardır bunlar.

"Süte kattıkları gibi ucuz şaraplara da vitamin katılsa iyi olurdu herhalde. Böyle bir şey Korsakoff vakalarının çoğalmasını engellemez miydi?" dedi Neil.

Elbette engellerdi. Etkili bir tedavi yolu bulmak için gerekli bilgileri edinmek yeterince zor zaten. Asıl mesele, insanların bir şeyler yapmaya gayret göstermemeleri gibi görünüyor. Ciddi zihinsel sorunların sayısını azaltabilecek birçok önleyici tedbir var.

Kafa zedelenmelerinin ne kadar yıkıcı sonuçları olabildiğini herkes bildiği halde, yeni arabalara emniyet kemeri takılmasının rutin hale gelmesi ne kadar uzun sürdü, bir düşün. Sonra, emniyet kemeri takma alışkanlığının araba kullananların yalnızca yarısında ve ancak yirmi beş yıl sonra yerleştiğini de unutma.

Sekizinci Bölüm

Anılar Nasıl Oluşur?

Neil, teşhis için gerekli daha bir sürü test yaptırmak üzere hastaneye gidecekti. George, Neil'in nöbetlerinin her zaman sol şakak lobundan başladığına (sol alın lobundan başlamadığına) iyice emin olmak için yirmi dört saatlik bir EEG kaydı istemişti.

Dışarıda, meltem esintileri arasında oturuyorduk. Neil fırsat varken biraz güneşlenmek istemişti. Ona, insan belleğiyle ilgili bilinmesi gereken ilk şey, bilgisayar ve video dahil, bilinen dosyalama sistemlerinin hiçbiri gibi çalışmadığı, dedim. İkinci şeyse, *yerden* ziyade *süreç* üzerinde düşünmek gerektiği.

"Bense hipokampusun belleğin yeri olduğunu sanıyordum," dedi Neil. "Değil mi yoksa?"

Önemli yerler var, ama bunlar bilginin uzun vadede depolandığı yerler değil muhtemelen. Ayrıca bu yerler mekanizmalar hakkında insana pek bir şey söylemez.

Belleğin *nasıl* çalıştığı sorusu, onun *ne* olduğu ve *nerede* bulunduğu sorularının işaret ettiğinden daha derinlerde yer alan bir mekanizma katmanına işaret ediyor gibi görünüyor. "Arabellekler" ile "RAM"in büyüklüğünü konuşurken bu konuya girmiştik. Sırf karşılaştığın büyüklük sınırları bile ilginç ipuçları veriyor. Anlık belleğin kapasitesi, psikolog George Miller'ın 1956 yılında bu konuda yaptığı araştırmanın başlığında belirtilir: *Sihirli yedi sayısı: artı veya eksi iki*. Burada söz konusu olan çalışan bellektir; denek verilen yedi bilgi maddesini tekrarlayarak ezberlemeyi dener.

"Bir telefon numarasını bir yere yazmadan hatırlamaya çalışmak, onu numarayı çevirene kadar aklında tutmak gibi," dedi Neil.

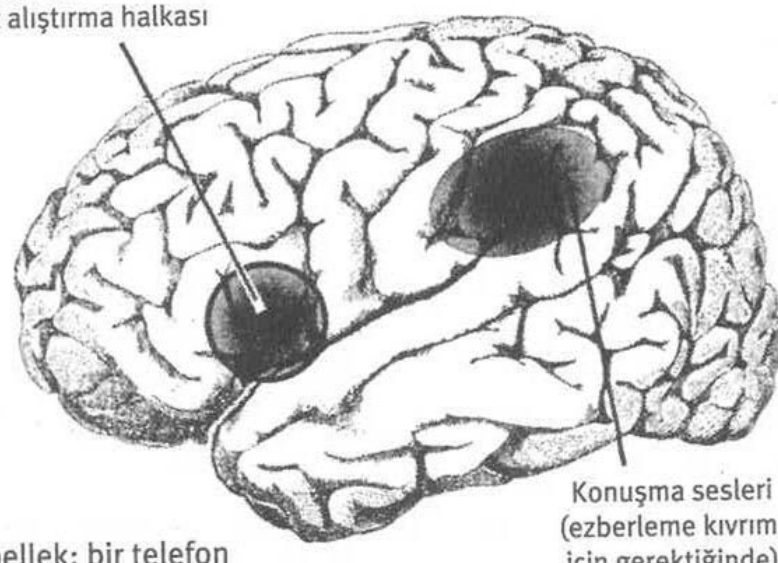
Broca bölgesi, bu tür bir çalışan bellekte önemli rol oynuyor gibi görünüyor. Bazı insanlar yalnızca beş haneli bilgi tutabilir aklın-

da, bazılarında bu sayı dokuza kadar çıkar, ama ortalama yedi civarıdır. Bu, bir seferde kaç haneli bir sayı kombinasyonunu (daha sonra tekrarlayacak veya telefon numarasını çevirecek kadar) aklımızda tutabileceğimizi gösterir. Bundan uzun olan kombinasyonlar için (bir kısmı aşina olduğumuz sayılardan oluşmuyorsa eğer) destek almamız gerekir. 15 haneli uluslararası bir telefon numarası için ek bir şey yapmamız, örneğin o sayıyı bir yere yazıp hanelerini tek tek okumamız gerekir. Yazmadan akılda tutmanın yolu, kombinasyonu yedi haneli kısımlar halinde bölmektir; bu işlem gruplama adıyla bilinir.

Çoğumuz bu şekilde uzun dizileri hatırlayabiliriz: Önce uluslararası kod numarasını (011), sonra İngiltere'nin kodunu (44), sonra Londra'nın kodunu (71), sonra Londra Üniversitesi'nin telefon numaralarının bilinen ilk üç sayısını (338) ve nihayet diğer dört haneli sayıyı hatırlarız. Toplam sekiz grup eder; böylece ezberlenecek hane sayısı on dörtten sekize düşer.

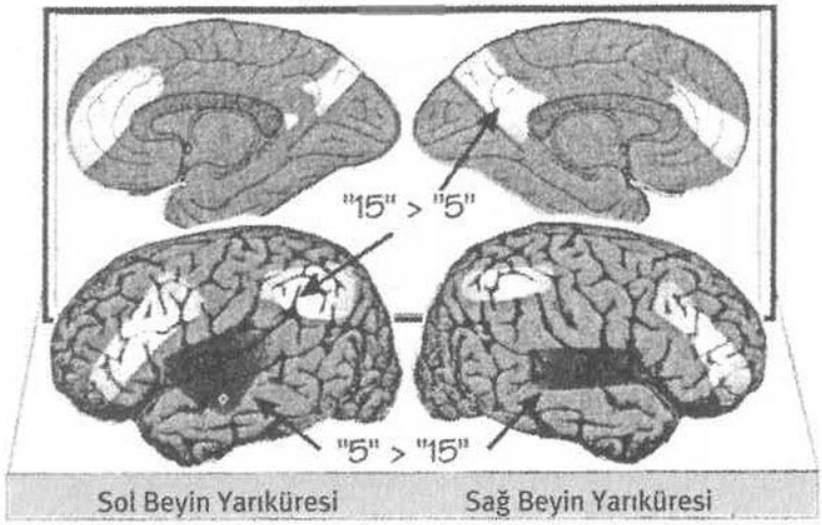
"Sınır, toplam bilgi sayısından ziyade grup sayısı belirliyor o halde."

Kesinlikle. Tekil grupları daha fazla şeyi temsil edecek şekilde oluştururuz, zira bütün mesele paketlemedir. Sözdağarını oluştur-



Çalışan bellek: bir telefon numarası sessizce tekrarlandığında kan akışının belirgin biçimde arttığı alanlar

Kaynak: Paulesu ve diğ., 1993



Uzun bir sözcük listesi ezberlenirken olanlar (15 sözcüklü bir listenin tekrar edilmesi sırasındaki kan akışı değişiminden, 5 sözcüklü kolay bir listenin hatırlanması sırasındaki kan akışı değişimi çıkarılmış)

Kaynak: Grasby ve diğ., 1993

mak da büyük oranda böyle bir şeydir; bir sözcük daha uzun, dolambaçlı bir tabirin yerini alır. Dilbilimci Philip Lieberman, bunun gibi verimliliği artırıcı şeylerin dilin maymun seviyesinden insan seviyesine doğru evriminde önemli bir unsur olduğu, bunlar olmasa çalışan belleğin bu sınırının insan konuşmasının çok basit şeylerle sınırlı kalmasına yol açabileceği düşüncesinde.

Beş ismi yüksek sesle okuduğumu düşün, sonra senden bu isimleri herhangi bir sırada tekrarlamanı istiyorum. Bunu hemen herkes yapabilir. Ama liste on beş isimden oluşuyorsa, içlerinden yedi-sekiz tanesini tekrar edebiliyorsan ne mutlu sana. Her tekrar sırasında, beyninin birçok alanında kan akışı artar. On beş sözcüklük listenin haritasından beş sözcüklük listenin haritası çıkarıldığında, gruplama çabasıyla alakalı beyin alanları hakkında bir fikir edinilebilir.

Test sırasında alın lobu ile duvar lobunun genelde görsel-mekânsal görevlerden sorumlu arka alanları beynin her iki tarafında da faaldir. Gözler kapalı yapılan bu test tamamen sözel olduğu için, bu durum birçok deneğin bir liste tahayyül etmeye veya ezberlenecek maddeleri büyük bir evin odalarına "yerleştirmeye" dayalı geleneksel hatırlama tekniklerinden yararlandığını akla getirir.

Yedi sözcüklü bir cümlede her sözcük bir rakamı gibi basit bir şeye karşılık geliyorsa, cümle tek başına pek bir şey ifade etmez. Ama her sözcük bir kavrama ve onun birçok yananlamına karşılık geliyorsa, o zaman yedi sözcüklü tek bir cümle çok şeyi kapsar. Gruplama yeni kategoriler yaratır. Bazıları az önce bahsettiğim "ev" kadar geçicidir. Bazılarıysa insanın özel sözdağarı haline gelecek kadar sık kullanılır.

Sürekli nöronal faaliyetin çalışan belleğin, yani ezberleme sürecinde meydana gelen şeylerin altkatmanını oluşturduğu düşünülmüştür daima. Ortada bu varsayımı doğrulayacak veya çürütecek pek veri yok, ama maymunlarda yapılan nöron faaliyeti kayıtları, alın lobundaki bazı nöronların maymunun iki nesneyi birbiriyle eşleştirişi ile nesnenin anısını hatırlayışı arasındaki zaman boyunca sürekli faal olduğunu göstermiştir.

Bu tür nöronlar şakak lobu ve duvar lobu korteksinde de bulunur; şakak lobundaki nöronlar renk gibi görsel ipuçlarının anı depolama evresi sırasında faalken, duvar lobu nöronları duyusal ayrımların anılarının depolanması sırasında faaldir. Dolayısıyla çalışan bellek, beynin hatırlanacak materyallerin algılanmasıyla ilgili kısmının bir bölümünü oluşturuyor da olabilir, duyu sonrası alanları boyunca uzanan nöronlarıyla alakalı da olabilir. Maymunlar üzerinde gerçekleştirilen araştırmalarda, algıyla birlikte faaliyetlerini değiştiren nöronların anı depolama sırasında faal olan nöronlardan genellikle farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

"Tamam," dedi Neil, "anlık bellek faaliyetin, olayı en başta fark eden algının sürmesini sağlıyor. Ama o sırada dikkatini dağıtırsam ne olur? Seni tekrarlayarak ezberleme sürecinde rahatsız etsem?"

Birinden diğerine atladığın çeşitli müsvedde kâğıtları olabilir, ama sonunda hepsini doldurursun ve üzerlerine tekrar yazmak zorunda kalırsın. Bilgisayar ekranında açık tuttuğun pencereler kadar basit bir şey olduğunu sanmıyorum bunun. Üzerine yazmanın bizatihi kendisi ilginç bir süreçtir, zira dikkat dağınıklığı sonrası belleğin başka bir altkatmanı, önceki anlık bellekten gelen sinaptik değişikliklerdir (artan nörotransmitter salgısı ve artan postsinaptik yanıtlar gibi). Bu yolla, çalışan bellekte var olan faaliyeti yeniden oluşturabilirsin.

Ameliyatla alınmadan önce şakak lobundaki bazı nöronların faaliyetini tek tek kaydetmek mümkün. Ucu dokuyla elektriksel temas halinde olan keskin bir iğneyle aralarına girerek böyle bir şeyi gerçekleştirdik. Bir nörona yaklaşırken ses yükselticiyle onun itkilerini duyabiliyorduk.

"Bir hücreyi 'dinlemek' dediğin şey bu mu yoksa?"

Evet. Buna genellikle "mikroelektrot kaydı" deniyor. Bu teknik 1950'lerde bulunmuş, onun sayesinde beynin nasıl bir işlevsel örgüye sahip olduğuna, nöronların neyle ilgilendiğine ilişkin bilgilerimiz büyük oranda artmıştır. Ama çok zaman yiyen bir iş bu, dolayısıyla beyinde olup bitenlerle ilgili bir resim oluşturmak biraz uzun sürüyor. Bu resmin anlaşılır bir resim olması için birçok hastadan alınan verilerden bir havuz oluşturmamız gerekiyor.

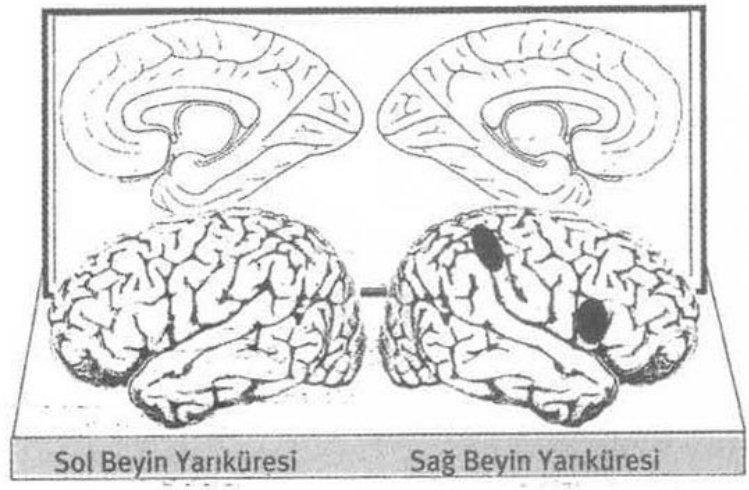
George, şakak lobundaki müstakil nöronların üç slayt gösterisi sırasındaki elektriksel faaliyetlerini kaydetti. Belleğe yeni bir bilgi girerken nöronların üçte ikisinden fazlasının faaliyetini artırdığını gördü. Bu faaliyet artışı birkaç saniye, yani o bilgi için gerekli herhangi bir dil işleminden daha uzun sürer. Anı depolanırken faaliyet taban seviyesine geri döner.

"Faaliyeti olaydan sonra da sürdürmeyi denediğinde çalışan bellek böyle görünecek demek ki."

Bu bilgiyi ilk defa hatırlamak gerektiğinde faaliyet tekrar artar; baştaki gibi artmaz, faaliyet birçok nöronda görülmez ve baştaki kadar uzun sürmez, ama hatırlama girişimi sırasında ilk faaliyeti andıran bir faaliyetin yeniden oluştuğunu tahmin edebilirsin. Tekrar depolandıktan sonra bu bilgi ikinci kez hatırlanırken daha da az nöron faaldir. Bilgi üçüncü kez hatırlanırken nöronlarda ikincisinden de az faaliyet değişikliği gerçekleşir.

Bilginin ilk kez öğrenilişi ve hatırlanışı sırasında nöron faaliyeti çok yüksektir, bu durum yeni bilginin yaşlanma, kafa yaralanmaları, beynin oksijensiz kalması durumlarında ve nöronların iyi çalışamadığı diğer durumlarda neden kolayca unutulduğunu açıklayabilir. Bu gibi koşullarda süreci başlatmaya yetecek sayıda işleyen, bilgiyi tutma durumunu sürdürebilen nöron bulunmayabilir.

Gönüllü normal denekler üzerinde kan akışı değişiminden yararlanılarak yapılan araştırmalar da benzer sonuçlar vermiştir. Yeni bir şey öğrenirken (parmaklarını masaya belli bir sıravla vurmak



Kaynak: Seitz ve diğ., 1990

SAĞ elin parmaklarıyla yapılan hareketin becerisi bir saatlik bir alıştırmadan sonra geliştiğinde faaliyeti azalan beyin alanları.



gibi) geniş bir alanda faaliyet görülür. Ama bu şey öğrenildikten sonra faaliyet değişiklikleri daha sınırlıdır. Faaliyet artışının gerçekleştiği yer, öğrenilen şeyin motor yetenekle veya dil yeteneğiyle alakalı olmasına bağlı olarak farklılık gösteriyor gibidir.

"Yani, tekrar edip iyice öğrendiğin bir şeyi beynini daha az çalıştırarak yapabiliyorsun," dedi Neil. "Bu da H.M.'nin epizodik belleği çalışmazken yöntemsel belleğinin niye çalıştığını açıklıyor, değil mi?"

Öyle olduğunu umalım. Ama araştırmalarda bu konuların ancak yüzeyini kazıyabildik. Şakak lobu korteksindeki bütün bu faaliyetin meydana geldiği yer, dikkat sonrası, yakın geçmişle ilgili ve açık anıların depolanma yeri olmayabilir. Muhtemelen, gerçek anı depolamasından sorumlu sinaptik değişikliklere sahip çok daha az sayıda nöronda değişimi hızlandıran destekleyici bir unsur bu daha çok. Anının nöral temsilini meydana getiren şey muhtemelen bu hücrelerden oluşan ağ içinde birbiri ardına gerçekleşen faaliyetin ta kendisi.

"İyi de o anıyı hatırlamak nasıl oluyor peki?"

Hatırlamanın doğası uzun süreli depolama konusuna açılan kapının anahtarı muhtemelen, ama hatırlamanın neleri içerdiğini tam olarak bilmiyoruz. İlk faaliyet örüntülerinin kısmen yeniden inşa edilmesinden oluşuyor elbette, ama ne kadarının? Bir şekilde doğru motor yanıtı tetiklemeye, tıpkı senin ilk sunum sırasında yaptığın gibi, doğru ismi telaffuz etmeye yetecek kadar muhtemelen. Telaffuz, sözcüğü söylerken veya yanıtı yazarken kullanılan çeşitli kasları harekete geçiren itkilerin mekânsal-zamansal bir diziliş içinde gerçekleşmesini gerektirir.

"Mekânsal-zamansal diziliş mi? Müzik parçası okur gibi sanki."

Çiğnemek veya nefes alıp vermek için gönderilen kas komutlarındaki basit salınımlar, standart bir örnek olarak gösterilebilir sanırım: Önce bir kas kümesi kasılır; sonra bu kaslar durur, karşı kaslar ateşlemeye başlar. Yürürken iki kas kümesi değil, çok sayıda farklı kas çalışır. Yürürken koşmaya başladığını düşün. Bunun için omuriliğin işin içinde olan bütün kaslara farklı bir mekânsal-zamansal emir örüntüsü üretmesi gerekir.

Bazen bu tek seferlik bir dizilişi içerir, bir şey fırlatırken olduğu gibi. 88 farklı tuşun farklı zamanlarda ve çakışan kombinasyonlar halinde programlandığı mekanik bir piyanoya benzer bu. Bir dahaki denemede hedefi ıskalamamak için hedefin mesafesini değiştirmek, o mekânsal kas kümelerinin komutlarının zaman sıralamasını değiştirmeyi gerektirir; fırlatma hareketinde gerçekten de 88 kas faaldir, ki bu da bir hareketin mekânsal-zamansal örüntüsünün mekanik piyanonun bir melodiyi üreten mekânsal-zamansal örüntüsüne daha da benzemesini sağlar.

"Yazılı bir müzik parçası, mekânsal-zamansal bir örüntünün yeniden üretilmesine yarayan bir kod demek ki, bu hoşuma gitti," dedi Neil.

Çoğu araştırmacı, bir anının canlanırken mekânsal-zamansal bir diziliş içinde nöron ateşlemeleri yarattığını söyleyecektir; belleğe girdi yapılırken mevcut mekânsal-zamansal dizilişe benzeyen, ama onu destekleyen fazlalıkları içinde barındırmayan bir mekânsal-zamansal dizilişitir bu. Buna Hebb'in hücre topluluğu diyoruz. Kanadalı psikolog Donald Hebb bu konu üzerinde daha 1949 yılın-

da, bu verilerden önce, hatta primat beyninden tekil nöronların kaydı yapılmaya başlamadan önce uzun uzadıya düşünmüş.

"Stadyumlardaki ışıklı tabelalara benziyor bu, bir sürü yanıp sönen ışık var üzerinde, ama hepsi bir arada bir örüntü oluşturuyor. Zaman ve mekânda."

Evet, ama ben olsam, ışıklı tabelanın çalışmasına daha fazla benzemesi için Hebb'in hücre topluluğunda, mekânsal-zamansal örüntüyü belli hücrelere bağlamayacak şekilde değişiklikler yapardım. Işıklı tabelada elma örüntüsünü çeşitli bölümlere yerleştirebilir, hatta ekranda kaydırabilirsin. Farklı ışıklar tarafından icra edilse bile örüntü aynı örüntü olma özelliğini sürdürür. Hatta ben şunu ileri sürmüştüm: Temel örüntü, yüksekliği 0,5 milimetre olan bir altıgen içinde barınır, bu da yaklaşık 300 ünite unsurdan oluşur. Ayrıca örüntü kendi kendini klonlayabilir, ama bir kitabı dolduracak kadar açıklama gerektiren bir konu bu.

"Yarım milimetre, basmalı kurşunkalemlerin uçlarının kalınlığı kadar yani. Küçük olduğunu kabul ediyorum. Peki ama, bir anı oluşturacak bir Hebb hücre topluluğu için kaç hücre gerekir? Bir sözcük için veya bir kişinin yüzü için?"

Yüz tanıma sürecine dahil olan şakak lobu nöronlarının işleyişinden yola çıkarak diyebilirim ki, bunun için birkaç düzine nöron yeterlidir. Ama bu birkaç düzine nöron faalken, aynı anda yüzlerce başka nöron nispeten pasif olmalıdır. Yanıtsızlık da mesajın korteksteki temsilinin bir parçasını oluşturur. Işıklı tabeladaki gibi: Diğerleri sönük kaldığı ve resmi bozmadığı sürece, birkaç düzine ışık beraberce bir elma resmi ortaya çıkarabilir.

Unutma ki, depolanmış ara örüntü epey soyut olabilir, girdi örüntüsüne hiç benzemeyebilir, hatta bütün o kasları harekete geçiren mekânsal-zamansal çıktı örüntüsüne de benzemeyebilir. Beyindeki "elma" kodunun marketlerdeki barkod gibi olduğunu düşün. Elmaya hiç benzemeyebilir, ama elmayı temsil eder.

Neil söylediklerim üzerinde düşündü. "O halde yeni bir şey öğrenmek *yeni* bir mekânsal-zamansal örüntü yaratmayı da içeriyor, öyle mi? Yeni bir kod mu oluyor bu?"

Evet ve bazı bölgeler yeni mekânsal-zamansal örüntülerin kaydı için özellikle uygun yerler olabilir. Önemleri sonraki olaylarda ortaya çıkabilir diye bazı bilgileri elde tutmak gerekir.

Hebb'in Anı İkiliği için Bir Benzetme

Anı engramı, kasisli yol gibi uzun süreli mekânsal bir örüntüdür.



Aktif mekânsal-zamansal örüntü, tekerlekler ile yayların yolun olukları arasındaki rezonansından üretilir. Bu örüntü, yolun tümsek örüntüsünün oluşmasını da sağlayan örüntüdür.



Kaynak: Calvin, 1992

"Bunu yaparken bir sürü hata da yapabilirsin tabii. 'Bu şey filanca şeyden sonra geliyor, o halde o filanca şey bu şeyin nedeni' türü hatalar gibi."

Sümüklüböcekler bile bu hatayı yapıyor, bizde ise bu hatalar daha da alengirli bir hal alıyordur bence. Saklanması gereken girdi örüntüleri, görsel imgeyi çözümleyen çeşitli uzmanlaşmış nöronlardan geliyor muhtemelen. Gecikmeli sonuçlar söz konusu olduğunda bu örüntülerin bir saat kadar bir süre saklanması önemli olabilir (örneğin ham bir elma yediğin için miden bulanmıştır, bir daha aynı şeyle karşılaşmak istemiyorsundur). Bunun çok daha incelikli versiyonları vardır: Bir hafta önce bir kez görmüş ve o zamana kadar hiç hatırlamaya çalışmamış olsak bile bir kişinin yüzünü onu görür görmez hatırlarız.

"Anılar ışıklı tabeladaki gibi mekânsal-zamansal örüntülerden oluşuyor, kabul, ama ebediyen farklı bir biçim içinde mi depolanıyorlar? Sinaptik güçler olarak mı?"

Hebb'in de 1949'da belirttiği gibi, iki izli bir anı sistemi gerekiyor: farklı yollarla yerleşen ve hatırlanan aktif ve pasif anılar.

Aktif anı (şu mekânsal-zamansal faaliyet örüntüsü) başka bir örüntü, içinde açık bir zaman unsuru bulunmayan, sinaptik güçlerden oluşan salt mekânsal bir örüntü oluşturur; nitekim bu sayede koma beyinde ateşlenen nöronların çoğunu susturabilse de bütün o

uzun süreli anıları yok edemez. Örüntü olduğu yerde kalır, tıpkı tümsekli bir yoldaki oluklar gibi, onunla rezonansa girecek ve yeniden aktif bir mekânsal-zamansal örüntü yaratacak bir şeyler bekler.

Hipokampusun kortekse potansiyeli yeni artmış sinapslarını değişikliğe uğratma izni verdiğini veya yeni anılar davranış olarak kökleşene kadar birkaç gün boyunca kortekse prova yaptırdığını tahayyül edebilirsin. Anı güvenilirse, sinaptik güçler doğru mekânsal-zamansal örüntüyü tam olarak yeniden yaratma işlemini başarıyla gerçekleştirir.

"Şimdi asıl mesele sinaptik güçlerdeki bu değişikliklerin nasıl devamlı kılınacağı, ha?" dedi Neil. "Yani nasıl betonlaştırılacağı. İnşaattan örnek veriyorum kusura bakma (bu ara evde tadilat var da), ama kısa süreli işlemler daha sonra oluşturulacak olan beton kalıplarını meydana getirir dememiş miydin? Ama beton tam anlamıyla oluştuktan sonra bu kalıplar atılıyor, öyle mi?"

Bu durum taşlaşmış ağaçların oluşum biçimine daha çok benzer. Çürüyüp bozulmaya müsait olan ağacın yerini yavaş yavaş kalıcı sert mineraller aldığı için zaman içinde ağaç taşlaşmış gibi olur. Örneğin, sinapsları geçici bir süreliğine artıran şey, sonraki birkaç gün boyunca sinapslar üzerinde büyüme uyaranı işlevi görebilir, böylece tıpkı geçici artırma sırasındaki ilk deneyimden sonra meydana gelen sinaps salgısında olduğu gibi, standart nörotransmitter salgı miktarı da artar. Belki akson daha da büyümek yerine daha fazla akson dalı geliştirir veya yeni sinaptik bölgeler oluşturur.

Kabuksuz deniz salyangozundaki basit bir öğrenme göreviyle ilgili bir araştırmada bu savı destekleyen sağlam bir veri elde edilmiştir. Yeni dokuların yapıtaşlarını oluşturan proteinlerin üretimini engelleyen ilaçların uzun süreli anıların oluşumuna müdahale ettiği gözlemi de, sinaps büyümesinin veya yeni sinaps oluşumunun uzun süreli anıların biçimlenmesinde önemli olduğu savını destekleyen başka bir veridir. Aslına bakılırsa günümüzdeki bellek araştırmalarında sorulan soruların çoğu kanserin nedenine ilişkin araştırmalarda sorulanlarla aynıdır: Hücre büyümesini ne idare ediyor?

Bir fare keşfedeceği birçok şeyin bulunduğu zengin bir çevreye konduğunda ve orada birçok şey öğrendiğinde, farenin nöron başına düşen sinaps sayısının hissedilir derecede arttığı kesin. Zengin çevrelerde yaşayan farelerin sinaps sayısı, bir kutuda tek başına ya-

şayan farelerin sinaps sayısından yüzde 80, etraflarını keşfetmek yerine sıkıcı ayak değirmeninde alıştırma yapan farelerin sinaps sayısından ise çok daha fazladır. Yalın bir çevreden zengin bir çevreye geçtikten sonra sinaps sayısını artırma yeteneği farenin ömrü boyunca devam eder. Ama buna paralel olarak kan desteğini artırma yeteneği bu kadar uzun sürmez.

Sinapslardaki bu kullanıma bağlı değişikliklerin yanı sıra farklı birçok sinaps kümelerinin eşzamanlı kullanımının sinaps güçlerini artırdığına dair veriler de mevcut. Zil sesiyle birlikte salya akıtan Pavlov'un köpeğindeki gibi çağrışımlı öğrenmede, bu tür bir sinaptik değişimden yararlanılıyor olabilir. Daha 1949'da bu sav teorik düzlemde ileri sürülmüştü.

"Yine mi Hebb? Hebb sinapsı yani?" diye sordu Neil, ben de başımla onayladım. "Bana verebilecekleri, hafızamı daha iyi hale getirecek bir şey var mı? Çimentoyu oluşturmama yardımcı olacak bir şey? Hebb sinapsları için vitamin mesela?"

Hafızayı güçlendirici ilaçlar uzun süreden beri araştırılıyor, ama şimdiye kadar pek bir şey bulunamadı. Hafıza sinaptik değişikliğin bir evresiyle alakalıysa, sinapsları değişikliğe uğratan çeşitli ilaçların hafızayı güçlendirebileceğini söyleyebiliriz. Veya daha da kötüleştirebileceğini. Ama uzun süreli anıların hatırlanması sürecindeki belli eylemleri bulmak zordur; gerçi kısa süreli anıların uzun süreli anılara dönüşmesini engelleyecek çeşitli "anestetikler" olduğunu biliyoruz.

Bellekte önemli role sahip olduğu düşünülen iki kimyasal var. Biri asetilkolin. Asetilkolini engelleyen ilaçlar belleğe müdahale eder. Asetilkolini nörotransmitter olarak kullanan nöronlar, hipokampus içindeki faaliyeti etkiler; ayrıca Alzheimer hastalığında ilk yok olan hücrelerdir bunlar. Ama asetilkolin tedarikini artıran ilaçlar verildiğinde Alzheimer hastalarının hafızaları ne yazık ki güçlenmez.

Diğer kimyasal glütamattır. Aminoasitlerden biri olmasının ve vücudun her yerinde protein yapımında kullanılmasının yanı sıra nörotransmitter olarak da kullanılır. Serebral korteksin glütamatın nörotransmitter olarak kullanıldığı uyarıcı sinapsı, hücre zarı düzeyindeki bir bellek mekanizmasından sorumlu, anıları kodlayan bir

sinaps olmaya en yakın adaydır. En az iki tür postsinaptik kanal vardır ki, glütamat bunların reseptör molekülleriyle bağ oluşturduğunda açılır. Kanalların biri gayet sıradandır, uyarıcı sinapslar gibi çalışır. Sodyum iyonlarının dendritin içine girmesine izin verir, böylece geçici bir süre voltaj yükselir.

Diğer glütamat kanalı da ("NMDA" olarak adlandırılır; neden böyle adlandırıldığı pek bilinmiyor, bilinmesine de gerek yok zaten) dendritlere bazı kalsiyum iyonlarının girmesine izin verir. Ama NMDA kanalının asıl olağanüstü tarafı, aynı anda iki sinyal almadığı sürece açılmamasıdır: Açılması için hem doğru voltajın hem de doğru nörotransmitterin olması gerekir. Geçerli kart anahtarının bir yuvaya sokulmasıyla açılan giriş kapılarına benzer; ama aynı zamanda elektronik kilidin enerji kaynağının açık olması da gerekir.

NMDA kanalı keşfedilene kadar, bütün kanallar ya tek başına voltajla (itki oluşturulurken sodyum ve potasyum kanallarında olduğu gibi) ya da tek başına nörotransmitterle çalışmaktaydı. İkisi bir arada olmuyordu kesinlikle, ki bu durum dendrite neredeyse eşzamanlı girdi gelişinin tespitine olanak tanır. Bu kombinasyon, kart anahtarı ve enerji kaynağı kombinasyonundan çok daha ilginçtir.

NMDA gözeneğinde bir tapa vardır. Bir magnezyum iyonu kanala yayılır ve kapana kısılır, bütün kanal boyunca ilerleyemez. Bir nörotransmitter kanalın reseptör molekülüne bağlandığında kapı açılabilir, ama bu magnezyum iyonu tapası nedeniyle hiçbir sodyum veya kalsiyum iyonu içeri giremez.

"Kanal açılıyor, ama açılması bir şey ifade etmiyor, çünkü kanalın ağzında tapa var, öyle mi? Bu tapa nasıl açılıyor peki?"

İşin ilginç tarafı da bu zaten. Dendrit bir yerlerden girdi aldığında voltaj değişikliği, tapanın NMDA kanalı içinde kapana kısılmasını engelleyebilir. Böylece, NMDA sinapsı nörotransmitter tarafından faal hale getirildiğinde, dendrite pozitif iyonlar akarak ilk sinaptik potansiyelin üzerine bir sinaptik potansiyel daha oluştururlar. Nöropsikologların heyecan verici bulduğu şey de bu zaten; kalsiyum girişi kısa süreli belleğin dakikalarca sürmesini sağlayan bir mekanizmaya işaret eder. Hipokampusta (korteksin eski bir parçası, ondan daha basit katmanlı bir yapı) uzun süreli potansiyel artışı bazen günlerce sürebilir; LTP kısmen bu NMDA'dan kaynaklanır.

"NMDA'nın benim epilepsimle de bir alakası var mı sence?"

NMDA kanalı uzun süre açık kaldığında (bir nöbetin ilk başlarında olduğu gibi) çok miktarda kalsiyum bu kanal yoluyla hücreye sızar. Bu güçlü bir sinaptik değişime neden olabilir; ne yazık ki, nöbete yol açan mekânsal-zamansal örüntülerden bir anı oluşturur.

"Böylece başka bir nöbeti de daha olası kılıyordur belki."

Endişe duyulan unsurlardan biri bu. Aşırı kalsiyum girişi başka bir sonuca daha neden olur. Çok miktarda kalsiyum hücreleri zehirler, onları öldürebilir de. Oksijen yetersizliğinin hücrelerin ölümüne yol açan en önemli nedenidir bu: Oksijen yetersizliği NMDA kanallarını açar ve kalsiyumun içeri girmesine izin verir. Dolayısıyla, NMDA reseptörlerinin aşırı derecede uyarılması, uzun vadede nöronlara zarar verebilir; arka arkaya yaşadığın nöbetlerin sana tek bir nöbetten daha zararlı olmasının nedenlerinden biridir bu.

Tekrar eden nöbetler, beynin zayıf anıları daha dayanıklı kılmak, uzun vadede elde tutmak için yararlandığı bir tekrar mekanizmasının işleyişini engelleyebilir. Bir çocuğun yaptığı elyazısı alıştırması gibi tekrarlar, yöntemsel belleği epizodik bellekten ayıran şeydir. Bir kişiyle tanıştıktan sonra o kişinin adını yüksek sesle tekrarladığında o adı daha iyi hatırlaman da bu yüzdendir.

"Beyin bir epizodik anıyı, onu yeni öğrendiğinde sıcağı sıcağına birkaç kez hatırlayarak takviye ediyor yani?"

Örneğin, hipokampus yeni rutinlerinin üzerinden tekrar geçmesi ve böylece onları sağlamlaştırması için korteksi tetikleyebilir. Bu bilgi tazeleme kursu herhangi bir bilinçli farkındalık seviyesine hiçbir zaman ulaşmayabilir, ama rüyalarda ortaya çıkması mümkündür.

"Tetikliyor mu? Nasıl?"

Hipokampusun kortekse mekânsal-zamansal örüntünün bir kısmını (geçen haftadan kalma bir şeyin bir parçasını belki) tekrar oynattığını düşün. Korteks bu örüntüyle birlikte rezonansa geçerse ve o sırada başka bir şeyle meşgul değilse, mekânsal-zamansal örüntüyü tamamlayabilir; bir melodinin birkaç notasını duyduktan sonra parçanın kalan kısmını tamamlarız ya, işte tam onun gibi. Şu anda tahmin yürütüyorum yalnızca, ama hipokampusun faaliyete hazırlanması, kortikal örüntünün tekrar tekrar üzerinden geçilmesinin ve belki de sinaptik güçlere giderek daha fazla yerleşmesinin bir yoludur; yöntemsel belleğin anıları da muhtemelen böyle oluşuyor.

hipokampusun yardımını almadan.

"Hipokampus bu nedenle yeni epizodik bellek anılarının oluşumunda önemli, ama yöntemsel bellek anılarının oluşumunda o kadar önemli değil demek? Epizodik bellek anılarının iyice yerleşmesi için beynin bir kısmı diğer kısmını prova ediyor yani?"

Günümüzün verilerini bu şekilde bir araya getiriyorum ben; ama hipokampusun yaptığı tek önemli şey bu değil. Böyle bir modelin güzel niteliklerinden biri de, provanın korteks başka bir şeyle meşgul olmadığında yapılıyor olması, ki bu durum olayların düzeni açısından uykuya önemli bir rol yükler. Uykusuzluğun anıların pekiştirilmesine neden müdahale ettiğini uzun bir süredir merak ediyorduk.

"Çocukların 'Baba, ben neden uyuyorum?' sorusuna nihayet bir cevap bulunduğunu mu söylüyorsun?"

O kadar değil, ama test edilebilir bazı fikirlerin ortaya çıktığını görebilirsin; her geçen gün bilgimizin arttığı konulardan biri bu da.

Dizisel epizot (senin araba kazasıyla veya kulak misafiri olduğun bir konuşmayla ilgili anın gibi) bellek mekanizmaları için zor bir meseledir, zira tekrar etmez, dolayısıyla diğer anı türlerinden daha fazla prova yapmayı gerektirir. Dizisel epizot zor olabilir, ama imkânsız değildir. Aslında dil, benzersiz dizilişi inşa etmekten ibarettir, yarın için plan yapmak da öyle. Biz insanlar bunu diğer primatlardan daha iyi yaparız. O nedenle, epizodik dizilerle baş etmek için beyinde bir uzmanlaşma olması gerektiği düşüncesindeyim.

Dokuzuncu Bölüm

Ön Tarafta Neler Oluyor?

Yirmi dört saatlik EEG taraması, George'un, alın lobunun Neil'in nöbetlerinin başlamasına katkıda bulunuyor olabileceği yolundaki şüphelerini gidermişti. Böylece George nihayet şakak lobu ameliyatını Neil'e önermiş, Neil de çok rahatlamıştı, o kadar ki, beyinle ilgili okumalara iyice dalmış ve bir şeylerin eksik olduğunu keşfetmişti.

Beynin işleyişiyle ilgili resmin parçalarını bir araya getirmek ilgisini çekmeye başlamıştı, bunu kafeteryadaki bir sonraki görüşmemizde fark ettim. Söz düellosu yapmaya her zamankinden daha hazırdı.

"Pazar gazetelerindeki çengelli bulmaca gibi," dedi yapmacık bir üzüntüyle. "Her yerde ipucu var. Hatta halihazırda kesişen sözcükler var. Ama *gerçek ben* nerede?"

En az 2500 yıldan beri filozofların aklını kurcalayan bir soru bu, sense bir kitabın daha yarısındayken cevabını istiyorsun. Sorun bu kadar kolay olsaydı, birileri bunu yıllar önce çözerdi zaten.

"O kadar kolay kurtulamazsın. Yönetim dairesinin nerede olduğunu hâlâ söylemedin. Her zaman doğru dürüst çalışmayan bir sürü bölümden bahsettin. Birazdan ne yapacağımla ilgili kararları ben (yani *Neil*) nasıl alıyorum? Neden *öyle* demiyorum da *böyle* diyorum? Bu gösteriyi kim yönetiyor?" dedi Neil başına bir fiske vurarak.

Kolektif bir "zekâ"... Parçalardan "ortaya çıkan" benlik... Basmakalıp cevapların içinden hoşuna gideni geçici olarak kullanmakta serbestsin, çünkü bilim henüz sağlam bir cevap bulamadı. Ama öyle yönetim dairesi veya komuta zinciri gibi şeyler de bekleme.

Bir asır boyunca beyinde, söyleyeceğin şeylere karar vermek

veya yarınla ilgili planlar yapmak gibi yüksek düzeyli bilincin tam anlamıyla merkezi diyebileceğimiz yerler aradık. Bu yerleri sona saklamıyordum, çünkü böyle yerler yok zaten.

Bir asırdan uzun bir süre boyunca yürütülen dikkatli nörolojik araştırmalarda, belli bir yerden kaynaklanan böyle tahripkâr bir idari bozukluğu olan inmeli veya tümörlü tek bir hasta görülmedi. Birçok karar verme bozukluğu var elbette, ama tek yerden kaynaklı değil bunlar. Böyle bir şeyin olabilmesi için alın lobunun büyük bir kısmını veya dil korteksinin birçok alanını kaybetmiş olman gerekir.

Ama özel bir yer olmasa da, idari bir *işlev* var bence, "Anlatıcı" olarak adlandırılabilecek bir işlev. Bu işlev kendi kendine hikâyeler anlatır daima, o zamana kadar olup bitenlere bir anlam vermeye çalışır veya daha sonra neler olabileceğiyle ilgili tahminler yürütür. Geçmişi çözümler, gelecekle ilgili tahminlerde bulunur. Anlatıcı işlevi, beyin korteksinin birçok bölgesinin çoğunlukla bir çeşit heyet halinde yerine getirebileceği bir işlevdir.

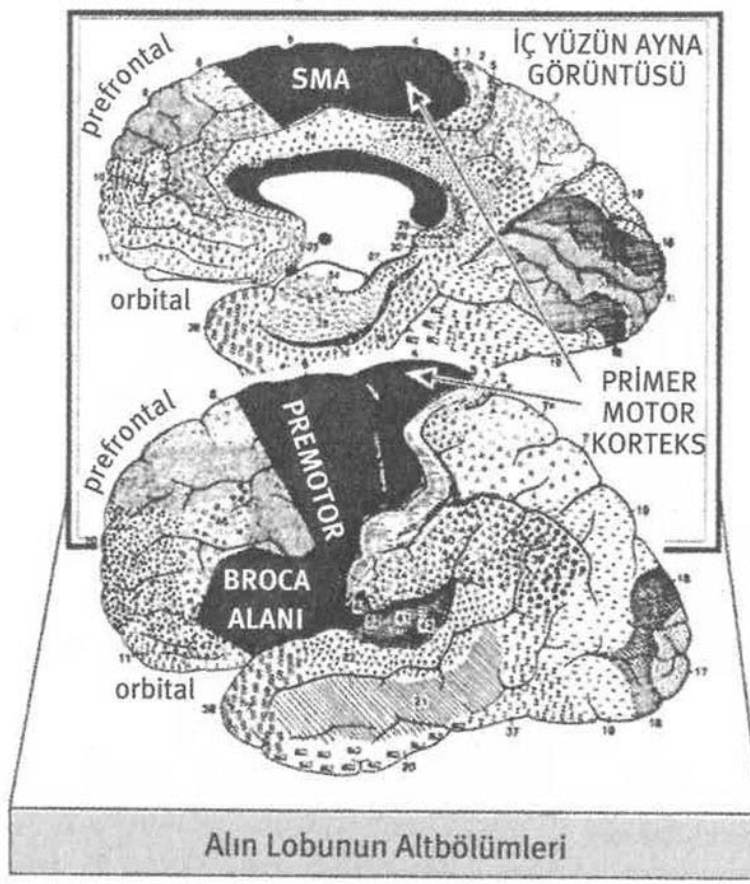
"Ama ben kendimi heyet gibi hissetmiyorum. Şey, belki kahvaltı hazırlarken bir yandan da köpeği beslediğim, çocukları okula yolcu ederken bir yandan da sobanın üzerine göz attığım ve gazete okurken radyo dinlediğim zamanlarda biraz öyle hissediyorumdur. Ama seni temin ederim ki bir *amaç birliğimin* olduğu, sana doğru soruyu sormaya odaklandığım zamanlar da var."

Şöyle söyleyeyim, ortada bir kazanan olduğu için oluyor bu; beyninin oluşturduğu bir hikâye, söz geçirme müsabakasında diğer oluşturulmuş hikâye adaylarını yeniyor. Yarışı kaybedenlerse bilinçaltını oluşturuyor (her gece, "yeterince iyi" kriteri gevşediğinde rüyalarımızda "çok iyi olmayan" adaylar görürüz). Sendeki bu bilinç birliği, o sırada yalnızca tek bir kazanan olmasından kaynaklanıyor. Birkaç saniye sonra başka bir şey düşündüğünde, muhtemelen beyin korteksindeki farklı bir alanı kullanırsın: Diğer rakipler üzerinde artık bu alan hâkimdir.

"Bu konu Balkan savaşlarına benzemeye başladı. Beni oluşturan gerçek benin, nasıl derler, *hegemonya* olduğunu mu kastediyorsun? Savaşan diğer unsurlar üzerinde geçici bir hâkimiyet kurabilen şimdinin kazananı mı? Onları kandıran, ama onları nadiren bertaraf eden şey mi?"

Elimizdeki en iyi, en azından yeni bir fikrin üretilmesini, daha önce hiç söylenmemiş bir cümlenin söylenmesini açıklamak için kullanabileceğimiz en iyi model bu. Darwin'in bahsettiği süreç (çeşitlilik, onu izleyen ve sürekli tekrar eden ayıklamaya dayalı hayatta kalma ve üreme süreci) binyıllar içinde yeni hayvan türlerinin nasıl ortaya çıktığını gayet güzel açıklar. Bağışıklık sisteminin yeni yabancı moleküllere karşı haftalara yayılan bir zaman dilimi içinde giderek nasıl daha iyi antikorlar ürettiğini de açıklar. Darwin'in bahsettiği o basit süreçlerin sürekli tekrar etmesiyle ne muazzam sonuçlar ortaya çıkabileceği konusunda pek çok şey biliyoruz.

Konuşacağın yeni bir cümleyi oluştururken veya akşam yemeği için neler alacağına karar verirken senin zihnin de muhtemelen Darwin'in bahsettiği o süreçten geçiyor. Yani, milisaniyelerden saniyelere kadarki bir zaman dilimi içinde farklı cümle adayları arasında bir mücadele yaşanıyor ve gittikçe daha iyi bir cümle oluşuyor. Genellikle bir-iki saniye içinde yeterince cümle silsilesi geçiyor ve sonunda bir tanesini telaffuz etmeye değer buluyorsun.

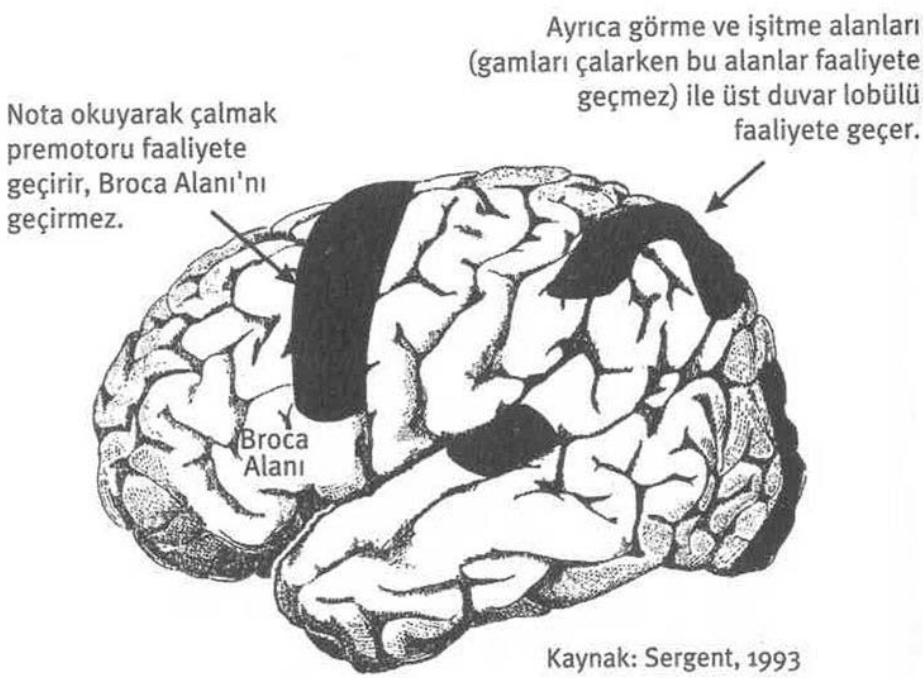


"O halde bu bir *süreç*, bir *yer* değil."

Evet ve yalnızca bir-iki saniye içinde yararlı şeyler üreten bir süreç olmalı bu. Tekil nöronların çalışması milisaniyelerle ölçülür, bu süreçten bin kere daha hızlıdır yani. Dolayısıyla, birkaç silsilenin gelip geçmesi ve mekânsal-zamansal örüntülerin evrimleşmesi sonucunda, nöronlar anlatıcılarımızın çalıştığı zaman çerçevesi içinde yeni zihinsel imgeler oluşturabiliyordur belki de. Hatta ondan sonra neler olacağıyla ilgili tahminler yürüten, geleceği tahmin eden zihinsel imgeler bile oluşturabiliyordur.

Alın lobu, geleceği tahmin etme yeteneklerinin yeri olabilir, zira burası hareketin planlandığı düşünülen yerdir. Ayrıca motor şeridi de alın lobunun bir parçasıdır, duvar lobuyla birlikte alın lobunun arka sınırını oluşturur.

Motor şeridinin hemen önünde başka bir "premotor" şeridi vardır, hepsi de hareketle alakalıdır. Broca alanı (yani sağdaki paralel yapı) altta, premotor korteks şeridin ortasındadır; tamamlayıcı motor alan ise, beynin yandan görünüşüne göre, ortanın hemen yakınından başlayıp yarıkürenin orta çizgisini takip ederek kuşak girusunda son bulur.



Piyano çalarken:
Müzik parçası okurken ve geçici bir hareket dizilişi oluştururken

Ama premotor şeridindeki işlev haritası, motor şeridinin kafa-el-ayak dizisini paralel izlemez. Bu şeritte vücuda ait pek çok harita yer alır (bunlarda kol her zaman bacağın önündedir). Sol premotor korteksin en meşhur özelliği, vücudun her iki yanını sağ premotor korteksten daha fazla kontrol etmesidir. Premotor korteksin duvar lobu ve ona bağlı nöronlarla ve talamusla (dolayısıyla da hareket kontrol sisteminin önemli unsurlarından biri olan bazal ganglionlarla) motor şeridinin sahip olmadığı kadar çok bağlantıları vardır.

Zihninden parmak hareketlerini prova eden (ama parmaklarını hareket ettirmeyen) bir kişinin beyin faaliyeti görüntülenirse, tamamlayıcı motor alanın beynin diğer bölümlerinden daha çok çalıştığı görülür. Daha önce de söylediğim gibi, Broca alanı, telefon numaralarının telefon edilene kadar akılda tutulması sürecinde rol oynar. Piyano çalarken (ve notaları okurken) premotor korteks (ve arka duvar korteksi) yalnızca gamları çalarken olduğundan daha çok çalışır.

Nöropsikolog Alexander R. Luria, II. Dünya Savaşı'nda yaralanmış Sovyet askerleri üzerinde yaptığı araştırmada, hareket planlamanın birçok incelikli yönünü keşfetmişti. Premotor sorunları, yalnızca tek tek hareketlerde (anahtarı kilide sokmak gibi) değil, eylem dizilerinde de (anahtarı çevirmek, kapı kolunu çevirmek ve kapıyı açmak gibi) ortaya çıkmıştı. Sol premotor korteksi hasar görmüş hastalar, eylemleri birbirine bağlayıp akıcı bir hareket zinciri oluşturmakta sorun yaşarlar; Luria bu hareket zincirine kinetik melodi adını verir.

Parmaklarını hızlı bir şekilde tıpırdatmak, premotorun performansını kontrol etmek isteyen bir nöroloğun hastadan tipik bir talebidir, zira hareketlerin hızlı bir şekilde yerine getirilmesi için hareket komutlarının çok koordineli olması gerekir. Premotoru sorunlu olan hastalar bir ritimden diğerine kolayca geçemez. Zikzak çizerken yılankavi çizgiye geçmesini istediğinde hasta diğer örüntüye öteki örüntüyü bırakıp geçebilir ancak, bir örüntüden diğerine kesintisiz geçemez. Premotor korteks, hareketleri birbirine bağlamakla ilgilidir; müzisyenler bir yandan nota okuyup bir yandan çalarken, yani alışık olmadıkları bir el ve parmak hareketi dizisi oluştururken bu korteksten çok faydalanırlar.

Prefrontal korteks, Broca premotor seridi, premotor ve tamam-

layıcı motor alanların önünde yer alır. İnsanlarda prefrontal korteks yunuslara oranla daha fazladır; yunusların beyinlerinde motor şeridi çok daha öndedir. Prefrontal korteks, geçici bir süre ortadan kaldırılan bir şeyin imgesinin zihinde canlılığını bir süre daha sürdürmesiyle yakından ilgilidir. Prefrontal korteksleri alınmış maymunlar, bakıcıları yiyeceği gözlerinin önünde bir yere sakladıktan sonra bir süre kafeste tutulurlarsa, bırakıldıklarında yiyeceğin saklandığı yeri bulmakta güçlük çekerler.

Luria'nın tespit ettiği bir başka prefrontal işlev, olumsallıktır. Diyelim prefrontal hasarlı bir hasta kolları örtünün içinde, yatakta yatıyor, ondan kolunu kaldırmasını istiyoruz. Hasta kolunu kaldıramaz. Ama ondan kolunu örtünün dışına çıkarmasını istersen, bunu yapabilir. Sonra kolunu kaldırıp indirmesini istersen, bu hareketi doğru ve düzgün bir şekilde yapabilir.

Prefrontal sorunlarda motor şeridindeki gibi bir felç durumu yaşanmaz ve (premotor korteksin sorunlu olduğu hallerde müzik performansında olacağı gibi) modüler hareketleri birbirine bağlamakta zorluk çekilmez. Vücudu kaplayan yatak örtüsünün oluşturduğu engeli aşmaya çalışırken olduğu gibi, bütün hareket dizisini planlamada zorluk çekilir yalnızca. Olumsallık planlaması (ki bir eylem dizisini tam olarak ortaya serer) prefrontal korteksin rollerinden yalnızca biridir. En kötü haliyle, ciddi bir alın lobu hasarından sonra bu yeteneğin kaybedilmesi sonucu "direniş", yani aynı eylemi sürekli tekrar etme, yeni bir hareket örüntüsüne geçememe durumu ortaya çıkar.

Alın lobu, insan beyninde yönetim dairesine en yakın şeydir. Şakak lobu ve duvar lobuyla birçok çapraz bağlantısı, beyaz maddeye giden büyük boru hatları vardır. Bu üç lob o kadar geniş kapsamlıdır ki, üçü bir arada yönetim heyetine benzetilebilir.

"Rusların troykası gibi mi? Artkafa lobunu beyin korteksinin yönetim harici tek bölümü mü sayacağız peki?"

Tam isabet. Tek sorun da bu değil üstelik. Alın lobunun işlevlerini belirlemek çok güç olmuştur. Alın lobunda meydana gelen küçük nöbetleri nörologlar kolay kolay fark edemezler. Belirtiler o kadar muğlaktır ki, hastalar tıbbi kontrole ihtiyaç duymayabilirler. Kafa yaralanmaları çoğunlukla düzensiz belirtiler gösteren yaygın

hasarlara yol açar; bu hastalar çoğunlukla gelecekle ilgili iyi plan yapamazlar. Alın lobundaki tümörler genelde o kadar yavaş büyür ki, işlevsel sorunlar yaşlanmaya veya hafif bir zihinsel rahatsızlığa yorulur.

Bu konuda Wilder Penfield'in kız kardeşinin hikâyesi klasiktir. Penfield kız kardeşinin sağ alın lobunda yer alan büyükçe bir tümörü almış. Kız kardeşi, yılbaşı günlerinde mutfakta saatlerce hazırlık yapan ve beş çeşit yemeği aynı anda hazır olacak şekilde pişiren aşçılardanmış anlaşılan. Ama ameliyattan sonra bu yeteneğini kaybetmiş. Yeterince düzenli çalışamadığı için ailece yenilecek bir yemek bile canını sıkıyor, kafasını karıştırıyormuş.

"Gelecekle ilgili plan yapamıyormuş yani?"

Ya da yaptığı planı "zihninde" devamlı kılamıyor veya planın ilerleyişini göremiyormuş. Alın lobundaki kist veya tümörler nedeniyle alın lobundan epilepsi ameliyatı geçirmiş hastalarla ilgili yapılmış harika bir çalışma var. Nörologların yaptığı tek şey, hastalardan bir dizi şıklatmayı veya parmakla vuruşu saymalarını istemek olmuş. Bu hareketleri onlara saniyede bir gibi yavaş bir şekilde sunduklarında hastalar hareketleri iyi sayamamış, ama sunum hızı arttıkça daha iyi sayabilmişler. Sanılanın tam aksi bir durumdur bu. Saniyede birlik bir hız dikkat gerektirir, saniyede yedilik bir hızsa gerektirmez. Dikkat, sağ alın lobundan, motor şeridinde sol kolu temsil eden alanın hemen önündeki kısımdan yararlanır.

Şöyle de diyebiliriz, Penfield'in kız kardeşinin plan yapma yeteneği vardı, ama hangi alternatifin daha iyi olduğuna karar veremiyordu. Nörologlar, alın loblarının tabanını kaplayan büyük bir tümörü olan bir muhasebeciden bahseder. Tümörün alındığı ameliyattan altı yıl sonra adamın yüksek bir IQ'ya sahip olduğu ve birdizi nöropsikolojik testte epey başarı gösterdiği anlaşılmış. Ne var ki hayatını düzene koymakta büyük sorunlar yaşıyormuş; bir sürü işten atılmış, iflas etmiş, iki yılda iki kez evlenip boşanmış.

Genelde hangi diş macununu alması gerektiği veya ne giyeceğiyle ilgili basit, hızlı kararlar almaktan âcizmiş. Sayısız karşılaştırma ve karşıtlık arasında takılıp kalıyor, çoğunlukla hiçbir karar veremiyor veya tesadüfen bir karar veriyormuş. Görece basit kararları alması saatler sürebiliyormuş. Dışarıda yemeğe çıkacaksa, gidilmesi düşünülen her restoranın oturma planını, menüsünü, atmos-

ferini ve idaresini kafasında değerlendirmesi gerekiyormuş. Hatta hangisinin daha yoğun olduğuna bakmak için arabayla hepsini tek tek geziyor, yine de nerede yemek yiyeceğine bir türlü karar veremiyormuş.

"Zorlantılı birine benziyor. Ellerini tekrar tekrar yıkayan insanlar gibi. Zorlantılı düşünme."

Tümörünün tahrip edildiği bölge, yani her iki alın lobunun tabanı, takıntılı-zorlantılı (obsesif-kompülsif) insanların beyin görüntülemelerinde zaman zaman ışıldar, gerçi başka bir veri, bu kişilerin sorunlarının esasen bazal ganglionlardan kaynaklanabileceğine işaret ediyor.

"Takıntılar ile zorlantılar arasındaki fark nedir?"

Birinde düşünceler, diğerinde eylemler var; muhtemelen ikisi de aynı bozukluk, ama bu ikisini ayırma taraftarları birleştirme taraftarlarına üstün gelmiş. Yaygın takıntılar, kir, mikrop ve zehirli maddelere karşı aşırı kaygı duymak gibi sürekli tekrar eden, inatçı, mütecaviz ve anlamsız düşüncelerden oluşur. Biraz sonra korkunç şeyler olacağını düşünmek ya da simetri, düzen veya titizlik takıntısı da yaygın takıntılardandır.

Zorlantılar, kişinin aslında gerekli olmadığını bildiği tekrarlı, maksatlı davranışlardır: On dakika önce, hatta ondan da on dakika önce kapıyı kilitleyip kilitlemediğine baktığın halde tekrar kilidi kontrol etmek gibi. Bazen zorlantılar bir takıntıya karşılık ortaya çıkar, bazen kurallarla meşgul olmayla alakalıdırlar, tekrar tekrar dörde kadar saymak gibi. Yakınlarda daha küçük zorlantı belirtilerini de fark etmeye başladık; örneğin saçlarını sürekli tarayan hastalarda bu tip zorlantılar söz konusudur.

Neyse ki mevcut antidepresan ilaçlardan üçünün bu insanların çoğunda (hatta kendilerini sürekli yalayan evcil hayvanlarda bile) etkili olduğu ortaya çıktı. Bu etkili ilaçlar ile takıntılı-zorlantılı bozukluklarda etkili olmayan antidepresanlar arasındaki fark çok küçüktür, bazen bütün bir molekülde yalnızca bir atom farklıdır.

"Tam anlamıyla zorlantılı biriyle hiç karşılaşmadım. Muhasebecimizle hesapları ikide bir kontrol ettiği için dalga geçsek de bu kategoriye giriyora benzemiyor. Sayıların üzerinden üç kez geçmenin zorunlu olduğunu *biliyor*, çünkü ikinci veya üçüncü kez üzerinden geçerken çoğunlukla hata buluyor. Gereksiz bir durum yok burada."

Doğru. Zorlantılı hastalarsa yaptıklarının gereksiz olduğunu bilir; bunu kavrarlar. Takıntılı-zorlantılı hastalar az gibi görünür, ama bunun nedeni bu hastaların hastalıklarını gizlemesidir; çoğu münzevi bir hayat yaşar ve tıbbi yardım istemez. Bugün nüfusun yüksek bir yüzdesini oluşturuyor gibi görünüyorlar, epileptiklerden ve şizofrenlerden bile daha fazla. Etkili bir ilaç tedavisi olursa, çoğu münzevi hayatlarından çıkmaya cesaret edebilir belki.

Değişen bir çevreye uyum sağlamak günlük bir sorundur. Bireysel olarak değişen koşullara uyum sağlamamız gerekir, taksi bulamazsak otobüse binmek gibi. Alın lobunun, çeşitli olumsallıklar için strateji geliştirmede, kaydedilen ilerlemelerin gözlenmesinde ve gerektiğinde farklı bir stratejiye geçmede önemli rolleri vardır.

"Sol alın lobu mu, sağ mı, yoksa ikisi birden mi?"

İkisi birden. Uzun bir süre, herhangi bir hastalık belirtisi olabilmesi için her iki alın lobunun hasar görmesi gerektiğini düşünmüştük. Yalnızca bir alın lobundaki hasarın birtakım hassas nöropsikolojik testlerle tespit edilebildiğini biliyoruz artık. Bunlardan birinin adı Wisconsin kâğıt gruplama testi. Bu testte hastadan özel bir iskambil kâğıdı destesini iki gruba ayırması istenir.

"Bu testten bana da yaptılar. Kırmızı simgeli bütün kâğıtları sağdaki öbeğe, diğer renktekileri soldaki öbeğe koymak gerekiyordu."

Ama tabii hastanın bunu nöropsikologdan gelen tepkilerden çıkarması gerekir. Hastaya belli bir talimat verilmez, sadece kâğıtları iki grup halinde tasnif etmeye başlar, nöropsikolog da tasnifin kritere uygun yapılıp yapılmamasına bağlı olarak, her kâğıtta *evet* veya *hayır* der; yani senin verdiğin örnekte, hasta kırmızı simgeli bir kâğıdı sağdaki öbeğe koyuyorsa *evet* der. Hastalar kısa bir süre içinde kriteri anlar ve çok geçmeden her kâğıt hareketinde *evet* cevabını alırlar. Ama işin zor kısmı bu değildir.

Destenin bir yerinde nöropsikolog haber vermeden kriteri değiştirir. Şimdi, diyelim sağ öbeğe rengi ne olursa olsun üç simgeli kâğıt konduğunda *evet* cevabı gelecektir. Nöropsikolog kriterin değiştiğini söylemediği için, hastanın sahip olduğu tek ipucu *hayır*'dır. Arka arkaya duyar bunu. Normal biri kuralların değiştiğini kısa zaman içinde anlar ve başka bir tasnif örüntüsü dener, sonunda bir dizi *evet* cevabından sonra yeni kriteri keşfeder.

"Demek olan biten bundan ibaretti. Aslında eğlenceliydi. Ama belki de doktor sinyali değiştirir değiştirmez hemen anladığım için bana eğlenceli gelmiştir."

Tek bir alın lobunda hasar olan hasta ilk tasnif stratejisini kavrar ve arka arkaya *evet* cevabını alır. Ama strateji değiştiğinde kâğıtları aynı şekilde tasnif etmeye devam eder, yani *hayır* cevabını almasına rağmen sağa kırmızıları koymaya devam eder. Davranışlarını yeni oyuna uyduramıyor gibidir. Luria'nın hastalarının yaşadığı sorundur bu; yani davranışını olumsallıklara uyarlayamama sorunu.

"O zaman ben testi geçtim herhalde."

Daha büyük hasarlarda soyutlama yeteneği yok olur. Nörologlar hasarın büyüklüğünü genellikle hastalara deyişler sorarak test ederler: "'Camdan evin varsa sağa sola taş atma' ne demektir?" Alın lobu hasarından sonra hasta deyişi kendi kelimeleriyle söyleyebilir. Daha büyük bir hasar söz konusuysa, hasta deyişi sadece tekrarlar; somut düşünme adı verilen şeyin bir örneğidir bu. Alın lobunun işlevi daha da kötüleşirse, hasta eylemleri sürekli tekrar eder. Buna takıntılı tekrar diyoruz. Sonunda hasta akinetik bir hareketsizlik içine girer, uyanık halde oturduğu yerde oturur, hiçbir şey yapmaz veya konuşmaz.

"Bir süre önce bahsettiğin şu seçici dikkat devrelerinde biraz sorun var gibi görünüyor."

Alın lobunun uyumsal davranıştaki rolünün seçici dikkat mekanizmalarıyla bağlantılı olduğu kesin. Alın korteksi ile talamus arasındaki karşılıklı etkileşim, kişinin şimdiki durum ve planlarıyla ilgili duyumlar arasında seçim yapar. Talamusun faaliyeti, belli duyu ipuçlarının bellekte saklanma ve "bilinçli deneyim"in bir parçası olma imkânını artırır. Alın lobu hasarından sonra alın lobu ile talamus arasındaki bu bağlantıda yaşanan bozukluk, kişinin çevresine ilgisinin yok olmasına yol açar. Alın lobunun iç ve alt yüzeyi bu bağlantıda özellikle önemli gibi görünüyor; buraların geniş çaplı hasar görmesi büyük ihtimalle akinetik hareketsizlik durumuna neden olur.

"Depresyona benzettim bunu. Ama ben depresif bir ruh hali içinde olduğumda hissettiğim şey ilgisizlik değil, kara bir boşluk, kontrol edemediğim gerçek bir duygusal değişim. Bunu yapan alın

Bir PET araştırması, depresyon esnasında alın loblarında, özellikle de soldakinde metabolik faaliyetin azaldığını gösterir, ama bunun neden mi yoksa sonuç mu olduğu bilinmiyor. Alın lobu hasarlı hastalarda ayrıca duygusal tepkisellikte de azalma görülür. George, her iki alın lobunun iç taraflarına baskı yapan kocaman bir tümörü olan Tom adlı bir hastanın hikâyesini anlatır. Tom, eski faaliyetleriyle çevresine ilgisini kaybetmesinin ve somut düşünme ve takıntılı tekrar belirtileri göstermesinin yanı sıra duygusal tepkiselliğinin büyük bir kısmını da yitirmiş. Davranışlarının çevresini veya etrafındaki insanları nasıl etkilediğine aldırış etmiyormuş. George ona tümörden bahsedip büyük bir ameliyat geçireceğini söyleyince de pek bir duygusal tepki göstermemiş. Neyse ki George'un söylediğine göre ameliyatı iyi geçmiş, tümörü tamamen alınmış. Tom tekrar eski haline dönmüş, duygusal tepkiler de gösteriyormuş.

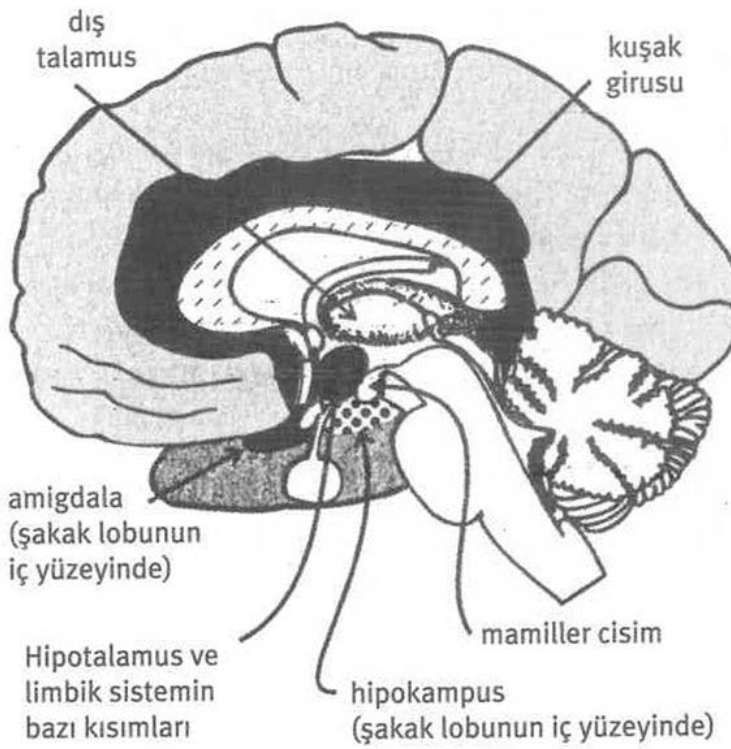
"Peki sosyopatlar için ne denebilir? Başkalarını nasıl rahatsız ettiklerine pek aldırmadıkları kesin."

Evet, on dokuzuncu yüzyılda "ahlaki delilik" denen şey bu. Bugün antisosyal kişilik bozukluğu gösteren insanlar olarak adlandırılıyorlar; ama sosyopat kişilik ile psikopat kişilik de hâlâ yaygın olarak kullanılan isimler. Erkeklerin yaklaşık yüzde 3 ila 5'i, kadınlarınsa yüzde 1'i bu dertten mustarip – tabii bu tür davranışların gençlikte olduğu kadar yetişkinlikte de görülmesi koşuluyla.

Bu insanların bazılarının, rahatsız edici resimlere normal insanların verdikleri özerk tepkiler gibi tepkiler vermediklerine dair raporlar var. Hasarın duygusal tepkiselliğin değişmesine yol açtığı beyin alanları aynı zamanda iç organların işlevleriyle de (kalbin atış düzeni, kan basıncı, solunum, sindirim ve çeşitli hormon seviyeleri) alakalı. George'un dediği gibi, duygular ile midedeki o tuhaf çırpıntı arasında gerçekten de bir ilişki var.

"İç organlardaki hareketlenmeden mi bahsediyorsun?"

Evet. Bunun beynin neresinden geliyor olabileceğini bile biliyoruz; bu önemli bir bilgi, çünkü söz konusu bölgenin psikosomatik hastalıkların yeri olduğu anlamına da geliyor aynı zamanda. Duygular ile iç organların işlevi arasındaki bağlantı beyinde çeşitli katmanlarda mevcuttur; bu durum duygusal yönden en hassas bölümleri tanımlamada bir temel sağlar. Ama alın lobundaki duygularla ve iç organların işleviyle ilgili yerlerin çakışması, daha gelişmiş bi-



lişsel süreçlerle (anksiyete, endişe ve kedere yol açan bütün o *acaba* senaryolarını yaratan süreçlerle) bağlantılı olduğu için özellikle bilgi vadeder.

İç organların işlevinin idaresi iki sisteme bağlıdır. Biri sempatik sinir sistemi olarak adlandırılır. Bu sistem kalp atışını hızlandırıp kan basıncını artırarak ve saçları diken diken ederek (ayrıca sindirim faaliyetini azaltarak, zira buraya harcanacak kan akışına başka yerde ihtiyaç vardır) vücudu ya savaş ya sıvış durumuna hazırlar. Parasempatik sinir sistemi tersini yapar, vücudu daha istemdışı faaliyetlere hazırlar.

Bu iki sistemin yönetim daireleri, beynin talamusun hemen altında, hipofiz bezinin hemen üstündeki parçası olan hipotalamustadır. Hipotalamus, iç organlarının işlevlerini düzenleyen gerçek bir yönetim dairesidir; bu işi yalnızca sempatik ve parasempatik yollarla yapmaz, hormonları düzenleyerek, hipofiz bezi faaliyetini denetleyerek de yapar.

Deney hayvanlarında hipotalamusa zarar verilmesi, bu hayvanların iç organlarının işlevsel düzenini bozmakla kalmaz, duygusal tepkiselliklerini de değişikliğe uğratır. Hipotalamusun dış bölümün-

den küçük bir alan hasara uğratılınca kediler, daha önce gayet yumuşak huyluyken birden her türlü temasa öfkeyle karşılık verir hale gelirler. Hipotalamusun iç bölümünde, dış bölümdeki bu yerin hizasından birkaç milimetre ilerisi hasar gören kediler ise öfke belirtisi göstermezler. Uysallaşıp şişmanlarlar.

Hipotalamusun farklı yerlerinde tümör veya küçük inmeleri olup da aynı belirtileri gösteren çok az hasta vardır. Hipotalamus, elektrik uyarısının gayet haz verici duygulara yol açtığı önemli bir yerdir aynı zamanda. Yiyecek, su ve seks seçeneği ve basılınca bu seçeneklerden birine kapı açan bir kol verildiğinde, hipotalamusu elektrikle uyarılan hayvanların bitkin düşünceye kadar cinsel uyarı koluna bastıkları görülmüş.

"Yani zayıf ve hırçın veya şişman ve mutlu biri olman nasıl bir hipotalamusa sahip olduğuna bağlı olabilir. Eşcinsellerin beyninde farklı olduğu söylenen şey de bu değil mi?"

Hipotalamustaki sinir hücresi kümelerinden birinin, AH3 adıyla bilinen hücre kümesinin büyüklüğünün farklı olduğuna dair bir rapor var. Bu raporda, erkek eşcinsellerde bu hücre kümelerinin büyüklüğünün normal kadınlardaki kadar (en azından bu bölgede) olduğu belirtiliyor. Hipotalamusta da farklılıklar olması şaşırtıcı olmayacaktır, zira hipotalamus çeşitli cinsiyet hormonlarının seviyelerinin düzenlenmesinde ömür boyu önemli bir rol oynar. Ama bunun neden mi (herkes öyle olduğunu düşünüyor) yoksa sonuç mu olduğunu hiç kimse bilmiyor. Kullanılmayan organın zayıflamasının bir sonucu da olabilir.

"Hipotalamusun işlevindeki farklılıkların insanın duygularını nasıl değiştirebileceğini anlayabiliyorum," dedi Neil. "Ama duygular konusunda korteks asıl patron değil midir?"

Daha entegre duygusal davranışların patronu olduğunu söyleyebiliriz; hipotalamik davranışlar ise son derece ham ve kabadır. Hipotalamus seviyesinde, öfke ve haz duyguları çevredeki uyaranlar tarafından çok az değişikliğe uğratılır. Çevre ile duygular arasındaki bu etkileşimin korteks düzeyinde gerçekleştiği anlaşılıyor.

Alın ve şakak loblarının iç yüzleri, gerek duygusal ifadenin gerekse iç organların işlevlerinin hasar veya elektrik uyaranı etkisiyle değişikliğe uğratılabildiği ana alanlardır. Bu alanların hipotalamusla bağlantıları vardır; bir arada bunlara limbik sistem adı veri-

lir. Bir hayvanın şakak lobunun limbik sistemdeki sağ ve sol kısmının büyük hasar görmesi, o hayvanın her çevresel uyarana karşı öfkeyle karşılık vermesine neden olur. Aynı şey, her iki şakak lobunun limbik sistemdeki kısımları hasara uğramış hastalarda da görülür. Limbik sistemin alın lobu kısmının hasar görmesi, uysallığa ve kayıtsızlığa (George'un hastası Tom'da olduğu gibi) neden olur.

"Duygusal açıdan gerçek ben hipotalamus ile limbik kortekste öyleyse?"

Dahası var. Geniş korteks alanları limbik sistemle etkileşim içindedir. Duygusal karakter ile onun sonucu olan düşüncenin karışımı kişiliğimizi oluşturur. Sağ şakak lobu, yüzlerin duygu renklerini ayırt eder; duygular ise daha çok yüzün sol tarafında ifade edilir. Kahkaha atma ve gülümseme fonksiyonları, diğer sıralı yüz hareketlerinden farklı olarak, sol beyinden ziyade sağ beyne bir şey olduğunda bozulur. Bir de şakak lobu hasarları bir kişinin kişiliğinin değişmesine neden olabilir.

"Nasıl?"

Cumartesi sabahı vizitelerimden birinde kafası yaralanmış bir adamla karşılaştım. Hemşireler kapısına üzerinde elyazısıyla "Bu hastaya kibrit vermeyin!" yazılı bir kâğıt asmışlardı. Odasında kibrit yakıp etrafa atıyor, kendi kendine eğleniyormuş. Üstünde uyuşukluk falan yoktu. Hastanede olmak istemiyordu. Çok canlıydı, doktorlara saldırgan davranıyor, hemşirelerle dalga geçiyor, genelde limana yeni inmiş, eğlence arayan bir denizci gibi davranıyordu. Yürüyebilseydi (bir bacağı da yaralanmıştı, yürüyemiyordu) eminim kabadayı gibi yaylana yaylana yürürdü.

Sonraki cumartesi şakak lobu hasarlı başka bir hasta vardı. Adam uysaldı, hastane personeliyle ilişkilerinde çok çekingen davranıyordu, genelde birisiyle konuşurken gözlerini kaçırıyordu; önceki hafta gördüğüm hastadan çok farklıydı. Daha sonra holde hastane personeliyle onun hakkında konuşana kadar bu hastanın geçen haftaki aynı hasta olduğunu anlayamadım.

"Gerçek kişiliği hangisiydi?"

İkincisi. Karşısında o eğlence düşkünü denizciyi görünce ailesi çok şaşırmıştı. Beyin cerrahları için ise bu durum, beyin şişmesi nedeniyle şakak lobunun limbik devrelerinin hasar görmüş olabileceğine dair bir uyarıydı. Beyni birazcık küçültmek için bir şeyler

yapılaları gerektiğini anlamışlardı. Bir şeyler yapmak da genelde, beynin hasar görmemiş bölgelerindeki sıvı miktarını azaltmak için hastaya idrar söktürücü ilaç vermek anlamına gelir. Bu bazen insana zaman kazandırır.

"İyi ki hastaneden gitmemiş. Kim bilir başına neler gelirdi."

Komaya girerdi büyük ihtimalle. Ve daha ciddi bir beyin hasarı oluşurdu. Bana öyle geliyor ki şef asistan, hastadaki bu küçük bacak yarasına gayet büyük bir alçı gerektiğine karar vermiş bir şekilde. Gemiyi demirlemek için. İkinci vizitemde alçısı yoktu. Bacağında sargı bile görmemiştim.

Şakak lobu işlevindeki bazı değişiklikler daha kalıcı olabilir. Sağ şakak lobu odaklı hastaların duygusal açıdan daha hassas, cinsel arzuları yüksek, ayrıntılara takılan ve kendilerini çaresiz hisseden insanlar oldukları söylenir. Bu hastalar kusurlarını hafifser, yeteneklerini abartırlar.

"İmaj cilacıları," dedi Neil. "Sol şakak lobu epileptiklerinin kişilik özelliklerini dinlemeye kalbim dayanmayacak. Ama sen gene de söyle."

Sol şakak lobu epileptiklerinin (genellikle – her zaman değil) kişiliklerinin biraz farklı olduğu söylenir; en azından bazı araştırmalar öyle söylüyor. Bu hastalar çoğunlukla ahlakçı, dinci, katı, kendine hâkim, kendini sürekli eleştiren bir kişiliğe sahip olurlar, çoğunlukla olayların kişisel anlamına vurgu yaparlar ve bu kişisel anlamları en ince ayrıntısına kadar yazarlar. Dostoyevski ile Rasputin'in sol şakak lobu kişiliğine sahip olduğu düşünülüyor.

"Bu sol şakak lobu epileptik kişiliği bana yarı yarıya uyuyor," dedi Neil. "Çoğu genelleme de insana ancak bu kadar uyar herhalde. Kendine hâkim kısmı uyuyor, ama kendini sürekli eleştiren kısmı biraz şüpheli. Karım buna hayatta inanmaz."

Bu durum doktorların birbirine anlattığı "Bu vakayı yüz metreden görsem tanırım" hikâyelerine bir malzeme daha sağlıyor. George sol şakak lobu odaklı epilepsi teşhisini, hastayı daha ilk kez, elinde bütün hastalık belirtilerinin yer aldığı kalın defterle yaklaşırken görür görmez koyabileceğini söylüyor.

Onuncu Bölüm

İnsanın Düşünce ve Ruh Halinde Aksaklıklar Görülmeye Başladığında

Melankoliklerin çok az enerjiye sahip olsalar da enerjilerini iyi kullandıkları tarih boyunca bilinen bir gerçektir; odaklandıkları alan üzerinde çok çalışırlar, büyük işler gerçekleştirirler ve başarılarından pek zevk almazlar. İnsan ırkı içgörüsünü ve yaratıcı başarısını [melankoliklerin] hoşnutsuzluğuna, suçluluk duygusuna ve eleştirel gözüne borçludur.

Psikiyatrist PETER D. KRAMER, 1993

Bir anlamda depresyon dünyayı koyu renkli bir camın ardından görmektir. Mani ise bir prizma veya kaleidoskop aracılığıyla görülen parçalı bir görüntü örüntüsüdür: Çoğunlukla pırıl pırıl bir görüntüdür bu, ama genellikle parçalıdır. Depresyon sorgular, düşünür ve tereddüt ederken, mani tereddütsüz ve kendinden emin bir şekilde cevap verir. Kendini dar kapsamlı düşüncelere kapadıktan sonra geniş düşüncelere açılmak, itaatkâr davranırken şiddetli tepkiler vermeye başlamak, kasvetli bir ruh halinden coşkulu ruh hallerine geçmek, bir süre ilişkilerden uzak dururken, sonra insanlarla ilişki kurmak, soğuk davranışlar sergilerken ateşli davranmaya başlamak (ve bu tür karşıt deneyimlere hızlı ve sık sık geçiş yapmak) acı verici ve kafa bulandırıcı olabilir. Böyle bir kaosla karşı karşıya kalan, onu sonunda iradeleri doğrultusunda değiştirebilen veya şekillendirebilen insanlar, karşıtlar arasındaki bu geçişleri rahatça gerçekleştirebilecek sanatsal bir ustalığa erişirler, belirsizlikler ve hayatın uç noktaları karşısında son derece rahattırlar ve karşıt olsun olmasın dünyada bir arada bulunan güçlere yönelik sezgisel bir farkındalık geliştirirler. Temel ve ritmik bir parçalanmışlık halindeki bu zıt deneyimleri dokuyup birleştirmek, hem sanatsal hem de manik depresif deneyim için son derece önemlidir.

Psikolog KAY REDFIELD JAMISON, 1993

Gördüğüne ve duyduğuna güvenmek, diğer insanların güvenirliğini muhakeme etmekten ibaret değildir. Bazı hastalarda "Böyle bir şey gerçekten oldu mu?" sorusu doğrudan duyunun kendisine atıfta bulunur; bu şey gerçek miydi yoksa hayal ürünü müydü? Neil'in halüsinasyonlarını, onunla yaptığımız, "Kek mi güzeldir çörek mi? Sütlü kahve mi güzeldir kapuçino mu?" gibi önemli bir tartışmadan hemen sonra gündeme getirmek istemezdim, ama Neil bazen nöbetlerinden önce duyduğu o yanık lastik kokusunu tekrar hatırlatınca, bu konuya girmiş olduk.

"Tabii benden başka kimse duymuyor o kokuyu. Halüsinasyonlar her zaman şizofreni veya şakak lobu epilepsisinin işareti midir? Halüsinasyonların şizofreniyi tanımladığını düşünmüşümdür hep, daha doğrusu nöroloğum bu konuda beni aydınlatana kadar öyle düşünürdüm, bu da beni biraz endişelendirirdi."

Travma sonrası stres bozukluğunda ortaya çıkan tabloya baktığımızda, halüsinasyonların ille de ciddi bir zihin hastalığının belirtisi olmadığını görürüz. Çok sayıda insan ara sıra halüsinasyon görmüştür; köpeğinin veya yakın bir akrabasının ölümünden sonra mesela. Stres bozuklukları şaşırtıcı derecede yaygındır, sevilen insan ve evcil hayvanların ölümünün, araba kazalarının, hırsızlıkların, boşanmaların vs. ardından ortaya çıkar.

San Franciscolu psikiyatrist Mardi Horowitz, hayatının en hızlı teşhisini ve terapi seansını anlatır; hepsi toplam beş dakika sürmüş. Yıllardır arka bahçesindeki çitin üzerinden yaşlı komşusuyla sohbet edermiş. Genelde bu adamın kalça kemiği ameliyatı, prostat sorunu veya katarakt ameliyatından konuşurlarmış. Ama bir gün adam tüfeğinden bahsetmiş.

Bu hiç de alışıldık bir durum olmadığı için psikiyatrist nazikçe, "İntihar düşünceleri mi geçiyor kafandan?" diye sormuş.

Adam bütün o sağlık sorunlarını kabul edebileceğini, ama beyninin elden gitmesine göz yummayacağını söylemiş.

Psikiyatrist, ne tür sorunlar yaşıyorsun, diye sormuş.

Halüsinasyonlar görüyormuş. Köpeğini (üç ay önce yaşlılıktan ölmüş) sürekli şöyle bir görüyor, bazen havladığını duyuyormuş.

Psikiyatrist, eminim bunları genellikle köpeğin beslenme saatlerinde yaşıyorsundur demiş.

Haklısın, demiş adam.

Psikiyatrist, yas tutan insanların çoğunlukla halüsinasyon gördüğünü söylemiş. [*Hayalet* sözcüğü lügatimize bu yüzden girdi herhalde, çok kişi bu deneyimi yaşadığı için.]

Yaşlı adam psikiyatristin kendisiyle dalga geçtiğini düşünmüş. Bunun üzerine psikiyatrist ona, bu söylediklerimi bir kitapta yazılı olarak görürsen dediklerime inanır mısın, diye sormuş. Olabilir, demiş yaşlı adam. Psikiyatrist evine gidip bir ders kitabı almış ve ilgili bölümün bulunduğu sayfayı yaşlı adama göstermiş.

Yaşlı adam o sayfayı okuduktan sonra, "Ama burada halüsinasyonu görülenler *insanlar*, ölmüş eşler, kocalar, çocuklar, bense bir *köpeğin* sesini duyuyorum," demiş.

Psikiyatrist, "Ama o köpek sana birçok insandan daha fazla şey ifade ediyordu, öyle değil mi?" demiş ve yaşlı adama yeni bir köpek almasını önermiş. Yaşlı adam yeni bir köpek almış ve bu hikâye mutlu sona ermiş.

"Benim hikâyemin de böyle 'mutlu sonla' bitmesini temenni ederim," dedi Neil, alaylı bir ses tonu ve ciddi bir suratla.

Sonra sözlerine kaldığı yerden devam etti: "Bana anlattıklarından halüsinasyonların ille de 'organik' bir psikiyatrik hastalık anlamına gelmeyeceği sonucunu çıkarıyorum. Yani halüsinasyonlar bir beyin sorunundan ziyade zihinsel bir sorun olabilir mi? Eğer öyleyse, o zaman hangi psikiyatrik bozukluklar beyindeki sorunlardan kaynaklanıyor?"

Öhöm. Psikiyatrik sorunların hepsi beyinden kaynaklanan sorunlar. Psikiyatristler bu kartezyen ikilikten kaçınmak için artık sınıflandırma yöntemlerini değiştiriyor. *Organik*, psikiyatrik belirtilere neden olan görünür hasarlar için kullanılıyor; kafa yaralanmaları, inmeler ve tümörler gibi.

Ama beynin dışındaki bir şeye tepki olarak gelişmiş, kolayca görülebilen bir hasar olmak zorunda değil bu. Bazen fokal dejenerasyon görülür; Maurice Ravel'in hayatının son dört yılında beste yapamamasının, sol duvar lobunun alt kısmının korteksinin dejenerasyonundan dolayı olduğu düşünülüyor. Dejenerasyona dünyanın en yaygın organik bozukluğu olan Alzheimer demansı da dahil el-

bette. Yalnızca ABD'de beynin yaygın dejenerasyonuna bağlı dört milyon demans vakası var.

"Beyin çürümesi mi bu gerçekten?" diye sordu Neil.

Beynin tamamının değil, önemli kısımlarının çürümesi. Alzheimer hastalığı nöronların, çoğunlukla da şakak lobunun iç kısmının korteksindeki (hipokampusun korteksindeki mesela) nöronların bozulup öldüğü bir hastalık durumu. Bunun sonucunda önce yakın geçmişe ait bellek kaybı görülür, ama daha sonra, dejenerasyon beynin diğer devrelerine yayıldıkça başka işlev kayıpları da bunu izler. Bu hastalar çok eski anılarını kaybetmelerinin yanı sıra yeni anı da depolayamazlar. Yavaş yavaş sözdağarları ile becerilerini de kaybederler; bıçağı tanıyamaz ve ne işe yaradığını bilemezler. Alzheimer'daki dejenerasyonun nedeni bilinmese de, amiloid adındaki anormal bir proteinin, yaşlılık plağı adı verilen karakteristik bir örüntü halinde birikmesiyle ilişkilendirilir.

Uyuşturucu madde kullanımı da beyin hasarına yol açar; örneğin sokakta satılan MPTP uyuşturucusu kullanan gençlerde ani başlayan ve süreklilik arz eden Parkinson hastalığı görülür. Adolf Hitler yıllarca psikolojik uyarıcılar kullanmış. Bazı psikiyatristler, organik bir sanrı sendromunun Hitler'de büyüklük sanrısı ile zulüm sanrısına yol açmış olabileceğini düşünüyor. Bazen aşırı amfetamin kullanımı sona erdikten çok sonra bile sanrılar devam edebilir.

"Kundakçılığın organik bir nedeni olup olmadığını hep merak etmişimdir," dedi Neil. "Profesyonel kundakçılardan bahsetmiyorum, yangın çıkarmaktan heyecan duyanlardan bahsediyorum."

Seri kundakçılar şaşırtıcı derecede iyi tanımlanmış insan gruplarındandır ve evet, davranışlarının organik bir temele dayanıyor olabileceğine dair bazı veriler mevcuttur. Pek kimse bilmez, ama kundakçılar psikotik değildir, yani sanrı ve halüsinasyonları yoktur. Hemen hepsi erkek ve alkoliktir. Serotonin ve kan şekeriyle alakalı genel bir rahatsızlıkları var gibi görünüyor. Kanlarındaki glikoz seviyesi hızla yükselip beyinlerindeki serotonin seviyesi değiştiğinde genellikle zıvanadan çıkarlar. Bu durumdayken heyecan arar ve ortalığı ateşe verirler.

"Mani gibi."

Yok, manisi olan insanların gösterdiği diğer belirtilerin çoğunu göstermezler. Ama itki sonucu ortalığı kundaklayanların sendro-

muyla itki sonucu birilerini öldürmeye teşebbüs edenlerin sendromu birbirine uyar.

"İtki sonucu derken neyi kastediyorsun? Ortada görünür bir kasıt olmadığını mı?"

Polisin saldırganın kurbanı tanımadığını ve kurbanın bu saldırıyı kışkırtacak herhangi bir şey yapmadığını, ayrıca olayda herhangi bir hırsızlık amacı da saptamadığını söylediği durumu kastediyorum. Bu insanların kendilerine şiddet uygulama riski vardır, çoğu intihar teşebbüsüyle hastanede yatmıştır. Hapishanede olduklarında (yani alkolün genelde bulunmadığı bir ortamda) şiddet gösterisinde bulunmazlar veya etrafı ateşe vermezler.

Cani veya kundakçı, nasıl adlandırırsan adlandır, bu insanlar bizim genel sınıflandırmalarımıza uymazlar; bütün o intihar teşebbüslerine rağmen çok azı genel ciddi depresyon teşhis kriterine uyar mesela. Serotonin gibi çim sulama sistemi tarzı yayılan nörotransmitterlerin bazılarını içeren metabolik bir bozukluğun sonucu da olabilir pekâlâ.

"Şimdi bu bir düşünce bozukluğu mu? Ruh hali bozukluğu mu? Şaşırdım."

Bu konuda yalnız değilsin; bu kişileri sınıflandırmak kolay değildir. Mani ve depresyon gibi ruh hali bozuklukları, uygunsuz duygusal tepkilerle alakalıdır. Düşünce bozuklukları ise uygunsuz düşüncelerle alakalıdır. Şizofreni, sanrı ve daha önemsiz bazı bozukluklar düşünce bozukluklarını oluşturur; ama biraz mani üzerinde duralım şimdi.

Manide aşırı heyecan ve birçok itkisel davranış görülür, ama maninin hafif olduğu zamanlarda bu insanlar çok enerjik olabilir ve birçok iş bitirirler. Yine de bu hafif durumlarda bile aşırı cinsellik, uygunsuz zamanlarda kahkaha atmak ve uygunsuz espriler yapmak, eğlence düşkünlüğü ve şuursuzca araba kullanmak gibi nedenlerle başları belaya girer. Mani arttıkça düzenleri bozulur, hatta iyi karar veremez olurlar. Konuşmaları gerginleşir ve kendilerine sorulan sorulara uzun cevaplar verebilirler. Bazen konuştukları kişiler odadan çıkıp gittiğinde bile konuşmaya devam ettikleri olur. Virginia Woolf manik olduğu zaman, neredeyse hiç ara vermeden iki-üç gün konuşurmuş. İlk gün söylediği şeyler anlamlı olurmuş, ama üçüncü gün söylediği şeyler tamamen saçma sapan şeyler olur-

muş. Lityum tuzları mani tedavisinde kullanılmaya başlamadan önceki dönemlerdeydi bu; şizofreni ile mani, özellikle ABD'de birbirine karıştırılırdı, lityum tedavisinden sonra ise iki hasta popülasyonu daha iyi tanımlanmaya başladı.

Manideki öfori ve zaman zaman sirayet edici neşe hali kafa karıştırıcıdır, ama psikiyatristler manik öfori ile gerçek "iyi ruh hali"ni, bu ruh haline hiç uymayan kötü kararlar verme ve kendini dev aynasında görme gibi patolojik olduğu aşikâr birtakım belirtilere bakarak ayırt edebilirler genellikle.

Maniyi genellikle depresyon takip eder, böylece iki kutuplu bozukluk oluşur. Maninin depresyonla ilişkisi ilk 1800 yıl önce fark edilmiştir. İki kutuplu bozukluğu olan hastalar sürekli anormallik göstermezler, manik ve depresif evreler arasındaki dönemlerde gayet işlevsel olabilir, hatta birçok işin üstesinden gelebilirler. Ama manik depresif hastalıkta alkolizm ve uyuşturucu kullanımı çok fazla görülür.

Depresyon genellikle kendi kendine ortaya çıkar. Depresif insanlar kötü (veya çok fazla) uyurlar ve kendilerini bitkin hissederler. Günlük faaliyetlerden pek az haz alırlar, konsantrasyon güçlüğü çekerler, kendilerini değersiz veya suçlu hissedebilirler. İnsanın sevdiği birinin ölümünün ardından depresyona girmesi makuldür, ama Seattle'da yağmurlu bir ayın ardından gelen ilk güneşli güne tepki olarak depresyon yaşaması makul değildir.

Depresyon çok derin olabilir, hastayı bir şeyler yapmaktan alıkoyar ve intihar riski taşır. Zihinsel bir bozukluğu olmayan insanlarda hayat boyu intihar teşebbüsü oranı yüzde 1'dir. Depresiflerde bu oran yüzde 18, manik depresiflerde ise yüzde 24'tür. Bütün intiharların yüzde 70 ila 90'ını ruh hali bozukluğu olan insanlar oluşturuyor gibi görünüyor.

"Depresyon, melankoli denilen şey mi?"

2500 yıl önce Hipokrat koymuş bu ismi. Aristoteles de "felsefe, siyaset, şiir ve sanatta öne çıkan kişilerin melankolik eğilimli" olduklarını düşünüyordu. Ama ruh hali bozukluklarının izi 10.000 yıl öncesine, Eski Ahit'in Samuel bölümünde geçen Kral Saul'a kadar sürülebilir. Saul ciddi depresyon, suçluluk ve yetersizlik duygusu yaşadığı dönemler geçirir. Daha sonra psikotik olur ve oğlu Yonatan ile Davut'u, Calut'un düşmanı Davut'u öldürmeye teşebbüs eder.

"Hamlet?"

Daha bir sürü örnek var (Aziz Augustinus, John Keats, William James, Lev Tolstoy, Ernest Hemingway, Sylvia Plath, John Berryman, Ann Sexton, Winston Churchill), bu örneklerin arasında çok az siyasetçi var aslında. Ruh hali bozukluğu ve intihar oranı en yüksek olan kişiler şairler gibi görünüyor. Akademik çalışmalarına İngiliz Dili ve Edebiyatı bölümünde başlayan psikiyatrist Nancy Andreasen, şizofreni için oluşturulan modern kriterlerden yararlanarak yaratıcı yazarlar üzerine bir araştırma yapmış. Araştırmasında, yazarlarda sanıldığından üç kat fazla ruh hali bozukluğu bulunduğu, hiçbirinin şizofren olmadığı ortaya çıkmış. Bu yazarların ebeveynleri ile kardeşlerinde de ruh hali bozukluğu varmış. Başka araştırmalarda sanatçı, şair ve yazarlarda ciddi depresyon görülme oranının genel nüfusa göre sekiz ila on kat, manik depresif hastalıklar ile bu hastalıkların daha hafif olanlarının görülme oranının da on ila kırk kat fazla olduğu ortaya çıkmış. Yani Aristoteles haklıydı belki de.

"Peki depresif kadınların sayısı depresif erkeklerin sayısından fazla mı gerçekten?"

Yaklaşık iki katı kadar, ama yalnızca depresyon için geçerli bu. Manik depresif hastalığına yakalanma ihtimali ise erkek ve kadında eşittir.

Ruh hali bozukluğu ile şizofreni görece daha yaygın. Nüfusun yaklaşık yüzde 4'ü herhangi bir zamanda, yaklaşık yüzde 10 ila 20'si ise hayatlarının belli bir döneminde depresyon geçirir. Şizofreninin nüfus içinde hayat boyu görülme sıklığı yüzde 1 ila 2'dir. Şizofrenlerin yaklaşık yüzde onu hayatlarının bir döneminde hastanede yatmıştır, geri kalanının çoğu işsizdir; yani şizofreni pahalı bir hastalıktır, ABD'de yılda 73 milyar dolar maliyeti vardır.

Gerek şizofrenide gerekse ruh hali bozukluğunda kalıtımın rolü büyüktür. Çevresel etkiler ile biyolojik etkileri ayrı ayrı araştırmanın en temel yollarından biri, bu araştırmayı doğumdan sonra evlat edinilen ve ayrı evlerde büyüyen ikizler üzerinde yapmaktır. Tek yumurta ikizlerinden biri şizofrense, diğerinin de şizofren olma ihtimali yaklaşık yüzde 50'dir. Çift yumurta ikizlerinde bu oran kardeşler arasındaki oran kadardır, yani yaklaşık altıda bir. Evlat edin-

miş olan anne babaların şizofrenisinin çocuklar üzerinde çok az etkisi vardır. Ruh hali bozukluğunda da benzer, ama o kadar güçlü olmayan veriler elde edilmiştir.

Gelgelelim, bu rahatsızlıklarda yalnızca genetik yatkınlık rol oynamıyor gibi görünüyor. Tek yumurta ikizleri aynı genetik yapıya sahip olmasına rağmen, ikizlerin yaklaşık yarısı hastalığa yakalanmaz. Yani, çevre, yetiştirilme sırasında yaşanan kazalar ve virüslere maruz kalmak, genetik yatkınlığa sahip olmak ile hastalığa gerçekten yakalanmak arasındaki farkı yaratır.

Bu hastalıklarda bazı çevresel etkenlerin önemi özellikle ruh hali bozukluğu olanlarda kendini açıkça belli eder, çünkü 1940'lardan sonra bir şeyler değişmiş gibi görünüyor. 1940'tan sonra doğanlardan manik depresif olanların çoğu bu hastalığa 30 yaşında yakalanmıştır. 1940'tan önce doğmuş olanlarda ise bu hastalık çok daha geç yaşlarda gelişmiştir. Ayrıca 1940'tan sonra doğmuş olup da ruh hali bozukluğu olan hastaların akrabalarının aynı rahatsızlığa yakalanma oranı, bu tarihten önce doğmuş olan hastaların akrabalarından daha fazladır.

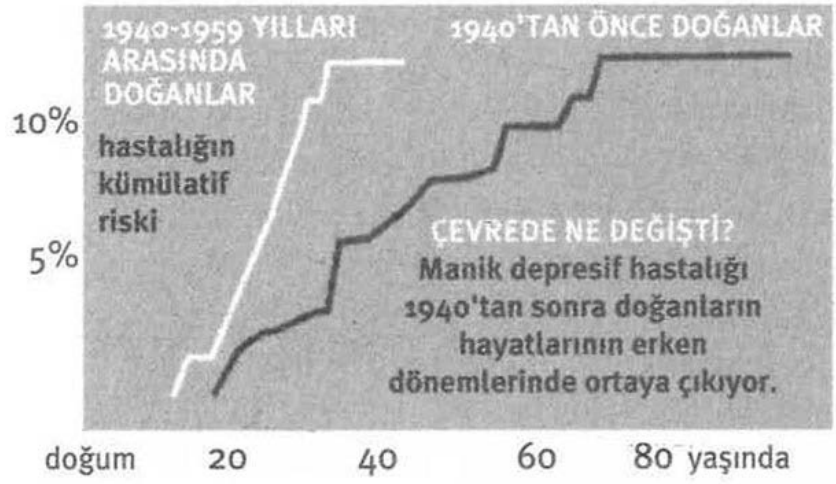
Buna neden olan çevresel etken bilinmiyor. Bu bozukluklarla ilgili şöyle bir değerlendirme yapılabilir: Bu bozukluklar beynin yeni çevresel ipuçlarına tepki verme biçimini değiştirir, bu nedenle istikrarlı bir çevrede pek göze çarpmazlar.

"Ki içinde yaşadığımız dönem hiç de öyle değil," dedi Neil.

Düşünce bozuklukları ile ruh hali bozukluklarının ikisinde de ilk klinik epizot çoğunlukla ergenlik döneminde görülür. Hiç alakasız bir olay tarafından tetiklenmişçesine birden ortaya çıkabilir. Her iki hastalık da hayat boyunca artar ve azalır, hasta yaşlandıkça epizotlar sıklaşır. Şizofrenler genellikle epizotlar arasında tamamen iyileşmezler, ruh hali rahatsızlığı olanların işlevleri ise hastalığın şiddetlendiği evreler dışındaki evrelerde çoğunlukla normaldir. Gelgelelim her iki hastalık tipinden mustarip olanlar da üretken bir hayat yaşayabilirler.

Bu hastalıkları organik psikiyatrik bozukluklar olarak değerlendireceğimiz günler yakındır, ama yapılan kapsamlı araştırmalara rağmen her iki bozukluktaki beyin anormallikleri hâlâ tam olarak bilinmiyor. Her iki tip bozuklukta da anormallik çeşitli beyin alanlarında var gibi görünüyor, ki bu da kusurun belli bir anatomik

Kaynak: Gershon ve Rieder, 1992



alandan ziyade geniş tabanlı bir beyin sisteminde (beyin sapından gelen serotonin ve norepiyi kullanan çim sulama sistemi benzeri sistemler gibi) bulunduğuna işaret eder. Ayrıca her iki rahatsızlığa yönelik en etkili ilaç tedavileri, belli nörotransmitterleri kullanan sinir hücresi sistemlerini etkiler. Ruh hali bozukluklarında kullanılan ilaçlar, norepinefrin, dopamin ve serotonini (bir arada hepsine monoaminler denir) nörotransmitter olarak kullanan nöronları etkiler. Şizofrenide etkili olan ilaçlarsa dopamin ve glütamatı nörotransmitter olarak kullanan nöronları etkiler.

Belki de sorun bilgi alan nöronlardadır. Her nörotransmitterde birçok farklı postsinaptik reseptör türü vardır; glütamat için alelade reseptörler ve NMDA reseptörleri vardır mesela. Bir başka deyişle, aynı anahtar birçok kilide uyar. Hastalıkta yalnızca bazı reseptör türleri rol oynuyor gibi görünüyor. Ruh hali bozukluklarında etkili ilaç tedavilerinin, hücrenin adenozin monofosfat döngüsündeki belli bir maddeyle ilişkili bir reseptör sınıfını değişikliğe uğrattığı, böylece hücre içindeki bu "ikinci mesajcı" miktarını azalttığı düşünülüyor. Şizofrenide ise, dopamini nörotransmitter olarak kullanan sinir hücreleri ile glütamatı nörotransmitter olarak kullanan sinir hücreleri arasındaki denge hastalıkta önemli bir etken olabilir; yani sorun aşırı dopamin seviyesinden veya yetersiz glütamat seviyesinden kaynaklanıyor muhtemelen.

Belli nörotransmitterler kullanan sinir hücresi sistemlerindeki [illegible] geneline etkide bulunuyorsa da, bir bozuk-

luk türünde beynin farklı alanları daha fazla etkilenir. Özellikle şakak lobu anormallikleri şizofreniyi karakterize ediyor gibi görünüyor. Hem şizofrenisi hem de şakak lobu epilepsisi olan insanların sayısı şansa bağlanamayacak kadar çok, gerçi şakak lobu epilepsisi olan çoğu hasta bu rahatsızlıkları hariç normaldir.

"O halde benim epilepsimde olduğu gibi, şakak lobunu ameliyat ederek şizofreniyi iyileştirebilir misiniz?"

Maalesef böyle bir şey olmaz. Bu hastalarda epilepsiyi iyileştirmenin var olan şizofreni belirtilerine bir faydası olmaz, henüz olmayan belirtilerin daha sonra ortaya çıkmasını da önlemez. Ne var ki bir araştırmacı, epilepsisi şakak lobundaki belli bir anatomik değişiklikle (bu değişiklik "hamartoma" adıyla bilinir) alakalı olan hastalarda şizofreninin görülme ihtimalinin yüksek olduğunu belirtiyor. Bunlar, belli ki gebelik sırasında meydana gelen gelişimsel bir hatadan dolayı, ait olmadıkları bir yere, beyaz maddeye gömülü olan küçük sinir hücresi keseleridir. Bu bulgu henüz doğrulanmadı, ama şizofreni hastalarının manyetik rezonans görüntüleri bile tek başına şakak lobunda değişiklikler olduğunu (gri maddenin hacminde yüzde 20' lik bir kayıp ve hipokampusta atrofi gibi mesela) göstermektedir.

Bazen şakak lobundaki küçük nöbetlerle bağlantılı halüsinasyonlar, şizofrenik düşünceyi, özellikle de paranoyayı andıran karakteristikler gösterir. George bir seferinde bana, şakak lobunun yüzeyini uyardığında paranoya deneyimi yaşayan bir hastasından bahsetmişti.

"Bana paranoya için ameliyat yapılmadığını söylemiştin sanki?"

Paranoya için yapılmaz; bu hastanın beyninde tümör vardı. Son aylarda şüpheleri ile tuhaf düşünceleri arttığı için bir psikiyatriste gönderilmiş. Hasta ara sıra kendisinden bahseden sesler de duyuyormuş. Psikiyatrist hastanın durumunun "organik göründüğü"nü düşünerek MR çekilmesini istemiş. MR filminde alın lobunda, çok tuhaf bir yerde (motor şeridi ile dil alanlarına yakın bir yerde) bir tümör görünüyormuş.

Bu ameliyatta, hasta uyanıkken yapılan, epilepsi ameliyatlarındakine benzer bir uyarı haritası çalışması yapılmış. Ameliyat gayet iyi gidiyormuş. Hasta bütün testlerden başarıyla geçmiş, George yüzün motor alanı ile alın lobundaki (Broca) dil alanını tespit et-

miş. Tümör bu iki alan arasındaymış. George sonra şakak lobuna, motor ve konuşma alanlarının hemen üstündeki yere uyarıcı akım uygulamış.

Hasta birden "Dışarıda insanların benim hakkımda konuştuklarını duyuyorum," demiş. George hastayla biraz çene çalmış ve alın lobunu biraz daha test etmiş. Hasta testler sırasında herhangi bir yorumda bulunmamış, ta ki George şakak lobunu tekrar uyarana kadar. Hasta hemen, "Radyo açık mı? Radyoda benden bahsedildiğini duyuyorum," demiş. Daha sonra George şakak lobunu bir kez daha uyarmış, hasta tekrar birilerinin kendisiyle ilgili bir şeyler konuştuğunu duyduğunu söylemiş.

"Penfield'in hastalarıyla ilgili bir şeyler söylemiştin hatırladığım kadarıyla, hastaların uzaktan gelen, tanımlayamadıkları birtakım sesler duyduklarıyla ilgili. Eğer bu karşılaşılan en yaygın deneyimsel tepkiyse, şakak lobunu paranoyanın suç mahalli kabul edemez miyiz?"

Bu henüz belli değil. Beklentiye dayalı kaygı araştırmalarında, şakak lobunun uç kısımlarında kan akışı artar. Epileptiklerde şakak lobunun bir ucu alındıktan sonra kaygı genellikle yok olmaz; gerçi ameliyattan sonra tutarlı bir kişilik değişimi olursa, bu değişim daha az kaygılı kişilik yönündedir.

Aslında genel kanının aksine, halüsinasyonlar şizofreninin ilk tanımında yer almıyordu. Şizofreni adını Freud'un kuşağından İsviçreli psikiyatrist Eugen Bleuler koymuştur. Bleuler halüsinasyonun manik depresif hastalığında da çok sık görüldüğünü, dolayısıyla şizofrenide dört ana belirtinin yanında tali kaldığını düşünmekteydi. Kendi bulduğu ve kuşaklar boyu psikiyatristlere öğretilen bu belirtiler duygusal körleşme, çağrışım bozukluğu, otizm ve kararsızlıktı. Ama bugünlerde şizofreni kriterinde özellikle kendini iyice belli eden halüsinasyonlar ve tuhaf sanrılar üzerinde durulur.

Sanrılar da düşünce bozukluğudur, algı bozukluğu değil. Halüsinasyonlar ile sanrılar bir arada psikotik belirtiler adıyla anılır.

"Psikotik belirtiler de şizofrenlerde en çok görülen belirtilerdir, değil mi?"

Bütün şizofrenlerde görülse de, psikotik belirtiler aslında en [illegible] bozukluğu olan insanlarda görülür. Psikozlar (manik

depresif hastalığı gibi psikiyatrik teşhisler) ile psikotik *belirtileri* birbirinden ayırmak bu nedenle önemlidir.

Maniklerin yalnızca yarısı ve depresiflerin de sadece beşte biri psikotik belirtiler gösterir; ama ruh hali bozukluğu olan hastalar halk arasında şizofrenlerden çok daha yaygındır. Söylemeye bile gerek yok, bu durum bazen yanlış teşhis konmasına neden olur. Yine de, tanıdığınız birinin psikozu varsa, bu büyük ihtimalle düşünce bozukluğundan ziyade ruh hali bozukluğundan kaynaklanır.

Aslen sanrıları olan, ama şizofreniyi karakterize eden işlev bozukluğu ve tuhaf sanrıları ya da başka önemli sanrı kaynaklarını karakterize eden ruh hali değişimlerini göstermeyen insanlar da vardır. Sanrıdan mustarip olan hastaların çoğunlukla sanrıları vardır, ama ara sıra halüsinasyon belirtileri de gösterirler. Ama şizofrenide görülen ve hastalığın asıl tahripkâr tarafı olan tedrici yıkım bu hastalarda *görülmez*.

Sanrılar, hem doğru olmayan *hem de* hastanın kültürünün açıklayıcı metafor saydığı şeylere aykırı olan katı inançlardır. Dolayısıyla, sihir düşüncesi beyazların yaşadığı bir banliyöde bulunan üniversiteli bir gence göre sanrı sayılabilirken, gettoda oturan Haitili bir ailenin çocuğuna göre kültürel sayılabilir.

Paranoya, yaygın olarak görülen sanrısal bozukluğun bir türüdür. Paranoidler patolojik derecede kıskançtır, birtakım büyüklük sanrılarından mustariptirler, örneğin John Lennon gibi ünlülerle özel bir ilişki içinde olduklarını düşünürler, şeytan olduklarına ve cehennemde yanacaklarına inanırlar. Bazılarının somatik sanrıları vardır, örneğin vücutlarının bir bölümünün zamanla küçüldüğüne kesin gözüyle bakarlar.

Ama sanrısal bozukluktan mustarip olan insanlar şizofrenler gibi düzensiz değildir. Kişiliklerini iyi korurlar ve belirtilerini o kadar iyi rasyonalize ederler ki, yaşadıkları her tuhaf şey için bir açıklamaları vardır. Hastaneye yatırılmaları pek gerekmez. Genellikle işlerine devam edebilirler.

"Tabii ya. Üçüncü Reich'ın lideri veya David tarikatının başı gibi."

Evet. Hitler ve David Koresh gibi kişilerde sanrıların yanı sıra satış ve liderlik becerileri de vardı. Sanrı hastaları kendilerinden, özel biri olduklarından o kadar emin olabilir ki, bazı insanları cez-

bedebilir ve söyledikleri hemen her şeyi yapacak müritler bile bulabilirler. Ara sıra gördükleri halüsinasyonlar sayesinde de insanlara aktarabilecekleri ilginç içgörülere sahip olabilirler; tabii bu içgörüleri, hazırlanan komplolar ve inmeyi bekleyen vahiylerle ilgili ustaca akılcılaştırılmış açıklamalarla örerler.

"Bir şizofreni ne tanımlar peki? Halüsinasyonları ile sanrılarının daha tuhaf olması mı yalnızca?"

Sanrıları gerçekten de tuhaftır, düşüncelerin kafalarına bir tür yayınla ulaştığını veya Marslı biri tarafından kontrol edildiklerini düşünürler. Ama bir psikiyatrik bozukluğu asıl tanımlayan şey, belirtilerin *kombinasyonu* ve ne kadar sürdüğüdür, yalnızca tek bir belirti değil.

Tek bir belirti üzerine yoğunlaşmak, o belirti hakkında yarım yamalak bilgilerle hareket etmek, belki kendinde aynı belirtiyi görüp endişelenmek yanlış düşüncelere sürükleyebilir insanı. "Bellek sorunları"nı Alzheimer demansına doğru bir gidişatın ilk adımları olarak görüp endişelenen orta yaşlı insanları düşün. Bu kimseler bu endişeleri duyarken, 92 yaşında gayet zinde ve canlı olan kişilerin de en az 45 yıldır insanların isimlerini hatırlayamamaktan şikâyetçi olduklarının farkında değildirler.

Şizofreni tedavisinin kriterini oluşturan belirtiler kombinasyonu içinde, belli bir dönem boyunca bir uyuşturucu veya ilaçtan kaynaklanmayan bariz halüsinasyonlar ve tuhaf sanrılar da yer alır. Tanı, kişinin öncelikle bir ruh hali bozukluğundan mustarip olmadığını varsayar. Tanı kriteri özellikle diğer düşünce bozukluklarında görülmeyen işlev bozuklukları (işte, toplumsal ilişkilerde görülen işlev bozuklukları, kişinin kendine bakıp bakmadığı) üzerinde durur. Gerek şizofreni, gerekse ruh hali bozuklukları alın loblarında faaliyetin azaldığına ve dikkati toplamayı sağlayan sistemin anormal çalıştığına dair veriler sunar. Ruh hali bozukluklarında hipotalamusun işlevinde, özellikle de strese verilen tepkilerden sorumlu hormonların idaresiyle ilgili işlevlerinde anormallikler de görülür.

Nörotransmitter seviyelerini değişikliğe uğratan ilaçların geliştirilmesi, bu rahatsızlıklardan mustarip birçok hastanın işlevlerinin normale dönmesini veya normale yakın bir seviyede düzelmesini sağlamıştır. Gelgelelim bazı hastalar ilaç tedavisine cevap vermez.

1920'lerde doktorlar, aynı zamanda nöbetleri de olan zihinsel hastaların büyük bir nöbetten sonra ilginç bir biçimde daha iyi olduklarını, özellikle ruh hallerinin daha iyiye gittiğini gözlemlemişler. Bu gözlemler, ilaçlara cevap vermeyen depresyon hastalarında önemli bir tedavi şekli olan ve nörotransmitter reseptörlerinde etkili ilaçların çoğu ile aynı değişikliklere neden olduğu düşünülen elektrokonvülsif terapinin temelini oluşturur. Ne yazık ki ilaçlara veya elektrokonvülsif terapiye rağmen belirtileri devam eden ciddi depresyon hastaları da vardır.

"Onlara ne yapıyorsunuz? Ameliyat mı ediyorsunuz?"

Seçeneklerden biri bu. Psikocerrahi elli yıl sonra bile hâlâ canlılığını koruyor; gerçi bazıları (hatta konuyu daha iyi bilmesi gereken bazı psikologlar bile) halk arasındaki yaygın inançtan etkilenip, bunun psikiyatri ve beyin cerrahisinde çılgın bilimadamlarının hüküm sürdüğü bir çağdan kalma, artık itibar edilmeyen bir sakatlama biçimi olduğunu düşünüyor. 1970'lerin ortalarında psikocerrahi karşıtları ABD Meclisi'ni, Biyomedikal ve Davranış Araştırmalarındaki İnsan Denekleri Koruma Komisyonu kurmaya ikna ettiler. Sonra da komisyona, başka görevlerin yanı sıra psikocerrahiyi değerlendirme görevi verilmesini sağladılar.

Söylemeye bile gerek yok, önde gelen psikocerrahi karşıtları komisyonda temsil edilmekteydi. Ama komisyon 1976'da raporunu yayımladığında, raporda şaşırtıcı biçimde psikocerrahinin uygun olduğunun belirtildiği görüldü. Raporun sonunda, psikocerrahi ameliyatlarının belli vakalarda yararlı olduğu, hastanın ameliyata onay verecek durumda olması koşuluyla bu tür ameliyatların yapılabileceği belirtiliyordu. Raporun sonunda ayrıca, bunun için bir mevzuata gerek olmadığı, psikocerrahi yönetmeliğinin tıp insanlarına bırakılabileceği ifadesi de yer alıyordu. Bu da gösteriyor ki insanlar tıp bilgilerini, sorun çıkaran insanlarla ilgilenen Orwellcı hemşirelerle ilgili dramatik hikâyeler yaratan romancılardan edinmemeli.

"Ameliyat hâlâ ciddi depresyonlar için bir seçenek yani?"

En azından ilaçlara ve suni nöbetlere cevap vermeyen vakalarda. Psikocerrahinin modern versiyonları takıntı ve fobilerin giderilmesine de yardımcı oluyor, ayrıca bazı şizofrenlerde de işe yaradığı görülmüş. Tipik psikocerrahi hastası ve bu ameliyatı gerektiren tipik beyin lezyonu vakasına en iyi örneklerden biri Edmund'dır.

Edmund lisede okuyan, liseyi bitirmesine iki yıl kalmış, çok başarılı bir öğrenciydi. Hiç kimse onda herhangi olumsuz bir şey fark etmemişti, ta ki intihara teşebbüs edene kadar; tabii, Edmund'dan başka hiç kimse demek daha doğru olur, zira kendisinde bir şeylerin yanlış gittiğini aylar önce fark etmişti. Ödevlerini yapmak önemli gelmemeye, tenis oynamak zevk vermemeye başlamıştı. Dizini incittiği gerekçesiyle tenisten ayrılmıştı. Hiçbir şeye yeterli enerjisi yoktu. Kız arkadaşına "layık" biri olmadığını hissediyordu, onunla giderek daha az görüşmeye başlamıştı. Şişedeki uyku haplarının hepsini içerken de hayatın yaşamaya değer olmadığından emindi.

Edmund iyileşir iyileşmez psikiyatristi yeni antidepresanlarla tedavisine başlamıştı. Bu tedavi genellikle işe yarar, ama Edmund'da yaramamış, yalnızca daha uykulu hissetmesine neden olmuştu. Anne ve babasıyla, erkek ve kız kardeşiyle terapi seanslarına gitmiş, ama ailesine "layık" olmadığı hissini yaşamaya devam etmişti.

İşe yarayacağı düşünülen her ilaç denenip başarısızlıkla sonuçlanınca, psikiyatristler nöbetleri azaltmak için bir dizi elektroşok tedavisi önermişti. Bu tedaviler genellikle işe yarar, ama Edmund bunda da istisnaydı; Edmund bu kapkara duygulardan, ıstıraptan ve değersizlik hissinden kurtulmanın tek yolunun ölmek olduğunu düşünmeye devam ediyordu. Bir gün hastane bahçesinde yürütülürken hastaneden kaçıp kendini hızla oradan geçmekte olan bir arabanın önüne atmıştı. Neyse ki bu kazadan kırık bir bacakla kurtulmuştu. İyileşirken ona bir sürü terapi seansı yapılmış, bir sürü ilaç ve elektroşok verilmiş, ama yine hiçbiri işe yaramamıştı. Edmund hâlâ kendini boş ve değersiz hissediyor, ölmek istiyordu.

Şimdi, Edmund Büyük Britanya'da yaşıyor olsaydı, tedavi sürecinde atılacak bir sonraki adım onu psikocerrahinin yapıldığı bir ihtisas hastanesine sevk etmek olurdu. Britanya'daki bu tür ihtisas hastanelerinin çoğu, alın lobunun iç yüzündeki küçük bir bölgenin tahrip edilmesi esasına dayalı bu ameliyatlarla ilgili deneyimlerini bildirmişlerdir. Bu bildirilere göre, bu ameliyatla Edmund gibi hastaların yarısı depresyondan tamamen kurtulmuş; hastaların üçte biriyse depresyondan tamamen kurtulmasa bile iyileşme göstermiş. Britanya deneyiminde, iyileşme beş yıl veya daha fazla sürmüş, vakaların yalnızca yüzde 2'sinde yan etki görülmüş.

"Depresyon ilaçları içinde bu ameliyattan daha etkili olanı var mı?" diye sordu Neil.

Yok. Modern psikocerrahi, Edmund gibi bilinmeyen nedenlerle ilaç ve elektroşok tedavisine cevap vermeyen ciddi depresyon hastalarının yer aldığı küçük hasta grubu için etkili bir tedavi şekli kesinlikle. Britanya'daki bu ümit verici modern psikocerrahi deneyimlerine rağmen Edmund ABD'de böyle bir ameliyatla tedavi edilmezdi muhtemelen; ortada intihar tehlikesini göze alarak beklemekten başka bir seçenek olmasa da.

"Bu insanlar neden tedavi edilmiyor peki?"

Çünkü bu ameliyatlarla alakalı klinik personelin yargılarını sorgulayabilecek ve psikocerrahinin "kötü" olduğunu "herkesin bildiği"ni söyleyebilecek çok kişi var hâlâ. Yine de bu ameliyatın ABD'de yapıldığı da oluyor, ama hakkında hiçbir şey bilinmese de bu ameliyatlara karşı hâlâ güçlü önyargılar var.

Prefrontal lobotomi tarihi, modern psikocerrahi ameliyatlarına yönelik siyasi ihtilaflarla doludur. Yapılan ilk ameliyat da döneminde ihtilaflara yol açmıştı; gerçi bu ameliyat zihinsel hastaların tedavisinde önemli bir ilerlemeydi ve intihardan ölümlerin sayısının azalmasını sağlamıştı. Şempanzelerde, beyaz madde içinde alın lobunun önünden ("prefrontal") başlayıp beynin diğer kısımlarına kadar uzanan bazı bağlantıların kesilmesi sonucunda hayvanın uysallığının ve sessizliğinin arttığı belirtilmişti. Bu sonuçlar Amerikalı nörofizyolog John Fulton tarafından 1935 yılında yapılan uluslararası bir psikoloji toplantısında açıklanmış, toplantıda bulunan Portekizli nörolog Egas Moniz'in dikkatini çekmişti. Böylece Moniz aynı şeyleri insanlarda denedi.

Bu yeniliğin birçok etkisi oldu. Moniz tıp uygulaması, psikocerrahi karşıtlarının gösterileri sonucu kesintiye uğradı. Ama ciddi zihinsel hastalığı olanların hastaneden çıkıp toplum içine karışmasına imkân tanıyan bir tedavi şekli tarihte ilk kez ortaya çıkmıştı. Bu ameliyattan en çok depresyon, fobi ve takıntı hastaları yarar görmüş, şizofrenlerde çok da güvenilir sonuçlar elde edilmemişti. Aslında prefrontal lobotomi hayli itibar görmüştü, o kadar ki, 1949'da Moniz (Fulton değil) Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nü kazandı.

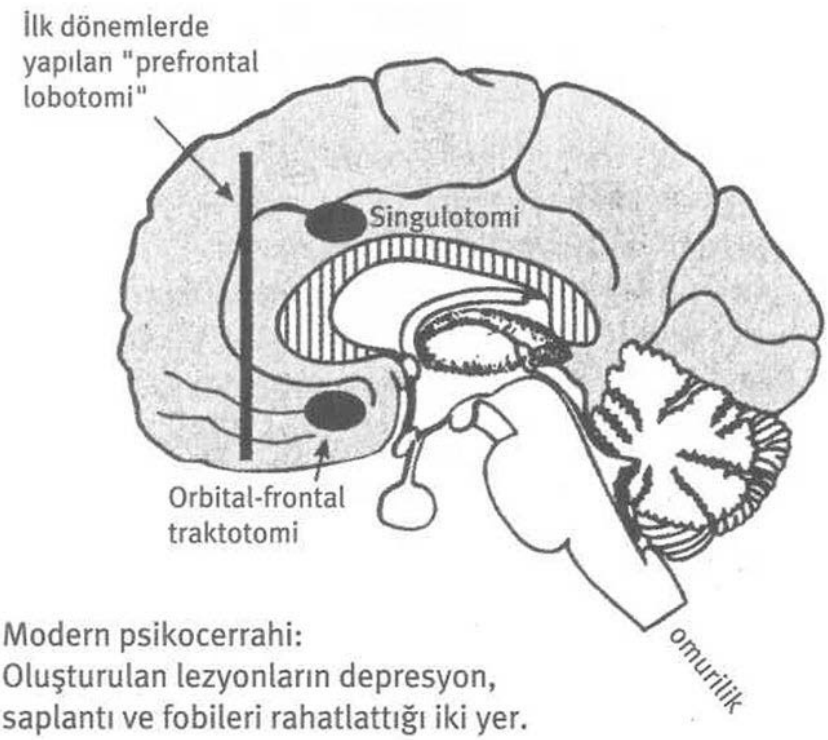
Tıp insanları çok geçmeden bu tedavinin pek de mükemmel olmadığını anladılar. Hastalar hastaneden ayrılabilse de çoğu kişilik

değişikliği göstermekteydi. Lobotomi ameliyatı geçiren bazı hastalar, George'un her iki alın lobunun iç kısımlarına baskı yapan büyük tümörlü hastası gibi, çevrelerine karşı ilgisizdi ve davranışlarının başka insanlar üzerindeki etkilerine aldırış etmiyorlardı.

Hemen hemen o sıralarda Laborit isimli bir Fransız donanma doktoru, denizcilerde bağırsak kurtlarının neden olduğu bulaşıcı hastalıkların tedavisi için klorpromazin kullanırken önemli bir keşifte bulundu. Laborit, bağırsak enfeksiyonu olan şizofren denizcilerin klorpromazin kullandıktan sonra kurtlarından kurtulmakla kalmadığını, ilacın bir yan etkisinin de olduğunu fark etmişti. İlaç bu hastaları sakinleştirmekteydi. Artık psikocerrahiye bir alternatif vardı. Böylece dopamin reseptörlerini etkileyen birçok farklı ilaç denendi. Hayvan araştırmalarında ortaya çıkan sonuca göre, bir ilaç dopamin postsinaptik reseptörünün D2 versiyonuna ne kadar iyi bağlanırsa şizofrenlerdeki tedavi etkisi o kadar yüksekti. D1 reseptör tipine bağlanmayla tedavinin etkisi arasında herhangi bir ilişki yoktu.

Elbette şizofreni psikocerrahi için pek de uygun değildi. Ayrıca daha birçok ciddi depresyon, takıntı ve fobi vakası vardı hâlâ; böylece psikocerrahi ameliyatları daha incelikli hale getirildi. Temel olarak, çok daha küçük lezyonlar öncekiler kadar etkilidir, ama daha az yan etkileri vardır. Modern ameliyatlarda, yalnızca seçilmiş alanlar tahrip edilir; ameliyat –tıpkı Parkinson hastalarına yapılan talamotomilerde olduğu gibi (bir tek ameliyat yeri farklıdır)– küçük bir sondanın küçük bir delikten içeri sokulmasıyla gerçekleştirilir. Ameliyatta alın lobunun, genellikle de her iki lobun, iç yüzündeki alanlar tahrip edilir. Singulotomi adı verilen bir ameliyatta, korpus kallosumun ön ucunun hemen üstündeki korteksin bir parçası tahrip edilir. Başka bir etkili ameliyatta ise alın loblarının tabanındaki beyaz maddenin bir kısmı tahrip edilir yalnızca.

Bu modern ameliyatlarda, "ilgisiz" kişiliğe neden olan bir kişilik değişimi meydana gelmez. Tıpkı ilk prefrontal lobotomi ameliyatlarında olduğu gibi bu ameliyatlarda da depresyon, fobi ve takıntı belirtilerinde büyük gelişme sağlanır ve aynı şekilde şizofrenide pek bir işe yaramaz. Davranışlardaki bu gelişmeler ancak doğru yer tahrip edildiğinde sağlanır, o yerin yanındaki bir yerde lez-



Modern psikocerrahi:
Oluşturulan lezyonların depresyon,
saplantı ve fobileri rahatlattığı iki yer.

hinsel bozukluklardan, özellikle de depresyondan sorumlu kısmına özgü bir şeyler var gibi görünüyor, ki bu da ilk ameliyatların istenen rahatlamayı sağlamak için gereğinden fazla beyin dokusunu tahrip ettiğini düşündürüyor. Bu özgüllük çok önemli, çünkü frontal lobotomiyle ilgili tartışmaların bir kısmı bu tedavinin ne kadar özgül olduğu konusu etrafında gelişmişti.

"Özgül mü? Nasıl yani?"

Gerek ayak ampütasyonu gerekse insülin enjeksiyonu diyabet tedavisidir, ama yalnızca insülin enjeksiyonu hastalık sürecine özgüdür. Doktorlar haklı olarak, psikocerrahinin yeterince özgül olmadığı konusunda endişeliydi.

"Peki lobotomilerle ilgili bütün bu kavga gürültü niye? Bütün bunların nedeni kötü basın mı?"

Psikocerrahiyle ilgili tartışmaları karartanlar, modern ameliyatlarla (ki bunlar hastanın ameliyatı konusunda daha özgül kriterlere ve hastanın kişiliğiyle ilgili daha az yan etkiye sahiptir), ilk Moniz ameliyatını (ki söz konusu ameliyat beyaz maddede daha büyük kesik açmış ve istenmeyen yan etkilere yol açmıştır) birbirinden ayırmaktan âciz muhalifler olmuştu. Modern jumbo jetleri 1936 yapımı

uçakların düşme kayıtlarına dayanarak eleştirmeye benziyor bu.

Psikiyatride daha iyi ilaç tedavilerinin gelişimiyle birlikte müzmin hastaların sayısı çok düştüğü için, psikocerrahi artık yalnızca çok az hastaya, belki bin hastadan birkaç kişiye öneriliyor elbette. Ama Edmund gibi ender görülen hastalar için bu ameliyat hayat kurtarıcı olabilir. Tedavisinde başarısız olunmuş ağır depresyon, kanserdeki gibi bir ölüm oranına sahip bir hastalıktır.

Zihinsel bozukluklarda neden ve sonucu bulmak kolay değildir. Bir kişinin *neden* depresif olduğunu sormak, o kişide travma sonrası bir stres bozukluğunu izleyen bir depresyon varsa ve bu depresyonu tedavi etmeye çalışıyorsan anlamlıdır, çünkü bu soru tedavinin planlanmasında yararlıdır. Ama bir manik depresif hastalığı epizodundan önce ne olduğu sorusu gayet ilgisiz olabilir: Neden muhtemelen başka yerdedir, beyin yapısının farklı bir seviyesindedir.

"Biraz endişelenmeye başlamıştım, çünkü şimdiye kadar sadece organik psikiyatrik sorunlardan bahsettik. Psikiyatride organik *olmayan* şeyleri sormak üzereydim sana."

Bir sorunun gerçek olması için ille de organik olması gerekmiyor. *Organik* sözcüğü, günümüzün nöroanatomi tekniklerinin yardımıyla beyinde görülebilen hasarlar için kullanılır. Psikiyatrik sorunların yarısı veya daha fazlası organik değil muhtemelen, en azından başlangıçta.

Çiftlerin tedavisinde yaygın olarak görülen sorunu ele alalım. Karıkoca çocuk yapmakta veya ev almakta kararsızdır. Biri laf olsun diye "Hadi yapalım" imasında bulunur. Henüz bir karara varmak istemeyen diğeriyse daha iyi bir savunma konumuna geçmek adına, tarafsız kalmaktansa karşı görüşü savunur.

Her iki tarafın da aslında kararsız olduğu bu gibi durumlarda böyle yapay karşıtlıklar yaratmak, sorun dallanıp budaklandıkça ve konumlar iyice sağlamlaştıkça türlü türlü sorun yaratır. Şüphelerin konuşulabileceği yer, herhangi bir kararın verilmediği orta zemindir. Gelgelelim, uç noktalara gitmede, orta zeminde olmayan bir istikrar söz konusudur. Bu nedenle, uç konumlara bir kez kaydığında o konumdan uzaklaşmak zorlaşır.

Bu kapana yakalanmak için normal bir beyin yeterlidir. Ama dallanıp budaklanan sorun vücudun başka yerlerini olduğu kadar

beyni de *etkileyebilir*. Strese karşı gösterilen tepkilerin mide üzerinde kötü bir etkisi vardır, ülsere yol açabilir. Ayrıca bu süreçte adrenal stres hormonları harekete geçtiğinden, bu tepkiler uzun vadede beyne de zararlıdır. Stres, hipokampustaki nöronları tahrip edebilir ve daha sonra insanda bellek sorunları yaratabilir; böylece hafif bir psikiyatrik sorun farklı bir organik soruna dönüşmüş olur.

Her iki sorun da "gerçek"tir; adlandırmakta zorluk çektiğimiz, nörolojik "donanım" sorunu gibi görünen, ama henüz nöroanatomide göremediğimiz ara hastalıklar da öyledir. Psikoterapinin çok daha ciddi, pahalı sorunları (yuvanın yıkılması gibi) önleyebileceğini anlamak için hastalıkları sınıflandırma sorunuyla içli dışlı olmak gerekmez.

Psikiyatristlerin tedavi ettiği birçok anksiyete sorunu muhtemelen rutin özellikler sergiler, değişiklik arz etmez. Ama hepsi öyle değildir. Yeni fark edilen rahatsızlıklar ise bir hastalığın psikiyatri bataklığının içinde nasıl fark edilebileceğini gösterir.

Bir psikiyatrist bazen, hastaların tecrübe ettiği nöbetleri ya da Tourette sendromundaki davranış tiklerini hatırladığında, anksiyete hastaları içinde gerçekten farklı bir altgrup var mıdır diye merak eder: örneğin nefes tıkanıklığından, vücutlarından ter boşanmasından, titremekten şikâyet eden hastalar. Veya ateş basmalarıyla titremelerini baş dönmesinin izlediğini söyleyenler. Bunun ne zaman olacağı da belli değildir, aniden ortaya çıkıyordur.

Hastalık belirtileri genelde sadece beş dakika, nadiren yarım saat kadar sürmektedir; çoğu anksiyete ve baş ağrısında olduğu gibi kararsız bir sorun değildir bu. Nöbet ve tikler gibi epizodik bir sorun, ama otonom belirtilere de sahiptir.

Sonra psikiyatrist, bunların alın lobunun tabanının yönettiği şeyler olduğunu hatırlar ve kendine şöyle sorar: "Panik ataklar" da beynin o kısmının orta ölçekli nöbetleri olabilir mi? Veya talamusun iç organlarla ilgili bölümlerinde meydana gelen küçük nöbetler? Ya da Tourette sendromunun diğer özelliklerini içermeyen tikler?

"Öyle midir?"

Gelecek yıl sor bu soruyu. Tamamlanmamış bulmacalardan biri de bu. Nüfusun yüzde onu en az bir panik atak geçirmiştir kesinlikle. Kadınların yüzde 2-3'ü, erkeklerinse belki yüzde 0,5'i tekrar

eden panik ataklardan mustariptir; bu kişiler tamamen düzelene kadar en az on doktor gezer. Panik atak genellikle yirmili yaşların sonlarında ortaya çıkar. Çoğunlukla aile içinde başkalarında da vardır, hastanın birinci dereceden akrabalarının yaklaşık yüzde 20'sinde görülür.

Bu hastalar genellikle depresif olmadığı halde antidepresan ilaçlar çoğunlukla işe yarar. Artık bu hasta grubunun aynı zamanda kamu alanlarından korktuğu da anlaşılmış durumda. Panik atak kurbanlarının yaklaşık üçte biri aynı zamanda agorafobi (açık alan fobisi) yaşar.

"Kalıbımı basarım panik ataklarını başkalarının görmesini istemedikleri içindir. Ben de insanların beni nöbet geçirirken görmelerini istemem doğrusu."

Haklısın galiba. Panik atak geçirirken kendilerini aynada görmüşlerdir muhtemelen ve insanlara nasıl göründüklerini bilirler. Bir toplantıya veya konsere gittiklerinde çıkışa yakın yerlere otururlar, böylece panik atak geldiğinde hemen dinlenme salonuna kaçıp panik atağı kendi kendilerine geçirirler. Kuyrukta beklemek veya bir görüşmeye gitmek gibi, esnekliklerini sınırlayan durumlardan, özellikle de kamusal bir yerde bir sandalyeye bağlı kaldıkları berber salonlarına gitmekten hoşlanmazlar. Panik atak sorununu anladıktan sonra kamusal alanlarla ilgili korkular anlam kazanıyor.

Panik atakları olmayan agarofobi hastaları da var; ama bu hastalıkların bazıları kesin organik. Belki sağ duvar lobunda yön yeteneklerini etkileyen küçük bir nöbet geçiriyorlar, bu nedenle alıştıkları çevrenin dışına çıktıklarında yönlerini şaşırmış gibi hissediyorlar, evlerinin yolunu bulamayacaklarından endişe ediyorlar. Bu nedenle bu hastalar yanlarında biri olmadan seyahate çıkmazlar, yeni yerler keşfetmeye tereddütle yaklaşırlar. Duvar lobunun rol oynadığını anladıktan sonra bütün bunlar tamamen mantıklı gelir ve agarofobinin panik ataklı versiyonundan tamamen farklı olduğunu görürsün. Beynin MR filminde psikiyatrist gri maddenin olmadığı noktayı genellikle seçebilir.

"Peki çok utangaç olan insanların durumu nedir?" diye sordu Neil. "Çocukların bazıları sanki utangaç doğuyor, bazılarıysa ebeveynlerini endişelendirecek kadar arsız oluyor."

Okul öncesi dönemde çocukların belki yüzde 15'i utangaç veya arsız uçlardadır, ama büyüdüklerinde bu oran düşer. Tabii bazı insanlar yaşadıkları bazı travmatik deneyimler yüzünden dünyayla başa çıkmakta yetersiz kalırlar. Psikiyatristleri şaşırtan bir şey var, o da bu kişilik bozukluklarının (geleneksel yöntemlerle tam tedavisi zor olan bu hastalıkların) özellikle serotoninin geri alımını engelleyen yeni ilaçların bazılarına cevap vermesi. Uzun bir süre, monoaminleri çim sulama aletleri gibi dağıtan bu sistemlerin kişinin mutlu veya üzgün, arsız veya utangaç vb. olma eğilimlerini belirliyor olabilecekleri düşünülmüştü. Ama daha önceki antidepresan ilaçların hem norepiyi hem de serotonini etkilemesine rağmen "kişilik özellikleri"ni pek etkilememesi bu teorilerin itibardan düşmesine neden oldu. Ayrıca bazı antidepresanların etkisi insanların utangaçlıklarından kurtulmalarını sağlamaktan ibaret değil. Bu konuyu hâlâ araştırıyoruz.

Psikiyatristler başka hiçbir uzmanlık alanının tedavi edemeyeceği sorunların çoğuyla uğraşırlar, bu nedenle belirsizlik konusunda çok fazla hoşgörüye ve çok fazla tıp bilgisine ihtiyaçları vardır. Ama keşfedilmemiş topraklarda dolaşırlar ve ara sıra müstakil çeşitlilikler arasında bir düzen fark edip yeni bir "nörolojik" bozukluk ortaya çıkarırlar.

On Birinci Bölüm

Beyni Budayarak Ayarlamak

Neil elma ağaçlarını budamış, dediğine göre biraz ağır iş yaparak hayal kırıklıklarından uzaklaşmıştı. Her ne kadar ameliyat kararı alınmışsa da ameliyathane programında aylarca hiç boş yer yoktu. Ama yakınlarda oturduğu için Neil'in başka bir hastanın ameliyatının son anda iptalinden faydalanma imkânı vardı. Günü kararlaştırılmış bir beyin ameliyatının iptali için hastanın nezle olması bile yeterdi.

Beynin içinde de budama yapılır, dedim Neil'e. Beynin gerçek dünyadaki işleyişini hakkıyla değerlendirmek istiyorsan, öğrenmen gereken iki ana ilke var, o da keşif ile budama. Bu iki ilke hangi anıların depolanacağını ve hangi kararların alınacağını belirler.

Dünyamızı duyum arayarak keşfederiz. Bazıları, şimşeğin ses ve ışığı gibi aniden gelir bize. Bazılarını dokunarak, tadına bakarak veya koklayarak elde etmeye çalışırız; cılız bir sesi duymak için kulak kabartır, bir şeyi daha iyi görmek için başımızla gözlerimizi sağa sola çevririz mesela.

"Duyum arayışının normal olduğunu duyduğuma sevindim," dedi Neil.

Hareketleri görmezden gelip yalnızca beyne gelen "duyum" ve "girdiler"den söz edebiliriz, ama hareket gerçekten de duyumun ayrılmaz bir parçasıdır. Çok uzun süre unutulduğunda, bizi beynin içinde girdileri alan ve çıktılara karar veren küçük bir insanın olduğu gibi son derece soyut bir anlayışa sürükleyebilir. Gerçekte, çıktılar bu analizin birçok evresinde üretilir. Ama tehlikelerine rağmen, bir hareketin girdi yoluna, şeylerin pasif duyum yönüne bir bakalım öncelikle.

Girdi yolunun daima bir dizi evresi vardır. Bazı enerji biçimlerini sinir sisteminin kıyaslamalarda kullandığı elektrik sinyallerine dönüştüren bir alıcı, dış çevre ile iç çevrenin arayüzünü oluşturur. Biz daima kıyaslama yaparız. Bize kollarımızı o esnada nereye koyduğumuzu söyleyen, kaslarımızla eklemlerimize gömülü alıcılar vardır. Bileğindeki tek bir tüyün eğilmesi sende bir duyum yaratır yaratmasına, ama tüyler böyle tek başlarına pek eğilmezler. Duyumu yaratan şeyin meltem mi, kalem ucu mu, gömlek kolu mu, yoksa kol saati mi olduğunu anlamanı komşular arasında yapılan kıyaslama sağlar.

Deri duyumlarında, bu kıyaslama deri içinde yapılmaz. Duyu nöronlarının aksonları geriye, omuriliğe itki taşır. Kıyaslamayı omurilikteki nöronlar yapar. En azından kıyaslama işini onlar başlatır; bu ikinci düzey nöronlar, talamusa giden üçüncü düzey nöronlara, serebral korteksteki duyu şeridine giden dördüncü düzey nöronlara ve "çağrışım korteksi" alanlarına giden başka nöronlara ayrılan bir analiz zincirinin parçasını oluştururlar. Bu aslında gerçek bir nöron zinciri değil de bir ağ şeklindedir.

"Çağrışım korteksi mi? Bütün korteks çağrışım yapmıyor mu?"

Aslında bütün beyin ve omurilik yapıyor. Primer duyu korteksleri ile motor şeridi hariç bütün neokortikal alanlara eskiden verilmiş bir addır bu. O zamanlar bilinmeyen bölgelerdi bunlar.

"Kıyaslama nasıl yapılıyor? Büyük küçük şeklinde mi?"

Ketleme, bir girdiden başka bir girdiyi çıkarmaya yardımcı olur. Bir omurilik nöronunu dinleyebilseydin, onun küçük bir deri parçası tarafından uyarıldığını, ama bu uyarının bu uyarıcı deri parçasını çevreleyen daha büyük bir deri parçası tarafından ketlendiğini keşfederdin. Bir nöron açısından dünya, birbirine karşıt iki deri alanından oluşur. Bizim meslekte bu iki deri alanının ortak alanı nöronun "alıcı alanı" adıyla bilinir.

"Bir şehrin, dağların tepesindeki su havzasına benziyor bu."

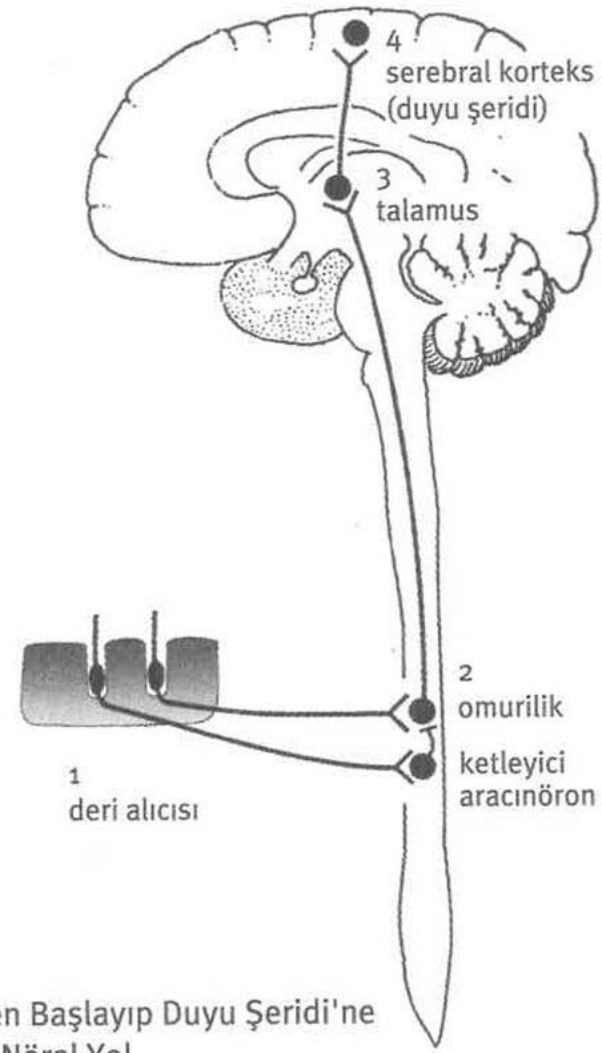
Neil'in sözlerini başımla onayladım. Omurilikteki veya beyindeki bir nörona göre bu su havzasının biri sıcak, diğeri soğuk su gönderen iki karşıt bölgesi vardır; bunlar nöronda birbirine karışarak nöronun hareket "sıcaklığını" belirler. Bu nedenle, bir nöronun vücudun dışında, derinin üzerinde neler olduğu konusundaki bilgisi sınırlı kalır. Bu nöron gibi nöronlar bir araya gelerek bir kurul

oluşturabilir ve bu kurul da etkinliklerinin zamansal ve mekânsal özelliklerinden yola çıkarak sözgelimi "Saat kayışı" der.

Duyu nöronları genellikle bütün akson terminallerinde uyarıcıdır; fakat bazıları da karşılaştırmaları yapan nöronla bağlantı kuran ketleyici nöronlarda sonlanır (karşılaştırmaları yapan nöronu hem ikinci hem de üçüncü düzey nöron haline getirir; nöronun adı genelde duyulardan gelen en kısa yola göre koyulur). Deriden gelen her duyu aksonu (asgari) on binlerce akson terminaline sahiptir.

Bir nöronun bir itkiyi harekete geçirme eşiği olduğu için, uyarıcı-girdi ketleyici-girdinin çok üzerine çıkmadığı sürece nöron sessiz olabilir. Nöron şayet deri uyarımı uyarıcı parçanın dışında meydana geldiği için ketleniyorsa, bilgiyi iletmez.

"Yani bir saat kayışının kola yaptığı eşit dağılımlı tektip baskı, sırf ketleyici parçalar uyarıcı parçaları iptal ettiği için, omurilikteki



Deriden Başlayıp Duyu Şeridi'ne Giden Nöral Yol

birçok nöron tarafından dikkate alınmaz, öyle mi?"

Hepsinde iptal olmaz. Küt bir kalem ucu çoğunun faaliyetini sürdürmesine neden olabilir. Beynin daha yüksek merkezlerine iletilen, belki de sonunda üzerinde konuşulacak bir seviyeye bile ulaşabilen bir duyum meydana getirebilir.

Ama elbette omurilik beyin daha ne olduğunu anlamadan da bir eylem kararı alabilir. Omurilikteki nöronlar, duyu bilgisine göre bazı kasları ("yüksek merkezler"in yorumlamasını beklemeden) kendi başlarına komuta edebilirler. Tehditkâr bir uyarandan sakınma işlemi beyin daha ne olduğunu anlamadan başlar; raptiyeye bastığın zaman mesela. Yürümek ve vücut duruşunu sürdürmek gibi rutin vücut hareketleriyle ilgili birçok değişiklik, yüksek merkezlerin çok fazla işe karışmasına gerek kalmaksızın omurilik tarafından gerçekleştirilir.

Keza, kulaktan gelen yolda bulunan ve beyin sapında yer alan ikinci düzey nöronu, korteksin müdahalesini beklemeden yüksek seslere karşı koruyucu refleksleri harekete geçirebilir. Ama refleks yolu daima beyin veya omurilik arasında bir tur atıp tekrar aynı yere geri döner.

"Bir kas, yerel bir alıcı onu doğrudan komuta ettiği için kasılmıyor yani? Neden öyle peki? Öylesi daha hızlı olur gibi geliyor insana."

Daha hızlı olabilir, ama bir sürü sorunu da olur. Omurgasız hayvanlar bazen dış cephedeki yerel devreleri kullanırlar, ama birçok eylem vücudun birçok yerinden bütünlüklü bir tepki talep eder. Bir raptiyeye bastığında bile o bacağını geri çekmek istemeyebilirsin.

"Neden?"

Diğer bacağının o sırada yere basmadığını düşün. O durumda bacak refleksinin başlaması senin yere düşmene, hatta tam da acının kaynağına doğru düşmene neden olabilir. Yerel alıcı ve kaslara özerklik tanımak, kendi kararlarını kendilerinin almasına izin vermek tehlikeli olabilir. Bu nedenle, çoğu refleks yolu döngüseldir, karar verme yetenekleriyse merkezi sinir sisteminde (beraberce omurilik ile beyin için kullanılan bir terimdir bu) toplanmıştır. Ama bu, tepki zamanını yavaşlatır elbette.

En gelişmiş duyu yeteneklerine bir bakalım şimdi. İşitme ve görme duyularımız, duyularımız içinde en çok çeşitlenmiş olanları-

dır. Birkaç milyon yıl önce icat edilmiş olan dil, sesleri sınıflandırma konusunda gerçekten de çok gelişmiş yetenekler içerir.

Ama gelişmiş görsel yetenekler çok daha uzun bir süreden beri önemini korumaktadır, ki bu da kendini belirgin bir şekilde gösterir. Beyindeki görme yolları, işitme yollarından çok daha gelişmiş ve etkindir. Kırk milyon yıl önceki primat atalarımız okumaya ihtiyaç duymuyorlardı belki, ama rüzgârda salınan ağaçların tepelerine bakıp, karanlıkta kalan yapraklar arasından sızan parlak ışıkta meyvelerin küçük, kara şekillerini görmeye çalışıyorlardı.

Meyvenin yerini belirledikten sonra, ağaca çıkmaya değecek kadar olgun olup olmadığını anlamalarını sağlayacak bir renk algısına ihtiyaçları vardı.

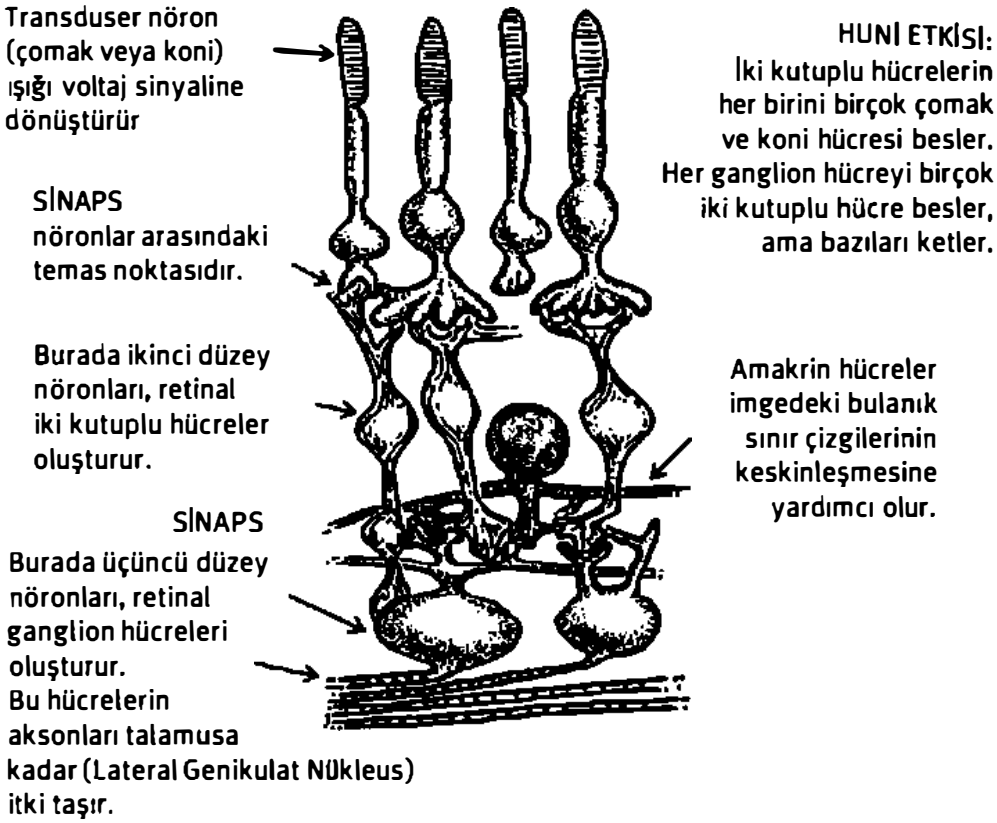
"Çocukken ben de birkaç kez elma ağacına tırmanmış ve en üstteki elmaların yenmeyecek durumda olduğunu keşfetmiştim. Şimdi artık olgunlaşana kadar bekliyorum."

Ama elma ağaçlarına saldıran başka primatlar yok senin çevrende herhalde. Maymunların ince bir renk algısına, olgunlaşmaya başlamış bir meyveyi ayırt edebilecek incelikte bir renk algısına ihtiyaçları vardır. Maymun meyvenin tam olarak olgunlaşmasını beklerse, bu arada başka maymunlar ağacı tamtakır bırakır.

Ağaçlarda yaşamak, araç kullanma yeteneklerimizi de şekillendirmiştir. Dallarda sallanarak ağaçtan ağaca geçmek, başının her iki tarafından geçen görsel bir akış yaratır. Tıpkı izlemen ve kaçınman gereken bir sürü dal arasında bisiklet kullanırken olduğu gibi. Bazı nesneler ortalama görsel akıştan daha hızlı hareket ediyor gibi görünür, bu nedenle bu nesnelerin daha yakın olduklarına (ya da ağaçlardaki diğer maymunlar gibi, kendi kendilerine hareket ettiklerine) hükmedilir.

Biçim, renk, mesafe ve hareketi muhakeme eden muhteşem görsel yeteneklerimizi çok eski zamanlarda yaşamış maymunlara borçluyuz. Araba kullanırken, kitap okurken, günbatımını seyrederken, maymunların o hengâme içinde olgun meyve bulma görevinin işlenerek geliştirilmiş hali olan nöral makineyi kullanırız.

Yine de nöral işleme süreci kusurludur: Bazen var olmayan şeyler görür, gerçekten var olan şeyleri görmeyiz ve sık sık nesnelerin biçimini olduğundan farklı görürüz. Görme sistemimiz video kamerası değildir.



Kaynak: Dowling ve Boycott, 1966

"Ama tabii ilk bakışta gözümüz kamera gibidir."

Göz merceğinin gözün arka kısmında dünyanın ters görüntüsünü oluşturması bakımından, evet. Filmin ışık vurduğunda kararan gümüş grenleri yerine retinamızda ışık vurduğunda voltajı değişen 100 milyon fotoreseptörden oluşan büyük bir fotoreseptör mozaiği vardır; bu haliyle yüksek çözünürlüklü bir televizyon kamerasından farksızdır. Ama analoji burada biter. Görme sistemimiz görsel imgeyi parçalara ayırma işinden sorumludur, onu kafanın içindeki küçük insan görüp incelesin diye muhafaza etmez.

Görme sisteminin diğer birçok duyu sisteminden farklı bir özelliği vardır; görme sisteminin komşuları arasındaki kıyaslama hemen alıcı tabakadan başlar.

"Az önce kıyaslamaların merkezi sinir sisteminde yapıldığını söylemiştin diye hatırlıyorum ben."

Çok doğru. Ama göz tuhaf bir istisna oluşturuyor, çünkü retina

tıpkı omurilik gibi, merkezi sinir sisteminin bir parçasıdır. Fetüsün gelişimi sırasında beynin büyümesi aslında gözden başlar. Görme siniri gerçekte yalnızca bir fahri sinirdir; daha açık söyleyecek olursak, görme siniri beynin beyaz maddesini oluşturan iç yollardan biridir.

Retinadaki her üçüncü düzey nöron (ki bu nöronların aksonları görme "siniri"ni oluşturur) binlerce fotoreseptörden girdi alır; ama bu girdileri doğrudan almaz, iki kutuplu hücre ve amakrin hücre adı verilen ara hücrelerin aracılığıyla alır. Geniş bir alandan yağmur damlalarını toplayıp onları dar bir akıntı halinde yoğunlaştıran bir huniyi andırır bu. Beyne giden her aksona yaklaşık yüz fotoreseptör düştüğü düşünülürse, burada huni benzeri bir mekanizma şarttır.

"Görme sistemi bilgisayar tasarımında önişlemci adı verilen şeyi keşfetmiş gibi görünüyor. Bu işlemciler, uzak yerlere iletilecek bilgilerin miktarının azaltılmasında çok faydalı. Bir önanaliz yapıyor ve yalnızca sonuçları gönderiyorlar."

Huni doğru bir analoji değil aslında. Her ganglion hücresine ille de yüz fotoreseptörün bağlanması gibi bir durum söz konusu değil. Binlerce fotoreseptörden gelen mesajlar her ganglion hücresine aktarılır, ama bazıları diğerlerinin eylemlerini iptal eder. Her fotoreseptörün yüzlerce ganglion hücresine katkıda bulunmasından kaynaklanır bu durum; huni gibi toplamanın yanı sıra bir saçılma da söz konusudur. Her fotoreseptörün altında yüz huni vardır.

Gözden beyne doğru giden yol talamustan geçer. Talamusun lateral genikulat nükleusu ayrıntılı katmanları olan bir yapıdır. Her biri görme korteksine akson gönderen bu altı katmanda acayip şeyler olması gerektiği düşünülüyor. Üç katmanı bir gözden, diğer üç katmanı da diğer gözden girdi alır.

"Neden?"

Nedeni hâlâ bilinmiyor. Sana göz cerrahlarının tıp öğrencilerine sorduğu bir soruyu sorayım: Hasarlı bir gözü kurtarmaya çalışmanın en önemli nedeni nedir?

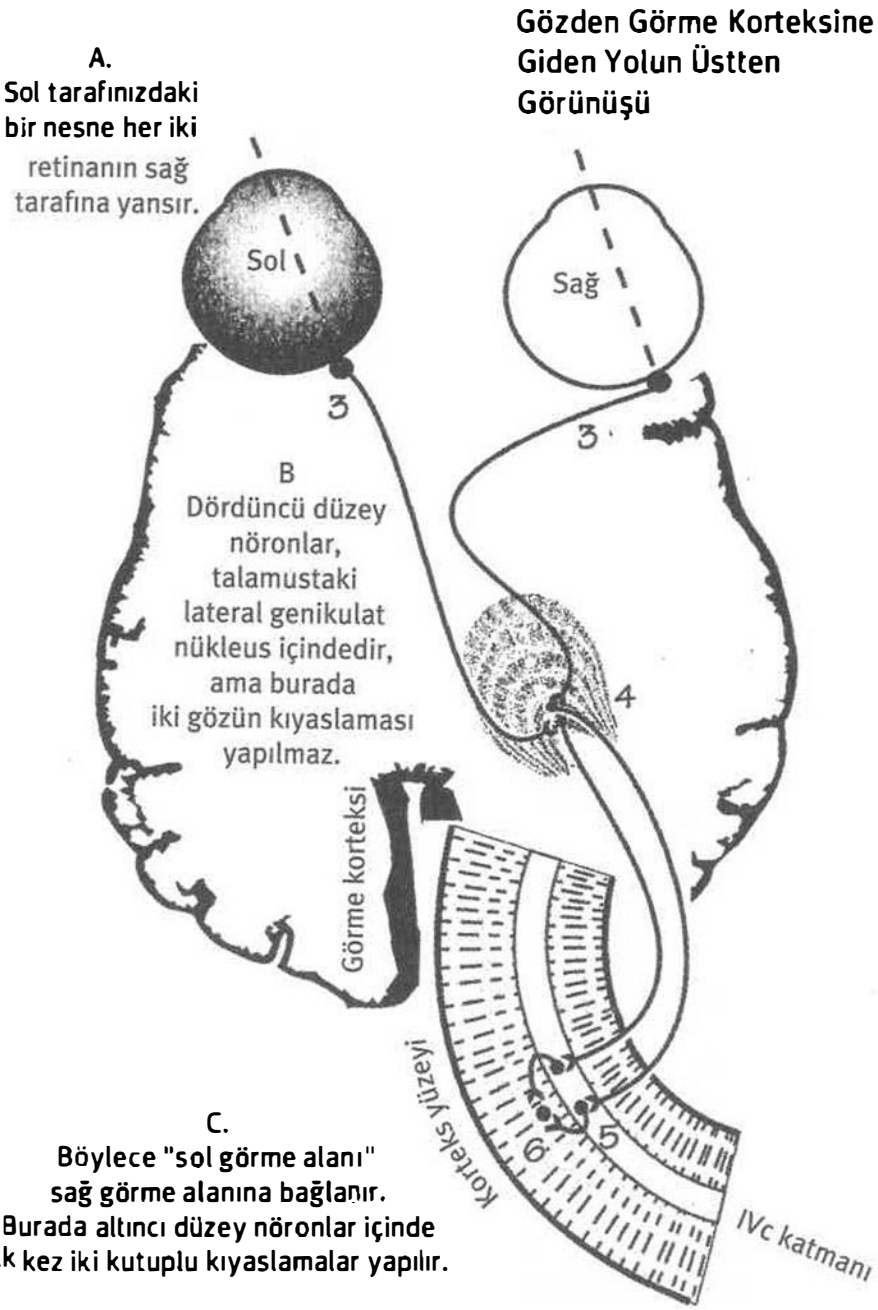
"İki gözle daha geniş bir görme alanı elde edildiği için mi?"

O da var ama en önemli neden bu değil, çünkü bir gözümüz kapalıyken de gayet iyi idare ederiz. Bir gözün gördüğü, diğer gözün görmediği hilal şeklinde bir bölge vardır. Bir gözümüzü kaybettiğ

mizde başımızı veya gören gözümüzü biraz çevirdiğimizde bu bölgeyi görebiliriz.

"Telemetre efekti gibi mi? Bir şeyin ne kadar uzakta olduğunu iki gözün görüşünü kıyaslayarak bulmak yani?"

Telemetre efektiyle derinlik algımızı geliştirdiğimiz kesin, ama tek gözlü de olsak, kafamızı bir an yana hareket ettirerek (ağırlığımızı diğer ayağımızın üzerine vererek) bu efekti taklit edebiliriz. Böylece kıyaslayabileceğimiz iki görüşümüz olur. Bir nesnenin uzaklığını veren başka göstergeler de vardır; bir nesnenin uzaklığını ne ka-



dar yüzey ayrıntısını görebildiğine bakarak da tahmin edebilirsin mesela. Bir gözümüzü yitirdiğimizde görme yeteneğimizi çok da kaybetmeyiz.

Hasarlı bir gözü kurtarmaya çalışmakla ilgili bu Soktratvari sorunun cevabını veriyorum: *Kalan göz ileride hasar görebilir diye.* Körlük çok ciddi bir şeydir. Bir gözün görme yetisine yönelik her tehdit, o anki sorundan daha ciddidir. Bazen bu tehdit göze açık bir hasar tehdidi içermeyebilir, deneyim eksikliği de bir tehdit unsuru olabilir.

Eğitim konferanslarından birinde Ross isimli bir çocuk görmüştüm mesela. Altı yaşında, güzel bir çocuktu, gözleri çok şaşıydı. Şimdi ise sağ gözü neredeyse kör. Gözünde herhangi bir hasar yok, yalnızca beyni sağ gözünden gelen her şeyi yok sayıyor ve tamamen sol göze ağırlık veriyor.

"Ama neden?"

Nedeni bilinmiyor. Ne yazık ki, bu "ambliyopi"ye, yani göz tembelliğine bir şeyler yapmak için çok geç artık. Erken dönemlerde doktor kontrolünden geçen şaşı bebekler göz cerrahlarına havale edilir, çünkü doktorlar ileride çocuğun bir gözünün işlevlerinin köreleceğini bilirler. Şaşılığın düzeltilmesi (genellikle ilk bir yıl içinde düzelir) bir gözün görme kaybını önler.

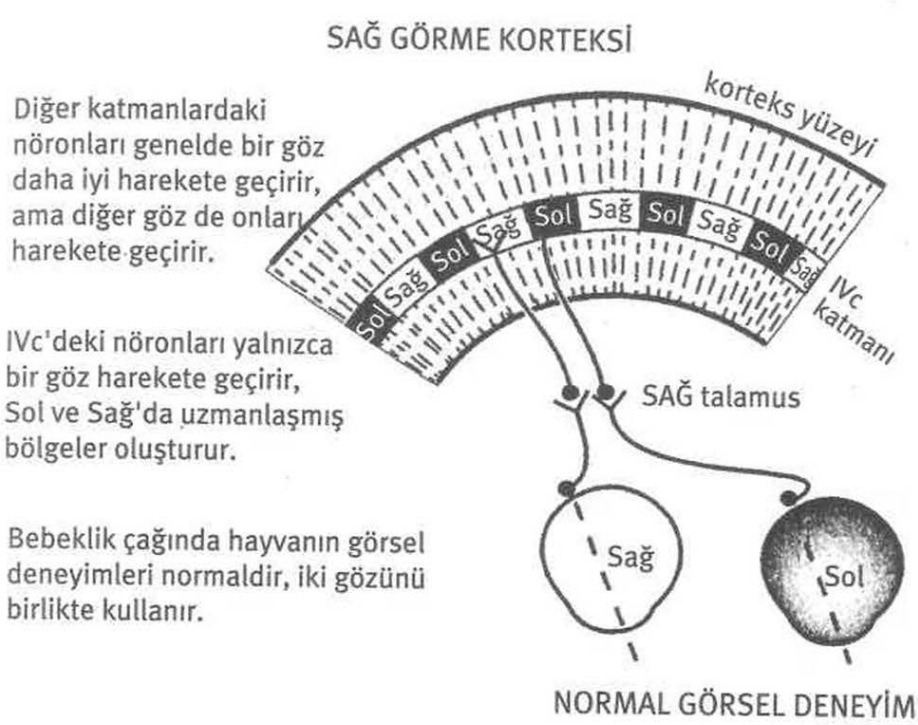
Ross'un şimdi tek gözünün kör olmasının tek nedeni düzenli doktor kontrolü eksikliği değil. Annesi, şaşılığın düzeltilmesini yamuk burunların kozmetik olarak düzeltilmesi gibi görüyordu. Sağduyuya dayalı, gayet anlaşılır bir düşünce bu, ama yanlış. Beynin gelişiminde doğru deneyimlere ihtiyaç duyulan, aksi takdirde bazı şeylerin yanlış gittiği (ve bu yanlışlığın kalıcı bir hal aldığı) kritik dönemler var.

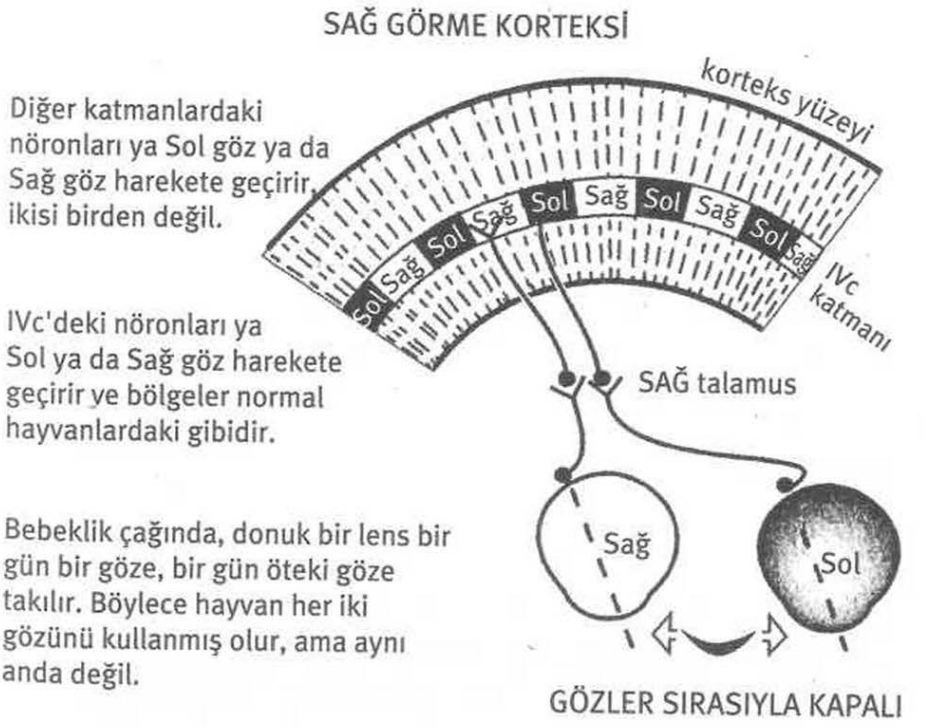
"Normal derinlik algısı da bunlardan biri, öyle mi?"

İki gözden yararlanarak yapılan derinlik muhakemesi değil belki, ama kişinin iki gözünü iki imgeyi birleştirip bunları tek bir imge halinde görmesini sağlayacak şekilde bir arada kullanmaya alışması bunlardan biri.

Tıpta, şaşı bir bebeğin bu sorununu fazla bekletmemek veya bir bebeği uzun bir süre bir gözü bandajlı dolaştırmamak gerektiği düşüncesi 1960'lara kadar ampirik bir olguydu; yetişkin birinin bir gözünün aynı süre boyunca bandajlı kalmasının korkunç şeylere yol

açmadığı düşüncesinde öyle. Ampirik olgu kısaca "Nedenini bilmiyorum, ama durum bu," anlamına gelir. Bebeklerde durum her nedense farklıydı. Sonunda, bebek ve yetişkin maymunlar üzerinde yapılan araştırmaların ilerlemesiyle bu konuda bazı nedenler ortaya çıktı.





İki gözün birlikte çalışma deneyimini erken yaşlarda yaşaması gerektiği anlaşılıyor. Şimdi, nöronların iki gözden gelen biraz farklı görüşleri görsel yolun hangi seviyesinde kıyasladığını bilmen gerek. Bu kıyaslama ancak altıncı düzey nöronlarda başlar. Beşinci düzey nöronlar (IVc korteks katmanında yer alan ve lateral genikulat nükleus girdilerini alan nöronlar) hâlâ "monoküler"dir, genikulattaki bütün nöronlar gibi: Nöron sağ göze tepki verirse, sol göze vermez. Ama dördüncü katmanın üst ve altındaki katmanlarda bulunan altıncı düzey nöronlardan kayıt yapıldığında, birçok nöronun her iki göze tepki verdiği görülür. Sol gözün alıcı alanı genellikle sağ gözün alıcı alanına benzer, ama verilen tepki genellikle bir gözde daha kuvvetlidir. Bazı altıncı düzey nöronlara göre sağ göz "daha kuvvetli" olandır, bazılarına göre ise sol göz daha etkilidir. Ağırlıklı olarak bir göze meyilli olup da diğer göze önem vermeyeni çok azdır.

Ama donuk bir lens takılan bebek maymunlarda bu durum değişiklik gösterir. Donuk lensin her gün bir gözden alınıp öteki göze takıldığını, her iki gözün hayvanın ilk bir yılı boyunca görsel deneyim yaşadığını (ama bu deneyimi asla bir arada yaşamadıklarını) düşün. Bu hayvanların beyinlerinden alınan kayıtlar, normal maymunlardakinden çok farklıdır. Bu durumda, nöronların sol ve sağ göze karşı güçlü eğilimleri vardır, çok azı iki göze birden dikkat eder. Lens birkaç ay çıkarılıp da her iki göze birlikte çalışma imkânı tanındığında bile bu temayül tersine dönmez: Bu tarafgir nöronların çok azı iki görüşü kıyaslama işine girişir.

"Böylece kusurlu gözün bağlantısı kesiliyor, öyle mi?"

Bu biraz fazla güçlü bir ifade oldu, zira ketleyici sinapsları bloke eden ilaçlar, her iki gözden gelen bazı altbağlantıları geçici bir süre ortaya çıkarabiliyor. Ama şöyle diyebiliriz: Erken yaşanan bu anormal deneyim nedeniyle görme sisteminin *çalışması* kalıcı olarak değişiyor.

"Kritik bir dönemi başlatan ne oluyor?"

Muhtemelen birçok bağlantısızlık. Normal insanlarda bile, yaşa bağlı olarak serebral korteksin genelinde sinaptik bağlantılarda tedrici bir azalma görülür; şeyler başta rasgele birbirine bağlanıp ardından incelikli hale geliyor gibi görünüyor. İnsan, nöron başına en fazla sinapsa sekiz aylıkken sahip olur. Ondan sonra sayı sürekli

azalır; çocukluk çağında kortikal sinapsların üçte biri ila yarısını kaybedersin.

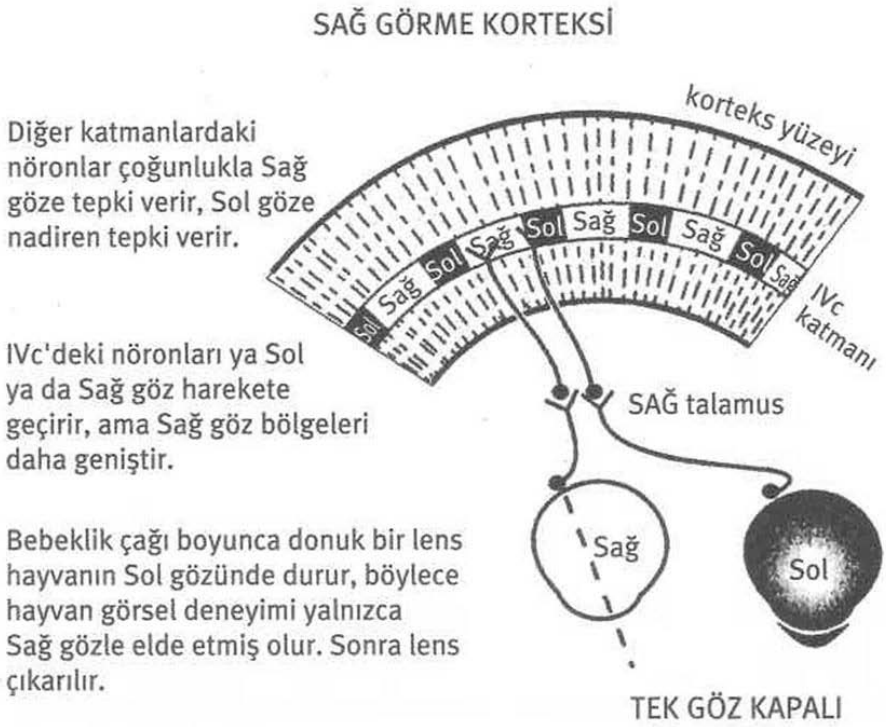
"İlginç. Sözdağarımızı geliştirir, anılarımıza anılar katarken bir yandan bağlantılarımızı *kaybediyoruz* yani?"

Evet, en azından ortalamada öyle. Sinaps kopukluklarının yanı sıra bazı kortikal bölgelerdeki nöron ölümleri nedeniyle bağlantıların azalması da söz konusu. Bir maymunun motor korteksi, bebeklik ile gençlik dönemleri arasında nöronlarının üçte birini kaybeder.



İnsanın Görme Korteksindeki Sinaps Yoğunluğu

Kaynak: Huttenlocher, 1984



"Hantal olanları mı bertaraf ediyorlar?"

Bu iyi bir budama ilkesi olabilir işte. Ama her halükârda, yetişkinliğe eriştikten sonra çok az korteks nöronu kaybedilir. Budama ilkeleri konusundaki günümüz düşüncesi, bu "hassas dönem"de pek faal olmayan bağlantıların bertaraf edildiği yönünde. Yani en çok kullanılan sinapslar varlığını sürdürür.

Bu faaliyete-bağımlı budama ilkesinin iyi bir örneğini, genikulat girdilerinin son bulduğu IVc katmanında görmek mümkündür. Normalde, tamamen sol göze ait 0,5 mm genişliğinde bir bölge ve onun yanında yine 0,5 mm genişliğinde sağ göze ait bir alan vardır ve bu alanlar bu şekilde birbirini izler. Donuk lensin bir gün birine bir gün ötekine takılmak yerine sol gözde sürekli kaldığını, böylece hayvanın yalnızca sağ gözünün dünyayı normal gördüğünü düşün.

Görme korteksinin IVc katmanındaki sağ göz bölgeleri, kullanılmayan sol gözün bölgelerini kaplayacak şekilde *genişler*. Ama kritik dönemden sonra donuk lensin çıkartılmasıyla durum tekrar eski haline gelmez.

"Alıştırma yapmış nöronlar rekabeti kazanıyor gibi görünüyor."

Evet, "ya kullanırsın ya da kaybedersin" teorisi, gelişimde neden kritik dönemlerin olduğunu veya şaşılıkları giderildiği halde Ross gibi çocukların neden bir gözlerinin görmediğini açıklayan elimizdeki en iyi teori hâlâ.

Sinapsların budanması ve bu süreçte, elma ağaçlarını budarken faydalandığı ilkelerden daha alengirli ilkelerin söz konusu olması Neil'in çok ilgisini çekmişti.

"Sinapslar daima bu şekilde oluşturulup bozuluyor mu?" diye sordu.

Muhtemelen; gerçi bayağı sağlam sinapslardan oluşan bir çekirdek sinaps topluluğu da var hiç kuşkusuz. Daha dolu ortamlarda yaşayan farelerle yapılan deneyleri hatırlıyor musun? Bu farelerde her korteks nöronundaki sinaps sayısı yüzde 80 artıyordu hani. Bu durum sinaps oluşturma oranının bazen bozulan sinapsların oranını aştığını gösterir.

Sekiz aylıktan sonra sinapslardaki yaşa bağlı ortalama düşüş, uzun vadede sinaps sayısındaki azalma oranının baskın olacağını gösterir. Ama yüzde onluk bir devridaimin her hafta mı, yoksa her

yıl mı olduğunu bilmiyoruz. Araştırma yöntemlerimiz gelişene kadar, ortalama sinaps yapma ve bozma oranları arasındaki farkların sonuçlarını bilmekle yetineceğiz.

"Bütün bunlar iktisat teorilerine benziyor. Budama meselesine gelince, Joseph Schumpeter (elli yıl kadar önce yaşamış bir iktisatçı) toplumun sürekli 'yaratıcı yıkım'a ihtiyacı olduğunu belirtirdi."

Anılarımız o kadar bükülgendir ki, gerçek olayların üzerine sahte olaylar yazılabilir, dur işareti yerine ikaz işareti gördüğüne inanan göz tanıklarında olduğu gibi. Yıllar geçtikçe eski anıların üzerine yenilerini ekleriz, ama beyinlerimiz sürekli dolan ve ara sıra temizlenmesi gereken bir arşiv odası değildir, oyulmuş eski örüntülerin üzerine yeni örüntüler oymak şeklinde işleyen farklı bir bellek sistemidir. Bazen eski örüntüleri görmek çok zorlaşır.

"Ayrıntılara takmış bir heykeltıraş gibi. Çok fazla yontarsan, geriye bir şey kalmaz!" dedi Neil gülümseyerek.

Sonra kaşlarını çattı. "Beyinlerimizin depolamasının bir sınırı olduğu anlamına mı gelir bu? Çok uzun yaşarsak, üstüne örüntü oyacağımız bir beyinden yoksun mu kalırız?"

Beyin ahşap ve taş gibi cansız bir hammadde değildir. Yeni sinapslar oluşturarak kendini yeniler. Uzun süreli bellek izini oluşturan da bu sinaptik güçlerin örüntüsü gibi görünüyor. Buradaki soru şu: Az kullanılan kayıtları hatırlamaya devam edebilir miyiz? Yoksa bu kayıtların üzerine çok fazla şey yazıldığı için hatırlanmaları aşırı yavaş (işe yaramayacak kadar yavaş) bir hale mi gelir?

> Önümüzdeki belki de en heyecan verici imkân ... bu tür bir çalışmanın duyu sistemleri dışındaki sistemlere de yaygınlaşması. Gerek deneysel psikologlar gerekse psikiyatristler ilk deneyimlerin sonraki davranış örüntüleri üzerindeki önemini vurgular. Hayatın erken dönemlerinde toplumsal temastan yoksun kalmak veya aynı dönemlerde var olan diğer anormal duygu durumları beynin henüz keşfedilmemiş bazı kısımlarındaki bağlantılarda bir bozulmaya veya tahrifata yol açıyor olabilir mi?
>
> Nörofizyolog DAVID HUBEL, 1967

On İkinci Bölüm

Dili Öğrenmek ve Yeni Baştan Öğrenmek

> Normal konuşma dili büyük oranda parçalardan, yanlış başlangıçlardan, konuşma dilinin temelini oluşturan idealleştirilmiş biçimlerin harmanlarından ve diğer tahrifatlarından oluşur. Bununla beraber ... çocuk, konuşma dilinin temelini oluşturan bu [idealleştirilmiş biçimi] öğrenir. Bu olağanüstü bir olgudur. Şunu da unutmayalım ki, çocuk bu [idealleştirilmiş biçimi] sistemli bir eğitim olmadan oluşturur, bu bilgiyi birçok başka alanda karmaşık bir zekâya dayalı başarılar elde edemeyecek bir durumdayken edinir ve bu başarı zekâdan görece bağımsızdır...
>
> Dilbilimci NOAM CHOMSKY, 1969

George'un ameliyat takviminde herhangi bir iptal söz konusu değildi. Neil bir yandan bir ameliyat iptal edilir diye zaman kolluyor bir yandan da okuyor, fırsatını buldukça güzel havalardan istifade etmeye çalışıyordu.

Neil bir gün fakültenin arkasındaki su kanalına gelip beni almayı ve tekneyle gezmeyi teklif etti. Deniz uçağı rıhtımının ucunda bekledim, rıhtıma girer girmez teknesine atladım. Böylece dille ilgili muhabbetimiz arka planda duyulan yelken sesleri ve ara sıra ona eşlik eden direğin çın çın sesleri eşliğinde gerçekleşti.

"Dikkatle dinlersen şu alüminyum direk rüzgâr çanı gibi geliyor kulağa," dedi Neil.

Bense tekdüze çın çın seslerinden başka bir şey duymuyordum. Bu kategorik bir algı meselesi hiç kuşkusuz, dedim Neil'e; benden daha fazla ses kategorisi duyabiliyordu. Yabancı dil öğretmenin telaffuzunu düzelttiğinde ona sözcüğü tıpkı *onun gibi* telaffuz ettiğini söylediğin hiç oldu mu, diye sordum Neil'e.

"Birçok kez."

Öğretmen o dile ait senin duyamadığın farklılıkları duyuyordu. Sesler için sende olmayan sınıflandırma kategorilerine sahipti. Yeni doğmuş bebekler de seslerdeki bazı ince farklılıkları yetişkinlerden daha iyi duyar. Onlar da, tıpkı senin yabancı dil öğretmenin gibi, yetişkinlerin aynı olduğunu sandığı belli konuşma sesleri arasındaki ince farklılıkları tespit edebilirler.

Bebekler hangi telaffuzun doğru olduğunu anlayamazlar belki, ama bir sesin tekrarının öncekilerden farklı olup olmadığını anlayabilirler.

"Bunu nereden biliyoruz? Bebekler konuşamaz ki."

Çocuk psikologları zekice bir şey yapmışlar. Bebekler, aynı sesi tekrar tekrar dinlediklerinde sıkılır, ama o sese biraz yenilik katıldığında dikkat kesilirler. Tekrar edilen bir hecede meydana gelen ince değişikliklerde onlara dans eden bir oyuncak ayı gösterirsen, bu değişiklikleri yakalamada gittikçe daha başarılı olurlar. Ses değişimini duyduklarında ayı görünecek mi diye bakarlar. Sesin değiştiğini duyduklarını bu şekilde anlıyorsun yani. Sonra sintisayzırla sesin zamanlamasını biraz değiştirip, örneğin /pa/ ile /ba/ sesleri arasında bir ses veriyorsun. Yenidoğanlar görünüşe göre bu ses değişikliklerini fark ederler (yani dikkat kesilip ayının görünmesini beklerler), daha büyük çocuklar veya yetişkinlerse hiçbir değişiklik olmadığını iddia ederler.

Biz yetişkinler /pa/ sesinin birden /ba/ sesine dönüştüğünü, tedrici değişimin ortasında duyarız; başka bir deyişle, ya biri ya öbürü şeklinde bir ikilik yaratırız. Bu tür kategorik algılar çoğunlukla deneyimle şekillenir ve yenidoğanların pek bir deneyimi yoktur.

"Anne karnında ses duymuyorlar mı?"

Duyuyorlar, ama yalnızca düşük frekanslıları; yüksek frekanslı sesler filtreden geçirilip dışarıda bırakılır, tıpkı komşunun müzik seti gibi. Duvarlar yalnızca düşük frekanslı seslerin geçmesine izin verir, bum-bum seslerinin. Fetüs annesinin kalbinden gelen nabız atışlarını veya bağırsaklarından gelen gurultuları da duyar; bu sesler fetüsün dışarıdan gelen seslere yoğunlaşmasına engel olabilir.

Ses kategorilerimiz, ebeveynlerimizi, kardeşlerimizi ve televizyon sesini dinleme deneyimlerimizle biçimlenir. Bebek kelimenin tam anlamıyla, duyduğu dilin niteliklerine göre kendini ayarlar.

Özellikle de geniş kategoriler oluşturup, konuşan kişilerin birtakım sesleri farklı şekillerde telaffuz etmesi durumuyla baş etmeyi öğrenir. Bu öğrenme süreci içinde bebek, konuşma seslerinde ("ses birimleri"nde) daha önce algılayabildiği ince farklılıkları fark etme yeteneğini kaybeder. Zihninde ses birimlerinin modellerini oluşturur ve ufak çeşitlemeleri göz ardı eder.

"Japonlar'ın R'yi zor telaffuz etmelerinin nedeni bu mu yoksa?"

Ses kategorilerine sahip olmak, içinde büyümediğin bir dili dinlerken bazı sorunlara neden olabilir. Örneğin Japonya'da bebekler /r/ ve /l/ arası bir harfi öğrenirler. Böyle bir kategori oluşturmak bu harfin çevresindeki varyasyonları yok saymayı öğrenmek demektir. Bu yüzden Japonlar İngilizcedeki /r/ veya /l/ ile karşılaştıklarında ikisinin arasındaki Japon harfini duyma eğilimindedirler.

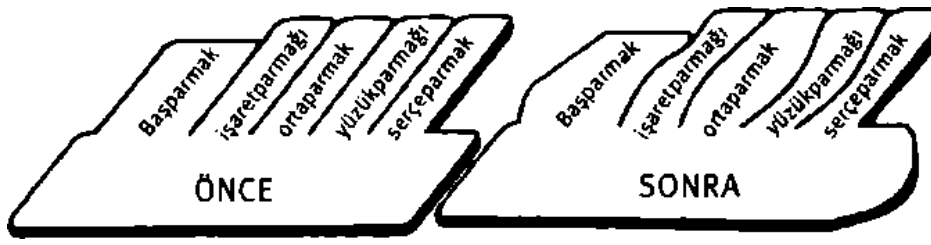
"Yani İngilizcedeki iki harfin aynı şey olduğunu düşünürler."

Ne de olsa bunlar aynı zihinsel kategori ile kavranır. Yetiştiriliş biçimimiz gereği çoğumuz Hintçe veya Portekizcedeki benzer ses birimleri arasındaki farkı da duymayız. Aradaki farkı duyamazsak, telaffuzumuzu düzeltemeyiz. Böylece bir süre sonra, yeni doğmuş bebekken fark edebildiğimiz bir ses farklılığını duyamayan, bu yüzden savunmaya geçip dil öğretmenine serzenişte bulunan öğrencilere dönüşürüz.

Bebeklik dönemindeki bu yerel konuşma seslerine alışma sürecinden sonra çeşitli dil özellikleri gelişir.

"Agulamak gibi... Benim ufaklık da şimdilerde o aşamada."

Ama çok geçmeden temel bir sözdağarı oluşturacak, ikinci yılında da iki-üç sözcüklük cümleler kuracak. Üçüncü yılında ise sözdizimleri ve daha karmaşık cümleler kuracak. Böyle böyle hikâye-



Elin yüzeylerinin kortikal haritası asla böyle düzgün değildir

Ortaparmağa alıştırma yaptırmak, bu parmağın bölgesini genişletir, ama aynı zamanda diğer parmakları ve başparmak-yüz ile el-bilek sınırlarını da yeniden düzenler.

ler ve başka okuma parçaları ilgisini çekmeye başlayacak ve okumayı öğrenecek.

"Dil korteksi, duyduğu şeylerin doğal kategorileri çerçevesinde kendi kendini örgütlüyor yani? Hasar gördükten sonra kendini tekrar örgütleyebiliyor mu peki?"

Bazen korteksin etkili biçimde yeniden düzenlenemediği olur, kritik dönemler kaçırıldığında iki gözün bir arada kullanılamaması gibi mesela. Ama bazı korteks alanları yeniden örgütlenme konusunda (yetişkinlerde bile) başarılıdır. Duyma veya konuşma konularında yapılmış çok fazla araştırma yok, ama duyu şeridiyle ilgili harika yeniden örgütlenme hikâyeleri var.

Duyu şeridindeki el haritası sabit değildir, büyük çaplı yeniden düzenlemelere açıktır. Kortekstekı parmak temsilleri arasındaki sınırlar günlere veya haftalara varan zaman dilimleri içinde milimetrelerce hareket eder; üstelik, bir parmağının bir bölümünü bombeli bir yüzeye dokundurarak birkaç hafta alıştırma yapan ortalama bir maymunun korteksinde meydana gelen bir durumdan söz ediyoruz burada yalnızca.

"Braille alfabesiyle okuyan bir kör gibi."

Kesinlikle. Hatta birileri körlerin duyu şeridinin haritasını çıkarmış ve parmak alanlarının ortalama insandan daha geniş olduğunu göstermiştir. Maymunlarda bunun nasıl gerçekleştiğini görebilirsin.

Maymunlarda, böyle bariz alıştırma olmadan bile başparmak-yüz sınırı birkaç hafta içinde bir milimetre kadar hareket eder. Yüzdeki bir deri parçasına yanıt veren bazı nöronlar bu parçaya yanıt vermeyi kesip başparmaktaki bir deri parçasına yanıt vermeye başlar. Bariz bir nedeni olmayan bu yer değiştirmeler, maymunun hayatı boyunca sürekli dinamik bir ayarlamanın söz konusu olduğuna işaret eder.

"Sınır anlaşmazlığına benziyor. 1871'den beri dört kez tabiyet değiştiren Fransa-Almanya sınırındaki Alsace bölgesinin durumu gibi tıpkı."

Bu nedenle de karma bir özelliğe sahip, tıpkı bir hafta başparmağı öbür hafta yüzü temsil eden nöronlar gibi.

"Ya kullanırsın ya da kaybedersin" fikri burada abartılı kaçabi-

lir, ama yetişkinlerde duyu şeridiyle ilgili yapılan araştırmalar, serebral kortekste bu mücadelenin canlı bir şekilde varlığını sürdürdüğüne işaret ediyor kesinlikle. Bu keşiften önce, yetişkin primat beyninin daha esnek olduğu, bu tür köklü işlevsel yeniden düzenlemelere yalnızca genç beyinlerin muktedir olduğu düşünülüyordu.

"Bu yeniden düzenleme ne kadar radikal olabilir?"

Duruma göre değişiyor gibi görünüyor: Gençlerde yetişkinlere kıyasla, dokunma duyusunda ise görme duyusuna kıyasla daha köklü oluyor. Ayrıca tercihler de söz konusu: Bir kol yitirildiğinde onun duyu şeridindeki yerini tamamıyla yüzün altkısımları, çoğunlukla çene ve çene kemiği kaplıyor gibi görünüyor. Duyu şeridinin boşalmış bölümünün öbür tarafında yer alan göğüs temsili ise burasını hiçbir şekilde istila etmiyor.

Dil konusunda deney hayvanlarıyla yapılabilecek türden ayrıntılı araştırmalar yok, ama bebeklerin beyinlerindeki ciddi hasarları nasıl telafi ettikleriyle ilgili birçok ipucu mevcut. Genel gelişim sürecinde bazı aksaklıklar olabilir ve bu aksaklıkların bazıları çocuğun beynindeki değişen dil düzeni hakkında bize bir şeyler öğretir.

En önemli ipuçları hiç kuşkusuz Sturge-Weber sendromu adı verilen ve çok nadir görülen bir işlev bozukluğudur. Doğuştan gelen bu bozukluk, bebeğin anne karnındaki gelişimi sırasında beynin bir tarafında anormal kan damarı toplaşması biçiminde kendini gösterir. Bu tür arteryovenöz işlev bozukluklarında, oksijen taşıyan kanın çoğu kılcal damarlara uğramadan doğrudan toplardamarlara aktarılır. Bu nedenle nöronlar iyi beslenemez. Beynin bu damarların altındaki kısmı ciddi nöbetler geliştirir, bu kısmın büyümesi durur ve esas itibariyle yararsız hale gelir.

Bu yeterince kötü bir şeydir. Ama nöbetler yayılarak beynin diğer kısımlarını da etkiler ve gelişimlerine engel olur. Beynin bir kısmındaki işlevleri bozulmuş kan damarları, beynin her iki tarafını da temelde iş yapamaz hale getirir. Beyin cerrahları bu sorunla doğan bebekleri onlarca yıldır cerrahi müdahalede bulunarak tedavi ediyorlar: Anormal kan damarları ile bunların kanla beslediği serebral korteksi çıkarıp başka yerden kan alan korteksaltı yapıları bırakıyorlar.

"Bu zavallı çocuklar yarım beyinle mi idare ediyorlar? Ben o

Wada testinde yarım beyinle idare edememiştim."

Aslında bebeğin kalan beyni yarıdan daha fazla, zira serebral korteks her şey demek değildir. Bu çocuklar normalinin yarısı kadar bir serebral kortekse sahip. İşin ilginç tarafı, bu çocuklar sanıldığının aksine, vücutlarının bir tarafına felç inmeden veya görsel dünyalarının yarısı körleşmeden büyüyor. Anlaşılan o ki, beynin kalan yarısı vücudun her iki tarafını da yönetebiliyor. Bazen bu kusur beynin sağ tarafında olur, bebek sol serebral korteksle idare eder.

"Konuşabiliyorlar, değil mi?"

Evet. Ama bazen sol serebral korteksi almak gerekiyor, bu da bebeği dille alakalı olduğu düşünülen yapılardan mahrum bırakıyor. Şimdi, dilin gelişimi sol beyindeki devrelere bağlı olsaydı, tümüyle sağ beyinli çocuklarda dilin gelişmemesi lazımdı.

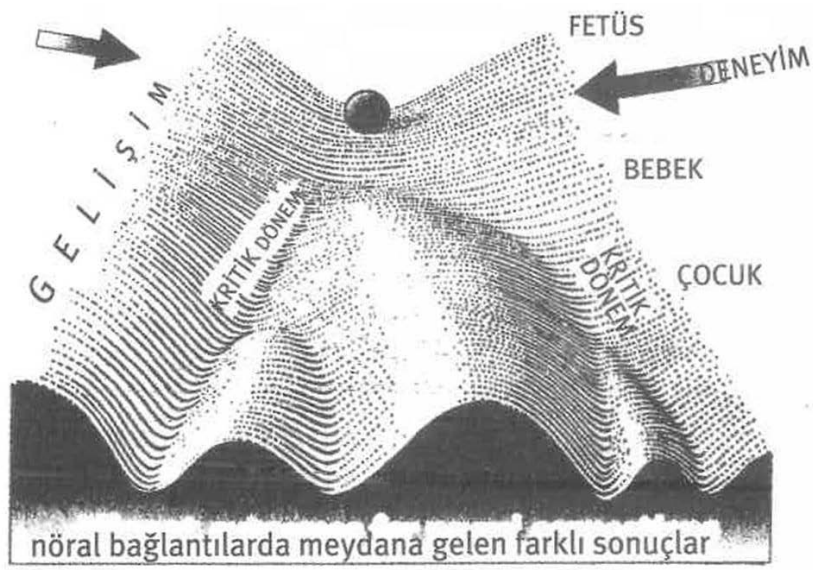
Ama gelişiyor. Beyinlerinin sol yarım küreleri ameliyatla alınan çocuklar, ameliyattan yıllar sonra incelendiklerinde, her ne kadar genellikle sessiz kabul edilseler de, dili rahat kullandıkları görülmüştür. Sağ beyin normalde dili desteklemese de bu gibi durumlarda destekliyor belli ki.

Gelgelelim bu dil pek normal sayılmaz. Bruno Kohn ve Maureen Dennis adlı psikologlar beyinlerinin yarısı alınmış çocukları on yaşlarında incelemiş ve sol beyinleri alınmış çocukların karmaşık gramer yapılarını kullanmakta sağ beyinleri alınmış çocuklardan daha fazla zorlandıklarını bulmuş (her iki gruptaki çocuklar da benzer zekâ seviyelerine sahip oldukları halde).

"Nasıl bir fark var aralarında?"

Sol beyin yarıküreleri alınmış çocuklar şimdiki zaman kipiyle konuşuyor, gelecek zaman kipini kullanmakta zorlanıyormuş. Öyle görünüyor ki, sol beyinde dilin tam manasıyla ifade edilmesine olanak tanıyan yerleşik bir mekanizma, sağ beynin tamamen destekleyemediği bir mekanizma var. Bütün gerçek insan dilleri tahayyül edilebilen sınırsız yapı kuralları içinden sınırlı yapı kurallarını kullandığına göre, sözdizimi ile gramerin biyolojik bir temeli olması gerekir, diyor dilbilimci Noam Chomsky. Sturge-Weber çocuklarında geriye kalan dil, sol beynin dil için gerekli nöral yapıların hepsine sahip olduğuna işaret eder.

Bebeklikte sağ beyin, sol beynin dil mekanizmasını büyük oranda telafi edebiliyorsa da, yetişkinler o kadar şanslı değildir. Büyük



Yokuş aşağı giden epigenetik arazi ve kritik dönemlerde meydana gelen sonuçları etkileyen "deneyim rüzgârları"

Kaynak: Waddington, 1956

bir sol beyin inmesi genellikle çoğu dil işlevlerinde Broca'nın hastası "Tan-tan"daki gibi daimi bir kayba neden olur. Sağ beynin telafi yeteneği, çoğumuzda okul öncesi yıllarda yok olur.

İki yaşından önce büyük sol beyin hasarı geçiren çocukların çoğu kullanışlı bir dil geliştiriyor gibi görünüyor. Daimi dil kaybı, böyle bir hasar altı veya yedi yaşında meydana geldiğinde görülmeye başlıyor. Dört ila altı yaşlarında sol beyin hasarı geçiren çocuklarda, daha önce elde ettikleri dil yeteneklerinin büyük kısmını korusalar da, ciddi sözlü öğrenme bozuklukları görülüyor.

"George ameliyathanede çocuklar üzerinde inceleme yapabiliyor mu?"

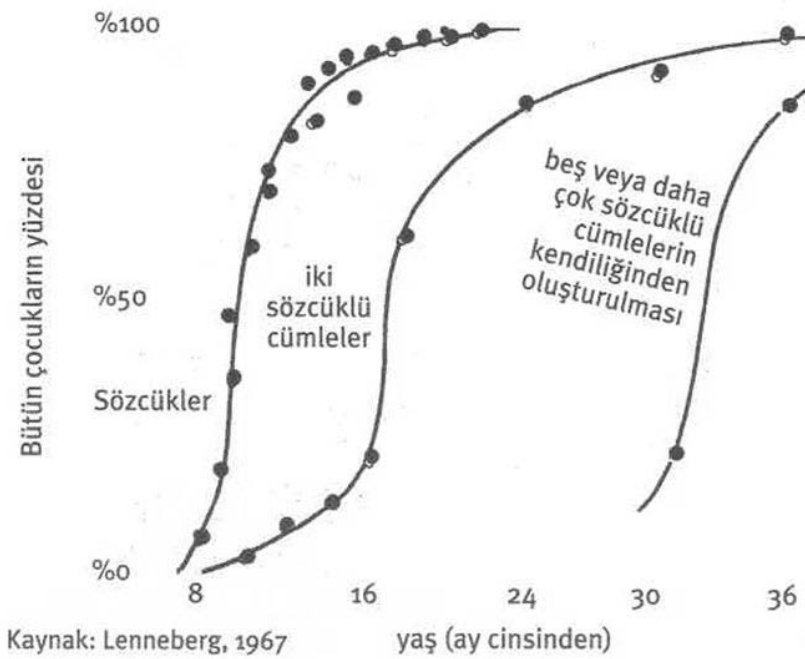
Her zaman yapamıyor. Bazı çocukların ameliyattan başka tedavi şekli olmayan epilepsileri olsa da, beyin ameliyatı çoğunlukla yetişkinlerde benimsenen bir tedavi yaklaşımıdır, zira ameliyathanede beyinden kayıt alma ve harita çıkarma işlemleri, ameliyatın bir kısmında yalnızca lokal anestezinin etkisi altında olan uyanık, doktorla işbirliği yapacak bir hasta gerektirir. Bunları çocuklardan veya zihinsel engelli erişkinlerden isteyemezsiniz. Onlar için farklı bir teknik kullanılır, gerçi bu teknik, yetişkinlerde kullanılan tekni-

ğe göre epey pahalı ve biraz daha risklidir. Genel anestezi altında hastanın beynine, korteks yüzeyinin tepesine oturacak şekilde elektrotlardan oluşan bir tabaka ("grid elektrotu" adı verilir) yerleştirilir ve elektrotların kablosu açılan bir kesiden çıkarılır. Çocuklarda haritalama ve kayıt çalışmaları bu implantasyondan sonraki hafta yapılır.

"George, yirmi dört saatlik EEG testi 'Ön lob mu şakak lobu mu?' sorusunu cevaplamazsa böyle bir şeye ihtiyacım olabileceğini söylemişti."

Grid elektrotları muhteşem şeyler, çocukların dil örgütlenmesi, implantasyonu izleyen günlerde, çocukların uyanık ve işbirliğine açık oldukları zamanlarda yapılan kısa test seanslarında ortaya çıkartılabilir. Bu tip grid elektrotlarıyla yapılan haritalamayla incelenen en küçük çocuk dört yaşındaydı. Çocuğun beynindeki adlandırma bölgeleri zar büyüklüğündeydi, yetişkinlerin adlandırma bölgelerinin boyutlarında. Aynı lobda birden çok adlandırma bölgesi sekiz yaşından küçük çocuklarda tespit edilmemiştir.

Çocuklardan alınan veriler kısıtlı olsa da gündeme ilginç sorular getirir. Yerelleşmiş adlandırma bölgelerinin gelişmesi, dilin "betona kazındığı" anlamına geliyor, dili beynin öteki yarıküresine taşıma kabiliyetinin yitirildiğini gösteriyor olabilir mi?



Kaynak: Lenneberg, 1967

Çocukların nasıl öğrendiği, çoğu anne babanın ve öğretmenin en merak ettiği konudur. Gerek dilbilimciler gerekse gelişim psikologları tarafından dil gelişimini gösteren birçok "basamak" (gerçi bunlar birbiriyle çakışır) koyutlanmıştır.

"Kızım hâlâ agu diyor, ama ona anne ve baba demeyi öğretmeye çalışıyoruz."

Anne babalar ve öğretmenler, sürekli yardım etmezlerse çocukların dili asla öğrenemeyeceğini sanırlar. Ama dilin öğrenilen kısmının zorunlu olarak edinilen kısmından fazla olmadığını, çocukların budama ve düzeltme olmadan da dili muhtemelen öğrenebileceğini rahatlıkla söyleyebiliriz.

"Bu birçok anne babayı şaşırtacaktır."

Çocuklar yardım almadan dili daha yavaş öğrenirler elbette, ama çoğu çocuk okul öncesinde sözcüklerin anlamını kendi kendine öğrenebilir. Sözcük öğreniminde önemli olan, cümleleri *duymak*, insanların sözcüklerin karşılığında neler yaptığını görmek, sonra da kendi kendine sözcük dizileri oluşturarak çevrendeki insanları etkilemektir.

Okul öncesi yaşlardaki çocukta, birkaç yüz sözcükten oluşan kullanışlı sözdağarı edinen maymunlardan farklı olarak, müthiş bir sözcük öğrenme hırsı vardır, sözdağarına her gün altı yeni sözcük ekler. Bu sözcüklerin bazılarını işaret edip ismini sorarak değil, gözlemle edinir; anne babalar bazen çocuklarının daha konuşmaya başlamadan önce çevrelerindeki insanları dinleyerek birtakım sözcükleri kaptıklarını gördüklerinde şaşırırlar.

Deneme yanılma gözlemiyle öğrenme özellikle sözdizimi (halk arasında gramer denilen şey) için geçerlidir. Bunlar sözcük dizilerini nasıl kullanacağımızı gösteren kurallardır. Yaşları büyük olan çocuklarına gramer öğrettin mi?

"Dalga mı geçiyorsun? Gramer kurallarını bilmiyorum bile. Öğretmem mümkün değil. Sadece bir şeyi yanlış söylediklerinde düzeltip doğrusunu söylüyorum."

Kuralları biliyorsun aslında, bildiğini konuştuğun her cümleyle gösteriyorsun. Bunu dile getiremiyorsun yalnızca. Dilbilimciler bile kuralları açıklamakta zorluk çeker. Peki hepimiz grameri nasıl öğreniyoruz?

Çocuklar cümle oluşturma kurallarını sırf gözlemle öğrenirler. Çocuklar 18 ay ile 36 ay arasındaki dönemde, özellikle çevrelerinde konuşulan cümlelerin temelini oluşturan yapı kurallarını öğrenmeye meyillidir. Konuşmanın kısımlarını anne babalarından daha iyi açıklayamıyor veya bir cümlenin yapısını onlardan daha iyi ortaya koyamıyor olabilirler, ama bu bilgiler beyinlerine iyice yerleşiyormuş gibi bir halleri vardır.

Bu biyolojik eğilim o kadar kuvvetlidir ki, çocuklar yeni bir dil bile icat ederler. Sağır çocukların oyun arkadaşlarıyla kendilerine özgü işaret dili ("ev dili") icat ettikleri bilinir. Dilbilimci Derek Bickerton, çocukların anne babaları konuşurken duydukları ilkel karma dillerden yeni diller icat edebildiklerini göstermiştir. Karma diller tüccarlar, turistler ve "misafir işçiler" (eski zamanlarda da köleler) tarafından kullanılan ortak sözdağarlarıdır; bu sözcüklere genellikle jestler de eşlik eder; turist Yunancası konuşmaya çalışırken bende de olduğu gibi. Laf dolandırıldığı için, kısacık bir şey söylemek çok uzun zaman alır. Doğru ve tam olarak kullanılan bir dil insana kısa bir cümleye birçok anlam sığdırma imkânı tanır.

Kreol diller, kendi sözdizimleri olan, "Kim kime neyle ne yaptı" modellerini bir zihinden ötekine çabucak aktarabilen hakiki dillerdir. Karma dil konuşan çocuklar duydukları ortak sözdağarını alıp buna bir sözdizimi oluşturuyor gibi görünüyor; gerçi oluşturdukları bu sözdizimi anne babalarının anadilinin sözdizimi olmak zorunda değildir. Çocuklar ister istemez hakiki bir dil icat ederler. Çocuğun beyninin sözdizimine önceden hazır olduğuna işaret eden en iyi veridir bu.

Karma dillerle kıyaslandığında hakiki bir dil, daha az sözcükle karmaşık kavramlar aktarabilir. Ek anlam düzeylerine ulaşmak amacıyla sözcükleri birbiriyle ilişkilendirmeyi sağlayan karmaşık kurallara sahip olmasından kaynaklanır bu.

"Sözdizimi, ilkel bir dili hakiki bir dilden ayıran şey, anladığım kadarıyla. İnsana tek tek sözcüklerden daha fazlasını anlama imkânı tanıyor herhalde?"

Tam öyle değil. Asıl dil testi, kuralları kullanarak cümle *kurmaktır*, cümleleri anlamak değil. Birinin kurduğu karmaşık bir cümleyi anlamak çok daha kolaydır, çünkü insan çok iyi tahmin edebilir. Misafir öğretim üyesi olarak Kudüs'e gitmiştim, İbranice bilgim

yok denecek kadar azdı (esnafla konuşmaya yetecek kadardı, yüz sözcük falandı ancak). Fakültenin bir partisine gittim, partidekiler uzun ve hararetli bir sohbete daldılar, hepsi İbranice konuşuyordu. Salonun bir ucunda duran bir kadın konuşmalarına dikkat kesildiğimi fark edince, konuşulanları anlayıp anlamadığımı sordu aniden (neyse ki İngilizce sormuştu). Kadının sorusu konuşmayı kesti, herkes dönüp bana baktı. Ona bazı şeyleri anladığımı söyledim. Kadın –onca insanın ortasında– peki ne anladınız, diye sordu.

"Herkes sana pür dikkat kesildi bu yüzden tabii. Ne oldu sonra peki?"

Mısır'la yapılan barış antlaşmasından. Gazze Şeridi'nin yakınındaki yerleşim yerleri ile Sina Yarımadası'ndaki hava üssünü kaybettiklerinden, halkın tahliyesinin yaratacağı siyasi sorunlardan bahsettiklerini söyledim kısaca. Hakikaten de bunları konuşmuşlar! Yüz İbranice sözcükten oluşan sözdağarımla üç sözcüklü cümleden daha karmaşık şeyler konuşamadığım halde, duyduğum karmaşık cümlelerden tahminler yürüterek konuşmanın genel konusunu kavramıştım.

Kuralları uygulayarak yeni bir cümle kurup konuşmak en zor olanı. Gelgelelim çocuklar yeni kuralları kolayca öğrenirler; konuşmayı bir kez öğrendikten sonra ikinci bir dili rahatça *konuşabilirler*. Anne babalarının aksine.

Ne ki anadillerinin sözdizimini asla öğrenemeyen çocuklar da var elbette.

"Nasıl oluyor bu peki? Demin hiç kimse öğretmese bile kendiliklerinden öğrenirler dememiş miydin?"

Sağırlarsa, sözcükleri veya dil kurallarını dinleyerek öğrenemezler.

Dil gelişimindeki kritik dönemler, her bin çocuk içinde sağır (veya hemen hemen sağır) doğan biri için çok önemlidir, en azından geleneksel işaret diline erişimi olmayan için. Duyan çocukların çoğu 12 aylıkken tek tek sözcükler söylemeye başlamış olur, 18 ile 24 ay arasındaki dönemde iki sözcüklü basit cümleler kurar, 30 ile 42 ay arasındaki dönemde ise sözcükleri geçmiş, şimdiki ve gelecek zaman ekleri ve tekil-çoğul eklerivle birlikte telaffuz etmeye başlar.

Anne babaları duyan sağır çocuklar bunları pek yapamaz. ABD'de bu çocuklar ortalama üç yaşına gelene kadar konuşma engelli olarak tanımlanmazlar bile. Ortalama üç yaş derken, çoğunun çok daha geç yaşlarda konuşma engelli olarak tanımlandığını kastediyorum elbette.

"Nasıl oluyor bu? O yaşa gelmeden önce çocuğun annesiyle babası bir şeylerin yolunda gitmediğini fark ediyorlardır herhalde."

Fark ediyorlar, bebeklerinin zor öğrendiğini görüp endişeleniyorlar muhtemelen. Ama bebeğin arkasında veya kendilerini göremeyeceği bir yerde durup, bebek normal duyuyor olsa dikkatini çekecek şekilde yüksek sesle bağırmak akıllarına gelmiyor. Çoğu çocuk genel sağlık kontrolünden geçirilmiyor. Günümüzde, doğumdan kısa bir süre sonra, anne ve bebeği henüz hastaneden taburcu edilmeden önce yapılan ve bebeğin sağır olup olmadığını tespit eden ucuz ve etkili testler var artık. Bu testlerin kullanımı pek yaygın değil, ama öyle olması gerekir, çünkü sağırlık tespit edilmezse, cümle kuruluşunu yönlendiren kuralları öğrenmeyi etkileyen kritik dönemler nedeniyle çocukta büyük sorunlar yaratır.

Anne babası sağır olan sağır çocukların çoğunun dili diğer birçok çocuk gibi fazla çaba sarf etmeden öğrendiklerini, okul çağına eriştiklerindeyse işaret dili dışındaki dilleri öğrenebildiklerini söylemeliyim öncelikle. Bu çocukların, kendi dillerini kullanmayan insanlarla ilişkileri bakımından toplumsal handikapları olabilir, ama sırf sağır olmaktan kaynaklanan bir dil handikapları yoktur.

Bebeklerin sağırlığı konusundaki ciddi endişeler, yetişkinlikte baş gösteren sağırlıkta söz konusu olan endişelerden (ki çoğunlukla işitme cihazlarıyla veya toplumdan soyutlanmaktan dolayı gelişebilen paranoyayla ilgilidir bunlar) farklıdır.

Anne babası işaret dilini iyi kullanamadığında çocuk, çevresini yavaş yavaş gözlemleyerek sözdizimini öğrenemeyebilir. Bu da dil yeteneğinin gelişmesine kalıcı olarak engel olur: Bu kaybı daha sonra telafi edemezsin. Erken okul öncesi dönemde akıcı bir işaret diliyle karşılaşmazsa, sözdağarı güdük kalabilir, karmaşık cümle kurma veya bu tür cümleleri anlama yeteneği gelişmeyebilir; veya yarın yapacaklarını planlayamaz; bir davranışı önceden kafasında tasarlayamaz ve bu eylemin başka insanları rahatsız edebileceğini tahmin edemez.

Bir çocuğun sözcüklerden (veya işaretlerden), iki-üç sözcüklü cümlelerden fazlasına ihtiyacı olduğu artık açıkça biliniyor: Çocuğun, günlük çevresinde bir sözdizimi keşfetmeye ihtiyacı vardır. Bu deneyimi üç yaşına kadar edinmesi gerekir, daha sonra okulda değil. Çocuğun ilk 18 ila 36 ay içinde en az bir dilin sözdizimini öğrenmesi, daha sonra başka bir dili (mesela dudak okumayı) öğrenmesinde önemli gibi görünüyor. Amerikan İşaret Dili'nin (ASL) keşfedilmesi gereken bir sözdizimi vardır, İngilizce El İşareti Dili (MCE) ise İngilizce sözdizimini kullanır.

"Ama bu çocukların yarısının sağır olduğunun 36 ay sonra anlaşıldığını söylemiştin."

Evet, bu çocuklar dil öğreniminde geri kalır, yoğunlaştırılmış derslere ihtiyaç duyar. Ama çocukların ailesi genellikle eğitimi kendileri sağlayamaz, çocuğun sağır olduğu çok daha önceden tespit edildiğinde bile. İşaret dili sözcüklerini çocuktan önce öğrenebileceklerini sanırlar ve asıl sorunun sözdizimi olduğunu fark etmezler. Sağırların oluşturduğu bir toplulukta yetişmedikleri sürece anne babalar işaret dilini işaret *sözdizimini* kullanabilecek kadar iyi öğrenemezler. Bu nedenle sağır çocukları onları seyrederek yeterince sözdizimi öğrenemez.

"Yani bu çocukların muhakkak, akıcı işaret dilinin kullanıldığı okul öncesi eğitim verilen bir sağırlar okuluna gitmeleri gerekir."

Kesinlikle. Ama böyle bir okul öncesi eğitim sınıfında geçirilen günde birkaç saat, bütün gün akıcı işaret diliyle çevrili bir ortamda bulunan, annesiyle babası sağır çocukların edindikleri deneyimlerle kıyaslandığında çok az kalıyor. Gene de, annesi babası sağır olmayan sağır çocuklar bütün sağır çocukların yalnızca yüzde 10'unu oluşturur.

"Peki anne babalar ne yapmalı?"

Uzmanlardan birine çocuğun sağır olsaydı ne yapardın diye sordum. Bütün ailenin mümkün olduğunca hızlı bir şekilde işaret dilini öğrenmesindense, çocuğun okul öncesi eğitimini, okuldan sonra günün kalanını onunla geçirecek sağır bir bebek bakıcısı tutarak tamamlardım dedi. Çocukları sağır olan ama kendileri olmayan anne babalar için bu optimal bir strateji gibi görünüyor; çocuğun sağırlığı normal dil edinim döneminin sonlarına doğru keşfedildiğinde ise bu strateji temel bir önem kazanıyor.

Sağırlık ortaya çıktıktan sonra zaman çok kısıtlı, bu nedenle çoğu anne baba iş işten geçmeden harekete geçemiyor. Çoğu yerde çocuk okul çağına gelene kadar kurumsal kaynaklar devreye girmiyor. Böylece, sırf kamu bedava bebek sağlığı klinikleri ve gezici tarama programlarıyla pek ilgilenmediği için, bir çocuk daha insanlığın mirasından, yani dilinden mahrum kalıyor.

"En azından vahşi hayvanlar tarafından büyütüldükleri iddia edilen şu 'kurt çocuk'lardan daha iyidir herhalde durumları."

Bu çocuklar anormal yetiştirmenin dramatik örnekleridir, ama bu çocukların genellikle dil öğrenme kusurlarının incelenmesini zorlaştıran çeşitli tıbbi ve toplumsal sorunları da vardır. Anne babaları duyan sağır çocuklar ise normaldir, dil deneyimleri hariç sahip olmaları gereken her şeye sahiptirler.

Genie gibi orta düzeyde vakalar da var. Genie'yi zihinsel engelli babası bir odaya kilitlemiş, Genie orada büyümüş. Bir buçuk yaşından, odada kilitli olduğunun fark edildiği on üç yaşına kadar Genie'nin duyduğu tek insan sesi duvarların ardından gelen insan sesleriymiş.

Belirtildiğine göre normal bir zekâya sahip olsa da, Genie o gizli hapishanesinden çıkarıldıktan sonra yoğun terapi görmesine rağmen normal bir dil geliştirememiş. Dil edinme dönemi olan iki yaş öncesi dönemi geçtikten sonra dili, "Al market elma suyu" gibi cümleler kurduğu bir seviyede kalmış.

Çoğu duyu sistemi, belli bir gelişim evresi ("kritik dönem" dediğimiz dönem) sırasında yeterli duyuya maruz kalınmadığı sürece tam anlamıyla gelişmez. Genie, keşfedecek sözdizimi sunulmadan yetiştirilen sağır çocuklar, beyinleri hasar görmüş çocuklar: Bunların hepsi okul öncesi yıllarda dil için kritik bir dönem olduğuna işaret eder. O halde, yeterli deneyim olmadan dil (maymunların kullandığının ötesinde bir dilden bahsediyorum) imkânsız hale gelir. Böyle dilden mahrum kalmış çocukların dili, Genie'de olduğu gibi ilkel dil seviyesinde kalır. Onlar için "fırsat penceresi" çoktan kapanmıştır, bizim elimizden de başka çocukların aynı kaderden mustarip olmamasına çaba göstermekten başka bir şey gelmez.

Ama yoğun dil eğitiminin okul öncesi dönemde dilden tamamen uzak kalmamış çocuklara yardımcı olmayacağı biçiminde algılanmamalı bu. Bir çocukta duyma kaybı yavaş yavaş da gelisebi-

lir, çocuk sağır olmadan önce bir sözdizimi deneyimi edinebilir. Toplumsal etkileşimleri sınırlayan gelişimsel anormallikler (çok az konuşan otistik çocuklardaki gibi) dışarıdan çocuğun dilden yoksunmuş gibi görünmesine neden olabilir. Oysa bu çocuklar kritik dönemde dili öğrenmelerini sağlayacak kadar dinleme deneyimine sahip olmuş olabilir, dolayısıyla daha sonraki terapilerin yararını görebilirler.

"İşaret dili öğrenen şempanzelerdeki kritik dönemler nasıl peki? Bazı şempanzelerin sözdizimi öğrenememesinin nedeni bu mu?"

Onların kullandığı sağırların kullandığı anlamda bir işaret dili değil, gerçi ilk araştırmalar sağırların işaret diliyle yapılmıştır. Kuyruksuz maymunlara el işaretlerini öğretmek o kadar zordur ki, makul bir zaman aralığında çok az sözcük öğrenebilirler. Araştırmacılar, üzerlerinde gelişigüzel yüzlerce simgenin yer aldığı, zihinsel engelli ve otistik çocuklarda kullanılanlara benzer simge kartları kullanıyorlar artık. Öğretmenler simgeye işaret edip o simgedeki nesnenin adını yüksek sesle söylerken, (çok iyi konuşamayan) maymunlar da hangi simgenin hangi nesneye, hangi yiyeceğe, hangi insanlara tekabül ettiğini öğrenirler. Kendi cümlelerini de bu şekilde, bir dizi simgeyi işaret ederek kurarlar.

Son derece doğal, tıpkı çocukların sözcükleri öğrenmeleri gibi bir şeydir bu: Gözlemlemek, simgenin ne işe yaradığını öğrenmek, sonra da bunu üretmek. Maymunlara sağırların işaret dili gibi el işaretleri öğretmek zordur, çünkü bir işareti yapmayı çok zor öğrenmeleri bir yana, ne işe yaradığını ancak işareti yapmayı öğrendikten sonra öğrenirler, ki maymunlar dahil hiç kimseyi bir şeyi öğrenmeye bu şekilde teşvik edemezsin. Simge kartı ise bebeklerin dil dünyasında kat ettikleri geleneksel yolu taklit etmeye çalışır: önce kavramak, sonra üretmek.

Şimdilik bu tür bir ilkel dilde de (bonobolarda dahi) kritik bir dönem var gibi görünüyor, hatta sözcük öğreniminde bile. Üç yaşından sonra simge kartı diliyle tanıştırılan iki bonobo (son derece başarılı iki bonobonun annesi ile kardeşi) öğretmenlerinin çok çaba sarf etmesine rağmen ne sözcük öğrenmiş ne de sözdizimi kavrayışı geliştirebilmiş mesela. Ama aynı annenin başka çocukları (dil öğrenmeye 3 yaşından önce başlamış olan Kanzi ve Panbanesha) çok sayıda sözcük öğrenmiş.

"Kanzi'yi televizyonda seyretmiştim, karmaşık talimatları iki yaşındaki bir kız çocuğunun yapacağı gibi yerine getirmişti. Dili henüz küçükken öğretmek gerekiyor yani onlara da?"

Evet. Maymun olsun insan olsun. Dilin bazı yönleri doğuştan geliyor olabilir, ama "dil doğuştandır" demek yanlıştır, çünkü bu yeteneğin erken çocukluk yıllarının hassas bir döneminde geliştirilmesi gerekir.

Dili bir kere kaybettikten sonra yeniden öğrenmek inme hastalarının çözmesi gereken en büyük sorun elbette. Sol beyninde büyük hasarlı alanlar bulunan yetişkinlerin çoğunda daimi dil kusurları görülse de, küçük hasarlı alanlar bulunanlarda bu dil kusurları düzelebilir. Küçük hasarlardan mustarip hastalarda da ilk başta aynı derecede ciddi dil kusurları olabilir, ama sonra birkaç ay veya yıllık bir dönem içinde bu kusurların bazıları veya hepsi yavaş yavaş düzelir.

"Konuşma terapisi inme hastalarında da işe yarıyor yani?"

Bu düzelmenin konuşma terapisiyle birlikte hızlandığına dair veriler varsa da, terapi olmadan da düzelme gerçekleşebilir. Bu düzelmenin *nasıl* olduğu önemli bir soru, zira yetişkin beyninin esnekliğinin boyutları hakkında bize bir fikir verebilir. Hatta afazikler için gerçekten etkili bir konuşma terapisi tasarlamamızda da bize yardımcı olabilir belki.

"Sol beynin dil alanları inme nedeniyle hasara uğradığında sağ beyin yardım etmeye mi başlıyor?"

Bazen. Birkaç hastada görülen, adını duydukları nesneleri işaret etme yeteneğine bakılırsa, sağ beyinde temel bir sözdağarı var gibi görünüyor. Bu yetenekler, korpus kallosumu ayrılmış bazı epileptiklerde çok açık biçimde görülmüştür. Korpus kallosum adlı bu bağlantı demeti, sol beynin serebral korteksinin sağ beynin serebral korteksiyle olan bağlantısının anayolunu temsil eder; yani, bu demeti kesmek soldaki nöbetlerin sağ beyne sıçramasını önleyebilir. Bu "ayrık beyinli" hastaların bazılarında (hepsinde değil) yalıtılmış, baskın olmayan sağ yarıküre, basit isimlerin anlamlarını kavrayabiliyor gibidir.

Gelgelelim, sağ beyinlerindeki bu temel sözdağarı, doğuştan gelen sağ beyin dil yeteneklerinden ziyade, yeniden düzenlenme-

nin bir sonucu olabilir, ameliyattan önce sol beyin dil işlevlerinden bazıları sağ yarıküreye geçmiş Sturge-Weber çocuklarında olduğu gibi. Ünlü ayrık beyinli hastaların çoğu da erken çocukluk dönemlerinde nöbet geçirmiştir. İnsandaki sağ beyin yetenekleri, şempanze ve bonoboların dil öğrenme konusundaki başarılarıyla kıyaslandığında her halükârda azdır (dil hayatın erken evrelerinde sol beyinden tamamen bertaraf edilmediği sürece).

"Peki ya bir inmeden sonra sol beyindeki yeniden düzenleme nasıl oluyor? Maymun duyu şeridindeki gibi mi gerçekleşiyor?"

Bugüne kadar görece az vaka incelendiyse de, bunun yeniden düzenlenen parmak haritalarındakine benzemediğini söyleyebiliriz; en azından ameliyathanelerde kullanılan tekniklerle. İnme geçirip de iyileşen hastalar içinde bir nedenle beyinlerinin elektrik uyarı haritası çıkarılmış olanların (genellikle inmeden kaynaklanan nöbetler için ameliyat yapılırken çıkarılır) beyin haritaları incelendiğinde, adlandırma bölgelerinin inmenin yol açtığı hasarın sınırlarında olduğu görülmüştür. Ama yine de bu bölgeler "normal" insanların adlandırma bölgelerinin görülebildiği sınırlar içindedir. Temel bir yeniden görevlendirme söz konusu olsaydı, adlandırma bölgelerini alışılmamış yerlerde bulmamız gerekirdi. Böyle bir şey bugüne kadar görülmemiştir.

Belki de yeniden düzenlenmeyi görme şansı en iyi, bu düzenlenme sabit hale gelmeden önce, yani oluşum halindeyken yakalanabilir. Dil alanlarına yakın yerlerde tümör bulunan birkaç hastada, tümörün büyümesi sırasında farklı evrelerde birçok kez dil alanlarının haritası çıkarılmıştır. Tümörlü hastalarda da ilk haritalandırmada, yani dilin normal göründüğü evrede, tıpkı tümörü olmayan epilepsi hastalarındaki gibi, çok sayıda ve yeri belirli adlandırma bölgeleri görülür. Tümör büyüdükçe ve dil bozuldukça, hasta nükseden tümörün alındığı ikinci bir ameliyat geçirir. İşte bu ameliyat sırasında çıkarılan beyin haritasında adlandırma bölgelerinden birinin değiştiği görülür.

Adlandırma bölgesinin belirgin sınırlarının yerini, uyarı sırasındaki adlandırmada yalnızca ara sıra hataların yapıldığı daha dağınık bir alan almış gibidir. Diğer adlandırma bölgeleri değişmemiştir. Daha sonra, hasta dilde daha büyük sıkıntılar yaşamaya başladığında çıkarılan haritada başka adlandırma bölgelerinin de yitirildi-

ği görülür. Tekrar söylüyorum, bu hastalarda alışılmamış yerlerde adlandırma bölgelerine bugüne kadar rastlanmamıştır.

Yetişkinlerin dil korteksinde yeniden düzenlenme büyük oranlarda mümkün olsaydı bu tür bulgular elde edilmezdi. Maymunların duyu korteksinin el ve yüzle ilgili bölümlerinin haritalarında meydana gelen önemli değişiklikler, yetişkinlerde yeniden düzenlenme potansiyelinin yaygın olabileceğine, "sabit donanımlı" görme korteksinin yalnızca bir istisna olabileceğine olan umudu artırmıştı. Uyarı haritalama çalışmalarındaki santimetre cinsinden ölçümler, maymun duyu şeridinde milimetre düzeyindeki değişimleri ve yeniden atamaları (ki bunlar tek tek nöronların gelişmiş tekniklerle izlenmesi sayesinde tespit edilir) imkânsız kılmasa da, adlandırma bölgeleriyle ilgili gözlemlerin hiçbiri alışılmamış yerlerde yeni adlandırma bölgelerinin gelişebileceğine işaret etmez.

"Ama yine de bir sürü adlandırma bölgesi var. Bu epey fazla değil mi?"

Aslında değil. Dilin tamamen kaybolması için ciddi miktarda adlandırma bölgesinin hasar görmesi gerekir. Ama yavaş yavaş büyüyen bir tümörde olduğu gibi, bir yerin bile tedrici kaybının, küçük dil sorunlarına yol açtığı düşünülüyor. İnmelerde olduğu gibi, bir yerin ani kaybını ise ciddi bir dil sorunu takip eder ve bu sorun en az aylarca sürebilir. Yani sözcüğün bildiğimiz anlamıyla fazlalık söz konusu değil, uçaklarda kullanılan ve ana hidroliğin çalışmaması durumunda devreye girerek iniş takımını açan iki yedek sistem gibi bir fazlalık değil.

"Ama insanın her gün nöron kaybettiğini duymuştum. Bu nedenle fazlalık olması lazım, yoksa hepimiz kafayı sıyırırız."

Evet, yaşla birlikte beynin birçok yerinde yavaş seyreden "normal" bir kayıp söz konusu. Bu kayıplar meydana geldiğinde performans gerçekten de yavaş yavaş düşer. İnsan bir şeyi daha uzun sürede bitirir ve çok hata yapar.

Ama her gün yok olan nöron sayısına ilişkin genellemeler çok ilginç bir konunun, beynin çeşitli kısımlarındaki nöron kaybı oranları arasındaki farklılıkların geri planda kalmasına neden olur. Beynin derinliklerindeki kara madde, normal insanlarda 75 yaşına kadar nöronlarının yarısını kaybeder; oysa aynı yaşta, beyin sapının kara maddenin yakınlarındaki nöronlarının yüzde 98'i varlığını sür-

dürür. Hipokampusun bir bölümü (en yaşlı kortikal yapılardan biridir) 75 yaşına kadar nöronlarının dörtte birini kaybeder. Ama bir hastalığın etkisiyle kötüleşme olmadığı sürece, neokortekste pek önemli bir kayıp görülmez.

Fakat hayat boyunca az sayıda yeni nöron oluşsa da (ki o bile şüpheli) devreleri gittikçe daha az nöronla çalışacak şekilde yeniden ayarlayabiliriz. Daha önce de belirtmiştim, her sistemin yüzde 80'i hiçbir belirti göstermeden tahrip edilebilir, yeter ki tahribat (tümörün büyümesinde olduğu gibi) yavaş gerçekleşsin, (kan akışına müdahale eden inmede olduğu gibi) hızlı değil.

"Yavaş gerçekleştiği sürece birçok nöron ölümüyle baş edilebilir, öyle mi?"

Kesinlikle. Burada mesele minimum kaç nörondan sonra telafinin mümkün olmadığıdır. Örneğin Parkinson hastalarında yüzde 70 ila 80 kara madde nöronu yok olur; bu normalde ancak 100 yaşından sonra ulaşılabilecek bir orandır. Hayatın önceki dönemlerinde bazı viral hastalıkların bu bölgedeki bazı nöronları tahrip ettiği, ama belirtilerin ancak yaşa bağlı azalma yüzde 70-80 seviyelerine geldikten sonra ortaya çıktığı tahmin edilmektedir.

Nöral devre aniden, sistem işlevlerini yeniden ayarlayıp tasarlamaya zaman bulamadan faaliyetini durdurduğunda ise, sistemin nöronlarının mesela yüzde 30'u iyi çalışmadığında bile bariz belirtiler görülebilir. Yani burada sözcüğün genel anlamıyla bir fazlalık değil, paylaştırılmış işlevsellik gibi bir şey söz konusu.

"Peki tehlike sınırına yaklaştığında ne oluyor? Bir uyarı alabiliyor musun?"

Ara ara sorunlar yaşamaya başlarsın, sorun bir başlar, bir geçer. Tanımlanması zor sorunlardır bunlar ayrıca. Ama daha çok günün belli zamanlarında ortaya çıkarlar. Beyin sistemindeki çalışan nöronlar eşiğe yaklaşınca, hasta uzun bir günün sonunda yorgun düştüğünde veya soğuk algınlığı gibi alakasız hastalıklara yakalandığında, işlevlerdeki dalgalanmalar fark edilir hale gelir. Hastanın kollarında derman kalmayabilir, bir ayağını sürüyebilir, gözleri puslanabilir, refleksleri anormalleşebilir, birilerinin ismini hatırlamakta her zamankinden daha fazla zorlanabilir; belirtiler hangi sistemin marjinal olduğuna bağlı olarak farklılık gösterebilir elbette.

Bu durum çoğunlukla baş yaralanmalarından veya inmelerden sonraki iyileşme döneminde görülür; hasta yeni kalktığı ve henüz mahmurluktan kurtulamadığı zamanlarda nörolojik rahatsızlıklar ortaya çıkar. Bu nörolojik rahatsızlıklar öğleye doğru geçer. Ama akşama doğru hastanın bitkinliği artınca belirtiler tekrar baş gösterir. Sistem hasarın etkilerinden kurtulup iyileşirken veya hasar görmemiş beyin bölgelerinin çalışmasını tekrar sağladığında, işlevdeki dalgalanmalar eşiğe pek ulaşmaz ve böylece belirtiler yok olur.

"Tanıdığım bir oto tamircisinin söylediği bir şeyi hatırlattı bu bana. Tedavisi en zor sorunların ara sıra görülen sorunlar olduğunu söylemişti. Bazen bir sorunu dik bir yokuşu tırmanıp motoru zorlayarak ortaya çıkarabilirsin, bazen de sorunu bulmak için bir şeylerin tamamen bozulmasını beklemen gerekir demişti."

Beyinde de çoğu zaman öyledir. Bu yüzden ara sıra ortaya çıkan nörolojik sorunlar için o dik yokuşların zihindeki eşdeğerini (hastayı geçici bir süre için bitkin düşürerek rahatsızlığın doğasını açık bir şekilde ortaya serme yollarını) bulabilecek çeşitli uzmanlara başvurmak gerekir. Böylece doğru teşhis konularak tedavi şekline karar verilir ve tahmini bir tedavi süresi belirlenir.

"Ama oto tamircileri doktorlardan çok daha avantajlı. Arabanın arızası düzelene kadar sürekli filanca parçayı söküp yerine falanca parçayı takabilirler."

Veya araba sahibinin cepleri boşalana kadar, hangisi önce olursa.

On Üçüncü Bölüm

Görsel İmgeyi Parçalamak

İster tavuk olalım ister insan, retinamızın üzerinde dans eden karışık ışık benekleri vardır; bunlar hassas çomak ve koni hücrelerini uyarırlar, onlar da aldıkları mesajları beyne gönderirler. Biz ise sabit bir dünya görürüz. Bu ikisi arasındaki muazzam uçurumu aşmak için muhayyile ile son derece karmaşık bir aygıtın beraberce çaba sarf etmesi gerekir. ... Kodlama işlemi, retinadan bilinçli zihnimize doğru giden yolda başlar.

Sanat tarihçisi E.H.GOMBRICH

Neil az önce başka bir hastanın ameliyat tarihinin değiştiği haberini almıştı. Böylece Neil'in adı, iki gün sonraki ameliyat listesine eklenmişti.

Bir süreliğine tamamen serbest geçireceği son gün olacaktı bu, ama her şeyi kontrolü altına almış gibiydi, espresso makinesinin arkasındaki köşe masamızda yaptığımız konuşmalarımızı kısa kesecek kadar endişeli görünmüyordu.

"Diyaliz makinesinde böbrek bekleyen hastaların durumu gibi değil bu," dedi Neil. "O insanlar çağrı cihazı taşıyor, bir haber geldiğinde birkaç saat içinde her şeylerini bırakıp ameliyathaneye koşturmak zorundalar. Benimse iki gün sürem var."

Evet, dedim, bu insanlar hayatlarını aylarca bu şekilde idare etmek zorunda kalabiliyorlar.

"Onlar kadar düzenli bir hayat sürdürmek zorunda değilim, birinin ölümcül bir hata yapmasını beklemek zorunda da değilim; birilerinin emniyet kemerini takmayıp kaza yapmasını mesela."

Buralarda emniyet kemerini takmayan insanların bir ismi daha var: *çoklu organ bağışçısı*.

Nörobiyoloji bölümü öğrencilerinin genelde yaşadığı akıl karışıklığını Neil de yaşadığı için, duyumun temel unsurları üzerinde konuşmaya başladık. Özellikle de bir nöronun bir girdiyle ilgili olarak "Evet, orada *bir şeyler* var" demek yerine girdinin *örüntüsünü* nasıl algıladığı üzerinde durduk. Bir nöronun bakış açısından değerlendiremediğin sürece bunu anlayamazsın, dedim ona.

Retinadaki bir nöronun bakış açısı, görsel dünyanın iki karşıt alanından oluşur. Küçük, yuvarlak bir parçanın yanı sıra onun çevresini saran bir halka da görür. Omurilikteki deri yüzeyindeki uyarı noktalarını kıyaslayan nöronlarda olduğu gibi, ortası uyarıcı, çevresi ketleyici olabilir. Alıcı alanının ortasından geçen (ama karşıt çevrenin çoğunu kaplamayan) bir çizgi veya köşe varsa, nöron "Buralarda açık-koyu sınır var" mesajı geçer.

Deri duyumlarında olduğu gibi, burada da komşu alanlar birbirlerine zıt davranırlar, böylece yalnızca küçük münferit aydınlık alanlar (karanlık bir zemin üzerindeki beyaz bir benek mesela) özellikle etkilidir. Her iki karşıt alanı tamamen kaplayan büyük parçalar, iki alan birbirini iptal edeceği için gözardı edilebilir. Bazı retina nöronlarında ketleyici merkezi olan bir alıcı alan ve uyarıcı bir çevre bulunur; tersyüz edilmiş bir Meksika şapkasını andırır bunlar ve en iyi açık renkli bir zemin üzerindeki siyah beneklere tepki verirler.

"Işık her iki bölümü kapladığında ne olur peki?"

Nöron, sınırı olmayan görsel alan bölgelerini tamamen gözardı edebilir. Retina üzerindeki dağınık ışık, deri üzerindeki saat kayışı gibi, bazı ikinci düzey nöronlarda etkili bir uyaran olamayacak kadar tekdüze gelebilir.

Karşıt etkileşimler, aksi takdirde belirsiz olabilecek sınırları keskinleştirir, zira bu etkileşimlerin görevi farklılıkları abartmaktır. Bu sınırlar zaten keskinse, o zaman bu abartma işlemi, var olmayan çizgiler de yaratabilir.

"Nasıl oluyor bu?"

Elimi tavan ışıklarına doğru tuttum ve parmaklarımı sıkıca birbirine yapıştırdım. Sonra parmaklarımın arasındaki dar aralıktan bakmaya çalıştım. Neil de aynı şeyi yaptı.

Çoğu kişi parmak aralarının ortalarında küçük siyah çizgiler görür. Bu çizgiler gerçek değildir.

"Kırınım örüntüleri değil mi bunlar?"

Göz yanılgıları bunlar, tıpkı retinada veya daha geride, görme yollarında bulunan ve farklı gri tonları arasındaki geçişi kolaylaştıran karşıt etkileşimler gibi. Bunlara "Mach şeritleri" diyoruz.

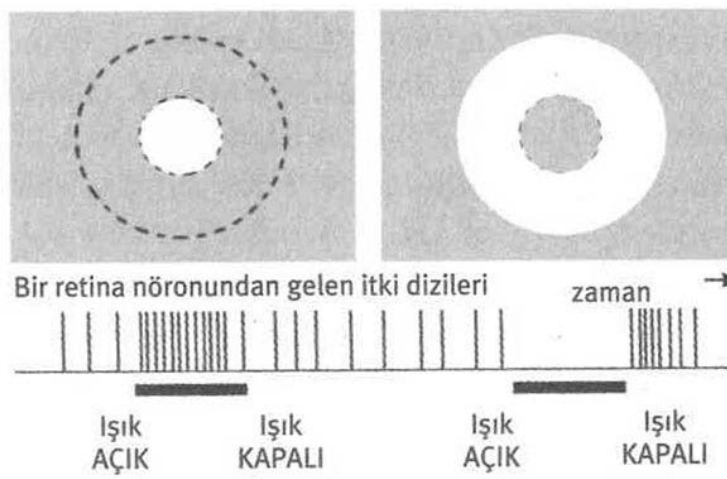
Başka bir kıyaslama da retinada, itkiler görme sinirine, oradan da beyne gitmeden önce yapılır. Üçüncü düzey nöron (aksonu görme sinirinde olan retina ganglion hücresi) merkez ile çevresini kıyaslar.

"Yine mi? Bunu ikinci düzey nöronlar yapmıyor muydu zaten?"

Öyle, ama bu ilke bütün sistem boyunca tekrar eder. Bunun sonuçlarından biri, gittikçe daha az nöronun dağınık ışığa tepki vermesidir. Uyarı alanı içinde kalan küçük bir benek birkaç itkinin görme sinirine gönderilmesine neden olur ("Burada ışık açık").

Büyük bir ışık beneği, uyarıcı tepkiye karşıt bir tepki oluşturur; bunun yanı sıra, bir ışık ayrılırken, alıcı alanının ketleyici bölgeleri bunu haber verir. Fiilen "Işık kapalı" mesajını veren kısa itki patlamaları olur.

"Alıcı alan" belli bir nöronun hassas olduğu görsel dünyanın alanıdır, ya uyarıcı olarak ya da ketleyici olarak tepki verir. Ketlemeyi çoğunlukla bir sekme, "KAPALI tepkisi" izler. Burada, alıcı alan dairesel dir, ortası uyarıcı, çevresi ketleyici bir yapıdadır.



Alıcı alanın yalnızca ortasını aydınlatmak, retina ganglion hücresini uyararak bir itki dizisine neden olur.

Alıcı alanın yalnızca çevresi aydınlatıldığında, itkiler ketlenir. Ama ışık kapatıldığında bir "sekme" meydana gelir.

"O nöronun neden olduğu bir itki patlaması hem ışığın açık olduğuna hem de kapalı olduğuna işaret edebiliyor, öyle mi?"

Öyle. Bu üçüncü düzey nöron aslında, mekânsal kıyaslamanın yanı sıra zamansal bir kıyaslama da yapar. Işık beneğini hareket ettirmek, aksi takdirde sakin duracak olan bir nöronun hareketlenip dikkat kesilmesini sağlamaya muktedirdir.

İkinci düzey nöronlar "ışık açık" ve "ışık kapalı" mesajlarını vermeye meyilliyken, üçüncü düzey nöronlar zaman içinde değişen koşulları aşırı hale getirir. Bu bilginin çoğu, nörofizyolog Stephen Kuffler'ın H. Keffer Hartline'ın kurbağa retinası üzerindeki araştırmalarına dayanarak kedi retinası üzerinde gerçekleştirdiği 1950'lerdeki araştırmalar sırasında elde edilmiştir.

"Işık açık" ve "ışık kapalı"nın çok önemli oluşunun nedenlerinden biri, görsel imgenin genelde hareketsiz olmayışıdır; birkaç ışık reseptörünün genişliğine denk bir mesafede titreşip durur. Görme alanında hiçbir şey hareket etmese bile, retina üzerinde her şey hareket halindedir, gözlerini bir noktaya sabitlediğinde bile. Görsel imge, neredeyse tekdüze aydınlanmış alanlar ile bu alanlar arasındaki sınırlara bölünmüştür. Çok sayıda nöronu harekete geçiren de bu sınırlardır. Retina üzerindeki imgeyi, titreşimi yok eden karmaşık bir sistemle sabitlediğinde, imgenin bazı kısımları silinir.

"Gerçekten mi? Yani hareket etmediği için karşımızdaki kişinin burnu görünmez olurken, rüzgârda dalgalandığı için saçları görünür kalır, bunu mu diyorsun?"



İki retina ganglion hücresinin ekrandaki küçük bir ışık beneğine verdiği tepkiyi gösteren harita

Kaynak: Rodieck, 1973

Evet, beynin bir şeyle ilgilenmesi için o şeyin biraz hareket etmesi önemlidir. Bu nedenle sistem, dış dünyada hareket olmadığında bile biraz hareket üretir. Farklı gri tonları arasındaki sınır bölgesinde bulunan üçüncü düzey nöronlar, bu küçük göz titremeleri sayesinde titrek ışığı "görürler" (onların görüş açısına göre, ki burada asıl önemli olan şey de budur). Bu sistem bulanık sınırları da tespit eder. Çizgiler, bu sistem sayesinde, aslından daha keskin görünebilir. Bu nedenle, retinada bile görsel algının her iki temel yapıtaşı olan zamansal karşıtlık ve mekânsal karşıtlık görülür.

Beyin sapında dördüncü düzey nöronlar vardır, ama kortekse giden anayol talamustan, talamustaki lateral genikulat nükleustan geçer. Oradaki bu dördüncü düzey nöronlar daha çok, retinadan gelen üçüncü düzey girdiler gibi hareket eder; en azından, renkler yerine siyah-beyaz uyaranla test edildiğinde. Bu nöronların alıcı alanları, retina nöronları gibi simit şeklindedir, bir merkez ve çevreden oluşur.

"Halbuki orada büyük farklılıklar olduğu düşünülüyordu, değil mi?"

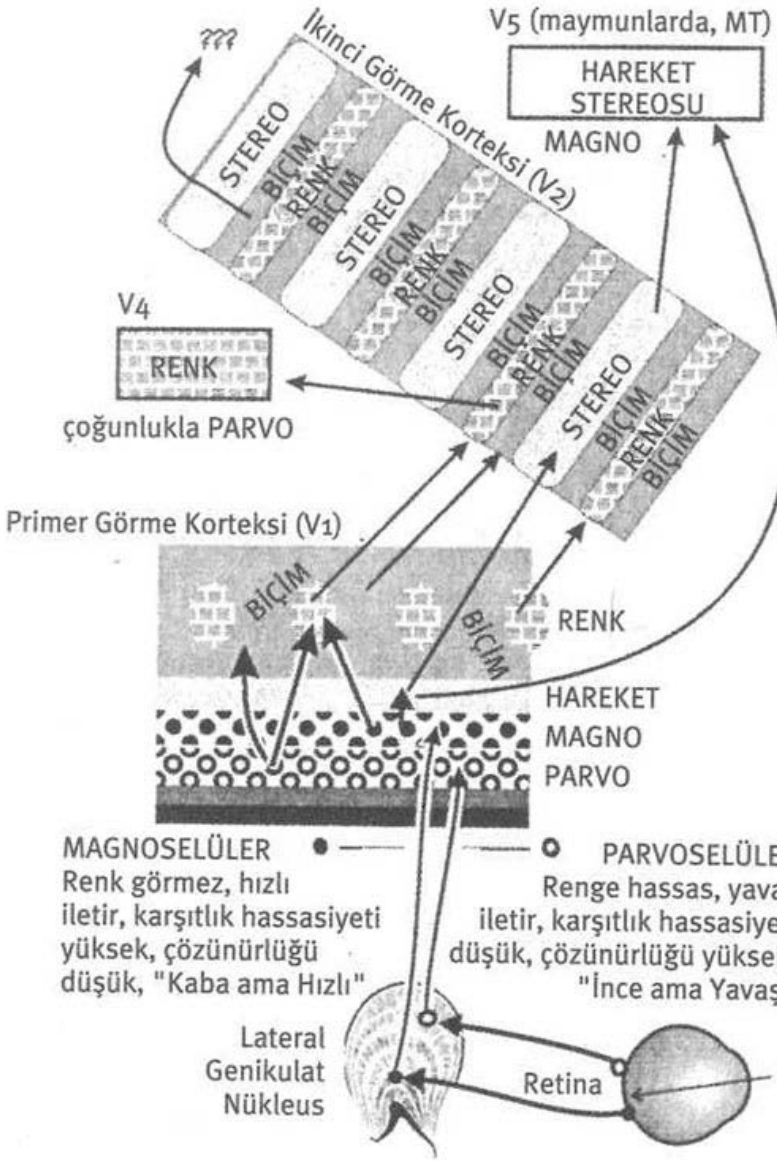
Evet, 1960'larda David Hubel ile Torsten Wiesel genikulat nöronlarının retinadaki nöronlara çok benzediğini keşfettiğinde bayağı bir şaşkınlık yaratmıştı. Büyük dönüşümler görmeyi bekliyorduk, ama meselenin daha incelikli olduğu anlaşıldı.

En göze çarpan fark, dağınık beyaz ışığın genikulat nöronları için retina nöronlarından daha kötü bir uyaran olması. Tekdüze aydınlatıldığında retina nöronlarında çoğunlukla uyarım ağır basar, genikulat hücrelerindeyse uyarım ve ketleme birbirini tamamen iptal eder.

Ama bu, beyaz ışık veya gri tonlarındaki uyarım durumudur. Renkli ışıkta farklı şeyler olur, retinada görülmeyen şeyler. Nöron kırmızı ışıkla geniş bir alanda uyarılabilir ve yeşil ışıkla aynı alanda uyarımı ketlenebilir.

"Merkez ve çevresi yok mu artık?"

Bazı genikulat nöronlarında, merkez-çevre düzeni yok olur. Bu yeniliğin yanı sıra, genikulatta alt iki katman ile üst dört katmandaki nöronlar arasında bazı farklılıklar görülür. Üst dört katmanda küçük hücreler vardır ("parvoselüler"), alt iki katmandaki nöronlar ise fark edilir derecede büyüktür ("magnoselüler"). Magnoselüler kat-



Hızlı ve Yavaş Yollar **Kaynak: Livingstone ve Hubel, 1988**

manlar tercihen retinadaki daha büyük üçüncü düzey nöronlardan mesaj alırlar.

"Yani hızlı yollar bunlar."

Sadece o da değil, bu magnoselüler katman nöronları aksonlarını, özellikle mekânsal karşıtlıklarda küçük değişiklikler ve küçük hareketlerden sorumlu korteks bölgelerine gönderir. Bunlar görsel imgedeki değişiklikleri hemen fark eder ve onları abartırlar.

En azından, dört parvoselüler katmanın nöronlarından daha faz-

la yaparlar bunu. Bu nöronlar tercihen retinadaki daha küçük üçüncü düzey nöronlardan mesaj alır, aksonlarını da daha ziyade renkle ve daha belirgin karşıtlık farklılıklarıyla alakalı korteks bölgelerine gönderir.

"Bu tür ayrıntıları iletmek daha yavaş yapılabiliyor yani?"

Muhtemelen. İlginç bir şey var, o da disleksik çocuklarda parvoselüler katmanlar normal görünürken, magnoselüler katmanların düzensiz, hücrelerinin nöral gelişim sırasında bir hata olmuşçasına küçülmüş görünmesi.

Biraz daha ileriye gidince, gözlerden gelen bilgi serebral kortekse ulaşır. Burada işler tam anlamıyla yeniden düzenlenmiştir, yeni ilkeler göze çarpar. Korteks yalıtılmış ışık beneklerinden ziyade uzun nesnelere dikkat eder mesela.

Korteks, ilk zamanlar genikulatın olduğunu düşündüğümüz tarzda bir röle istasyonu değildir.

"'Röle istasyonu' terimi nereden çıktı?"

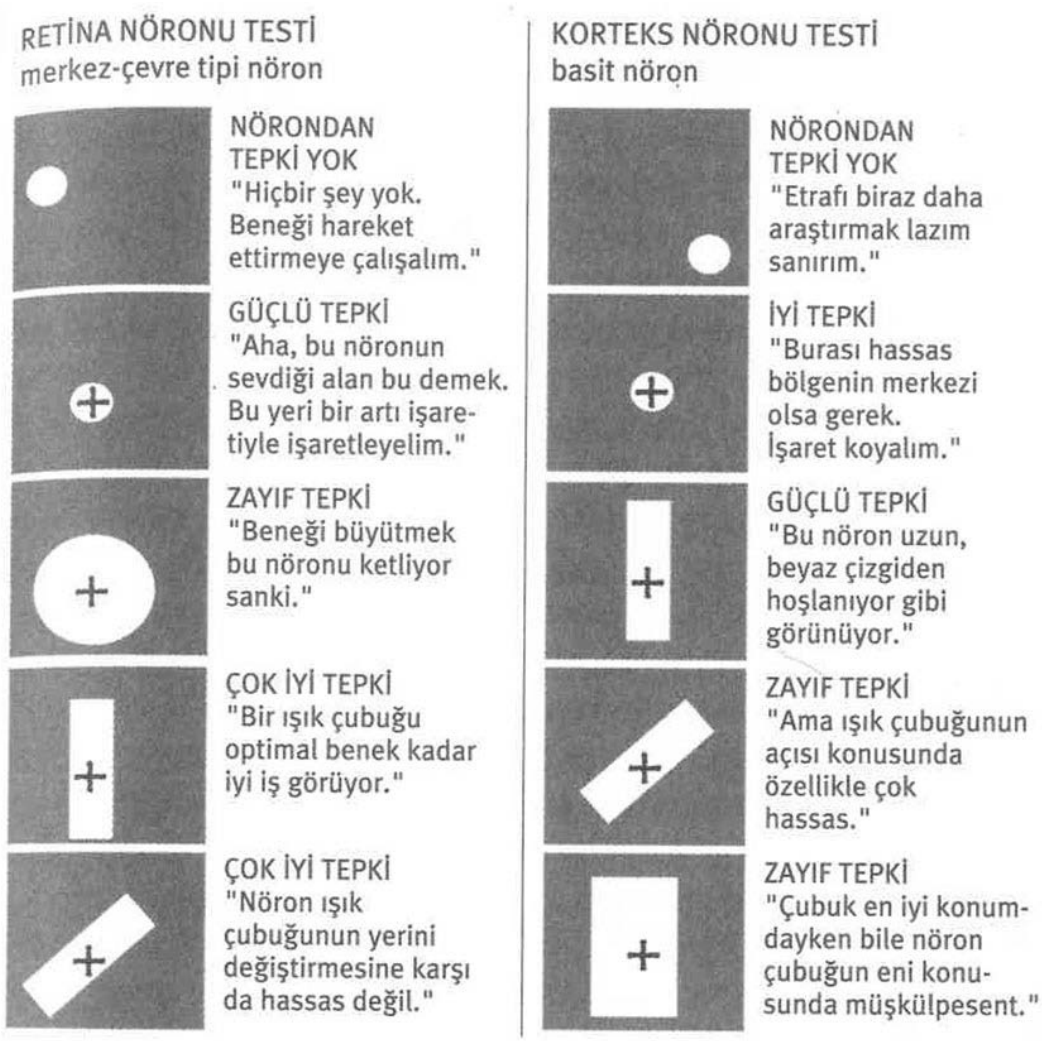
California'nın toprak dağıtım günlerindeki atlı postadan kalma bir terim bu. Posta çuvallarının yorgun atlardan dinlenmiş atlara aktarıldığı istasyonlara bu isim verilirmiş; ama o istasyonlarda mesajlar çözümlenmiyor veya dönüştürülmüyordu. İlk bakışta genikulat da bunun gibi bir şeydir. Kortekste ise mesajlar yeni örüntüler oluşturmak üzere yeniden düzenlenir.

Kortekse giden girdiler merkez-çevre düzenindedir, ama bir



Beş görme korteksi nöronunun haritası, nöronların projeksiyon ekranıyla nasıl bir bağlantı oluşturduklarını gösteriyor

Kaynak: Hubel ve Wiesel, 1962



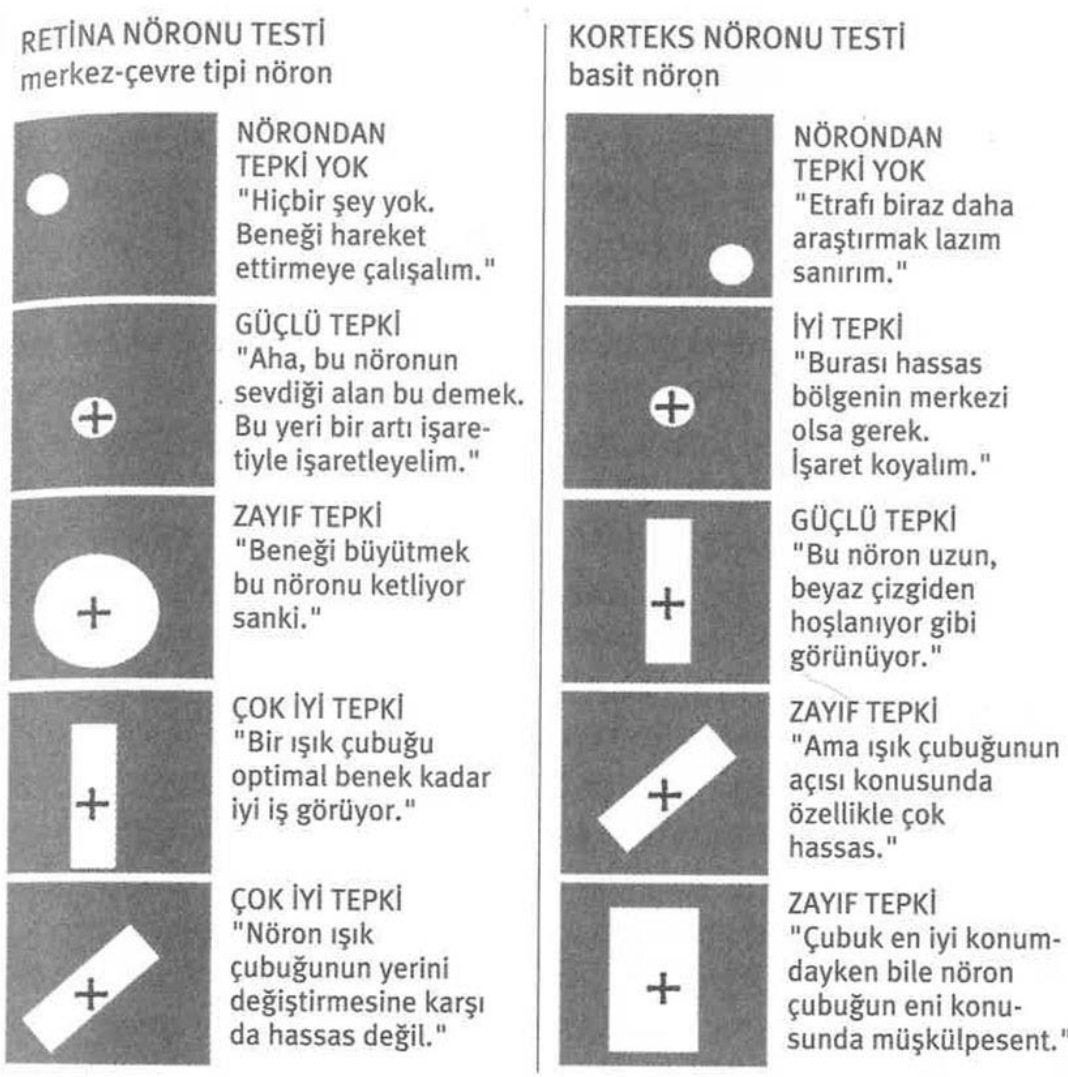
korteks nöronuna uzun alıcı alanlar oluşturacak şekilde bağlanırlar. Retina hücreleri ile genikulat hücreleri için optimal uyarı karanlık bir zemin üzerindeki beyaz bir benektir (diğer hücrelerde de açık bir zemin üzerindeki siyah bir benektir). Optimal büyüklüğü hücreden hücreye değişse de, uyarı nesnesi daima yuvarlak bir benektir. Korteks nöronlarında, yuvarlak benekler bir tepki uyandırabilir, ama optimal uyaranlar çizgiler ve uzun köşelerdir.

"Gerçek çizgi uzmanları söz konusu yani. Kurbağanın gözü sinek gibi siyah benekler konusunda uzmanlaşmışken, bizim görme korteksimiz çizgilerden hoşlanıyor, öyle mi?"

Optimal uyarana yapılan vurgu biraz fazla olabilir. Uyaran bir çizgi veya köşeyse, kortekse giden *girdiler* elbette optimum düzeyde ateşlenmezler; optimum ateşleme *onlara* uygun büyüklükte bir

benekle mümkündür. Dolayısıyla çubuklara yarım yamalak tepki verirler. Bir korteks nöronu ise, optimal biçimde uyarılmamış nöronlardan gelen girdileri kendisi için optimal bulur. Bu nedenle, korteks hücrelerini "düz çizgiler için optimal" olarak sınıflandırmamaya dikkat ederiz, zira bir kaşa da gayet iyi tepki verirler.

Kortekse giden dördüncü takım aksonları öyle bir düzen içindedir ki, korteks nöronu, alıcı alan merkezleri aynı yerde olmayıp bir çizgi şeklinde sıralanan birçok girdi hücresinin faaliyetinin toplamını alır. Dolayısıyla koyu bir zemin üzerindeki beyaz bir çizgi, ketlemeyi asgari düzeye düşürüp uyarıyı azami seviyeye çekmenin en iyi yoludur. Bir köşe (veya çok geniş bir çizgi) de etkili olabilir, zira böylece kanatların yalnızca yarısı uyarılacaktır. Ama alıcı alanı tekdüze aydınlatan dağınık beyaz ışık, geçen her uyarıyı iptal



edecek bir ketleme yaratabilir; talamustaki dördüncü düzey nöronlar bile çoğu zaman bilgi geçişini sağlamayı başaramaz (ışık tekdüze bir renkte olmadığı sürece).

Bazı korteks nöronları yatay beyaz çizgileri tercih eder; bazıları en iyi dikey çizgilere tepki verir. Ara açıların uzmanları da vardır. Bir korteks nöronunu optimal olarak uyaran bir çizginin eğimini değiştirdiğinde, nöronun tepkisi azalır, optimal açıdan 5 ila 10 derece uzaklaştığında ise yok olur. Bu noktada başka bir korteks nöronu grubu faaliyete geçer elbette.

"Tahminimce bazı nöronlar da beyaz zemin üzerinde dar çubukları tercih ediyor."

Evet, çünkü girdilerini, optimal uyarıları beyaz zemin üzerindeki siyah benekler olan retina ve genikulattaki ters Meksika şapkası benzeri alıcı alan nöronlarından alırlar. Diğer bazı korteks nöronları ise denizle gökyüzü arasındaki ufuk çizgisi gibi köşeleri severler.

Korteks nöronları çok çeşitlidir, ama bu çeşitlilik tamamen rasgele değildir. Komşu hücreler aynı eğikliği tercih eder, ta ki ansızın başka bir eğikliği tercih eden bir komşu hücreye gelene kadar. Kortekste hepsi en azından açı tercihi konusunda benzer şekilde örgütlenmiş yüz kadar hücreden oluşan bir kolon olduğu anlaşılır. Yanlarında başka açılarla alakalı kolonlar vardır (çoğunlukla "komşu" açılarla ilgilidir bunlar, ama bazen tamamen farklı bir açıya geçebilirler). Bu keşiflerden sonra kortekste, görsel imgeyi kilit unsurlarına ayırma sürecinin önemli özellikleri olarak "açı kolonları"ndan söz etmeye başladık.

Sonra daha büyük bir sürprizle karşılaştık: Bazı korteks nöronları optimal açılı çizgiye, bu çizgi yana doğru hareket ettirildiğinde bile tepki veriyordu. Uyaran, alıcı alan merkezinden karşı alanın bir parçasına doğru hareket ettiğinden, böyle bir durumda birçok alt düzey nöronun uyarılması engellenir. Böyle bir nöronun çizgiye tepki vermeye devam ettiği 10 ila 15 derece genişliğinde bir bölge vardı. Ama bu durum yalnızca çizgi optimal açısında kaldığı sürece meydana geliyordu: Çizgiyi en sevdiği açısından çıkarmaya çalıştığında nöron tepki vermeyi kesiyordu.

"Nöron açıya hassas, ama çizginin nerede olduğuna önem vermiyor, öyle mi? Çok tuhaf bir şey bu."

Hubel ile Wiesel, hem açıya hem de konuma hassas "basit hücreler"den ayırmak için bu hücrelere "karmaşık hücreler" adını vermiştir.

"Karmaşık hücreler *45 derece eğimli çizgi* kavramı çerçevesinde genelleme mi yapıyor?

Psikologlar genellemeye, gelişim bakımından alt düzey hayvanlar ile üst düzey hayvanlar arasındaki fark olarak bakıyor. Bazı türler düz duran bir üçgen ile tepe üstü duran bir üçgene "aynı şey" muamelesi yapmayı öğrenir. Bazı türlerse bunlara daima farklı şeyler olarak muamele ederler, "üçgen kavramını genelleştirme"yi reddederler. Karmaşık hücreler genelleştiricidir, ama üçgenler konusunda değil, üçgenin bir parçası, yani eğik çizgisi konusunda genelleştiricidir.

"Hepsi çok ilginç," dedi Neil, limonatasını bitirdikten sonra. "Ama olay biraz soyutlaşmaya başladı sanki. Böyle örüntü sorunu yaşayan hasta gördüğün oluyor mu?"

Birkaç yılda bir karşılaştığımız bazı epilepsi vakalarında, nöbetler belli bir örüntüye sahip ışıkla tetiklenebiliyor, dedim ona.

"Diskolarda kullanılan şu yanıp sönen lambaların ışıkları gibi mi?"

Bazen bu tür ışıklar bazı hastalarda epilepsi krizi başlatabiliyor, bazı hastalarda ise mekânsal bir örüntü de (sineklik veya bir kumaştaki balıksırtı desen mesela) kriz başlatabiliyor. Nöbetleri mekânsal örüntüler tarafından tetiklenen iki epileptik kardeş vakası vardı. Anneleri bazen kardeşlerden birini olduğu yerde donakalmış halde, sözgelimi bir kafes kapısına öylece bakarken buluyormuş. Beyin dalgalarını kaydetmek üzere EEG cihazına bağlandıklarında beklendiği üzere, düzgün biçimde tekrar eden örüntülerin nöbet öncesinde görülen dalga biçimlerini harekete geçirdiği görülmüş. Ama bu durum yalnızca örüntü içindeki çizgiler belli bir açıda eğildiklerinde meydana geliyormuş. Anlaşılan, belli bir alıcı alan türü faaliyete geçtiğinde beyinleri kendinden geçiyordu.

O halde, görme korteksinin en az iki yeni yapıtaşı var: "bir yerde duran açık çizgi" ve "birçok yerde duran açık çizgi". Çok geçmeden üçüncü tür bir yapıtaşı daha ortaya çıktı: nöronların çizgilerden [illegible] belli bir uzunluğu geçmeyen çizgilerden) hoşlandığı "kesikli"

alıcı alanlar. Beyinde büyüklüğü veya eğikliğine, siyah zemin üstünde beyaz veya beyaz zemin üstünde siyah oluşuna, ortasının dolu veya boş oluşuna bakmaksızın üçgenler üzerinde uzmanlaşmış yüksek seviyeli hücreler var mı peki? Şimdilik yok.

Görsel imgenin parçalanması bu birinci kortikal görsel alanda bitmez. Uzmanlaşmış altbölgelerin biçim, renk ve mesafeyi vurguladığı ikincil görme alanında da devam eder. Aslında şimdiye kadar yaklaşık üç düzine "ikincil" görme alanı olduğu (maymunlarda) tespit edilmiştir. Serebral korteksi maymunlardakinden çok daha kapsamlı olan insanlarda ise kaç görme alanı olduğunu kimse bilmiyor.

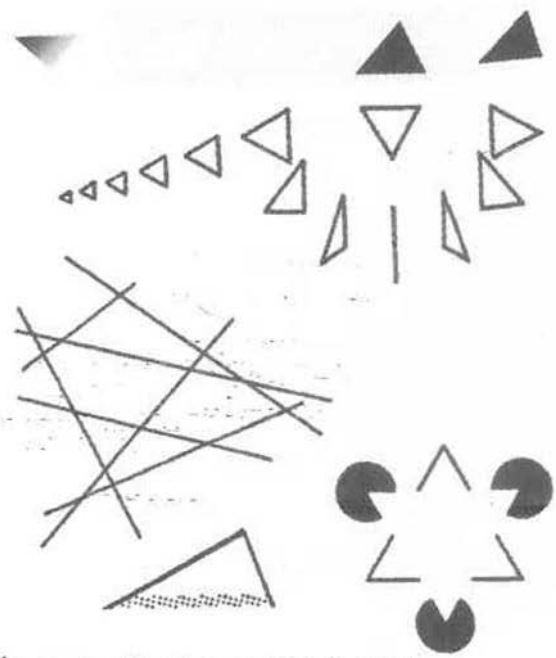
İnsanın primer görme alanının büyüklüğündeki bu üç katlı çeşitlilik göz önünde bulundurulursa, bu yüksek seviyeli görsel işlem alanlarında da birçok müstakil farklılık (kalıtımsal farklılıklar ve görsel dünyayla ilgili ilk deneyimlere bağlı çeşitlilikler) olmalı.

"Ama üçgen dedektörleri yok, öyle mi?" dedi Neil alaycı bir ifadeyle. "Burada büyükannemin yüzü konusunda uzmanlaşmış nörondan bahsedeceksin sanmıştım ben de. Daha hücrelerin üçgen gibi yaygın kategorileri bile temsil etmesini sağlayamazken, farklı bireyler için uygun isimler bulmayı nasıl başaracağız?"

Büyükannenin yüzünü bu yüzün sadece bir tarafını gördüğünde bile tanıyabilecek kadar uzmanlaşmış nöron, beynin yönetim odasındaki patron mitiyle yakından ilişkili kurgusal bir yaratıktır maalesef. Görme korteksinde özellikleri anlayan nöronların varlığı hepimizi hoşnut etti etmesine, ama bu kadar aşırı uzmanlaşmanın daima gerekli olduğundan da şüpheliyiz. Eğer üç genelleyiciden oluşan bir kurul renk yelpazesi içindeki bütün renkleri ayırt etmeye yetiyorsa, o zaman birkaç düzine genelleyiciden oluşan kurul bildiğin bütün yüzleri ayırt etmekte yeterli olabilir belki.

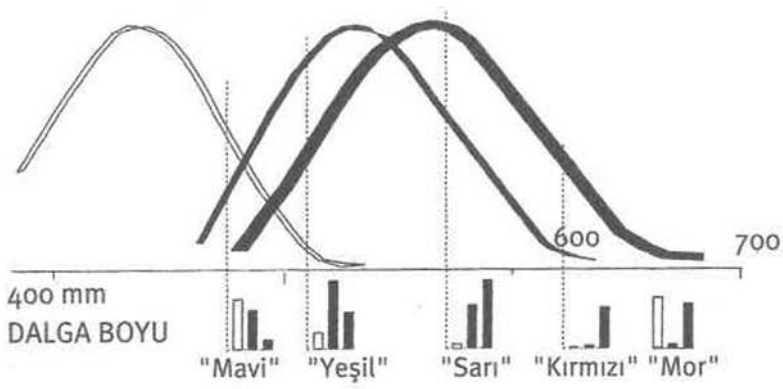
Bu "üç renklilik" kurulu ilkesini ilk 1802'de, Mısır araştırmaları dahil çeşitli ilgi alanlarına sahip Thomas Young adında İngiliz bir doktor keşfetmiştir. Daha sonra bu ilke 1860'ta, eskiden fizyolog olan fizikçi Hermann von Helmholtz tarafından yeniden formüle edildi ve biyofizikçilerin çabaları sonucu ete kemiğe büründü. 1960'larda biyofizikçiler, Young ve Helmholtz'un öngördüğü üç koni türünü görmeye ve ölçmeye yarayan teknikleri geliştirdiler.

"Üç renklilik, kırmızı, yeşil ve mavi renklerinin istediğin her rengi taklit edebileceği anlamına geliyor, değil mi?" diye sordu



Üçgenler üzerine uzmanlaşmış her nöral sistem birçok üçgen çeşidini ayırt edecek kabiliyette olmalıdır.

Kaynak: Partridge ve Partridge, 1993



Üç ışık reseptör tipinin tepki kombinasyonlarından renk muhakemesinin ortaya çıkışı

Neil. "Tıpkı renkli televizyonumun çalışma prensibi gibi yani?"

Doğru. Işık reseptörlerinden biri renk yelpazesinin uzun dalga ucuna hassastır; aslında, hassasiyeti kırmızıda değil, sarı-yeşilde zirveye ulaşır. İkincisinin hassasiyeti yeşile yakın, orta dalga boylarında zirveye ulaşır, ama renk yelpazesinin maviden sarıya doğru olan kısımlarında yer alan dalga boylarında da etekleri vardır. Üçün-

cüsü ise kısa dalga boyunu vurgular, eflatunda zirve yapar, ama sarılara karşı da hassastır.

Yalnızca bir tip ışık reseptörüyle, verilen tepkinin açık sarı ışığa mı yoksa koyu eflatun ışığa mı verildiğini anlayamazsın. Üç reseptörle bu belirsizliği giderebilirsin. İki reseptörle (yaygın tipteki renk körlüğünde olduğu gibi) bazı durumlarda renkleri karıştırırsın. Üç koni türüyle, daha güvenilir bir kurul kararı elde edersin.

"Mor gibi renkler burada mı işin içine giriyor? Mor renk yelpazesinde yer almıyor çünkü."

Mor renk, uzun ve kısa dalga boyu reseptörlerinden güçlü oylar geldiği, orta dalga boyu reseptörlerininse pek bir şey söylemediği zamanlarda ortaya çıkar. Orta dalga aynı ağırlıkta oy vermiş olsaydı, mor yerine beyaz renk görürdün. Uzun dalga boyu sinyalinin en güçlü, diğer ikisinin zayıf sinyal olması durumundaysa ışığa kırmızı derdin.

Burada şuna dikkatini çekmek isterim: Böyle bir durumda, tek faal ışık reseptörünün sarı-yeşilde zirve yapmasına rağmen, biz bu renge kırmızı deriz. Kırmızı, bu orandaki kurul oylarının sonucudur, bir ışık reseptörü türünün oyunun sonucu değildir. Görme yolu üzerindeki nöronların optimal uyarı şeklini vurgulama konusunda bu nedenle ihtiyatlı davranıyoruz. Renk konusunun bize öğrettiği bir şey varsa o da şu: Zirve hassasiyeti, hassasiyetin yayılımı ve hangi kombinasyonların birlikte faaliyete geçtiği kadar önemli değil.

Renk karıştırmanın öğrettiği şey budur ve biz bunu sürekli yeniden keşfederiz. Tat da aynı şekilde işler. Dildeki tat tomurcukları arasında gerçek uzmanlar yoktur, yalnızca dört tane geniş ayarlı (her biri biraz farklı) alıcı türü vardır.

"Televizyondaki gurme aşçının daima söylediği bir şeyi hatırlattı bu bana: Lezzet, yemek malzemesinin doğru kombinasyonunu yakalamakla alakalıdır. Keşke kafeterya aşçıları da çilek ile ravent gibi ilginç tatlı ve ekşi kombinasyonlarını öğrense."

"Bir program kurulundayım," diye devam etti Neil. "Ödenek artırma kurulunun toplantılarında program kurulundaki insanlardan bazılarıyla karşılaşıyorum. Yani şimdi, bir nöron da tıpkı benim gibi birçok kurulun üyesi olabilir mi diyorsun? Kategoriyi oluşturan da uzman bir nöron değil, bir kurul, öyle mi?"

Hebb'in hücre topluluğu fikri şöyle: *Fıstık* gibi bir sözcüğü hatırlarken, belli bir nöron kurulunu harekete geçirirsin. Kurul fıstığa benzemeyebilir, fıstık kutusu üzerindeki barkoddan bir farkı olmayabilir, ama bu kurul beyindeki fıstık kodunu temsil eder. Büyükannenin ismi gibi özel isimler, onu tanıdığın diğer kadınlardan ayırt edebilmeni sağlayacak daha geniş bir kurul gerektirebilir.

"Kategoriyi oluşturmak için bir düzine nöron gerekirken, o kategoriyi daha da özgülleştirmek, onu belli bir kişiye ulaşana kadar daraltmak için bir düzine daha nöron gerekir diyorsun yani?"

Aynen, ama tabii bir düzine yerine yüzlerce nöron gerekir. İnsanların yüzlerini ayırt edebilse de karısının yüzünü hatırlayamayan inme hastasında, şakak loblarının altkısımlarında büyük hasar alanları olur genelde. Böyle bir hasta, kendi arabası dahil bir dizi arabanın bulunduğu fotoğrafta kendi arabasını tanıyamaz. Bu hastalar, şeyleri genelden özele doğru sıralayamıyor gibidir.

"Ama temel unsurları bilmek önemlidir tabii," dedi Neil. "O üç koni türünü bilirsen, renk karıştırma işini daha iyi anlarsın. Onlar olmadan mor rengin bir anlamı olmaz. Televizyondaki aşçının da dediği gibi, yeni şeyler yapmak için, gerçekten ilginç yeni kombinasyonlar yaratabilmek için temel unsurları bilmen şart."

Evet. Ayrıca şu da var, tekil nöronların hangi şekilleri, renkleri ve hareketleri sevdiklerini ne kadar iyi bilirsek, yüzleri tanıma gibi bir şeyi ve yaptığımız hataları neden yaptığımızı daha iyi anlayabiliriz.

"Benim on beş yıl önce emniyet kemerini takmayı unutmam gibi hatalar mı?"

Üzgünüm, ama büyük hataların kökenlerini henüz bilmiyoruz. Ama yanlış bir sözcük kullanmak gibi ufak tefek hataları anlamaya başladık. Yarın akşam, ameliyattan önce, ameliyathanede sana göstereceğimiz slaytların bir öngösterimini yapacağız.

"O testte bir sürü hata yapacağım muhtemelen. George hata yapacağım konusunda şimdiden emin olduğunu söyledi."

Doğrudur.

On Dördüncü Bölüm

Beynin Dili Bölümlere Ayırışı

"*Esto es un elefante*,*" diyor Neil, ameliyathanede steril çadırın altından. Projeksiyon makinesi çalışıyor. "*Esta es una manzana*,**" diye devam ediyor Neil.

Neil çocukluğundan beri ikidilli olduğundan, George İngilizce adlandırma alanlarından farklı olup olmadıklarını anlamak için onun İspanyolca adlandırma alanlarını belirleyecek. Nöropsikolog, projeksiyon makinesindeki slaytları değiştiriyor ve Neil'e fil, elma ve başka nesnelerin İspanyolca isimleri soruluyor. Bu ikinci dilde de aynı alanların adlandırma konusunda önemli olup olmadığını belirlemek için beynin adlandırma alanlarında elektrikli uyarıcı gezdiriliyor.

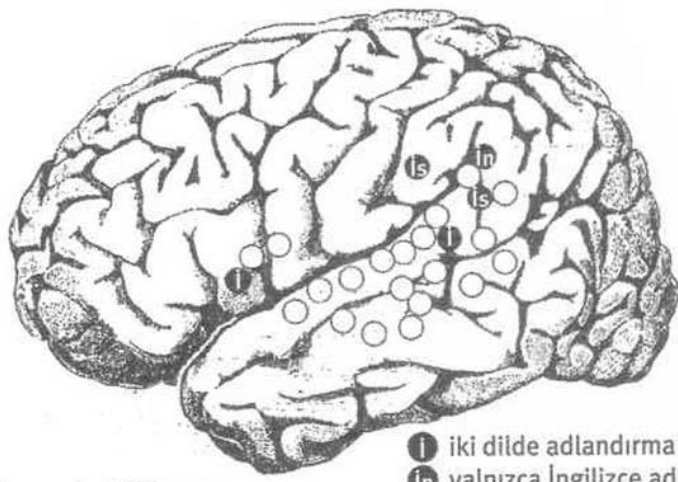
Neil'in İspanyolca dil haritası çıkarılırken, önceki adlandırma yerlerini uyarmanın İspanyolca adlandırmayı her zaman ketlemediği açıklık kazanıyor. İngilizce adlandırmanın etkilenmediği bazı yerlerdeyse İspanyolca adlandırma bozuluyor.

Dün öğleden sonra, Neil yatış işlemlerini bitirdikten sonra, George ameliyatın detaylarını açıklamak üzere Neil'in yanına giderken ben de peşine takıldım.

George ona ameliyatın neden yapıldığını, ameliyatın nöbetlerini denetim altına alma olasılığını ("ameliyatlar her zaman işe yaramaz"), ameliyatın risklerini ("düşük ama sıfır değil") ve ameliyat yerini belirleme, test vs. yöntemlerini bir kez daha anlattı.

"Yarınki uyarı testi sırasında fazladan testler yapacağız," dedi George. "İşinde İspanyolcayı kullandığın için, İspanyolcanın nere-

* Bu bir fil. –ç.n. ** Bu bir elma. –ç.n.



Nesneleri iki dilde adlandırma

İ iki dilde adlandırma yerleri
İn yalnızca İngilizce adlandırma
İs yalnızca İspanyolca adlandırma
○ adlandırmada kesinti olmayan yerler

de yer ettiğini merak ediyoruz. Kitaplara karşı doymak bilmez bir iştahın olduğunu duydum, o nedenle okuma yerini belirlemek için fazladan birkaç test yapacağız sanırım."

"Ameliyathanede bana beyin patikalarını tarif eden dolambaçlı cümleler yerine okunması daha kolay şeyler verirsiniz umarım," dedi Neil.

"Kullandığımız cümleler muhtemelen ilkokul kitaplarından aşırma," dedi George. "Okuma alanları çoğunlukla epileptik alana yakın olur ve İngilizce adlandırmada önemli yerlerle her zaman aynı yerde olmayabilir."

"Okuma ile konuşmanın beynin aynı yerini kullanmadığından hep şüphelenirdim zaten," dedi Neil. "Bir keresinde konuşmalarımdan birinin yazılı çıktısını almıştım, çok iyi olduğunu düşündüğüm bir konuşmaydı. Ama yazılı versiyonu berbattı. Bunun tam tersi de doğru; yani, kâğıt üzerinde güzel görünen bir konuşma metni, kürsüden okunurken hiçbir şeye benzemeyebilir. İkisinin kuralları farklıdır, ama İngilizce ve İspanyolcanın alanları farklı mı?"

"Yani, iki dil konuşan hastalarda meydana gelen inmeler, hastaların bir diline diğerinden daha fazla zarar verir çoğunlukla," dedi George.

"Nasıl oluyor bu?"

"Bazen bu sorun bir dilin diğerinden daha fazla kullanılıyor olmasından kaynaklanıyor. Hasara uğrayan az kullanılan dilse, buna

şaşırmıyoruz. Hastanın anadili, çocukluğunun "boş sayfası" üzerine yazıldığı için "daha iyi kaydedilmiş" olabiliyor. Sağlam kalan dil yakın zamanlarda, yani inmeden önce en çok kullanılan dil de olabiliyor. Ama nörologlar ara sıra sağlam kalan dil yetenekleri sağduyuya dayalı bu tür etkenlerle açıklanamayan hastalarla da karşılaşırlar."

Neil başını onu onayladığını ifade eder şekilde salladı, George konuşmasına devam etti. "Bir inmeden sonra hasta bildiği dillerden *yalnızca* birini, değişim öğrencisiyken öğrendiği dili konuşabilir hale gelebilir. Ergenlik döneminden beri kullanmamış olsa da, artık konuşabildiği yegâne dil budur."

Aile içinde kimse o dili bilmiyorsa aile üyeleri perişan olur tabii, dedim araya girerek. Sonra muammalı bir araştırma başlar ve bu dilin hangi dil olduğunu bilen bir kişi aranır.

"Bunun gibi vakalar dil teorisyenlerini, ikinci dilin beyinde anadilin bulunduğu yerde değil de başka bir yerde bulunuyor olabileceğini düşünmeye zorlamıştır. Bunun neden meydana geldiğini bildiğimizi düşünüyoruz," dedi George. "İki dilden simülasyon haritası çıkarılmış bir düzine kadar hastada iki dilde adlandırma yerlerinin bir dereceye kadar ayrı olduğu görüldü, gerçi ortak yerleri de vardı tabii."

"İkinci dilin adlandırma alanları daha mı küçük?" diye sordu Neil, pencere kenarında, koltukta oturuyordu.

"İlk dilin adlandırma alanlarından biraz daha büyük aslında," dedi George. "Yani, ikinci dil on sent büyüklüğünde bir yerden ziyade beş sent büyüklüğünde bir yer bloke edilerek engellenebilir. 'Ne zaman öğrendin' ile 'ne kadar biliyorsun'u ayırt etmek genelde zordur, ama ilk öğrenilen dil sonradan öğrenilen dilden daha sıkı örgütlenmiştir, adlandırma yerleri sonradan öğrenilen dilinki kadar geniş bir dağılım göstermez."

İkinci dilin beynin diğer yarıküresinde görüldüğü pek olmamıştır; en azından, bu tür yanallaşmayı tespit etmek için kullanılan en güvenilir yöntemlere, Wada testine veya inme ve tümörlerin etkilerine dayanarak bunu söyleyebiliriz. Dil ister resme veya sese, ister yazıya veya söze dayalı olsun, genellikle sol beyin mekanizmalarına bağlıdır.

"İşaret dilleri bile sol beyne bağlıdır, tıpkı sözlü diller ve okuma

gibi. Ursula Bellugi adlı bir nöropsikolog, doğuştan itibaren Amerikan İşaret Dili'yle iletişim kuran sağır hastalarda inmelerin etkilerini incelemiş. Sol beyin inmelerinin işaretlere engel olduğunu, sağ beyin inmelerinin böyle bir şeye neden olmadığını bulgulamış. Ayrıca, işaret dili kullananlarda inmenin yeri, tıpkı konuşma ve duyma bozukluğu olan hastalardaki gibi, ifade ve algılama zorluklarını önceden haber verebilir. Bu durum, söz konusu alanda konuşma veya duymanın değil, *dilin* kortikal uzmanlaşmasıyla muhatap olduğumuzu gösterir bize."

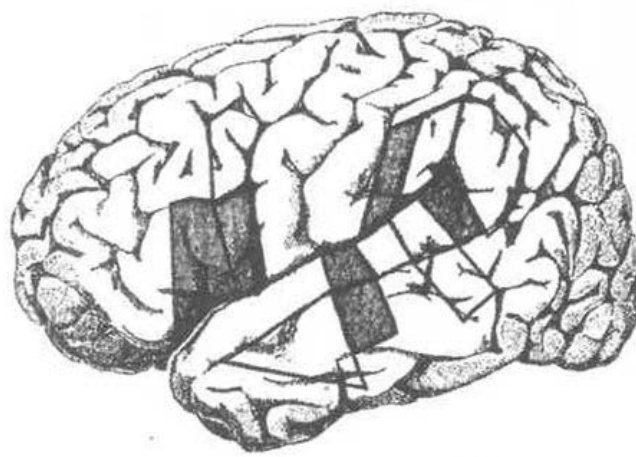
Sağır bir aile üyesi nedeniyle işaret dilini öğrenmiş olup normal duyan birkaç hastada yapılan gözlemlere dayanarak, işaret dili ve sözel dil için farklı adlandırma alanlarının bulunabildiği söylenebilir. Tıpkı daha geleneksel ikidilli hastalardaki gibi, haritalama aynı nesne resminin işaretle anlatılması veya söylenmesini kesintiye uğratan bölgelerin kısmen ayrı olduğunu ortaya çıkarıyor.

Sonra George sadede geldi. "Neil, bu ameliyatlar sırasında uyanık kalacak her hastada beynin nasıl çalıştığı konusunda bir şeyler daha öğrenmeye çalışırız. Bunlar araştırma çalışmaları, nöbetlerinin tedavisinde gerekli değil. Yani, bunları yapmasak da olur. Ama hasta uyanıkken yapılan ameliyatlar dil gibi işlevler, yalnızca insanlarda incelenebilecek şeyler hakkında bir şeyler öğrenmemiz için benzersiz fırsatlardır."

Neil başını salladı, George konuşmasına devam etti. "Eğer kabul edersen, yarın özel bir uyarma çalışması yapacağız; ameliyatını güvenli bir şekilde gerçekleştirmek için yapacağımız uyarma çalışmasına ek olarak iki dilinin yeri ile okuma yerini belirleyeceğiz. Bu işin tek olumsuz tarafı, ek uyarma çalışmasının ameliyatı 20-30 dakika uzatması, bu sırada uyanık olacaksın. Bu fazladan zaman muhtemelen ameliyatın riskini önemli ölçüde değiştirmez, bir tek enfeksiyon riskini biraz artırır, o kadar."

"Ne araştıracaksınız?"

"Farklı isim *kategorilerinin* yerlerini arayacağız. 'Hayvanlar' ile 'aletler'i karşılaştıracağız; çünkü bu kategorilerden birine girenlerin isimlerini söyleyip de diğer kategoridekilerin isimlerini söyleyemeyen birkaç inme hastası var. Bunlar, sanki hayvan isimleri inmenin hasara yol açtığı beyin korteksindeki alanda depolanmış gibi, hayvan isimlerini söyleyemiyor. Uyarıcıyla yapılan uyarıların ko-



Dil yerlerinin yarısından fazlasının adlandırmayı engellediği bölgeler

Kaynak: Ojemann, 1991

nuşma seslerini anlama konusundaki etkileri ile konuşma sesleri çıkarılırken yapılan yüz ve dil hareketleri üzerindeki etkilerine de baktık. Şu sıralar isimlerden fiil türetme yeteneğini inceliyoruz: Diyelim ben 'bisiklet' diyorum sen 'kullanmak' diyorsun. Şimdilerde dil çalışmalarının en rağbet edilen konusu bu."

"Sözdizimine benziyor."

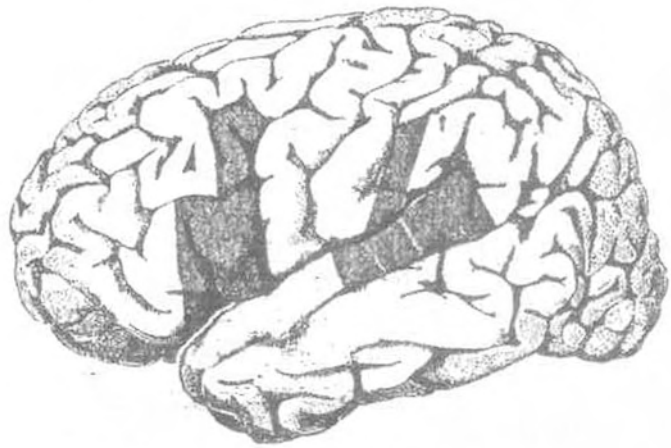
"Yok, konuşmanın yalnızca parçalarından ve bu parçaların yaygın ortaklarından söz ediyoruz. Okurken yapılan hatalar cümlenin sözdizimini içeriyor gibi görünüyor. Bu hastalar yükleme getirilen eklerde, zamirlerde, bağlaçlarda ve edatlarda hata yapar, isim ve fiillerde yapmazlar."

"Mesela?"

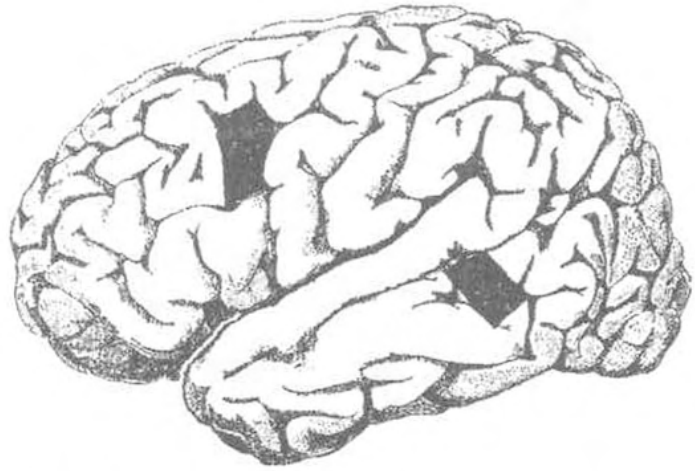
"'Onlar' yerine 'biz' demek mesela. 'Oğlum okula yine geç kalırsa' yerine 'Oğlum okula yine geç kalacaktıysa' gibi."

"Lisedeki İngilizce hocam beynimdeki sözdizimi yerlerinin eksik olduğunu düşünmüş olmalı."

"Bütün bu araştırmalar, dilin beyin tarafından parçalara ayrıldığına, dilin farklı bölümlerinin farklı alanlarda işlemden geçirildiğine işaret ediyor, tıpkı görme sisteminin korteksin uzmanlaşmış farklı bölgelerinden yararlanarak görsel imgeyi renklere, dış hatlara ve hareketlere ayırması gibi. Ama dilin nasıl parçalara ayrıldığını daha yeni yeni öğrenmeye başladık. Bulmayı umduğumuz bazı ayrımlar fizyolojide henüz apaçık ortaya çıkmış değil."



Dil yerlerinin yarısından fazlasının
okumayı engellediği bölgeler



Uyarıcıyla yapılan uyarının sözdizimini içeren
okuma hatalarına yol açtığı bölgeler

Kaynak: Ojemann, 1991

Çeşitli gelişim, inme ve elektrikli uyarıcıyla uyarı çalışmalarından edindiğimiz genel izlenim, korteks düzeyinde dilin çok farklı unsurlar halinde parçalandığı, bunların her birinin adeta paralel çalışan, her biri bir sorunun küçük bir bölümünü çözmekten sorumlu farklı bilgisayarlar gibi, ayrı bir alanda işlemden geçirildiği yönündedir. En önemli soru şu elbette: Anlamlı bir cümle söylemek için bu unsurlar nasıl bir araya getiriliyor? Ama belki de isim ile fiillerin, zamir ile sıfatların, ifade cümleleri ile soruların, deyim ile metaforların verini bulmamız gerekecek öncelikle.

Gelgelelim ihtiyatlı davranmakta da yarar var. İsim ve fiiller makul kategoriler gibi görünür, ama bilim tarihi başarısız kategorileştirme çabalarıyla doludur (dört salgı veya frenoloji kategorileri gibi). Dil korteksinin haritasını çıkarırken doğru kategorilere mi bakıyoruz? Konuşma ve dil pastasını dilmenin farklı bir yolu var mı? Sormamız gereken daha temel sorular var mı?

"Yarınki araştırmanın gündeminde ne var?" diye sordu Neil.

"Özellikle tuhaf bir bulgu hakkında bilgi toplamaya çalışacağız," dedi George. "Dil araştırmalarımızda çoğunlukla farklı şeylerin farklı yerlerde bulunduğunu görsek de, genellikle aynı yerlerde değişikliğe uğratılan iki işlev var."

"Nedir onlar?"

"'Ba' ve 'pa' gibi konuşma seslerini anlama yeteneği *ile* konuşma üretmek için gerekli hareket dizisi içinde yüz ve dili hareket ettirme yeteneği. Yarın bunu araştırmak istiyoruz. Bunlardan ilki yalnızca bir dinleme görevi, diğeriyse bir performans görevi. Teknisyenim akşam yemeğinden sonra odana gelecek, yapacağımız testleri birlikte prova edeceksiniz."

"Konuşma üretmek ile konuşmayı anlamanın beyinde ayrıldığını sanıyordum. Ön tarafta konuşma üretiliyor, arka tarafta da konuşma anlaşılıyor diye düşünüyordum. Şimdi sen bunların üst üste çakıştığını söylüyorsun. Bazı nöronlarımı gizlice dinlemeye ne dersin? Benimki gibi bir ameliyat geçirmiş hastalarından bazılarıyla konuştum, içlerinden biri tekil nöronlarla ilgili bir araştırmaya katıldığını söyledi. Biri de beyin dalgası araştırmasından söz etti."

"Evet," dedi George, "dili meydana getiren fizyolojik mekanizmaları açıklamaya çalışan başka birçok araştırmamız var. Bir hastada her araştırmayı yapamayız, çünkü çok zaman alır bu. Ama sende biraz gizli dinleme yapabiliriz sanırım, tabii kabul edersen."

"Seve seve." Neil konuyla ilgili birkaç soru sordu, araştırmaya katılmaya razı olup olmadığını soran formu okudu ve imzaladı.

Mikroelektrotlar, saç teli inceliğinde tellerdir. Bu teller o kadar incedir ki, nöronun yakınına kadar gidip itkileri kaydedebilirler. Ama bunun için mikroelektrotları kortekse batırmak gerekir.

"Beynin dil için önemli olan her parçasını korumak istediğimizden, mikroelektrot kaydını yalnızca sonrasında çıkartacağımız beyin parçası üzerinde yaparız, yani dil için önemli olmayan alanlar-

da. Buna rağmen, bu araştırmaların çok ilginç sonuçları olmuştur. Bu araştırmalardan birinde, nesne ismini yüksek sesle söylerkenki nöron faaliyeti ile içinden söylerkenki nöron faaliyetini kıyasladık. Sonra, bir resme her defasında özel bir nitelik katarak (resim üzerine renkli bir çizgiyi her defasında farklı açılarda bindirmek gibi) bu resimlerin etkilerini karşılaştırdık. Böylece hasta her seferinde aynı resmi görüyor, ama dikkatini farklı şeylere yönlendiriyordu."

"Mekânla ilgili olan şey sağ beyin işlevi, adlandırma da sol beyin işlevi, değil mi?"

"Dil konusunda sol yarıkürelerinin baskın olduğunu bildiğimiz hastaların sağ şakak loblarından mikroelektrot kaydı aldığımızda, adlandırma sırasında faaliyeti değişen nöronlarla karşılaşırız. Aynı şey senin gibi hastalarda sol şakak lobu kayıtlarında görülür."

"Adlandırma yerine yakın olmayan kortikal alanlardaki nöronlarda oluyor bu demek; ama adlandırma sırasında gene de faaliyetlerini değiştiriyorlar, değil mi?"

"Gerek sol, gerekse *sağ* şakak lobundan kaydettiğimiz nöronların beşte biri kadarı adlandırma sırasında faaliyete geçiyor," diye açıkladı George. "Aynı şey mekânsal görev için de geçerli. Sağ beynin mekânsal işlevlere has bir rolünün olması da bütün faal nöronların o tarafta yer aldığı anlamına gelmez."

"Bu araştırmalarda 'baskın' tarafı ayırt eden bir şey var mı?"

"Var, dil ile başlayan faaliyet değişikliği, sol şakak lobundaki nöronlarda daha erken meydana gelir," dedi George. "Ayrıca bu nöronların birçoğunda sağ şakak lobundaki nöronlardan daha fazla faaliyet azalması (ketleme) görülür. Mekân ölçümünde faal olan nöronlarda ise tam tersi bir örüntü göze çarpar: Sağ tarafta daha erken faaliyet ve daha fazla ketleme görülür."

"Yani oraya ilk giden nöronlar tepkiyi belirliyor, öyle mi? Nöron faaliyetinde ikinci bir 'en iyi uyum sağlayan hayatta kalır' ilkesi mi bu?"

"Olabilir," dedi George. "Ketlemenin, baskın yarıküredeki nöral faaliyetin odaklanmasına yardımcı olan ketleyici bir çevrenin bir parçası olduğunu düşünüyoruz. *Hem* mekânsal *hem de* dil ölçümleri sırasında faal olan çok az nöron olması ilginç."

"Yani, farklı işlevlere farklı nöronlar var, öyle mi?" dedi Neil.

"Şimdiye dek gördüğümüz kadarıyla öyle. Nesnelerin isimleri-

nin hem yüksek sesle hem de sessiz söylenmesi sırasında faal olan birkaç nöron var gerçi ama çoğunun bu durumlardan yalnızca birinde faal olduğunu gördük. Yüksek sesle ve sessiz okuma testleri yaptık. Aynı resmin iki dilde adlandırılması sırasında birkaç nöronun faaliyetini kaydettik. Bulgular aynı. Nöronlar yalnızca bir işlevde faaliyet değiştiriyor."

"Komşuları da aynı şeyi mi yapıyor?"

"Şimdiye kadar öyle bir şey görmedik. Arada sırada mikroelektrot aynı anda iki-üç nörondan faal olduklarına dair kayıt alır. Genelde bu komşu nöronların her biri farklı bir şeye tepki verir. Çağrışım oluşmasına yardımcı olması açısından çok iyi bir düzenlemedir bu; adlandırmayla ilgili nöronların yanında okumayla ilgili nöronların bulunması gibi mesela."

"Beynin bu kısmına çağrışım korteksi denmesinin nedeni bu mu?"

Hayır, bu isim yüz yıldır kullanımda; primer duyu ve motor alanlar hariç bütün neokorteks için kullanılıyor. Eski haritacılar gibi *bilinmeyen topraklar* demek yerine çağrışım korteksi adını vermişler buraya. Bir ölçüde gerçekten de öyledir burası: Korteks, çağrışımlarla baş etme becerisiyle ün salmıştır. Korteksin altındaki bölgelerde bir işbölümü olduğu ve bu işbölümünün bisiklet kullanmak gibi daha yerleşmiş becerilerden sorumlu olduğu düşünülüyor.

Elbette beyin dalgası araştırmaları, daha sonra alınacak kısımla sınırlı değildir, dil alanları gibi beynin açık yüzeyinin herhangi bir yerinden yapılabilir. Bu araştırmalar çok fazla ayrıntı vermez, daha genel bir resim sunar. Bir bölgenin "faaliyete geçtiğini", EEG kaydında meydana gelen değişikliklerden (daha hızlı ama daha kısa uzanımlı çizgilerden) anlayabilirsin.

"Adlandırma sırasında EEG'de meydana gelen değişikliklere (ki bu değişiklikler adlandırma yerlerini karakterize eder) desenkronizasyon adı verilir," dedi George. "Bunlar talamustaki seçici dikkat sisteminde meydana gelen faaliyeti yansıtıyor olabilir. Bu sistem, mevcut görev için uygun korteks alanlarını seçer. Slayt ekranda göründükten sonra bütün adlandırma yerleri hemen hemen aynı zaman içinde faaliyete geçer mesela. Alın lobundaki adlandırma yerlerinin şakak lobundaki adlandırma yerlerinden geride kalmasını bekliyorduk ama öyle değil."

"Dilin ardışık faaliyetlerden oluşan bir süreç olduğu teorisine mi dayanıyordu bu beklenti?" dedi Neil. "Önce şakak lobunda şifre çözülecek, sonra bu şifre alın lobunda ifadeye dönüştürülecek, ha?"

"Tahminimiz buydu," dedi George. "Ama yanlış çıktı. Yaptığımız araştırmalarda beyin dalgalarının ardışık değişiklikler yaşadığına dair herhangi bir bulguya rastlanmadı. Bir dil olayında bütün yerler aynı anda faaliyete geçiyor ve bütün olay boyunca faaliyetlerini sürdürüyor gibiydi. Hayvan korteksindeki birçok işlev de bu şekilde düzenlenmiş gibi görünüyor; yani dağınık korteks alanları paralel olarak faaliyete geçiyor gibi görünüyor."

"Ve değişiklikler yaygın olarak gerçekleşiyor," diye sürdürdü konuşmasını George. "Motor konuşma alanlarının sessiz adlandırma sırasında bile faal olduğunu, dolayısıyla iç konuşmamızın motor sistemlerin faaliyetini kapsadığını bulguladık."

"Vay canına! Beynimin birbirinden tamamen ayrı bütün bu alanlardan oluşan bir kurul olduğu fikri kafamda tam oturmadı," dedi Neil. "Kurul üyelerinin aynı anda konuşuyor olması da durumu basitleştirmiyor. Belli bir kurulu bir arada tutan bir mekanizma yok mu? Veya duruma göre, hepsini ayrı tutacak bir mekanizma?"

"Yeni beyin dalgaları araştırmalarımızda bu mekanizmayı arıyoruz biz de işte. Çeşitli hayvan deneylerinde, EEG'de aynı görevle alakalı farklı beyin alanları arasında bir tutarlılık var. EEG'de bu kimi zaman daha yüksek frekanslarda, 25 ila 70 Hertz frekanslarında daha fazla kıvrım şeklinde kendini gösterir. Bu frekans ayrı alanları bir arada bir dil işlevine yönlendiriyordur belki de. Bizim araştırdığımız şey de bu; yani, belli bir dil işlevi sırasında farklı dil yerlerinde, bu seviyeler arasındaki frekansta eşzamanlı faaliyet görülüp görülmediğine bakacağız."

"Böyle bir frekans henüz bulamadık," dedi George, "ama aramaya devam ediyoruz. Bilimin doğası bu. Önceki araştırmalardan neyin nasıl olduğuna dair bir fikir edinirsin, bunu test etmenin yollarını ararsın, bazen doğru tahmin edersin, bazen tahminin tutmaz."

Dil, silvius oluğunu çevreleyen motor alanın dışında beynin başka birçok motor alanına da bağlıdır, dedim Neil'e. Bunlardan biri alın [illegible] orta çizginin yakınlarında, bacak motor

korteksinin hemen önündedir. Burası tamamlayıcı motor alanı adıyla anılır ve bu alan birçok memelide motor düzenin önemli bir parçasını oluşturur. Özellikle hayvan araştırmalarında kullanılan maymunlarda bu alanın karmaşık hareketlerin başlatılmasında, planlanmasında ve programlanmasında önemli olduğu düşünülmektedir.

İnsanların sol beyinlerinde bu alan hasara uğradığında, hasarın etkisi ilk başta çok dramatiktir. Hasta konuşamaz, tek kelime edemez. Vücudunun öteki kısmını da hareket ettiremez. Ama birkaç gün içinde kendini toparlar. Önce konuşma geri gelir, ama tuhaf bir konuşma şeklidir bu. En azından ilk başta, hastanın rasgele konuşmaları, konuşma talebi üzerine yaptığı konuşmalardan daha iyidir. Buradaki sorunun hareketlere (ki dil hareketleri de dahildir buna) başlamakla alakalı olduğu anlaşılıyor. George bu sorunu, arabanın marş motorunun bozulmasına benzeterek açıklamıştı.

İyileşme birkaç hafta daha sürer ve genelde tam düzelme sağlanır. Bu anlamda, kortikal hasarın tamamlayıcı motor alan üzerindeki etkisi, silvius oluğu çevresindeki hasarın etkisinden çok farklıdır, çünkü oradaki hasarın etkisi kalıcıdır. Anlaşılan o ki, öteki taraftaki tamamlayıcı motor sistemi "marş" işlemini üstlenebiliyor.

Yeni hareketlerin öğrenilmesi sırasında tamamlayıcı motor alanda faaliyet artışı görülmüştür. Normal gönüllü deneklerle yapılan kan akışı araştırmalarında, sözcük okumayla birlikte tamamlayıcı motor alan ile korpus kallosum arasındaki kortikal bölgede, yani kuşak girusunda, faaliyet görülmüştür. Ameliyathanede tamamlayıcı motor alanın elektrikli uyarıcıyla uyarılmasının hareketlere, genellikle de karmaşık türden hareketlere neden olduğu görülmüştür. Tamamlayıcı motor alanın bazı bölümlerinde elektrik uyarısı konuşmayı engeller. Maymunlarda, tamamlayıcı motor alan ile kuşak girusunun elektrikli uyarıcıyla uyarılması hayvanın ses çıkarmasına neden olur. Maymunun o bölgedeki nöronları, maymun başka maymun sesleri duyduğunda faaliyetlerini değiştirir; bu çoğunlukla seçici birişlemdir, maymun yalnızca kendi türünden hayvanların seslerine tepki verir.

Neil sövmekle ilgili bazı sorular sordu. Sövmek kesinlikle konuşmaya girer ama dil midir? En azından maymunların dilini aşan türden bir dil midir?

Tamamlayıcı motor alanın hemen altındaki beyin alanı, kuşak girusu, "duygusal" limbik sistemin bir parçasıdır. İnsan ve maymunda bu bölgenin faaliyetinin duygusal konuşmayla, özellikle de küfürle alakalı olduğuna dair ilgi çekici bir hipotez var. Silvius bölgesi yakınlarında meydana gelen inmelere bağlı afazilerden mustarip kişilerin çoğunda duygusal konuşma muhafaza edilir.

Afazi hastaları genelde sessiz değildir. İnmeden önce ne kadar içe kapanık veya terbiyeli olsalar da bu hastaların kısıtlı diline bazen küfür hâkim olur. Beyindeki dil örgütlenmesiyle ilgili çözülmemiş konulardan biri de duygusal konuşmanın beyin hasarlarına karşı neden daha dirençli olduğu konusu: Sebep kuşak girusu gibi farklı bir beyin alanına bağlı olması mı, yoksa dilin geri kalanıyla aynı beyin alanlarına bağlı olmasına rağmen basitliği ve geniş çağrışımları nedeniyle muhafaza edilmesi mi?

"Tourette hastalarında küfür buradan mı geliyor?"

İtkisel sesler, çoğunlukla da homurtular Tourette sendromunu karakterize eder. Genelde istemsiz çıkartılan bu seslerin yüzde 30 kadarını sözcük haykırma oluşturur, ki bunların bazıları küfür sözcükleridir. Diğer insanların sadece duraklamakla yetineceği yerlerde konuşmaları küfürle bölünen (ve üçte biri erkek olan) bu kişilerin dili bu sorun haricinde normaldir.

Bu hastaların göz kırpmak, kafa sallamak, dil çıkarmak, burun çekmek, hatta zıplamak ve çömelmek gibi motor tikleri de vardır. Bu tikler genelde çocukluğun erken dönemlerinde, homurdanma ve havlama sesleri eşliğinde başlar. İlkokul son sınıflarda veya lisede repertuara küfür de eklenir.

"Tıpkı normal çocuklardaki gibi," dedi Neil.

Tourette sendromu son derece ailevi bir hastalık. Bu hastalıktan mustarip ailelerde, bu sendrom kadınlardaki takıntılı-zorlantılı bozukluğun erkeklerdeki versiyonu gibi görünür. Yakın dönemlerde elde edilen bulgular, beyin yarıkürelerinin derinliklerindeki motor merkezlerin işlev bozukluğuna işaret eder, ki bu da duygusal konuşma ile dilin geri kalanının farklı beyin alanlarına bağlı olabileceğine dair bir başka ipucudur.

Tamamlayıcı motor alan, hayvanların çıkardığı ses ile insan sesinin yakından ilişkilendirilebileceği tek yerdir. Bu bölge ya insan dilinden daha ilkel bir iletişim sisteminin bir parçasıdır ya da ev-

rimsel açıdan daha eski bir sistemin dile dönüştürülmesinin örneğidir. Bugüne kadar hiç kimse insan beynini uyararak küfür üretememiş, hatta duygusal konuşma sırasında haritalama çalışması yapmayı denememiştir.

"Yarın sol şakak lobumda bazı nöronlar kaybedeceğim demek ki," dedi Neil. "Belki de adlandırma veya buna benzer dil görevleri sırasında faal olan bazı nöronlar da gidecek; ama bunlar bu görevler için temel öneme sahip değil, değil mi?"

"Adlandırma yerlerinin temel yerler olduğunu bu yüzden söylüyoruz zaten," dedi George. "Uyarılan diğer alanlar uygulanan elektrikten dolayı geçici bir süre afallasa da adlandırma işlemi devam edebilir. Adlandırma işlemi sırasında pek faal olmayan yerler o kadar önemli değildir, işleme bariz biçimde katılsalar bile. Mikroelektrot kayıtlarının, beyin dalgaları ve kan akışı araştırmalarının yardımıyla bunları faal olarak tanımlayabiliriz. Çok iyi anlayamadığımız şeyler yapıyor bu alanlar. Ama bu alanların ara sıra sorun çıkardığı epileptiklerde bunları ameliyatla almak hastaya zarar vermek yerine onu iyileştirir."

On Beşinci Bölüm

Neden Bu Kadar İyi Okuyabiliyoruz?

"Bütün dünyayı dolaştım ama bunun gibi bir fiş hiç görmedim. Afganistan'dan falan aldınız herhalde," dedi Neil.

George'un teknisyeni slayt projektörünü Neil'in yatağının yanına kurarken ben de yardım ediyordum. Fişi duvardaki prize takmaya çalışırken, kablonun, uçucu anestetiklerin kullanıldığı dönemlerde ameliyathanelerde kullanılan o büyük, patlamaya karşı korunaklı eski tip kablolardan biri olduğunu anladım.

Teknisyen güldü ve ekipman arabasının alt rafında bulunan adaptörü işaret etti. Bu alengirli bağlantı kablosunu alelade bir üçlü fişe dönüştürürken mekanizmayı Neil'e açıkladım. Bağlantı gerçekleştiğinde slayt projektörü ziyadesiyle tatminkâr bir biçimde çalıştı.

Teknisyen yuvarlak slayt tablasını inceleyip ekipmanı kontrol ederken, Neil'le okuma üzerine biraz daha lafladık. Neil'in aklı hâlâ ameliyatın muhtemel yan etkilerindeydi.

"George, alınacak parçanın okumada önemli olan alanlara yakın olabileceğini söyledi. Ameliyattan sonra okumakta zorluk çekebilirmişim, ama bir süre sonra normale dönermiş."

"Akşam yemeğinde," diye devam etti Neil, "görme sisteminin büyük oranda, maymunların rüzgârda sallanan yaprakların arasından ağaçların tepesindeki meyveleri bulabileceği şekilde evrimleştiğiyle ilgili sözlerin üzerinde düşündüm. Peki ya okuma alanları bu sisteme nasıl dahil olmuş? Yazı daha 5000 yıl önce keşfedildi ve birkaç yüzyıl öncesine kadar birçok insan okuma yazma bilmiyordu. Yani okumada kullanılan beyin alanlarının muhafazasıyla ilgili kalıtımsal eğilimler ancak birkaç yüz nesildir yürürlükte olmalı, ki bu da hiçbir şey. Okuma alanlarını nasıl bu kadar hızlı kazandık?"

Okuma, büyük ihtimalle başka bir birincil amacı olan bir kortikal alanın ikincil bir kullanımıdır, Darwin'in deyişiyle, anatomik süreklilikte işlevsel bir değişimdir, dedim Neil'e.

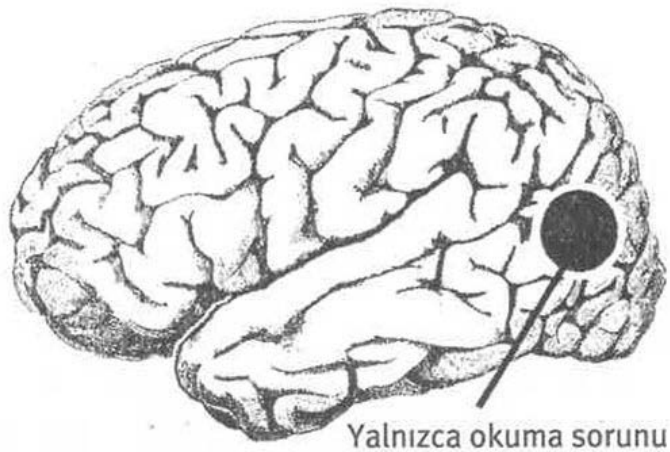
Ama tabii artık okuma için çok önemli olan kortikal alanlar var (en azından küçüklüğünden beri çok okuyan kişilerde). Bir gün babam müthiş bir baş ağrısına tutulmuştu, daha önce yaşadıklarından çok farklıydı. Ertesi sabah kendini daha iyi hissediyordu, kendine kahvaltı hazırladı, dışarı çıktı, kaldırıma bırakılmış olan gazetesini alıp tekrar eve girdi. Kahvaltı masasına oturup da gazeteyi açınca, gazeteyi okuyamadığını fark etti şaşkınlıkla. Sözcükler puslu değildi. Harfleri okuyabiliyor, ama sözcükleri okuyamıyordu.

Daha sonra hastanede ondan kendisine yüksek sesle okunacak bir paragrafı elyazısıyla yazmasını istediler. Paragrafı gayet doğru biçimde yazdı, tek tuhaflık sağ tarafta belli bir boşluk bırakmak yerine kâğıdın sonuna kadar yazmış olmasıydı.

Ama kendi elyazısından paragrafı okumasını istediklerinde en kısa iki-üç harfli sözcüklerden başka bir şey okuyamadı. Daha uzun sözcükleri toparlayıp okumaya çalıştı, ama hep hata yapıyordu. Konuşma dili normaldi. Söylenen her şeyi anlıyordu. Okumasını engelleyecek anormal herhangi bir kör noktası yoktu. Renkli görme yetisi normaldi. Artık okuyamıyordu, hepsi bu.

Bir yıl sonra babam gazete okuma yeteneğini geri kazandı, ama hâlâ çabuk yoruluyordu, aralıksız yirmi dakikadan fazla okuyamıyordu. Daha çok televizyon haberlerini seyrediyordu.

"İnsanların böyle iyileştiği sık olur mu?" diye sordu Neil.



Yalnızca okuma sorunu yaratan bir inme

Bazı işlevlerin düzelmesi ılımlı inmelerde tipiktir. Bir işlev (okuma veya kas denetimi) kaybı yaşandığında, kaybedilen işlevsel yeteneğin bir kısmı inmeden haftalar veya aylar sonra geri kazanılır. Bu iyileşmenin bir nedeni, bazı beyin hücreleri tamamen yok olurken hasar görmüş hücrelerin iyileşmesidir.

Ayrıca, beynin esnekliği başka alanların bu işi yapmasına da izin verebilir. Görev başında yeniden eğitme süreci, inmenin nerede gerçekleştiğiyle ve hastanın yaşıyla yakından alakalıdır. On sekiz yaşında beyni hasar görmüş bir asker, benzer bir hasardan mustarip otuz yaşındaki bir askerden daha fazla iyileşir mesela.

Okuma konusuna geri dönersek, yıllar içinde beyinde aleksi (başka pek bir şey kaybetmeden normal okuma yeteneğini kaybetmek) ile ilgili birçok yer tanımlandı. Sorunun Broca-Wernicke çeşitleri için geliştirilen bağlantısızlık modelleri doğrultusunda, aleksi genellikle dil alanlarıyla görme merkezleri arasındaki bağlantısızlığa atfedildi. Gerçekten de, alınan beyin görüntülerinde babamın geçirdiği inmenin, sol kulağının hemen üstünde ve arkasındaki bölümde, madeni bir doların yarısı kadar bir alanı yok ettiği görüldü. Bu yer arka dil alanının ("Wernicke alanı"nın) gerisinde, ama beynin geleneksel görme alanlarının önündeydi; yani, görme korteksi ile dil korteksi arasındaki yolun tıkanmasına mükemmel bir örnekti.

"Disleksik bir yeğenim var," dedi Neil. "Akıllı çocuk, ama okuyamıyor ve heceleyemiyor. Bu sorun beynin bu sözünü ettiğin parçalarıyla alakalı olabilir mi?"

Disleksik çocuklar genelde pek konuşkan olmayan, sessiz sedasız çocuklar olarak kabul edilir, okuma ve heceleme becerileri diğer becerilerine göre epey geç gelişir. Konuşmaları da yavaş olabilir, ama çoğunlukla zekidirler. Bunun sonucunda, çocuğun gecikmeli gelişen okuma becerileri, diğer normal becerileri ve katı okul sistemi (derslerin işlenmesinde üst sınıflara doğru giderek daha fazla okumaya dayanan bir sistemdir bu) arasında büyük uyumsuzluklar baş gösterir. Bu çocuklar böylece bir darboğazla karşı karşıya kalırlar: Zeki olsalar bile bilgiyi diğerleri kadar çabuk özümseyemezler.

"Yeğenim de öyle işte."

Aslında uzun vadede bakıldığında disleksiklerin öğrenme durumları hiç de fena değildir. Disleksiklerin çok azı okumaktan hoş-

lanır hale gelir, ama çoğu okumayı kendilerini idare edecek kadar söker. George bana Amerikan Devrimi dönemlerinde cerrahi anatomiyi kuran John Hunter'ın hikâyesini anlatmıştı. Hunter, zengin bir İngiliz ailenin çocuğuymuş. Ailesi onu özel öğretmenlerle eğitmeye çalışmış. Öğretmenleri ümidi kesip ona okumayı öğretemeyeceklerine kanaat getirmişler. Hunter, okumayı yirmi yaşında öğrenmiş. Ama bu, onun daha sonra akademik kariyer yapmasına engel olmamış.

"Peki disleksiklerin beynindeki sorun nedir?"

Birçok disleksi vakası, beyin gelişimindeki anormalliklerle alakalıdır. Bazı disleksiklerin sorunu, dil alanlarının yapısal gelişimleriyle ilgili gibidir. Başka nedenlerle ölen birkaç disleksiğin beyni incelendiğinde, korteks gelişimiyle ilgili bazı hatalara rastlanmış. Kortekste yeterli tabakalaşmanın olmadığı ve nöronların ait olmadıkları yerlerde demetler halinde (ki bu tür demetlere "heterotopi" adı verilir) bulunduğu görülmüş.

Şakak lobunun dil bölgesi (planum temporal) sol yarıkürede genellikle daha büyüktür, ama disleksiklerde bu fark daha azdır. Yine de çoğu disleksikte dil bakımından çoğumuz gibi sol beyin baskındır. Bazı erkek disleksiklerin görsel-mekânsal işlevlerinin diğer erkeklere oranla daha az yanallaştığına dair bir fikir de öne sürülmüştür. Bu durum, görsel-mekânsal işlevlerin aynı sol beyin bölgesinde yer edinmek için dil ile bir mücadele içinde olma olasılığını güçlendirir. Bu nedenle disleksik hasta bu iki işi de iyi yapamaz; ne dilde başarılıdır, ne de görsel-mekânsal işlevlerde.

Disleksikler, hızlı değişen duyumları işlemden geçirmede de sorunlar yaşar. Hızlı değişen duyumları aktaran magnoselüler yollar bazı disleksiklerde yavaş işler.

"Genikulatın iki magnoselüler katmanının bir sonucu mu bu? Bu iki katman birbirine mi karışmış? Daha önce bana bahsettiğin o güzel katlı pasta gibi değil mi katmanları artık?"

Doğru, alttaki iki katman birbirine karışmıştır bu disleksiklerde. Ayrıca magnoselüler katmanlarda olması gerekenden yüzde 27 daha az nöron vardır; birçok nöronu kaybetmiş gibidirler adeta.

Bu anormalliklerin nedeni pek açık değildir. Bazı durumlarda, disleksiyle alakalı beyin değişimleri, bebeğin anne karnındaki gelişimi sırasında veya çocuğun erken yaşlarında meydana gelen bir

olaydan kaynaklanıyor olabilir. Ama en yaygın nedeni genetik gibi görünüyor. Disleksi kadınlara oranla erkeklerde daha yaygındır. Aile içinde bir kişi disleksikse, ailenin diğer üyeleri arasında disleksi görülme ihtimali yüksektir. Disleksinin tek bir gene bağlı olmadığı anlaşılıyor, zira bir ailede 15. kromozomla yakından alakalıyken, başka disleksiklerde bu kromozomla alakalı değildir. Biraz önce de belirttiğimiz gibi, genel olarak okumada da durum böyledir, çoğu insan için okuma nispeten kısa bir süre önce önem kazandığına göre, bu tür varyantları bertaraf edecek kadar bir doğal ayıklanma süreci yaşanmış olamaz.

Doğal ayıklanma çoğunlukla diğer genetik niteliklerle bağlantılı niteliklere karşı işleyemez ayrıca. Nörolog Norman Geschwind, disleksi ile diğer bazı hususiyetlerden (son derece gelişmiş bir matematik yeteneği, solaklık, alerjiler) oluşan tuhaf bir küme arasında bir bağlantı olduğunu fark etmiş. Daha sonraki araştırmalarda bu hususiyetlerin hepsinin disleksiyle ilgili olduğu doğrulanmamıştır gerçi, ama arada bağlantılar olduğunda bir şeylerin neden karmaşık bir hal aldığını anlayabilirsin.

Geschwind'in kümesiyle ilgili çok sayıda açıklama öne sürüldü. Hamileliğin ileri aşamalarında annenin testosteron seviyesi olağandışı derecede yüksek olabilir. Belki de bir otoimmün hastalığın (vücudun doğal savunma mekanizmasının kendi dokularına karşı harekete geçtiği bir hastalığın) belirtisidir bu. Her iki durumda da korteksteki ve duyu sistemi yedek çekirdeklerindeki nöron düzenlerinde bozukluk yaşanır. Özellikle otoimmün hastalık fikrinden ümit vaat eden bir yan fikir doğmuştur. Otoimmün hastalığı olan bir fare nesli var. Bu farelerde aynı zamanda korteks düzensizliği ve öğrenme kusurları da görülüyor, ki bu durum disleksi araştırmalarının hayvan modelinin oluşturulmasına imkân tanıyabilir.

"Peki ama neden bütün sorun okumayla ilgili?" diye sordu Neil. "Anormallikler dil alanlarına dağıtılmış haldeyken üstelik? Aynı zamanda dilin diğer yönlerinde neden sorun olmuyor?"

Çoğu disleksik çocuk erken yaşlarda konuşmada da sorun yaşar, ama okumada yaşadığı kadar büyük bir sorun değildir bu. George, sözcük okuma sırasında, nesneleri adlandırma veya sözcükleri tekrar etme sırasındakinden daha fazla nöronun faaliyet değiştirdiğini buldu. Dolayısıyla, okumak kendi içinde zor olabilir,

fazla nörona ihtiyaç duyabilir. İyi örgütlenmiş nöron sıkıntısı varsa, bu sıkıntı okumada kendini daha fazla belli eder.

Konuşma metninde konuşmada bulunan fazladan ipuçları bulunmaz. Konuşurken sesim alçalıp yükselir, yüz ifadelerim değişir, elimi kolumu sallarım. Bunlar ek bilgidir. Okurken sahip olduğun tek şey yazılı sözcüklerdir.

İlk başta en büyük hata okumada değil, konuşmayı dinlemede ("pa"yı "ba"dan farklı kılan ses dalgaları arasındaki ince zaman farkını fark etmede) yapılıyordur belki de ("ba" sesi çıkarılırken başlarda boğazda z sesindeki gibi ufak bir uğultu duyulur, çünkü o sırada ses telleri titreşir, ama "pa" sesinin başında titreşmez). Bu da magnoselüler bir iştir. Ama okumakla da yakından alakalı olabilir bu, çünkü okumayı öğrenmek, konuşma seslerini sözcüklerle eşleştirmekten ibarettir, en azından İngilizce gibi fonetik bir dilde.

George'un araştırmaları, korteksin önemli parçalarının çoğunda adlandırma ile okumanın ayrıldığını gösterdiği için, disleksiklerde okumaya özgü sistemin bozuk olabileceğini düşünüyorum. Aslına bakarsan hiç kimse disleksinin bu yönü konusunda bilgi sahibi değil.

George, okuma yeri ile adlandırma yerleri, dahası hastanın sözel IQ'su arasında güçlü bağlantılar olduğunu da gösterdi. Bu bağlantı, sözel IQ'ların hem okumayı hem de dilin diğer unsurlarını ölçüyor olmasından kaynaklanır. Buna göre, beyinde bu işlevlerin bazı yer örüntüleri başkalarına göre daha uygundur. George, okuma yerleri üst şakak girusunda, adlandırma yerleri orta şakak girusunda olanların sözel IQ'larının yüksek olduğunu, sözel IQ'su düşük olanlarda ise tam tersi durumun geçerli olduğunu bulguladı.

Neil şaşırmış gibiydi. "Okumanın yukarıda, adlandırmanın aşağıda olması neden iyi bir şey olsun ki, anlamadım gitti," dedi.

Biz de çok iyi bir açıklama bulamadık doğrusu, ama okumayla ilgili araştırma yapanlar, iyi okumanın konuşma seslerini bu seslerin görsel temsillerine dönüştürme yeteneğini gerektirdiğini vurguluyorlar. İşitme işlemi çoğunlukla silvius oluğunun o büyük kıvrımının içinde gerçekleştiği için, okuma yerinin bunun hemen yakınında, üst şakak girusunda olması ile okuma işlevi arasında doğrudan bir ilişki olması anlamlıdır.

"Peki ama, okuma genler tarafından tayin edilmiyorsa, beynin

gelişimi bütün bunları nasıl örgütlüyor?"

Önce adlandırma yeteneği öğreniliyor. Belki de ortalamanın altındaki insanlarda dil korteksi doğuştan az etkiliyse, adlandırma işini yapmak için daha fazla parçaya ihtiyaç vardır. Okuma, adlandırmadan birkaç yıl sonra öğrenildiğinde, üst şakak girusu (George'un teorisine göre) aşırı yük altında kalır. Bu nedenle okuma, orta şakak girusundaki yerlerle (sesleri alan kortikal alandan uzakta olduğundan potansiyel olarak okuma için pek elverişli değildir burası) "idare etmek" durumunda kalır.

Dolayısıyla, 5 yaşında okumaya yer açabilen bir üst şakak girusu (zira o zamana kadar adlandırma başka yerde etkili bir biçimde gerçekleştirilebilecektir), sözcüklerin sesleri ile yazılı fonetik eşdeğerleri arasında bağlantı kurma konusunda daha iyi bir yer imkânı sağlayacaktır. Böylece sözel IQ değeri daha yüksek olacaktır.

Bunun gibi spekülasyonlar yararlıdır, çünkü yeni sorular ortaya koyar: Çocuğun 2 ile 4 yaş arasında sözdağarını geliştirme kapasitesi ile 6 yaşına ulaştığındaki okuma hızı ve hatta hayatının daha ileri evrelerindeki sözel IQ seviyesi arasındaki ilişki nedir? İşlevsel MR görüntüleme cihazıyla düşük IQ örüntüleri, henüz önlem alınabilecek (yoğun okuma terapileriyle mesela) bir dönemde tespit edilebilir mi? Uyarı haritalama çalışmalarından elde edilen bulgularla ilgili açıklamalar ne olursa olsun şurası açık: Adlandırma veya okuma yerlerinin nerede olduğu, sadece epilepsi ameliyatlarını planlamak açısından değil başka açılardan da önemlidir.

Provadan sonra Neil'le tekrar beyin araştırmalarıyla ve (bütün bu cevap bekleyen sorulara rağmen) neden daha fazla araştırma olmadığıyla ilgili tartışmamıza geri döndük. Benim cevabım basitti: Beyin araştırmasıyla ilgili beş başvurudan dördü reddedilir.

"Red mi edilir?"

Hakem kurulları bilimsellik yönünden iyi bulsa da, başvurular ödenek yetersizliği nedeniyle Ulusal Sağlık Enstitüsü idaresi tarafından reddedilir.

"Kongre her şeye ödenek ayıramıyor galiba."

Evet ama sinir sistemiyle ilgili büyük hastalıkların tek başına ABD'deki yıllık maliyetinin 400 milyar dolar olduğu tahmin ediliyor. ki bu da ABD'nin savunma bütçesinden fazla! Ulusal ekonomi-

ye de büyük bir külfet getiriyor. Üstelik bu tahmine çoğu durumda uyuşturucu kullanımının maliyeti dahil edilmiyor, alkolün neden olduğu harcamalar bunların içinde epey yüksek rakamlara ulaşıyor. Bunun 107 milyar dolar kadarı hastane masrafları gibi doğrudan maliyetler, kalanı da maluliyet ödemeleri, maaş kayıpları vb. Toplam maliyetin yaklaşık üçte biri Alzheimer demansı olan 4 milyon insanla ilgili ve bu sayı hızla artıyor.

"Toplam kaç kişi peki?"

Amerika Birleşik Devletleri'nde çeşitli nörolojik ve psikiyatrik rahatsızlıklardan mustarip yaklaşık 50 milyon insan var.

"Yani beş kişiden biri veya ortalama her ailede bir kişi. Bunun toplam maliyeti de birkaç milyar dolar. Peki araştırma giderleri ne kadar; bunun onda biri falan mı?"

Keşke. Ulusal Sağlık Enstitüsü ve Ulusal Bilim Vakfı'nın sinirbilim araştırmalarına (beyinle ilgili temel araştırmalar ve ayrıca psikiyatrik ve nörolojik bozukluklarla ilgili daha uygulamaya yönelik araştırmalara yani) aktardığı paranın miktarı yaklaşık 1,2 milyar dolar. Buna ilaç şirketlerinin yaptırdıkları araştırmalar için harcadıkları para ile özel kuruluşların masrafları da eklenebilir; ama beyinle ve beynin bozukluklarıyla ilgili araştırmalar için yapılan katkılar toplam maliyetin yüzde birinden az muhtemelen. İmalatçıların geliştirme maliyetleri bu rakamı biraz daha yukarı çekiyor. Bu, beyinle ilgili araştırmaların maliyeti; genel olarak sağlık giderlerinde 1990 yılında araştırma payının yüzde 3,3 olduğu tahmin ediliyor, ki bu rakam sağlık giderleri içinde araştırma payının yüzde 5 civarında olduğu 1960'lardakinden çok az.

"Denizde damla yani. Bırak araştırma ve geliştirmeye yüzde 10-20'lik pay ayıran içinde bulunduğum hızlı değişen sektörü, eski bir sektör için bile çok düşük bir yüzde bu. Ben de tıbbın bir şeyleri değiştirmek için canla başla çalıştığını düşünürdüm."

İşin ilginç tarafı, kendi araştırma giderleri üzerinde tıbbın pek bir denetim gücü yok. İlaç şirketleri istisna, ama yaptıkları çoğu araştırma uygulamalı, temel değil. Giderlerinin çoğunu daha doğru bir tabirle ürün geliştirme oluşturuyor. ABD piyasalarına sürülmek üzere yeni geliştirilen tek bir ilacın maliyeti yaklaşık 240 milyon dolardır. Yeni ürünleriyle ilgili fikirlerini kamu sektörünün temel araştırmalarından ediniyorlar, ki bu da yetersiz yatırım sorunu ile

mek. Tıp giderleri çok yaygın ve merkezi otoriteden yoksun olduğu için, sağlık giderlerinin küçük bir kısmını yarının araştırmaları için yeniden yatırıma kullanmanın hiçbir yolu yok maalesef.

Bu nedenle bu araştırmalar, gayet anlaşılır bir şekilde, vergilerden elde edilen paralarla destekleniyor; hükümet sorumluluğu üstlenmiş, ama araştırmalar için ayırdığı miktar hâlâ çok düşük. Yeni ilaçlara ve yeni tedavilere imkân sağlayacak olan temel araştırmalar, devletin parası için, hayli görünür ve kolay anlaşılır ihtiyaçlarla rekabet etmek zorunda."

"Bir anlamda, birilerinin eyaletine binlerce iş sağlayan uzay istasyonu gibi büyük kalemlerle rekabet etmek zorunda," diye araya girdi Neil.

Ortalama bir beyin araştırması ödeneği iki iş sağlar muhtemelen. ABD'de, bütün araştırma ve geliştirmenin yüzde 70'inden fazlası savunmayla alakalı sanayilerde yapılıyor; Japonya'da bu oran yüzde 5 mesela. Başka ülkelerle kıyasladığımızda, en zeki insanlarımızın çoğunu silah alanına yönlendirdiğimizi söyleyebiliriz.

Temel araştırma, II. Dünya Savaşı sırasında gemi sanayiinin gelişme kaydetmesindeki gibi, bir krizi gidermek için artırabileceğin bir şey değildir. Beynin AIDS enfeksiyonları gibi bir sorunun üstesinden başarılı bir biçimde gelip gelemeyeceğimiz (ki bu enfeksiyonları gideremezsen, diğerlerini gidermenin de bir anlamı yoktur) önceki *onyıllarda* temel araştırmaya ne kadar para harcandığına bağlıdır. Ama yıllar içinde araştırma giderlerinin sağlık maliyetlerine oranla artmadığı kesin.

"Tıbba, inşaat ve tamirler için ayrılan ödenek miktarının benzin vergisi üzerinden hesaplanan yol masraflarıyla orantılı olarak belirlendiği karayolları ödeneğine denk bir ödenek gerekiyor," dedi Neil. "Sağlık sigortası primi vergisi gibi bir uygulama, araştırma ve geliştirme için yeterli bir zemin sağlayabilir. Yüzde bir-ikilik bir vergi hiçbir şey değildir; hele sağlık sigortaları için çalışan o kırtasiye fabrikasını işletmek için yapılan ve beni deli eden acayip masraflarla karşılaştırdığında hiç. Kırtasiye maliyetinin sağlık maliyetinin yüzde 25'ini oluşturduğu söyleniyor. Sağlık maliyetinde kırtasiye maliyeti kesilerek yapılacak ufak bir değişikliğin araştırma yatırımını ikiye katlayacak miktarda paraya eşdeğer olduğunu düşünmek can sıkıcı gerçekten."

O günün akşamı Neil'den telefon aldım, hastane odasından arıyordu. Disleksik çocuklar üzerinde biraz daha kafa yormuş, hemşirenin getirdiği hapları almadan önce benimle bu konuda konuşmak istiyordu.

"Disleksiyi önleyecek kritik bir dönem var mı?" diye sordu Neil. "Önceki konuşmamızda bahsettiğin genikulatın bozulmuş katmanları takıldı da aklıma."

Disleksiklerde genikulatın altındaki magnoselüler katmanların daha küçük ve biraz da düzensiz olduğunu bulduklarını söylemiştim. Nedir merak ettiğin şey?

"Biraz düzensiz oldukları için bu nöronlar birlikte zamanında harekete geçemiyor olabilirler. Bu nedenle ayarlama döneminde yapmaları gereken şeyleri yapamıyorlar. Bebeklerde o hızlı yolları çalıştırıp onları diğerleriyle rekabet halinde tutabilir misiniz?"

Magnoselüler hücreler için "avantajlı başlama programı" gibi bir şey var mı diye soruyorsun yani? Bebeklerde disleksi olup olmadığını ölçmeye yarayan nörofizyolojik teknikler var elbette ve bunlar EEG'den farklı değil. Bunlar, yenidoğanlarda sağırlığı tespit etmek için kullandığımız, beyin sapının uyarılmasına dayanan yönteme çok benzer. Her iki testi aynı anda kullanabilirsin. Aslında buna bile gerek yok. Baba disleksikse, bebeğin de risk altında olduğunu farz edebilirsin; kalıtım dislekside çok güçlü bir etkendir.

Disleksik olmaya aday bebeğe nasıl günlük egzersizler vereceğini kolayca tahayyül edebilirsin. Onlara her gün bilgisayarda magnoselüler yolları parvoselüler yollardan daha fazla çalıştıracak kadar hareketli, eğlenceli görüntüler seyrettirirsin. Bunun gibi telafi edici egzersizler hızlı yol bağlantılarının ayakta kalma şansını belki yükseltebilir ve onları kritik dönemde bertaraf edilmekten kurtarabilir. Çocuğun birkaç yıl sonra okumada sıkıntı çekmesini önleyebilir bu belki de. Bir sürü "belki", ama temel araştırma içgörüleri, uygulamalı araştırmaya uygun stratejileri bu şekilde önerir ve pratik sorunların çözümüne bu şekilde geçebilir.

"Peki bunun gibi pratik fikirler nereden geliyor?" diye sordu Neil. "Bu hızlı-yavaş ayrımını keşfedenler o sırada disleksi sorunu üzerinde mi çalışıyorlarmış yoksa başka bir şey üzerinde mi?"

Her zaman olduğu gibi başka bir şey üzerinde çalışırken keşfe-

dilmiş bu da. Omurilikte bu hızlı-yavaş uzmanlaşmasının daha incelikli bir versiyonu görülmüşse de, nörofizyolog Christina Enroth -Cugell ile öğrencisi John Robson 1966'da Northwestern Üniversitesi'nin elektrik mühendisliği bölümündeyken yaptıkları bir araştırmada, kedi retinasında bu uzmanlaşmanın görme sistemindeki daha aşırı versiyonunu keşfetmiş. Bu hızlı-yavaş, geçici-kalıcı ikiliğinin ne işe yaradığını kimse bilmiyordu, ama kışkırtıcı bir bulmacaydı bu ve temel araştırmacılar bu bulmacayı çözmek için sebat ettiler. Kısa bir süre sonra, bu hızlı-yavaş ayrımının genikulatın o katmanlarında görüldüğü ortaya çıktı: Alttaki iki katman "hızlı"ydı. Genikulatta daha uzun süredir çözülmeyi bekleyen bir bulmaca vardı –o altı tane ayrı katman– ve hiç kimse bunlara bir anlam veremiyordu.

Yarım yamalak çözülmüş bir bulmaca gibi hayal kırıklığı yaratan bir şeydi bu. Ama bir çeyrek asır ve yüzlerce araştırmadan sonra bunların disleksiyle alakalı olduğu ortaya çıktı. Bence aynı zamanda sakarlık ve sözel zekâyla alakalı oldukları da ortaya çıkacak. Temel araştırmanın uygulamalı araştırmadan veya ürün geliştirmeden ne kadar farklı olduğunu da gösteriyor bu örnek kesinlikle.

"Benim pazar bulmacalarımın 25 yıllık versiyonuna benziyor! Neyse, yarın görüşürüz, sabah erkenden."

> Tıpta birbirine hiç benzemeyen, öyle ki birbirinden tamamen farklı teşebbüslermiş gibi görünen üç ayrı teknoloji düzeyi vardır. ... Destekleyici tedavi ... genelde anlaşılmayan hastalıklardan mustarip insanları bu hastalığın sıkıntılarından kurtarır. ... İkinci düzey, olaydan sonra yapılması gereken şeylerle, seyrini engellemek konusunda pek bir şey yapılamayan belli hastalıkların hastada takatsizliğe neden olan etkilerini telafi etmekle alakalıdır. Hastalığı telafi edecek veya ölümü geciktirecek şekilde tasarlanmış bir teknolojidir bu. ...
>
> [Epilepsi cerrahisi veya kalp bakım birimleri gibi orta dereceli tıp teknolojisi] muazzam miktarda paraya mal olur ve hastane tesislerinin sürekli genişletilmesini talep eder. Bu girişimi işletecek yeni, çok iyi eğitilmiş insan ihtiyacı hiç bitmez. Bugünkü bilgi durumumuzda, bundan hiçbir kaçış yolu yoktur. ...

Tıbbı bu teknoloji düzeyinden uzaklaştırabilecek yegâne şey yeni bilgidir, bu bilginin tahayyül edilebilir yegâne kaynağı da araştırmadır.

Üçüncü teknoloji türü ... o kadar etkilidir ki, halkın hiç dikkatini çekmemiştir; sıradan bir şey sayılagelmiştir. Modern tıbbın gerçek anlamda nihai teknolojisidir bu; modern bağışıklık kazandırma yöntemleri ... ve günümüzde bakteriyel enfeksiyonlar için antibiyotik kullanımı ile kemoterapi bu teknolojinin en iyi örnekleridir. ... Bu tür teknoloji (bu gerçek anlamda yüksek tıp teknolojisi) için söylenebilecek en önemli şey, hastalık mekanizmasını gerçek anlamda kavramanın bir sonucu olduğu ve elde edildiğinde diğerlerine nispeten ucuz ve kolay dağıtıldığıdır. ...

Sağlık sisteminin yetersizlikleri, doktorlar ellerindeki yetersiz teknolojiler yüzünden çıkmaza saplandığında, hastalık mekanizmalarıyla ilgili açık bir kavrayıştan yoksun oldukları halde tıpta sayısız şey yapmak zorunda oldukları için ne yapacaklarını bilemez hale geldiklerinde iyice belirginleşir. Ben uzun vadede sağlık bakımı için para biriktirmenin gerekliliğine inanan bir siyasetçi olsaydım, biyoloji biliminde daha fazla temel araştırma yapmaya birinci derecede öncelik tanımayı en önemli tedbir sayardım. Bu tutum –bir zamanlar anlamlı olan bir deyimle ifade edecek olursam– gökteki ayı istemek gibi bir şey olsa bile tıp biliminin biyolojiden tam randıman sağlamasının tek yolu bu.

LEWIS THOMAS, *The Lives of a Cell*, 1974

On Altıncı Bölüm

Şeyleri Yeni Biçimlerde Sıraya Dizmek

"Neil, dün öğleden sonra sana bahsettiğim araştırmaya geldi sıra," diyor George, Neil'in steril çadırın içinden duyabileceği kadar yüksek bir sesle. İspanyolca alanının haritasını çıkarma işini az önce bitirdik. Okuma alanının haritasını da çıkardık. George'un teknisyeni projektöre yeni slaytlar yerleştirdi.

"Ben buradayım, merak etmeyin. Öğle yemeğine çıkacaktım, ama bugün de çıkmayıvereyim dedim."

"Aç olan tek sen değilsin," diyor George. "Dr. Calvin de öğlen espressosundan mahrum ettiniz beni der gibi bakmaya başladı. Neyse, unutma bu bölümde tek yapman gereken şey slaytta görünen modelin ne yaptığına bakmak ve onun yaptığını yüzünle veya dilinle aynen tekrarlamak. Slaytta gösterilen şeyi taklit et yeter. Her şeyi videoya kaydedeceğiz."

Neil slaytta yapılan hareketleri tekrar etmeye başlıyor; ilk slayta baktıktan sonra yanaklarını üç kez şişiriyor, sonraki slayta baktıktan sonra üç kez dil çıkarıyor.

George ara sıra korteksin belli noktalarını elektrikli uyarıcıyla uyarıyor. Uyarı sırasında bir ara Neil donup kalıyor, slayttaki hareketi taklit edemiyor. Buna neden olan yerler, yüzün motor alanının hemen önünde. Burası aslında Broca alanı. Bu alan bütün konuşma hareketleri için gereken yüz hareketlerini (yüzün her iki tarafındaki hareketleri) denetliyor.

Slayt kaseti tekrar değiştiriliyor. Neil şimdi aynı hareketleri tekrar ediyor, ama üçünü arka arkaya: Yanaklarını şişiriyor, dilini çıkarıyor, dişlerini kenetliyor. Çeşitli kombinasyonlar halinde bu hare-

ketleri tekrarlıyor. Bazı slaytlarda beyni elektrikli uyarıcıyla uyarılıyor, bazılarında uyarılmıyor.

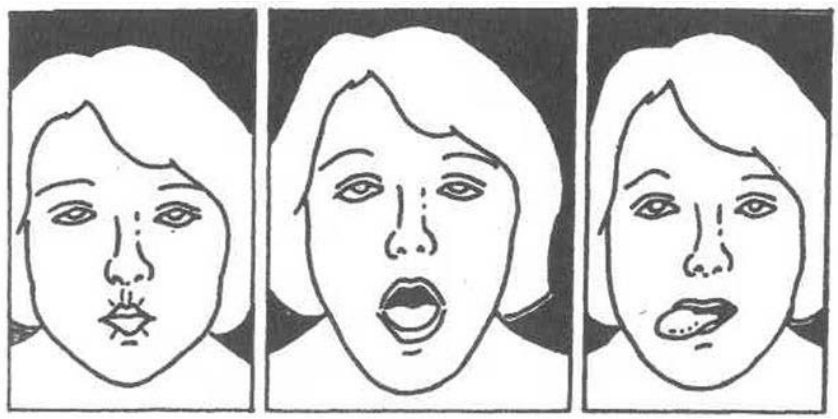
Bazı yerlerin uyarılması sırasında Neil yanlış hareketler yapıyor. Hareketlere slaytta gösterilmeyen hareketler ekliyor veya bazı slaytlarda hareketleri yapıyor ama yanlış düzen içinde. Hareketlerin *sırasını* bozan bu tür yerler, alın lobunun ön kısımlarında daha fazla. Şakak lobunun silvius oluğuna yakın kısımlarında ve duvar lobunun silvius oluğunun arkasına düşen kısımlarında da böyle bazı yerler var. Alın, şakak ve duvar lobundaki bu yerlerin uyarılmasının tekil ve tekrarlı hareketler üzerinde hiçbir etkisi yok, etkisini ancak farklı hareketler bir *sıra* halinde yapılacağı zaman gösteriyor.

Hareketler alın lobunun bir işlevi olarak bilinir, ama işte, şakak ve duvar loblarındaki bu yerlerde de (hepsi de silvius oluğunun yakınındadır) bu işlev görülüyor.

"Neil? Diğer araştırma için hazırız," diyor George. "Akma, adma, atma gibi tuhaf sözcükler duyacağın araştırma bu. Değişen harfin k mi, d mi, yoksa t mi olduğunu falan söyleyeceksin bize."

"Tamam," diyor Neil. "Geçen akşam yaparken bayağı kolaydı."

Nöropsikolog teybi başlatıyor. Hoparlörden "akma" sözcüğü duyuluyor. Neil, "k" diyor. Sonra "apma" sözcüğü duyuluyor, Neil "p" diyor. Bu şekilde devam ediyor. George, Neil'in beynini yalnızca Neil sözcüğü duyduğunda uyarıyor, cevap vereceği zaman değil. Elektrot beyin yüzeyinden çekildiğinde uyarının etkisi sürmediğinden, Neil cevap verirken hiçbir müdahale olmuyor. Dolayısıyla, uyarının etkisi konuşma sesinin algılanışına engel oluyor olmalı.

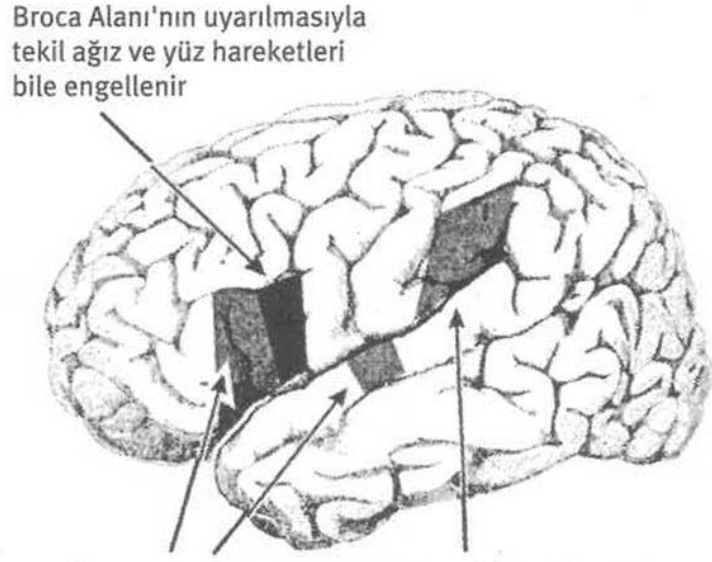


Hastadan arka arkaya taklit etmesi istenen üç ağız ve yüz hareketi

Konuşma seslerinin dizilişine müdahale eden bu yerler nerede dersiniz? Bu yerler, uyarının yüz hareketlerinin (gerek tek tek, gerekse sıralı halde) taklidine müdahale ettiği silvius oluğu civarındaki yerlerle aynı. Duyusal dizilişle ilgili bir görev için önemli olan bir yer, hareket dizilişiyle ilgili bir görev için de önemli gibi görünüyor; bu yerlerle ilgili aralarında yüzde 86'lık bir çakışma söz konusu.

Neil ve başka hastalar üzerinde yapılan bu araştırma çalışmaları, dil korteksinin düzenlenişiyle ilgili birçok ipucu sağladı bize. Motor konuşma işlevleriyle alakalı korteks alanının epey geniş olduğu, beynin silvius oluğu çevresindeki alanların büyük bir kısmını kapsadığı anlaşıldı. Bu bulgu, çoğu kitapta okuduğunuz şeylerden farklıdır; bu kitaplarda motor konuşmayla alakalı olarak tek bahsedilen yer Broca alanıdır.

Kitaplardaki bu ifade daima biraz şaşırtıcı olmuştur, çünkü Broca'nın hastası Leborgne'un hasarı, silvius oluğunun çevresindeki geniş alandaydı. Broca'nın neden Leborgne'un beyninin yalnızca alın lobu kısmına odaklandığı hiçbir zaman anlaşılamamıştır. Aslında yeni araştırmalar, daimi bir motor dili kusuru olabilmesi için, yal-



Uyarının hem sesbirim dizilişini hem de ağız ve yüz hareketleri dizilişini engellediği silvius oluğunun çevresindeki bölgeler

Kaynak: Oiemann, 1991

nızca Broca alanını değil, silvius oluğunun çevresindeki bütün alanı yok eden bir inme olması gerektiğine işaret ediyor. Beynin dille alakalı alanının büyük bir kısmı, dilin motor yönlerinde rol oynar.

Silvius hareket bölgesinde iki alt bölge vardır. Alın lobundaki motor şeridinin yüzle ilgili bölümünün önünde, konuşmak için gerekli dil ve yüz hareketlerinin hepsinin kontrolünden sorumlu bir alan vardır. Vücudun her iki tarafındaki hareketlerin beynin bir tarafından (sol tarafından) kontrol edilmesini saymazsak burası, klasik akıl yürütmeye gayet uygun biçimde, bir motor alanın bulunması gereken bir yerde konumlanmış ve buraya Broca'nın adı verilmiştir.

Hareketlerin dizilişiyle alakalı ikinci alan ise klasik anlamda bir motor rolü olmayan bölümler dahil, çok daha geniş olan bölgeyi işgal eder. Bu bir şeyleri sıraya dizme yeteneğinin gelişimi, dilin evrim sahnesinde belirmesinin ardında yer alan, atalarımızın kaydettiği büyük evrimsel gelişmelerden biri gibi görünüyor; yani, burasının tamamıyla "insana" özgü bir alan olması kuvvetle muhtemel.

Dilin evrimsel yolculuğunun iki büyük yananlamı var elbette: *Dil* ve diller. Bir yanda *dilin* bizatihi kendisi (sözdizimi, gramer) vardır, bir yanda da belli dillerin oluşumu (modern Almancanın Hint-Avrupa kökenleri gibi).

İkincisi kolay. İngilizce veya Fransızcanın soyağacının dallanma örüntüsü hakkında giderek daha iyi tahminler yürütüyoruz, hatta bundan yararlanarak Asya ve Avrupa civarındaki halkın göç hareketini bile çıkarabiliriz. Ama yazılı dillerin gelişiminden birkaç bin yıl öncesine gitmek çok zor.

Şempanzelerle son ortak atamızdan bu yana *dilin* bizatihi kendisinde bazı önemli ilerlemeler kaydedildiğini biliyoruz. Bu yolculuğun birçok ayrıntısını bilmiyoruz, ama bir yeniden örgütlenme açıkça kendini belli ediyor: Vahşi şempanzeler çoğunlukla 36 ses kullanır. Bu sesler yaklaşık 36 farklı şey anlamına gelir; seslerin *kendisi* sözdağarıdır. İnsanlar da yaklaşık üç düzine farklı ses kullanır, bunlar sesbirim adıyla bilinir. Peki ya bunlar ne anlama gelir? Hiç.

Sesbirimlerimiz kendi başlarına neredeyse tamamen anlamsızdırlar. Konuşma seslerimizin çoğu bir aradayken, uç uca eklendiğinde anlam kazanır. Sesbirim dizileri sözcük anlamı taşır (kolayca

10.000 sözcük üretirler, hatta bazı kişilerde bu sayı 100.000 sözcüğe kadar bile çıkabilir). Sözcük dizileri, ek anlamları olan tabirler ve oyuncu, oyun, oyuna gelmek gibi sözcüklerarası ilişkiler üretir. Tabirler de peş peşe (veya bazen birbirinin içine gömülü vaziyette) bir araya gelerek sonsuz çeşitlilikteki cümle ve paragraflarımızı üretir.

Bu doğrultuda, şempanze kuzenlerimizle son ortak atayı paylaştığımızdan bu yana geçen 6 milyon yıl içinde seleflerimiz, müstakil seslere anlam atfeden bir sistemi asgari hale getirmişe ve bu yeni "diziden anlam çıkarma" yöntemini geliştirmişe benziyor. Peki ama bu dönüşüm nasıl, ne zaman ve nerede gerçekleşti?

Antropoloji ve dilbilimin büyük sorusu bu. Çoğu son 2,5 milyon yıl içinde (buzul çağda) gerçekleşmiş gibi görünüyor, çünkü bu dönemde aynı zamanda insansı (hominid) beyninin büyüklüğü ile beyin yüzeyinin kıvrımlı örüntüsü de değişmişti. Büyüklük ve kıvrım değişiklikleri beynin yeniden örgütlenişi için gerekli değildi muhtemelen, ama nasıl ki değişim sabit bir ekonomiden ziyade büyüyen bir ekonomide daha kolaysa, aynı şekilde beynin yeniden örgütlenişi de insansı beyninin büyüklüğünün maymununki kadar kaldığı 6 ile 2,5 milyon yıl arasındaki dönemden ziyade son birkaç milyon yıl içinde daha kolay gerçekleşmişti.

Bu nedenle, dil yeteneklerinin bu uzun dönem içinde *ne zaman* değiştiğini bilemesek de değişen şeyin önemli bir yönünü biliyoruz: ek anlam için dizi oluşturmak. Bir araya getirme ve hızlı iletim (ki bunlar kısa süreli bellekte olabildiğince fazla anlam barındırılmasını sağlar), aynı zamanda "zihinde tutulabilen" şeyler için de önemlidir hiç kuşkusuz. Ama "kim kime ne yapmış" şeklinde zihin modelleri oluşturmamıza imkân tanıyan sözdizimi olmasaydı dil, gücünün büyük bir kısmını yitirirdi; tıpkı ilkel dildeki gibi, aşina olduğumuz çağrışım kurallarını kullanmaktan ibaret olurdu.

Bu nedenle şeyleri sıraya dizmek dil korteksinin temel görevi olabilir. Neil'in katkıda bulunduğu türden araştırmalar da dizilişin gerçekten de dil korteksinin örgütlenmesiyle ilgili önemli bir ilke olduğunu göstermiştir.

Konuşma seslerinin tanımlanması testi sırasında, motor dizinin değiştirildiği alanların çoğunu uyarmak, sesbirim (konuşma sesi) tanımlamasına da müdahale eder. Bir konuşma sesi duyuyorsanız

ve bu sesin şifresini çözecekseniz, bu alanlar faal olmak zorundadır. Ama konuşma sesleri çıkarmak için gerekli olan hareket dizisini yapacağınız zaman da bu alanlar faal olmak zorundadır.

Bu bulgu geleneksel öğretiye, yani beynin konuşma üretimiyle alakalı alanlarının konuşma algısıyla alakalı alanlarından ayrı olduğu düşüncesine aykırıdır. Bu durum, algı ile üretimin beynin gelen bilgileri analiz eden ve giden komutları veren yönetimle alakalı bir yerinde karşılaşıyor olabilecekleri beklentisine neden olmuştur. Ama bu yerin, tabii öyle bir yer varsa, hem duyusal hem de motor bir yer olması gerekir.

Yaygın görüşlerden biri bu, ama çoğu beyin araştırmacısı bu görüşü paylaşmıyor; hatta motor şeridi haritasını keşfeden nörolog John Hughlings Jackson da, bir asır kadar önce, çoğu kortikal alanın hem duyusal hem de motor olması gerektiği uyarısında bulunmuştur.

Ameliyathanedeki bulgu çok da öyle beklenmedik değildi, zira daha önce yapılan bir psikolinguistik araştırma aynı şeye işaret ediyordu, yani konuşma üretimi ile algı için ortak bir mekanizma olduğuna. Bu psikolinguistik bulgu, konuşma seslerini algılayışımızla ilgili bir gözlemdi.

Bir sintisayzırla konuşma sesleri "ba"dan "pa"ya, "pa"dan "ba" ya sürekli değiştirilebilir. Ama bir deneğe bu sürekli değişen seslerde ne duyduğu sorulduğunda, ya "pa" duyduğunu söyler ya da "ba"; "arada kalan" bir ses söylemez. Bu fenomene kategorik algı denir: Sesler en yakın kategoriye ait olarak duyulur veya en azından öyle tanımlanır. Aradaki durumlar komşu kategori veya başka bir kategori olarak saptanır. Eski Yunan filozofları olsaydı beyindeki bu ideal biçim hakkında ne düşünürlerdi kim bilir.

Psikolinguist Alvin Liberman'a göre bu sınıflandırma efekti, şifre çözüm işlemi sesin nasıl üretileceğiyle ilgili bir motor temsilin yaratılmasını içerdiği için meydana gelir. Ara motor temsil yoktur, bu nedenle ses ya "pa" diye duyulur ya da "ba" diye. Liberman'ın fikri, konuşma algısının motor teorisi olarak adlandırılmıştır. Neil üzerinde yapılan araştırma, konuşma sesinin şifre çözümü ile motor hareketlerin örgütlenmesinin aynı beyin alanlarına bağlı olduğunu gösterdi. Dolayısıyla, Neil'den elde edilen bulguların açıklamalarından birinin Liberman'ın motor teorisi, yani "neyi konuşabil-

diğin neyi duyabildiğinin belirlenmesine yardımcı olur" teorisi olduğu söylenebilir.

Diğer muhtemel açıklama, kesin zaman aralıklarının üretimi ve tespiti olabilir. Gerek konuşma üretimi gerekse konuşmanın tespiti çok hızlı süreçlerdir. Her ikisi için de kesin bir zamanlamaya ihtiyaç vardır ve disleksi konusunu konuşurken gördüğümüz gibi, hızlı işleyen bir sistemde ortaya çıkan bir kusur bir dil işlevine müdahale edebilir. Kesin zamanlama, hiç aksamayan iyi bir beyin de gerektirir aynı zamanda. Dolayısıyla, bu kortikal alanın olağan işlevinin bir şeyleri sıraya dizmek yerine, kesin zamanlamayı (gerek hareket zamanlaması gerekse duyusal zamanlama) belirliyor olması da mümkündür.

Üçüncü muhtemel açıklama ise, konuşma seslerini tespit eden ve onlar için gerekli motor hareketleri oluşturan ortak bir işlev, bu beyin alanlarına bağlı bir işlev olduğu. Daha önce de gördüğümüz gibi, benzersiz dizilerle ilgili kortikal mekanizmalar (hareket veya ses mekanizmaları) bu ortak işlev için muhtemel bir adaydır. Rutin diziler korteks altında halledilebiliyor muhtemelen, ama benzersiz diziler (Neil'in ameliyathanede gördüğü testlerdeki gibi) korteks uzmanlığı gerektiriyor olabilir.

Sinirbilimde sık sık olduğu gibi, ilerledikçe araştırmaların karmaşıklığı artar. Neil'inki gibi bir ameliyat geçiren bazı hastalarda George o değerli araştırma dakikalarında, bazı nöronların konuşma algısı ve üretimi sırasındaki faaliyetlerini kaydetmişti. Neil'inki gibi elektrik uyarısına dayalı araştırmalardan yola çıkarak, hem konuşma üretimine hem de konuşma algısına (ve muhtemelen aynı sese benzer şekilde) yanıt veren nöronlar bulacağı kehanetinde bulunmuştu.

Bilimsel kehanetler her zaman çıkmaz. Bu tür ortak nöronlar ender olmalı, en azından George'un kayıt yaptığı alanlarda, zira George şimdiye kadar kehanette bulunduğu gibi davranan yalnızca bir nöron bulabildi. Nöronların çoğu ya konuşma üretiminde ya da konuşma algısında faaliyet değiştiriyor, ikisinde değil. Aslında oldukça ilginç bir durum bu. Örneğin bir araştırmada, hasta konuşmadan sözcükler duymuş, sonra aynı sözcükleri tekrar duymuş ve bunları yüksek sesle tekrar etmiş. Hasta sözcükleri duyarken (sözcükler teypten okunuyormuş) nöronlar faalmiş, ama hasta aynı söz-

cükleri tekrarlarken aynı nöronlar ya faal değilmiş ya da ketlenmiş, hasta yüksek sesle tekrarlarken aynı zamanda bu sözcükleri duyduğu halde hem de. Konuşma üretirken, konuşma seslerini algılayan şakak lobu nöronlarını kısa süreliğine kapatıyoruz anlaşılan.

Konuşma üretimi ve konuşma algısı üzerine uzmanlaşmış nöronlar bu şekilde ayrılmış gibi görünüyor. Ama çoğunlukla birbirine yakındırlar, öyle ki, aynı anda birçok nöronun faaliyetini kaydettiğinizde, hem konuşma üretimi hem de konuşma algısıyla alakalı bütün nöron nüfusu faaldir. Araştırmacının uyguladığı uyarı aynı anda birçok nöronun faaliyetini değiştirdiğinden, bu uyarı tekil nöronun hem üretim hem algı üzerindeki etkisinden ziyade nöron nüfusunun birleşik etkisini gösterir.

Silvius oluğunu çevreleyen bu geniş bölgeye, iki test arasında mükemmele yakın bir çakışma sağlayan ortak özellik doğrultusunda bir isim bulma fikri çekici geliyor. Buraya kısaca "sıralama korteksi" diyebiliriz.

Afazi hastalarıyla yapılan araştırmalarda, bu hastalarda hareket sıralamasında da kusurlar olduğu görülmüştür. Dilde dizilişin önemini gösteren başka bir veridir bu. Nöropsikolog Doreen Kimura ile Catherine Mateer yaptıkları bir araştırmada afazi hastalarına, anahtarı kilide sokmak, anahtarı çevirmek ve kapıyı itmek gibi her gün yaptığımıza benzer el ve kol hareketleri testi yapmışlar. Bunun için pek alışkanlık yaratmayacak testler kullanmışlar ve afaziklerin her hareketi ayrı ayrı yapabilirken, bu hareketleri birleştirmekte güçlük çektiklerini keşfetmişler. Buna genelde apraksi adı verilir.

Afazi ile apraksi "bir arada" yer alıyor gibidir. El ve kolun ardışık hareketleri dille alakalı gibidir. Bu bulgu Neil'in katkıda bulunduğu türden araştırmaların çıkış noktasını oluşturmuştur: Mateer, bizim şu anda ameliyathanede kullandığımız ardışık ağız ve yüz görevlerini tasarlamıştır.

Tekil nöronlar üzerine yapılan araştırmalar, konuşmanın şifresini çözmek ile hareket dizilerini örgütlemek arasındaki ilişkinin komşu ağların bir özelliği olduğuna (ve her iki işlevde de faal olan tekil nöronların özelliği olmadığına) işaret etse de, bu ilişki dil bozukluklarının tedavisi ve genel olarak eğitimle ilgili potansiyel içe-

rimlere sahiptir. Zira başka ardışık motor faaliyetlerini öğrenmenin dile faydası olabilir gibi görünüyor.

Eğer ardışık hareket yetenekleri dil mekanizmalarının altında yatan önemli bir özellik ise, bu yetenekler dinleme ve konuşmanın (veya izleme ve işaretlemenin) dışında araçlarla alıştırma yapılıp geliştirilebilir. Prosedür kuralları olan bir oyun da aynı nöral makineyi kapsıyor olabilir mesela.

Öte yandan yeni çağrışımlar ile beceri rutini arasındaki korteks-korteksaltı ayrımı, kortikal sıralama yeteneklerini geliştirmede, oyunun kurallarını *keşfetmenin* tamamlanmış performanstan daha önemli olabileceğine işaret eder. Birçok şarkı öğrenmek bir tek şarkıyı iyi öğrenmekten daha iyi olabilir, en azından sıralama korteksine egzersiz yaptırmak bakımından. Sıralama kuralları, çocuklar için geliştirilmiş birçok video oyununda olduğu gibi, başarı arttıkça keşfediliyorsa eğer, deneyim konuşma veya işaret dilinin sözdizimini keşfetmeye götürebilir; ki bu durum, anne babaları sağır olmayan, dolayısıyla sözdizimi oyununu bilinen yollardan keşfedemeyebilecek olan sağır çocuklar için özellikle önemlidir. Müzik dersi alan okul öncesi çocukların da ikinci bir "sözdizimi" kuralları kümesini keşfettiği varsayılır.

Dil, gelecekle ilgili plan yapmak, müzik, dans ve ilerledikçe yeni kurallar öğrenilen aşamalı oyunlar, hepsi ortak bir nöral makineye bağlı olması muhtemel sıralama becerileridir. Çekiçle vurmak, bir şey fırlatmak, tekme atmak, sopayla vurmak da aynı listeye dahildir, zira bu hareketleri yaparken kullanılan kasların kasılma sırası, harekete başlamadan önce baştan sona planlanmak zorundadır; hareket başladıktan sonra geribesleme, hareketi düzeltemeyecek kadar yavaş işler. Hatta, belli bir sıra takip eden tamamen insana özgü o kadar çok beceri vardır ki, insan beyninin evriminin maymun beyninin sıraya dizme yeteneklerinin geliştirilmesinden ibaret olduğu fikri bile ortaya atılmıştır.

Sıralama hikâyesi şeylere isim vermenin tehlikeli olabileceğini de hatırlatır bize – uzmanlaşma dildeki kadar bariz olsa bile. "Dil korteksi" *başka işlevlerin yanı sıra* dil işlevlerini *de* desteklediği anlaşılan bir kortekstir yalnızca. İşlevlerini, yokluğunda nelerin çalışmadığıyla tanımlamak, bağıntıyla nedenin birbirine karıştırılma-

sına yol açar. Nörolog F.M.R. Walshe 1947'de, bir beyin bölgesini hasarı takip eden belirtilere göre tanımlamanın o beyin bölgesinin işlevlerinin yanlış tanımlanmasına yol açacağını ileri sürmüştür. Walshe konuyla ilgili olarak kırık vites dişlisi örneğini verir: Bir vites dişlisinin dişi kırıldığında, onun her devrinde arabadan "güm" diye ses gelir.

Vites dişlisinin dişinin işlevi güm sesinin çıkmasını engellemek değildir, keza silvius oluğu çevresindeki bölgelerin işlevi de afaziyi engellemek değildir. Dil kusurları silvius çevresindeki bölgenin işlevleriyle ilgili bir ipucudur, sıralı el hareketlerini etkileyen inmeler de başka bir ipucu sunar. Sıralı duyusal ve motor görevlerin uyarı haritalarını çıkarmak da bu önemli kortikal bölgenin desteklediği işlevleri anlamanın başka bir yolunu sunar bize. "Sıralama korteksi" bu zamana kadar alınan sonuçları özetlemenin bir biçimidir.

On Yedinci Bölüm

Şakak Lobunun Derinliklerinde, Beyin Sapının Hemen Karşısında

İkinci araştırma çalışmasında, yani mikroelektrot kaydında ameliyathane sessiz. Sıralama çalışması çabuk bitti, bu nedenle bir mikroelektrotu ufak ufak hareket ettiren düzeneği kurduk. Daha önce nöronların hışırtılı seslerini duymuştuk, ateşlemeleri çatıya yağan yağmurun sesi gibi ses çıkarıyordu. Düzensiz ateşleme bir korteks nöronunda beklenmedik bir şey değildir, yakalayabilirseniz tabii. Ama mikroelektrotla korteks nöronu bulmak balık avlamak gibidir ve oltaya henüz balık vurmuyor.

George bu uzun günde ilk kez tabureye oturuyor. Benimse belim ağrıyor, bu tür şeylere alışık olmadığımdan olsa gerek. Saatlerdir diğer tabureden faydalanıyorum. Stajyer daha dönmedi.

"Neil,"diye sesleniyor George, sesini biraz yükselterek. "Nasılsın?"

"İyiyim, ortalık neden bu kadar sessiz diye merak ediyorum."

"Biraz daha tekil nöron avlamaya çalışıyoruz," diyor George. "Bazen biraz yavaş oluyor bu işler."

"Önceki testten neler buldunuz?" diye soruyor Neil, sesi bir saat öncesine göre çok daha uyanık geliyor.

"Dil ve bellek yerlerini bulduk. Keyfime diyecek yok. Ayrıca bu sabah yaptığımız beyin yüzeyi kayıtları, nöbetlerin büyük oranda şakak lobunun derindeki bölümleriyle alakalı olduğunu doğruladı."

"Epileptik bölgenin hepsini alabilecek misin?"

"Belki. Çoğunu alabileceğim kesin. Ama kalan parçanın işini çok iyi yapması lazım. Epilepsi nöbetine yol açan bölüm, en ufak parçasına varıncaya kadar tamamını almak istediğimiz tümör gibi de-

ğildir. Nöbetlerini gidermek istiyoruz, ama beyninin dil ve bellek yerlerine bir parmağın kalınlığı kadar yakın hiçbir parçasını almak istemem." George konuşurken bir yandan da mikrometreyi ilerletiyor, tekil nöron avına devam ediyor, nöronların mikroelektrotun beslediği hoparlörden çıkan kendilerine özgü hışırtılı seslerini dinliyor.

Sessizlik geri dönüyor. Oltaya vuran bir şey yok. George saate bakıyor, tekrar ayağa kalkıyor ve Neil'in başındaki aleti çıkarıyor.

"Kaydı bitirdik Neil. Şimdi sıra şakak lobundaki parçayı çıkarmaya geldi. Seni tekrar uyutacağız. Bir saat kadar sonra seni tekrar uyandıracağız, beyninin derinlerindeki o yapıların nöbetlerine ne kadar katkısı olduğunu ölçmek için biraz daha kayıt yapacağız. Ama senin bir şey yapman gerekmeyecek. Aslında çok kısa süre uyanık kalacaksın, uyanık kaldığını daha sonra hatırlamayabilirsin bile. Bu gece odanda tekrar görüşürüz."

"Tamam," dedi Neil. "Gece görüşürüz."

Anestezi uzmanının şırıngaya kısa süre etkili anestetik çektiğini görüyorum. Anestetiği küçük infüzyon pompasına aktarıyor, anestetik yavaş yavaş Neil'in kanına karışıyor. Kısa bir süre sonra Neil tekrar uykuda. Pompa durdurulduğunda Neil on dakika içinde uyanacak, çünkü vücudu bu anestetiği çok çabuk sindirecek.

Ameliyathane birden canlanıyor tekrar. Artık herkesin balık avımızı seyretmenin dışında yapacak bir işi var. Sirküle hemşire bir havlunun üzerinde alengirli başlıkla görünüyor. Bu haliyle başlığın, kadife bir yastık üzerinde mücevherlerle süslü bir taca benzediğini düşünüyorum.

Sterilizasyon hemşiresi George'a bir çift yeni eldiven uzatıyor. George bunları elindeki eldivenlerin üzerine giyiyor. Sonra ameliyathane hemşiresinden başlığı alarak başına geçiriyor, başlığın bandını kendi ayarlıyor. Küçük spot ışığını aşağıya çekiyor ve doğru yere yönlendiriyor. Sonra iki küçük büyüteci, normal gözlüğüne değmeden duran, birkaç santim uzunluğundaki küçük dürbünü indiriyor. Bu dürbün o kadar küçük ki, ameliyathanedeki olağan işleri yönetirken üzerinden rahatlıkla bakabiliyor. Ama ileri baktığında kol mesafesindeki her şeyi büyütülmüş olarak görüyor. Dürbün ve başlıktaki lamba derinlere, karanlık deliklere bakmak için; bu de-

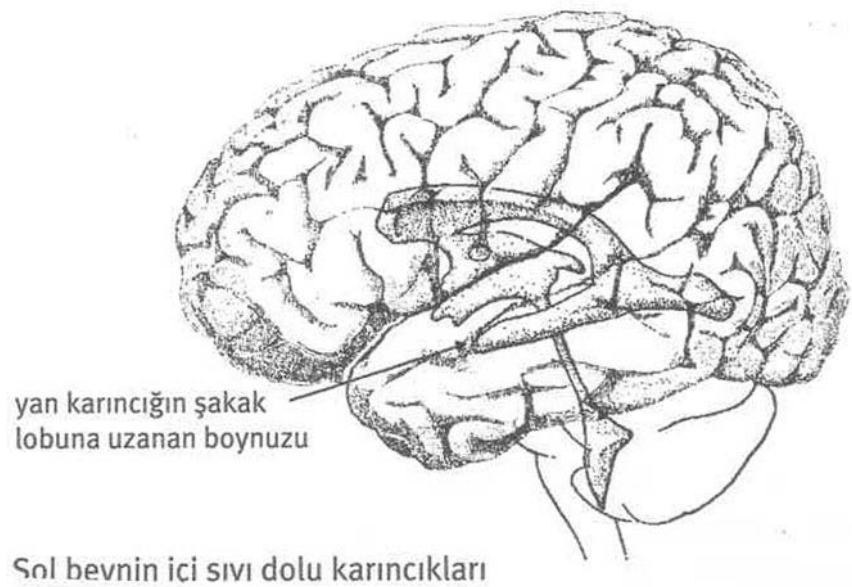
liklerden bir tane de Neil'in şakak lobunda oluşmak üzere.

Başlıkla ilgili ayarlamalar tamam, George artık kirlenmiş olan eldivenleri çıkarıyor, altındaki hâlâ steril olan eldivenler kalıyor ellerinde. Hemşireden nemli bir havlu alıyor, üzerinde eldiven pudrası kalmasın diye havluyla eldivenlerini siliyor. Hemşire spotta açıkta duran fiberoptik kabloyu alıp ışık kaynağına takıyor. George'un önündeki steril çadır üzerinde aniden tekdüze bir spot ışığı beliriyor.

Yarım saat sonra Neil'in şakak lobunun ucu alınıyor. George bu parçayı kesip atıyor, ama bıçakla değil, ultrasonik vibratörün ucuyla çok nazik bir şekilde. Ultrasonik vibratörün değdiği her hücre sıvıya dönüşüyor ve bu sıvı kanla beraber emiliyor. Şakak lobu üzerinde yapılan bu yavaş yontma işlemi, önceki kayıtlarda nöbet öncesi faaliyetin belirlendiği dokuyu bertaraf ediyor, ama beyin yüzeyi üzerindeki dil ve bellek yerlerini gösteren etiketlerin hemen önünde duruyor.

George, Neil'in şakak lobunun derinliklerinde çalışırken sonunda beynin doğal oyuklarından birinde, serebrospinal sıvı rezervi olan beyin yan karıncığının ucunda bir delik açıyor ve birrak serebrospinal sıvının bir kısmı dışarı akıyor.

"EEG'cileri çağır," diyor George. Sirküle hemşirenin, yandaki ofislerinde bekleyen EEG ekibinin çağrı cihazına sinyal göndermek üzere telefonun yanına gittiğini ve telefonun bellek düğmesine bas-



Sol beynin içi sıvı dolu karıncıkları

tığını görüyorum. EEG ekibi belki de ofiste değil kafeteryada. Midem öğle yemeği zamanının çoktan geçtiğini hatırlatıyor bana.

Sterilizasyon hemşiresi, ne yapılacağını önceden anlıyor ve elindeki büyük tablanın ön köşesinde duran, içinde strip elektrotların bulunduğu kırmızı kutuyu George'un erişebileceği şekilde yerleştiriyor. Anestezist infüzyon pompasına uzanıyor, George'un başını sallayarak ona onay vermesinden sonra Neil'i tekrar uyandırmak üzere pompayı durduruyor.

George bir strip elektrotu eline alıyor. Bir kâğıt ataşı büyüklüğünde esnek saydam bir yaprak bu, sadece ilaveten bir yanından ucunda bir fiş olan ince bir kablo demeti çıkıyor. Bu yaprağın bir yüzünde dört küçük gümüşi benek var ki bunlar da beynin yüzeyinde oturdukları bölgede voltajı ölçüyorlar.

Strip elektrot Neil'in beyninin *iç* yüzeyine yerleştirilecek; yani George'un açtığı oyuktan görülebilen yan karıncığın iç yüzeyine. Bu yüzeyin altında, şeyleri bellekte tutmayı düzenleyen hipokampus yer alıyor. Burası Neil'in mustarip olduğu nöbetleri başlatan yer aynı zamanda. Birkaç hafta önce yapılan yirmi dört saatlik kayıtlar bu kadar yakından yapılamaz, yalnızca kafa derisi üzerinden yapılabilir. Burada hipokampusun Neil'in nöbetlerinin erken dönemlerine de katılıp katılmadığını görmemizi sağlayacak bir "fırsat penceresi" var elimizde.

George küçük strip elektrotu açtığı pencereden içeri sokuyor. Yakın çalışma; hiçbir şey görmüyorum. George sonunda doğruluyor ve küçük teli, galerideki EEG makinesine giden kabloya sokuyor. Galeriye bakıyorum, bekleneceği üzere EEG takımı gelmiş, Neil'in hipokampusunun neden olduğu voltaj izlerini incelemeye başlamışlar bile. Ameliyathanedeki televizyon monitöründen onların gördükleri şeyleri aynen görüyoruz.

Bu elektrik faaliyeti, bu sabah şakak lobunun yüzeyinde gördüklerimizden çok farklı. İnterkomdan, nöbetler arasındaki zaman aralığında epileptik bir sürecin alametifarikası olan keskin pozitif dalgacık patlamalarıyla ilgili konuşmalar geliyor. Bu patlamaların, bu bölgeyi saran beynin diğer kısımlarında ara sıra nöbet faaliyetine neden olduğu düşünülür.

Biri bu patlamaların çoğunun strip elektrotunun en ucundan geliyor olabileceğini söylüyor. George hemen strip elektrotunu ora-

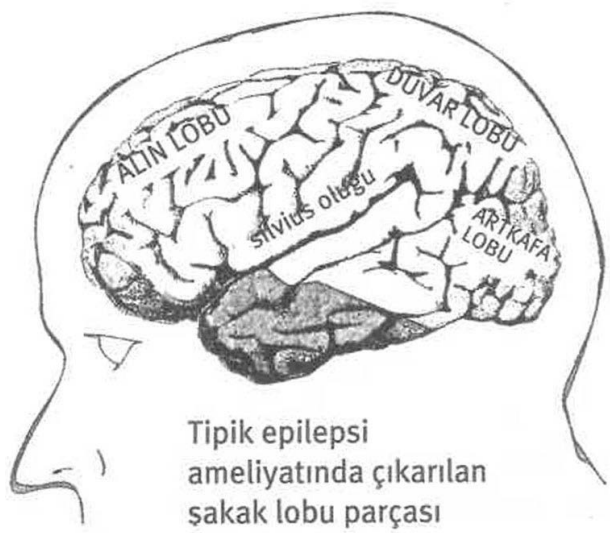
dan alıp oluğun daha da dibine, hipokampusa değecek şekilde beynin arka kısımlarına yerleştirmeye karar veriyor. Tekrar arkamıza yaslanıp EEG izlerini seyrediyoruz.

Kuşkuya yer yok. Şimdi strip elektrotun orta yerlerinin hepsi küçük pozitif dalgacıkları gösteriyor. Hipokampusun bu kısmının (beynin ön kısmından başlayıp arka kısmına kadar uzanan çok uzun, kıvrımlı, tüpsü bir yapı) çıkarılması gerektiği anlamına geliyor bu; tabii çıkarıldığında tedavi etmekten ziyade daha fazla sorun yaratması da mümkün. Yine artıları eksileri değerlendirip bir karara varmak gerekiyor.

Bu tür cerrahi müdahaleler yaklaşık yarım asırlık bir deneyime dayanıyor neyse ki ve ameliyatlardan sonra hastalar üzerinde birçok araştırma yapıldı. Bir sürü test yaptığınızda bellek işlevinde küçük bir değişiklik olduğunu görürsünüz, evet. Hipokampustan ne kadar çok parça alınırsa bellek o kadar çok bozulur. Ama hastalar bunu büyük bir sorun olarak görmezler.

Son yılda Neil'in artan nöbetlerinin yanında bu sorunun esamisi bile okunmaz. George, unkus dahil hipokampusun ön kısmını epileptik boşalmaların bulunduğu yere kadar çıkaracağını bildiriyor. Unkus şakak lobunun beynin orta çizgisine, dolayısıyla beyin sapına en yakın bölümüdür. Ne yazık ki unkus genelde sorun yaratır.

Neil henüz tam uyanık değil, sesi sedası çıkmıyor. Ama bu durumda yarı uyanık olması yeterli zaten. Neil'in nöbetlerinin çoğu uyanırken meydana geliyor; bu durum ancak yirmi dört saatlik ta-



Tipik epilepsi ameliyatında çıkarılan şakak lobu parçası

ramadan sonra fark edildi. Nihayet konunun kalbine yakın olabilecek bazı patofizyolojiye rastladık. Anestezist infüzyon pompasını çalıştırıyor tekrar.

George, nöroanatomistin incelemesi için hipokampustan blok halde bir parça çıkarıyor ve parça çıkarma işlemini tamamlamak üzere kademeli yontma işlemine geri dönüyor.

Biraz daha geriye doğru gidip duruyor ve patologların inceleyebilmesi için kırıntı büyüklüğünde bir beyin dokusunu ona zarar vermeden çıkarıyor. Uçlarında yarım fincan biçimli tutaçlar bulunan bir forseps yardımıyla, yontma işlemi sırasında geride kalan bir doku yarımadasını alıyor. Bu doku parçaları genellikle kolayca alınabiliyor. Bazen zorladığı da oluyor.

George sterilizasyon hemşiresine içinde doku bulunan forsepsi uzatırken, "Bu parçaya hipokampus yaz," diyor. Sterilizasyon hemşiresi, dokuyu sirküle hemşirenin elinde tuttuğu küçük bir şişenin içine atıyor.

"Yumuşak gibi," diyor George. Yani, muhtemelen yara almamış demek bu, ama patolog ince ayrıntılar görebilir.

Hepimiz unkustan alınan doku örneğinin nasıl olacağını görmek için bekliyoruz. George forsepsi tekrar eline alıyor ve deliğin içinde gezdiriyor. Unkus beyin sapının üst kısmına çok az mesafede, aralarında yalnızca içi sıvı dolu bir boşluk var. Unkus daha ziyade bir limana girişi kolaylaştıran ufak bir toprak parçasına benziyor. Boşluğun diğer tarafında, bilincin alt düzey merkezlerinden biri var, bunu dikkatle es geçmek gerekiyor. George, forsepsle herhangi bir şey almadan önce dikkatle etrafa bakıyor muhtemelen.

George, ucunda bir parça unkus tuttuğu forsepsle tekrar görünüyor. Parçayı hemşireye uzattığı sırada Neil'in başı ileri geri oynamaya başlıyor. Anestezist, Neil'in nöbet geçirdiğini bildiriyor. Ama titreme uzun sürmüyor, daha ne olduğu anlaşılana kadar sona eriyor.

"Nöbeti unkus başlattı herhalde," diyor George. "Bir parçayı sıkıştırdığımda sert geldi." Yoksa nöbetin asıl kaynağı mı bulundu nihayet?

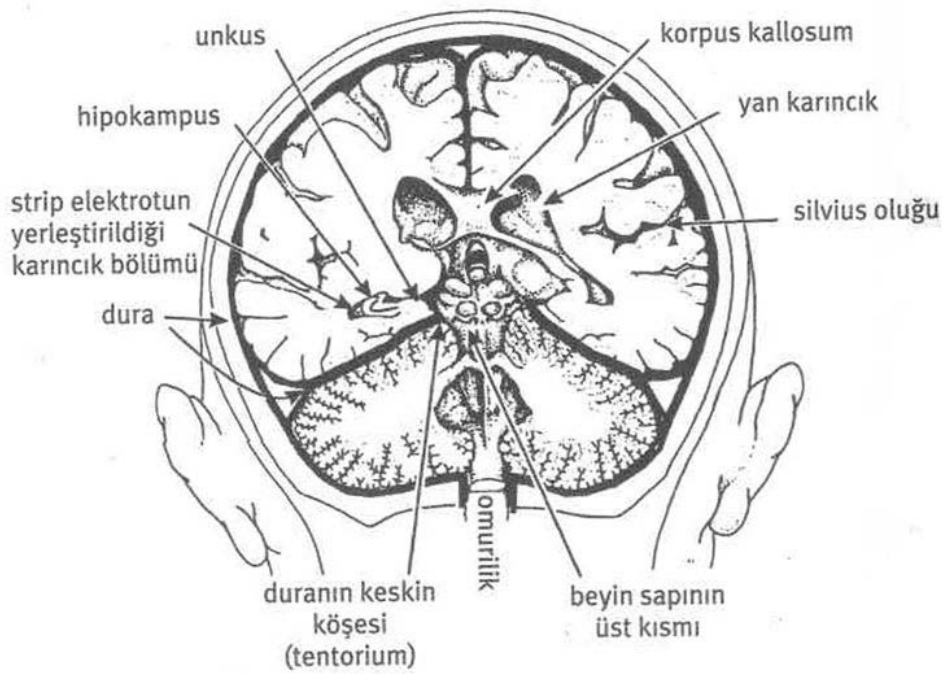
Artık bu noktada neden ile sonuç birbirine karışmış durumda elbette. Daha önce yaralı bir unkus gibi tek bir anatomi patolojisi varsa bile, şimdi kendi başlarına belaya neden olabilecek bir sürü ivi

eğitilmiş takipçiler var. Beyin cerrahları da zaten bu yüzden serebral korteks, hipokampus ve amigdaladaki bölgenin tamamını çıkarır. Küçük miktarlarda doku almak mevcut sorunu çözmez, ki bu sorun yara değil nöbettir. Hiç kimse ilkinde çok az doku alındığı için her seferinde biraz daha doku almak üzere hastayı ikinci veya üçüncü bir ameliyata maruz bırakmak istemez.

Ama yine de sorunun on yıllar önce nerede başladığını bilmek güzel bir şey. Soruna unkus neden olmuş gibi görünüyor, en azından Neil'de öyle. Bu da yaygın bir patolojik bulgu.

Bütün beyin dokusunu almak geride bir yara da bırakır elbette. Ama ameliyat bu yarayı asgari düzeyde tutacak şekilde tasarlanmıştır, tıpkı plastik cerrahinin büyük, çirkin bir yarayı alıp ardında çok zor görülebilen ince, küçük bir yara bırakması gibi.

Unkus, beynin şiştiği zamanlarda hasar almaya teşnedir. Başka yerlerdeki duradan farklı olarak bu bölgedeki dura gergindir ve belirgin bir köşesi vardır. Kafatası içinde keskin bir uca benzeyen tek yapıdır ve beyin kafatasının içinde hareket ederken yakınındaki yapılar ona sürtünür.



Keskin Köşeler ve Şakak Lobu

J. Nolte'nin *The Human Brain* kitabından uyarlanmıştır

Unkusun üç temel yoldan hasar gördüğü anlaşılıyor. Bunların hepsi de nöbetler başlamadan çok önce meydana gelir. Unkusun hasarı epilepsiye yol açan sürecin yalnızca ilk adımıdır.

Bebeğin başı henüz sertleşmemiş olduğundan doğum esnasında biraz sıkışabilir. Şayet baş, doğum kanalına zar zor girecek büyüklükte ise, beyin sıkışıp omuriliğe doğru itilebilir. Böyle durumlarda unkus genellikle hasar görebilir, zira bir yandan beyin sapına doğru bastırılırken bir yandan da duranın keskin bir köşesinin üzerine yaslanır. Böyle bir sürtünme unkusta, bazen de hipokampusta yara oluşmasına neden olur.

Erken çocukluk döneminde geçirilen hummalı nöbetler de, beyin nöbet sırasında yeterince şişerse aynı şeyi yapabilir. Ama unutmayalım ki çoğu hummalı nöbet –tıpkı çoğu doğum gibi– böyle bir şeye neden olmaz; burada uç vakalardan söz ediyoruz.

Kafa yaralanmaları, duranın bu keskin köşesi nedeniyle, bu bölgede travmaya da neden olabilir. Beyin, dar bir yapı olan beyin sapına oturur, tıpkı mantar başının sapı üzerine oturduğu gibi. Kafatası nedeniyle beynin hareket edemeyeceğini düşünebilirsiniz. Ama sıkıştırılabilir. Başın sol tarafının arabanın kapısına çarpması gibi ani bir duruş, beynin sağ tarafının sol tarafını sıkıştırması anlamına gelir. Böylece beyin, beyin sapının üstüne doğru hareket ederek beyin sapını veya unkusu zedeler.

Beyin sapının yakınındaki duranın bu köşesi çok da iyi tasarlanmış değildir. Neil'in kazadan sonra haftalarca yaşadığı bellek sorunları, hipokampusunun hasar gördüğüne (ama yara almış gibi görünmüyor) veya kan tedarikinin bir süre normalin altında seyrettiğine işaret ediyor. İkinci olasılık kuvvetle muhtemel. Hipokampusu besleyen arterler unkus ile beyin sapı arasındaki boşluktan geçer; onlar da burada travmaya maruz kalmış olabilir. Kan damarları travmaya maruz kaldığında genellikle daralır ve kan akışını engeller.

Peki ama nöbetler neden unkusun travma geçirmesinden bir süre sonra başlamış olabilir? Devamlı nöbetler genellikle hasardan hemen sonra başlamaz, birkaç ay ila birkaç yıl sonra başlar. Doğum travmasından veya erken yaşlarda görülen hummalı nöbetlerden ortalama sekiz yıl sonra başlar.

Modern MR cihazları lokal hasarı, özellikle de hipokampustaki hasarı açıkça gösterdiği için hangi beyin parçalarının nöbetlerde rol oynadığını biliyoruz. Yine de bu parçaların nöbetlerde nasıl rol oynadığı konusunda ancak spekülasyonda bulunabiliyoruz. Revaçta olan yeni bir teoriye göreyse bu nöbetlerin oluşumunda bir hasar zinciri söz konusudur. Hasarlı nöronlar tek bir itki üretmek yerine birden faaliyet patlaması yaratma özelliğine sahiptir. Unkustaki nöronlar hipokampusla doğrudan ilişki içindedir. Hipokampusta NMDA reseptörüne sahip nöronlar vardır; bunlar bu faaliyet patlamalarına karşılık uzun bir süre açık kalıp bu süre içinde kalsiyumun hücre içine girmesine izin verir.

Çok fazla kalsiyum girdisi nöronları zehirler, böylece hipokampal nöronlar ikincil derecede hasar görür. Hasar gördükten sonra bu nöronlar (bu teoriye göre) patlamalar halinde ateşleme yaparlar. Bu durum, bu nöronların bağlantılı oldukları normal nöronların (genellikle şakak lobunun ön kısmındaki ve dış yüzeyindeki nöronların) da bu anormal patlamalı ateşleme örüntüsünü takip etmelerine yol açar.

Yeterli sayıda normal nöron arka arkaya eşgüdümlü bir şekilde ateşleme yaparsa, bu odaksal bir nöbettir. Hipokampal hasar (bu teoriye göre) unkustaki özgün hasara nazaran ikincil düzeydedir. Hipokampal hasar yeterince yaygın hale geldiğinde de nöbet meydana gelir. Hipokampusun kendi kendini onarma teşebbüsünün durumu daha da kötüleştirdiğine, hipokampal nöronların patlamalı ateşleme yapma ihtimalini artırdığına dair bazı veriler de mevcut. Kan tedarikinin azaldığı uzun süreli dönemden sonra hipokampustaki küçük değişiklikler de bu sorunu karmaşık hale getiriyor olabilir.

Antikonvülsan ilaçlar en çok patlamalı ateşleme örüntüsünü takip eden nöronlar üzerinde etkilidir, küçük nöbetlerin zaman içinde daha da yayılıp büyük bir nöbetin oluşma şansını önlerler. Antikonvülsan ilaçlar, epileptiklerin dörtte üçünde nöbetler üzerinde yeterli denetim sağlamaktadır; geride kalan dörtte birlik kesim içinse ameliyat kararı alınır. Nöbetleri ilaçlarla denetim altına alınamayan hastalar, nöbetlerin nöbetleri doğurduğu süregiden, sürekli ilerleyen türde bir epilepsiye sahip bir altnüfusu temsil ediyor olabilir pekâlâ.

Bunlar küçük altnüfuslar değildir. Epilepsi, nüfusun yaklaşık yüzde 0,5 ila 1'inde görülen yaygın bir hastalıktır. Nöbetleri antikonvülsan ilaçlarla yeterince denetlenemeyen altnüfusun ABD'de yaklaşık 450.000 hastayı kapsadığı anlamına gelir bu. Epilepsi için geliştirilen yeni ilaçlar sürekli değerlendirmeden geçirilir; Neil'in nöroloğunun en çok önemsediği araştırmadır bu. Sıkıcı bir idari sürece rağmen bir sürü epilepsi ilacı onaylanmıştır. Ama bu ilaçlar nöbetleri yeterince denetim altına alınamayan hasta sayısında bugüne kadar çok az bir azalmaya neden olmuştur.

İlaçlar ve ameliyatlar epilepside yalnızca "yolun yarısı" sayılabilecek tedavilerdir, çocuk felcindeki yapay akciğer evresinden pek de farklı değildirler bu anlamda. Bu tedaviler belirtilere yöneliktir, nedenlere değil. Asıl gerekli olansa hastalıkların nedenlerinin daha iyi kavranması ve insanların hastalıklardan korunması sağlanarak hastalık maliyetinin büyük oranda azaltılmasıdır; tıpkı çocuk felci aşısı gibi. Temel araştırma bundan ibarettir.

Baş zedelenmesi geçirmiş insanların genellikle antikonvülsanlarla tedavi edilmesi korunma adımlarından biridir. Bu işlem, unkusun hasarını izleyen hasarlar zincirinden kaçınılacağı umuduyla alınmış bir önlemdir sadece. Ama bir gün nöbetlerin yayılmasını ve kalsiyum zehirlenmesini daha derinlemesine kavrayacak olursak, bu kavrayış birçok epilepsi türüne neden olan ikincil hasarı önleyebilir.

Artık iş bir tek temizlemeye ve kapamaya kaldı. Neil'in ameliyatı ne kadar başarılı geçti? Bunu zaman gösterecek, ama ne kadar fazla epileptik doku alınırsa, nöbetin denetim altına alınma ihtimali o oranda artar. Neil'in kapamadan önceki EEG kaydı "temiz."

Neil'inki gibi bir ameliyat geçiren tipik hasta grubunun yaklaşık üçte ikisi ameliyatı takip eden dördüncü veya beşinci yılında nöbetlerden tamamen kurtulur. Normalden farklı bir şekilde lokalleşmiş şakak lobu hastalığından mustarip hastalar ameliyattan sonra geçen bu süreden sonra nöbetlerinden yüzde 80 tamamen kurtulma şansına sahiptir. Her iki şakak lobu hasarlı olan, ama nöbetleri çoğunlukla tek taraftan kaynaklanan hastaların nöbetlerinden kurtulma ihtimali yalnızca yüzde 30 ila 40'tır; nöbetlerinden kurtulan grup için bu durum hayatlarında büyük bir değişikliğe yol açar. Ehliyet

alabilirler. Ameliyat oldukları sırada bir işte çalışıyorlarsa, birkaç yıl sonra daha iyi bir işte çalışmaya başlayabilirler. Öğrenci iseler iş bulma ihtimalleri, ameliyat olmayıp da nöbetleri denetim altında tutulamayanlara oranla daha yüksektir.

Hastaların epilepsi ameliyatı olup olamayacakları konusunda yapılan değerlendirmeler karmaşıktır, emek yoğundur ve pahalıdır. Ameliyatlar da öyle. Birçok kısmi tedavi biçimi için geçerlidir bu: kalp transplantasyonu, böbrek diyalizi, kalça kemiği ameliyatı, epilepsi ameliyatı... Tıp teknolojisindeki bu ilerlemeler sağlık maliyetlerindeki hızlı artışın büyük bölümünün nedenini oluşturuyor; bu artış, hangi sağlık bakımı "sistemi"ni uygularsa uygulasın, bütün gelişmiş ülkelerde mevcut.

Sağlık sigortası şirketleri bu prosedürleri onaylamakta veya bütün maliyetlerini karşılamakta şimdiden gönülsüz. Sağlık bakımı maliyetlerinin artışını daha fazla sınırlamak ise bu teknolojiler için halihazırda mevcut olan kaynakları kısıtlamak, ameliyathanelere, yoğun bakım yataklarına, nöbet tarama tesislerine, ailelerin başa çıkamayacağı bu sorunlarla nasıl başa çıkılacağını bilen uzmanların eğitilmesine kısıtlama getirmek anlamına gelebilir. Bütün bunlar bu teknolojilerin mevcudiyetini azaltabilir ve bunlarla ilgili uzun bekleme listelerinin oluşmasına yol açabilir.

Kaldı ki çoğu sayısal veri, mevcut haliyle epilepsi cerrahisinin, bu ameliyata ihtiyacı olan epileptiklerin yalnızca küçük bir kısmına yardımcı olduğuna işaret ediyor. Ameliyata ihtiyacı olan epilepsi hastası sayısının ABD'de 50.000 ile 100.000 arasında olduğu tahmin ediliyor. ABD'de bir yıl içinde yapılan epilepsi ameliyatı 5000'den az. Sağlık bakımı reformundan en çok böyle külfetli prosedürlerin zararlı çıkması muhtemel. Asıl kaybedenler, bu ameliyatlardan yarar görebilecek olan Neil gibi hastalar olabilir.

Stajyer tekrar arzı endam etmenin vakti geldiğini bir şekilde biliyor. Onu eviyenin orada ellerini ovalarken görmüştüm, şimdi tekrar önlüğünü, eldivenlerini giyiyor.

Yandaki ameliyathanede meşgul olduğunu duymuştuk, kafa kafaya çarpışmanın yaşandığı bir trafik kazasından ağır yaralı olarak kurtulan birinin beyin ameliyatına yardım ediyormuş. Manialı talimgâhı nihayet geçmeyi başarıyor ve Neil'in başında bize katılıyor.

"Adamı tam fıtıklaşma başladığı sırada yakaladık," diyor stajyer. Stajyerin söyledikleri kafamda oturunca kaşlarımı kaldırıyorum. Olayları olduğundan önemsizmiş gibi anlatma sanatını kapmış bile.

Bu sözdağarcığını genel tıp sözlüğüyle tercüme edemezsiniz. Çoğunda *fıtıklaşma* fiili şimdiki zaman kipiyle yer almaz, çeşitli sabit fıtıkların, bazen vücudun çeşitli yerlerinde bulunan, sabitlenmesi gereken şişkinlik ve taşkınlıkların tarifi yer alır. Genellikle bu tür fıtıkların ameliyatları zorunlu değildir. Ama her tıp öğrencisi "adamda fıtıklaşma başlamış"ın ne anlama geldiğini bilir. Bu fiil, bir kişinin beyninin yarım saat içinde, ölümcül sonuçlar doğurabilecek derecede ciddi hasar gördüğüne işaret eder.

Kan sızdıran bir arterin duranın dışında kanın birikmesine neden olduğu epidural hematomdan veya beynin iç kısımlarından birinde aniden oluşan anevrizmadan insanlar bu yüzden ölür. Kan birikir ve beyni beyin sapına doğru iter. Hemen tedavi edilmesi gereken acil tıbbi durumlardan biridir bu.

Bu tip durumlarda yine, muhtemelen Neil'in beynine de hasar vermiş olan duranın köşesi rol oynar. Şakak lobu, duranın köşesine doğru itilir. Uzun vadede bu zaten kötü bir durumdur. Ama kısa vadede de kötüdür, çünkü şakak lobunun bir kısmı beyin sapına doğru itilir. Bu şekilde sıkıştırıldığında beyin sapı faaliyetini durdurabilir. Dolayısıyla hastanın nefes alıp vermesi de durur. Hastayı her zaman için geçici bir süre solunum cihazına bağlamak mümkünse de, bu sırada geri döndürülemez bir sürü nörolojik hasar oluşur; kafatasını açıp hapsolmuş kanı dışarı akıtarak olaya hemen müdahale edebiliyorsanız o başka tabii. Stajyer ile stajyer şefi tam da bunu yapmıştı işte, stajyerin basit bir şeymiş gibi söylediği "adamı yakaladık" lafı bu anlama geliyordu.

Birkaç saat boyunca o tür bir faaliyette bulunduktan sonra George'a ameliyatı bitirmesine yardım etmek stajyere çok hafif gelmiş gibi görünüyor. George biyopsi yerlerinin etrafına son ultrasonik rötuşları yapmayı bitirdi; kanamayı da tamamen kontrol altına almış durumda. Stajyeri beynin derinliklerine doğru kısa bir geziye çıkarıyor şimdi, yaralanmış unkusun nerede olduğunu gösteriyor ona. Kaza kurbanının beyninde bunları göremediği için stajyer ilgiyle bakıyor. Kaza kurbanının beyin sapını tehdit eden şey de buy-

du, ölümün yaklaşmasına neden olan şey, ama onların yaptığı ameliyat beyin yüzeyinin yakınındaki kanamayı durdurmuş ve unkus üzerindeki baskıyı hafifletmişti.

Stajyer ile George yirmi dakika boyunca, durayı üç kenarından dikmekle meşgul oluyorlar. Birlikte bu şekilde dikerken George ona gün boyunca neler olduğunu özetliyor, edindiğimiz verileri ve parçayı nasıl alacağıyla ilgili kararlarının gerekçelerini, özellikle de hipokampusa yerleştirdiği strip elektrotun fikrini nasıl değiştirdiğini anlatıyor. Onlar bir yandan dikip bir yandan konuşurken Neil'in beynini gitgide daha az görüyorum. İşlerini bitirdiklerinde dura eskisi gibi sağlam görünüyor. Duranın dışında herhangi bir kanama olsa, o dikişlerin arasından hayatta geçemez.

Stajyer tekrar kanama ihtimali olan yerlere özel süngerler yerleştiriyor (bunlar orada bırakılıp bir daha alınması gerekmeyen türden süngerler) ve sterilizasyon hemşiresinden matkabı istiyor. Neil'in o büyük kafatası parçasını tekrar yerine yerleştirme zamanı. Stajyer kafatasının açık yerinin kenarına kurşun kalemin kurşunundan büyük olmayan bir delik açıyor. Sonra bu deliğin tam karşı çaprazına bir delik daha açıyor, ardından her biri kemik pencerenin kenarına olmak üzere üçüncü ve dördüncü bir delik daha.

George yanına yaklaşıyor ve kafatası parçasını yedi saattir beklediği steril çadırın tepesindeki yerinden alıyor. Sonra parçayı açıklığın üzerine yerleştirerek stajyerin diğer delikleri açacağı yeri belirlemesine yardımcı oluyor. Stajyer kendini kenara çekmiş halde delme işlemini gerçekleştirirken, George da son derece ince, ama çok sağlam dört teli ilk delik dizisinden geçiriyor ve bunları saç tokası şeklinde bağlıyor. Stajyer üzerine az önce delikler açılmış olan kafatası parçasını tekrar açıklığa doğru tutuyor. Her şey birbirine uyuyor. Neil'in kafatasının içine bir göz atılıyor. Her şey sağlam.

Telleri kafatası parçasının küçük deliklerinden geçiriyorlar, ardından parçayı kafatasındaki açıklığın şevli kenarlarına oturtuyorlar. Parça yerine mükemmel oturuyor. Testere kesiği ile köşelerdeki giriş delikleri arasından hâlâ biraz ışık geliyor gibi, yine de Neil'in beyni alışık olduğu o karanlığa büyük oranda kavuşmuş görünüyor. Pencere kapanıyor.

Teller manav düğümü gibi bükülüyor, fazlalıklar kesiliyor. Sonraki iş, testereye girecek yer sağlamak amacıyla açılan on sent bü-

yüklüğündeki beş deliği halletmek. Sterilizasyon hemşiresi biraz akrilik çimento hazırlıyor, istenen kıvama getirmek için karışımı dil bastırıcıyla dövüyor. Sonra George'un gözü önünde karışımdan bir parça alıp tekrar karışım kabına boşaltıyor, karışım kaba yavaş yavaş damlıyor. Tam kıvamında.

Stajyer, akriliğin duraya ulaşmaması için her deliğin dibine vücut tarafından emilebilir süngerlerden koyuyor. Sonra dil bastırıcıyı alıp delikleri akrilikle doldurmaya ve eldivenli başparmağıyla, işini bitirmeden önce çivi deliklerini kapayan bir marangoz gibi, yüzeyi düzleştirmeye başlıyor. Akrilik birkaç dakika içinde kaskatı kesilecek. Ama testere kesiklerine akrilik konmadı. Bu kadar dar aralıklar için daha iyisi var. Testere kesikleri, önümüzdeki birkaç ay içinde gerçekleşecek yeni kemik oluşumu sayesinde kapanacak. Kafatası kemiği yavaş yavaş tekrar eski yapısını alacak, küçük tellerin herhangi bir rolü olmayacak.

Şimdi sıra kasta. Neil'in çenesinin sol kısmının çalışmasını sağlayan yelpaze biçimli büyük temporalis kası, başka bir dikiş maharetiyle kafatası kemiğine tekrar bağlanıyor. Burada da dikişlerin görevi, yeniden büyüme meydana gelirken parçaları yerli yerinde tutmak. Sonra deri katmanı dikiliyor, ama dura gibi ihtimamla değil. Steril çadır kısmen açılıyor ve Neil'in vücudunun diğer bölümleri görünüyor. Neil'in başına cerrahi kapama yapılıyor. İşlem tamam.

On Sekizinci Bölüm

Anlatıcının Peşinde

Neil, bizi hastane kafeteryasındaki o her zamanki yerimizde buldu, tepsisiyle masamıza geldi. Saçları uzayana kadar giyeceği (aynı zamanda U şeklindeki yarayı gizleyen) beyzbol şapkası haricinde, ameliyattan önce yaptığımız konuşmalardaki halinden hiçbir farkı yok. Sol şakak lobunun ucu alınalı daha bir ay oluyor.

"Aklım sizde kaldı vallahi!" dedi Neil tepsisindekileri masaya boşaltırken.

George'la ikimiz kahkahadan öyle bir patladık ki, bir sürü insan dönüp bize baktı.

"Ama şimdiye kadar eksik tek bir tahtam yok gibi görünüyor," dedi Neil bize doğru sırıtarak.

Yalnızca bir beyin parçası. Anatomi. Akıl, beynin eylem hali, onun fizyolojisi. Akıl, bilgisayarın kendisinden ziyade bilgisayarın ürettiği şeydir.

Ama Neil benim bilgisayar benzetmemi beğenmedi. "Bilgisayar olsaydı, bir parçasının bozulması bütün bilgisayarın çökmesine neden olurdu. Ayrıca işlemi kendi kendine yeniden başlatamazdı."

Evet ama zihinsel süreçler bazen bozuk donanım kadar hassas olmuyorlar. Mevcut parçaları denedikten sonra kendi kendini çeşitli donanım kombinasyonlarında çalışacak şekilde yapılandırabilen bir yazılım olduğunu düşün."

"Bilinç de onun işletim sistemi mi?" Neil benimle dalga geçiyordu gene. "Başın içindeki küçük insanın özgün kullanıcı arayüzü mü?"

Salatasını inceledi, sonra konuşmasına devam etti. "İstediğin analoji bilgisayar değil bence, daha ziyade bilgisayar ağı," dedi. "Çalışmayan işlemciler arasında iş paylaşımı yapabilen bir ağ.

Beynin kendini nasıl tekrar örgütleyebildiğini, bir şekilde yeniden yer tahsis edebildiğini tasavvur etmen gerekiyor. Buna Dinamik Reorganizasyon adını verebilirsin. Sonra da bir bilgisayar tasarımcısından önce davranıp patentini almalısın!"

"Yalnız beynin nasıl çalıştığını bilmemek gibi ufak bir sorunumuz var," dedi George. "Çalışan bir model inşa edebilecek kadar bilmiyoruz. Yürüyebilen, konuşabilen, kafeterya tepsileriyle cambazlıklar yapabilen, yarından endişe duyan ve eksik tahtalarla ilgili espriler yapan canlı bir model yapamıyoruz."

Neil sırıttı. "Ama nöral ilkelerle gayet de güzel makineler tasarlayabilirsiniz. Nöral ağ araştırmacılarının yaptığı şey bu değil mi?"

Onlar belli bir noktadan sonra tasarlanması gerekmeyen makineler, en azından elektronik devreler tasarlıyorlar. Dil tanıma gibi uzmanlaşmış işlevleri yerine getirebilecek şekilde ayarlanabilir veya eğitilebilir devreler. Manşet halinde *New York Times*'ta bile tekrarlanan abartılı bir fikre göre, bu devrelerin yararlandıkları ilkeler "insan beynine dayanıyor".

Bu abartının daniskası. Bu devrelerin yararlandıkları "her şey her şeye bağlanır" şeklindeki donanım ilkesi denizanasının sinir sisteminde bile bulunur. Nöral devrelerin donanımıyla ilgili diğer ilkeler bunların üzerine yerleştirilmiştir, yengeç sinir sisteminin karmaşıklığına ulaştığında bile durum değişmez – ki sinir ağlarına benzeyen ağlar henüz yengeçlerinkinden öteye geçememiştir. *Times*'a bir mektup yazdım ve günümüz koşulları göz önünde bulundurulduğunda manşetteki tabirin "sümüklüböcek sinirlerine dayanıyor" biçiminde olmasının daha uygun olacağını belirttim.

"Yapay zekâ bunları daha alengirli yerlerde kullanmaya çalışmıyor mu?" dedi Neil, "örüntü tanıma gibi şeylerde, yani elyazısı, parmak izi gibi şeyleri tanımada mesela?"

Evet, ki bu alengirli şeylere en basit ilkeler yetebilir, beynin tersine mühendisliğine gerek kalmayabilir. Onlara başarılar diliyorum. Ama önce daha alengirli ilkeler bulmak zorunda kalacaklarına kalıbımı basarım; bunları nöropsikoloji ve evrim biyolojisinden ödünç alacaklardır muhtemelen.

George, hamburgerinin içine olabilecek her şeyi üst üste dizme işlemini nihayet bitirmiş, salata sosu bile koymuştu. Neil'e baktı. "Buradaki sorun, senin iki biyoloji şovenistiyle, gerçek beyinlerin

yakın zamanda silikon vadisinde icat edilebilecek bütün o şeylerden çok daha ilginç olduğunu düşünen iki biyoloji şovenistiyle konuşuyor olman."

"Evet ama biyolojik beyinlerin bir sürü kusuru var," diye diretti Neil. "İşten eve dönerken her kavşakta araçları mükemmel bir polis yönlendirsin istemez misin; işinden hiç sıkılmayan veya soluduğu dumandan kafayı üşütmeyen biri? O zaman trafik olmadığı halde ışıkta beklemek zorunda kalmazsın. Ayrıca, tıpkı trafik polislerinin yaptığı gibi, gelen arabaların arasında bir boşluk bulup hemen sola dönmeni de sağlayabilir."

George'la ikimiz böyle bir şeyin çok güzel olacağını kabul ettik.

"Bir başka sorun da, insan beyinlerinin yaşla birlikte kendi kendini yavaş yavaş yok etmesi. Beyninizin çalışan bir silikon modelinin yapılıp da zihninizin sonsuza kadar yaşadığı kurgubilimsel fikir hoşunuza gitmiyor mu?"

Vücudundan ayrılmış zihin fikri mi? Ama beyin vücudun ayrılmaz bir parçasıdır, ikisi birbirini tamamlayacak şekilde evrimleşmiştir. Asgari duyu organlarına ve çıktı aygıtlarına sahip düşünen bir makine tasarlayabilirsin, ama en azından bir kafası ve eli olmayan bir insan zihni tahayyül etmek zor. Kısa bir süre sonra halüsinasyonlara neden olan duyu yalıtma deneylerini hatırlıyor musun? Dış gerçeklik, kaosu denetim altında tutar; beyin istikrar ile esneklik arasında sürekli bir savaş yaşar ve dış gerçeklik bu savaşta en önemli hakemdir.

Beyninin silikon kopyasını yapmak, sürekli bir psikoza davetiye çıkarmaya benziyor. Üstelik bu durum, beyin devrelerinin tıpatıp aynı olan bu silikon devrelerin bütün sistemi donup kalmaktan veya sonsuza kadar salınmaktan alıkoyacak şekilde doğru ayarlandığını kabul ettiğimiz halde böyledir. Yok, ben almayayım.

Ama beynin tersine mühendisliği çok daha gelecek vaat eden bir şey; yalnızca bazı yerleri kaosun sınırlarında dolaşarak yaratıcılığı besleyen, daha istikrarlı bir makine yaratabilirsin bu sayede. Sonra onu yıllar içinde bir çocuk gibi eğitebilirsin. Hatta iyi olanları klonlayabilirsin, tabii en başta bilgilerin okunabilir olmasını sağladıysan. Farklı okullarda müsabakalar düzenlenir, hangi okulun yıldız öğrecisinin anılarıyla falan birlikte klonlanacağına karar verilir.

Neil pes ettiğini ifade eder biçimde başını salladı. "Her neyse, en azından ruhun yeriyle ilgili araştırmalarınız için başka bir veri noktam daha var."

"Neymiş o?" dedi George keyifle.

"Bilinç şakak lobunun ucunda değil; şakak lobumun ucu olmadan da düşünebiliyorum!"

"Çok güzel," dedi George. "Bilinç beyin sapında da değildi, tabii onu salt uyarılmayla aynı kefeye koymadığın sürece. Seçici dikkat, talamus içinde dolanır, korteksin de bu seçici dikkatte rolü büyüktür. Bilinç, serebral korteksin bir tarafından başka bir tarafına hareket eden bir spot ışığı gibi daha çok."

Bilinç sözcüğünün kullanımıyla ilgili sorun da bu işte; aynı sözcüğü uyarılma, odaklanmış dikkat ve kişinin kendi kendine konuşması gibi ayrı ayrı şeyleri tanımlamak için kullanıyoruz. Bilince seçici dikkati dahil edersen, o zaman üç aylık insan fetüsü bilinçli değildir, ama kediler bilinçlidir. Bitki hücresi olsun, hayvan hücresi olsun, bütün hücrelerde irkilme özelliği vardır, dolayısıyla aşırı genel tanımlamalara göre, bu hücreler "bilinçli"dir.

"Evet, bilinç terminolojisiyle ilgili ilk tartışmamızı hatırladım," dedi Neil. "Köşedeki bu masayı o gün keşfetmiştik; kahve ihtiyacımı sırf havayı soluyarak bile giderebiliyorum burada."

Bilinç eşiğini kendi kendine konuşma eşiğine göre belirlersen, o zaman yalnızca insanların bilinçli olduğunu söylemiş olursun, kendi kendilerine konuşan, dıştan asla konuşmayan o hayvanların resmedildiği karikatürlere inanmıyorsan tabii, dedim.

"Tabii ya," diye ekledi George, "bilinç eşiğini o kadar *yüksek* tutarsan, bazı temel noktaları dışarıda bırakmış olursun, seçici dikkatin odağını değiştirmek, halimizden memnunken bile bir süre sonra can sıkıntısı çekmek gibi şeyleri mesela."

Zihinsel işlev hiyerarşisi en alçak düzeyden başlar, çok az şeyin çalıştığı derin anestezi durumundan derin uyku durumuna (işlevsel açıdan bu durum nöbetlerin, yavaş elektrik salınımlarının bilinç eylemine hâkim olduğu son kısmına benzer) kadar süren düzeyden.

Bunun üzerinde stupor ve demanstaki gibi çalışma düzeyi yer alır. Bu düzeyde hiçbir şey doğru dürüst çalışmaz, ama en azından salınımların sınır döngüsü içinde sıkışıp kalmamıştır. Her şey kaos alanındadır, en azından matematiksel anlamda

Beklenti, bundan biraz daha iyi zihinsel çalışmaları (hem algılamayı hem de hareketleri yeni durumlara göre yönlendirmeyi) karakterize eder.

Biraz daha yüksekte kavram oluşturma yer alır, bütün o yeni kategoriler. En üste, daima yeni şeylerle uğraştığımız ve ayrıntılı anılarımızı yeni sözcük ve eylem dizileri oluşturmak için kullanmaya çalıştığımız yere dil ve sezgiyi koyarız.

Sonra bu işlemlerin beyinde nerede meydana geldiği konusu vardır; zira hepsi aynı anda, ama korteksin farklı bölgelerinde meydana gelir.

"Örneğe ihtiyacım var. Mesela bu sabah hastaneye gelirken takip ettiğim düşünce dizisini ele alalım," dedi Neil. "Bir gün tekrar direksiyonun başına geçeceğimi düşünerek, bindiğim bütün taksilerin arka koltuğunda araba kullanma alıştırması yapıyorum. Orada oturup da yeşile geçeceği anı beklerken kırmızı ışığa dikkat kesildiğim sırada beynimin hangi kısmı her zamankinden daha fazla çalışıyordu? Görme korteksi mi?"

"Görme korteksin böyle hallerde genelde etrafa baktığın sıradakinden pek de fazla çalışmaz," dedi George. "Özellikle dikkat gerektiren işlerde sağ alın bölgesi ile sağ şakak bölgesi rol oynar. Arkandaki şoförün kornaya basmasına gerek kalmamasını sağlayan bölgelerdir bunlar."

"Sabırsızlandığımı, sabırsızca parmaklarımı tıpırdattığımı hatırlıyorum."

Bunu yaptıran da senin tamamlayıcı sol motor alanın ile motor korteksin, ikisi güzel bir sınır döngüsü salınımı yaratır.

"Bugün yapacaklarımı da düşünüyordum o sırada tabii. Bu hangi bölgeye girer?"

"Zihinde bir gündemi değerlendirmenin alın loblarında gerçekleştiği düşünülüyor," dedi George. "Sol arka-yan alın lobu hasarlı olan hastalar zihinsel bir gündemdeki gelişmeleri izlemekte zorluk çekerler."

"Sonra ışık yandı ve arabanın her iki tarafından manzara akmaya başladı. O zaman ne oluyordu peki?"

Görme sisteminin magnoselüler yollarıyla, disleksiklerde de pek iyi çalışmayan yollarıyla alakalı bu. Bu yollar görme sisteminiz sadece yüzde onunu oluşturuyor olabilir, ama hareket ve derin-

lik algısı üzerine uzmanlaşmıştır. O sırada V5 adıyla bilinen alanda sende de bayağı bir faaliyet gerçekleşmişti muhtemelen.

"Gördüğüm bir ev bana farklı bir evi hatırlatmıştı, küçük bir şelalenin çevresine inşa edilen şu Frank Lloyd Wright evlerini. Bu acayip imge kümelerini bellekten nasıl çıkarıyorum?"

"Karmaşık biçimlerde uzmanlaşmış bazı duvar lobu alanlarını faaliyete geçiriyorsun muhtemelen," dedi George. "Bunun sonucunda, o evi ilk öğrendiğin sırada evi analiz etme sürecine katılmış olan daha gelişmiş görme alanlarının birçoğu tekrar faaliyete geçiyor."

"Taksi şoförü yolda bir İtalyan spor arabası gösterdi bana, ben de başka Maserati görürüm diye gözlerimi dört açtım. Bu neresiyle ilgili?"

Beynin her iki tarafının orta çizgisinde yer alan kuşak girusunun ön kısmıyla ilgili. En azından, belli nesne sınıflarına karşı dikkat kesildiğinde beyninin bu bölümü aydınlanır. Maserati anılarının nerede depolandığını bilmiyorum, şakak lobunun ön kısmında depolanmıştır belki de.

"Sol şakak lobumda depolanmadığı kesin!" dedi Neil sırıtarak. "Orası gitti! Geçmiş olsun. Burada olmalı," dedi, sağ şakağını işaret ederek.

Biraz mola verdikten sonra devam etti. "Sonra bir otobüsün arkasında bir afiş gördüm ve okumaya çalıştım."

Bu yaptığın görme yollarının parvo kısımlarında, şakak lobunun arkasındaki okumayla alakalı bütün alanlarda daha fazla faaliyete neden olmuş olmalı.

"Ama afişte, reklam şirketlerinin hoşlandığı şu oyuncaklı cümlelerden biri vardı," dedi Neil. "Fiil kasten yazılmamış, sırf neyi atladığını merak ettirip cümleyi sana tekrar okutturmak için."

"Bu sol yarıküreni uyarmış olmalı kesinlikle," dedi George gülerek. "Bütün dil alanlarını. Özellikle de sol kaşının hemen altında bulunan sol alın lobunu. Burası bir fiille uğraşırken faaliyeti çok artar."

"Başka bir ışığı beklerken bir posta daha sağ yarıküre faaliyeti oldu," diye devam etti Neil. "Sonra otoyola müthiş bir giriş yaptık. Çok geçmeden kaplumbağa hızıyla gitmeye başladık. Bu nedenle otoyoldan çıkıp başka bir yola sapmayı düşündüm."

Alternatif faaliyet dizileri mükemmel bir alın lobu işlevidir. Bü-

tün o mekânla ilgili işler nedeniyle sağ duvar lobu da uyarılmış olmalı.

"Sonra geç kalacağım diye endişelenmeye başladım, ikide bir saatime baktım. Şakak lobunun (temporal lob) zamanla bir ilgisi var mı?"

Şakağın (*temple*) arkasında yer aldığı için ona şakak lobu, yani temporal lob adı verilmiş.

"Ama Latincede zamana karşılık gelen sözcükle aynı köke sahip değil mi?"

Latince sözcük *tempus*.

"Alnın arka kısmı neden Latincede 'zaman' anlamına gelen sözcükle adlandırılmış?"

İlk aklar o bölümdeki saçlara düşer de ondan.

"Öyle mi? Şakak lobunun zamanla hiçbir ilgisi yok o halde."

Aslında var. Ama ismi bu nedenle böyle konmamış, zamanla ilgili rolü daha yenilerde keşfedildi çünkü. Nörofizyologların, bir parmağını masaya olabildiğince kısa aralıklarla vurmanı istemelerinin nedeni, şakak loblarının uçlarının nasıl çalıştığını kontrol etmek. Burada veya alın lobunun silvius oluğunun diğer tarafındaki kısmında bir sorun varsa, parmağı vurma hızını düşürür. Hızlı vurmak için epey bir koordinasyon gerekir.

Kategoriler, kavramlar, sözcükler. Bunlar da serebral korteksin farklı bölgeleri arasında epey bir koordinasyon gerektirir. Şeyleri çokyönlü hatırlayabilmen, yeni kategoriler icat edebilmen gerekir. Başka birinin neler düşündüğü hakkında tahmin yürütebilmen, bazen yaratıcı biçimde kavramları karıştırabilmen gerekir. Kavramları karıştırıp eşleştirerek metaforlar yaparız.

"Peki ya hayvanlar, bitkiler ve minerallerle ilgili kategorilere sahip oldukları düşünülen insanlar için ne söylenebilir?" diye sordu Neil. "En azından aklımda öyle kalmışlar. Gazete haberlerinde bu insanların küçük bir inmeden sonra bildikleri bütün bitki isimlerini unuttukları yazıyordu."

"Her hasta biraz farklı bir emare gösterir," dedi George. "Bazıları alet isimlerini söyleyebilirken, hayvan isimlerini söyleyemez. Bazıları bitki isimlerini, bazıları vücut uzuvlarının isimlerini, fiille- [illegible] isimlerini yitirir: bevinde bu

kategorinin depolandığı yer inmeden dolayı tahrip olmuş gibidir adeta. Genellikle hatırlayamadıkları şeyin ismini tanıyabilir ve yazabilirler; onlarda kayıp olan şey o kategorinin görsel temsilidir. Bazen bir sözcüğü fiil haliyle kullanabilir ama isim haliyle kullanamazlar. Yüzeyden yapılan elektrik uyarısında strip elektrot araştırmalarındakine benzer etkiler görülmüştür. Bu belirtilen kategorilerin başka hastalarda da tekrar edip etmediğini bilmiyoruz; bunlar insanın iki yaşındayken sözcükleri nasıl öğrendiğine bağlı olan kişiye özel şeylerdir."

"Diğer hayvanlarda da kategoriler var mı?" diye sordu Neil. Mutlu mutlu sandviçini yiyordu.

Kuşların kategorileri öğrenebildikleri kesin. Güvercinlere üzgün ve mutlu insan fotoğrafları gösterdiğinde, üzgün insanların yer aldığı fotoğrafları diğerlerinin içinden, hatta daha önce hiç görmedikleri fotoğraflar arasından seçmeyi öğrenebiliyorlar.

Biz insanlarsa bir sözcüğün çeşitli yananlamları gibi çok karmaşık kategoriler oluşturabiliriz. *Tarak* sözcüğü kayıp bir kitap için evi "taramak" anlamındaki bir kullanıma izin verdiği gibi bir tarağın nasıl göründüğüne, elinde nasıl bir his uyandırdığına, t-a-r-a-k harflerine, saç taranırken yapılan hareketlere, tarak sesine vb. işaret eder. Tarakların kendilerine özgü kokuları da vardır; gözünü kapamanı istesem ve burnuna bir tarak tutsam, muhtemelen onun tarak olduğunu hemen anlarsın.

Beynin her yerinde kapsamlı bir *tarak* kaydı depolamaktan ziyade çokçizgili (*extrastriate*) görme alanlarında üretilen bir tarağın görsel temsili gene bu alanlarda depolanıyor gibi görünüyor. İşitsel çağrışım alanlarında *tarak*'ın çıkardığı sesin kaydı bulunur; tırnaklarını tarağın dişlerinden geçirirken çıkan ses için de muhtemelen ayrı bir kayıt mevcuttur. Diğer alanlarda ise tarak kullanmak veya tarak sözcüğünü telaffuz etmek için gereken hareket dizilerinin kayıtları vardır muhtemelen.

"Ama bütün bunlar, insan birini uyardıktan sonra diğerini uyarabilecek şekilde bir arada nasıl tutuluyor? Zil sesini yiyecekle ilişkilendiren Pavlov'un köpeğine geri döndük sanki."

"İyi bir noktaya parmak bastın," dedi George. "Şeyler arasında çağrışım kurmak serebral korteksin özellikle başarılı olduğu konulardan biri gibi görünüyor. Alışkanlık ve beceri gibi şeylerin basal

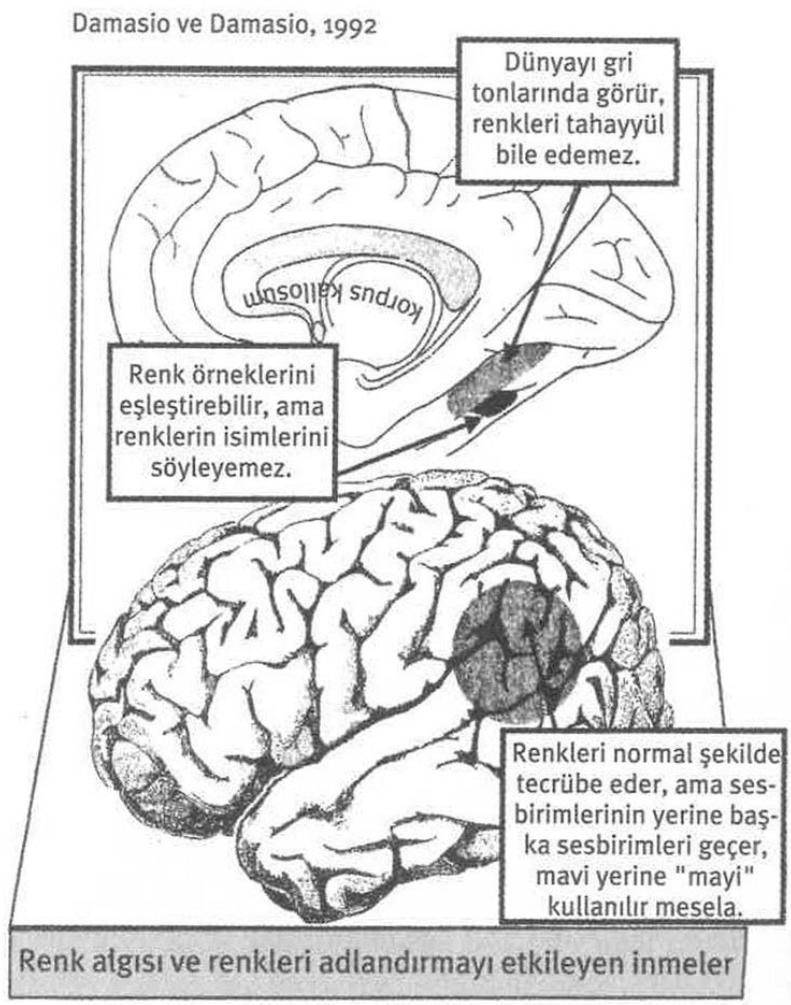
ganglion gibi korteks altındaki yapıları kapsadığı düşünülüyor."

"Altdöngüler korteks altındaki yapılarda mı yapılıyor?"

"Olabilir, ama şimdi kategoriler ve kurullar konusu üzerinde duralım biraz," dedi George. "Komiteleri yalnızca korteks oluşturmaz. Renkte komite oluşturma işi daha retinada başlar. Renk, taraktan daha basit bir durumdur; kırmızıyla ilişkili bir ses yoktur, kırmızıyla ilgili ne elde bir his vardır, ne bir koku ne de bir tat."

Ve renk hakkında çok şey biliyoruz, kısa, orta ve uzun dalga boylarına sahip üç ışık reseptöründen oluşan bir kurulun meydana getirdiği bir özellik olduğunu biliyoruz. Bütün kanallarda eşit miktarda renk olunca buna beyaz diyoruz. Yalnızca uzun kanal varsa, kırmızı oluyor.

"Senin Mor İlke'ni hatırladım. Kısa ve uzun, ama ortalarda pek faaliyet yok: Buna mor adını veriyoruz."



"Şakak ve duvar loblarının alt kısmında daha gelişmiş görme alanları var," diye devam etti George. "O faaliyet oranlarından yararlanmak için böyle bir şey lüzumlu görünüyor. O alanlara zarar veren bir inme geçirmiş hastalar artık renkleri tahayyül bile edemez, bunun dışında gayet normaldirler gerçi. Onlara gösterilen boya örneğinin rengini söyleyemezler. Benzer boya örneklerini eşleştirmeleri istendiğinde eşleştiremezler. Bütün renk kavramları yok olmuştur, yerine gri tonlarının alacakaranlık dünyası gelmiştir. Dolunay ışığıyla dolu bir dünyada yaşamak gibi bir şey olmalı bu."

Yan dil alanlarının arkasındaki kısımda inme geçirmiş hastalar da var elbette. Bunlar sesbirimlerini yanlış söylediklerinden bir rengin adını tam tutturamazlar: Maviye "mayi" gibi bir şey derler mesela, ama onlarda renk kavramının olduğunu ve bunu kullanabildiklerini anlayabilirsin.

"Renk kavramına sahip olan, ama rengin ismini söyleyemeyen nadir hastalar da var," dedi George. "Muzun ne renk olduğunu sorduğunda, hafızalarından bu rengi gayet güzel söyleyebilirler. Renk örneklerini birbiriyle doğru biçimde eşleştirebilirler. Ama sorduğunda isimlerini söyleyemezler. Onlarda renk kavramı ile renk ismi arasındaki çağrışım kayıp gibidir. Buna neden olan inmeler, sol şakak lobunun alt kısmında, 'renk kavramı' alanının bitişiğinde meydana gelen inmelerdir."

"Belli bilgi türlerinin belli amaçları karşılayacak şekilde bir araya geldiği bölgelerle ilgili daha bir sürü örnek mevcut," diye devam etti George. "Hayvan resimlerindeki hayvanların isimlerini söyleme konusunda sorun yaşayan, tornavida gibi cansız nesnelerin isimlerinde ise çok az sorun yaşayan şakak lobu hasarlı hastalar var."

"Peki eylemlerde sorun yaşıyorlar mı?"

"Fiillerde hiç sorun yaşamıyorlar," dedi George. "Fiiller konusunda zorluk çekenler, alın lobu hasarlı hastalar. Ama kavramlar ile bu kavramların isimleri şakak lobunun altkısımlarıyla alakalı gibidir; arka kısmında meydana geldiğinde inmeler daha ziyade genel bir kavrama hasar verir. Şakak lobunun ön kısmına yakın yerlerde meydana geldiğinde ise özel isimler ve benzersiz epizotlar hasar görür. Tony Damasio şakak lobunun orta kısmının bu şekilde düzenlendiği fikrinde."

"Genelden özele," diye açıkladı Neil. "Beynin örgütlenmesiyle

ilgili mantıklı bir silsileden bahsettiğini ilk kez duyuyorum belki de. Nihayet bir ilke çıktı karşımıza."

Evet, dedim. Aslında fazlasıyla mantıklı, yani doğru olamayacak kadar iyi. Beyinler temelde irrasyoneldir. Yamalı bohçadırlar. Göreceğiz bakalım, Damasio haklı da olabilir.

Muz görüp de "muz" demeye karar vermek, çok basit gibi görünüyor, etraftaki tek nesne olduğu sürece. Neil tatlı almaya gitmiş, tartışma konumuz olan muzla geri dönmüştü. Muzu bitirmeye acelesi yok gibiydi.

"O halde 'muz' bir sürü özellik dedektörü içindeki faaliyet," diye bir fikir yürüttü Neil. "Bir Hebb hücre topluluğu. Sarı şeylerin, eğri şeylerin, meyvelerin vb. yer aldığı bir hücre topluluğu, öyle mi?"

Evet, mekânsal-zamansal bir örüntü bu gene. Oldukça geniş bir şey: beyne milimetrelerce, hatta santimetrelerce yayılan bir örüntü.

"'Muz' sözcüğünü telaffuz etmek de alın lobundaki hareket denetleyici yolların mekânsal-zamansal örüntülerinden biri," dedi George. "Ağız, dil ve ses tellerini yöneten bir örüntü bu."

Ama mekânsal-zamansal örüntüyü yalnızca "muz"la ilgili bir komut nöronuyla sınırlamaya gerek yok. Kararı zaman içinde bir noktada vermeye de. Aslında, özellikle bizimki kadar uzmanlaşmamış olan beyinlerde iki farklı mekânsal-zamansal örüntü olması gerekmez; duyu örüntüsü aynı zamanda hareket örüntüsü de olabilir, zira birçok üst düzey duyu nöronu aynı zamanda hareketle alakalı nöronlardır. Bizimki gibi daha karmaşık beyinlerde "muz"la ilişkili iki veya daha fazla mekânsal-zamansal örüntü vardır muhtemelen; ama bunların "o şarkı söylüyor" ve ardından "o da şarkı söylüyor" gibi zaman bakımından birbirinden ayrılması gerekmez. Duyu ve hareket mekânsal-zamansal örüntüleri zamanda üst üste çakışırlar, bu gerçek anlamda bir paralel işlemedir.

"Karar verilen bir yere ve zamana ihtiyaç yok o halde," dedi Neil düşünceli bir ifadeyle. "Bu da kafanın içinde küçük insana ihtiyaç olmadığı anlamına geliyor."

Muzunu ağır ağır soyarken biraz düşündü. "Peki ya okuduğum o 'bağlama sorunu', farklı yerlerdeki bütün özellik dedektörlerini birbirine bağlayan bir tür eşzamanlı faaliyet varsayımı nedir? Bunlar neden birbirine bağlanmaya ihtiyaç duyuyor? Eylemi gerçekleş-

tirmek onları birbirine bağlamaya yetmiyor mu?"

Her şey geriye yönelik gibi görünüyor, değil mi? Dönüp dolaşıyor ve Daniel Dennett'ın alaycı bir ifadeyle kartezyen tiyatro adını verdiği sahneye, beynin bir yerlerinde her şeyin olup bittiği, neyin nasıl olacağına karar veren örtük bir gözlemcinin yer aldığı sahneye geri dönüyoruz sanki.

Neil ellerini havaya kaldırarak hain hain sırıttı. "Grafik kullanıcı arayüzü olarak bilinç! Demedim mi ben size?"

Ama Hebb'in meslektaşı Peter Milner'ın 1974'te fark ettiği gibi, aynı anda *birçok* nesneyle ilgili kaygı duymaya başlandığında sınırlı da olsa bağlantı kurmaya ihtiyaç olduğu bir gerçek. Araba kullanmak mesela. Görüş alanında her birinin farklı bir şekli, farklı bir rengi olan ve farklı mesafelerde bulunan çok sayıda hareketli neşne vardır. Üst düzey görsel alanların sahip oldukları bütün o özelliklerden, her nesnenin birçok uzmanlık alanında faaliyete neden olduğunu biliyoruz. Bazı alanlar hareket konusunda uzmanlaşır, bazıları şekil konusunda, bazıları uzaktaki nesneler konusunda ve elbette bazıları da renkler konusunda.

Her nesne bunu yapar; hareket ve renk görevlerini yerine getiren özellik dedektörlerinde konum bilgisi belirsizleşir; konumu parvoselüler yollardaki nöronlara oranla daha kaba kaydederler. Hareketli nesneye yanlış rengi, hemen yanındaki nesnenin rengini atfetme tehlikesi vardır.

"Yani mesela trafik ışığı hareket ediyor gibi göründüğünde (aslında hareket eden, giden araba içinde benim), hafızamda bu bilgi yoksa eğer üstteki ışığın yeşil olduğunu düşünebilirim, öyle mi?" diye sordu Neil.

Eşzamanlılık seni bu hatayı yapmaktan alıkoyacaktır veya bu teoriye göre öyle. Eşzamanlı bağlantı teorisi, kırmızı ışığın şekil nöronlarının, renk nöronlarının, uzaklık nöronlarının ve hareket nöronlarının hepsinin neredeyse eşzamanlı olarak ateşlendiklerini kabul eder. Yeşil ışık kurulundakilerin hepsinin birlikte ateşlemesi ise muhtemelen bir döngü içindeki farklı bir zamanda gerçekleşir.

"Deney maymunu arkasındaki bir kuru üzüm tanesine uzanmak gibi özellikle zor bir göreve yoğunlaşmak zorunda kaldığında, motor korteks içindeki nöronlar eşzamanlı hareket eder mesela," dedi George.

"Hep beraber alkış tutuyorlar yani – sabırsızlıklarını göstermek için herhalde?"

Pek olası değil. Ama bunu da gözardı etmemek lazım. Etrafta açıklama bekleyen birçok eşzamanlı ateşleme var elbette ve bunlara açıklama getirmek çeşitli açılardan yararlı olacaktır.

"Bir şeyin kodu Hebb hücre topluluğu ise kategoriyi nasıl oluşturursun?" dedi Neil; sesli düşünüyordu. "Ya da beyninin neresinde olursa olsun bunun bir örüntü olduğunu söyleyen mesaj panondaki değişikliği nasıl gerçekleştirirsin?"

Hebb hücre topluluğu çok seyrek olabilir; aksi takdirde sessiz kalacak olan birkaç yüz komşu minikolon içinden bir düzine minikolondaki nöronlar kadar belki. Birçok serebral kodun, mesela *elma* ve *portakal* için kullanılan kodun, *meyve* gibi bir kategori elde etmek için üst üste bindirilebileceği anlamına gelir bu. Nokta matrisli bir yazıcıdan birçok harfi üst üste bindirmeye çalışırsan, kara bir leke elde edersin. Ama matris seyrek dolguluysa, her biri kendine özgü mekânsal-zamansal örüntü üreteceğinden harfleri müstakil olarak ortaya çıkarabilirsin.

İyi bir tamirci, iyi bir piyanist veya iyi bir bestecinin ortaya çıkması için ne tür bir beyin örgütlenmesi gerekir? Neil ile George benim adını duymadığım operalar hakkında fikir teatisinde bulunuyordu.

"Bir müzisyen için optimal beyin örgütlenmesinin nasıl olması gerektiğini bilmiyoruz," dedi George, "ama işlevsel haritalama teknikleri bir gün bize bunun cevabını verecektir."

Müzik ile zekâ arasında insanda kısa süreli optimal düzenlemeler olabileceği kuşkusu yaratan geçici etkileşimler var. Bir araştırmacı, deneklere Mozart'ın yapısı son dece sağlam oluşturulmuş bir piyano sonatını dinlettikten sonra zekâ testleri uygulamış, deneklerin ölçüm sonuçları 8 ila 9 puan daha yüksek çıkmış (Mozart sevmeyenlerde bile!). Ama bu artış geçiciymiş; yani müzik IQ testlerinde gerekli olan hızlı dil işleme ve problem çözme için iyi bir ısınma aracı adeta. Birçok araştırmacı müziğin dile çok benzediğini, yalnızca ana temada bir çeşitleme olduğunu düşünür.

"Ama ana temayı, ortalama beynin uzun süreli düzenlemesini hâlâ anlayamadım," diye yakındı Neil. "Yani beynin bölümleri hak-

kında epey şey öğrendim tabii... Birçok modern şirketi hatırlatıyor bana."

Gerçekten mi? Beyin hiyerarşik değil ama.

"Yo, yo. Senin zihninde askeri bir model var, ama şirketlerin çoğu öyle değil artık." Artık öğretmen olan Neil'di. "Beyin 'bölümleri' bir arada bana bilgi uzmanlarından oluşan bir şirketi hatırlatıyor. Topluluklara çöp sorunlarını nasıl çözecekleri konusunda tavsiyelerde bulunan türden şirketleri. Bu binadaki şirketler ayırıcı teşhis yöntemi uyguluyor gibidir. Çatıya güneş enerjisi cihazını nasıl yapacağınızı size söyleyen, bütün maliyet hesaplarını sizin adınıza yapan, sizin adınıza yönetmelik engellerini aşan ve yerel elektrik kurumunu hafta sonları elektrik fazlanızı satın almaya zorlayan danışmanlık şirketleri de var. Beyin bu tür bilgi tabanlı şirketlere benziyor daha çok; sanayi toplumundan ziyade bilgi toplumuna."

"Ama bir yerlerde yönetim var tabii yine de," diye devam etti Neil, çatalını kaldırarak. "Orkestra veya danışmanlık şirketi gibi eşitlikçi modern bir organizasyonda bile yöneticiler vardır. Kararlar alınmazsa hiçbir şey yapılamaz."

"En azından seçici dikkat orta kademe yönetim olarak nitelendirilebilir," dedi George sırıtarak. "Ama bir başkan yardımcısı olduğunu kabul edeceksek, başkanın ofisinin nerede olduğunu öğrenmek istersin muhtemelen."

George, Neil'in yeni şirketinin dönüşümlü başkanlık sistemiyle dalga geçiyordu. Neil, bir yıl önce nöbetleri kötüleşince yeni şirketinin yönetiminden ayrılmak zorunda kalmıştı, ortakları onun tekrar tam zamanlı olarak işe dönmesini ve bu yükten kendilerini kurtarmasını sabırsızlıkla bekliyordu.

"Başkan yardımcısı olmak ile CEO olmak arasındaki farkı size anlatayım," dedi Neil, konuya ısınma alıştırması yapıyordu. "Bu fark ofisin büyüklüğü veya en iyi manzaraya sahip olması değildir. İnsanların senin talimatlarını takip etmesi anlamındaki liderlik de değildir. Merdivenin en tepelerine çıkan kıdemli çalışanlar bunu iyi bilir."

Neil ellerini iki yana açtı. "Şeflerin yapması gereken şey, gidilecek istikameti temin etmektir. Artık peşinden gidilecek kimse yok. Üst düzey yönetici olmak için hatırı sayılır bir hayal gücü gerekiyor. Şirketin gidebileceği birçok istikamet var; bu istikametle-

rin bir ön araştırmasını yapman ve bu yolu izlemesi halinde şirketin beş-on yıl sonra nasıl görüneceğini düşünmen gerekir. Sonra karar verirsin."

"Tabii bu, diğer alternatiflerin planını yapmış olan başkan yardımcılarını hayal kırıklığına uğratır. Üç yıl önce ortaklarımla gemiyi bu yüzden terk edip kendi şirketimizi kurduk. Yeni ürünlere giden bir yol hayal ettik, bu yolda birileri tarafından doldurulmayı bekleyen bir boşluk gördük ve işe bodoslama daldık."

Gelecek duygusu, gelişmiş zekâ yetenekleri içinde belki de en özel olanı. Dilin temel unsurlarına sahip olan, ama başka bir insanın görüş açısından bakıp zihin modelleri geliştiremeyen birini düşün; otistik çocukların zeki olanları bunun için iyi bir örnektir. Böyle biri her şeyi düz anlamıyla algılar, metaforları anlama yeteneği yoktur. Hiçbir şeyi iyi tahayyül edemez, bu nedenle kendi kendine oynarken bile yaratıcı değildir. Başka bir insanın tepkisini tahayyül edemediği için toplumsal ilişkilerde türlü sıkıntı yaşar. Üst düzey yöneticiler bu yelpazenin diğer ucundadır.

"Aynı fikirdeyim," dedi Neil, sahte bir tevazuyla. "Ama üst düzey yöneticilerin nasıl çalıştıkları konusundaki fikirlerin biraz eski moda olabilir; üst düzey yöneticilik, liderliğin ondan ona geçtiği, bir hiyerarşi içindeki belli bir rütbeyle veya unvanla alakasının olmadığı yaylı sazlar dörtlüsü ya da küçük bir caz grubu gibi. En üst düzey yönetim genelde bu yüzden Amerikan şirketlerinde *President's Office* (Başkanın Ofisi), Alman şirketlerinde de *Vorstand* (Yönetim Kurulu) adıyla anılır.

"Ama liderlik aslen tenisteki çift maçlarındaki partnerler gibidir," diye devam etti Neil. "Bir oyuncunun tercih ettiği bir pozisyon olabilir, ağa yakın veya arka kortta oynamayı seviyordur. Çift oyunlarında oyuncular bu pozisyonlardaki açıkları karşılıklı olarak kapatırlar. Üstelik bu açık kapatma işini, pozisyondan çıkmak zorunda kalmak gibi yalnızca bir duruma özgü olarak değil, güçlerine göre de gerçekleştirirler. İyi bir arka kort oyuncusu, ağın yanındaki partnerinin zayıf ters vuruşundan doğan açığı, top daha ağın öteki tarafındaki raketten çıkarken kapatmaya başlar."

Yarım asır önce Kenneth Craik, beynin dış gerçekliğin ve olası eylemlerin küçük ölçekli çalışan bir modelini yaptığını öne sürmüş.

Beynin bu şekilde çeşitli alternatifleri deneyebildiğini, geçmişteki benzer olayların depolanmış bilgisinden yararlanarak sonuca ulaştığını belirtmiş. Alternatif eylemleri önceden tahayyül edersen, önüne çıkacak acil durumlara daha tam, daha emniyetli, daha ustalıklı biçimde tepki verebilirsin. Gelecekte karşına çıkacak durumlara da daha ortaya çıkmadan tepki verebilirsin; rakiplerinizin tepkilerini önceden kestiren iş planları yapmaya benziyor bu.

Beynin yeniden örgütlenme kabiliyeti bir beyin parçasının kaybına uyum sağlamakla sınırlı değildir. Her saniye bir yer tahsis etmek, optimal düzenlemeler yapmak da (Mozart sonatı dinlerken böyle bir düzenleme söz konusu olmuş olabilir mesela) beynin kabiliyetleri arasındadır. Zor bir iş üzerine yoğunlaştığın sırada kaynaklarını tanzim etmek; rahatlayıp bilinçaltındaki düşüncelerin başıboş kalmasına (ve ara sıra uygun eski anıların bazılarının bilinç akışına girmesine) izin vermek veya birkaç dakika önce gördüğün bir şey ile hafızanın kuytuluklarında gömülü eski bir şey arasında yeni bir ilişki kurmak da (en sonunda birinin adını hatırladığın zamanlarda olduğu gibi) beynin kabiliyetlerindendir.

"Hoşuma gitti bu, ama benim bahsettiğim şey bu değil," diye yakındı Neil. "Merkezi bir koordinasyon olmadan da yeniden düzenleme yapabilirsin elbette. Merkezsiz ekonomilerde bunlar her zaman olan şeyler. Hiyerarşik bir düzen olmasa bile, başka görevler için bir yönetim olmak zorunda."

Avucunu açtı. "Dikkatimi trafik ışığından, başka bir Maserati görmek umuduyla etrafa bakmaya doğru yönlendiren şey ne? Sağ alın ve duvar loblarının dışındaki alanlarla ilgilenirken, ilgiyi başka yere, korpus kallosumun ön kısmında her iki yandaki kuşak girusuna yönlendiren şey ne?"

Belki de bütün bunları aynı anda, paralel biçimde yapıyorsundur.

"Dikkatimi bir şeyden başka bir şeye kaydırıyormuşum gibi geliyor bana ama. Bir bilinç akışım var ve her seferinde yalnızca bir şey meydana geliyor," dedi Neil üstüne basa basa. Sonra biraz durdu, aklı karışmış gibi görünüyordu.

"Beynimdeki birçok alanda meydana gelen paralel faaliyetlerin örnekleri arka arkaya sıralandığı için mi bilinç akışımı bir şeylerin birbirini izlemesi *gibi* algılıyorum, bunu mu söylüyorsun?"

Televizyondaki haber yayınlarında dünyanın bir parçasındaki

faaliyetlerin örneklerinin sunulmasına benzer bir şey olabilir bu. Televizyon haberlerinde çoğu zaman dünyanın büyük bir bölümü gözardı edilir. Haberlerde bildirilenler meydana gelen olayların yalnızca küçük bir kısmını kapsar. Bir de tabii, haber yayını o olaylara neden olmaz, üzerlerine ışık tutar yalnızca. Bu haber yayınını gerçekleştiren muhabirler ile kamera ekibi başka haberlerin de peşinden giderler.

"Zihinde bir konuyu bir başka konunun izlemesi nedenden ziyade *sonuç*, öyle mi?"

En azından bir ölçüde öyle olduğunu söyleyebiliriz. Spot ışığı, kısa bir süre sonra bir karara varılmasına yol açmak suretiyle bir sonucu etkileyebilir. Bugünlerde medyada haber yapmanın siyasette mutabakat sağlamada payı büyük. Bu tür sistemlerin patolojik tarafları da var tabii, televizyon ekiplerinin zaman zaman –tam da kendi mevcudiyetleriyle– ayaklanmaların meydana gelmesine yol açmakla suçlanmaları gibi mesela; televizyoncular katalizör görevi görebilirler. Bir sorun üzerine yoğunlaşıldığında bilinçli dikkat de bir katalizördür.

Bilinç akışı, çoğu zaman seçici dikkatle paralel olarak çalışır elbette, ama birbirlerine tıpatıp benzemeleri gerekmez. Seçici dikkat bilinçaltındaki faaliyetleri de yönlendirebilir. Şizofrenler, dış dünyaya odaklanmaya çaba gösterseler de araya giren düşüncelerden veya halüsinasyonlardan mustariptir. Düşünce zinciri birçok insanda muhtemelen yüksek sesle dile getirilebilecek bir şeydir, bunu yapmayı seçerlerse tabii.

"Yüksek sesle konuşmadan da bir bilinç akışın olabilir elbette," dedi George. "Öte yandan bazı insanlar da pek 'bilinçli' olmadan konuşabiliyorlar gibi görünüyor; ön lobu hasarlı olan hastalar mesela, özellikle de içerikten yoksun cümlelerle konuştukça konuşan Williams sendromlu çocuklar."

Kafanın içindeki küçük insan bilinç akışının ta kendisi belki de. Paralel işlem örnekleri oluşturan dizisel bir akış. Bu akış da güçlü bir biçimde sözel olaylara doğru yönelebilir, kan basıncı gibi daha olağan şeyleri bu sürecin haricinde tutabilir.

"Julian Jaynes'i nereye koyacağız bu durumda?" diye sordu Neil, kısa bir suskunluk anının ardından. "Onun teorisine göre ken-

di kendine konuşma yakın zamanlarda, *İlyada* ile *Odysseia*'nın yazıldığı dönemlerde evrimleşmişti, değil mi? Ondan önce bize yapmamız gereken şeyleri söyleyen sesler duyuyormuşuz, sonrasındaysa kendi kendimize hayat hikâyemizi anlatmaya başlamışız. Böylece zihinsel hayatımız daha canlı hale gelmiş."

Dil, insan öncesi evrimde ne zaman ortaya çıktıysa artık, zihinsel hayatta büyük bir gelişmeye neden olmuştur. Peki bu kadar yakın bir zamanda mı ortaya çıktı? Varlığına ilişkin bütün veriler yazın türlerinden geliyor, ki bunların hepsinin dönemin âdetlerinden etkilenmeye teşne oldukları biliniyor. Antropolojide eski bir deyim vardır, bir şeyin kanıtının olmaması, o şeyin olmadığına dair bir kanıt sayılmaz diye. Ani bir sıçrama olduğunu düşünmek niye, böyle bir sıçramaya gerek olmadığı halde?

"Benim sorumun, bilgi *yönetimiyle* ilgili sorumun, dikkatin yoğunlaşmasını sağlayan şeyin ne olduğuyla ilgili sorumun bir cevabı yok sanırım. Fikirlerin birbirleriyle nasıl rekabet ettikleriyle ilgili sorumun da."

Yok, ama teste tabi tutulabilen bazı teoriler var. Bu konuda ısrarlı olduğuna göre, Darwin Makineleri'nden bahsetsem iyi olacak.

Darwin'in bahsettiği süreçler yeni bitki ve hayvan türlerini evrimleştirmekle kalmaz, bağışıklık sistemi için yeni antikorlar da vücuda getirir. Yeni bir hayvan türünün ortaya çıkması için bin yıl geçmesi gerekir, yeni bir istilacı molekülü yok etmek üzere uzmanlaşmış yeni bir antikor ortaya çıkarmak içinse bir-iki hafta yeterlidir. Dikkatini başka yöne kaydırmak veya yeni bir düşünce geliştirmek için geçen süre (nöronların elektriksel dalaverelerinde olaylar çok daha hızlı gerçekleştiği için) birkaç milisaniyeden birkaç dakikaya kadar değişir.

"Tüm bunlar en iyi uyum sağlayanın ayakta kalması ilkesi yüzünden mi?" diye sordu Neil kuşkuyla.

Darvinciliğin çok bilinen bir yönü bu, ama Darwin'in bahsettiği türden bir sürecin en az altı temel niteliği vardır. Bir kere bir çeşit örüntü olması lazım elinde.

"Gen? DNA bazı zinciri?"

Evet ve beyin söz konusu olduğunda, muhtemelen Hebb hücre topluluğundan, bir elmayı veya bir portakalı temsil eden nöron fa-

aliyetinin o mekânsal-zamansal örüntüsünden bahsediyoruz. Bu serebral kod son derece keyfidir; daha önce de söylediğim gibi, elmaları temsil eden bir meyve kutusu üzerindeki barkod gibidir. Zihinsel Darvincilik açısından, örüntüde önemli olan onun kopyalarının yapılıyor olmasıdır. *Tarak* kodunu beyinde korpus kallosum aracılığıyla çok uzak yerlere iletebilirsin mesela.

"Mesaj, bir yere mektup göndermede olduğu gibi, kelimenin tam anlamıyla gönderilmiyor tabii," diye açıkladı George. "Burada söz konusu olan, karşı uçta mesajın bir kopyasının yapılması, faksta olduğu gibi."

Özgün örüntü bu "gönderme" süreci içinde yok edilmiyor. Yani, sol elinle tarağı hissediyor, ama sağ beyninin duyusal el haritasından sol beyindeki dil alanlarına mesaj göndermek istiyorsan, tarağın mekânsal-zamansal örüntüsünün uzak bir kopyasını yapman gerekir. Bilginin iletilmesi, Hebb hücre topluluklarının kopyalanmasının nedenlerinden biri; kopyalamanın başka nedenleri de var.

"Beyinde nöron ateşlemesiyle ilgili birçok mekânsal örüntü olabilir, ama içlerinden yalnızca bazıları bir şekilde kendi kopyalarını yapabiliyor yani? Peki ama bir örüntüyü başka neden kopyalamak istersin?"

Örüntüde varyasyonlar üretmek için. Kasten hata yapmak da diyebilirsin buna. Uzun mesafelere iletilen varyasyonlar, hata düzeltme kodu ayarındaki bir kodla asgari düzeye indirilebilir ve ben bunu yapmanın bir yolunu keşfettim. Ama bazen hata düzeltme kodunu kapatmak isteyebilirsin.

"Hata olması, bazen yararlı oldukları için mutasyonların olmasının istenmesindeki gibi bir nedenle isteniyor sanırım."

Küçük hatalar işe yarayabilir. Bağışıklık sistemi de ortama istilacıdan daha uyumlu antikorları aynen bu şekilde üretir. Bir antikor bir istilacıyı öldürdüğünde üreme tahrik edilir. Ama üreyen yalnızca başarılı savunma hücresinin bir klonu değildir; bu başarılı savunma hücresinin örüntüsünün bütün varyasyonları da üretilir. Bunlardan bazıları istilacılara çok daha iyi cevap verir, dolayısıyla bunlar daha fazla ürerler. Bu yeni, daha iyi örüntünün varyasyonları çok daha iyi olan varyantlar üretir.

"Bütün istilacılar defedildikten sonra antikorlar çok daha iyi hale gelir," diye açıkladı George. "Bu antikor türü tazelenen bir istila-

yı karşılarnak üzere varlığını yıllarca sürdürür."

"Bağışıklık sisteminin tepkisi böyle. Peki bu sisteme benzeyen beyin devrelerinde neler oluyor?"

Bir Hebb örüntüsünün kendi kendini hemen yanı başına kopyaladığını düşün. Ve tıpkı kristalin büyümesi gibi, bu temel örüntünün tekrar ettiği koca bir bölgenin oluştuğunu. Duvar kâğıdındaki gibi.

"Hebb örüntüsünün yüzlerce kopyası yapılıyor. Peki neden? Biyolojik bir zorunluluk mu bu? Bir şekilde düzenlenmeyi bekleyen boş bir alan var diye mi?"

Bu söylediğin gayet mümkün aslında. Büyük enerji verimine sahip çoğu fiziksel sistem kendi kendini örgütleyerek bir örüntü yaratmaya meyillidir, beynin elektrik faaliyeti neden istisna olsun? Diğer örüntüler de aynı zamanda bulundukları alanı örgütlemeye çalışabilir, bu nedenle aralarında bir rekabet beklenebilir.

"Arka bahçemde çimenlerle arsız otların birbiriyle rekabet ettiği gibi sanırım," dedi Neil.

Evet, senin arka bahçen de Darwin'in bahsettiği türden süreçlerin önemli bir yönünü oluşturur: Rekabet olabilmesi için bir çalışma alanı olması gerekir.

"Ama kimin kazanacağını ne belirliyor? Veya beraberliği?"

Senin arka bahçende bunu belirleyen, çokyüzlü çevre. Yağmur ve sulama önemlidir. Ayrıca ekin takvimi de önemlidir, yani bahçeyi ne sıklıkla biçtiğin. Güneş ve gölge, bitki besinleri de önemli bir faktördür. Çimlerdeki bazı DNA örüntüleri diğerlerine oranla belli bir çevresel değişkenle daha iyi ürer. Beyindeki çevre, sinaptik bağlantı örüntülerinde depolanmış olan yeni girdi ve anıları, o rezonansları kapsar.

Şu halde, örüntü, kopyalama, varyasyonlar, bir çalışma alanı için rekabet etmek ve bu rekabeti yönlendiren çokyüzlü bir çevre, Darwin'in bahsettiği sürecin altı temel unsurundan beşini oluşturmaktadır. Altıncısı, varyasyon ve seçim basamaklarını birçok kez tekrarladıktan sonra halkayı kapatmaktır. Bağışıklık tepkisinde olduğu gibi burada da önceki neslin başarılı varyantlarından yeni varyantların elde edileceği bir "sonraki nesil" olması gerekir. Yeni varyantların çoğu ebeveynlerinden daha kötü, bazıları daha iyi olacaktır; daha iyi olanlar da çoğunlukla üreyip kendi varyantlarını yaratacaktır

"Nöronal Darvinizm bu kadar mı, bu altı temel unsurdan mı ibaret?"

Benim kastettiğim bu, ama "Darvinizm" sözcüğü bilimsel çevrelerde gazetecilerin kullandığı kadar gevşek kullanılıyor. Çoğu durumda, ifade edilmek istenen, rasgele varyasyonların seçici varkalım süreci tarafından şekillendirilerek (bebeğin beynindeki sinapsların çevresel deneyimlerce biçimlendirildiği gibi) anlamlı bir örüntü oluşturduğu. Bir yontma işlemi bu. Çoğunlukla halka kapanmaz, yani altıncı temel unsur yoktur. Varsa, o zaman örüntülerin kopyalanması söz konusu değildir.

Darvinizmden bahsedilirken genellikle kastedilen seçici varkalımdır; bu kendi başına bile çok önemlidir. Ama yüzeysel Darvinizm görüşüdür bu, asıl Darvinizm çok daha derinlere uzanır. Çeşitli nesilleri kullanarak, başarılı olmuş ebeveyn örüntülerin varyantlarını kopyalayarak daha iyi sonuçlar üreten tekrarlı bir süreçtir bu.

"Gerçek bir ilerleme motoru gibi görünüyor. Darwin Makinesi bu o zaman?"

Bu isim, Darwin'in anlattığı sürecin altı temel unsurunu kullanan bütün hesaplama makinelerini kapsar. Turing Makineleri'ne benzesin diye böyle dedim. Bu isim belli bir makine veya bilgisayar simülasyonunu değil, sınıfın tamamını kapsıyor. Biyolojik makineyi bile kapsıyor; bağışıklık tepkisi Darwin Makinesi'nin kendine has bir örneği.

Serebral korteks Hebb mekânsal-zamansal örüntülerinin kopyalarını yapabiliyor ve anılarla rezonansa girmeye meyilli bu örüntüler arasında rekabet yaratabiliyorsa, o zaman bilişsel süreçlerimizden bazıları başımızın içindeki Darwin Makinesi'nin bir ürünü olabilir.

"Bir örneğe ihtiyacım var sanırım," dedi Neil başını sallayarak.

Yuvarlak bir şeyin vınlayarak yanımızdan geçip gittiğini düşün, dedim böyle bir şey yanımızdan geçip gitmiş gibi yaparak. Bu şey yanımızdan geçip gidiyor ve masaların altında yok oluyor, bu nedenle ilk izleniminin doğruluğunu teyit edemiyorsun, yani bu şeyin bir tenis topuna mı, elmaya mı, portakala mı benzediğini anlayamıyorsun. Bu adaylara nasıl ulaşırsın ve sonunda bu şeyin bunların içinden hangisi olduğuna nasıl karar verirsin?

"Bilmiyorum, ama senin bana söyleyeceğinden eminim," dedi Neil, tekrar uzayan saçları arasında kaşınan bir bölgeyi kaşıyarak.

Duyusal izlenim, uzağa ateşleme yapan, nitelik tespit eden bir nöron kurulu yaratır, ama bu nöronların mekânsal-zamansal örüntüleri depolanmış bir örüntüyle rezonansa girmez. O belirsiz yuvarlak nesnenin örüntüsünün kopyaları üretilir, bu süreç içinde hatalar yapılır. Diyelim bu hatalardan biri örüntüyü depolanmış *elma* örüntüsüne yakın olarak alıyor.

"Depolanmış örüntülerin tamamen mekânsal örüntüler olduğunu sanırdım. Faal örüntülerin de mekânsal-zamansal örüntüler olduğunu düşünürdüm, melodi gibi yani."

Ama faal örüntü depolanmış örüntüyle rezonansa geçer, tıpkı arabanın kasisli yolla rezonansa geçip dişlerinin takırdamasını artırması gibi. Bu, iki şeye neden olur: Yalnızca belli oranda temin ettiğin halde depolanmış örüntünün bütün ayrıntılarını ortaya çıkarır. Kortikal devre kaotik cezbedicinin (*chaotic attractor*) yakınında titreşmeye başlayınca (rezonansın daha havalı bir tarifi bu) daha tam bir mekânsal-zamansal örüntü almaya başlarsın, depolanmış örüntü onu başlatan örüntünün yerini alır.

"Bir karikatüristin eskizine baktığım halde, eskizi çizilen kişinin yüzünün ayrıntılarını çıkardığım gibi tıpkı."

Aynen öyle, ayrıntılar birden beliriverir. İkincisi, rezonans kopyalamayı kolaylaştırır, öyle ki rezonansa geçen örüntü, etrafında kopyalar üretir. Böylece uzun süreli sinaptik örüntülerden rezonans almayan alanlarda bile faal *elma* örüntülerinden, taklitçilerden oluşan bir alan elde etmeye başlarsın.

Korteks tabakasının başka bir yönünde kopyalama yaparken, belirsiz yuvarlak nesne örüntüsü, tenis topuna karşılık gelen depolanmış rezonans yönünde hata yapmıştır belki. Şimdi bilinmeyen nesne için elinde iki aday var. Bir üçüncüsü veya dördüncüsünün de eli kulağında belki.

"Elinde adaylar olduğuna göre, çalışma alanı için bir rekabet olabilir sanırım. Tıpkı arka bahçemde yer kapmak için mücadele eden çimenlerle arsız otlar gibi. En iyi rezonans kazansın mı diyeceğiz burada?"

Kopyalamanın başarısını etkileyen yalnızca depolanmış örüntü

değildir, mevcut durumun da bunda etkisi vardır. Bir kafeteryadaysan, yanından geçen nesnenin tenis topundan ziyade portakal veya elma olduğu tahminini yürütürsün. Rekabeti yönlendiren ve gelecek varyant neslini oluşturan çokyüzlü çevredir.

Elma'nın daha çok alan işgal etmesi rekabeti ortadan kaldırmaz, tıpkı bahçendeki arsız otların hepsini yolsan da onlardan kurtulamayacağın gibi. Rekabet ortamındaki küçük bir değişiklik (birinin o belirsiz yuvarlak nesnenin zıpladığını söylemesi mesela) ansızın *elma* ile *tenis topu* arasındaki sınırın ikincisinin daha baskın hale gelecek şekilde değişmesine neden olur. Böylece en güçlü tahmin belirlenir ve nesnenin adını belirler.

"Bilinçaltı bu mu yani?" diye sordu Neil. "Alternatifler arka planda bekliyor. Yanımdan geçen şeyin tenis topu olduğundan emin olduğumu söylediğimde o sırada baskın olan örüntüyü mü bildiriyorum?"

Bu durumu ben de aynen senin gibi formüle ederdim. Bilinç deneyimi de kazananı yansıtabilir, zira beynin her bölgesi üstünlük sağlamak için birbiriyle rekabet eder.

"Basketbol şampiyonası gibi mi? Bölge birincileri seçilir, sonra çeyrek final, yarı final olur ve nihayet şampiyonluk maçı yapılır."

Evet, ama burada rekabet sürekli devam eder, öyle ki, kazanan değiştikçe senin "bilinçli farkındalığının" "spot ışığı" beynin bir kısmından ötekine kayar durur. Bu formülasyonda bilinç akışın, bu dolanan spot ışığının tarihidir yalnızca. Başkasının gösterdiği bir spot ışığı değildir bu tabii; korteksin diğer bölgeler üzerinde geçici bir hâkimiyet kurduğu için aydınlanan bir bölgesidir.

"Bilinç için bu yüzden bir yönetim ofisi yok," dedi Neil dalgın dalgın. "Peki neden hiçbir inme bilinci yok etmiyor?"

"İnme, bilinç akışından renk gibi olağan bir kavramı yok edebilir," dedi George, "ama bu akışı üreten devreyi yok ettiği pek görülmemiştir."

Beyinde bunun gibi rekabetlerin düzenlenmesine yardımcı olan (tıpkı çok genel anlamda iklim değişiminin evrimin uyarılmasına yardımcı olması gibi) orta kademe yöneticiler var elbette. Bunların gerçek anlamda dalgalanmalar yaratabileceklerini düşünüyorum.

"İklim değişimi ayarında bir yönetimden mi bahsediyorsun?"

dedi Neil gülümseyerek. "İşletme okulunda böyle bir şeyden bahseden olmamıştı. Yani bu yöneticiler rekabeti kızıştırmaya mı çalışıyor?"

Evet. Bu da yerel bir nüfusun yok olduğu boşluklar yaratır. Bu durum, daha önce başa baş bir rekabete dayanamayacak olan bir varyanta altın bir fırsat yaratabilir. Bu mekânsal-zamansal örüntüler kısa ömürlüdür, çalışma alanı, bir anlığına ortalığı sakinleştiren küçük bir ketleme tarafından silinip süpürülebilir. Bu örüntülerin çoğu, sinaptik güçleri kalıcı bir değişikliğe uğratıp uzun süreli bir anı oluşturacak kadar uzun süre ortalıkta dolaşamaz.

Bu, sürecin bir yönü; parçalara ayırma da öteki yönü. Biyolojide yeni türlerin çabuk evrimleşmesi, Hawaii adaları gibi takımadalarda mümkündür. Dolayısıyla korteksi bir süreliğine parçalara ayırıp bir sürü adacığın ortamına benzer bir ortam yaratan yönetim de iyi bir yönetim stratejisi örneği vermiş olacaktır.

"Küçük bir tutarsızlık, öngörülemez biçimde dalgalanan bütçe, bunlar iyi yönetim taktikleri mi? Ortaklarımla konuşayım ben bunu!"

Beyinde, yapman gereken tek şey, uyarım veya ketlemenin arka plan düzeyini değiştirmektir; bu konuda yaygın tahrik ve dikkat mekanizmaları çok iyidir. Etrafa biraz norepi, serotonin, dopamin veya asetilkolin serpiştirmek yeterlidir.

Böylece iklim değişimi döngüleri ile parçalara ayırma ve birleştirme döngüleri (tıpkı buzul çağda deniz seviyesinin düşmesiyle birlikte bir grup adanın tek bir büyük ada haline gelmesi gibi) yaratabilirsin. Türler bir yalıtılmışlık dönemi yaşar, hepsi kendi yoluna gider ve bir türün yaygın hale gelmesiyle sonuçlanacak bir rekabet dönemine girerler. Sonra, deniz seviyesi veya uyarım oranı tekrar yükseldiğinde, bu sürecin galibi yeni parçalama döneminin temelini teşkil eder.

"Telefon şirketini bölen tröst avcıları işbaşında sanki. Peki ya ekonomik döngüden ne haber? Bu da senin metaforuna uyuyor mu?"

Bütün kıtaların birlikte etkilenebileceğine iyi bir örnek teşkil ediyor bu. Ekonomik döngü analojisi, bazı yaratıcı insanlarda görülen manik depresif döngü gibi, ruh haline uyarlanabilir. Ama iklim değişiminin nöral eşdeğerlerinin çok daha bölgesel olduğunu düşünelim – tıpkı Pasifik Okyanusu fırtına sistemlerinden gelen yağmurun birkaç yıl boyunca çevrede değişiklik yaratıp California'ya Ore-

gon karşısında üstünlük sağlaması ama sonra eski haline dönmesi gibi. Nöral açıdan bu bir yönetim tekniği olabilir, hem çeşitli alanlara neler yapabileceklerini göstermeleri için bir fırsat tanımak, hem de yeni fikirlerin evrimini hızlandırmak bakımından; kopyalama rekabetinin yaşandığı çalışma alanları küçüldükçe fikirler daha hızlı gelişir.

"Bu konuda ciddi olduğunu düşünmeye başladım."

Gelgelelim, bunun gibi bir kavram en iyi, müstakil maddeleri tanımak ve hatırlamakla değil dizilerle sınanabilir. Diziler sayesinde algılanmış olayların düzeninin izini süreriz. Ama en önemlisi, cümleler gibi dizilişe göre kodlanmış temsilleri *üretiriz*. Senaryolar oluştururuz. Sıralama yeteneğimiz sayesinde, daha sonra dizi olarak hatırlayabildiğimiz, üzerinde uzun uzun düşünebildiğimiz, bazen de sorunlar çözdüğümüz bir bilinç akışı yaşarız.

Asıl önemli olan bilinç akışı, otobiyografik bilinç akışıdır, yarattığımız anlatıdır; kendimize kendi hayatımızın hikâyesini anlatmaktır. Geçmişte yaşadığımız ve bizi biz yapan şeyleri açıklamaya çalışırız. Başarı senaryoları oluştururuz zihnimizde, başarısızlık veya tehdit içeren senaryolar bizi endişeye sürükler. Daima alternatif gelecekler arasında bir seçimde bulunmakla karşı karşıya kalırız. Dört yaşındaki çocukların kurguladıkları şeyleri yüksek sesle anlattıklarını duyarsın, ama o yaşlardan sonra çoğumuz zihinsel hayatımızı sessizce anlatırız. Sıralama yeteneğimiz sayesinde bizler iç hayatlarımızın anlatıcılarıyızdır.

"Diziler konusunda başarılı olan bir serebral kod lazım demek. Ama dizi dediğimiz şey kategorinin daha alengirli bir biçimi değil mi yalnızca?"

Doğru. Kaos teorisinde bir mekânsal-zamansal diziyi bir süre başarıyla oluşturduktan sonra başka bir mekânsal-zamansal diziye geçen tuhaf cezbediciler (*strange attractors*) vardır. Kelebek şekilli Lorenz cezbedicisi buna bir örnektir.

Ama serebral korteks boyunca bir çalışma alanında sıraya koymak suretiyle serebral kodlardan kalıcı diziler oluşturmanın bazı yolları da vardır. Böylece serebral kodlar doğru sıra içinde taranabilir. Kalıp oluşturma sınırı, yani insanın çalışan belleğinde tutabildiği yedi artı/eksi iki birim, böyle taranarak oluşturulmuş haritala-

rın sınırlarına tekabül ediyor olabilir. Silvius çevresindeki korteks de bu tür dizilerin sürekliliğinin sağlanması konusunda veya bu dizileri sinaptik bağlantı değişiklikleri içinde uzun süreli biçimler halinde depolamak konusunda özellikle iyidir belki de.

"Bir şirket grafiğinin bunu pek iyi tarif edebileceğini sanmıyorum," dedi Neil. "Başkan makamının veya çiftler takımının işlevlerinin anlamlı bir haritasını ne kadar çıkarabilirsen o kadar herhalde."

"Bugüne dek pek iyi tarif edemediği kesin," dedi George. "Unutma ki, beynin haritasını çıkarma tarihi, sürekli olarak alttaki uzmanlaşmayı keşfetmenin, 'çağrışım korteksi'nin içinde gizli birçok haritanın bulunduğunu ortaya çıkarmanın tarihi haline gelmiştir. Şimdiye kadar bir sürü uzmanlaşma, bir görevde faal olup da başka bir görevde faal olmayan birçok nöron olduğunu gördük hatırlarsan. Darwin Makinesi serebral kortekste, orası sanki uzmanlaşmamış bir çalışma alanıymış gibi çalışıyor olabilir, ama yine de birçok uzmanlaşma olabilir."

Doğru. Esnek nöronlar kategorisinde, alıcı alanlarının büyüklüğünü maymunun görevinin renge mi yoksa şekle mi tepki vermek olduğuna göre değiştiren üst düzey görsel nöronlar yer alır. Benim teorim, bütün o kopyalama süreçlerinden dolayı daha da fazla esnekliğin söz konusu olduğu yönünde. *Elma*'yla ilgili rezonanslar her yerde değildir, buna rağmen kopyalama, *elma* mekânsal-zamansal örüntüsünü bu rezonanslar olmadan birçok başka yerde geçici olarak sürdürebilir.

"Bu da fizyolojiden kaynaklanan diğer önemli sınırlamayı giderir," diye devam etti George. "Adlandırma veya okuma gibi bir görev için zorunlu olan yerler vardır; sonra, bu görevler sırasında tamamen faal olan başka yerler de vardır, ama bunlar elektrik parazitiyle geçici olarak şaşırtıldığında görevin yerine getirilmesinde herhangi bir aksaklık olmadığına göre, bu görevler için zorunlu olmadıkları anlaşılıyor."

Benim dinamik yeniden örgütlenme teorime göreyse, meyve konusunda uzmanlaşmış korteks bölgesi (böyle bir bölge varsa tabii) zamanının yüzde 99'unu meyveyle alakası olmayan görevlere harcıyor. Zamanının çoğunda genel hekimlik yapan bir beyin cerrahı gibi.

"Korkunç bir şey bu," dedi George. "Zamanının yalnızca yüzde 1'inde ameliyat yapan bir beyin cerrahı beyin cerrahı değildir artık!"

"Bilimdeki geleneksel ikilemle karşı karşıyayız burada," dedi Neil, tur rehberi konuşkanlığıyla. "'Bağlam her şeydir' ile 'uzmanlaşma zorunludur' arasındaki ikilem; bir de bunun doğal sonucu olan 'uygulama mükemmelleştirir' ilkesi var tabii."

Deneysel nörofizyologlar uzmanlaşmayı arar ve bulurlar. Teorik nörofizyologlarsa genel tasarıların (dinamik reorganizasyon ve esnek görevler) peşindedirler.

"Ama deneysel nörofizyologların bulduğu özelliklerle çelişmeyen tasarıları bulmak gerekiyor, değil mi?"

Yaptığımız araştırmalar fazlasıyla birbirini tamamlar nitelikte. Her beyin teorisi (en azından, izlemeye değer her teori) birçok yeteneği ve ayrıca gördüğümüz bu özgüllüğü açıklayabilecek güçte olmalıdır. Alt düzeyde, elma ve portakallarla ilgili serebral kodları, Hebb hücre topluluklarının nasıl oluşturulup depolandığını, ayrıca tanıma ve hatırlama sırasında tam bir mekânsal-zamansal örüntünün yeniden nasıl oluşturulduğunu açıklayabilmelidir.

Orta düzeyde, kategorilerin nasıl oluşturulduğunu ve metaforun nasıl işlediğini açıklayabilmelidir. Mozart dinlemenin problem çözme görevleri için neden iyi bir tertibat olduğunu açıklayabilmelidir.

Üst düzeyde ise, yaratıcı kafa karışıklığını, çoklu soyutlama seviyelerini, olabilecek şeylerle ilgili modeller yapmayı ve sözdizimi ile mantık gibi alengirli sıralama kurallarından yararlanmayı açıklayabilmelidir. Hatırlat da bir gün sana altıgenleri anlatayım.

Beynin Darwin'in aydınlattığı süreçten daha alengirli süreçler keşfedememiş olması için hiçbir sebep yoktur aslında. Ama doğada her daim geçerli olan bir süreçtir bu, çünkü doğa kopyalama konusunda çok başarılıdır bir kere. Bazı seviyelerde (muhtemelen çoklu seviyelerde) beyin Darwin'in ilkelerine göre çalışır.

İnsanın zihinsel otobiyografisi ve meslek planı için anlatılar üretmesi, "Gerçek ben nerede?" sorusunun yanıtı olmaya en yakın adaylardan biri hiç kuşkusuz. Ama bizden ayrılmadan önce Neil'in de belirttiği gibi, bir düşünce zincirinin iyi beslenmesi gerekir.

"Ben hâlâ bilinç akışımda balığa çıkıyorum," diye açıkladı Neil.

"Bir hocamız vardı, arada sırada yeni ve ilginç şeyler bulmak istiyorsanız bilinç akışınızı çeşitli yeni olgularla daima beslemeniz gerekir, derdi. Sürekli okumanız, fikirleri uygulamaya koymanız, onları tekrar düzenleyerek daha iyilerini bulmak için uğraşmanız gerekir, derdi."

Neil beyzbol şapkasını tekrar başına geçirdi. "Ameliyatla ilgili beni endişelendiren tek şey buydu, yani ameliyattan sonra belleğimin yeni olgularla beslenebilecek veya eski olguları avlayabilecek kadar iyi olmayacağından endişe duymuştum."

"Ama şimdilik her şey yolunda. Pazar bulmacası çözerken hâlâ sıkıntı yaşıyorum, ama hızım giderek artıyor."

Sonsöz

Bu kitapta birçok hasta temsil ediliyor, genellikle sordukları bir soru veya dile getirdikleri bir endişe aracılığıyla. Bunların bazıları Neil gibi ameliyat geçirmiş, yaptıkları işbirliğiyle birçok bilgiye katkı sağlamış hastalar. Bu kitabın da konusu olan beyin-zihin ilişkisi çerçevesindeki zor hususlarla ilgili kavrayışımıza yaptıkları katkılardan dolayı hepsine teşekkür ederiz.

Bu kitap pek kapsamlı sayılmaz. Kitabı "kişisel bir seçki" diye tanımlamak daha doğru olur. Genel okura uygun bir hikâye oluşturmanın sorunları bu seçkinin biçimlenmesinde büyük rol oynadı. Editörümüz William Patrick, kitabın anlatım üslubunun oluşmasında bize çok yardımcı oldu. Çeşitli konularda bize bilgi veren meslaktaşlarımız Katherine Graubard, Linda Moretti Ojemann, Sue Savage-Rumbaugh, Derek Bickerton, Susan Goldin-Meadow, John Palka, Elizabeth Loftus, Merle Prim ve Mark Sullivan'a teşekkür ederiz. Taslaklarla boğuşan ve yoldaki engebelere dikkati çeken daha genel okurlarımıza, yani Blanche Graubard, Agnes Calvin, David ve Joan Ojemann, Daryl Hochman, Steven Ojemann, Ann-Elizabeth Ojemann, Eric K. Williams, Douglas W. VanDerhoof, Diane Brown, Linda Castellani (3. Bölüm'ün başlığını ona borçluyuz), Elaine Sweeney, Susan McCarthy, Betty Kamen, Albert Geiser, Randall Tinkerman, Patrizia DiLucchio, Richard Raucci, Lena M. Diethelm ve uzun uçak yolculuklarındaki yol arkadaşlarımıza da minnettarlığımızı ifade ederiz.

Meslektaşlarımıza bir not: Bir hastanın bu kadar farklı teste nasıl tabi tutulduğunu veya karmaşık kısmi nöbetlerin klasik vaka özelliklerinin hepsini nasıl barındırdığını merak etmişsinizdir. Bunun nedeni "Neil"in bir müstear isimden ibaret olmayıp hastanın kimliğinin gizli tutulması ilkesi gibi bilinen nedenlerle kimlikleri

hakkında fazla bilgi verilemeyecek olan çeşitli şakak lobu epileptiklerinin bir bileşimi olması; dolayısıyla bu isim vaka raporlarında kullanılmamalıdır. Bu kitaptaki Neil, ilk kitabımız *Inside the Brain*' de (Beynin İçinde) geçen "Neil"den daha farklı bir bileşim. Çoğu zaman hastaları "yeniden inşa ettik" ve bunu da genellikle gerçek bir hastanın hikâyesindeki komplikasyonları alarak, ama aynı zamanda o hastada görülmeyen tipik özellikleri de katarak yaptık. Buradaki tek değiştirilmemiş vaka raporu, Dr. C tarafından hazırlanmış olandır: babası müteveffa Fred H. Calvin'in mustarip olduğu aleksi hastalığına ilişkin rapor.

Yazıda kendimize tanıdığımız diğer özgürlük, okurlarımızın içinde yalnızca cerrahların dikkatini çekmiş olmalı: ortadan yok olan stajyer doktor. Dr. C birçok durumda diğer iki çift "steril el"e yardımcı olmuştu gerçekten de, ama çoğunlukla ikinci çift steril el, Dr. C'nin hastanın beynini görmesini engellemişti. Bu kitabı tasarlarken asistan cerrah da kelimenin tam anlamıyla "yolumuzu kapatıyordu". Oyun yazarları, diyaloğu kolaylaştırmak için daima bir oyuncuyu bir iş için sahne dışına göndererek sahnede iki kişi bırakırlar. Bir anlatıda ise üç kişilik konuşma senaryodakinden daha da tuhaftır. Nihayet Dr. C'nin ana anlatıcı olup Dr. O'nun söylediklerini aktaracağı belli olduğunda, stajyerin konuşmalara dahil olmasının yaratacağı diyalog sorunlarından kaçınmaya, aynı zamanda da okurun gözleriyle kulaklarına engellenmemiş bir görüş alanı sağlamaya karar verdik. Böylece birinci bölümde stajyeri bir iş için gönderdik, ancak son bölümde, Shakespearevari bir biçimde tekrar sahneye çıkardık. Bunun dışında, klinik vakalar ile ameliyathane ayrıntıları günümüz beyin cerrahisinde görülenleri yansıtmaktadır.

W. H. C.
G. A. O.

Genel Kaynaklar

William H. Calvin, *The Cerebral Symphony: Seashore Reflections on the Structure of Consciousness* (Bantam, 1989).

Jean-Pierre Changeux, *Neuronal Man*, Oxford University Press, 1986; özgün eser: *L'Homme Neuronal* (Fayard, 1983).

Richard L. Gregory, *The Oxford Companion to the Mind* (Oxford University Press 1987).

Michael I. Posner, Marcus E. Raichle, *Images of Mind* (Freeman, 1994).

Scientific American beyin özel sayısı, Eylül 1979 ve Eylül 1992.

Yararlanılan Kaynaklar

John E. Dowling, *Neurons and Networks: An Introduction to Neuroscience* (Harvard University Press, 1992).

Daniel Gardner (haz.), *The Neurobiology of Neural Networks* (MIT Press, 1993).

Eric R. Kandel, James H. Schwartz, Thomas M. Jessell, *Principles of Neural Science*, 3. basım (Elsevier, 1991).

Stephen M. Kosslyn, Richard A. Andersen (haz.), *Frontiers in Cognitive Neuroscience* (MIT Press, 1992). Görme, işitme, somatik duyu sistemi, dikkat, bellek, dil ve akıl yürütme ile ilgili toplu makaleler.

John G. Nicholls, A. Robert Martin, Bruce G. Wallace, *From Neuron to Brain: A Cellular and Molecular Approach to the Function of the Nervous System*, 3. basım (Sinauer, Sunderland MA, 1992).

Lloyd D. Partridge, L. Donald Partridge, *The Nervous System* (MIT Press, 1993).

Robert F. Schmidt, Gerhard Thews, *Human Physiology*, 2. basım (Springer Verlag, 1989; özgün eser: *Physiologie des Menschen*, 1987).

Gordon M. Shepherd, *The Synaptic Organization of Brain*, 3. basım (Oxford University Press, 1990).

Notlar

Bu kitapta, araştırma literatüründeki en eski gözlemlerden ziyade üniversite ve halk kütüphanelerinde yaygın olarak bulunan kitap ve dergilerdeki yeni makalelere atıfta bulunmaya çalıştık. Ne yazık ki, atıfta bulunduğumuz kaynakların çoğu sadece tıp fakültelerinin kütüphanelerinde bulunuyor.

1. Bölüm: Beyne Açılan Pencere

İnsan beynindeki işlevlerin yerini belirleme çabasının tarihi için bkz. Anne Harrington, "Beyond phrenology: localization theory in the modern era", *The Enchanted Loom: Chapters in the History of Neuroscience*, Pietro Corsi (haz.), s. 207-39 (Oxford University Press, 1991).

Ayrıca bkz. Stanley Finger, *Origins of Neuroscience: A History of Explorations into Brain Function* (Oxford University Press, 1994).

A. R. Luria, "The functional organization of the brain", *Scientific American* (Mart 1970).

21 Duyu şeridi şekli şu kaynaktan yararlanılarak yeniden çizilmiştir: Wilder Penfield, Theodore Rasmussen, *The Cerebral Cortex of Man* (Macmillan, 1950).

24 Wilder Penfield, Herbert Jasper, *Epilepsy and the Functional Anatomy of Human Brain* (Little, Brown, 1954). Çoğu kortikal hareket ve duyum vücudun karşı tarafıyla alakalıysa da, primer motor, duyu korteksleri ve ipsilateral (aynı taraftaki) vücut organları, özellikle yüz ve daha az biçimde bacak arasında bağlantılar vardır. Yalnızca ince parmak hareketi tamamen kontralateral (vücudun karşı tarafındaki) motor kortekse bağlı gibi görünüyor. Bu ipsilateral bağlantılar primer motor ve duyu alanlarındaki hasarların iyileşmesinde önemli muhtemelen. Primer motor veya duyu korteksine uygulanan elektrik uyarısı çok ender olarak ipsilateral tepki uyandırır. Sekonder motor veya duyu haritaları ise daha fazla ipsilateral etkiye neden olur.

26 Karşılaştırmalı nöroanatomi uzmanı Irving Diamond, "motor korteks"in motor şeridiyle kısıtlı olmadığını, bütün serebral korteksin beşinci katmanı olduğunu ifade eder. Bu doğrudur, çünkü beşinci katman (nerede olursa olsun) omuriliğe toplu mesajlar gönderen, beyin sapı, bazal ganglionlar ve hipotalamusa bu mesajların kopyalarını ileten nöronları barındırır. Keza Diamond, beynin her yerinde dördüncü katmanın "duyu korteksi" olduğunu, aynı şekilde beynin her ye-

rinde ikinci ve üçüncü katmanların da "çağrışım korteksi" olduğunu öne sürer. Bkz. "The subdivisions of neocortex: A proposal to revise the traditional view of sensory, motor, and association areas", haz. J. M. Sprague, A. N. Epstein, *Progress in Psychobiology and Physiological Psychology*, 8:1-43 (Academic Press, 1979).

27 D. J. Fellman, David C. Van Essen, "Distributed hierarchical processing in the primate cerebral cortex", *Cerebral Cortex* 1:1-47 (1991).

2. Bölüm: Bilincini Kaybetmek

EEG ve EEG'nin kaos teorisiyle ilişkileri konusunda genel bilgi edinmek için bkz. Walter J. Freeman, "The physiology of perception", *Scientific American* 264 (2): 78-85 (Şubat 1991).

Rodolfo R. Llinás, D. Paré, "Of dreaming and wakefulness", *Neuroscience*, 44:521-35 (1991).

J. Allan Hobson, *Sleep* (Freeman, 1989).

30 J. Allan Hobson, *The Dreaming Brain* (Basic Books, 1988), s. 133.

31 Marvin Minsky, aktaran Clive Davidson, "I process therefore I am", *New Scientist* 1866:22-6 (27 Mart 1993).

35 Nöronlar beyindeki hücre türlerinden yalnızca biridir. Beynin her yüzeyinde dizilen ve çoğu nöronun miyelinli olmayan kısımlarını çevreleyen çok daha fazla astrosit, glial hücre vardır. Bu hücreler kan damarlarını çevreler ve birçok maddenin (antibiyotikler mesela) beynin başka kısımlarına gitmesini engelleyen kan-beyin sınırı adıyla bilinen sınıra katkıda bulunurlar. Merkezi sinir sistemi içindeki aksonların üzerinde bulunan miyelin kılıfı, oligodendrositler tarafından oluşturulmuştur (çevresel sinir sistemi içindekilerin üzerindekiler de Schwann hücreleri tarafından oluşturulmuştur).

35 Serotonin nöronları *rafe çekirdekleri* içinde yoğunlaşmıştır. Rafe çekirdekleri, ismini, "bitişme yeri" anlamına gelen Yunanca sözcük *raphe*'den alır ve bu isim beyin sapının üst yüzeyi boyunca görülebilen orta çizgiye işaret eder. Norepi ve serotonin dışında dopamin ve asetilkolin için de yaygın iletim sistemleri vardır. Bu dört yayma sistemi, beynin geniş alanlarına kısa süre etkili çeşitli besin maddesi püskürten dört yeraltı sulama sistemi gibi düşünülebilir.

36 Uyku evreleriyle ilgili şekil Nancy C. Andreasen'in *The Broken Brain* (Harper & Row, 1984) adlı kitabındaki şekilden yararlanılarak çizilmiştir.

37 Adam N. Mamelak, J. Allan Hobson, "Dream bizarreness as the cognitive correlate of altered neuronal behaviour in REM sleep", *Journal of Cognitive Neuroscience* 1:201-22 (Yaz 1989).

37 Jonathan Winson, "The meaning of dreams", *Scientific American* 263(5):86-96 (Kasım 1990).

38 René Descartes, *Meditations on First Philosophy* (1641, çeşitli basımlardan; Türkçesi: *İlk Felsefe Üzerine Meditasyonlar*, çev. Aziz Yardımlı, İstanbul: İdea, 1998).

47 Suzanne Stensaas, D. Eddington ve W. Dobelle, "The topography and variability of the primary visual cortex in man", *Journal of Neurosurgery* 40: 747 (1973).

48 Çeşitli hayvan türlerinde kortikal yüzey alanı oranları Jean-Pierre Changeux'nun *Neuronal Man* (1983; kitabın Fransızcadan yapılan İngilizce çevirisi: Random House, 1985) adlı kitabında yer alan şekillere göre hesaplanmıştır.

48 Nancy C. Andreasen ve diğ., "Intelligence and brain structure in normal individuals", *American Journal of Psychiatry* 150:130-4 (Ocak 1993).

48 Arthur R. Jensen, "Understanding *g* in terms of information processing", *Educational Psychology Review* 4:271-308 (1992).

3. Bölüm: Beynin Konuştuğunu Görmek

Sözcükleri görme, sözcükleri duyma, sözcükleri konuşma ve meydana getirmeyle ilgili kan akışı testleri Marcus Raichle ile araştırma ortaklarının çalışmalarından elde edilmiştir; şeklin renkli özgün hali için bkz. Gerald D. Fischbach, "Mind and brain", *Scientific American* 267(3):48-57 (Eylül 1992). Okuma ve PET yöntemleri hakkında daha fazla bilgi için bkz. Julie A. Fiez, Steven E. Petersen, "PET as part of an interdisciplinary approach to understanding processes involved in reading", *Psychological Science* 4:287-93 (Eylül 1993).

Wilder Penfield, Lamar Roberts, *Speech and Brain Mechanisms* (Princeton University Press, 1959).

Albert M. Galaburda, "Asymmetries of cerebral neuroanatomy", *Ciba Foundation Symposia* 162:219-26 (1991). İnsan beyinlerinin üçte ikisinde sol yarıkürede planum temporal daha büyüktür.

Antonio R. Damasio, Hanna Damasio, "Brain and Language", *Scientific American* 267(3):63-71 (Eylül 1992).

Antonio R. Damasio, "Aphasia", *New England Journal of Medicine* 326:531-9 (20 Şubat 1992).

George Ojemann, "Cortical organization of language", *Journal of Neuroscience* 11:2281-7 (1991). Ayrıca bkz. *Scientific American* (yayımlanacak).

Alan S. Gevins, Judy Illes, "Neurocognitive networks of the human brain", *Annals of the New York Academy of Sciences* 620:22-44 (1991). Kafa derisinden alınan EEG kayıtları ve uyarılmış potansiyeller.

51 Beyinlerinin sol tarafları sağ taraflarından daha büyük olan farelerdeki kişilik farklılıklarıyla ilgili muhteşem bir hikâye için bkz. Victor H. Dennenberg,

"Hemispheric laterality in animals and the effects of early experience", *Behavioral and Brain Sciences* 4(1): 1-50 (Mart 1981).

51 Norman Geschwind, "Specialization of the human brain", *Scientific American* (Eylül 1979). *Dikkat: Bu makalede yer alan sondan bir önceki şekilde planum temporalin adı yanlış yazılmış.* Planum temporal asimetrisi konusu, sağ taraftaki kıvrımın (silvius kıvrımının içindeki kıvrım) daha fazla olduğu, bunun da beynin brüt görünüşündeki farklılıkları telafi ettiği düşüncesiyle birlikte günümüzde sorgulanır hale gelmiştir. Bkz. William C. Loftus, Mark Jude Tramo, Catherine E. Thomas, Ronald L. Green, Robert A. Nordgren, Michael S. Gazzaniga, "Three-dimensional quantitative analysis of hemispheric asymmetry in the human superior temporal region", *Cerebral Cortex* 3:348-55 (Temmuz/Ağustos 1993).

53 İnsan fetüsünün gelişimi sırasında planum temporaldeki asimetrinin ortaya çıkışı için bkz. J. Wada, R. Clarke, A. Hamm, "Cerebral hemispheric asymmetry in humans", *Archives of Neurology* 32:239-46 (1975). Ayrıca bkz. Albert M. Galaburda, "Anatomical asymmetries", *Cerebral Dominance*, haz. Norman Geschwind, Albert M. Galaburda, s. 11-25 (Harvard University Press, 1984).

55 Harry Whitaker yakın zamanlarda afazi örüntüsünü şakak lobu hasarıyla tanımlayan ilk kişinin Wernicke olmadığını belirtti. Avusturyalı nörolog Theodore Meynert tarafından bir sol şakak lobu inmesi hastasıyla ilgili daha önce verilmiş bir vaka raporu ile Wernicke'nin kendi kitabında bahsettiği, günümüzde "Wernicke afazisi" olarak adlandırılabilecek dil değişim örüntüsüyle ilgili bir vaka raporu bulunuyor.

59 E. Sue Savage-Rumbaugh, Jeannine Murphy, Rose A. Sevcik, Karen E. Brakke, Shelley L. Williams ve Duane Rumbaugh, *Language Comprehension in Ape and Child* (University of Chicago Press, 1993). Çocuk Gelişimi Araştırmaları Birliği'nin monografları 58(3).

59 Derek Bickerton, *Language and Species* (University of Chicago Press, 1990).

62 Parmak hareketlerinin zihinsel provasıyla ilgili şekil şuradan alınmıştır: P. E. Roland, E. Skinhøj, N. A. Lassen, B. Larsen, "Different cortical areas in man in organization of voluntary movements in extrapersonal space", *Journal of Neurophysiology* 43:137-50 (1980).

63 Rodolfo Llinás, U. Ribary, "Coherent 40-Hz oscillation characterizes dream state in humans", *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)* 90:2078-81 (1 Mart 1993).

63 J. W. Belliveau, D. N. Kennedy, Jr., R. C. Mckinstry, B. R. Buchbinder, R. M. Weisskoff, M. S. Cohen, J. M. Vevea, T. J. Brady, B. R. Rosen, "Functional mapping of the human visual cortex by magnetic resonance imaging", *Science* 254:716-9 (1 Kasım 1991).

65 Beyin yüzeyinin ışığı yansıtırlığını değiştirerek nöral faaliyetin haritasını çıkarmak: Her ne kadar yansıtırlık değişikliği kısmen kan akışının yüzeyin ortalama rengini değiştirmesiyle meydana gelse de, itkileri nakletmekle meşgul olduk-

larında yalıtılmış çevresel sinirlerin bile yansıtırlıklarını değiştirebildikleri 1940'lardan beri bilinmektedir. Yansıtırlık değişikliği, kan tedariki olmadan oksijenli banyoyla canlı tutulan beyin dilimlerinde de gerçekleşir; bu da yansıtırlık değişiminin kısmen de olsa nöron ve gliaların faaliyet artışının da bir sonucu olabileceğine işaret eder. Hareketler sırasında insan korteksindeki yansıtırlık değişikliği ile dil konusunda yayımlanmış ilk tam rapor: Michael M. Haglund, George A. Ojemann, Daryl Hochman, "Optical imaging of epileptiform and functional activity in human cerebral cortex", *Nature* 358:668-71 (20 Ağustos 1992).

66 Elektrik uyarısının 117 hastada değişimine neden olduğu adlandırma alanlarının büyüklüğü ve konumuyla ilgili ayrıntılı analiz için bkz. George Ojemann, Jeff Ojemann, Ettore Lettich, Mitchell Berger, "Cortical language localization in left, dominant hemisphere", *Journal of Neurosurgery* 71:316-26 (Eylül 1989). Bu rapor, elektrik uyarısıyla yerleri tespit edilmiş adlandırma alanları, hastanın cinsiyeti ve sözel IQ arasındaki bağıntıları da kapsıyor. Beyin parçası alma ameliyatının elektrik uyarısının adlandırmayı değiştirdiği alanlara taşmasının, ameliyat sonrasında dil kusurunun ortaya çıkmasına neden olabileceğiyle ilgili başka veriler için bkz. George A. Ojemann, "Electrical stimulation and the neurobiology of language", *Behavioral and Brain Science* 6:221-26 (1983).

68 Erkek ve kadın beyinlerinin dil ve el hareketlerine göre örgütlenişini gösteren şekil şu kaynaktan alınmıştır (yüzdeler tekrar hesaplandı): Doreen Kimura, "Sex differences in the brain", *Scientific American* 267(3):118-25 (Eylül 1992). Erkek ve kadınlarda dil örgütlenmesiyle ilgili farklılıklar (bu farklılıklar elektrik uyarısıyla çıkarılan haritalardan elde edilmiştir) konusunda başka veriler için bkz. Catherine Mateer, Samuel Polen, George Ojemann, "Sexual variation in cortical localization of naming as determined by stimulation mapping", *Behavioral and Brain Science* 5:310-1 (1982) ve yukarıda geçen 117 hastayla ilgili rapor.

4. Bölüm: Dil Sol ise Sağ Nedir?

İnsan nöropsikolojisiyle ilgili her ders kitabı konuyla ilgili başka okumalar yapmak için iyi bir başlangıç. Örneğin: Bryan Kolb, Ian Q. Whishaw, *Fundamentals of Human Neuropsychology*, 3. baskı (Freeman, 1990). Aşırı baskın sol-sağ beyinle ilgili daha kuşkucu bir görüş için bkz. Robert Efron, *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization* (Erlbaum, 1990) ve William H. Calvin, *The Throwing Madonna*, 10. Bölüm (Bantam, 1991).

E. D. Ross, "The aprosodias: Functional-anatomical organization of the affective components of language in the right hemisphere", *Archives of Neurology* 38:561-9 (1981).

Richard B. Ivry, Paul C. Lebby, "Hemispheric differences in auditory perception are similar to those found in visual perception", *Psychological Science* 4(1):41-5 (Ocak 1993).

Robert J. Zatorre, Alan C. Evans, Ernst Meyer, Albert Gjedde, "Lateralization of phonemic and pitch discrimination in speech processing", *Science* 256:846-9 (8 Mayıs 1992).

70 Juhn Wada aslında intrakarotid amobarbital testini 1949 yılında dil hâkimiyetini test etmek üzere keşfetmiştir. Test, on yıl kadar sonra, W. B. Scoville ve Brenda Milner'ın H. M. ile ilgili raporundan sonra, temel olarak ameliyattan önce beynin her iki yarıküresinin bellek işlevlerini test etmede kullanılmaya başlanmıştır: W. B. Scoville, Brenda Milner, "Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions", *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 20:11-21 (1957).

71 Edwin A. Weinstein, *Woodrow Wilson: A Medical and Psychological Biography* (Princeton University Press, 1981).

72 Yargıç Douglas'ın hikâyesi için bkz. Howard Gardner, Hiram H. Brownell, Wendy Wapner, Diane Michelow, "Missing the point: the role of the right hemisphere in the processing of complex linguistic materials", *Cognitive Processing in the Right Hemisphere*, s. 169-91 (Academic Press, 1983). Basın bildirisi için bkz. Bob Woodward, Scott Armstrong, *The Brethren* (Simon and Schuster, 1979), s. 361.

73 ABD Anayasası'nın 25. ek maddesinde yer alan, başkanlık görevini yapmayı engelleyecek bazı sakatlıklarla ilgili imalar ve Woodrow Wilson'ın geçirdiği inmeyle ilgili bilgiler şu kaynaktan alınmıştır: William H. Calvin, *The Throwing Madonna: Essays on the Brain* (McGraw-Hill, 1983).

74 Anton Räderscheidt'ın sağ yarıküre inmesinden önceki döneminde ve kısmi iyileşme döneminde yaptığı kendi portreleri şu kaynakta yer almaktadır: Howard Gardner, *The Shattered Mind: The Person After Brain Damage* (Knopf, 1975), s. 330-1.

77 Afazi, kurgulama apraksisi veya giyinme apraksisine neden olan sol veya sağ beyin lezyonlarının oranlarıyla ilgili veriler şu kaynaktan alınmıştır: R. J. Joynt, M. N. Goldstein, "Minor cerebral hemisphere", *Advances in Neurology* 7:147-83 (1975).

78 Peter F. Macneilage, Michael G. Studdert-Kennedy, Bjorn Lindblom, "Hand signals: Right side, left brain and the origin of language", *The Sciences* 33(1):32-7 (Ocak-Şubat 1993). Bu makalede hayvan yanallaşması literatürünün iyi bir özeti de yer alıyor. Ayrıca bkz. William H. Calvin'in Kasım-Aralık 1993 sayısında yayımlanan mektubu.

78 Görsel-mekânsal işlevler ile dil tek bir yarıkürede toplandığında (Sturge-Weber hastalığı nedeniyle bebeklik çağında beyninin yarısı alınmış çocuklarda olduğu gibi), dil hemen hemen normal olabilirken, görsel-mekânsal işlevler çok kötü gelişir. Tek bir yarıkürenin iki önemli kortikal işlevin ikisini bir arada barındırmaya yetmediğine işaret eder bu.

Solaklığın kekemelerde genel nüfusa oranla daha yaygın olduğu uzun süreden beri biliniyor. Çift duyu (*dichotic*) tekniği kullanılarak elde edilen, kekemelerde yüksek seviyede çift-yanallaşmış (*bilateral*) dil temsilinin olabileceğine dair veriler J. P. Brady, J. Berson'ın "Stuttering, dichotic listening, and cerebral dominance" (*Archives of General Psychiatry* 32:1449-1452, 1975) başlıklı yazılarından alınmıştır. Beyinlerinin bir tarafı (genelde sol taraftaki dil alanları) hasar gördükten sonra ömür boyu kekemelikten kurtulan vakaların yer aldığı kaynak:

R. K. Jones, "Observations on stammering after localized cerebral injury", *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 29:192-5 (1966).

J. Mondlock, L. Caplan, "Behavioural abnormalities after right hemisphere stroke", *Neurology* 33:337-44 (1983).

79 Robert Desimone, "Face-selective cells in the temporal cortex of monkeys", *Journal of Cognitive Neuroscience* 3 (Kış 1991).

80 Oliver Sacks, *The Man Who Mistook His Wife for a Hat* (Simon and Schuster, 1985; Türkçesi: *Karısını Şapka Sanan Adam*, çev. Çiğdem Çalkılıç, İstanbul: YKY, 1996).

80 Sağ şakak lobunun arka kısmının elektrik uyarısına maruz kalmasıyla yüzdeki duygusal ifadelerin adlandırılmasında meydana gelen değişiklikler şu kaynaktan alınmıştır: Itzhak Fried, Catherine Mateer, George Ojemann, Richard Wohns, Paul Fedio, "Organization of visuospatial functions in human cortex: evidence from electrical stimulation", *Brain* 105:349-71 (1982). Çeşitli tekniklerle elde edilen yüzdeki duygusal ifadeleri tanıma mekanizmalarının sağ beyin yanallaşmasının bir sonucu olabileceğiyle ilgili veriler de bu makalede yer alıyor.

80 İnsan şakak lobunun nöronal faaliyetinde yüzlerle birlikte meydana gelen değişiklikler şu kaynaktan alınmıştır: Jeff Ojemann, George Ojemann, Ettore Lettich, "Neuronal activity related to faces and matching in human right nondominant temporal cortex", *Brain* 115:1-13 (1992).

82 Justine Sergent, S. Ohta, Brennan Macdonald, "Functional neuroanatomy of face and object processing. A positron emission tomography study", *Brain* 115:15-36 (Şubat 1992). Bir yüz-toplumsal cinsiyet kategorileşmesi, sağ dış çizgili kortekste faaliyet değişikliğiyle sonuçlanmış, bir yüz-kimlik koşulu, her iki yarıküredeki fusiform girus ile dış şakak korteksinde ve sağ parahipokampal girus ile komşu alanlarda ek faaliyete neden olmuştur. Bir nesne tanıma görevi sırasındaki serebral faaliyet aslen sol artkafa-şakak korteksinde meydana gelmiş ve bu sırada özellikle yüz-kimlik görevi sırasında faaliyete geçen sağ yarıküre bölgelerinde faaliyet olmadığı görülmüştür.

Justine Sergent, Jean-Louis Signoret, "Functional and anatomical decomposition of face processing: evidence from prosopagnosia and PET study of normal subjects", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Biology)* 335:55-61 (29 Ocak 1992). Bkz. *American Scientist* 80(6):537-9 (Kasım-Aralık 1992).

83 Anıların yerinin belirlenmesi için bkz. Martha J. Farah, "Neuropsychological inference with an interactive brain: a critique of the locality assumption", *Behavioral and Brain Sciences* (1994).

83 Korteksin elektrikle uyarılmasının basit aritmetik hesapları üzerindeki etkileri A. Forbes ve G. Ojemann'ın yayımlanmamış bir çalışmasından alınmıştır. Matematik hesaplarının beyin temeliyle ilgili daha genel bir değerlendirme için bkz. F. Grewel, *Handbook of Neurology*, cilt 4, haz. Vinken ve Bruyn, Amsterdam: North Holland, s. 181-94 (1969).

84 T. G. Bever, R. J. Chiarello, "Cerebral dominance in musicians and non-musicians", *Science* 185:137-9 (1974).

85 İnsanın çeşitli müzik türlerini dinlerken şakak lobundaki nöronal faaliyette meydana gelen değişiklikler şu kaynakta geçiyor: Otto Creutzfeldt, George Ojemann, "Neuronal activity in the human lateral temporal lobe. III. Activity changes during music", *Experimental Brain Research* 77:490-8 (1989). Beyin hasarının profesyonel müzisyenlerinki dahil her türlü sanatsal yetenek üzerindeki etkileriyle ilgili özellikle iyi bir tartışma için bkz. Howard Gardner, *The Shattered Mind* (Knopf, 1975).

85 Gardner ve diğ. (1983).

5. Bölüm: Dikkatini Toplama Sorunları

Penfield'in "uyarılmış anılar"ıyla ilgili iyi bir tartışma için bkz. Larry R. Squire, *Memory and Brain* (Oxford University Press, 1987), s. 76-84.

87 Elizabeth F. Loftus, Geoffrey R. Loftus, "On the permanence of stored information in the human brain", *American Psychologist* 35:409-20 (Mayıs 1980).

88 Penfield'in gerçekleştirdiği anı canlandırma araştırmasıyla ilgili kendi özeti için bkz. Wilder Penfield, Phanor Perot, "The brain's record of auditory and visual experience – a final summary and discussion", *Brain* 86:595-696 (1963). Bu rapor, elektrik uyarısıyla oluşan deneyimsel tepkiler ile aynı hastanın nöbetleri arasında bazı ilişkiler olduğuna işaret eder. Bu tepkilerin yalnızca uyarının küçük bir nöbeti canlandırdığında ortaya çıktığına dair başka veriler şu kaynaktan alınmıştır: Pierre Gloor, Andre Olivier, L. Quesney, Fred Andermann, S. Horowitz, "The role of the limbic system in experiential phenomena of temporal lobe epilepsy", *Annals of Neurology* 12:129-44 (1982). Led Zeppelin'in parçasını duyan hastayla ilgili durum daha ayrıntılı olarak şu kaynakta anlatılıyor: George Ojemann, "Brain mechanisms for consciousness and conscious experience", McMaster-Bauer Bilinç Sempozyumu içinde, *Canadian Psychology* 27:158-68 (1986).

93 José V. Pardo, Peter T. Fox, Marcus E. Raichle, "Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography", *Nature* 349:61-4 (3 Ocak 1991).

94 Michael I. Posner, Steven E. Petersen, Peter T. Fox, Marcus E. Raichle, "Localization of cognitive operations in the human brain", *Science* 240:1627-31 (1988). Michael I. Posner, "Attention as a cognitive and neural system", *Brain and Language* 2:101-20 (1975).

99 Talamus uyarısının karmaşık şekillerle ilgili yeni anılar üzerindeki etkileri ile bu etkilerin yeni sözel anılar üzerindeki etkileri arasındaki zıtlıklar için bkz. George Ojemann, "Altering memory with human ventrolateral thalamic stimulation", *Modern Concepts in Psychiatric Surgery* içinde, haz. E. Hitchcock, T. Ballantine. B. Meverson (Elsevier/North Holland Biomedical Press, 1979), s. 103-

9.

100 Uta Frith, "Autism", *Scientific American* 268(6):108-14 (Haziran 1993). Uta Frith, John Morton, Alan M. Leslie, "The cognitive basis of a biological disorder: Autism", *Trends in the Neuroscience* 14:433-8 (Ekim 1991). Oliver Sacks, "A neurologist's notebook: an anthropologist on Mars", *The New Yorker*, s. 106-25 (27 Aralık 1993).

6. Bölüm: Mütevazı Nöronun Kişiliği

Charles F. Stevens'ın "The Neuron", başlıklı yazısı (*Scientific* American 241(3): 55-65 Eylül 1979) nöron fizyolojisine iyi bir giriş niteliğindedir. Serebral korteksin lokal devreleri için bkz. *Cerebral Cortex* 3 dergisinin özel sayısı (Eylül/Ekim 1993), haz. Kathleen S. Rockland.

102 Santiago Ramón Y Cajal, *Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés* (Paris: Malone, 1909-1911).

102 Neokorteksin altı katmanı: Bazı gruplamalar ve ayrımlar aracılığıyla özgün sınıflandırmada biraz değişiklik yapılmıştır. II. ve III. katmanlar genellikle aynı gruba dahil edilebilir; "2/3 katmanı" veya "yüzeysel katmanlar" bu katmanların gruplanma biçimine bir örnek teşkil eder (I. katman içinde çok fazla hücre gövdesi barındırmaz, bu nedenle "yüzeysel katmanların hücreleri" dendiğinde genellikle 2/3 katman anlaşılır). Ama IV. katman sürekli altbölümlere ayrılmak zorundadır, özellikle de IVa, IVb ve IVc katmanlarından söz ettiğimiz görme korteksinde (bazen IVc, IVcα ve IVcβ diye altbölümlere ayrılır).

103 Yatay bağlantılarla ilgili en iyi şekiller şu kaynaklarda yer alıyor: Barbara A. McGuire, Charles D. Gilbert, Patricia K. Rivlin, Torsten N. Wiesel, "Targets of horizontal connections in macaque primary visual cortex", *Journal of Comparative Neurology* 305:370-92 (1991) ve Charles D. Gilbert, "Circuitry, architecture, and functional dynamics of visual cortex", *Cerebral Cortex* 3:373-86 (1993). Bazı aksonlar başka bir aralığa kadar devam ederek orada ikinci bir terminal parçası oluştururlar vb. Ölçüler şu kaynaktan alınmıştır: Jennifer S. Lund, Takashi Yoshioka, Jonathan B. Levitt, "Comparison of intrinsic connectivity in different areas of macaque monkey cerebral cortex", *Cerebral Cortex* 3:148-62 (Mart/Nisan 1993). Terminal parçasının merkezine kadarki "0,5 mm"lik mesafe, maymunların primer görme korteksinde yaklaşık 0,43 mm, sekonder görme alanlarında 0,65 mm, duyu şeridinde 0,73 mm ve motor kortekste 0,85 mm'dir. Terminal parçalarının (ve bazal dendrit yayılımının) çapı merkezden merkeze olan mesafenin yaklaşık yarısı kadardır (bizim şu "blok uzunluğu" kadar); dolayısıyla, "toplu mesajlar" yalnızca "her bloktaki üçüncü ev"e değil, yakınındaki bütün adreslere gider. İnsanlarda, merkezden merkeze mesafeler (en azından primer görme korteksinde) 0,6-1,0 mm alanı içindedir, yani maymunlarınkinin yaklaşık iki katı uzunluğundadır: Andreas Brukhalter, Kerry L. Bernardo, "Organization of corticocortical connections in human visual cortex", *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)* 86:1071-5 (1989).

104 Yatay bağlantılar derin katmanlardaki (V ve VI) piramit nöronları arasında da görülür, ama aralarında düzenli aralık bırakma yalnızca yüzeysel katmanlardaki piramit nöronlarında görülür. Yüzeysel katmanlardaki piramit hücreler aynı zamanda kortikal katmanlardan beyaz maddeye miyelinli aksonlar da (yatay düzlemde yan yana duran aksonlar miyelinli değildir) gönderebilir; bu aksonların nihai hedefleri diğer kortikal alanlardır, bazen buralara korpus kallosuma uğradıktan sonra giderler. Herhangi bir yüzeysel piramit hücresindeki uyarıcı sinapsların yaklaşık yüzde 70'i, V. katmandaki piramit hücrelerindeki uyarıcı sinapsların ise yüzde 1'den azı birbiri arasında 0,3 mm'den daha az bir mesafe olan piramit nöronlar tarafından oluşturulur: Andrew Nicoll, Colin Blakemore, "Patterns of local connectivity in the neocortex", *Neural Computation* 5:665-80 (Eylül 1993).

104 Charles F. Stevens, "How cortical interconnectedness varies with network size", *Neural Computation* 1:473-9 (1989).

105 Korpus kallosum çizimi şu kaynaktaki çizimden uyarlanmıştır: Jonas Szentágothai, "The neuron network of the cerebral cortex, a functional interpretation", *Proceedings of the Royal Society, London* B201:219-48 (1978).

105 A. J. Rockel, R. W. Hiorns, T. P. S. Powell, "The basic uniformity in structure of the neocortex", *Brain* 103:221-44 (1980).

105 En azından duyu kortekslerinde, görme korteksinin açı kolonları gibi yaklaşık 30μm büyüklüğünde "minikolonlar" vardır; bunlar apikal dendritlerin dikey demetlerinin bir sonucu olabilir; bu fikir şu kaynaklarda da öne sürülür: Alan Peters, C. Sethares, "Organization of pyramidal neurons in area 17 of monkey visual cortex", *Journal of Comparative Neurology* 306:1-23 (1991) ve Alan Peters, Engin Yılmaz, "Neuronal organization in area 17 of cat visual cortex", *Cerebral Cortex* 3:49-68 (Ocak/Şubat 1993). Sonra boyutları yaklaşık 0,4-0,7 mm olan "makrokolonlar" vardır, göze öncelik tanıyan kolonlar, Mountcastle'ın duyu şeridinde tespit ettiği kolonlar gibi. Bir makrokolonda 300 kadar minikolon, bir minikolonda da 100 kadar nöron (maymun görme korteksinde 142 tane nöron) vardır. Bkz. Vernon B. Mountcastle, *The Neurosciences Fourth Study Program*, haz. F. O. Schmitt ve F. G. Worden, s. 21-42 (MIT Press, 1979). Çağrışım korteksindeki kolonlarla ilgili bir tartışma için bkz. *Trends in the Neurosciences* 15: 362-8 (1992) ve 16:178-81 (1993).

107 Luigi F. Agnati, Börje Bjelke, Kjell Fuxe, "Volume transmission in the brain", *American Scientist* 80:362-73 (Temmuz-Ağustos 1992).

112 İtkiler, nörotransmitter paketlerinin salımını tetiklemenin tek yolu değildir; hatta itkilerden çok az yararlanan nöronlar vardır. Gözdeki ışık reseptörleri ile bir sonraki veya yakınlarındaki iç nöron (*interneuron*) katmanı normalde itkisiz çalışır. Uzun aksonu olmayan her hücre, nörotransmitter salım oranının net uyarıcı sinaps akımıyla doğru orantılı olduğu bu tür "dereceli salan sinapslar" için adaydır. Bkz. 8. Bölüm, W. H. Calvin, *The Throwing Madonna: Essays on the Brain* (Bantam, 1991).

112 *İtki*'nin eşanlamlısı *uyartı potansiyeli*'dir. Bilinen diğer eşanlamlı sözcükse *yükselti*'dir, ama EEG terminolojisinde nöbetler arasındaki epileptik odaklanma-

nın karakteristik dinlenme faaliyeti için de aynı sözcük kullanıldığından burada bu sözcüğü kullanmaktan kaçındık. EEG'de geçen yükselti tek bir nörondan gelen itki değildir, birçok eşzamanlı uyarıcı postsinaptik potansiyelin (EPSP) toplam faaliyetidir.

112 İtkinin miyelinli iletimine bazen "sıçrama" anlamına gelen Latince sözcük *saltare*'den türetilmiş olan *saltatory* de denir. Akson zarı boyunca uzanan sodyum kanalları, miyelin yalıtkanı içindeki 1 mm'lik bu boşluklarda kümelenir.

112 Presinaptik nöron hızlı bir şekilde arka arkaya birkaç itki ateşlerse, bunları izleyen EPSP'ler birbirine eklenerek daha yüksek bir voltaja erişirler ("zamansal birikim"). Başka kaynaklardan gelen EPSP'ler ("mekânsal birikim") de birlikte bir toplam oluşturur; bir korteks nöronunda 3000 ila 60.000 girdi sinapsı vardır ve bunların yüzde 40 kadarı ketleyicidir.

Voltaj tetiği sonunda yeterince sert bir şekilde çekilmiş de ateşleme gerçekleşmiş gibi nöronun "ateşlemesi"nden söz ederiz. Bazen EPSP'ler çok kısa sürer, öyle ki yalnızca bir itki gerçekleşir. Ama bir nöron her milisaniyede bir itki ateşleyebilir (genellikle daha zorunlu bir sinyal göndermek için). Beyin ve omurilikteki birçok nöronun ateşleme oranı aşağı yukarı toplam sinaptik akımın bir lineer fonksiyonuna denktir, en azından asgari koşulları geçtikten sonra öyledir. Aşırı hızlar için verilen cezalara benziyor bu biraz: Eşiğin (hız sınırının) altında bir çıktı yoktur, eşiğin aşılması halinde 25 dolar mahkeme masrafı ve mil başına 2 dolar ceza alınır. Keza bir nöron da eşiğin altındaki sinaptik akımlarda itki üretemeyebilir; asgari ihtiyaç eşiğini geçince ise asgari bir ritmik ateşleme oranına (saniyede 25 mesela) atlar ve nanoamper akım artışıyla birlikte ürettiği itkinin üzerine her saniye iki itki daha üretir. İkinci eşikte birkaç nöron, özellikle de omurilikteki kasları hareket ettiren motor nöronlar itkinin özelliklerini değiştirir, tıpkı 70 milden sonra mil başına 4 dolar ceza ekleyen değişken ceza hesaplaması gibi.

Postsinaptik potansiyeller tek başlarına küçük olduklarında ve sayıları nöronu asgari tekrarlı ateşleme sınırının üzerinde tutacak kadar olduğunda, nöron son derece "analog" (lineer bir şekilde artıp azalıyor gibi mesela) görünür. Kasları hareket ettiren omurilik "motor nöronları" bu işlemsel nöron türüne bir örnektir. Ayrıca, postsinaptik güçler daha fazla olduğunda bir nöron daha "dijital" bir özellik kazanabilir ve birkaç EPSP omuz omuza vererek itki eşiğine ulaşabilir. Korteks nöronları her iki şekilde hareket edebiliyor gibi görünüyor. Korteks nöronlarının ritmik ateşlemelerini motor nöronları ile birçok duyu nöronu gibi çeşitli nöronların oranlarında yapabildikleri konusu şu kaynakta incelenmektedir: William H. Calvin, "Normal repetitive firing and its pathophysiology", *Epilepsy: A Window to Brain Mechanisms*, haz. Joan S. Lockard, Arthur A. Ward, Jr. (New York: Raven Press, 1980), s. 97-121. Uyanık maymunlarda birçok korteks nöronunun ritmik olmayan ve muhtemelen dijital işlemlerle daha tutarlı olan itkiler arasında fasılalar ortaya koyduğu şu kaynakta gösteriliyor: William R. Softky, Christof Koch, "Cortical cells should fire regularly, but do not", *Neural Computation* 4:643-6 (Eylül 1992); "The highly irregular firing of cortical cells is inconsistent with temporal integration of random EPSPs", *Journal of Neuroscience* 13:334-50 (Ocak 1993).

113 Nöronlarda, hücre dışında on kat sodyum iyonu yoğunlaşması, hücre zarı boyunca yaklaşık 60 milivolt gücünde bir pil meydana getirir. Nöron içindeki po-

tasyum, nöron dışındaki potasyumdan yaklaşık otuz kat daha yoğundur, bu da hücre zarının her tarafına hâkim olan -90 milivoltluk bir pil gibi hareket eder. Bu arada klorür iyonları da hücreden dışarı atılır ve bu durum yaklaşık -90 milivoltluk bir pil meydana getirir.

Nöronun içindeki gerçek voltaj bu (ve başka) karşıt etkilere bağlıdır. Voltaj anlık olarak +60 ile -90 milivolt arasında değiştirilebilir, tıpkı sıcak-soğuk su musluğundan istendiği an istenen sıcaklıkta (muslukta mevcut iki uç sıcaklık arasında bir sıcaklıkta) su elde edilebileceği gibi. Normalde, sodyum iyonlarını geçiren zar gözeneklerinin çoğu kapalı tutulur, ama nöronun içindeki voltaj yaklaşık -70 milivoltta kalır. Ama ara sıra bazı gözenekleri açılır ve pozitif yüklü sodyum iyonları içeri hücum ederek hücre içi voltajını (bazen çok az, bazen çok) yükseltir. Bazen potasyum veya klorür gözenekleri açılarak voltajı -90 milivolta düşürür.

İtki, yeterli sodyum kanalının açılıp iç voltajın -70'ten diyelim +30 milivolta fırlamasının (0,1 voltluk bir artış) bir sonucudur. Bunun sonuçlarından biri, potasyum gözeneklerinin açılması ve böylece voltajın tekrar düşmesidir. Potasyum iç voltajı bu şekilde "reset"lenmemiş olsaydı, itki çok daha uzun sürerdi. Bu da presinaptik terminalden çok daha fazla nörotransmitter salgılanmasına neden olurdu.

113 Akışlar dinlenme potansiyelinde de eşittir, ama bu sabit bir dengedir; voltaj biraz değiştirilirse, onlarca milisaniye içinde tekrar dinlenme potansiyeli durumuna geri döner. Aslında sodyum iyonu (Na^+) ile potasyum iyonu (K^+) oyunun yegâne oyuncuları değildir; klorür iyonu (Cl^-) da hareket eder, ama zarındaki gözenekler bu iki pozitif iyonunki gibi açılıp kapanmaz. Hücrenin bazı bölgelerinde (genellikle aksonda değil gerçi) kalsiyum iyonu (Ca^{++}) da önemli bir oyuncudur.

113 Sodyum gözeneklerinin yüksek voltajlarda yavaş yavaş kapanması durumu sodyum inaktivasyonu adıyla bilinir ve bir süre başka bir itki oluşturulamamasından (direnç dönemi) sorumludur.

114 Yanlış istikamette yol alan ve yol boyunca yan dallara yayılan itkiler: Bu durum *akson refleksi* olarak bilinir. Bazen bu ters istikametli itkiler bir dal noktasına eriştiklerinde, birtakım geometrik nedenlerden dolayı, başarısızlığa uğrarlar. Bu sorun şu kaynakta tartışılmaktadır: William H. Calvin, "Some design features of axons and how neuralgias may defeat them", *Advances in Pain Research and Therapy* (John J. Bonica, haz.), 3:297-309 (1979).

116 Doğrusunu söylemek gerekirse, bir sinapsın yalnızca postsinaptik gözenekleri uyarıcı veya ketleyici olabilir. Ama bilgi gönderen nöron, genellikle "toplu mektuplar"ının hepsi akson terminallerinin meydana getirdiği binlerce sinaps üzerinde aynı postsinaptik etkiye sahip olduğu için çoğunlukla bu şekilde adlandırılır.

117 Edward L. White ve Asaf Keller, *Cortical Circuits: Synaptic Organization of the Cerebral Cortex* (Birkhäuser, 1989).

118 Piramit-olmayan nöron aksonu beyaz maddeye neredeyse hiç girmez, piramit nöronlarınınsa genelde (her zaman değil) lokal akson dallarına ek olarak da-

ha uzak uzantıları vardır. Primat serebral korteksinde piramit nöronun da değişik hali sayılabilecek ve uyarıcı bir piramit-olmayan nöron tipi vardır: Jennifer S. Lund, "Spiny stellate cells", *Cerebral Cortex*, cilt 1, haz. A. Peters, E. G. Jones (Plenum, 1984), s. 255-308.

120 Üç motor korteks nöronu türünü gösteren şekil şu kaynaktan alınmıştır: William H. Calvin, George W. Sypert, "Fast and slow pyramidal tract neurons: An intracellular analysis of their contrasting repetitive firing properties in the cat", *Journal of Neuropsychology* 39:420-34 (1976). Ölçü çubukları 20 milivolt, 20 nanoamper enjekte akım ve 20 milisanyiyeyi temsil eder.

121 Glutamat gibi her nörotransmitter için, her biri hücre zarı ve/veya bir çeşit hücre içi işlemi aracılığıyla bir kanalı denetleyen genellikle birçok farklı postsinaptik reseptör vardır. Asetilkolinin "nikotinik" ve "muskarinik" reseptörlerinin olduğu yarım asırdır biliniyor; biz ise şimdi postsinaptik hücrelerde düzinelerce serotonin reseptörüyle karşı karşıyayız. Dolayısıyla, sinaptik eylemler, ilk milisaniyede ne kadar zar akımı meydana getirildiğiyle alakalı değildir yalnızca, salgılanan nörotransmitterin daha yavaş bir zaman ölçeğinde hücre içindeki dolaşım süreçlerini nasıl etkilediğiyle de alakalıdır.

121 Kan akışı, faal nöronların sayısı ile ateşleme oranlarının bilinmeyen bir işlevi, ama bu işlev, uyarıcı nöronlar ile ketleyici nöronları birbirinden ayırmıyor. Ketleyici nöronlar faaliyetlerini uyarma faaliyetini iptal edecek noktaya kadar artırdıklarında, kan akışı temelli teknikler korteksin (aslında kımıldamaz haldeyken) iki kat faal olduğunu bildirecektir.

121 Aslında sinaptik güç, öğrenme ve belleğe göre ayarlanabilen yegâne şey değildir. Bazı nörotransmitterler ile bunların postsinaptik nöron içindeki ikinci mesajcıları itki başlatma modunu vurguludan patlamalıya doğru değiştirebilir. Ama bu bütün hücreyi etkiler ve sinaptik güçleri sinapsta veya yakınında ayarlamak ince ayarlama yapmaya da imkân verir.

122 LTP'nin hem presinaptik hem de postsinaptik yönleri vardır. NMDA, aynı miktarda nörotransmitterin daha fazla postsinaptik akıma neden olabileceğine bir örnektir. Ama LTP'nin presinaptik yönleri de vardır, LTP'de daha fazla transmitter salgısı yapılıyor gibidir. Postsinaptik hücrenin daha sonraki itkilerle presinaptik olarak daha fazla transmitter salgılanmasını sağlamasına izin veren "retrograd nörotransmitterler" olduğu düşünülüyor. NO ile CO gazlarının ikisi de bu tarz nörotransmitter adayıdır mesela. Charles F. Stevens, Yanyan Wang, "Reversal of long-term potentiation by inhibitors of haem oxygenase", *Nature* 364:147-9 (8 Temmuz 1993) ve aynı sayıda, s. 104-5'te yer alan haber yazısı.

122 Atsushi Iriki, Constantine Pavlides, Asaf Keller, Hiroshi Asanuma, "Long-term potentiation of thalamic input to the motor cortex induced by coactivation of thalamocortical and corticortical afferents", *Journal of Neurophysiology* 65:1435-41 (1991).

7. Bölüm: Bellek Nedir ve Nerededir?

Bu konuda en önemli kaynak: Larry R. Squire, *Memory and Brain* (Oxford University Press, 1987). Ayrıca konuyu destekleyecek başka okumalar için aşağıdaki kaynaklara başvurulabilir:

Daniel C. Alkon, *Memory's Voice: Deciphering the Mind-Brain Code* (HarperCollins, 1992).

Neal J. Cohen, Howard Eichenbaum, *Memory, Amnesia, and the Hippocampal System* (MIT Press, 1993).

Larry R. Squire, Stuart Zola-Morgan, "The medial temporal lobe memory system", *Science* 253:1380-6 (1991).

Geoffrey E. Hinton, "How neural networks learn from experience", *Scientific American* 267(3):105-9 (Eylül 1992).

Patricia S. Goldman-Rakic, "Working memory and the mind", *Scientific American* 267(3):73-9 (Eylül 1992).

Endel Tulving, *Elements of Episodic Memory* (Oxford University Press, 1983). Ayrıca gene Tulving'in "Remembering and knowing the past" başlıklı yazısı, *American Scientist* 77:361-7 (1989) veya "What is episodic memory?" *Current Directions in Psychological Science* 2(3):67-70 (Haziran 1993).

Suzanne Corkin, "Lasting consequences of bilateral medial temporal lobectomy: Clinical course and experimental findings in H. M.", *Seminars in Neurology* 4: 249-59 (1984).

124 William Scoville, Brenda Milner, "Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions", *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 20: 11-21 (1957).

125 Sol şakak lobundan parça alındıktan sonra yeni bellek kaybı yaşayan hastanın kalan hipokampusunda fokal hasar gösteren otopsi bulguları için bkz. Wilder Penfield, G. Mathieson, "An autopsy and a discussion of the role of the hippocampus in experiential recall", *Archives of Neurology* 31:145-54 (1974).

125 H.M.'nin bellek kusurlarının ayrıntılı bir özeti için bkz. Arthur Shimamura, "Disorders of memory: the cognitive science perspective", *Handbook of Neuropsychology*, haz. François Boller, Jordan Grafman, cilt 3, s. 37-42 (Elsevier 1988).

127 G. Stillhard, T. Landis, R. Schiess, M. Regard, G. Sialer, "Bitemporal hypoperfusion in transient global amnesia: 99m-Tc-HM-PAO SPECT and neuropsychological findings during and after an attack", *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 53:339-42 (1990).

129 Milner'ın bulgusuyla ilgili iyi bir inceleme yazısı için bkz. "Hemispheric specialization: scope and limits", *The Neurosciences: Third Study Program*, haz. F. O. Schmitt, F. G. Worden (MIT Press, 1974), s. 75-89.

130 Hermann Ebbinghaus, *Memory: A Contribution to Experimental Psychology* (Dover 1964).

131 Ulric Neisser, Nicole Harsch, "Phantom flashbulbs: False recollections of hearing the news about Challenger", haz. E. Winograd, U. Neisser, *Affect and accuracy in recall: Studies of "flashbulb" memories* (Cambridge University Press, 1992).

132 Elizabeth F. Loftus, "When a lie becomes memory's truth", *Current Directions in Psychological Science* 1: 121-3 (1992). Elizabeth F. Loftus, Geoffrey R. Loftus, "On the permanence of stored information in the human brain", *American Psychologist* 35:409-20 (Mayıs 1980). Aslında deneyde video değil, birbirini takip eden 30 slayt kullanılmış ve yanıltmak amacıyla kullanılan yol ver işareti bilgisi farklı bir sorunun içine incelikli biçimde katılmış, sonra denekler kavşağın fotoğrafı ile ona en çok benzeyen fotoğraf arasında seçim yapmaları istenerek teste tabi tutulmuşlar. Denekler yol ver işaretli resmi seçmişler.

132 D. Stephen Lindsay, "Eyewitness suggestibility", *Current Directions in Psychological Science* 2:86-9 (Haziran 1993).

133 Tulving (1989) ve David H. Ingvar, "Ideography: Mapping ideas in the brain", *Brain Workand Mental Ability*, haz. N. A. Lassen, D. H. Ingvar, M. E. Raichle, I. Friberg (Munksgaard, Kopenhag 1991), s. 346-59.

133 Kortikal uyarı haritasının o anki sözel bellek üzerindeki etkileri şu kaynakta belirtiliyor: George Ojemann, "Organization of short term verbal memory in language areas of human cortex: evidence from electrical stimulation", *Brain and Language* 5:331-40 (1978) ve "Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping", *Behavioral and Brain Sciences* 6: 189-206 (1983). Bu kortikal anı alanlarının sol şakak lobundan parça alındıktan sonra görülen bellek kusurlarında rol oynadığına işaret eden veriler için bkz. George Ojemann, Carl Dodrill, "Verbal memory deficits after left temporal lobectomy for epilepsy: Mechanism and intraoperative prediction", *Journal of Neurosurgery* 62: 101-7 (1985). Hipokampus dahil, beynin başka bir yerine yapılan elektrik uyarısının etkileri için bkz. George Ojemann, Otto Creutzfeldt, "Language in humans and animals: contribution of brain stimulation and recording", *Handbook of Psychology, the Nervous System* içinde, cilt 5, *Higher Functions of the Brain*, haz. Vernon Mountcastle, Fred Plum, Steven Geiger (American Physiological Society, 1987), s. 675-99.

8. Bölüm: Anılar Nasıl Oluşur?

137 George A. Miller, "The magical number seven: plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information", *Psychological Review* 9:81-97 (1956).

138 E. Paulesu, C. D. Frith, R. S. J. Frackowiak, "The neural correlates of the verbal component of working memory", *Nature* 362:343-6 (25 Mart 1993).

139 Philip Lieberman, *Uniquely Human: The Evolution of Speech, Thought, and Selfless Behavior* (Harvard University Press, 1991).

139 P. M. Grasby, C. D. Frith, K. J. Friston, C. Bench, R. S. J. Frackowiak, R. J. Dolan, "Functional mapping of brain areas implicated in auditory-verbal memory function", *Brain* 116:1-20 (1993).

140 Joaquin Fuster, "Neuronal discrimination and short-term memory in association cortex", *Neurobiology of Higher Cognitive Function*, haz. Arnold Scheibel, Adam Wechsler (Guilford Press, 1990), s. 85-102.

140 William H. Calvin, George A. Ojemann, Arthur A. Ward, Jr., "Human cortical neurons in epileptogenic foci: Comparison of inter-ictal firing patterns to those of 'epileptic' neurons in animals", *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 34:337-51 (1973).

141 George Ojemann, Otto Creutzfeldt, Ettore Lettich, Michael Haglund, "Neuronal activity in human lateral temporal cortex related to short-term verbal memory, naming and reading", *Brain* 111:1383-403 (1988).

141 Michael Haglund, George Ojemann, Ted Schwartz, Ettore Lettich, "Neuronal activity in human lateral temporal cortex during serial retrieval from short-term memory", *Journal of Neuroscience* (basım aşamasında).

141 Serebral kan akışı örüntülerindeki öğrenmeyle ilişkili değişiklikler özellikle tamamlayıcı motor alanında bildirilir, örneğin bkz. R. J. Seitz, P. E. Roland, C. Bohm, T. Greitz, S. Stone-Elander, "Motor learning in man: a positron emission tomography study", *NeuroReport* 1:17-20 (1990). Dil öğrenmede, PET kan akışı değişiklikleri kuşak girusu bölgesi ile geleneksel dil alanlarında daha iyi görülmüştür. Marcus Raichle, "Exploring the mind with dynamic imaging", *Seminars in the Neurosciences* 2:307-15 (1990).

143 William H. Calvin, "Binding forms a cerebral code which error corrects: Scattered feature detectors generate a hexagonal code via synchronizing excitation among pyramidal neurons", *Society for Neuroscience Abstracts* 19:398.22 (1993).

144 Malcolm P. Young, S. Yamane, "Sparce population coding of faces in the inferotemporal cortex", *Science* 256:1327-31 (1992).

144 "Bundan sonra, demek ki bundan dolayı" şeklindeki mantıksal safsata için daha basit mekanizmalar şu kaynakta tartışılmıştır: William H. Calvin, *The Throwing Madonna: Essays on the Brain*, 9. Bölüm (Bantam, 1991).

145 Engebeli yol resmi William H. Calvin'in Hollanda Ulusal Bilim Haftasında verdiği (Ekim 1992) konferans metninden alınmıştır.

145 Franklin B. Krasne, "Extrinsic control of intrinsic neuronal plasticity: a hypothesis from work on simple systems", *Brain Research* 140:197-206 (1978).

146 Eric R. Kandel, Robert D. Hawkins, "The biological basis of learning and individuality", *Scientific American* 267(3):52-60 (Eylül 1992).

146 Anita M. Turner, William T. Greenough, "Differential rearing effects on rat

visual cortex synapses. I. Synaptic and neuronal density and synapses per neuron", *Brain Research*, 329:195-203 (1985).

Fred R. Volkmar, William T. Greenough, "Rearing complexity affects branching of dendrites in visual cortex of the rat", *Science* 176:1445-7 (1972).

William T. Greenough, "Experiential modification of the developing brain", *American Scientist* 63:37-46 (1975).

146 Deney hayvanlarında elde edilen, protein sentezini engelleyen ilaçların uzun süreli anıların oluşumuna müdahale ettiğiyle ilgili veriler onyıllardır mevcut. S. Barondes, H. Cohen, "Memory impairment after subcutaneous injection of acetoxycycloheximide", *Science* 160:556-7 (1968). Gelgelelim, bu bulguların yorumu, bu ilaçların protein sentezini engellemenin dışında başka etkileri de olma ihtimaliyle karmaşık hale gelir.

147 Donald O. Hebb, *The Organization of Behavior* (Wiley, 1949). Kitapta, aynı dendrite neredeyse eşzamanlı gelişler olduğunda modern NMDA sinapsı gibi güçlenen ve adına bugün "Hebb sinapsı" dediğimiz şey de yer almaktadır. Hebb, anının faal biçimi olarak hücre topluluğu, yani "Hebb hücre topluluğu" önerisini ortaya koymuştu. Hebb, anının, hücre topluluğunun kendine özgü faaliyetini yeniden oluşturmasına olanak sağlayacak bir bağlayıcılık örüntüsüne sahip bir "çift iz" sistemine ihtiyaç duyduğunu da belirtmiştir. Hebb bütün bunları, memeli merkezi sinir sisteminden alınan ilk mikroelektrot kayıtlarından birkaç yıl önce yapılan psikoloji deneyleri ile beyin lezyonu deneylerine dayanarak oluşturduğu teorilerden çıkarmıştı. Bkz. Peter M. Milner, "The mind and Donald O. Hebb", *Scientific American* 268(1):124-9 (Ocak 1993).

148 Glütamat sinapslarındaki NMDA kanallarının adı, *N*-metil-D-aspartat'tan gelir; zira en düşük yoğunlukta bile kanalı açan, glütamattan ziyade bu maddedir. Glütamat kanalı gayet rahat açar, bu nedenle genellikle nörotransmitter olarak salgılanır zaten.

149 John G. Taylor, *When the Clock Strikes Zero*'da (Pan McMillan, 1992) REM uykusu sırasında hipokampusun serebral kortekse prova yaptırmasındaki rolünü incelemektedir.

9. Bölüm: Ön Tarafta Neler Oluyor?

Psikiyatrik bozukluklarla ilgili genel bilgi için bkz. Nancy C. Andreasen, *The Broken Brain* (Harper and Row, 1984) ve Peter D. Kramer *Listening to Prozac* (Viking, 1993).

U. Halsband, N. Ito, J. Tanji, H.-J. Freund, "The role of premotor cortex and the supplementary motor area in the temporal control of movement in man", *Brain* 116:243-66 (Şubat 1993).

152 Darvinci bilinç kavramı W. H. Calvin tarafından geliştirilmiştir; bkz. *The Cerebral Symphony: Seashore Reflections on the Structure of Consciousness* (Bantam, 1989) ve "Islands in the mind", *Sinirbilim Seminerleri*, 3:423-33 (1991). 1880'e, William James'e kadar uzanan eski bir fikir bu.

155 Justine Sergent, "Music, the brain, and Ravel", *Trends in the Neurosciences* 16:168-72 (Mayıs 1993). Şekil sağlak piyano çalma, notadan okuma ve dinlemeyi gösteriyor; şekildeki harita, yalnızca gamlar çalmak suretiyle elde edilen faaliyet haritasından faydalanılarak oluşturulmuştur. Tamamlayıcı motor alanı gibi korteksin orta bölümünde çok az bir faaliyet söz konusudur ve beynin sağ tarafındaki yegâne faaliyet, üst duvar lobulünün arka kısmında görülür.

Justine Sergent, Eric Zuck, Sean Terriah, Brennan MacDonald, "Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance", *Science* 257:106-9 (3 Temmuz 1992).

156 Tim Shallice, Paul W. Burgess, "Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man", *Brain* 114:727-41 (Nisan 1991). Bu yazıda, bölümde anlatılan lokal lezyonlara sahip hastalardan ziyade alın lobu hasarlı üç hastanın hastalık tarifi yapılıyor.

157 Wilder Penfield, J. Evans, "The frontal lobe in man: a clinical study of maximum removals", *Brain* 58:115-33 (1935). Yemek hazırlama hikâyesi şu kaynaktan hemen hemen olduğu gibi alınmıştır: William H. Calvin, *The River That Flows Uphill: A Journey from the Big Bang to the Big Brain* (Macmillan, 1986), s. 460; buradaki hikâyede Penfield'in kız kardeşinin yemek yaparken yaşadığı sıkıntı, tümörün teşhisinin bir bölümünü oluşturur, ama 1935 tarihli makale, Penfield'in kız kardeşinin yemekle ilgili sıkıntısının, motor şeridin 1 cm içeri girecek şekilde sağ alın lobunun tamamının alındığı ameliyattan 15 ay *sonra* ortaya çıktığını gösteriyor.

157 A. J. Wilkins, Tim Shallice, R. McCarthy, "Frontal lesions and sustained attention", *Neuropsychologia* 25:359-65 (1987).

157 José V. Pardo, Peter T. Fox, Marcus E. Raichle, "Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography", *Nature* 349: 61-4 (3 Ocak 1991).

157 Paul J. Eslinger, Antonio R. Damasio, "Severe disturbances of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: patient E. V. R.", *Neurology* 35:1731-41 (1985).

157 Nancy C. Andreasen, "Brain imaging: Applications in psychiatry", *Science* 239:1381-8 (1988).

Judith L. Rapoport, "The biology of obsessions and compulsions", *Scientific American* 260(3):82-9 (Mart 1989) ve *The Boy Who Couldn't Stop Washing: The Experience and Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder* (E.P. Dutton, 1989).

160 Farklı depresyon türlerinde sol alın lobunda glikoz metabolizmasının azaldığına dair veriler için bkz. L. Baxter, Jr., J. Schwartz, M. Phelps, J. Mazziotta, B. Guze, C. Selin, R. Gerner, R. Sumida, "Reduction of prefrontal glucose metabolism common to three types of depression", *Archives of General Psychiatry* 46:243-50 (1989).

161 Antonio R. Damasio, Daniel Tranel, Hanna Damasio, "Individuals with so-

ciopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli", *Behavioral Brain Research* 41:81-94 (1990).

161 Dorsolateral prefrontal korteks doğrudan üst kollikulusa uzanır; kollikulus, göz ve kafa hareketlerinin kontrolünde önemli role sahip bir ortabeyin yapısıdır. Orbitofrontal korteks ise doğrudan beyin sapına ve otonom sinir sistemiyle alakalı olan (ayrıca iç organlar ve koku açısından önemli bir duyu alanı olan) omurilik viseral motor yapılarına uzanır. Bkz. Edward J. Neafsey, "Prefrontal autonomic control in the rat: anatomical and electrophysiological observations", *Progress in Brain Research* 85:147-66 (1990).

163 Simon Levay, *The Sexual Brain* (MIT Press, 1993). Ayrıca bkz. genetik bağlantıyla ilgili haber yazısı, *Science* 261:291-2 (16 Temmuz 1993).

10. Bölüm: İnsanın Düşünce ve Ruh Halinde Aksaklıklar Görülmeye Başladığında

Elliot S. Gershon, Ronald O. Rieder, "Major disorders of mind and brain", *Scientific American* 267(3):89-95 (Eylül 1992). Bu bölümdeki istatistiklerin çoğu şu kaynaktan alınmıştır: Nancy C. Andreasen, Donald W. Black, *Introductory Textbook of Psychiatry* (American Psychiatric Press, 1991).

Samuel H. Barondes, *Molecules and Mental Illness* (Freeman, 1992).

Irving I. Gottesman, *Schizophrenia Genesis* (Freeman, 1991).

166 Peter D. Kramer, *Listening to Prozac* (Viking, 1993), s. 165.

166 Kay Redfield Jamison, *Touched with Fire: Manic-depressive illness and the artistic temperament* (Free Press, 1993), s. 125.

168 M. M. Mesulam, "Slowly progressive aphasia without generalized dementia", *Annals of Neurology* 11:592-8 (Haziran 1982).

168 Sergent (1993).

169 J. William Langston, "The case of the tainted heroin: a trail of tragedies leads to a new theory of Parkinson's disease", *The Sciences* 25(1):34-40 (Ocak 1985). Ayrıca bkz. *Science* (25 Şubat 1983).

169 Matti Virkkunen, Judith Dejong, John Bartko, Frederick K. Goodwin, Markku Linnoila, "Relationship of psychobiological variables to recidivism in violent offenders and impulsive fire setters. A follow-up study", *Archives of General Psychiatry* 46:600-3 (Temmuz 1989). Aynı derginin Ocak ve Şubat 1994 sayılarında yayımlanacak olan konuyla ilgili diğer makaleler, intihar teşebbüslerinin yanı sıra Finli alkolik ve hırçın saldırganların, kundakçıların ve sağlıklı gönüllülerin kişilik profilleri ile duruma özgü saldırgan davranışlarını araştırmaktadır. Bu kişilerde koloni stimüle edici faktör (CSF) biyokimyasalları, glikoz metabolizması ve gündüz faaliyet ritimleri özellikle önemlidir.

170 Jamison (1993), s. 29. Ayrıca bkz. Arnold M. Ludwig, *The Price of Greatness* (Guilford'dan yayımlanacak). Kitapta, oyuncuların yüzde 17'sinin, şairlerin

yüzde 13'ünün ve doğabilimcilerin yalnızca yüzde 1'inin (genel nüfus oranı da aynıdır) manik depresif olduğu sonucuna yer veriliyor.

172 Nancy C. Andreasen, "Creativity and mental illness: prevalence rates in writers and their first-degree relatives", *American Journal of Psychiatry* 144:1288-92 (1987).

172 Jamison (1993), s. 60-89. Ayrıca bkz. *New York Times*'ta yayımlanan yazı (12 Ekim 1993).

174 Eric R. Kandel, Robert D. Hawkins, "The biological basis of learning and individuality", *Scientific American* 267(3):79-86 (Eylül 1992).

174 Birçok etkili antidepresanın (ve elektrokonvülsif tedavinin) norepinefrin veya ilgili bileşiklerin reseptörleri bağladığında nöron içinde döngüsel adenozin monofosfatın salımını azalttığına dair veriler şu makalede incelenmektedir: Elliot S. Gershon, Ronald O. Rieder, "Major disorders of mind and brain", *Scientific American* 267(3):89-95 (Eylül 1992).

174 Murray A. Falconer, "Reversibility by temporal-lobe resection of the behavioral abnormalities of temporal-lobe epilepsy", *New England Journal of Medicine*, 289:451-5 (1973).

175 R. L. Suddath, M. F. Casanova, T. E. Goldberg, D. G. Daniel, J. R. Kelsoe, Jr., D. R. Weinberger, "Temporal lobe pathology in schizophrenia: a quantitative magnetic resonance imaging study", *American Journal of Psychiatry* 146:464-72 (Nisan 1989). Temporal lob gri maddesinin hacminin hastalarda kontrol grubundakilerden yüzde 20 daha küçük olduğu ortaya çıkmış (ama nöronların da daha az olduğu anlamına gelmez bu: bkz. Greenough 1975).

Rue L. Cromwell, "Searching for the origins of schizophrenia", *Psychological Science* 4:276-9 (Eylül 1993).

I. I. Gottesman, *Schizophrenia Genesis: The Origins of Madness* (Freeman, 1991).

Daniel R. Weinberger, K. F. Berman, R. Suddath, E. F. Torrey, "Evidence of dysfunction of a prefrontal-limbic network in schizophrenia: a magnetic resonance imaging and regional cerebral blood flow study of discordant monozygotic twins", *American Journal of Psychiatry* 149:890-7 (Temmuz 1992). İkiz kardeşlerden şizofren olanın sol hipokampal kütlesi şizofren olmayan kardeşin sol hipokampal kütlesinden ne kadar farklıysa, Wisconsin kâğıt arama testi sırasında kardeşlerin prefrontal kan akışı faaliyetleri arasındaki fark da o oranda fazladır. Grup olarak şizofren ikizlerde, prefrontal faaliyet, sol ve sağ hipokampal kütlenin her ikisiyle yakından alakalıdır; bu da çalışan bellekle ilişkilendirilen neokortikal limbik nöral ağın büyük bir bölümünde işlev bozukluğu olabileceğine işaret eder.

176 Eric M. Reiman, Maureen J. Fusselman, Peter T. Fox ve Marcus E. Raichle, "Neuroanatomical correlates of anticipatory anxiety", *Science* 243:1071-4 (1989). Normal gönüllü denekler ile panik bozukluğundan mustarip hastaların her ikisinde de şakak lobunun ucunun faal olduğunu gösteren bir PET araştırma-

176 Şakak lobunun iç kısmındaki yapılardan birinin, amigdalanın denetimsiz öfkede rol oynadığına dair bir veri de mevcut. Epizodik denetimsiz öfke belirtileri gösteren hasta sayısı çok azdır. Böyle öfke davranışına çok az insan tanık olmuştur. Çoğu ev içi şiddet, meyhane kavgaları veya isyanlardaki öfke gibi bir öfke değildir bu. Çok ender rastlanan bu hastaların öfkesi, paltonun koluna dokunmak gibi zararsız bir uyaranla tetiklenir ve karşılarındaki kişiyi öldürmeye çalışma raddesine gelir. Bu tür hastaların, müşahede altında oldukları ortamlarda bile, başka insanların yanında bulunmaları tehlikelidir. Bu hastaların bu davranış örüntüleri, şakak lobunun ön kısmı ile amigdala dahil, iç kısımlarının hasarından sonra ortaya çıkar. Bu hasarlı kısımların ameliyatla alınmasının, epizodik öfke davranışını tersine çevirdiği ama normal öfke davranışlarını önlemediği görülmüştür. Amigdalada meydana gelen lokal hasarların da epizodik öfkeyi iyileştirdiği görülmüştür. Bu sorunu gidermek için yapılan bu tip ameliyatlarla ilgili bir değerlendirme için bkz. Edward Hitchcock, V. Cairns, "Amygdalotomy", *Postgraduate Medicine* 49:894-904 (1973) ve Vernon Mark, Frank Erwin, William Sweet, *Neural Basis of Violence and Aggression*, haz. William Sweet ve William Fields (St. Louis, Warren Green, 1975), s. 379-91.

179 Bkz. "Psychosurgery: National Commision issues surprisingly favorable report", *Science* 194:299 (15 Ekim 1976). Ayrıca bkz. *Federal Register* 43(221): 53242 (1978).

181 E. Tan, I. M. Marks, P. Marset, "Bimedial leucotomy in obsessive-compulsive neurosis: a controlled serial inquiry", *British Journal of Psychiatry* 118:155-64 (1971). I. M. Marks, J. L. Birley, M. G. Gelder, "Modified leucotomy in severe agorophobia: a controlled serial inquiry", *British Journal of Psychiatry* 112: 757-69 (1966). R. Storm-Olsen, S. Carlisle, "Bi-frontal stereotactic tractotomy. A follow-up study of its effects on 210 patients", *British Journal of Psychiatry* 118:141-54 (1971). Ameliyat öncesi ve sonrasında davranış ve zekâ testlerinin yapıldığı çalışmalara ilişkin incelemeler için bkz. N. Mitchell-Heggs, D. Kelly, A. Richardson ve Mcleish, s. 327-36, *Modern Concepts in Psychiatric Surgery*, haz. Edward Hitchcock ve diğ. (Elsevier, 1979); Corkin, Twitchell, Sullivan, s. 253-72; N. Mitchell-Heggs, D. Kelly, A. Richardson, "Stereotactic limbic leucotomy – a followup at 16 months", *British Journal of Psychiatry* 128:226-40 (1976).

185 Robert M. Sapolsky, "Stress in the wild", *Scientific American* 262(1):116-23 (1990). Ayrıca bkz. aynı yazarın *Stress, the Aging Brain, and the Mechanisms of Neuron Death* adlı kitabı (MIT Press, 1992).

185 Tourette Sendromu'nda görülen davranış tikleri için bkz. Oliver Sacks, "A surgeon's life", *The New Yorker*, s. 85-94 (16 Mart 1992).

187 Jerome Kagan, J. Stephen Reznick, Nancy Snidman, "Biological basis of childhood shyness", *Science* 240:167-71 (1988). Ayrıca bkz. Kramer (1993) içindeki tartışmalar.

11. Bölüm: Beyni Budayarak Ayarlamak

David H. Hubel, *Eye, Brain, and Vision* (Freeman, 1988).

193 Retina çizimi şu kaynakta yer alan çizimden uyarlanarak hazırlanmıştır: John E. Dowling, Brian B. Boycott, "Organization of primate retina: electron microscopy", *Proceedings of the Royal Society, London* B166:80-111 (1966).

193 Görme korteksindeki birbirine karşıt sol ve sağ göz bölgeleriyle ilgili teorik bir analiz için bkz. Kenneth D. Miller, Joseph B. Keller, Michael P. Stryker, "Ocular dominance column development: analysis and simulation", *Science* 245:605-15 (11 Ağustos 1989). Yazıda ayrıca literatürden konuyla ilgili alıntılar da yer almaktadır.

198 P. R. Huttenlocher, "Synapse elimination and plasticity in developing human cerebral cortex", *American Journal of Mental Deficiency* 88:488-96 (1984).

198 J. Tigges, J. G. Herndon, A. Peters, "Neuronal population of area 4 during the life span of rhesus monkey", *Neurobiology of Aging* 11:201-8 (Mayıs-Haziran 1990). Erginleşmeye başlamış (5.5 yaşından küçük) maymunlarda toplam motor şeridi nöronlarının yaklaşık üçte biri gibi önemli bir kayıp gözlemlenmiştir. Erişkin maymunlarda ise yaşa bağlı nöron kaybı gözlemlenmemiştir.

199 Peter F. Drucker, *Post-capitalist Society* (HarperCollins, 1993), s. 57 (Türkçesi: *Kapitalist Ötesi Toplum*, çev. Belkıs Çorakçı, İstanbul: İnkılâp, 1994).

201 David H. Hubel, "Effects of distortion of sensory input on the visual system of kittens", *The Physiologist* 10:43 (1967).

12. Bölüm: Dili Öğrenmek ve Yeni Baştan Öğrenmek

Patricia S. Kuhl, "Auditory perception and the evolution of speech", *Human Evolution* 3:21-45 (1988).

John L. Locke, *The Child's Path to Spoken Language* (Harvard University Press, 1993).

Oliver Sacks, *Seeing Voices: A Journey into the World of the Deaf* (University of California Press, 1989; Türkçesi: *Sesleri Görmek: Sağırların Dünyasına Bir Yolculuk*, çev. Osman Yener, İstanbul: YKY, 2001).

202 Noam Chomsky, "Language and the mind", *Psychology Today* (Şubat 1969).

203 Örneğin bkz. Patricia K. Kuhl, Karen A. Williams, Francisco Lacerda, Kenneth N. Stevens, Björn Lindblom, "Linguistic experience alters phonemic perceptions in infants by 6 months of age", *Science* 255:606-8 (31 Ocak 1992), s. 535. Daha ayrıntılı bilgi için bkz. haz. M. J. S. Weiss, P. R. Zelazo, *Newborn Attention* (Ablex, 1991).

204 Steven Harnad (haz.), *Categorical Perception* (Cambridge University Press, 1987).

205 John H. Kaas, "Plasticity of sensory and motor maps in adult mammals", *Annual Reviews of Neuroscience* 14:137-67 (1991).

William M. Jenkins, Michael M. Merzenich, Greg H. Recanzone, "Neocortical representational dynamics in adult primates: implications for neuropsychology", *Neuropsychologia* 28:573-84 (1990).

Michael M. Merzenich, Greg H. Recanzone, William M. Jenkins, K. A. Grajski, "Adaptive mechanisms in cortical networks underlying cortical contributions to learning and nondeclarative memory", *Cold Spring Harbor Symposia for Quantitative Biology* 55:873-87 (1990).

205 Alvaro Pascual-Leone, Fernando Torres, "Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers", *Brain* 116:39-52 (Şubat 1993).

205 Tim C. Pons, Preston E. Garraghty, Alexander K. Ommaya, Jon H. Kaas, Edward Taub, Mortimer Mishkin, "Massive cortical reorganization after sensory deafferentation in adult macaques", *Science* 252:1857-60 (28 Haziran 1991). Ayrıca bkz. Preston E. Garraghty, Jon H. Kaas, "Large-scale functional reorganization in adult monkey cortex after peripheral nerve injury", *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)* 88(16):6976-80 (15 Ağustos 1991). Bu arada bu maymunlar, hayvan hakları savunucularının mahkemelerde ve medyada bu yapılanların değersiz bilim olduğunu iddia edip himaye altına almaya çalıştıkları "Silver Springs" maymunlarının ta kendisi. Kaza sırasında, gidona sıkı sıkıya yapışmış halde motorun ön tarafına düşen motorsikletçilerin çoğu bu maymunlarda oluşturulan hasara benzer hasarlardan mustariptir: El ve kollardan gelen duyu aksonlarının omuriliğe giriş kısımları zedelenir. Bu bilimsel raporları okuduktan sonra konuyla ilgili gazetede çıkan haberleri okuyunca insan, her şeyi bildiğini sanan kör cahillerin bu anlaşmazlıktaki rolünü çok daha iyi anlıyor. Bunun için en revaçta tedavilerden biri, Carolyn Fraser, "The raid at Silver Springs", *The New Yorker* (19 Nisan 1993), s. 66 vd.

207 Maureen Dennis, Harry Whitaker, "Language acquisition following hemidecortication: Linguistic superiority of the left over the right hemisphere", *Brain and Language* 3:404-33 (1976).

209 Dört yaşındaki bir çocukta, yaygın nesnelerin adlandırılması sırasında çıkarılan uyarı haritasından yararlanılarak yapılan dil lokalizasyonuna bir örnek için bkz. George Ojemann, Jeff Ojemann, Ettore Lettich, Mitchell Berger, "Cortical language localization in left, dominant hemisphere", *Journal of Neurosurgery* 71:316-26 (1989).

209 Dil öğrenmeyi gösteren grafik, şu kaynaktan uyarlanmıştır: Eric H. Lenneberg, *Biological Foundations of Language* (Wiley, 1966), s. 133.

212 Richard P. Meier, "Language acquisition by deaf children", *American Scientist* 79:60-70 (Ocak-Şubat 1991).

213 Ulusal Sağlık Enstitüsü, Yönetim Dairesi, "Early identification of hearing impairment in infants and young children", *NIH Consensus Statement* 11 (1 Mart 1993). Enstitü, altı aylık olmadan bütün işitme engelli bebeklerin tespit edilmesini ve tedavi edilmesini öneriyor.

213 Oliver Sacks, *Seeing Voices* (University of California Press, 1989).

215 Susan Curtiss, *Genie: A Psycholinguistic Study of a Modern-Day "Wild Child"* (Academic Press, 1977).

216 İki başarılı bonobonun geç başlayan akrabalarının başarısızlığı: Kişisel irtibat, E. Sue Savage-Rumbaugh, 1993.

217 Afazide kendiliğinden iyileşmeyi etkileyen etkenler için bkz. Audrey Holland, "Recovery in aphasia", *Handbook of Neuropsychology*, haz. François Boller, Jordan Graphman (Elsevier, 1989), cilt 2, s. 83-90. Afaziyle ilgili terapilerin etkileri için bkz. Martha Sarno, "Recovery and rehabilitation in aphasia", *Aquired Aphasia*, haz. Marta Sarno (Academic Press, 1981), s. 485-529.

217 Michael Gazzaniga, "Right hemisphere language following brain bisection: a 20-year perspective", *American Psychologist* 38:525-37 (1983).

218 İnme hastalarında alışılmadık yerlerde adlandırma yerlerinin yokluğu: G. A. Ojemann, yayımlanmamış veri.

219 J. William Langston, "The case of the tainted heroin: a trail of tragedies leads to a new theory of Parkinson's disease", *The Sciences* 25(1):34-40 (Ocak 1985). P. L. McGeer, J. S. Suzuki, "Aging and extrapyramidal function", *Archives of Neurology* 34:33-5 (1977). Ayrıca bkz. P. L. McGeer, E. G. McGeer, "Aging and neurotransmitter systems", *Parkinson's Disease-II. Aging and Neuroendoctrine Relationships*, haz. C. E. Finch ve diğ., s. 41-57 (Plenum, 1978). Daha yeni bir tartışma için bkz. James A. Mortimer, "Human motor behavior and aging", *Annals of the New York Academy of Sciences* 515:54-65 (1988).

13. Bölüm: Görsel İmgeyi Parçalamak

David H. Hubel, *Eye, Brain, and Vision* (Scientific American Books, 1988).

Semir Zeki, *A Vision of the Brain* (Blackwell Scientific Publications, 1993).

Margaret Livingstone, David H. Hubel, "Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception", *Science* 240:740-9 (1988).

Dale Purves, D. R. Riddle, A.-S. Lamantia, "Iterated patterns of brain circuitry (or how the brain gets its spots)", *Trends in the Neurosciences* 15:362-8 (1992).

Jeniffer S. Lund, "Anatomical organization of macaque monkey striate visual cortex", *Annual Reviews of Neuroscience* 11:253-88 (1988).

222 E. M. Gombrich, *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation* (Phaidon Press, 1959; Türkçesi: *Sanat ve Yanılsama: Resim Yoluyla Betimlemenin Psikolojisi*, çev. Ahmet Cemal, Istanbul: Remzi, 1992).

224 Floyd Ratliff, *Mach Bands: Quantitative Studies on Neural Networks in the Retina* (Holden-Day, 1965).

225 İki retinal ganglion hücresinden gelen tepkileri gösteren haritalar şu kaynaktan alınmıştır: Robert W. Rodieck, *The Vertebrate Retina: Principles of Structure and Function* (Freeman, 1973).

225 Roy M. Pritchard, "Stabilized images on the retina", *Scientific American* s. 72-91 (Haziran 1961).

228 Margaret S. Livingstone, "Art, illusion and the visual system", *Scientific American* 258(1):78-85 (Ocak 1988).

228 Margaret S. Livingstone, Glenn D. Rosen, Frank W. Drislane, Albert M. Galaburda, "Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia", *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)* 88:7943-7 (15 Eylül 1991). Düşük kontrastlı uyaranlarla oluşan görsel uyarılmış potansiyeller disleksiklerde gecikir. Disleksiklerde, parvoselüler katmanlarda lateral genikulat nükleus normal görünmekle birlikte, magnoselüler katmanlarda hücre gövdelerinde yüzde 27'lik bir azalma söz konusudur.

228 David H. Hubel, Torsten N. Wiesel, "Brain mechanisms of vision", *Scientific American* 241(3) (Eylül 1979).

231 David H. Hubel, Torsten N. Wiesel, "Functional architecture of macaque monkey visual cortex", *Proceedings of the Royal Society, London* 198B:1-59 (1977). Ayrıca bkz. John G. Nicholls, A. Robert Martin, Bruce G. Wallace, *From Neuron to Brain*, 3. basım (Sinauer, 1992).

232 Gian E. Chatrian, Ettore Lettich, L. H. Miller, John R. Green, "Pattern-sensitive epilepsy. I. An electrographic study of its mechanisms", *Epilepsia* 11:125-49 (1970).

232 Margaret S. Livingstone, David H. Hubel, "Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth", *Journal of Neuroscience* 7:3416-68 (1987).

232 Semir Zeki, "The visual image in mind and brain", *Scientific American* 267 (3):42-50 (Eylül 1992).

232 D. C. Van Essen, C. H. Anderson, D. J. Fellman, "Information processing in the primate visual system: an integrated systems perspective", *Science* 255: 419 (1992).

233 Aslında üçgen alıcılar mümkün: Bkz. Gyula Sáry, Rufin Vogels, Guy A. Orban, "Cue-invariant shape selectivity of macaque inferior temporal neurons", *Science* 260:995-7 (14 Mayıs 1993).

233 Renkli görme için bkz. "Color vision" ve "Thomas Young", *The Oxford Companion to the Mind*, haz. Richard L. Gregory (Oxford University Press, 1987). Koni türleri için bkz. Edward F. Macnichol, Jr., "Three-pigment color vision", *Scientific American*, s. 64 (Aralık 1964).

235 Tatla ilgili kombinasyon teorisi için bkz. Robert P. Erickson, "On the neural bases of behavior", *American Scientist* 72:233-41 (Mayıs-Haziran 1984). *The Cerebral Symphony*'nin 359. sayfasındaki bir dipnotta, bu teorinin görme korteksinin on sekiz temel kalıp türü ile açıya hassas nöronlara uygulanışı tartışılır.

235 Donald O. Hebb, *The Organization of Behavior* (Wiley, 1949). Ayrıca bkz. Peter M. Milner, "The mind and Donald O. Hebb", *Scientific American* 268(1): 124-9 (Ocak 1993).

235 Antonio Damasio, "Prosopagnosia", *Trends in the Neurosciences* 8:132-45 (1985). Antonio Damasio, Daniel Tranel, Hanna Damasio, "Facial agnosia and the neural substrates of memory", *Annual Review of Neuroscience* 13:9-109 (1990). Justine Sergent, Jean-Louis Signoret, "Varieties of functional deficits in prosopagnosia", *Cerebral Cortex* 2:375-88 (1992).

14. Bölüm: Beynin Dili Bölümlere Ayırışı

George A. Ojemann, Otto D. Creutzfeldt, "Language in humans and animals: contribution of brain stimulation and recording", *Handbook of Physiology. Section 1: The Nervous System, Volume 5 part 2, The Higher Functions of the Brain*, haz. Vernon B. Mountcastle, Fred Plum ve Steven R. Geiger (American Physiological Society, 1987).

Steven E. Petersen, P. T. Fox, A. Z. Snyder, "Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli", *Science* 249:1041-4 (1990).

M. Paradis, "Bilungualism and aphasia", *Studies in Neurolinguistics* 3:65-122 (1977).

238 George Ojemann, Harry Whitaker, "The bilungual brain", *Archives of Neurology* 35:409-12 (1978). Bir hastada farklı Çin diyalektlerinde adlandırmada, ayrı alanların zaruri olduğu saptanmıştır. Anadiline veya ikinci dile ya da insanın iyi kötü akıcı konuştuğu dillere özgü örüntüler olup olmadığı belli değildir.

239 Ursula Bellugi, Howard Poizner, Edward S. Klima, "Language, modality, and the brain", *Trends in Neurosciences* 12(10):380-8 (1989). Ayrıca bkz. Michael M. Haglund, George A. Ojemann, Ettore Lettich, Ursula Bellugi, David Corina, "Dissociation of cortical and single unit activity in spoken and signed languages", *Brain and Language* 44:19-27 (Ocak 1993).

241 Alet isimlerini muhafaza eden ama hayvan isimlerini muhafaza edemeyen bir hasta şu kaynakta tarif ediliyor: Antonio Damasio, "Synchronous activation in multiple cortical regions; a mechanism for recall", *Seminars in the Neurosciences* 2:287-96 (1990). Bir inmeden sonra bir semantik kategoriyi muhafaza edip başkasını muhafaza edemeyen başka bir hasta da şu kaynakta geçiyor: J. Hart, R. Berndt, A. Caramazza, "Category-specific naming deficit following cerebral infarction", *Nature* 316:439-40 (1985). Adlandırma için gerekli olan beyin alanlarının, isimlerden fiil türetilirken kullanılan beyin alanlarından ayrıldığını göste-

ren uyarı haritası verileri için bkz. Jeff Ojemann, George Ojemann, Ettore Lettich, "Cortical stimulation during a language task with known blood flow changes", *Society for Neuroscience Abstracts* 19:1808 (1993). İsimlerden fiil türetme sırasında faal olan beyin alanlarının PET taramasıyla yapılan lokalizasyon çalışmaları için bkz. Marcus Raichle, "Exploring the mind with dynamic imaging", *Seminars in the Neurosciences* 4:307-15 (1990). Yakın dönemlerde bu grup, bu dil işlevi için PET lokalizasyonunun, deneğin fiil türetilecek isimlerin listesini daha önce çalışıp çalışmadığına bağlı olarak farklılık gösterdiğine dair veriler sunmuştur. Uyarı haritasının konuşma sesinin tanınması ve ağız-yüz konuşma jestleri (hareketleri) üzerindeki etkileri için bkz. George A. Ojemann, Catherine Mateer, "Human language cortex: localization of memory, syntax, and sequential motor-phoneme identification systems", *Science* 205:1401-3 (1979).

241 Sözdizimi örnekleri için bkz. George A. Ojemann, "Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping", *Behavioral and Brain Sciences* 6(2):189-230 (1983).

244 Seslerin değişim hızı özellikle önemli olabilir: J. Schwartz, Paula Tallal, "Rate of acoustic change may underlie hemispheric specialization", *Science* 207:1380-1 (1980).

245 Itzhak Fried, George Ojemann, Eberhard Fetz, "Language-related potentials specific to human language cortex", *Science* 212:353-6 (1981). Ayrıca bkz. George Ojemann, Itzhak Fried, Ettore Lettich, "Electrocorticographic (ECoG) correlates of language: I. Desynchronization in temporal language cortex during object naming", *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 73:453-63 (1989).

246 Tamamlayıcı motor alanın alınmasından sonra genellikle görülen geçici, ama ciddi dil kusurlarının ayrıntılı tarifi için bkz. Robert Rostomily, Mitchell Berger, George Ojemann, Ettore Lettich, "Postoperative deficits and functional recovery following removal of tumors involving the dominant hemisphere supplementary motor area", *Journal of Neurosurgery* 75:62-8 (1991).

Beynin uyarı haritasının çıkarılması ve nöron kaydı çalışmalarından yararlanarak maymunların konuşma sesi çıkarmaları üzerinde yapılan araştırmalar için bkz. George Ojemann, Otto Creutzfeldt, "Language in humans and animals: contribution of brain stimulation and recording", *Handbook of Physiology, the Nervous System, volume 5, Higher Functions of the Brain*, haz. Vernon Mountcastle, Fred Plum, Steven Geiger, s. 675-99 (American Physiological Society, 1987).

15. Bölüm: Neden Bu Kadar İyi Okuyabiliyoruz?

Yalnızca dil konusunda genel bir bilgi için bkz. David Crystal, *The Cambridge Encyclopedia of Language* (Cambridge University Press, 1987).

Antonio Damasio, Hanna Damasio, "The anatomic basis of pure alexia", *Neurology* 33:1573-1583 (1983).

Albert M. Galaburda (haz.), *Dyslexia and Development* (Harvard University Press, 1993).

Margaret Livingstone, "Parallel prosessing in the visual system and the brain: Is one subsystem selectively affected in dyslexia?", *Dyslexia and Development*, haz. Albert M. Galaburda (Harvard University Press, 1993).

Paula Tallal, Roslyn Holly Fitch, "Hormones and cerebral organization: implications for the development and transmission of language and learning disabilities", *Dyslexia and Development*, haz. Albert M. Galaburda (Harvard University Press, 1993).

252 Aleksi ve dikkat bozuklukları için bkz. Michael I. Posner, "Attention as a cognitive and neural system", *Current Directions in Psychological Science* 1:11-4 (Şubat 1992).

252 Margaret S. Livingstone, Glenn D. Rosen, Frank W. Drislane, Albert M. Galaburda, "Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia", *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)* 88:7943-7 (15 Eylül 1991).

254 Disleksi erkeklerde daha yaygındır, ama bu baskınlık önceleri sanıldığından daha azdır. Bkz. W. James, "The sex ratios of dyslexic children and their sibs", *Developmental Medicine and Child Neurology* 34:530-3 (1992). 15. kromozomdaki anormallikleri bazı ailevi disleksi vakalarıyla ilişkilendiren veriler için bkz. S. Smith, W. Kimberling, B. Pennington, H. Lubs, "Specific reading disability: identification of an inherited form through linkage analysis", *Science* 219:1345-7 (1983). Geschwind'in disleksi, alerjiler, solaklık ve olağandışı matematik yeteneklerinin kökeniyle ilgili hipotezinin yeni bir değerlendirmesi için bkz. Albert M. Galaburda, "The testosterone hypothesis: reassessment since Geschwind and Behan", *Annals of Dyslexia* 40:18-38. Otoimmün ve öğrenme bozuklukları olan fareler hakkında daha fazla bilgi için bkz. V. Dennenberg, G. Sherman, L. Schrott, G. Rosen, A. Galaburda, "Spatial learning, discrimination learning, paw preference, and neocortical ectopias in two autoimmune strains of mice", *Brain Research* 562:98-104 (1991).

255 George A. Ojemann, "Some brain mechanisms for reading", *Brain and Reading* içinde, haz. Curt Von Euler (Macmillan, 1989), s. 47-59.

256 Nörolojik bozuklukların maliyeti ile bu bozukluklardan mustarip hasta sayısı, Society for Neuroscience'ın (Sinirbilim Derneği) 1993'te çeşitli federal kaynaklardan topladığı verilere dayanmaktadır. 1990'da ArGe harcamalarının yaklaşık yüzde 3,3 olduğu bilgisi şuradan alınmıştır: Donald C. Harrison, "Science for the 21st Century: the coming biomedical revolution", *Preparing Science in the 21st Century*, haz. Donald C. Harrison, Marian Osterweis, Elaine R. Rubin (Association of Academic Health Centers, Washington DC, 1991), s. 5.

258 Kırtasiye maliyetleri için bkz. *New England Journal of Medicine*'daki makale ve başyazı (5 Ağustos 1993).

260 Christina Enroth-Cugell, John G. Robson, "The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat", *Journal of Physiology* 187:517-52 (1966).

260 Keşiflerin aslında ne kadar yararlı oldukları konusundaki cehalet diz boyu, bu nedenle yasama meclisi, araştırmacıların "ilginç sorunlar"la ilgili keskin içgüdülerinin peşinden gitmelerine izin vermek yerine, belli hastalıklara araştırma fonu çıkarmaktadır.

261 Lewis Thomas'tan yapılan alıntılar için kendisinden ve ilk yayımlandıkları *New England Journal of Medicine*'dan izin alınmıştır. Bu alıntılara şu kaynaktan da ulaşılabilir: Lewis Thomas, *The Lives of a Cell* (Viking, 1974), s. 36-42.

16. Bölüm: Şeyleri Yeni Biçimlerde Sıraya Dizmek

İnsanda dilin kortikal örgütlenişiyle ilgili yeni genel fikirler için bkz:

Doreen Kimura, *Neuromotor Mechanisms in Human Communication* (Oxford University Press, 1993).

George A. Ojemann, "Cortical organization of language", *Journal of Neuroscience* 11:2281-7 (Ağustos 1991); "Cortical organization of language and verbal memory based on intraoperative investigations", *Progress in Sensory Physiology* 12:193-230 (1991).

David Corina, Jyotsna Vald, Ursula Bellugi, "The linguistic basis of left hemisphere spetialization", *Science* 255:1258-60 (6 Mart 1992).

262 George A. Ojemann, Catherine Mateer, "Human language cortex: localization of memory, syntax, and sequential motor-phoneme identification systems", *Science* 205:1401-3 (1979).

264 J. P. Mohr, "Broca's area and Broca's aphasia", *Studies in Neurolinguistics*, haz. Harry Whitaker, Hanna A. Whitaker (Academic Press, 1976).

265 Birçok primatolog Jane Goodall'ın *The Chimpanzees of Gombe*'deki (Harvard University Press, 1986) "36 konuşma sesi" listesini daha da genişletebilir. Ama şu nokta hâlâ geçerliliğini korumaktadır: İnsanların anlamsız sesbirim listesi, şempanzelerin çıkardıkları anlamlı seslerin listesi kadar uzundur neredeyse.

266 İnsanı beyninin geçirdiği değişim için bkz. Dean Falk, *Braindance* (Henry Holt, 1992). Beyin kıvrımıyla ilgili genel bir tartışma için bkz. John W. Prothero, John W. Sundsten, "Folding of the cerebral cortex in mammals", *Brain, Behavior, and Evolution* 24:152-67 (1984).

267 John Hughlings Jackson, "Remarks on evolution and dissolution of the nervous system", *The Journal of Medical Science* 33:25-48 (1887-88).

267 William H. Calvin, "A stone's throw and its launch window: timing precision and its implications for language and hominid brains", *Journal of Theoretical Biology* 104:121-35 (1983).

268 Otto Creutzfeldt, George Ojemann, Ettore Lettich, "Neuronal activity in the human lateral temporal lobe. I. Responses to speech", *Experimental Brain Research* 77:451-75 (1989).

Otto Creutzfeldt, George Ojemann, Ettore Lettich, "Neuronal activity in the human lateral temporal lobe. II. Responses to the subject's own voice", *Experimental Brain Research* 77:476-89 (1989).

Otto Creutzfeldt, George Ojemann, Ettore Lettich, "Neuronal activity in the human lateral temporal lobe. III. Activity changes during music", *Experimental Brain Research* 77:490-8 (1989).

269 Doreen Kimura, "Sex differences in the brain", *Scientific American* 267 (3):81-7 (Eylül 1992).

270 İnsansı beyin evriminde kilit öneme sahip bir unsur olarak sıralama yeteneği için bkz. W. H. Calvin, *The Ascent of Mind: Ice Age Climates and the Evolution of Intelligence* (Bantam, 1990).

270 Kortikal uzmanlaşmalarla ilgili konuşmalar nedeniyle meydana gelen karışıklıklarla ilgili modern bir tartışma için bkz. Robert Efron, *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization* (Erlbaum, 1990), s. 3-16.

17. Bölüm: Şakak Lobunun Derinliklerinde, Beyin Sapının Hemen Karşısında

Olağan epilepsi ameliyatının tam adı *anterior temporal lobektomi*. Konuyla ilgili daha fazla bilgi için bkz. Wilder Penfield, Theodore Rasmussen, *The Cerebral Cortex of Man* (Macmillan, 1950). Unkusta yara açmanın Latince karşılığı *mesial sclerosis*. Unkus herniasyonuyla ilgili resmimizi şuradan aldık: John Nolte, *The Human Brain: An Introduction to its Functional Anatomy*, 3. basım (Mosby, 1993); dikkat ederseniz, sağ ve sol tarafın seviyesi farklıdır ve unkus aslında şakak lobunun alt yüzeyinin üçte ikisi kadar ileridedir.

275 R. Ivnik, F. Scharbough, E. Laws, "Effects of anterior temporal lobectomy on cognitive functions", *Journal of Clinical Psychology* 43:128-37 (1987); Robert Efron, Paul Crandall, "Central auditory processing. II. Effects of anterior temporal lobectomy", *Brain and Language* 19:237-53 (1983); Robert Efron, Paul Crandall, B. Koss, P. Divenyi, E. Yund, "Central auditory processing. III. The 'cocktail party' effect and anterior temporal lobectomy", *Brain and Language* 19:254-63 (1983).

280 Epilepside insan hipokampusunun onarım sürecinin bir parçası olan reinervasyonun aşırı uyarıya neden olabileceğine dair veriler için bkz. Thomas Babb ve diğ., "Aberrant synaptic reorganization in human epileptic hippocampus: evidence for feedforward excitation", *Dendron* 1:7-25 (1992) ve Tom Sutula ve diğ., "Mossy fiber synaptic reorganization in epileptic human temporal lobe", *Annals of Neurology* 26:321-30 (1989).

281 Epilepsi ameliyatından beş yıl sonra, nöbetlerinden kurtulmuş olan hastalar, hayat kalitelerinin çeşitli standart ölçülere göre önemli derecede yükseldiğini belirtiyorlar. Ameliyat oldukları sıralarda çalışma hayatında olanlar ameliyattan sonra beş yıl içinde daha iyi iş buluyor, öğrenci olanlarsa bu zaman zarfında ça-

lışma hayatına atılıyor, zira ameliyat olan epileptikler tıbbi bakımla hayatlarını sürdüren epileptiklerden daha fazla iş bulma imkânına sahip oluyor. Larry Batzel, Robert Fraser, "Resection surgery for epilepsy: outcome and quality of life", *Epilepsy Surgery*, haz. Dan Silbergeld, George Ojemann, *Neurosurgical Clinics of North America*, 4:345-51 (Nisan 1993). Ama başka araştırmalarda, bu iki hasta grubunun aksine, okumayan ve işsiz olan hastaların, nöbetleri ameliyatla kontrol altına alınsa bile pek iş bulamadığı da ortaya çıkmıştır. Epilepsi ilaçlarına cevap vermeyen hastaları ergenlik döneminde ameliyat edip etmeme kararında önemli bir tartışma konusudur bu.

281 Michael M. Haglund, Linda Moretti Ojemann, "Seizure outcome in patients undergoing temporal lobe resections for epilepsy", *Neurosurgical Clinics of North America* 4:337-44 (Nisan 1993).

281 "National Institutes of Health Consensus Conference: Surgery for Epilepsy", *Journal of the American Medical Association* 264:729-33 (1990). Konferansta, epilepside rezeksiyon cerrahisinin, uygun hastalarda nöbetlerin kontrol altına alınmasında etkili olduğunun kanıtlandığı sonucuna varılmıştır.

282 Eyaletlerden biri, yani Oregon, diğer tıbbi bakım türlerinin mevcudiyetini sağlamak amacıyla yapılan fon paylaştırma çalışmasında ilk önce epilepsi cerrahisi için devlet yardımını kesmeye çalışmıştı.

18. Bölüm: Anlatıcının Peşinde

Bu bölümle ilgili genel bilgi için bkz. W. H. Calvin, *The Cerebral Symphony: Seashore Reflections on the Structure of Consciousness* (Bantam, 1989).

Marvin Minsky, *The Society of Mind* (Simon & Schuster, 1985).

Antonio R. Damasio, "Synchronous activation in multiple cortical regions: a mechanism for recall", *Seminars in the Neuroscienees* 2:287-96 (Ağustos 1990).

Francis Crick, Christof Koch, "The problem of consciousness", *Scientific American* 267(3):111-7 (Eylül 1992) ve "Towards a neurobiological theory of consciousness", *Seminars in the Neurosciences* 2:262-76 (Ağustos 1990).

Howard Eichenbaum, "Thinking about brain cell assemblies", *Science* 261:993-4 (20 Ağustos 1993).

Christof Koch, Joel E. Davis (haz.), *Large-Scale Neuronal Theories of the Brain* (MIT Press, 1994).

Michael S. Gazzaniga (haz.), *The Cognitive Neurosciences* (MIT Press, 1994).

290 B. L. J. Kaczmarek, "Neurolinguistic disturbances of verbal utterances in patients with focal lesion of frontal lobes", *Brain and Language* 21:52-8 (1984).

290 Maymunlarda Orta Temporal adıyla bilinen ekstrastriate görme alanı bazen V5 olarak adlandırılır, çünkü insanlarda bu alan artkafa ve şakak loblarının sınırında, bu lobların alt yüzeyinde, ama çoğunlukla yan uçlarında yer alır. İnsan görme alanı maymunlara oranla yalnızca iki kat büyükken, toplam korteks alanı

on kat büyüktür. Sonuçta, maymunlarda orta şakak lobunuk korteksinde bulunan birçok görme alanı insanlarda artkafa lobuna yakın olabilir.

291 Antonio R. Damasio, Daniel Tranel, "Nouns and verbs are retrieved with differently distributed neural systems", *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)* 90:4957-60 (1 Haziran 1993).

Gregory McCarthy, Andrew M. Blamire, Douglas L. Rothman, Rolf Gruetter, Robert G. Shulman, "Echo-planar magnetic resonance imaging studies of frontal cortex activation during word generation in humans", *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)* 90:4952-6 (1 Haziran 1993).

292 John Hart, Barry Gordon, "Neural subsystems for object knowledge", *Nature* 359:60-4 (1992). Bu yazıda, görme temelli üst düzey temsiller ile dil temelli üst düzey temsiller arasındaki önemli bir ayrımla ilgili veriler yer alıyor. *The New York Times*'ta 15 Eylül 1992 tarihinde, s. C3'te yayımlanan makalede konuyla ilgili genel bir bilgiye ulaşılabilir.

294 Renk kavramlarıyla ilişkili dil girusu alanlarının, maymun literatüründe V2 ve V4 adıyla bilinen ekstrastriate görme alanlarına benzediği düşünülüyor. Bkz. Hanna Damasio, Antonio R. Damasio, *Lesion Analysis in Neuropsychology* (Oxford University Press, 1989).

Antonio R. Damasio, Hanna Damasio, Daniel Tranel, John P. Brandt, "Neural regionalization of knowledge access: preliminary evidence", *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 55:1039-47 (1990).

Antonio R. Damasio, "Time-locked multiregional retroactivation: a systems-level proposal for the neural substrates of recall and recognition", *Cognition* 33:25-62 (1989).

297 Daniel C. Dennett, *Consciousness Explained* (Little, Brown, 1991).

297 Peter M. Milner, "A model for visual shape recognition", *Psychological Reviews* 81:521-35 (1974).

297 Andreas K. Engel, Peter König, Andreas K. Kreiter, Thomas B. Schillen, Wolf Singer, "Temporal coding in the visual system: new vistas on integration in the nervous system", *Trends in Neuroscience* 15:218-26 (Haziran 1992) ve Wolf Singer, "Synchronization of cortical activity and its putative role in information processing and learning", *Annual Review of Psychology* 55:349-74 (1993) Ayrıca bkz. Steven H. Strogatz, Ian Stewart, "Coupled oscillators and biological synchronization", *Scientific American* 269(6):102-9 (Aralık 1993).

298 İnsanların belli semantik kategorilere özgü gibi görünen talamuslarındaki nöronal faaliyetin zamansal örüntülerini Natalia Bechtereva ile St. Petersburg'daki Deneysel Tıp Enstitüsü'nden meslektaşları bildirmiştir. Bkz. N. P. Bechtereva, P. V. Bundzen, Y. L. Gogolitsin, V. N. Malyshev, P. D. Perepelkin, "Neurophysiological codes of words in subcortical structures of the human brain", *Brain and Language* 7:145-63 (1979). Belli sözcüklere karşılık belli faaliyet örüntüleri bulunduğu anlaşılan şakak lobu nöronlarının tasviri için bkz. Otto Creutzfeldt,

George Ojemann, Ettore Lettich, "Neuronal activity in human lateral temporal lobe. I. Responses to speech", *Experimental Brain Research* 77:451-75 (1989).

298 Frances H. Rauscher, Gordon L. Shaw, Katherine N. Ky, "Music and spatial task performance", *Nature* 365:611 (14 Ekim 1993). Mozart dinlemek insana, mekânsal IQ testlerinde yaklaşık on beş dakika boyunca dokuz puan yüksek bir performans sağlıyor.

298 Peter F. Drucker, *Post-capitalist Society* (HarperCollins, 1993).

300 Kenneth J. W. Craik, *The Nature of Explanation* (Cambridge University Press, 1943), s. 61.

302 Ursula Bellugi, A. Bihrle, T. Jernigan, D. Trauner, S. Doherty, "Neuropsychological, neurological, and neuroanatomical profile of Williams sydrome", *American Journal of Medical Genetics, Supplement* 6:115-25 (1990). Bu çalışmada, Williams sendromlu ergenler ile benzer yaş ve IQ'lara sahip Down sendromlu ergenlerin dil ve bilişsel işlevleri karşılaştırılıyor. Williams sendromlu bireylerde olağandışı bir yüksek kortikal işlev bölünmesi ve belirgin bilişsel kusurlar görülür, ama belli sözdizimlerini seçerek muhafaza ettikleri de bilinmektedir.

306 William H. Calvin, "The brain as a Darwin Machine", *Nature* 330:33-4 (5 Kasım 1987).

306 Bir başka örnek de "genetik" algoritma olarak adlandırılan hesaplama tekniğidir; bkz. John H. Holland, "Genetic algorithms", *Scientific American* 267(1):66-72 (Temmuz 1992). Evrimin yaratıcı gücünün gizlice dinlenmesiyle birlikte, genetik algoritmalar doğrusal olmayan simgesel gerilemede, otomatik programlamada, tesis planlamada vs. kullanılan yaygın bir araştırma tekniği haline gelmiştir.

310 William H. Calvin, "Islands in the mind: dynamic subdivisions of association cortex and the emergence of a Darwin Machine", *Seminars in the Neurosciences* 3(5):423-33 (1991).

310 Frederick David Abraham ve Ralph H. Abraham, Christopher D. Shaw, *A Visual Introduction to Dynamical Systems Theory for Psychology* (Aerial Press, Santa Cruz, 1990). James Gleick, *Chaos* (Viking, 1987), s. 140 (Türkçesi: *Kaos*, çev. Fikret Üçcan, Ankara: TÜBİTAK, 2006).

311 John H. R. Maunsell, William T. Newsome, "Visual processing in monkey extrastriate cortex", *Annual Review of Neuroscience* 10:363-401 (1987).

311 William H. Calvin, "Error-correcting codes: Coherent hexagonal copying from fuzzy neuroanatomy", *World Congress on Neural Networks* 1:101-4 (1993) ve William H. Calvin, "The emergence of intelligence", *Scientific American* 271(4): 100-7 (Ekim 1994).

Yazarın Notu

İlk kitabımız *Inside the Brain*'in (NAL, 1980) baskısı yıllar önce tükendi. O kitapta da Neil adında bir hastanın beyin ameliyatı baştan sona anlatılıyorsa da, elinizdeki kitap o kitabın yeniden gözden geçirilmiş hali değil. Psikocerrahiyle ilgili birkaç sayfa ve birkaç şekil dışında bu kitap benzer bir düzende yazılmış yepyeni bir kitap. *Inside the Brain*, acı ve yenilenme (rejenerasyon) gibi birçok başlık taşıyor, ama serebral kortekse odaklandığımız için bu başlıklara bu kitapta yer vermedik. İki kitap arasında geçen on dört yıllık süre içinde kortikal mekanizmalarla ilgili bilgimiz muazzam arttı.

Dizin

Adlandırma alanları: alın lobunda, 66
duvar lobunda, 69
esneklik, 219
hasar, 66; tanım, 58
Adlandırma, 61, 66, 209, 245, 311, 323
Afazi, 54, 58, 322, 324, 342
alıcı afazi, 56
anomik, 58
ve apraksi, 269
Broca afazisi, 54
ifade afazisi, 54
iki dilli hastalar, 238
iletim afazisi, 62
transkortikal afazi, 62
Wernicke afazisi, 56
Akson, 42, 43, 102, 107, 110, 112-6, 119-20, 146, 190, 194, 227-8, 320,327
Aleksi, 252, 346
Algı, 140, 176, 226, 289
derinlik, 195-5
kategorik, 204
konuşma sesleri, 263
Alıcı alan, 189
açı, 231
basit, 232
deri, 223
karmaşık, 232
Meksika şapkası, 231
optimal uyaranlar, 229
retina, 224
sonlu çizgili, 232-3
tanım, 189
uzun, 229
Alıcı moleküller. 108, 110, 112, 117
glütamat, 147
ikinci mesajcı, 117, 331
şizofreni, 174, 181
Alın lobu, 27,29,50
alın lobunun dil alanları, 54-5
anı hatırlama sırasında, 133
bellek sorunları, 135-6
duygular, 163
epilepsi ameliyatları, 157
gruplama, 138-9
ve Huntington hastalığı, 136
işlev lokalizasyonu, 157
karar alma, 152
mevcut olmayan nesnelerin temsili, 94
otonom belirtiler, 185
planlama, 157
premotor, 154
psikocerrahi, 180-1
ve talamus, 160
talamusla bağlantıları, 95
teyakkuz halinde yapılan görevler, 94
tümörler, 161, 175
Alkolizm, 136, 169-70, 171, 257
Altıgenler, 14, 144, 312
Alzheimer demansı, 135, 257
asetilkolin sinapsları, 147
dejenerasyon, 169
yanlış alarmlar, 178
Amerikan İşaret Dili (ASL), 214, 240
Amnezi, 127, 135-6
Andreasen, Nancy C., 172, 320, 321, 335, 336, 337
Anestetikler, 63, 70, 116, 124, 147, 250, 273
Anevrizma, 40, 84, 283

Anksiyete, 37, 162, 185
Anlatıcı(lar), 310
  işlev, 152
Anlatılar, 38
  ve sağ beyin inmeleri, 85
Antidepresanlar, 36, 109, 117, 158, 180, 186-7, 338
Antikonvülsan ilaçlar, 12, 116, 280-1
Antikorlar, 153, 303-4
Antipsikotik ilaçlar, 117
Antisosyal kişilik, 161
Apraksi, 76-7, 269,324
Artkafa lobu, 51, 156, 349
Aşırı cinsellik, 170

Baş yaralanmaları, 166
  ve alın lobu, 157
  dalgalı iyileşme, 221
Bazal ganglionlar, 96, 155, 158,319
Bebekler, 203, 206-7, 213
Bebeklik, 197, 207-8
Bellek, uzun süreli, 98, 125, 136, 146-7
  yaratmak, 201, 309
Bellek/hafıza, 37, 121
  açık, 129, 133-4
  ve Alzheimer hastalığı, 135
  anlık, 126-7, 128, 137
  bildirimsel bellek, 129
  bilinçsiz anı, 129
  birleştirme, 98
  bükülgen, 88, 132, 201
  çalışan bellek, 98, 126, 140, 141, 142
  deneyimsel tepkiler, 87
  depolama evresi, 133
  ve dikkat, 87, 93
  dikkat dağınıklığı, 126
  dikkat dağınıklığı sonrası, 98, 126, 133, 135, 140
  dizisel epizodik, 131, 150
  epizodik, 129, 130, 142, 149, 150
  faal anı, 145-6
  flaş anı, 130
  geçmişe yönelik ketleme, 130
  gelişim, 97, 134
  hatırlama, 134, 143
  ilaçlar, 147
  ileriye yönelik ketleme, 130
  kısa süreli. 122, 126-7, 147, 148, 266
  Korsakoff sendromu, 136
  mekânsal, 129
  motor-beceriler, 129
  ve NMDA, 148
  örtük, 129
  pasif, 145
  provanın rolü, 146, 150
  semantik, 129, 133, 134
  sinaptik değişiklikler, 112
  stresin etkileri, 185
  şakak lobu lezyonları, 123
  temsil, 142
  uzun süreli belleğe giden yollar, 127
  üstüne yazma, 201
  video analojisi, 88
  yeni, 133, 169
  yöntemsel bellek, 128-9, 142, 148
Bellugi, Ursula, 240, 344, 347, 351
Berger, Mitchell, 323, 341
Beyaz ışık ve retina nöronları, 226-7
Beyaz madde, 102-3
  hamartoma, 175
  psikocerrahi, 182
  renk, 44
  tanım, 43
Beyin faaliyeti, kan akışı ölçüleri, 62, 66
Beyin sapı, 30, 33-5, 47, 94-5, 116, 226
Beyincik, 47
Beynin evrimi, 347
  epizodik diziliş, 150
  insan, 270-1
Beynin manyetik haritası, 62
Bickerton, Derek, 315, 322
Bilgi akışı, beyinde, 116
Bilinç, 28-35, 286, 289
  bilincin birliği, 152
  Darwin Makinesi, 306
  içgörü, 76
  otobiyografik bilinç, 310

yüksek düzeyli bilincin merkezi, 152
Bilinçaltı, 152
Bilişsel süreçler, 306
Bitkinlik, 33, 221
Bonoboların dil yetenekleri, 60, 216, 218,342
Braille, 205, 341
Broca afazisi
ilkel dil olarak, 59-60
ve müzik, 84
ve sıralama korteksi, 269
Broca alanı, 55, 56, 68, 153
ve isimler, 61
uyarılması, 55, 56, 67
Büyük nöbetler, 89-92, 115, 179

Calvin, William H., 317, 323, 324, 328-31, 334, 335, 347, 351
Changeux, Jean-Pierre, 317, 321
Chomsky, Noam, 202, 207, 340
Cinsiyet, 69, 323
dil korteksi farklılıkları, 301
yanallaşma farklılıkları, 84
Corina, David, 344, 347
Craik, K. J. W., 300, 351
Creutzfeldt, Otto D., 326, 333, 334, 344, 345, 347, 348
Cümleler, 153, 266, 310

Çağrışım korteksi, 189
Çekirdek, hücre, 117
Çeşitlilik, 26, 48
dil korteksinde, 67
korteks alanlarındaki, 47
Çim sulama analojisi, 35, 93, 114, 170, 174, 187

Damasio, Antonio R., 295, 296, 321, 336,344, 345, 349, 350
Damasio, Hanna, 321, 336, 344, 345, 350
Darvincilik, 305, 312
Darwin Makinesi, 303-6, 311
Darwin'in evrim süreci, 153
unsurları, 303
varsayılan bir süreç olarak, 312
Delilik, "ahlaki", 161
Demans, 34, 135, 168-9, 178,257,289
Dendrit, 44, 102, 112, 120, 148
apikal, 118
Dennett, Daniel C., 297, 350
Depresyon, zihinsel hastalık, 122, 160-1, 166, 170-2, 179-84
Descartes, René, 38, 321
Dikkat dağınıklığı, 126-9, 134-5
Dikkat, 28, 33, 35, 87-101, 301-3
seçici dikkat, 116, 160, 245, 289, 291, 299
Dil, 54,289
anatomik işareti, 53
beyin hasarından sonra dili tekrar öğrenmek, 217
beyin organizasyonu, 61, 66-7
bozukluklar, 61
dizisel epizodik, 150
evrimi, 139, 265
ilkel dilden farkı, 211
işaret, 77, 211
jest dili, 53
kortikal alanlar, 57
maymun, 53, 59-60
müzikten farkı, 298
öğrenme, 210
ve sağ beyin, 85
sağ beyin yeteneği, 206
sol tarafın sağ taraftan farkı, 63
yabancı dil, 203
Dil korteksi, 57, 152, 204
alanların haritaları, 264
iki dilli, 237
hasardan sonra yeniden örgütlenmesi, 206
okumak 240
ve otizm, 100
silvius çevresindeki alanların haritaları, 264
yeniden düzenlenmesi, 218
Dilbilim, 266
Dilbilimciler, 15, 210
Dilin gelişimi: adlandırma ve okuma, 255

normal süreç, 212
Disleksi, 121, 228, 252-5, 259, 260, 290, 343, 346
Diziler, 138, 204, 264, 291, 311
ağız-yüz, 269
benzersiz ve rutin, 268
korteks, 269, 270
planlama, 156
premotor korteks, 155
ses, 78
DNA, 303
Dopamin, 95, 108, 109, 174, 182, 309, 320
Dostoyevski, F., 91, 165
Douglas, William O., 72, 315
Dowling, John E., 319, 340
Drislane, Frank W., 343, 346
Drucker, Peter F., 340, 351
Duvar lobu, 51, 155
7. alan, 79
agorafobi, 186
anı hatırlama esnasında, 133
dışı, 139
ve dikkat, 93
ve ihmal, 74
müzik kompozisyonu, 168
premotorla bağlantıları, 155
sürekli faaliyet, 140
vücut imgesi, 79
Duygular, 37, 161-2
ve alın lobu, 146
hayvan araştırmaları, 162-3
Duyu şeridi (vücut-duyu korteksi), 26, 35
kör Braille okurları, 205-6
makrokolonlar, 105
yeniden düzenlenme, 218-9
Düşünce, zinciri, 291, 302
beslemek, 312
Düşünceler, 123, 158, 166
uygunsuz, 170
Düşünme bozukluğu, 170, 177
Düşünme, 34, 36
büyülü, 177
somut, 160, 161
EEG, 44-6, 90-1, 245, 246, 320
Efron, Robert, 323, 348
Elektrikli uyarıcı, 17, 21
Elektrikli uyarıcıyla engelleme, 63
Elektroensefelogram, *bkz.* EEG
Elektrokonvülsif terapi, 89, 179
Engelleme, 109-10
Enroth-Cugell, Christina, 260, 346
Epilepsi, 91-3, 278-9
örüntüye hassas, 232
Epileptik: kişilik, 165
toplam sayıları, 281
Epinefrin, 35
Epizodik bellek, 129
Espri, 86, 100
Eşcinsellik, 163
Eşik, 120, 190
işlevsel belirtiler, 220
itki, 113
Eşzamanlılık, 296-8
nöbetler, 281

Fantazi, 37, 99
Fareler, 48, 146-7
Felç, 25-7, 39, 71-3, 116, 156
Fetüs, 34, 53, 194, 203, 289
Fiil, 65-6, 241-3, 283, 291, 293, 295, 345
sonları ve Broca afazisi, 61
Fıkralar, 86
Fıtıklaşma, 283
Fobi, 179, 181, 182
Fox, Peter T., 326, 336, 344
Frenoloji, 25, 41, 243
Freud, Sigmund, 107
Fried, Itzhak, 325, 345

Galaburda, Albert M., 321, 322, 343, 346
Gardner, Howard, 86, 324, 326
Gazzaniga, Michael S., 322, 342
Genler, 100, 303
Geridönüşüm, 109-11, 117, 121
Gershon, Elliot S., 337, 338
Gerstman sendromu, 83
Geschwind, Norman, 52, 254, 322

Girus, tanım, 19
Glütamat, 108, 119, 247-8, 174, 331
Gombrich, E. M., 222, 342
Goriller, 48, 53
Gottesman, Irving I., 337, 338
Görme korteksi, 46, 48, 107, 194, 219
  kolonlar, 105
  sekonder alanlar, 232
Görsel-mekânsal işlevler, 76
  sağ beyin alanları, 78
  yanallaşma, 77
Görüş açıları, 100,299
Gözenekler (hücre zarındaki iyon kanalları), 112-3, 116, 119-21, 330
G-proteini, 117
Gramer, 25, 207, 210, 265
Gri madde, 102

Hafızayı güçlendirme, 147
Haglund, Michael M., 323, 334, 344, 349
Halüsinasyonlar, 88-91, 167-9, 175-8, 288,302
Hareket, 23, 155, 225, 290
  hayali, 155
  sıralı, 263
  zincirleme, 155
Harita çıkarma, 14, 25-8, 51, 58-9, 66-9, 208
Haritalar, kortikal, 25
  görsel, 27
  parmak, 205, 218
Hastalığın inkârı, 72, 79
Hatırlama, 140-3, 310,312
Haz, 163, 171
Hebb hücre topluluğu, 143-4, 296, 298,335
Hebb, Donald O., 143, 335, 344
  Hebb sinapsı, 143-4, 335
  hücre topluluğu, 143-4, 296, 298, 335
  iki izli anı, 335
Hikâyeler, 152, 204-5
Hipofiz, 162
Hipokampus, 125, 133-5, 137, 146-50, 169, 185, 220, 275-80, 333
  ve Alzheimer, 169
  bellek kusurları, 276
  ve epizodik bellek, 149
  hipokampusu uyarmak, 134
  neokorteksi budamak, 150
  nöron kaybı oranı, 220
  onarım teşebbüsleri, 280
Hipokrat, 25, 92, 171
Hipotalamus, 162-4, 178,319
Hitler, Adolf, 169, 177
Hiyerarşi, 289, 299-301
Hobson, J. Allan, 30, 320
Hochman, Daryl, 315, 323
Hormon, 35, 108
  cinsiyet, 163
  tanım, 108
  testosteron, 78
  yönetimi ve duygular, 161
Hubel, David H., 201, 226, 232, 340, 342, 343
Hücre zarı, 107, 108, 112-3, 116-7

Işık reseptörleri (fotoreseptörler), 193-4, 225, 234-5, 294, 328
IQ, 48-9, 69, 124, 255-6, 323
  Mozart dinledikten sonra, 298

İçgörü, 76, 166, 178
İki kutuplu, 171. *Ayrıca bkz.* manik depresif hastalığı
İkinci mesajcı, 117, 174, 331
İkizler, 100, 172-3, 338
İlkel dil, 59-60, 215-6, 266
İnme, 27, 39-40, 54, 60-1, 66, 69
  dalgalı iyileşme, 221
  duvar lobu, 74
  sağ beyin, 71-2
  sol beyin, 76
İntihar, 170-2, 180-1
İrkilme, 34, 35, 289
İroni ve otizm, 100
İsimler, 61, 207, 240, 295
  özel, 81
İskemik nöbetler, geçici, 40
İstemsiz hareketler, 24
İşaret dili, 77, 211-3, 214, 216, 240,

270
İşitme engelli çocuklar, 211-4
İtki, 44, 112-3, 120, 122, 148, 328
ekotopik, 114
eşik, 113, 190
hareket, 112, 114
iyon mekanizması, 319-20
kas, 115
miyelinin rolü, 329
sodyumun rolü, 113
tekrarlı ateşleme, 329
ters yönde, 93

Jackson, John Hughlings, 25, 69, 267, 347
James, William, 172, 335
Jamison, Kay Redfield, 166, 337, 338
Jan Dark, 91

Kahkaha, 164, 170
Kalp, kalsifikasyonu, kılıfı, 91
Kalsiyum, 116-7, 148, 149, 280-1
nöronlar için zehirli, 149, 281
Kandel, Eric R., 318, 334
Kaotik cezbediciler, 307
Karar verme, 34, 151-2, 191, 296
Karıncıklar, 40-1
Karma diller, 211
Kas, 115
gerilim, 115
gevşeme, rüyalarda, 37-8
Kategoriler, 81, 140, 202-5, 235-6, 240, 243, 267, 292-4, 310, 344
Gruplar halinde öğrenmek, 140
seçici amnezi kategorisi, 292-3
Keats, John, 172
Kekeleme, 78, 324
Keller, Asaf, 330, 331
Kemoterapi, 261
Ketleme: çıkarma işlemi, 189
Darwin Makinesi'ndeki rolü, 308
geçmişe yönelik, 130
ileriye yönelik, 130
sinaptik, 117
ve uyarım, 329
Kimura, Doreen, 269, 323, 347, 348
Kişilik, 71-3, 164, 177
antisosyal, 161
ilgisiz, 182
prefrontal lobotomiden sonra görülen değişiklikler, 182
Koch, Christof, 329, 349
Koma, 31, 32-3, 35, 36, 93, 145
Konuşma, 57, 202
algı, motor teori, 267
kortikal örgütlenme, 264
sesler, mimik, 59
sessiz, 246
terapi, 217
tutuk, 60
Korku, 37
Korpus Kallosum, 78, 95, 104, 182
ayrık, 217
Korsakoff sendromu, 136
Korteks, 14, 41
bazal ön korteks, 337
çağrışım, 189, 245, 311
devre, 331
dil, 270
işitme, 255
kalınlığı, 41, 105
katmanları, 103
nöronları, 118
yeniden örgütlenmesi, 341
nöron sayısı, 47, 107
motor, 106
prefrontal, 337
premotor, 336
primer görme, 47
sıralama, 269
Körlük, 27, 196, 235
Kramer, Peter D., 166, 335, 337
Kullanıcı arayüzü, 286
Kundakçılar, 169, 170, 337
Kusurlu vücut imgesi, 72-3, 75, 77, 79
Kuşak girusu, 95, 154, 247, 291
duygusal konuşma, 248
Küçük nöbetler, 89
Küfür ve Tourette sendromu, 248-9
Küfür, 248-9

Langston, J. William, 337, 342
Lateral genikulat nükleus, 194, 198, 226-9, 231, 253, 260
Lettich, Ettore, 323, 325, 334, 341, 343, 344, 345, 348, 351
Liderlik, 177, 299
Lieberman, Philip, 139, 333
Limbik sistem, 163
Lindblom, Bjorn, 324, 340
Livingstone, Margaret S., 342, 343, 346
Llinás, Rodolfo R., 320, 322
Loblar. *Bkz.* Alın lobu, Artkafa lobu, Duvar lobu, Şakak lobu
Lobotomi, prefrontal, 181-3
Loftus, Elizabeth F., 132, 315, 326, 333
Loftus, Geoffrey R., 326, 333
Lokalizasyon, 56, 341
LTP. *Bkz.* Uzun süreli potansiyel artışı
Lund, Jennifer S., 327, 331, 342
Luria, A. R., 155, 156, 160, 319

MacDonald, Brennan, 325, 336
Mach şeritleri, 224
Magnoselüler, 226-7, 228, 253, 255, 259,290
Mamiller cisimler, 136
Mani, 166, 169-71
Manik depresif hastalığı, 166, 170-3, 176, 184, 309,338
Mantık ve beyin teorisi, 312
Manyetik rezonans görüntüleme (MRI), 20, 121, 186
  hızlı (işlevsel), 64
Martin, A. Robert, 318, 343
Masal uydurma, 133, 136
Mateer, Catherine, 269, 323, 325, 345, 347
Maymunlar, 192, 198, 205
Mekânsal-zamansal örüntü, 145, 296
  Darvinci süreç, 303
  diziliş, 143
  evrimi, 154
  hipokampus parçaları, 146
  kaotik cezbediciler, 307
  kısa ömürlü, 309
  ve nöbet, 149;ve serebral kod, 298
  ve tuhaf cezbediciler, 310
  yeniden yaratma, 312
Melankolikler, 166, 171
Metafor, 177, 242, 292, 300, 312
Mikroelektrotlar, 141, 243
Miller, George A., 137, 333
Milner, Brenda, 124, 129, 324, 332
Milner, Peter M., 297, 335, 344, 350
Minsky, Marvin, 31, 320, 349
Miyelin, 44, 112, 320
Monoaminler, 174, 187
Mor ilke, 235, 294
Motor beceriler, 128
Motor korteks, 106, 199
  nöron ölümü, 199
Mozart, Wolfgang, 298, 301
MRI. *Bkz.* Manyetik rezonans görüntüleme
Muhakeme, 41, 49, 81-2, 167, 192
Mutasyonlar, 304
Müzik, 71, 84, 88-9, 143, 270
  IQ'ya etkisi, 298
  ritimler ve sağ beyin, 71
Müzisyenler, 85, 155, 298, 326

Neisser, Ulric, 131, 333
Nicholls, John G., 318, 343
NMDA (N-metil-D-aspartat), 148-9, 280, 331, 335
  ve Hebb sinapsı, 148-9
Norepinefrin, 35-6, 174, 338
Nöbetler, 11-2, 16, 25, 46, 88, 126, 134, 149, 206
  büyük nöbetler, 91, 178
  elektrik faaliyeti, 275
  fokal, 90
  gecikmeli başlangıç, 279
  genel, 91
  genelleme, 115
  hummalı, 279
  kısmen karmaşık, 90
  küçük nöbetler, 88
  motor şeritte ilerleme, 25
  tekrarlı, 149

ve TB, 91
yavaşlatıcı, 92
yayılımı, 89, 92, 114, 179
yokluğu, 92
Nöron ölümü, 198-9
ve fazlalık, 219
gelişim, 198-9
korteksteki kayıp oranı, 219-20
stres kaynaklı, 185
Nöron, 44
demansta dejenerasyon, 135
girdi sayısı, 329
"ketleyici," 117-8, 331
motor, 115, 329
piramit, 118-9, 330-1
piramit olmayan, 330-1
uyarıcı, 117-8
Nöronlar, 35, 46, 98, 102, 193-4, 320
dendrit demetleri, 118
itki üretmeyen, 328
kalsiyum hasarı, 149
"kişilikler", 121
kortikal, 105, 329
sessiz, 121
şakak lobu, 141
toplam sayı, 47
Nöronu gizlice dinlemek, 79, 141
Nörotransmitter(ler), 95, 113, 116, 140, 146, 174, 328, 330, 331
GABA, 119
geridönüşüm, 109
geriye doğru, 331
glütamat, 148
ikinci mesajcılar, 117
kaderi, 108
kortikal, 119
salımı, 112
serotonin, 119
tanım, 108

Obsesif-kompülsif bozukluk, *bkz.* Takıntılı-zorlantılı bozukluk
Odysseia, 303
Ojemann, George A., 315, 321, 323, 325, 326, 333, 341-51
Oksipital lob, *bkz.* Artkafa lobu
Okumak, 240, 250-2, 254, 255, 291, 311, 321
Omurilik, 26, 103, 114-5, 143, 260, 279
duyumlar, 188-91
Optimal uyaran, 229-31, 235
Organik bozukluklar, 168-9, 173, 184-5, 186
Otizm, 59, 100-1, 176, 216, 300

Öfori, manide, 171
Öğrenme bozukluğu, asgari, 100
Öğrenmek, 99, 112, 121, 141
çağrışımlı, 146-7
Örüntü, mekânsal-zamansal, 143-9

Panik atak, 185-6
Paranoya, 73, 175-7, 213
Pardo, José V., 326, 336
Parkinson hastalığı, 95-7, 169, 182, 220
madde kullanımı, 169
nöron ölümü, 220
Parvoselüler, 226-8, 259
Penfield, Wilder, 20, 87, 88, 93, 124, 157, 176, 318, 321, 326, 332, 348
PET. *Bkz.* Pozitron Emisyon Tomografi
Peters, Alan, 328, 331
Petersen, Steven E., 321, 326, 344
Planlama, 41, 154-7, 247, 270, 301
Planum temporal, 51-3, 321, 322
disleksikler, 253
Positron emisyon tomografi (PET), 64, 121, 161
Posner, Michael I., 317, 326, 346
Postsinaptik potansiyel artışı (PSP): tanım, 112
uyarıcı ve ketleyici, 119
Potasyum, 113, 115, 120, 148, 330
Prefrontal korteks, 155-6
Prefrontal lobotomi, 181-2
Premotor korteks, 26, 155
Proteinler, 117, 146-7, 169
Prova, 146, 150, 155
epizodik bellekte, 148

Psikanaliz, 107
Psikocerrahi, 179-84
Psikolinguistik, 267
Psikopat kişilik, 161
Psikosomatik hastalıklar, 161
Psikoterapi, 38, 185
Psikotik belirtiler, 169, 176-7
Psikozlar, 38, 133, 177

Räderscheidt, Anton, 75, 324
Raichle, Marcus E., 317, 321, 326, 333, 345
Ramón y Cajal, S., 102, 107, 327
Rasmussen, Theodore, 319, 348
Ravel, Maurice, 168, 336
Refleks: akson, 330
  geri çekilme, 191
Renk, 140, 192, 294, 297, 343
  evrimi, 192
Retina, 193, 194, 223
Rezonans, 305-7, 311
Rieder, Ronald O., 337, 338
Robson, John G., 260, 346
Roland, P. E., 322, 334
Rosen, Glenn D., 343, 346
Ruh halleri, 166
Ruh hali bozukluğu, 170
  çevresel etken, 172
  psikotik belirtiler, 177
Rüyalar, 30, 34, 36-9, 133, 149, 152

Sacks, Oliver, 325, 327, 339
Sağırlık, 77, 211-6, 240, 259, 270
Sağlık bakımı sistemi, 260-1, 282
Salınımlar, 289-90
Sanrılar, 37, 38, 133, 169, 176-8
Savage-Rumbaugh, E. Sue, 315, 322, 342
Seçilim: cinsel, 82
  doğal, 82
Sempatik sinir sistemi, 162
Serebral kod, 298, 310
Serebral korteks, nöron sayısı, 47
Sergent, Justine, 325, 336
Serotonin, 35, 109, 169, 174
  postsinaptik eylemler, 119
  rafe çekirdekleri, 320
Sesbirim, 265, 266, 295, 347
Sezgi, 290
Silvius oluğu, 56, 67, 82, 246-7
  silvius çevresindeki diziliş/sıralama alanları, 264
  tanım, 28
  uzunluk, 51
Sinaps yarığı, 107, 112
Sinaps, 108, 113
  bellekteki rolü, 125
  büyüme, 146
  güç ayarı, 112
  Hebb, 147
  Kalıcı değişiklikler, 140
  şekillenebilir, 121
  tanım, 107
Sinapslar, 99
  bağlantısızlık, 198
  glütamat, 335
  itki başlangıcı, 112
  kas, 121
  ketleyici kortikal, 198
  kortikal, 119
  sayısı, 47, 143
  zengin ortam, 200, 335
Sinaptik güçler, 121, 122, 201
  ve iki iz teorisi, 145
  ve eşzamanlı kullanım, 146
  Darwin Makinesi'nde, 309
  Hipokampusun eğitimi, 146
Sindirim ve duygular, 161
Sodyum, 113, 148, 329, 330
  inaktivasyon, 114, 330
Solaklık, 54, 84, 254
Solaklık, 54, 84
  ve disleksi, 254
Solunum ve duygular, 161
Sözcükler, 129, 265, 344-5
Sözdağarı, 59, 129, 133, 140, 169, 199, 210, 211-3, 217, 256
  artış oranı, 204, 210
  şempanze, 265
  oluşturma, 138-9
Sözdizimi, 207, 210-6, 241, 265, 270, 312

Squire, Larry R., 326, 332
Stevens, Charles F., 327, 328, 331
Stres, 33, 167, 178, 184-5
Stupor, 20, 22, 23, 270
Sturge-Weber sendromu, 207, 218, 324
  tanım, 206
Sulkus: santral, 19, 20

Şairler ve depresyon, 172
Şakak lobu nöronları: adlandırma, 245
  ketleme, 269
Şakak lobu, 28, 51
  Alzheimer, 169
  anksiyete, 339
  otomatizm nöbetleri, 90
  karmaşık kısmi nöbetler, 91
  yaralanma, 164
  duygular, 163
  epilepsi, 167, 175
  uyarılmış anılar, 87
  yüzler, 80, 83, 143, 325
  ve halüsinasyonlar, 89
  kıvrımlar, 321
  anı, 125
  ve müzik, 326
  müzik, 84
  paranoya, 175
  kişilik, 164
  özel isimler, 295
  şizofreni, 175
  üst ve orta girus, 255
  sabit faaliyet, 140
  zaman, 292
  ve Wada testi, 123-4
Şaşılık, çocuklarda, 196, 200
Şekiller ve bellek, 91, 98-9
Şempanzeler, 48, 53, 216, 218, 265, 266,347
Şiir yazma, 50, 170
Şizofreni, 167, 171-8, 182
Şok tedavisi, elektrokonvülsif, 89

Takıntılar, 158-61, 179, 181, 182
Takıntılı-zorlantılı bozukluk: ve alın lobu, 159
  ve Tourette sendromu, 248
Talamus, 28, 43, 95-101, 102-3, 106-7, 133, 155, 160, 189, 194, 226
Tallal, Paula, 345, 346
Tamamlayıcı motor alan, 154-5, 334
  dilin rolü, 247, 248
  prova, 290
Tekyönlü yol analojisi, 93, 110, 114-5
Telaffuz, 61, 64, 84, 143, 202-4
Temsil, 205, 267
  dizisel, 310
  kategoriler, 293
Testosteron, 78, 254
Teyakkuz, 33, 93, 157, 291
Thomas, Lewis, 261, 347
Tikler ve Tourette sendromu, 185, 248
Titreme, Parkinson hastalarında, 95-6
Tomografi, bilgisayarlı (CT), 20, 41
Tomografi, Pozitron Emisyon (PET), tanım, 64
Tourette sendromu, 185, 248
Tranel, Daniel, 336, 344
Tremor, *bkz.* Titreme
Turing Makinesi, 306
Tüberküloz ve nöbetler, 91
Tümörler, 26, 66, 219

Unkus, 90, 276-81, 283, 284, 348
Uyaran, optimal, 229
Uyarı, 24, 66
  elektrik uyarısıyla canlanan anılar, 87
  hafızanın geliştirilmesi, 97
  hataya neden olma, 57
  haritası, 50, 301
  hipokampus, 135
Uyarılma, 32-5, 97, 133-4, 247, 263, 289
Uyartı potansiyeli, *bkz.* İtki
Uyku, 33, 36, 95, 289
  ve bellek, 150
  depresyon, 172
Uyuşturucu, 109, 169, 171
Uzun süreli potansiyel artışı (LTP), 122, 148, 331
  ve NMDA, 148

Van Essen, D. C., 320, 343
Varyasyonlar, 204, 304-5
Wada testi, 70, 123-4, 126, 239
Wada, Juhn, 70, 324
Wallace, Bruce G., 318, 343
Ward, Arthur A. Jr., 7, 20, 329, 334
Wernicke afazisi, 55
Wernicke alanı, 55-6
  adlandırma alanları, 66
  sözcüklerin yanlış kullanımı, 61
  uyarılması, 57
Wernicke, Carl, 55, 322
Whitaker, Harry, 322,341,344
Wiesel, Torsten N., 226, 232,327, 343
Williams sendromu, 302, 351

Yanallaşma, 51
  derecesi, 79
  duygu ifadesi, 325
  kökenleri, 324
  primat kökenleri, 77
  tanım, 77
Yaratıcılık, 19, 49, 288, 309
Yarıkürelerin asimetrisi, 51
Yaşlanma, 128, 141, 157,288
Yeniden düzenleme, 218-9
Yönetim, 299-301, 303, 308-9
Yüz, 79-80, 145, 164, 233,325
  duygu ifadeleri, 325

Zekâ, 41, 48-9, 124, 202, 260, 298, 300
Zeki, Semir, 342, 343
Zihin teorisi, 100
Zihinsel engellilik, 100
Zihinsel imge, 154
Zorlantı, 158-9