Stanislas Dehaene

beyin nasıl okur?

Okumanın Bilimi ve Evrimi



Washington Post Yılın En İyi Bilim Kitabı, 2009
Library Journal Yılın En İyi Bilim-Teknik Kitabı, 2009

ALFA BİLİM

2593 | ALFA | BİLİM | 69

BEYİN NASIL OKUR?

STANISLAS DEHAENE

Fransız bilim insanı Stanislas Dehaene, insan beynindeki dil ve sayı işlemenin bilişsel nörobilimi üzerine dünyanın en etkin araştırmacılarından biri haline gelmeden önce matematik ve psikoloji eğitimi almıştır. Kendisi Fransa'daki Saclay Bilişsel Beyin Görüntüleme Biriminin yöneticisi, College de France'da deneysel bilişsel psikoloji profesörü ve hem Fransız Bilimler Akademisinin hem de Papalık Bilimler Akademisinin üyesidir. Hakemli bilimsel dergilerde oldukça fazla yayın yapmıştır ve *The Number Sense* de dahil olmak üzere çok sayıda popüler bilim kitabının yazarıdır.

OZAN KARAKAŞ

1991 yılında İzmir, Bornova'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Manisa'da tamamladı. Uludağ Üniversitesi İngiliz Dili Eğitimi bölümünde okuyan Ozan Karakaş, lisans eğitimi süresince, içlerinde *Cosmos* ve *Dawkins'in Kraliyet Noel Dersleri*'nin de yer aldığı çeşitli belgesellere ve derslere Türkçe altyazılar hazırlayan, makalelerin ve internet sitesi içeriklerinin çevirilerini yapan ekiplerde yer aldı. Ayrıca yakında Alfa Bilim Dizisinden çıkacak olan Lee Billings'in *Beş MilyarYıllıkYalnızlık* isimli kitabını da çevirdi.

Beyin Nasıl Okur?
© 2011, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Reading In The Brain
© 2009, Stanislas Dehaene

Kitabın Türkçe yayın hakları Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında hiçbir yöntemle çoğaltılamaz.

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak
Genel Müdür Vedat Bayrak
Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu
Dizi Editörü Kerem Cankoçak
Redaksiyon Çağrı Mutaf
Kapak Tasarımı Aslı Sezer
Sayfa Tasarımı Mürüvet Durna

ISBN 978-605-106-891-6
1. Basım: Haziran 2014

Baskı ve Cilt
Melisa Matbaacılık
Çiftehavuzlar Yolu Acar Sanayi Sitesi No: 8 Bayrampaşa-İstanbul
Tel: 0(212) 674 97 23 Faks: 0(212) 674 97 29
Sertifika no: 12088

Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.
Alemdar Mahallesi Ticarethane Sokak No: 15 34110 Fatih-İstanbul
Tel: 0(212) 511 53 03 Faks: 0(212) 519 33 00
www.alfakitap.com - info@alfakitap.com
Sertifika no: 10905

Stanislas Dehaene

beyin nasıl okur ?

Okumanın Bilimi ve Evrimi

Çeviri
Ozan Karakaş

ALFA® | BİLİM

Ghislaine'e

İÇİNDEKİLER

Teşekkür, 13

GİRİŞ: **Yeni Bir Bilim Olarak Okuma**
- Nöronlardan Eğitime 17
- Nöronları Kültüre Yatırmak 18
- Okuyan Maymunun Gizemi 18
- Biyolojik Birlik ve Kültürel Çeşitlilik 21
- Okuyucu Rehberi 23

BÖLÜM 1: **Nasıl Okuyoruz?**
- Göz: Zayıf Bir Tarayıcı 29
- Değişmezlik Arayışı 35
- Farklılıkları Büyütmek 39
- Her Sözcük Bir Ağaçtır 40
- Sessiz Ses 45
- Sesin Sınırları 50
- Yazım Sistemimizin Gizli Mantığı 53
- İmkânsız Bir Düş: Açık Okuma 57
- İki Okuma Hattı 61
- Zihinsel Sözlükler 66
- Şeytanlar Meclisi 67
- Paralel Okuma 72
- Etkin Harf Çözümlemesi 73
- Okumada Birleşme ve Rekabet 75
- Davranıştan Beyin Mekanizmalarına 78

BÖLÜM 2: **Beynin Posta Kutusu**
- Joseph-Jules Déjerine'in Buluşu 81
- Saf Aleksi 85
- Açığa Çıkan Bir Lezyon 88
- Modern Lezyon Analizi 89
- Okuyan Beyni Çözümlemek 95
- Okuma Evrenseldir 99
- Görsel Tercihlerin Kırk Yamalı Bohçası 103

Ne Kadar Hızlı Okuyoruz? 109
Beyindeki Elektrotlar 112
Konum Değişmezliği 116
Subliminal Okuma 123
Kültür Beyni Nasıl Biçimlendirir? 129
Çinli Okuyucuların Beyinleri 134
Japonca ve Onun İki Yazı Stili 137
Posta Kutusunun Ötesinde 139
Ses ve Anlam 144
Yazımdan Sese 146
Anlama Giden Yollar 149
Beyindeki Gel-Git Dalgası 156
Kültürel Çeşitlilikte Beynin Sınırları 159
Okuma ve Evrim 163

BÖLÜM 3: **Okuyan Maymun**
Maymunlara ve İnsanlara Dair 166
Nesnelere Göre Nöronlar 169
Büyükanne Hücreleri 174
Maymun Beynindeki Alfabe 179
Öncül Harfler 183
Şeklin Kazanımı 188
Öğrenme İçgüdüsü 190
Nöron Geri Dönüşümü 192
Bir Kültürün Doğuşu 197
Okuma Nöronları 200
Bigram Nöronlar 204
Nöronal Bir Sözcük Ağacı 211
Okumaya Kaç Nöron Ayrılmıştır? 214
Okuyan Beyni Taklit Etmek 217
Okumayı Şekillendiren Kortikal Eğilimler 218

BÖLÜM 4: **Okumayı İcat Etmek**
Yazı Sistemlerinin Evrensel Özellikleri 229
Yazı Sistemleri İçin Altın Bir Kesit 232
Yapay İşaretler ve Doğal Şekiller 234
Yazının Tarih Öncesindeki Öncülleri 237

Saymadan Yazmaya 239
Piktografinin Sınırları 242
Alfabe: İleriye Doğru Büyük Bir Sıçrama 249
Ünlüler: "Okumanın Anaları" 252

BÖLÜM 5: **Okumayı Öğrenmek**
Geleceğin Okuyucusunun Doğuşu 257
Okumanın Üç Adımı 261
Sesbirimlerin Ayırdına Varmak 262
Yazıbirimler ve Sesbirimler: Bir Yumurta-Tavuk Problemi 265
Ortografik Aşama 267
Genç Bir Okuyucunun Beyni 268
Cahil Beyin 273
Okuma Bize Ne Kaybettiriyor? 276
Harfler Renklendiğinde 282
Nörobilimden Eğitime 286
Okuma Savaşları 288
Bir Mit: Sözcüğü Bütün Halinde Okumak 292
Bütünselci Dil Yaklaşımının Yetersizliği 296
Eğitimcilere Birkaç Öneri 300

BÖLÜM 6: **Disleksik Beyin**
Disleksi Nedir? 309
Fonolojik Sorun 311
Disleksinin Biyolojik Birliği 318
Bir Baş Şüpheli: Sol Temporal Lob 322
Nöron Göçleri 326
Disleksik Fare 330
Disleksinin Genetiği 332
Disleksiyi Yenmek 335

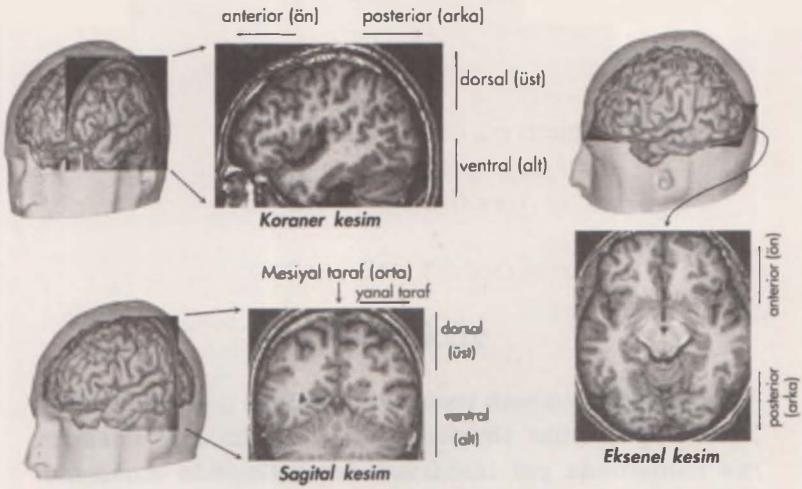
BÖLÜM 7: **Okuma ve Simetri**
Hayvanlar Sağı Solu Karıştırınca 348
Evrim ve Simetri 350
Simetri Algısı ve Beynin Simetrisi 352
Dr. Orton'ın Modern Takipçileri 356

Simetrik Bir Beynin Artıları ve Eksileri 359
Tek Nöron Simetrisi 361
Simetrik Bağlantılar 365
Uyku Halindeki Simetri 371
Aynayı Kırmak 374
Bozuk Simetri mi, Gizli Simetri mi? 376
Simetri, Okuma ve Nöron Geri Dönüşümü 381
Şaşırtıcı Bir Ayna Disleksi Vakası 383

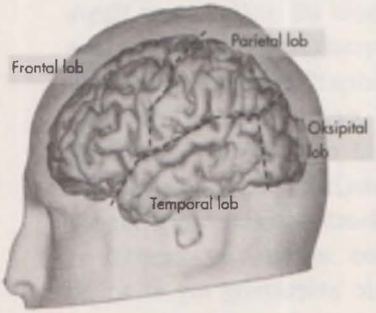
BÖLÜM 8: **Bir Nöronlar Kültürüne Doğru**
Okuma Paradoksunu Çözümlemek 392
Kültürel Formların Evrenselliği 393
Nöron Geri Dönüşümü ve Beyin Birimleri 397
Bir Kültürel Sabitler Listesine Doğru 399
Neden Kültürel Tek Tür Biziz? 405
İnsana Özgü Esneklik mi? 406
Diğer Zihinleri Okumak 409
Küresel Bir Nöronal Çalışma Alanı 411
Sonuç: Okumanın Geleceği 420

Kaynakça 425
Dizin 469

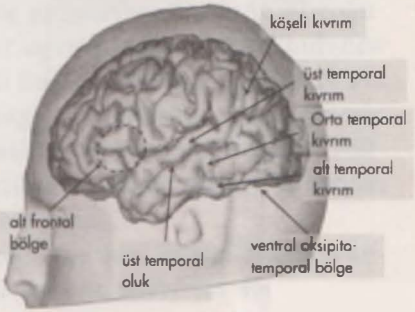
Beyne Alışmak



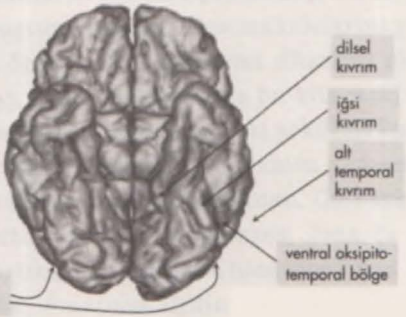
Ana loblar



Okuma için önemli bölgeler



Beynin alttan görünüşü



Teşekkür

Okuma ve onun beyindeki temelleri üzerine yaptığım araştırmalar Hôpital de la Salpêtrière'de nöroloji profesörü, okumanın nöropsikolojisi alanındaki baş aktörlerden biri ve benim de dostum ve meslektaşım olan Laurent Cohan'la sıkı bir işbirliği içinde yürütülmüştür. Kendisiyle yaptığımız ateşli tartışmalar, bu kitapta geliştirilen fikirlerin birçoğunun iskeletini oluşturmuştur. Ayrıca araştırmamda bulunan tüm meslektaşlarım Raphaël Gaillard, Antoinette Jobert, Sid Kouider, Denis Le Bihan, Stéphane Lehéricy, Jean-François Mangin, Nicolas Molko, Lionel Naccache, Jean-Baptiste Poline, Philippe Pinel, Mariano Sigman, Marcin Szwed ve Fabien Vinckier'ye teşekkür etmek istiyorum.

Okuma ve okuma bozukluklarının engin literatüründe bana yol göstermiş olan meslektaşlarımın sayısını bile unuttum. Bu insanların her biri çalışmama farklı yönlerden katkıda bulunmuştur. Bazıları bana makalelerini göndermiş, başkaları yayın öncesinde çalışmamı düzeltip eleştirel birer bakış sunmuş, daha başkalarıysa bu kitaptaki bölümleri okumuş veya kendi araştırmalarındaki şekilleri kullanmama izin vermiştir. Bu insanların hepsini ismen anmam mümkün değildir, ama özellikle Irving Biederman, Catherine Billard, Brian Butterworth, Alfonso Caramazza, Jean-Pierre Changeux, Roger Chartier, Joe Devlin, Guinevere Eden, Uta Frith, Albert Galaburda, Jonathan Grainger, Ed Hubbard, Alumit Ishai, Nancy Kanwisher, Régine Kolinsky, Heikki Lyytinen,

Christian Marendaz, Bruce McCandliss, Yasushi Miyashita, Jose Morais, John Morton, Kimihiro Nakamura, Tatiana Nazir, Eraldo Paulesu, Monique Plaza, Michael Posner, Cathy Price, Franck Ramus, Sally ve Bennett Shaywitz, Dan Sperber, Liliane Sprenger-Charolles, Xiaolin Sun, Ovid Tzeng ve Joe Ziegler'e minnettarım.

Bu kitabı yazarken beni misafir etmiş olan çok sayıdaki yere de teşekkür etmeliyim: Seattle (Ann ve Dan Streissguth'a teşekkürler), Boston (Elizabeth Spelke ve Eliot Bass'e özel teşekkürler), Piriac (Deheane ailesinin yaz evi), Nice yakınlarındaki Tourtour'da bulunan Fondation des Treilles'ye, Fransız Alpleri'ndeki kayak merkezi La Plagne'ye, San Pedro de Atacama'daki Altiplanico oteline (Marcela Peña'ya teşekkürler), memleketim Palaiseau'ye ve Saclay'deki (Fransa) Commissariat à l'Energie Atomique'te bulunan laboratuvarıma teşekkürler.

Bu kitabın yapısı Fransızca editörüm Odile Jacob tarafından yapılan dikkatli okumalar ve Susana Franck'in birkaç kez yeniden yazımından büyük ölçüde faydalanmıştır.

Bu kitap; uzun süreli meslektaşım, ailemizin direği ve sürekli bir cesaret ve olumlu eleştiri kaynağı olan eşim Ghislane Dehaene-Lambertz'e adanmıştır. Onun yardımı ve desteği olmadan bunların hiçbiri mümkün olmazdı.

Giriş: Yeni Bir Bilim Olarak Okuma

Çekilmişim şu çölün sükunetine
Az ve öz birkaç kitap benimle
Merhumlarla söyleşip, yaşayıp gidiyorum
Ve ölüleri dinliyorum gözlerimle.

–Francisco de Quevedo

Tam şu anda, beyniniz hayret verici bir iş başarıyor: okumak. Gözleriniz kısa kasılma hareketleriyle sayfayı tarıyor. Bakışlarınız yalnızca birkaç kelimeyi tanıyabilmek için saniyede dört veya beş kez duruyor. Elbette ki siz bu düzensiz bilgi alımından habersizsiniz. Bilinçli zihninize sözcüklerin yalnızca sesleri veya anlamları ulaşabiliyor. Peki nasıl oluyor da beyaz kâğıt üzerinde retinanıza yansıtılmış birkaç siyah işaret, Vladimir Nabokov'un *Lolita*'sında olduğu gibi, koca bir evreni harekete geçirebiliyor:

> Lolita; hayatımdaki ışık, kasıklarımdaki alev. Günahım, ruhum. Lo-li-ta: dilin ucu, damak üzerinde üç adımlık bir yolculuğa çıkıyor ve üçüncü vuruşta, dişlere değiyor. Lo. Li. Ta.

Okuyucunun beyni kendine hayran bırakan bir biçimde okumaya uyarlanmış bir karmaşık mekanizmalar dizisi barındırır. Yüzyıllar boyunca bu yetenek bir gizem olarak kalmıştır. Günümüzde beynin kara kutusu açılmış ve gerçek bir okuma bilimi oluşmaya başlamıştır. Geçtiğimiz yirmi yılda psikoloji ve nörobilimde gerçekleştirilen gelişmeler beynin okuma devrelerinin altında yatan ilkeleri açığa çıkarmaya başlamıştır. Modern beyin görüntüleme yöntemlerinin yazılı sözcükleri deşifre ettiğimizde beynimizde etkinleşen

bölgeleri belirlemesi artık yalnızca birkaç dakika sürmektedir. Bilim insanları bir sözcüğün retinadan başlayarak bir işlem aşamaları zinciri boyunca ilerleyişini izleyebilmekte, bu aşamaların her biri de temel birer soruyla işaretlenmektedir: Bunlar harfler mi? Neye benziyorlar? Bir sözcük mü oluşturuyorlar? Bu sözcük kulağa nasıl geliyor? Nasıl telaffuz ediliyor? Ne anlama geliyor?

Bu deneysel zeminde, bir okuma kuramı da somutlaşmaktadır. Bu kuram primat evrimimizden bize miras kalan beyin devrelerinin yazılı sözcükleri tanıma görevine de atanabileceğini varsayar. Bu yaklaşıma göre nöron ağlarımız okuma için tam olarak "geri dönüştürülmektedir". Okur yazarlığın beyni değiştirme yollarına atılan bakış, eğitime ve öğrenme yetersizliklerine dair görüşümüzü derinden bir dönüşüme uğratmaktadır. Yeni iyileştirme programlarının disleksi adıyla bilinen, sözcükleri deşifre etme yetersizliğiyle zamanla baş edebileceği düşünülmektedir.

Benim bu kitaptaki amacım okuma bilimindeki en son ve az bilinen gelişmelere dair bilgimi paylaşmaktır. Yirmi birinci yüzyılda ortalama bir insan bir arabanın nasıl çalıştığını kendi beyninin iç işleyişinden daha iyi bilmektedir; bu da ayrıca ilginç ve şaşırtıcı bir durumdur. Eğitim sistemlerimizdeki karar vericiler çoğu zaman beynin okumayı aslında nasıl öğrendiğini açıkça görmezden gelerek pedagojik reformların sürekli yön değiştiren rüzgârlarına kapılıp ileri geri savrulmaktadır. Ebeveynler, eğitimciler ve politikacılar nörobilimdeki en güncel bulgularla eğitim programları arasında bir boşluk olduğunun genellikle farkındadır. Ama pek çok kez bu alanın eğitimdeki gelişmelere nasıl katkıda bulunabileceğine dair düşünceleri çalışırken görüntülenen beynin renkli birkaç fotoğrafını temel almaktadır. Ne yazık ki beyin etkinliğini görselleştirmemize imkân tanıyan görüntüleme teknikleri çözülmesi zor ve zaman zaman da yanıltıcıdır. Bu yeni okuma bilimi henüz çok gençtir ve hızlı ilerlemektedir; öyle ki bilim camiasının dışında hâlâ göreceli olarak bilinmemektedir. Benim amacım bu heyecan verici alana basit bir giriş yapmak ve okuyan beyinlerimizin hayret verici kapasitesine dair farkındalığı artırmaktır.

Nöronlardan Eğitime

Okumanın edinimi çocuk gelişiminde ana adımlardan biridir. Birçok çocuk başlarda okumayla cebelleşir ve araştırmalar da on yetişkinden bir tanesinin bir metni kavramanın ilkelerine bile hâkim olamadığına işaret etmektedir. Okumayı destekleyen ve bir saat gibi çalışan beyin mekanizması onun varlığını bile unutacağımız kadar düzgün işlemeye başlamadan önce, yıllar süren sıkı bir çalışma gereklidir.

Okumada ustalaşmak neden bu kadar zordur? Okumanın edinilmesine beyin devrelerindeki hangi temel değişiklikler eşlik etmektedir? Bazı öğretim stratejileri çocuğun beynine diğerlerinden daha iyi uyarlanabilir mi? Eğer varsa, hangi bilimsel sebepler ses okuma bilgisinin –harf-ses uyumunun sistematik öğretimi– sözcükleri bütün olarak öğretmekten daha işe yarar olduğunu açıklamaktadır? Henüz birçok şey keşfedilmeyi bekliyor olsa da yeni okuma bilimi tüm bu sorulara artan bir biçimde net cevaplar sağlamaktadır. Bilhassa, okuma üzerine yapılan eski çalışmaların neden hatalı bir biçimde bütün-sözcük yaklaşımını desteklediğinin ve beynin okuma ağları hakkında yapılan son çalışmaların bunu nasıl yanlışladığının altını çizmektedir.

Okumaya nelerin dahil olduğunu anlamak aynı zamanda okumanın patolojisine de ışık tutmaktadır. Okuyucunun zihin ve beynine dair keşiflerimizde bir inmeyi takiben okuma yetisini aniden kaybeden hastalarla tanışacaksınız. Aynı zamanda beyinsel temelleri sırasıyla gün ışığına çıkmakta olan disleksinin sebeplerini de tahlil edeceğim. Disleksik bir beynin normal bir okuyucunun beyninden alttan alta farklı olduğu artık açıktır. Birtakım disleksiye hassaslık geni tanımlanmıştır. Ama bu hiçbir şekilde cesaretsizlik veya teslimiyete yol açmamalıdır. Yeni müdahale terapileri de tayin edilmektedir. Dil ve okuma devrelerinin yoğun yeniden eğitimi, çocukların beyninde kolaylıkla beyin görüntüleme teknikleriyle izlenebilecek temel gelişmeleri de ortaya çıkarmıştır.

Nöronları Kültüre Yatırmak

Okuma yetimiz bizi insan beyninin tekilliğiyle yüz yüze getirmektedir. Neden *Homo sapiens* kendi kendini etkin bir biçimde eğiten tek türdür? Çok yönlü bir kültürü aktarma yeteneği neden ona has bir özelliktir? Sinapsların ve nöronların biyolojik dünyasının insanın kültürel buluşlarının evreniyle nasıl bir bağlantısı vardır? Okuma, ama aynı zamanda yazma, matematik, sanat, din, tarım ve şehir hayatı da primat beyinlerimizin asıl kapasitesini önemli biçimde artırmıştır. Tek başına bizim türümüz kendi biyolojik şartlarının üstesinden gelmekte, kendisi için yapay bir kültürel çevre yaratmakta ve kendisine okuma gibi yeni yetiler öğretebilmektedir. Bu benzersiz insan yeterliği kafa karıştırıcıdır ve kuramsal bir açıklama gerektirmektedir.

Bir nörobiyoloji uzmanının alet çantasındaki en temel tekniklerden biri "nöronları kültüre yatırmak", yani nöronları bir petri kabında büyümeye bırakmaktır. Ben bu kitapta onları destekleyen beyin ağlarına nasıl uyduklarına dayanarak insanların kültür etkinliklerine dair yeni bir bakış olan farklı bir "nöron kültürü" öneriyorum. Nörobilimin bariz amacı, sinir sisteminin temel bileşenlerinin çocuklarda ve yetişkinlerde gözlemlenen (gelişmiş bilişsel yetiler de dahil) davranışsal düzenlere nasıl yol açtığını tanımlamaktır. Okuma bu "nörokültürel" yaklaşım için en uygun sınama alanlarından birini sunar. Çince, İbranice veya İngilizce gibi birbirinden bu kadar farklı yazı sistemlerinin beynimizdeki devrelere nasıl kazındığına dair gittikçe daha fazla farkındalık kazanmaktayız. Mesele okuma olunca asıl nöronal mimarimiz ile edinilmiş kültürel yetilerimiz arasındaki doğrudan bağlantıları kolayca kurabiliriz; ama asıl umut bu nörobilim yaklaşımının diğer ana insani kültürel ifade alanlarına da yayılmasında yatmaktadır.

Okuyan Maymunun Gizemi

Eğer beyin ve kültür arasındaki bağlantıyı yeniden gözden geçireceksek, hedef tahtasına benim *okuma paradoksu* adı-

nı verdiğim bir bilmeceyi oturtmamız gerekecektir: Primat beynimiz neden okuyor? Bu kültürel etkinlik yalnızca birkaç bin yıl önce ortaya çıkmışken beynimiz neden okuma eğiliminde?

Bu aldatıcı biçimde basit sorunun bir paradoks olarak adlandırılmayı hak etmesinin gayet geçerli sebepleri var. Okur yazar bir beynin, yazılı sözcüklerin tanınması için zarifçe uyum sağlamış özel kortikal mekanizmalar barındırdığı keşfedilmiştir. Daha da şaşırtıcı olan ise aynı mekanizmaların, sanki okumak için beyinde yeni bir organ varmış gibi, tüm insanlarda aynı beyin bölgelerinde bulunmasıdır.

Ama yazı yalnızca 5400 yıl önce Bereketli Hilal'de* doğmuştur ve alfabenin kendisi de sadece 3800 yıllıktır. Evrimsel açıdan bu zaman dilimleri hiç de dikkate değer değildir. Bu yüzden evrimin *Homo sapiens*'te özel okuma devreleri geliştirecek zamanı olmamıştır. Beynimiz avcı-toplayıcı atalarımızın hayatta kalmasını sağlamış olan genetik taslak üzerine inşa edilmiştir. Aslında Afrika savanlarındaki bir yaşam için tasarlanmış olan primat beynini kullanarak Nabokov ve Shakespeare'den keyif almaktayız. Evrimimizde gerçekleşmiş olan hiçbir şey bizi dili görme duyusu yoluyla özümsemeye hazırlamış olamaz. Yine de beyin görüntüleme teknikleri bir yetişkinin beyninin okumak için zarifçe uyum sağlamış bir devre barındırdığını göstermektedir.

Okuma paradoksu Papaz William Paley'nin Tanrı'nın varlığını kanıtlama amacıyla verdiği örneği andırmaktadır. Kendisi, *Natural Theology* [Doğal Teoloji] (1802) isimli eserinde, ıssız bir çalılıktan geçerken yerde açık bir biçimde zamanı ölçmek için tasarlanmış esrarengiz iç işleyişi yerli yerinde olan bir kol saati bulduğunu hayal eder. Bu durumun da akıllı bir saatçinin, yani saati bir amaç doğrultusunda yaratmış bir tasarımcının varlığına kanıt olduğunu öne sürer. Paley, aynı şekilde gözün büyüleyici mekanizmaları gibi canlı organizmalarda rastladığımız girift araçların ilahi bir saatçinin işi olduğuna kanıt teşkil ettiğini ifade ederek devam eder.

* Bereketli Hilal: Mezopotamya, Orta Anadolu ve Mısır'a kadarki Akdeniz kıyılarını kapsayan bölge –çn.

Charles Darwin kör doğal seçilimin oldukça organize yapıları nasıl üretebileceğini göstererek Paley'i çok iyi yanlışlamıştır. Biyolojik organizmalar ilk bakışta belirli bir amaç doğrultusunda tasarlanmış gibi görünüyorsa bile daha yakın bir inceleme bu organizmaların kişinin her şeye kadir bir mimardan bekleyeceği mükemmellikten uzak olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Her türden kusur, evrimin akıllı bir yaratıcı tarafından yönlendirilmediğini, yaşam mücadelesinde rastgele yollara saptığını kanıtlamaktadır. Örneğin retinada kan damarları ve sinir hatları, ışık alıcılarının *önünde* konumlanarak gelen ışığı kısmen engellemekte ve bir kör nokta yaratmaktadır; bu açıkçası çok zayıf bir tasarım.

Darwin'in izinden yürüyen Stephen Jay Gould, doğal seçilimin kusurlu sonuçlarına, pandaların başparmağı da dahil, birçok örnek sunmuştur.[1] İngiliz evrimci Richard Dawkins de aynı şekilde gözün veya kanadın hassas mekanizmalarının nasıl yalnızca doğal seçilim yoluyla ortaya çıkmış olabileceğini veya bunların ancak bir "kör saatçi"nin işi olabileceğini açıklamıştır.[2] Doğadaki görünür "tasarım"ın tek kaynağı Darwin'in evrimciliği gibi görünmektedir.

Ancak konu okumayı açıklamaya geldiğinde Paley'nin benzetmesi, biraz farklı bir biçimde sorunludur. Okumayı destekleyen ve saat gibi tıkır tıkır işleyen beyin mekanizmaları karmaşıklık ve büsbütün tasarım açısından çalılıkta terk edilmiş saatle kıyaslanabilir düzeydedir. Bünyelerinin tamamı yazılı sözcükleri mümkün olduğunca hızlı ve doğru biçimde deşifre etmek olarak özetlenebilecek tek bir bariz hedefe yöneliktir. Yine de ne akıllı tasarım hipotezi ne de doğal seçilim yoluyla yavaşça ortaya çıkış hipotezi, okumanın kökenlerine dair akla yatkın bir açıklama sunmaktadır. Zaman evrimin okuma üzerine özelleşmiş devreler tasarlayamayacağı kadar kısaydı. O halde primat beynimiz okumayı nasıl öğrendi? Beynimiz yazının var olmadığı bir dünyada milyonlarca yıl süren bir evrimin sonucudur; peki yazılı söz-

[1] Gould, 1992.

[2] Dawkins, 1996.

cüklerin tanınması tarafından ortaya çıkarılan belirli sorunlara neden uyum sağlayabiliyor?

Biyolojik Birlik ve Kültürel Çeşitlilik

Sosyal bilimlerde okuma, matematik veya güzel sanatlar gibi kültürel yetilerin edinimi biyolojik açıdan nadiren irdelenir. Son zamanlara kadar çok az sosyal bilimci beyin biyolojisinin ve evrim kuramının kendi alanlarıyla ilgili olduğunu düşünmüştür. Bugün bile birçoğu, örtük bir biçimde, beyni insan eylemlerinin kapsamına hiçbir sınır yerleştirmeyecek kadar geniş bir öğrenme kapasitesine sahip, son derece esnek bir organ olarak görerek dolaylı olarak beynin naif bir modeline bel bağlamaktadır. Bu yeni bir fikir değildir. Bu fikrin izleri insan beyninin beş duyu yoluyla edinilen doğal ve kültürel çevrenin etkilerini sürekli olarak emen boş bir sayfayla kıyaslanması gerektiğini iddia eden John Locke, David Hume ve George Berkeley gibi İngiliz deneycilerinin kuramlarına kadar sürülebilir.

İnsan doğasının varlığını inkâr eden, insana dair bu görüş genellikle sorgusuz sualsiz benimsenmiştir. Bu görüş birçok antropolog ve sosyoloğun, bazı psikologların ve hatta korteks* yüzeyini "belirli alan yapısından bağımsız ve geniş bir biçimde buna eşdeğer"[3] olarak gören birkaç nörobilimci tarafından benimsenmiş, geçerli "standart sosyal bilim modeli"ne[4] aittir. İnsan doğasının aşamalı ve esnek bir biçimde kültürel döllenme yoluyla yapılandığını varsayar. Sonuç olarak, bu görüşe göre Amazon'un avcı-toplayıcı sakinleri olan İnuit'lerin arasında doğmuş bir çocukla New York'taki bir aileye doğmuş çocuk arasında çok az ortak nokta vardır. Sırf insan beyni öğrenmenin dışında istikrarlı çok az yapıya sahip olduğu için renk algısı, müzik zevki veya doğru ve yanlışa dair düşünceler bir kültürden diğerine değişmelidir.

---

* Beyin zarı –çn.

3 Quartz & Sejnowski, 1997.

4 Barkow, Cosmides & Toby, 1992; Pinker, 2002.

Deneyciler bu iddiayı biyolojinin sınırları tarafından engellenmemiş ve diğer hiçbir hayvan türününkine benzemeyen insan beyninin her kültür biçimini edinebileceğini söyleyerek sürdürürler. Bu kuramsal bakış açısından, okuma gibi kültürel buluşların beyindeki temelleri hakkında konuşmak tamamen yersizdir; tıpkı edebi değeri hakkında yorum yapabilmek için bir Shakespeare oyununun atomik bileşimini tahlil etmek gibi.

Bu kitapta beynin kültüre sonsuz uyum yeteneği olduğu şeklindeki bu basit görüşü çürüteceğim. Beyindeki okuma devreleri hakkındaki yeni kanıtlar eşdeğer bir beyin hipotezinin yanlış olduğunu göstermektedir. Şüphesiz ki eğer beyin öğrenme yetisine sahip olmasaydı İngilizce, Japonca veya Arapçanın kendine has yazım kurallarına uyum sağlayamazdı. Ancak bu öğrenme sıkı bir biçimde sınırlıdır ve mekanizmaları da genlerimiz tarafından net bir biçimde belirlenmiştir. Beynin mimarisi *Homo sapiens* ailesinin tüm üyelerinde benzerdir ve diğer primatlarınkinden de çok az farklıdır. Dünyanın her yerinde yazılı bir sözcüğü deşifre etmek için beynin aynı bölgesi etkinleşmektedir. Fransızca veya Çince olup olmaması fark etmeksizin okumanın öğrenimi genetik olarak sınırlandırılmış bir devreden geçmektedir.

Bu veriyi temel alarak kültürel göreliliğe radikal biçimde karşı duran ve okuma paradoksunu çözme yetisine sahip yeni bir nörokültürel etkileşimler kuramı öneriyorum. Buna "nöron geri dönüşümü" hipotezi diyorum. Bu görüşe göre insan beyninin mimarisi güçlü genetik sınırlamalara itaat etmektedir, ama kimi devreler çeşitlilikle baş edebilmek için evrimleşmiştir. Örneğin görsel sistemimizin bir kısmı fiziksel bağlantıya sahip değildir, ama çevredeki değişikliklere açık kalmaktadır. Aksi halde iyi yapılandırılmış olabilecek bir beynin içinde görsel esneklik antik yazıcılara okumayı icat etme fırsatını vermiştir.

Genelde genlerimiz tarafından tanımlanmış bir dizi beyin devresi beynimizin gelecekteki gelişmeleri düşünüp tarttığı şeklinde birtakım "ön temsiller" veya hipotezler sunar.[5]

[5] Chagneux, 1983.

Beyin gelişimi sırasında öğrenme mekanizmaları hangi ön temsilin belirli bir duruma en iyi uyum sağladığını belirler. Kültürel edinim bu beyin esnekliği sınırına bağlıdır. Beynimiz çevresini saran her şeyi içine alan boş bir levha olmak şöyle dursun, eğilimlerini minimal bir biçimde farklı bir kullanıma çevirerek belirli bir kültüre uyum sağlamaktadır. Beyin, içerisinde kültürel yapıların yığıldığı bir *tabula rasa* değil, kendi parçalarını yeni kullanım alanlarına yönelik olarak dönüştürmeyi başarabilen oldukça dikkatli bir biçimde yapılandırılmış bir aygıttır. Yeni bir yeti öğrendiğimizde eski primat beyin devrelerimizden bazılarını geri dönüştürürüz; elbette bu devrelerin değişime izin verdiği ölçüde.

Okuyucu Rehberi

Önümüzdeki bölümlerde nöron geri dönüşümünün okur yazarlığı nasıl izah edebildiğini, beyindeki mekanizmalarını ve hatta tarihini açıklayacağım. İlk üç bölümde uzman yetişkinlerin okuma mekanizmalarını tahlil edeceğim. Bölüm 1 okumaya psikolojik bir açıdan bakarak zemini hazırlayacak: ne kadar hızlı okuruz ve okuma davranışının ana belirleyicileri nelerdir? Bölüm 2'de beynin okuduğumuz zaman çalışmakta olan alanlarına ve bu alanların modern beyin görüntüleme teknikleri kullanılarak nasıl görselleştirilebileceğine geçeceğim. Son olarak Bölüm 3'te tekil nöronların ve bunların harflerle sözcükleri tanıyan devreler halindeki dizilişlerinin seviyesine ineceğim.

Tahlilimi mekanik bir biçimde ele almaya kararlıyım. Okuyucunun beynindeki dişlileri Papaz Paley'nin çalılıktaki saati parçalara ayırma şeklindeki önerisiyle aşağı yukarı aynı olan bir yöntemle keşfetmeyi öneriyorum. Ne var ki okuyucunun beyni ilahi bir saatçi tarafından tasarlanan kusursuz bir saatinkine benzer bir mekanizmayı ortaya çıkarmayacaktır. Beynimizdeki okuma devreleri okumak için ihtiyaç duyulanla müsait biyolojik mekanizmalar arasındaki uzlaşıya ihanet eden birkaç kusurdan fazlasını barındırmaktadır. Primat görsel sisteminin tuhaf karakteristikleri

okumanın neden hızlı ve etkili bir tarayıcı gibi işlemediğini açıklamaktadır. Biz gözlerimizi sayfa üzerinde hareket ettirdikçe her bir sözcük infilak ederek beynimizin daha sonra bir araya getireceği sayısız parçaya ayrışmak için yavaşça retinamızın merkezi bölgesine getirilir. Okumanın basit ve zahmetsiz olduğu yanılgısı içinde bulunmamızın sebebi uzun yıllar süren pratikler sayesinde bu süreçlerin otomatik ve bilinçsiz hale gelmiş olmasıdır.

Okuma paradoksu genlerimizin bizim okumamızı sağlamak için evrimleşmediği şeklindeki su götürmez hakikati ifade etmektedir. Bu muamma karşısındaki muhakemem oldukça basit. Eğer beyin okumak için evrimleşmediyse bunun tam tersi geçerlidir: yazı sistemleri, beynimizin sınırlamaları içerisinde evrimleşmiş olmalıdır. Bölüm 4 ilk tarihöncesi sembollerle başlayıp alfabenin icadıyla biterek yazıyı bu veriler ışığında yeniden değerlendirmektedir. Her bir adımda daimi kültürel tamirciliğin kanıtları bulunmaktadır. Yazıcılar binlerce yıl boyunca primat beyinlerimizin sınırlarına uygun sözcükleri, işaretleri ve alfabeleri tasarlamakla uğraşmıştır. Bugün de dünyadaki yazı sistemleri izleri nihai olarak beyin devrelerimiz tarafından konan sınırlamalara kadar sürülebilecek birtakım tasarım özelliklerini hâlâ paylaşmaktadır.

Bölüm 5 beynimizin okuma için tasarlanmadığı, ama bu yeni kültürel etkinlik için devrelerinden bazılarını yeniden dönüşüme uğrattığı fikrinden devam ederek çocukların okumayı nasıl öğrendiğini incelemektedir. Psikolojik araştırmalar bir primat beynini uzman bir okuyucunun beynine dönüştürmek için çok fazla yol olmadığı sonucuna işaret etmektedir. Bu bölüm varlığı aşikâr olan tek gelişimsel yörüngeyi bazı detaylarla ele almaktadır. Okuma öğretimini artırmak ve cehaletle disleksinin çarpıcı etkilerini azaltmak için okullara bu bilgiden istifade etmeleri tavsiye edilebilir.

Aynı zamanda nörobilimsel yaklaşımın okuma ediniminin gizemli özellikleri üzerine nasıl daha fazla ışık tutabileceğini göstererek devam edeceğim. Örneğin neden çoğu çocuk ilk sözcüklerini genellikle sağdan sola doğru yazar?

Kabul gören düşüncenin aksine bu ayna akis hataları disleksinin ilk belirtileri değil, görsel beynimizin düzeninin doğal bir sonucudur. Disleksi çocukların çoğunluğunda konuşma seslerinin işlenmesindeki bir başka, oldukça ayrık bir anomaliyle ilintilidir. Disleksinin semptomlarının bu semptomların beyindeki köklerinin ve genetik temelleri üzerine yapılan en yeni araştırmaların tanımları Bölüm 6'da yer alırken Bölüm 7, ayna hataların normal görsel tanımlama hakkında bize ne söyleyebileceğine dair bir bakış sunmaktadır.

Nihayet Bölüm 8'de büyüleyici bir gerçeğe, okuma gibi çok yönlü, benzersiz ve hiçbir primatta emsali görülmemiş bir yetiye sahip olan tek türün bizim türümüz olduğu gerçeğine geri döneceğim. Okuma kültürün hiçbir çaba sarf etmeden boş bir levha olan beyinde kendine yer bulduğu standart sosyal bilim modeline tamamen karşıt durarak kültür ve beyin düzeninin nasıl ayrılmaz biçimde birbirine bağlı olduğunu göstermektedir. Uzun kültürel tarihleri boyunca insanlar aşamalı olarak görsel sistemlerini vekil dil girdileri olarak kullanabileceklerini keşfetmiş ve böylece de okumayla yazmaya ulaşmıştır. Aynı zamanda diğer başlıca insani kültürel özelliklerin nasıl benzer bir tahlile tabi tutulabileceğini tartışacağım. Matematik, sanat, müzik ve din de aynı biçimde, yüzyıllar süren kültürel evrim tarafından şekillenerek evrimleşmiş ve primat beyinlerimize yayılmış aygıtlar olarak görülebilir.

Geriye son bir muamma kalıyor: eğer öğrenme bütün primatlarda gerçekleşiyorsa *Homo sapiens* neden çok yönlü bir kültüre sahip tek türdür? Bu ifade kimi zaman şempanzeler için de geçerli olsa bile onların "kültür"ü fındık kırmak, patates yıkamak veya bir sopayla karınca avlamak gibi birkaç güzel numaranın ötesine zar zor geçmektedir; yani insanların görünüşe göre sonsuz biçimde üretebildiği birbiriyle kesişen gelenekler, diller de dahil olmak üzere sembol sistemleri, dinler, sanat biçimleri, spor, matematik veya tıpla kıyaslanabilir bir şey değildir. İnsan olmayan primatlar harfler ve sayılar gibi yeni sembolleri ağır ağır öğrenebilir; ama bunları icat etmeyi hiçbir zaman düşünemez. Sonuç bölümümde

insan beyninin tekilliği üzerine kesinliği belirsiz fikirler sunacağım. Türümüzün benzersizliği iki etkenin birleşiminden ortaya çıkmış olabilir: bir zihin kuramı (yani başkalarının zihinlerini hayal edebilme yetisi) ve bilinçli küresel bir çalışma alanı (yani sonsuz çeşitlilikteki fikirlerin yeniden birleşebildiği dahili bir ara bellek). Genlerimize kazınmış olan iki mekanizma da bizi kültürel tek tür yapmak için birleşmektedir. İnsan kültürünün görünüşteki sonsuz çeşitliliği yalnızca bir yanılgıdır ve bu yanılgının kaynağı korkunç bir bilişsel döngünün içinde kapalı kaldığımız gerçeğidir: beyinlerimizin algılayabildiğinin dışındaki biçimleri tahayyül etmemiz nasıl mümkün olabilir? Okuma her ne kadar yeni bir buluş olsa da beyinlerimize kazınmış olasılıklar kabuğunun içinde binlerce yıllık bir uykudadır. İnsan yazı sistemlerinin görünüşteki çeşitliliğinin arkasında insan doğasının sınırlarını bir filigran gibi ortaya çıkaracak bir dizi çekirdek evrensel nöron mekanizması yatmaktadır.

Bölüm 1

NASIL OKUYORUZ?

Yazılı sözcüklerin işlenmesi gözlerimizde başlar. Küçük detayların tanınmasına olanak sağlayacak yeterlilikteki çözünürlüğe ise yalnızca retinanın fovea denen merkezi bölgesi sahiptir. O halde bakışlarımız sayfa üzerinde sürekli bir hareket halinde olmalıdır. Gözlerimiz durduğunda yalnızca bir veya iki sözcüğü tanıyabiliriz. Sonrasında bu sözcüklerin her biri retina nöronları tarafından sayısız parçaya ayrılır ve tanınmadan önce her biri tekrar bir araya getirilmelidir. Görsel sistemimiz aşamalı olarak grafemleri, heceleri, önekleri, sonekleri ve sözcük köklerini ayıklar. Nihayet birbirine paralel olarak ilerleyen iki ana hat oyuna dahil olur: harfleri konuşma seslerine dönüştüren fonolojik hat ve sözcüklerin anlamlarını barındıran zihin sözlüğüne erişimi sağlayan sözcüksel hat.

> Metnin varlığı sessiz bir varlıktır; bir okuyucunun onu okuduğu ana dek sessizdir. Metnin aktif yaşama geçişi ancak ehil gözler tabletin üzerindeki işaretlerle bağlantı kurduğunda gerçekleşir. Tüm yazı okuyucunun cömertliğine bağlıdır.
>
> –Alberto Manguel, *Okumanın Tarihi* [*The History of Reading*]

Okuma ilk bakışta büyü gibi gelir: gözlerimiz bir sözcüğün üzerine konar ve beynimiz de zahmetsizce o sözcüğün anlamına ve telaffuzuna erişimimizi sağlar. Ama bu işlem görünenin aksine basit olmaktan alabildiğine uzaktır. Görsel imajın her bir parçası ayrı bir ışık alıcısı tarafından tanımlandığı için bir sözcük retinaya girer girmez sayısız parçaya ayrılır. Bu girdiden başlayarak asıl zorluk var olan harfleri deşifre etmek, bu harflerin hangi sırada olduğunu bulmak ve nihayet de sözcüğü tanımlamak amacıyla bu parçaların tekrar birleştirilmesindedir.

Bilişsel psikoloji geçtiğimiz otuz yıl boyunca okumanın mekaniğini tahlil etmeye çalışmıştır. Amacı ise görsel sözcük teşhisinin, yani usta bir okuyucunun yazılı sözcükleri tanımlama sorununa uyguladığı bir dizi işlem adımının, "algoritmasını" kırmaktır. Psikologlar okumaya bir bilgisayar bilimi sorunu gibi yaklaşmaktadır. Her okuyucu ikişer kameraya –iki göz ve onların retinalarına– sahip birer robota benzemektedir. Okuduğumuz sözcükler onların üzerine boyanmıştır. İlk olarak doğrudan dilsel işaretler olarak yo-

rumlanamayacak koyu ve açık lekeler olarak görünürler. Biz uygun ses, sözcük ve anlamlara ulaşmadan önce görsel bilgi anlaşılabilir bir formatta yeniden kodlanmalıdır. Bu yüzden bir deşifre algoritmasına veya girdi olarak bir sayfadaki pikselleri alan ve çıktı olarak da sözcüklerin kimliklerini üreten otomatik bir tanımlama yazılımına benzer bir işlem formülüne sahip olmamız gerekmektedir. Beynimiz bizler tarafından farkına varılmayan bu işi başarmak için ilkeleri henüz yeni yeni anlaşılmaya başlanmış bir dizi çok yönlü deşifre faaliyetine ev sahipliği yapmaktadır.

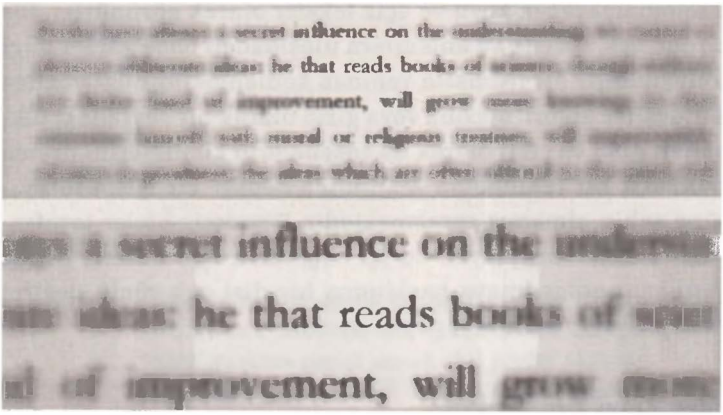
Göz: Zayıf Bir Tarayıcı

Okumanın öyküsü yazıların bulunduğu sayfadan yansıyan fotonlar retinaya ulaştığında başlar. Ama retina homojen bir algılayıcı değildir. Gelen ışığa duyarlı yüksek çözünürlük hücrelerinin bulunduğu tek yer fovea adı verilen merkezi bölgeyken retinanın geri kalanı daha düşük çözünürlüğe sahiptir. Görsel alanın yaklaşık 15 derecelik kısmını kaplayan fovea, retinanın okumak için gerçekten faydalı olan tek bölgesidir. Retinadaki bir lezyona, görsel korteksin merkezi kısmını yok eden bir inmeye veya seçimli bir biçimde foveanın görsel girdileri almasını engelleyen deneysel bir hileye bağlı olarak foveadan gelen bilgi eksik kaldığında okuma imkânsız hale gelecektir.[1]

Sözcükleri foveaya ulaştırma gerekliliği okurken gözlerimizi neden sürekli olarak hareket ettirmemiz gerektiğini açıklamaktadır. Bakışlarımızı yönlendirerek metni görüşümüzün harfleri belirlemek için gereken çözünürlüğe sahip tek bölgesiyle, en hassas kısmıyla "tararız". Ancak gözlerimiz sayfa boyunca durmaksızın seyahat etmez.[2] Aksine sekme adı verilen küçük adımlarla hareket ederler. Tam da şu anda, siz de foveanıza yeni bilgiyi getirme amacıyla saniyede dört ya da beş kez bu hareketleri gerçekleştiriyorsunuz. Görsel bilgi foveanın içinde bile her noktada aynı duyarlılıkla

[1] Rayner & Bertera, 1979.

[2] Rayner, 1998.



Şekil 1.1. Retina, okuduğumuz sayfalara çarpıcı bir filtre uygulamaktadır. Bu simulasyonda, Samuel Johnson'ın *The Adventurer*'ından bir sayfa, sözcükler retinanın merkezinden uzaklaştıkça insan görsel sisteminin azalan keskinliğini taklit eden bir algoritma tarafından filtrelenmiştir. Boyutlarına bakılmaksızın, yalnızca sabitlemeye yakın olan harfler tanımlanabilmektedir. Okurken gözlerimizin düzensiz hareketleriyle sayfayı durmaksızın keşfetmemizin sebebi budur. Bakışımızın durduğu noktada yalnızca bir veya iki sözcüğü tanımlayabiliriz.

temsil edilmez. Talamus ve korteksin bir sonraki görsel mesailerinde olduğu kadar retinada da görsel faaliyet alanının belirli bir bölgesine dağılmış hücrelerin sayısı bakış merkezinden uzaklaşıldıkça aşamalı olarak azalır. Bu aşamalı bir görsel netlik kaybına sebep olmaktadır. Görsel kesinlik merkezde idealdir ve dış kenarlara doğru yumuşak geçişlerle azalmaktadır. Bizler önümüzdeki sahne sanki homojen piksel dizilimine sahip dijital bir kamerayla çekilmiş gibi onun tamamını aynı sabit netlikle gördüğümüz yanılgısına sahibiz. Ancak kameranın aksine göz algılayıcımız yalnızca bakışlarımızın konduğu kesin noktayı isabetli olarak algılamaktadır. Etraftaki nesneler artan bir belirsizlikteki bulanıklıkta kaybolmuştur (Şekil 1.1).[3]

Bu şartlar altında kişi ne kolaylıkta okuyacağımızı belirleyen şeyin basılı karakterlerin mutlak boyutu olduğunu düşünebilir: küçük harfleri okumak büyük harfleri okumaktan

[3] *Sere, Marendaz & Herault, 2000.*

daha zor olmalıdır. İşin garip yanı, durum böyle değildir. Sebebi ise karakterler ne kadar büyük olursa retina üzerinde o kadar fazla yer kaplamalarıdır. Bütün bir sözcük daha büyük boyuttaki harflerle yazıldığında retinanın büyük harflerin bile zor algılandığı dış kısımlarına doğru ilerler. İki etken de birbirini neredeyse kesin bir biçimde dengelemekte, böylece **kocaman** bir sözcükle minicik bir sözcük, esasen retina açısından birbirine denk hale gelmektedir. Elbette ki karakterlerin boyutu foveanın merkezinde erişilen azami kesinlikle örtüşen bir mutlak minimum değerden daha büyük kaldıkça bu geçerlidir. Örneğin yaşlı hastalarda olduğu gibi görsel kesinlik azaldığında daha büyük harflerle basılmış kitaplar önermek oldukça mantıklıdır.

Gözlerimiz bu şekilde organize olduğu için algısal yetilerimiz sözcüklerin retinamızda kapladığı alana değil, özellikle bu sözcüklerdeki harf sayısına bağlıdır.[4] Elbette okurken gerçekleştirdiğimiz sekmeler mutlak boyut açısından çeşitlidir, ama harflerin sayısı bakımından ölçüldüğünde daimidir. Beyin, gözlerimizi hareket ettirmeye hazırlanırken bakışlarımızın sürekli olarak yedi ile dokuz harf arasında ilerleme kaydedeceğini garantiye almak amacıyla kat edilecek mesafeyi karakterlerin boyutuna göre uyarlar. Böylece şaşırtıcı derecede küçük olan bu değer yalnızca tek bir göz sabitlenmesi süresince işleyebileceğimiz yaklaşık bilgi miktarına karşılık gelir.

George W. McConkie ve Keith Rayner, tek seferde bir sayfanın yalnızca çok küçük bir bölümünü gördüğümüzü kanıtlamak için benim "Kartezyen şeytanı" diye adlandırmak istediğim deneysel bir yöntem geliştirmiştir. René Descartes *Meditasyonlar*'ında dahi bir şeytanın duyularımızla oynadığını hayal etmiştir:

> O halde tüm enerjisini beni aldatmaya harcayanın fevkalade iyi ve doğruluk kaynağı olan Tanrı değil, hilebaz olduğu kadar kuvvetli de olan dâhi bir şeytan olduğunu varsaymalıyım; gökyüzünün, yeryüzünün, renklerin, şekillerin, seslerin ve diğer tüm dışsal şey-

[4] Morrison & Rayner, 1981; O'Regan, 1990.

> lerin, benim saflığıma tuzaklar kurmak için bu dehanın istifade ettiği sanrı ve düşlerden başka hiçbir şey olmadığını düşünmeliyim. Ellerimin, gözlerimin, etimin, kanımın veya duyularımın var olmadığını, ama yine de hatalı bir biçimde bunların varlığına inandığımı farz etmeliyim.

Matrix filmlerindeki süper bilgisayarlara çok benzer bir biçimde Descartes'ın dâhi şeytanı da gerçek hayatın bir sanrısını, gerçek tarafı sonsuza dek gizli kalacak gerçekdışı bir görüntüyü yaratacak şekilde dikkatlice işlenmiş sinyallerle duyularımızı bombardımana tutarak bir sahte gerçeklik üretmektedir. Daha mütevazı bir biçimde, McConkie ve Rayner bir bilgisayar ekranındaki metnin sanrısını yaratan "hareketli bir pencere" tasarlamıştır.[5] Bu yöntem gönüllü bir insana göz hareketlerini takip eden ve teşhir görselini gerçek zamanlı olarak değiştiren bir cihazın yerleştirilmesinden oluşmaktadır. Cihaz bakış noktasının sağında ve solunda yalnızca birkaç harf gösterecek, sayfadaki geri kalan harfleri de x dizileriyle değiştirecek şekilde programlanabilmektedir:

> Birleşik Xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xx xxxxxx

Göz hareket ettiği anda bilgisayar da hemen görüntüyü yenilemektedir. Amacıysa kişinin baktığı yerde uygun sözcükleri, geri kalan yerlerde de x'leri göstermektir:

> Xxxxxxxx Devletler vxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, xx xxxxxx
> Xxxxxxxx Xxxxxxxxx vatandaşları oxxxxx xxxxxx, xx xxxxxx
> Xxxxxxxx Xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx olarak bizler, xx xxxxxx
> Xxxxxxxx Xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxx xxxxxx, bu uğurda

McConkie ve Rayner, bu cihazı kullanarak olağanüstü ve çelişkili bir buluşa imza atmıştır. İkili, katılımcıların bu manipülasyonu fark etmediğini görmüştür. Sabitlenmenin sa-

[5] McConkie & Rayner, 1975.

ğında ve solunda yeterli sayıda harf olduğu sürece okuyucu bu numarayı fark etmekte başarısız olmuş ve kusursuz biçimde normal bir metin sayfasına baktığına inanmıştır.

Bu şaşırtıcı körlüğün oluşmasının sebebi harf değişiminin gerçekleştiği noktada gözün de azami hızına ulaşmasıdır. Bu numara, harf değişimlerinin fark edilmesini zorlaştırmaktadır, çünkü tüm retinal görüntü hareket yüzünden bulanıklaşmaktadır. Bakış bir yere konduğu anda her şey normal görünür: beklenen harfler foveanın içinde yerli yerindedir; görsel alanın geri kalanı ise dış kenarlarda, zaten okunamayacak noktalardadır. Böylece McConkie ve Rayner'ın deneyi görsel girdilerimizin yalnızca çok küçük bir altkümesini bilinçli olarak işleyebildiğimizi kanıtlamaktadır. Eğer bilgisayar sabitlenmenin sol tarafında dört, sağ tarafında da on beş harf bırakırsa okuma hızı normal kalacaktır.[6] Özetle, yazılı bir sayfadan tek seferde çok az bilgi çıkartabiliyoruz. Descartes'ın şeytanı bizi İncil'i veya ABD Anayasası'nı okuduğumuza inandırmak için sabitlenme başına yalnızca yirmi harf gösterirdi!

Aslına bakılırsa yirmi harf abartılı bir sayıdır. Biz sekme başına yalnızca on veya on iki harf tanımlayabilmekteyiz: sabitlenmenin solunda üç ya da dört, sağındaysa yedi ya da sekiz harf. Bu noktanın ötesinde, harflerin kimliğine geniş oranda duyarsızız ve yalnızca sözcüklerin arasındaki boşlukları deşifre edebiliyoruz. Bu boşluklar bize sözcüklerin uzunluğuna dair belirtiler vererek göz hareketlerimizi hazırlamamıza olanak verir ve bakışımızın bir sonraki sözcüğün merkezine yakın biçimde konmasını sağlar. Uzmanlar gelmekte olan bir sözcükten hangi noktaya kadar bilgi çıkarabildiğimiz üzerinde tartışmaya devam etmektedir; belki de yalnızca ilk birkaç harf. Ancak herkes okumanın yönünün görüş aralığımızda bir asimetri oluşturduğu konusunda hemfikirdir. Batı'da görüş aralığı sağ yöne doğru çok daha geniştir, ama bakışların sayfayı sağdan sola doğru taradığı Arapça ve İbranice okuyan insanlarda bu asimetri tersine dönmüştür.[7] Çince gibi karakter yoğunluğunun daha fazla

[6] Rayner, Well, & Pollatsek, 1980; Rayner, Inhoff, Morrison, Slowiaczek, & Bertera, 1981. Bir inceleme için, bkz: Rayner, 1998.

[7] Pollatsek, Bolozky, Well, & Rayner, 1981.

olduğu başka yazı sistemlerindeyse sekmeler daha kısadır ve görsel alan da buna göre kısalmıştır. Bu yüzden her bir okuyucu da kendi görsel keşif stratejisini yine kendi dil ve yazı türüne göre uyarlamaktadır.

Biz de aynı yöntemi kullanarak sözcüklerin kimliklerini deşifre etmek için ne kadar zaman gerektiğini tahmin edebiliriz. Bir bilgisayar belirli bir süreden sonra foveada bile tüm harflerin x dizilerine dönüşmesini sağlamak üzere programlanabilir. Bu deney okumanın aslında normal bir hızda ilerleyebilmesi için elli milisaniyelik bir sunuşun yeterli olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu, okumaya dahil olan tüm zihinsel işlemlerin saniyenin yirmide birinde tamamlandığı anlamına gelmemektedir. Göreceğimiz gibi bütün bir zihinsel süreçler hattı, sözcük sunulduktan sonra en az bir buçuk saniye daha çalışmaya devam etmektedir. Ne var ki görsel bilginin başlangıçtaki alımı da çok kısa olabilir.

Özetleyecek olursak, gözlerimiz okuma eylemine çok fazla sınırlama getirmektedir. Görsel algılayıcılarımızın yapısı bizi bir sayfayı tararken saniyenin her onda iki veya üçlük kısmında gözlerimizi sayfa üzerinde oyalamaya zorlamaktadır. Okuma, bir metnin bir enstantaneler dizisi boyunca zihinsel olarak kelime kelime onarılmasından başka bir şey değildir. Her ne kadar "o", "bu", "şu" gibi küçük gramatik sözcükler kimi zaman atlanabilse de isimler veya fiiller gibi içerik sözcüklerinin neredeyse tamamı üzerinde sabitlenme en az bir kere gerçekleşmelidir.

Bu kısıtlamalar görsel aygıtımızın dahili birer parçasıdır ve eğitim yoluyla kaldırılamazlar. İnsanlara göz hareket şablonlarını en iyi hale getirmeleri elbette öğretilebilir, ama dakikada dört yüzle beş yüz sözcük arasında okuyan iyi okuyucuların birçoğu halihazırda en uygun seviyeye yaklaşmıştır. Mevcut retina algılayıcısı göz önünde bulundurulduğunda daha fazlasını yapmak muhtemelen olanaksızdır. Küçük bir örnekleme okumadaki hız sınırlayıcının göz hareketleri olduğunu kanıtlayacaktır.[8] Eğer tam bir cümle kelime kelime, tam olarak bakışların odaklandığı noktada sunulursa ve

[8] Rubin & Turano, 1992.

böylece de gözlerin hareket etmesi ihtiyacından kaçınılırsa iyi bir okuyucu afallatıcı bir hızda okuyabilir: dakikada ortalama bin yüz sözcük, en iyi okuyucular için dakikada bin altı yüz sözcük demektir; bu da her kırk milisaniyede bir sözcük demektir; buysa normal okuma hızından üç veya dört kat daha hızlı okumak anlamına gelmektedir! Hızlı ardışık görsel sunum veya HAGS denen bu yöntemle tanımlama ve kavrama tatmin edici düzeyde kalmakta ve böylece de merkezi adımların süresinin normal okumaya güçlü bir engel teşkil etmediği ortaya konmaktadır. Belki de bu bilgisayarlı sunum biçimi kâğıtların yerini hızla ekranların aldığı bir dünyada okumanın geleceğini temsil ediyordur.

Okuma hangi hızda gerçekleşirse gerçekleşsin metin sayfalar ve satırlarla sunulduğu sürece bakış yoluyla edinim okumayı yavaşlatacak ve kaçınılmaz bir sınırlama teşkil edecektir. Bu yüzden okuma hızında bin veya daha fazla sözcüğü okuma vaatleri içeren hızlı okuma yöntemlerine şüphecilikle yaklaşılmalıdır.[9] Şüphesizdir ki kişi satır başına sekmelerin sayısını azaltmak amacıyla görüş aralığını bir şekilde genişletebilir ve ayrıca bakışın henüz okuduğu sözcüklere geri döndüğü gerileme anlarından kaçınmayı öğrenmek de mümkündür. Ancak eğer kişi sözcükleri atlayarak okumaya ve böylelikle de yanlış anlama riskini taşımaya gönüllü değilse gözlerin fiziksel sınırları aşılamaz. Woody Allen bu durumu kusursuz biçimde tanımlamıştır: "Bir hızlı okuma kursuna katılmıştım ve *Savaş ve Barış*'ı yirmi dakikada okuyabiliyordum. Olay Rusya'da geçiyor."

Değişmezlik Arayışı

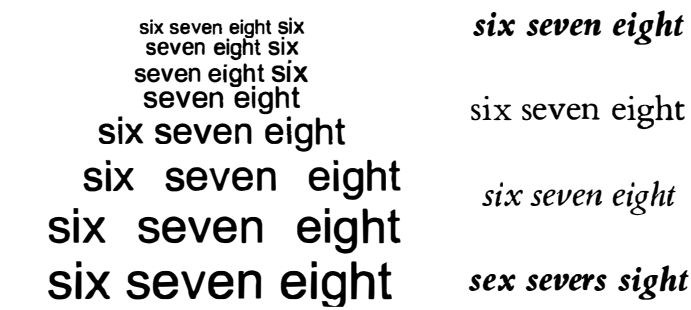
> Okuyabiliyor musun, Lubin?
> Evet, basılı harfleri okuyabiliyorum; ama el yazısını okumayı hiç başaramadım.
> –Moliere, *Georges Dandin*

Okuma, ortaya zor bir algısal sorun çıkarmaktadır. Sözcükleri basılı olarak veya el yazısıyla, büyük veya küçük harfler-

[9] Bkz: Rayner & Pollatsek, 1989, s. 440-449.

le yazılmış olmaları fark etmeksizin, nasıl göründüklerine bakılmaksızın tanımlamak zorundayız. Psikologlar buna *değişmezlik sorunu* demektedir: asıl karakterlerin alabileceği bin bir muhtemel şekle rağmen, bir sözcüğün hangi yönünün –harflerin dizilimi– çeşitlilik göstermeyeceğini bilmemiz gerekmektedir.

Algısal değişmezliğin bir sorun olmasının sebebi sözcüklerin her zaman aynı yerde, aynı yazı tipinde veya aynı boyutta olmamasıdır. Eğer öyle olsalardı, tıpkı bilgisayardaki siyah beyaz bir görüntünün piksel listesi tarafından tanımlanması gibi retinada etkin olan ve olmayan hücrelerin listelenmesi bir sözcüğü deşifre etmede yeterli olurdu. Ancak aslına bakılırsa sözcüğün hangi biçimde yazıldığına bağlı olarak yüzlerce farklı retinal görüntü aynı tek bir sözcüğü karşılayabilir (Şekil 1.2). Bu yüzden okuma konusunda atılacak ilk adımlardan biri, bu yüzey biçimlerinin sonsuz çeşitliliğini düzeltmek olmalıdır.



Şekil 1.2. Görsel değişmezlik insanın okuma sisteminin en harika özelliklerinden biridir. Sözcük tanıma aygıtımız görünüşte çelişkili iki gerekliliği karşılamaktadır: devasa olsalar bile karakter şeklindeki ilgisiz çeşitlilikleri göz ardı etmekte, ama çok küçük olsalar bile ilgili farklılıkları büyütmektedir. Görsel sistemimiz, bizim haberimiz olmadan boyut veya yazı tipindeki muazzam çeşitlilikleri otomatik olarak telafi etmektedir. Ancak aynı zamanda şekildeki minik değişikliklere de dikkat etmektedir. Bir "s" harfini "e"ye, dolayısıyla da "sight"ı "eight"e dönüştüren tek bir vuruş, işleme zincirini tamamen farklı telaffuzlar ve anlamlara doğru çarpıcı bir biçimde yeniden yönlendirebilmektedir.

Çeşitli ipuçları beynimizin bu algısal değişmezlik sorununa etkili bir çözüm uyguladığını göstermektedir. Gazeteyi makul bir uzaklıkta tuttuğumuzda hem manşetleri hem de gazete ilanlarını okuyabiliriz. Sözcük boyutu okuma hızımıza çok fazla etki etmeden elli kat çeşitlilik gösterebilir. Bu görev aynı yüzü ya da nesneyi yarım metrelik veya otuz metrelik uzaklıktan tanımaya çalışmaktan farklı değildir; görsel sistemimiz ölçekteki büyük değişimlerle baş edebilir.

Değişmezliğin ikinci bir biçimi sözcüklerin sayfadaki yerlerine aldırmamamıza olanak vermektedir. Bakışlarımız bir sayfayı taradıkça retinamızın merkezi genellikle sözcüklerin merkezlerinin hafifçe soluna konar. Ne var ki hedef tespitimiz kusursuz olmaktan çok uzaktır ve gözlerimiz kimi zaman yalnızca ilk veya son harfe ulaşır; ancak bu bizim kelimeyi tanımamızı engellemez. Harflerin boyutu retina çözünürlüğü kaybını telafi edecek kadar artırıldığında görsel alanımızın dış kenarlarına yansıyan sözcükleri bile okuyabiliriz. Yani boyut değişmezliği uzaysal konumda gerçekleşen normalleşmeyle el ele yürür.

Son olarak, sözcük tanıma karakter biçimi için de büyük oranda değişmezdir. Sözcük işlem yazılımları artık her yerde bulunabildiğinden önceden küçük bir matbaacı elitinin kullanımına açık olan teknoloji artık herkesin erişimine açık bir konumdadır. "Font"* adı verilen (bu terim, her bir karakterin basıma gitmeden önce bir matbaa harfi dökümhanesinde dökülmek zorunda olduğu zamanlardan kalmıştır) birçok karakter topluluğunun var olduğunu herkes bilmektedir. Her yazı tipinin de "harf kasası"** denen iki tür karakteri vardır; BÜYÜK HARF ve küçük harf (harf kasası, kökeninde, ana harflerin sınıflandırıldığı birçok bölmeye sahip düz bir kutudur; "üst kasa" büyük harfler için, "alt kasa" da geri kalanlar için ayrılmıştır). Ayrıca yazı tiplerinin "ağırlığı" (normal veya

---

* "Font": Tr. "yazı tipi". Bundan sonra "yazı tipi" olarak geçecektir –çn.

** "Büyük harf"in İngilizcedeki karşılığı "uppercase" sözcüğüdür. Ancak bundan ayrı olarak "case" sözcüğünün de "kutu", "kasa" gibi anlamları vardır. Bu ifadenin sonrasında da parantez içinde kısa bir açıklama yer aldığından, "harf kasası" şeklindeki çeviri uygun görülmüştür –çn.

kalın), eğimi (aslen İtalya'da icat edilmiş olan *italik* yazı tipi), altının çizili olup olmayacağı veya *bu seçeneklerin* **bir birleşimi** arasında ayrım yapılabilmektedir. Ancak yazı tiplerindeki bu gayet iyi ayarlanmış çeşitlilikler yazı stillerinin çeşitliliğiyle kıyaslandığında bir hiçtir. *Gördüğünüz gibi, Lucida Handwriting isimli yazı tipi, bizi bambaşka bir çeşitliliğe ve muğlaklığa götürmektedir.*

Tüm bu çeşitliliğin karşısında görsel sistemimizin harflerin şekillerini tam olarak nasıl kategorize ettiği noktası gizemini korumaktadır. Bu değişmezlik sorununun bir kısmı görece basit yollar kullanılarak çözülebilir. Örneğin "o" harfi, benzersiz kapalı şekli sayesinde hangi boyutta, karakterde veya yazı tipinde olursa olsun, kolayca tanınabilir. Bu yüzden, bir görsel "o" algılayıcısı inşa etmek pek de zor değildir. Öte yandan, başka harfler oldukça özel sorunlar barındırmaktadır. Örneğin "r" harfini ele alalım. Her ne kadar r, R, *r* veya *r* şekilleri aynı harfi temsil ediyormuş gibi görünseler de daha dikkatli bir inceleme bu ilişkilendirmenin keyfi olduğunu ortaya çıkaracaktır; örneğin e şekli, "R" harfinin küçük karakterdeki halinin yerine pekala geçebilir. Bize bu kültürel tuhaflığı miras bırakan yalnızca tarihteki kazalardır. Sonuç olarak, okumayı öğrendiğimiz zaman yalnızca harflerin dildeki sesler üzerine şekillendiğini değil, aynı zamanda her bir harfin birbirinden bağımsız birçok şekle bürünebileceğini de öğrenmemiz gerekmektedir. İleride göreceğimiz gibi bunu yapabilme yetimiz muhtemelen soyut harf algılayıcılardan, yani bir harfin kimliğini çeşitli biçimlere girmiş halde tanıyabilen nöronlardan gelmektedir. Yapılan deneyler göstermektedir ki DöNüŞüMlÜ oLaRaK bÜyÜk Ve KüÇüK hArFlErLe YaZıLmIş BüTüN cÜmLeLeRi DeŞiFrE eTmEk İçİn ÇoK aZ bİr Eğİtİm YeTeRlİdİr.[10] McConkie ve Rayner'ın "dâhi şeytan"lı bilgisayarında, bu harf karakteri dönüşümü, okuyucu bundan tamamen habersiz haldeyken her göz sekmesi arasında değiştirilebilmektedir.[11] Dönüşümlü karakterlerle

[10] Paap, Newsome & Noel, 1984; Besner, 1989; Mayall, Humphreys & Olson, 1997; Mayall, Humphreys, Mechelli, Olson & Price, 2001.

[11] McConkie & Zola, 1979; Rayner, McConkie & Zola, 1980.

sunulmuş sözcüklere günlük okuma deneyimlerimizde hiç rastlamayız, ama harf normalleştirme işlemlerimiz, bu tür bir dönüşüme kolaylıkla direnebilecek kadar etkindir.

Sonraki kısma geçmeden önce, bu deneylerin küresel harf şekillerinin hiçbir rolünün olmadığını kanıtladığını söylemek isterim. Eğer "sözcüklerin", "SÖZCÜKLERİN" veya "SöZcÜkLeRiN" bu biçimlerini anında tanımlayabiliyorsak bu, görsel sistemimizin sözcüklerin dış hatlarına veya büyüyüp küçülen harflerin şablonuna aldırış etmemesi yüzündendir: görsel sistemimiz yalnızca bu sözcüklerin barındırdığı harflerle ilgilenmektedir. Görüldüğü üzere, sözcükleri tanıma yetimiz onların genel şekillerinin tahliline dayanmamaktadır.

Farklılıkları Büyütmek

Her ne kadar görsel sistemimiz, "R" ve "r" arasındaki ayrım gibi, okumayla bir ilgisi olmayan görsel farklılıkları etkin bir biçimde filtrelese de her zaman için bilgiyi bir kenara ayırdığını ve şekilleri basitleştirdiğini düşünmek hata olur. Aksine, bu sistem, birbirine çok benzer iki sözcüğü birbirinden ayıran en küçük ayrıntıları dahi korumak ve hatta büyütmek zorundadır. "Meşe" ve "neşe" sözcüklerini ele alalım. Bu sözcüklerin birbirinden farklı anlam ve telaffuzlarına anında erişim sağlayabiliyoruz, ama farkın yalnızca birkaç piksel olduğunun ayırdına ancak daha yakından baktığımız zaman varabiliyoruz. Görsel sistemimiz "meşe" ve "neşe"nin arasındaki çok küçük farklılıklara zarif bir biçimde duyarlıdır ve bu farklılıkları anlamsal [semantik] mekânın tamamen farklı bölgelerine gönderebilmek için büyütmektedir. Aynı zamanda, "meşe" ve "MEŞE" arasındaki ayrım gibi çok daha büyük başka farklılıklara aldırış etmemektedir.

Tıpkı değişmezlik konusunda olduğu gibi konuyla ilgili ayrıntılara odaklanma yetisi yıllar süren bir eğitimin sonucudur. "e" ve "o" arasındaki farkı anında tespit edebilen, ama "a" ve "ɑ" arasındaki farkı bilmeyen bir okuyucu, İbrani bir okuyucunun gayet bariz bir biçimde gördüğü bir gerçeği, yani İbranicedeki ת ve ח harflerinin arasındaki farkı ayırt edemeyebilir.

Her Sözcük Bir Ağaçtır

Görsel sistemimiz, değişmez sözcük tanımlama sorunuyla gayet iyi organize edilmiş bir sistemi kullanarak baş etmektedir. Bölüm 2'de detaylı bir biçimde göreceğimiz gibi görsel beyne giren nöron etkinliği akışı, artan bir şekilde anlamlı kategorilere ayrılmaktadır. Örneğin "meşe" ve "neşe" gibi birbirine çok benzeyen şekiller, gittikçe artarak titizleşen, bu şekilleri aşamalı olarak ayrıştıran ve bir zihin sözlüğünün, yani bugüne kadar rastladığınız tüm sözcükleri barındıran sanal bir sözlüğün farklı girilerine ekleyen filtreler tarafından elenmektedir. Öte yandan, "meşe" ve "MEŞE" gibi farklı görsel özellikler taşıyan şekiller, başlangıçta birincil görsel alandaki farklı nöronlar tarafından kodlanmakta, ama esasen ayırt edilemez hale gelene kadar aşamalı olarak yeniden kodlanmaktadır. Özellik algılayıcılar, "ş" ve "Ş" harfleri arasındaki benzerliği tanımlamaktadır. Biraz daha soyut olan başka harf algılayıcılar ise "e" ve "E"yi aynı harfin iki farklı biçimi olarak sınıflandırmaktadır. Başlangıçtaki farklılıkların aksine okuyucunun görsel sistemi nihayet bu harflerin kati şekillerine bakılmaksızın "meşe" ve "MEŞE" harf dizilerinin özünü kodlamaktadır. Bu iki diziye aynı zihinsel adresi beynin geri kalanını bu sözcüğün telaffuzu ve anlamı doğrultusunda yönlendirme yetisine sahip soyut bir kodu vermektedir.

Peki, bu adres nasıl bir şeydir? Kimi modellere göre beyin, yalnızca M-E-Ş-E harf dizisini hazırlayan yapılandırılmamış bir tür liste kullanmaktadır. Başka modellere göre ise örneğin [1296] sayısı "meşe" anlamına gelirken [3452] sayısının "neşe" anlamına geldiği rastgele bir şifreye benzeyen oldukça soyut ve geleneksel bir koda dayanmaktadır. Ancak son araştırmalar bir başka hipotezi desteklemektedir. Her ne kadar insan vücudu her biri basit parçalara ayrışabilecek yapılar olan bacakların, kolların, gövdenin ve başın bir birleşimi olarak temsil edilebilse de, her yazılı sözcük muhtemelen harflerin, kendileri de heceleri ve sözcükleri oluşturan daha büyük boyutlardaki birimlerin içinde kategorize edildiği hiyerarşik bir ağaç tarafından kodlanmaktadır.

Sözcüklerin zihinsel olarak alakalı birimlere ayrışmasının güzel bir örneğini "unbuttoning"* sözcüğünü inceleyerek bulabiliriz. İlk önce, "un" önekini ve yaygın olarak kullanılan "-ing" sonekini veya gramatik bitişini çıkarmalıyız. İkisi de merkezi bileşeni, yani sözcüğün içindeki sözcüğü çerçevelemektedir: kök, "button". Bu bileşenlerin her birine "anlambirim" denmektedir; yani bir anlam taşıyabilen en küçük birim. Bu seviyede, her bir sözcük, anlambirimlerinin bir araya getiriliş biçimine göre sınıflandırılmaktadır. Sözcükleri anlambirimlerine ayrıştırmak, "reunbutton" veya "deglochization" gibi daha önce hiç görmediğimiz sözcükleri bile anlamamıza olanak sağlamaktadır (her ne anlama gelirse gelsin, "deglochization" sözcüğünün, "gloch" eyleminin geri alınması anlamına geldiğini anlarız). Türkçe ve Fince gibi kimi dillerde anlambirimler, İngilizcedeki tam bir cümlenin barındırdığı anlamı taşıyabilecek kadar geniş sözcükler halinde bir araya getirilebilmektedir. Bu dillerde olduğu kadar bizim dilimizde de sözcükleri anlambirimlerine ayrıştırmak, görüşten anlama giden yolda atılacak önemli bir adımdır.

Birçok deneysel veri, görsel sistemimizin anlambirimleri oldukça hızlı ve hatta doğrudan doğruya bilinçsiz bir biçimde kırptığını göstermektedir. Örneğin bir bilgisayar ekranında bir an için "kalkış" sözcüğünü göstersem bir dahaki karşılaşmanızda "kalk" sözcüğünü biraz daha hızlı söylersiniz. "Kalkış"ın sunumu, [kalk] anlambirimini önceden etkinleştirerek ona erişimi kolaylaştırıyor gibi görünmektedir. Psikologlar "tetikleme" etkisinden bahsederler; yani tıpkı devrilen bir domino taşının başka bir taşı devirmesi gibi, bir sözcüğün okunması da onunla ilgili başka sözcüklerin tanınmasını tetikler. Önemli nokta ise bu tetikleme etkisinin yalnızca görsel benzerliğe dayanmamasıdır: "yatak" ve "döşek" gibi yazılışı birbirine benzemeyen, ama ortak bir anlambirimi paylaşan sözcükler birbirlerini tetikleyebilirken, "şap" ve "kap" gibi, yazılış açısından birbirine benzeyen ama aslen biçimsel hiçbir ilişki taşımayan sözcükler bunu

* İng. "button": "düğme". "Unbuttoning": "(bir şeyin) düğmelerini çözmek" –çn.

yapmaz. Tetikleme, anlam seviyesi açısından da herhangi bir benzerlik gerektirmemektedir; anlamları aslında alakasız olsa bile, "sıkı" ve "sıkıcı" veya "kalk" ve "kalkış" gibi sözcükler, birbirlerini tetikleyebilmektedir.[12] Anlambirim seviyesine inmek okuma sistemimiz için öylesine önemlidir ki bu sistem, sözcüklerin ayrışmasına dair tahminlerde bulunmaya isteklidir. Okuma aygıtımız, sözcüğün anlamını işlemede sonraki operatörlere faydalı olacağı umuduyla, "müdüriyet" sözcüğünü [müdür] ve [iyet] birimlerine ayırmaktadır.[13] Bunun her zaman işlerlik kazanmamasını dert etmeyin; ne de olsa bir "terbiyeli" köfte belirli bir eğitimden geçmiş değildir veya "sucuk", minik bir su birikintisini ifade etmez. Bu tür çözümleme hataları, sözcük ayrıştırma sürecinin diğer aşamalarında yakalanacaktır.

"Unbuttoning" sözcüğünü ayrıştırmaya devam edersek [button] anlambiriminin kendisinin de bölünemez bir bütün olmadığını görürüz. Bu sözcük, [bʌ] ve [ton] şeklindeki iki heceden meydana gelir ve bu heceler de bireysel ünlü ve ünsüzlere ayrıştırılabilir: [b] [ʌ] [t] [o] [n]. Burada da okuma sistemimizin bir başka başlıca birimi yer almaktadır: yazıbirim, yani hedef dildeki sesbirime dönüşen bir harf veya harfler dizisi. Örneğimizde iki "tt" harfinin tek bir *t* sesine dönüşmüş olduğuna dikkat edin.[14] Elbette, yazıbirimlerin sesbirimlere dönüşmesi her zaman için doğrudan bir süreç değildir. Birçok dilde, yazıbirimler bir grup harfin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Özellikle İngilizcenin, "ough", "oi"

---

[12] Rastle, Davis, Marslen-Wilson & Tyler, 2000; Longtin, Segui & Hallé, 2003.

[13] Biçimbirimlere ayrıştırma işlemi, bizi yanlış yönlendirebilecek "repair" gibi sözcüklere bile uygulanabilen, oldukça sistematik bir işlemdir (yazar, İngilizcede "tamir etmek" anlamına gelen "repair" sözcüğünün beyinde, "yeniden yapmak", "yinelemek" gibi anlamlara sahip "-re" önekini almış gibi işlenebileceğini ifade etmektedir –çn.). Ancak bunun, biz bilinen sözcüklerden oluşan zihinsel bir sözlüğe eriştikten önce mi yoksa sonra mı gerçekleştiği noktası belirsizdir. Biçimbirimlerin işlenmesi, hem empirik hem de kuramsal seviyelerde hâlâ sıcak bir tartışma konusudur. Daha fazla ayrıntı için, örn. bkz: Caramazza, Laudanna & Romani, 1988; Taft, 1994; Ferrand, 2001, bölüm 5.

[14] Harflerin ve sözcüklerin görsel biçimlerine atıfta bulunmak için tırnak işaretini, telaffuzlarına atıfta bulunmak içinse italik yazı stilini kullanacağım. Yani "women" sözcüğü, wimen şeklinde telaffuz edilir.

ve "au" gibi harfler barındıran, kapsamlı bir yazıbirimler yığını vardır.

Görsel sistemimiz, artık bu harf gruplarının gerçek harf içeriğine dikkat etmez olduğumuz noktaya kadar, onlara hilesiz birimlere olarak davranmayı öğrenmiştir. Bunu ispatlamak için basit bir deney yapalım. Aşağıdaki harf listesini inceleyin ve "a" harfini barındıran sözcükleri işaretleyin:

garage
metal
people
coat
please
meat

Sondaki üç sözcük olan "coat", "please" ve "meat" için azıcık da olsa yavaşlamanız gerektiğini hissettiniz mi? Hepsinde "a" harfi vardır, ama "a" biçiminde telaffuz edilmeyen karmaşık bir yazıbirimin içine gömülmüştür. Eğer "a" harfini algılamak için yalnızca harf algılayıcılara güvenseydik, sözcükleri yazıbirimlerine ayrıştırmanın bir anlamı kalmazdı. Ancak eş zamanlı tepki ölçümleri, beynimizin tek-harf seviyesinde durmadığını açıkça göstermektedir. Görsel sistemimiz, harfleri otomatik olarak daha yüksek seviye yazıbirimler halinde birleştirmekte ve böylece de "ea" gibi harf gruplarının aslında "a" harfini barındırdığını görmemizi zorlaştırmaktadır.[15]

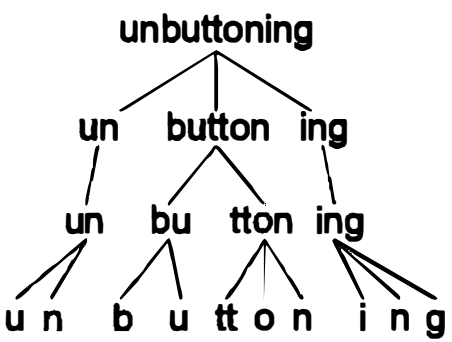
Buna karşılık, yazıbirimler de otomatik olarak hecelerde toplanır. İşte size bu gerçek için de basit bir ispat. Aşağıda, beş harfli sözcükler göreceksiniz. Kimi harfler **kalın**, diğerleri ise normal biçimde yazılı. Yalnızca ortadaki harfe odaklanın ve onun kalın mı yoksa normal mi basılmış olduğuna karar verin:

Liste 1: AZGIN **YOL**CU **SAL**ÇA BALIK
Liste 2: **VOT**KA METRO HAZIR **SÜ**PER

[15] Rey, Jacobs, Schmidt-Weigand & Ziegler, 1998; Rey, Ziegler & Jacobs, 2000.

İlk listenin ikinciden biraz daha zor olduğunu hissettiniz mi? İlk listede, kalın karakterler hece sınırlarını çiğnemektedir; örneğin "YOLCU"da, hecenin geri kalanı normal biçimde yazılmışken, "L" harfi kalın yazılmıştır. Zihnimiz, bir heceyi meydana getiren harfleri bir araya toplama eğilimi göstererek tepkilerin ölçülebilir bir biçimde yavaşlamasına yol açan kalın yazı tipiyle bir çatışma yaratmaktadır.[16] Bu etki, görsel sistemimizin bunu yapmamanın daha iyi olacağı durumlarda bile sözcükleri otomatik olarak temel bileşenlerine bölmekten kaçınamadığını göstermektedir.

Bu bileşenlerin doğası, hâlâ sıcak bir araştırma konusudur. Çeşitli seviyelerde analizlerin bir arada var olabileceği ortaya çıkmıştır: en düşük seviyede tek bir harf, sonrasında bir çift harf (ya da daha sonra bahsedeceğimiz üzere, önemli bir birim olan "bigram"), yazıbirim, hece, anlambirim ve nihayet bütün bir sözcük. Görsel işlemin son noktası, sözcüğü, hiyerarşik bir yapı, yani yaprak yerine harfler barındıran ve giderek büyüyen boyutlarda dallardan oluşmuş bir ağaç biçiminde ayrıştırılmış halde bırakmaktadır.



Bir iskelete indirgenmiş ve yazı tipi, harf kasası ve boyut gibi alakasız özelliklerinden sıyrılmış olan harf dizisi, böylece beynin geri kalanının ses ve anlamı işlemede kullanacağı temel bileşenlerine ayrıştırılmıştır.

[16] Prinzmetal, Treiman & Rho, 1986; ayrıca bkz: Prinzmetal, 1990.

Sessiz Ses

> Sözcükleri ve sesleri, gözlerin görmesi için ustaca boyama sanatı: yazma.
> –Georges de Brébeuf (Fransız şair, 1617-1661)

Augustinus, zamanın Milano piskoposu Ambrose'a yaptığı ziyarette, anılarında bahsetmeye değecek kadar tuhaf olduğu yargısına vardığı bir olgu gözlemlemiştir:

> "[Ambrose] bir şey okurken, gözleri sayfayı tarıyor ve kalbi de anlamı arıyordu, ama sesi çıkmıyordu ve dili de kıpırdamıyordu. Herkes ona serbestçe yaklaşabilirdi ve ziyaretçilerin kimliği de genellikle açıklanmazdı; böylece, onu ziyarete geldiğimizde sıklıkla sessizce okurken bulurduk, çünkü asla sesli okuma yapmazdı."[17]

Yedinci yüzyılın ortasında, tarihçi Sevillalı Isidore da benzer biçimde, "harflerin, var olmayanların sözlerini sessizce bize aktarma gücünün olduğuna" hayret etmiştir. O zamanlarda, Latincenin sesli okunması alışılageldik bir durumdu. Sesleri telaffuz etmek sosyal bir gelenek olduğu gibi, aynı zamanda gerçek bir gereklilikti: iyi bilmedikleri bir dildeki sözcüklerin boşluk bırakılmadan birbirlerine yapıştırıldığı sayfalarla karşı karşıya olan birçok okuyucu, okudukları metinleri küçük çocuklar gibi gevelemek zorundaydı. Ambrose'un sessiz okumasının şaşırtıcı olmasının sebebi buydu, her ne kadar bizim için tanıdık bir deneyim olsa bile: bizler, sesleri telaffuz etmeden okuyabiliyoruz.

Zihnimizin bir sözcüğün telaffuzuna erişim sağlamadan o sözcüğün yazılı halinden doğruca anlamına mı gittiği yoksa harfleri bilinçsizce seslere dönüştürüp sonrasında o seslerden mi bir anlam çıkardığı sorusu kayda değer bir tartışma konusudur. Okumanın zihinsel yol organizasyonu konusu, psikoloji camiasını otuz yıl boyunca bölen bir tartışmayı alevlendirmiştir. Kimileri basılı olandan sese doğ-

[17] Augustinus, *İtiraflar*, Altıncı kitap, bölüm III. Augustinus ve Sevillalı Isidore'dan yapılan alıntıların alındığı yer için bkz: Manguel, 1997.

ru dönüşümün gerekli olduğunu düşünmüştür; yani yazılı dilin, konuşma dilinin yalnızca bir yan ürünü olduğunu ve bu yüzden de sesleri, onların anlamlarını geri kazanmadan önce, *fonolojik bir hat* vasıtasıyla telaffuz etmek zorunda olduğumuzu iddia etmiştir. Ne var ki diğerlerine göre, fonolojik yeniden kodlama, yalnızca genç okuyuculara has bir acemi özelliğidir. Daha yetkin okuyucularda okumanın etkinliği, harf dizisinden doğruca anlama giden dolaysız bir *sözcüksel rota*ya dayalıdır.

Bugünlerde bir mutabakat sağlanmıştır: yetişkinlerde iki okuma rotası da mevcuttur ve ikisi de eş zamanlı olarak etkindir. Hepimiz sözcüğün anlamına doğrudan erişiriz ve bu da bizi sözcükleri anlamadan önce zihnimizde telaffuz etme zahmetinden kurtarmaktadır. Ne var ki usta okuyucular bile, bunun farkında olmasalar da, sözcüklerin seslerini kullanmaya devam etmektedir. Sözcükleri gizlice seslendirdiğimizi söylemiyorum; bunu yapmak için dudaklarımızı oynatmamız, hatta bu niyetle hazırlanmamız bile gerekmiyor. Ancak daha derin bir seviyede, sözcüklerin telaffuzuna dair bilgiler geri gelmektedir. Hem sözcüksel hem de fonolojik hatlar paralel olarak çalışmakta ve birbirlerini pekiştirmektedir.

Okurken konuşma seslerine otomatik olarak erişim sağladığımıza dair bolca kanıt vardır. Örneğin size harf dizilerinden oluşan bir liste sunulduğunu ve listedeki dizilerden hangisinin İngilizce bir sözcük olduğunu, hangisinin ise böyle olmadığını tahmin etmenizin istendiğini hayal edin. Unutmayın, yalnızca harflerin İngilizce bir sözcük oluşturacak şekilde bir araya yazılıp yazılmadığına karar vermeniz gerekiyor. İşte liste:

rabbit
bountery
culdolt
money
dimon
karpit
nee

Kimi harfler kulağa gerçek bir sözcük gibi geldiğinde – örneğin "demon", "carpet" veya "knee" gibi–, belki de bir an tereddüt ettiniz. Bu müdahale etkisi tepki süreleri açısından kolayca ölçülebilir. Bu durum, süreç istenen göreve karşı gelse bile her bir dizinin gerçek bir sözcük gibi değerlendirilen birer ses dizisine dönüştürüldüğüne işaret etmektedir.[18]

Zihinde seslere dönüştürme işlemi bir sözcüğü –örneğin "Kalashnikov" harf dizisini– ilk kez okuduğumuzda önemli bir rol oynamaktadır. Başlangıçta, bu sözcüğün yazılışını daha önce görmemiş olduğumuzdan sözcüğün anlamına doğrudan erişmemiz de mümkün değildir. Yapabileceğimiz tek şey, bu sözcüğü sese dönüştürmek, ses şablonunun anlaşılır olduğunu görmek ve bu dolaylı rota vasıtasıyla yeni sözcüğü anlamlandırabilmektir. Yani yeni bir sözcükle karşılaştığımızda seslendirme genellikle tek çözümdür. Aynı zamanda imlası bozuk bir sözcük okuduğumuzda da vazgeçilmezdir. Edgar Allan Poe'nun "Garabet Meleği" isimli az bilinen öyküsünü ele alalım. Öyküde katran kadar koyu bir Alman aksanına sahip tuhaf bir karakter "tamamen betimlenemez olmasa da ne idüğü belirsiz bir şahsiyet", gizemli bir biçimde anlatıcının evine girer:

> "Siz de kimsiniz?" diye sordum, kafam karışmış olsa da ağırbaşlılığı elden bırakmadan; "buraya nasıl girdiniz ve neyden bahsediyorsunuz?"
>
> "Burya nazıl gelmijim mevzuzu," dedi bu şahıs, "zizi ğiç alakedar edmez; nedden bahzeddime gelinçe, munazip olan neyze, ondan bahzediyoğm; ve kimmijim konuzunda, burya geldimin azıl zebebidir bu, kendı göslerinisle gorün diye... Bana bakın! Gördünüs mu? Garabed Melehiyım ben!"
>
> "Hakikaten de yeterince garabetmiş," demeye cüret ettim; "ama sanki meleklerin kanatları vardır diye hatırlıyorum ben."
>
> "Ganad!" diye haykırdı, çileden çıkarak, "ganadı ne yabaydım ben? Mein Gott! Davug mu zandınız benı?"

[18] Rubenstein, Lewis & Rubenstein, 1971; Coltheart vd., 1977; Seidenberg vd., 1996; Ferrand, 2001, bölüm 4.

Bu metni okurken, uzun zaman önce unuttuğumuz, temelleri çocukluğumuza dek uzanan bir tarza dönüş yapıyoruz: fonolojik hat veya tamamen yeni harf dizilerinin, sanki birileri onları bize fısıldıyormuş gibi mucizevi bir biçimde anlaşılır olan seslere dönüşmesi.

Peki ya halihazırda binlerce kez karşılaşmış olduğumuz gündelik sözcükler ne olacak? Onları okurken zihinsel telaffuz yoluyla yavaşça deşifre ettiğimiz izlenimine kapılmayız. Ancak zekice hazırlanmış psikolojik testler, onların telaffuzunu da bilinçsiz bir düzeyde hâlâ etkinleştirdiğimizi göstermektedir. Örneğin aşağıdaki sözcüklerden hangisinin vücudun bir parçasını ifade ettiğini bulmanızın istendiğini farz edin. Hepsi de oldukça tanıdık sözcüklerdir, bu yüzden telaffuzu göz ardı edip anlama odaklanabilmelisiniz. Deneyin:

diz
bacak
masa
kafa
uçak
kova
sac*

Belki de kulağa vücudun bir parçası gibi gelen "sac" sözcüğüne tepki verme ihtiyacı hissettiniz. Deneyler, kulağa hedef kategorideki bir öğe gibi gelen sözcüklerde yavaşladığımızı ve hatalar yaptığımızı göstermektedir.[19] "Eğer sözcüğün telaffuzunu zihinsel olarak tekrar kazanmamış olsaydık bu eşsesliliği nasıl tanırdık?" sorusunun cevabı net değildir. Bu tür bir hatayı yalnızca içsel bir konuşma seslerine dönüştürme eylemi açıklayabilir. Beynimiz, elinde olmadan, "s-a-c" harflerini içsel konuşmaya dönüştürür ve sonra da onu bir anlamla ilişkilendirir; bu işlem, harf dizisinin kulağa iyi bilinen bir başka sözcük gibi geldiği durumlarda ters gidebilir.

---

* Burada yazar HAIR ile HARE arasındaki sesteşliği gösteriyor –yn.

[19] Van Orden, Johnston & Hale, 1988; Jared & Seidenberg, 1991.

Elbette, bu kusurlu tasarım bize hayatın en büyük keyiflerinden birini de bahşetmektedir: sözcük oyunları ya da mizahçı Richard Lederer'in ifade ettiği gibi "metnin keyfi". Harften sese dönüşüm yeteneği olmasaydı, Mae West'in kişisel tanıtımının ("She's the kind of girl who climbed the ladder of success wrong by wrong")* veya Conan Doyle'un enişteşinin nüktesinin ("there is no police like Holmes")† keyfine varamazdık. Augustinius'un "sessiz sesi" olmadan ise bir anlamı müstehcen olan iki anlamlı sözcüklerden mahrum kalırdık:

> Bir hayranı, Başkan Lincoln'ın yanına yaklaşır ve der ki "Size ailemi tanıtmama izin verin. Eşim, Bayan Bates. Kızım, Küçükhanım Bates. Oğlum, Küçükbey Bates."‡
> Başkan'ın cevabı, "Aman ya rabbi!" olur.[20]

Beynimizin otomatik olarak bir sözcüğün ses şablonuna erişim sağladığının bir başka kanıtı, subliminal [alt algısal] tetiklemeden kaynaklanmaktadır. Farz edin ki, size bir an için "LATE" sözcüğünü, hemen ardından da "mate" sözcüğünü gösteriyorum ve ikinci sözcüğü elinizden geldiğince hızlı okumanızı istiyorum. Sözcükler, herhangi bir alt seviye görsel benzerlikten kaçınmak adına farklı harf kasalarında gösteriliyor olsun. Ne var ki tıpkı örnekteki gibi ilk sözcük kulağa ikinci sözcük gibi geldiğinde ve onun gibi yazıldığında iki sözcüğün birbiriyle özellikle ilintili olmadığı durumlara kıyasla ("BOWL" sözcüğünü takiben "mate" sözcüğünün gelmesi gibi) okuma süresinde devasa bir hızlanma gözlemlerdik. Bu basitleştirmenin bir kısmının başlı başı-

---

* Tr. "O, başarı basamaklarını yanlış üstüne yanlış yaparak çıkan bir kızdı." "Wrong by wrong"un İngilizcedeki telaffuzu "one by one"ınkine (adım adım) benziyor –çn.

† Tr. "Holmes gibi polis yok." İngilizcedeki bir başka deyiş olan, "There is no place like home"a (Ev gibisi yok) gönderme yapılıyor –çn.

‡ "Küçükbey": İng. "Master". "Master Bates"in telaffuzu, İngilizcedeki "masturbates"in ("masturbasyon yapıyor") telaffuzuna oldukça yakındır –çn.

[20] Bu ve başka birkaç kelime oyununu Hammond & Hughes, 1978'e borçluyum.

na yazım işleminden geldiği açıktır. Her ne kadar iki harf dizisi kulağa birbirinden oldukça farklı gelse de "MATH"in ardından "mate"in gelmesi de tanımayı kolaylaştırmaktadır. Ancak oldukça önemli bir biçimde, iki sözcük aynı telaffuzu paylaştığında (örneğin "LATE" ve "mate") çok daha büyük bir basitleştirme bulunabilecektir ve bu ses temelli tetikleme sözcüklerin yazımı oldukça farklı olduğunda bile (örneğin "EIGHT" ve "mate") işe yarayacaktır. Yani telaffuz otomatik olarak çıkarılıyor gibi görünmektedir. Ancak beklenebileceği gibi, yazım ve ses aynı anda kodlanmamaktadır. Beynimizin bir sözcüğün yazımını etkinleştirmesi için yirmi veya otuz milisaniye yeterli olmaktadır, ama ses temelli tetiklemenin ortaya çıkışıyla birlikte ortaya konduğu gibi bunun sese dönüştürülmesi için de ek bir kırk milisaniye gerekmektedir.[21]

Basit deneyler retinaya düşen izlerden onların harf ve seslere dönüşmesine varana dek okuyucunun beynindeki bütün bir ardışık aşamalar akışının anahatlarına böylelikle götürmektedir. Deneyimli herhangi bir okuyucu harf dizilerini konuşma seslerine hızlıca, zahmetsizce ve bilinçsizce dönüştürebilmektedir.

Sesin Sınırları

Yazılı sözcüklerin telaffuzuna örtülü erişim, okumanın otomatik adımlarından biridir, ama bu dönüşüm zaruri olmayabilir. Konuşmadan sese doğru gerçekleşen dönüşüm genellikle yavaş ve yetersizdir. Bu yüzden beynimiz sıklıkla bir sözcüğün anlamını geri kazanmak için, harf dizisinden doğruca zihindeki sözlükte bulunan ilintili bir başlığa giden paralel ve daha doğrudan bir yol kullanmaktadır.

Dolaysız sözcüksel hat ile ilgili sezgilerimizi güçlendirmek için yalnızca yazılı sözcükleri zihninde telaffuz edebilen sözde okuyucuların içinde bulunduğu fena durumu da göz önünde bulundurmamız gerekmektedir. Bu okuyucunun, "maid" ve "made", "raise" ve "raze", "board" ve "bored" veya

[21] Perfetti & Bell, 1991; Ferrand & Grainger, 1992, 1993, 1994; Lukatela, Frost & Turvey, 1998.

"muscles" ve "mussels" gibi eşsesli sözcükleri birbirinden ayırt edebilmesi imkânsızdır. Meseleye yalnızca ses temelinde bakıldığında bu tür bir okuyucu, seri katillerin* mısır tarlalarından nefret ettiğini veya bir karatlık† bir elmasın turuncunun farklı bir tonu olduğunu düşünebilir. Bu tür eşsesli sözcüklerin birden fazla anlamını halihazırda ayırt edebildiğimiz gerçeği, onları telaffuz etmek zorunda olmadığımızı, beynimizin herhangi bir tür belirsizliği çözmesini ve doğruca anlama gitmesini sağlayan bir başka hattın var olduğunu göstermektedir.

Yalnızca ses temelli okuma kuramları için başka bir sorun daha vardır: yazımdan sese doğru giden hat, engellerden azade dümdüz bir otoban değildir. Bir sözcüğün telaffuzunu harflerin sıralanışından anlamak genellikle ek bir yardım almadan mümkün değildir. "Blood" sözcüğünü ele alalım. Bu sözcüğün *blad* şeklinde telaffuz edilmesinin gerektiği ve "bud" ve "mud"la kafiyeli olduğu ortadadır. Ama biz bunu nereden biliyoruz? Bu sözcük neden "food" veya "good"la kafiye oluşturamıyor? Kulağa neden "bloom" veya "bloomer" gibi gelmiyor? Tıpkı "sign" ve "signature"da olduğu gibi, aynı sözcük kökleri bile farklı biçimlerde telaffuz edilebilmektedir. Kimi sözcükler ise o kadar istisnaidir ki telaffuzuyla bileşen harfler arasındaki bağlantıyı çözmek zordur ("colonel", "yacht", "though"...). Bu tür durumlarda, sözcüğe dair öncül bir bilgi olmaksızın bunların telaffuzlarını işlemek mümkün değildir.

İngilizce yazım düzensizliklerle doludur. Elbette *Aşkın Çabası Boşuna* isimli oyununda bilgiç karakter Holofernes'in ağzından William Shakespeare'in de ifade ettiği gibi yazım ve konuşma dili arasındaki boşluğun temeli yüzlerce yıl öncesine dayanmaktadır:

> Böylesi fanatik fantezilerden, böylesi asosyal ve kılı kırk yaran ahbaplardan iğreniyorum; bu tür imla

---

* "Seri katil": İng. "serial killer". İngilizcede "serial" sözcüğünün telaffuzu, "cereal (mısır gevreği)" sözcüğünün telaffuzuyla benzerdir –çn.

† "Karat": İng. "carat". Bu sözcüğün İngilizcedeki telaffuzu, "carrot (havuç)" sözcüğünün telaffuzuyla benzerdir –çn.

> düşmanları, *şüphe* demeleri gerekirken *şüpe* derler; *verecek* diye telaffuz etmeleri gerekirken, *vercek* derler; v, e, r, c, e, k değil, v, e, r, e, c, e, k. Aynı şekilde, buzağıya* *buzaa;* hemen hemene† *hemenemen* derler; ve komşu *gomşu*ya dönüşürken, ney de *ne* diye kısalıverir. Bu iğrenç bir durumdur; ki buna da muhakkak *iyrenç* diyeceklerdir: bu bana delilik gibi geliyor.

İngilizce kesinlikle iğrendirici derecede düzensiz bir dildir. George Bernard Shaw, "fish" sözcüğünün *ghoti* şeklinde telaffuz edilebileceğine işaret etmiştir: "enough"taki *gh*, "woman"deki *o* ve "lotion"daki *ti*! Shaw İngilizce yazımındaki düzensizliklerden öylesine nefret etmekteydi ki vasiyetinde, "Shawca" isimli yeni ve tamamen mantıklı bir dilin tasarlanması için bir yarışma düzenlenmesini istemiştir. Muhtemelen var olan diğer yazım sistemlerinden çok fazla uzaklaşıldığı için bu girişim maalesef büyük bir başarı yakalayamamıştır.[22]

Elbette Shaw'unki fazla uç bir örnektir: hiç kimse hiçbir zaman *ghoti*yi "fish" şeklinde okumayacaktır, çünkü "g" harfi bir sözcüğün başına getirildiğinde daima "g" olarak okunur. Benzer biçimde Shakespeare'in itirazlarına rağmen, günümüz İngilizcesinde "alf" harfleri "half" ve "calf"ta olduğu gibi sözcüğün sonuna geldiğinde her zaman için *af* biçiminde telaffuz edilir. Eğer harfler bağlam içerisinde ele alınırsa, harflerin seslere dönüşme sürecini basitleştiren bazı üst seviye düzenleri tanımlamak genellikle mümkündür. Ancak o durumda bile sayısız istisna olacaktır: "has" ve "was", "tough" ve "dough", "flour" ve "tour", "header" ve "reader", "choir" ve "chair", "friend" ve "fiend" gibi. Görünen o ki birçok düzensiz sözcük için telaffuzun geri kazanımı sözcüğün kavranmasının kaynağı olmaktan çok uzak biçimde onun sonucudur: "dough" sözcüğünün ses şablonunu geri kazanmamız, yalnızca bu sözcüğün kimliğini tanıdıktan sonra gerçekleşir.

---

* İng. "calf" –çn.

† İng. "half" –çn.

[22] Coulmas, 1989, s. 251.

Yazım Sistemimizin Gizli Mantığı

İnsan İngilizcenin neden böylesine karmaşık bir yazım sistemine tutunup kaldığını merak edebilir. Örneğin İtalyanlar aynı sorunlarla karşılaşmaz. Onların yazımı açıktır: her harf, gerçekte hiçbir istisna olmaksızın tek bir sesbirime karşılık gelmektedir. Sonuç olarak da bu dili okumayı öğrenmek yalnızca birkaç ay almaktadır. Bu, İtalyanlara devasa bir avantaj sağlamaktadır: çocuklarının okuma yetileri bizimkileri birkaç yılla geride bırakmakta, okullarda bir haftada saatlerce yazım ve sesli heceleme üzerine çalışmalarına gerek kalmamaktadır. Dahası daha sonra da tartışacağımız gibi, disleksi onlar için çok daha az tehlike arz eden bir sorundur. Belki de İtalya'nın izinden gidip bütün sözlüklerimizi yakmalı ve üç yaşında bir çocuğun bile kolayca okuyabileceği yeni bir yazım sistemi tasarlamalıyız.

İngilizce yazımın basitleştirilebileceği şüphesizdir. Tarihin ağırlığı, bu yazımın tuhaflıklarından birçoğunu açıklamaktadır: bugünün ilkokul öğrencileri, Hastings Savaşı kaybedildiği için ağıtlar yakmalıdır, çünkü bu savaşı takiben meydana gelen İngilizce ve Fransızcanın karışımı, "c" harfinin *s* sesi için kullanılması gibi (örneğin "cinema"daki kullanım) bugün yazımda çektiğimiz sıkıntılardan birçoğunun sebebidir. Yüzyıllar süren ve kimi zaman çok bilmişlik eğilimi gösteren akademik tutuculuk, sözlüklerimizi dondurmuştur. İyi niyetli akademisyenler, Latincedeki *insula* sözcüğünün etimolojisini düzeltme gibi yanılgı içindeki bir Rönesans girişimiyle, "island"* sözcüğündeki "s" harfi gibi yazım mantıksızlıkları bile getirmiştir. En kötüsü de İngilizce yazımın konuşma dilinin doğal kaymalarına rağmen evrilmekte başarısız olmasıdır. İngilizcenin konuşulmasındaki yabancı sözcük girdileri ve anlık geçişler yazma biçimimizle konuşma biçimimiz arasında muazzam bir boşluk yaratmıştır ve bu da çocuklarımız için yıllar süren gereksiz bir çileye sebep olmaktadır. Kısacası, mantık İngilizce yazımında radikal bir basitleştirmeyi gerekli kılmaktadır.

* İng. "ada" –çn.

Ne var ki herhangi bir değişikliğe girişmeden önce yazım sistemimizin gizli mantığını tamamen anlamak gereklidir. Yazım düzensizlikleri yalnızca bir gelenek meselesi değildir. Bu düzensizlikler aynı zamanda dilimizin ve beyinlerimizin yapısından kaynaklanmaktadır. İster yazımdan sese ister yazımdan anlama olsun, iki okuma hattı da herhangi bir yazım sistemine karmaşık ve sıklıkla uzlaştırılamaz sınırlamalar yerleştirmektedir. İngilizce, İtalyanca, Fransızca ve Çince arasındaki dilsel farklılıklar o boyuttadır ki hiçbir yazım çözümü tek başına hepsine birden uyum sağlayamaz. Yani İngilizce yazımdaki o iğrenç düzensizlik kaçınılmaz gibi görünmektedir. Her ne kadar yazım reformu fena halde gerekli olsa da bin bir kısıtlamayla mücadele etmek zorunda kalacaktır.

İlk olarak, İngilizce yazımın İtalyancada olduğu gibi tek bir harfi her bir sese, sabit bir sesi de her bir harfe bağlayıp bağlayamayacağı net değildir. Bu pek de kolay bir şey olmazdı çünkü İngilizcede, İtalyancada olduğundan çok daha fazla konuşma sesi mevcuttur. İtalyancadaki sesbirimlerin sayısı yalnızca otuzken, İngilizcedekilerin sayısı, dili konuşanlara ve sayma yöntemlerine göre değişmekle birlikte, kırk ve kırk beş arasındadır. İngilizcede özellikle ünlüler ve çift ünlüler (diftong) bolca bulunmaktadır: altı yalın ünlü (*bat*, *bet*, *bit*, *but*, *good* ve *pot*ta olduğu gibi), ama aynı zamanda beş uzun ünlü (*beef*, *boot*, *bird*, *bard* ve *boot*ta olduğu gibi) ve en az yedi çift ünlü (*bay*, *boy*, *toe*, *buy*, *cow*, *beer*, *bear*da olduğu gibi) vardır. Bu seslerin her birine kendi yazılı sembolleri verilseydi, çocuklarımıza ek bir yük yaratarak yeni harfler icat etmemiz gerekirdi. Var olan harflere akşanların eklenmesini düşünebilirdik; ã, õ, veya ü gibi. Ancak tüm dünya dillerine uyarlanabilecek evrensel bir alfabe hayal etmek tamamen ütopiktir. Bu tür bir yazım sistemi mevcuttur; adı da Uluslararası Fonetik Alfabe'dir ve sesbilimciler ve dilbilimciler tarafından yapılan teknik yayınlarda önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu yazı sistemi, günlük yaşamda etkili olamayacak kadar karmaşıktır. Uluslararası Fonetik Alfabe'de 170 işaret vardır ve bunların bazıları özellikle karmaşıktır

(e ɐ, ɓ, ɛ, ɮ veya ɲ). Uzmanlar bile sözlük yardımı olmadan bunları akıcı bir biçimde okumakta oldukça zorlanmaktadır.

Aşırı miktarda sembol şekli öğrenmekten kaçınmak için İngilizce ve Fransızca gibi fazla sayıda sesbirim barındıran diller uzlaşmaya başvurmaktadır. Bu diller, belirli ünlü ve ünsüzlere ya ü gibi özel karakterler ya da "oo" veya "oy" gibi harf grupları kullanarak atıfta bulunmaktadır. Verili dillere özgü bu tür tuhaflıklar, keyfi birer süsleme olmaktan çok uzaktır: okumanın "zihinsel ekonomi"sinde başlıca rolleri oynarlar ve herhangi bir biçimdeki yazım reformunda yerlerini bulmak zorundadırlar.

Her ne kadar her bir konuşma sesine karşılık kolayca birer harf veremeyecek olsak da, belki de tam tersini deneyebiliriz. Eğer her sesi sistematik olarak sabit bir harfe uyarlasaydık, birçok yazım hatasından da kaçınabilirdik. Örneğin *f* sesini "f" harfiyle veya "ph" harf grubuyla yazmaktan kaçınsaydık, hayat çok daha basit olurdu. Edinimi çocukluğun birçok yılını yiyip bitiren bu ve daha birçok gereksiz fazlalıktan kolayca kurtulabileceğimize dair çok az şüphe vardır. Aslına bakılırsa, "analyse" ve "behaviour"ın düzensiz Britanya yazımlarını "analyze" ve "behavior" şeklinde basitleştirdiğinde, Amerikan yazım reformunun cesaretsizce yöneldiği doğrultu da bu olmuştur. Aynı yolda daha birçok adım atılabilirdi. Deneyimli okuyucular olarak yazımımızın mantıksızlığının farkına varmamız gerekmektedir. "X" kadar basit bir harf bile, halihazırda kendi yazımlarına sahip *ks* sesbirimlerinin yerini aldığı için gereksizdir. Türkiye'de insanlar "taksi" çağırırlar. Bir yıllık zaman diliminde (1928-29) Latin harflerini kabul etmiş, yazımını kesin bir biçimde basitleştirmiş ve üç milyon insana okumayı öğretmiş olan bu ülke, yazım reformunun uygulanabilirliğine dair güzel bir örnek teşkil etmektedir.

Yine de temkinli davranmakta fayda vardır. Hedefi, İngilizce konuşmanın temiz, bire bir olarak uyarlanmasını sağlamak olan radikal bir reformun başarısızlığa mahkum olduğunu düşünüyorum, çünkü yazımın rolü sadece konuşma seslerine sadık bir kopya sağlamak *değildir*. Voltaire, zarif

ancak hatalı bir biçimde "yazı sesin boyanmasıdır: ne kadar benzerlik taşırsa, o kadar iyidir," diye belirtirken yanılıyordu. Yazılı bir metin, yüksek duyarlılıkta bir kayıt değildir. Yazının amacı, biz konuşmayı telaffuz ederken onu tekrar üretmekten ziyade konuşmayı okuyucunun anlamı hızlıca yeniden kazanmasına izin verecek kadar soyut bir seviyede kodlamaktır.

Tartışma yararına, Voltaire'in ideal olduğunu düşündüğü türden yalnızca fonetik bir yazı sisteminin neye benzeyeceğini hayal etmeyi deneyebiliriz. Konuştuğumuzda, sözcükleri saran seslerin bir işlevi olarak o sözcüklerin telaffuzunu da değiştiririz. İmlanın amacı, birçok okuyucunun farkında olmadığı eşsöyleyiş, asimilasyon ve yeniden heceleme gibi küt, sözde dilbilimsel olguları yansıtmak olsaydı bu bir felaket olurdu. Bağlam meselesi, aynı sözcüğün farklı biçimde yazılmasıyla sonlanırdı. Örneğin çoğulların çeşitli telaffuzları için farklı işaretler kullanmalı mıyız? Arkasından *d* sesi geldiğinde, *b* sesi *p* şeklinde telaffuz edilir bahanesiyle, "cab driver" öbeğini "cap driver" şeklinde mi yazmalıyız? Daha da aşırıya kaçarak, konuşan kişinin aksanını da hesaba katmalı mıyız ("Davug mu zandınız beni?")? Bu pek bir *apsürt* olurdu (evet, bu sözcüğü *p* sesiyle telaffuz ediyoruz). Yazmanın esas amacı, anlamı mümkün olduğunca etkin biçimde iletmektir. Sesleri herhangi alçakça bir biçimde dönüştürme girişimi bu amaçtan uzaklaşılması anlamına gelir.

İngilizce yazımı, çoğu zaman seslerin düzenliliğinden ödün vermek pahasına sözcük köklerinin açıklığına öncelik vermektedir. Örneğin "insane" ve "insanity" sözcükleri, anlamlarıyla o kadar derinden bağlantılıdır ki sırf hafifçe farklı telaffuz edildikleri için onları farklı biçimlerde yazmak gülünç olurdu. Benzer şekilde "column", "autumn" veya "condemn"in sonundaki sessiz *n*yi tutmak mantıklıdır, çünkü bu sözcükler de "columnist", "autumnal" veya "condemnation" gibi sözcüklerin oluşmasını sağlamıştır.

Anlamın uyarlanması aynı zamanda İngilizcede aynı seslerin neden birçok farklı şekilde yazıldığını kısmen de olsa açıklamaktadır. İngilizcede sözcükler yoğun ve tek heceli

olma eğilimi göstermektedir ve bunun sonucu olarak da eş adlılığa sıkça rastlanmaktadır (örneğin "eye" ve "I", "you" ve "ewe"). Eğer bu sözcükler fonetiğe uyarlansaydı, birbirlerinden ayırt edilemezlerdi. Yazım gelenekleri, zihinde bulunan bu sınırlamalarla evrilmiştir. Aynı seslerin ayırt edici yazımı imlayı karmaşıklaştırmakla birlikte, işaret edilen anlamı kolayca kavrayabilen okuyucunun işini de basitleştirmektedir. "Two", "too", "to" veya "stew"daki *u* sesinin sayısız yazım biçiminden şikayet eden öğrenciler, bu abartıların okuma hızımız için gerekli olduğunu anlamalıdır. Bunlar olmadan, yazılı tüm metinler anlaşılmaz birer bilmece halini alırdı. Yazım gelenekleri sayesinde, yazılı İngilizce doğruca anlama işaret etmektedir. Herhangi bir yazım reformu, ses ve anlam arasındaki bu üstü kapalı dengeyi sürdürmek zorunda kalırdı, çünkü bu denge çok daha derin ve daha kesin bir olguyu yansıtmaktadır: beynimizdeki iki okuma hattı.

İmkânsız Bir Düş: Açık Okuma

Ses için okuma ve anlam için okuma arasındaki rekabet tüm dünyada vardır. Tüm yazı sistemleri bir şekilde bu soruna değinmeyi başarmak zorundadır. En iyi uzlaşmanın ne olduğu konusu, uyarlanacak dile göre değişmektedir. İngilizce yazımı öğrenmek, Almanca veya İtalyanca yazımı öğrenmek kadar kolay olsaydı, hayat da kesinlikle daha kolay olurdu. Ancak bu diller, yazıya uyarlanmalarının kolay olmasını sağlayan birtakım özelliklerden faydalanmaktadır. Örneğin İtalyancada da Almancada da genellikle birkaç heceden oluşmuş, uzun sözcükler vardır. Gramatik uyum ise çınlamalı ünlülerle gayet iyi işaretlenmektedir. Bunun sonucu olarak da eş adlılık oldukça nadirdir. Dolayısıyla seslerin bütünüyle düzenli uyarlanımı olanaklıdır. İtalyanca ve Almancanın durumu neredeyse her harfin benzersiz bir sese karşılık geldiği büsbütün açık bir yazım sistemine elvermektedir.

Sürecin diğer ucunda ise Çince vardır. Çincedeki sözcüklerin büyük bir çoğunluğu yalnızca bir veya iki heceden

meydana gelmektedir ve bu dilde sadece 1,239 (tonal değişiklikleri çıkarırsak, 410) hece bulunduğundan, bunların her biri bambaşka kavramlara işaret edebilmektedir (Şekil 1.3). Bu yüzden Çincede tamamen fonetik bir yazı sistemi kullanışsız olur; çünkü harflerin her biri yüzlerce farklı biçimde anlaşılabilir! Çince alfabesindeki binlerce karakterin çoğunlukla sözcüklere, daha doğrusu biçimbirimlere, yani sözcük anlamının temel bileşenlerine uyarlanmasının sebebi budur. Çince yazı aynı zamanda belirli bir kökün nasıl telaffuz edilmesi gerektiğini belirten ve okuyucunun hangi sözcüğün anlatılmak istendiğini bulmasını kolaylaştıran birkaç yüz işarete dayanmaktadır. Örneğin "anne" anlamına gelen ve *ma* şeklinde telaffuz edilen 媽 karakteri, 女 = "kadın" biçimbiriminden ve 馬 = *mǎ* fonetik işaretinden oluşmaktadır. Yani yaygın kanının aksine, Çince bile (sembolleri kavramları temsil eden) kavramsal bir alfabe veya (işaretleri münferit sözcüklere karşılık gelen) logografik bir alfabe değil, bazı işaretlerin sözcüklerin anlamlarına diğerlerinin de telaffuzlarına karşılık geldiği, karışık bir "biçimhecesel" sistemdir.[23]

Çince okumayı öğrenmek, İtalyanca okumayı öğrenmekten elbette ki daha zordur. Birinde birkaç on işareti öğrenmek gerekirken, diğerinde birkaç bin işareti öğrenmek gerekmektedir. Yani bu iki dil, İngilizce ve Fransızcanın ortalama konumlarda bulunduğu yazım açıklığının süreklilik arz eden skalasında iki ucu temsil etmektedir.[24] İngilizcede de Fransızcada da sözcükler kısa olma eğilimindedir ve bu yüzden de eş adlı sözcüklerle görece daha sık karşılaşılmaktadır ("right", "write", "rite"). Bu kısıtlamalara uyum sağlamak için, İngilizce ve Fransızca yazım kuralları, yazar için bir güçlük okur içinse bir basitlik anlamına gelen, fonetik ve sözcüksel uyarlamaların bir karışımını barındırmaktadır.

[23] Coulmas, 1989.

[24] Wydell & Butterworth, 1999.

石室詩士食獅史

石室詩士施氏，嗜獅，誓食十獅。氏時時適市視獅十時，適十獅適市，是時，適施氏適市。氏視是十獅，恃失勢，使是十獅逝世。氏拾是十獅屍，市石室。石室濕，氏使侍拭石室。石室試，氏始試食是十獅屍。食時始識是十獅屍實十石獅屍。試釋是事。

Taş bir odada aslan yiyen bir şairin hikâyesi

Shi adındaki bir şair, taş bir odada yaşıyordu ve bu şairin aslan yemek gibi bir huyu vardı. En az on tane aslan yemeye yemin etmişti. Bu yüzden, saat on civarında aslan pazarına giderdi. Bir gün Shi pazardayken, şans eseri bu on aslanı gördü. On aslanı gören Shi, onları kaybetme korkusuyla öldürdü. Sonra cesetlerini kaptığı gibi taş odasına götürdü ve orada depoladı. Oda rutubetli olduğu için Shi bir hizmetçiye odayı temizletti. Sonra Shi, bu on aslan cesedini tatmaya başladı ve onları yerken de gerçekten de bunların on aslan olduğunu fark etti. Açıklayın bakalım!

Shi, ilk ton

詩 şair, şiir
獅 aslan
施 isim, uygulamak
失 kaybetmek
屍 ceset
濕 rutubet
識 bilgi, bilmek

Shi, ikinci ton

石 taş
食 yemek
十 on
時 saat
拾 almak
實 doğru, gerçek, gerçeklik

Shi, üçüncü ton

史 hikâye
使 sipariş etmek, göndermek
始 başlamak

Shi, dördüncü ton

室 oda
士 kişi
嗜 bir alışkanlığı olmak
(施)氏 işaret zamiri
誓 yemin etmek, ant içmek
適 ulaşmak, uyumlamak, uygun
是 evet, bu
視 bakmak, görmek
恃 korkmak, bağlı olmak
勢 durum, kuvvet
逝 bırakmak, geçmek
世 dünya
市 pazar
拭 temizlemek
試 denemek
釋 açıklamak
事 şey

Şekil 1.3. Yazım düzensizlikleri, göründükleri kadar mantıksız değildir. Örneğin Çince yazısı aynı hece için yirmi veya otuz farklı karakter kullanmaktaysa da, bu bolluk anlamsız olmaktan çok uzaktır. Aksine Çince çok sayıda eşsesli –İngilizcedeki "one" ve "won" gibi, farklı anlamlara ve benzer seslere sahip olan sözcükler– içerdiğinden, bu durum Çince okuyucular için oldukça elverişlidir. Burada, Çince bir hikâye baştan aşağı "shi" sesiyle yazılmıştır! Fonetik bir biçimde "shi shi shi..." şeklinde yazılmış olsaydı anlaşılması imkânsız olacak bu metni herhangi bir Çince okuyucu anlayabilir. Çince karakterler, farklı anlamlar için farklı karakterler kullanarak sesleri belirginleştirmektedir. Aynı şekilde eşseslilik, İngilizcenin de neden aynı seslere sahip bu kadar çok farklı yazıma ("I scream for ice cream"...) bağlı kaldığını açıklamaktadır. İngilizce yazımın opaklığının arkasında da belirli bir mantık vardır.

Kısacası, İngilizce yazım sistemini şekillendiren birçok kısıtlamayı deşifre etmeye henüz yeni başladık. Onu yeniden düzenlemeye muktedir olacak mıyız? Benim bu konudaki kişisel görüşüm etkili bir basitleştirmenin kaçınılmaz olduğu yönündedir. Bunu, bu acımasız oyunda yüzlerce saatini çarçur eden çocuklarımıza borçluyuz. Dahası ömür boyu disleksi hastası olarak kalacak olanlar ya da sosyal haklardan yoksun veya çok dilli bir ailede büyümüş olanlar belki de asla iyileşemeyecektir. Bu insanlar arkaik yazım sistemimizin gerçek kurbanlarıdır. Umudum sonraki neslin cep telefonları ve İnternet sayesinde kısaltılmış yazıma bu meseleye bir tabu olarak yaklaşmayı bırakıp onu mantıklı bir biçimde ele alacak irade gücünü toplayabilecek kadar alışmış olacağı yönündedir. Ancak sorun fonolojik yazıma olanak sağlayacak basit bir buyrukla asla çözülemeyecektir. İngilizce asla İtalyanca kadar basit olamayacaktır. Düzenli yazım hayali bir yanılgıdan ibarettir; tıpkı bir süredir Avrupa'da dolaşan bir broşürde işaret edildiği gibi:

> The European Union commissioners have announced that agreement has been reached to adopt English as the preferred language for European communications, rather than German, which was the other possibility. As part of the negotiations, the British government conceded that English spelling had some room for improvement and has accepted a five-year phased plan for what will be known as Euro English (Euro for short).
>
> In the first year, "s" will be used instead of the soft "c." Sertainly, sivil servants will resieve this news with joy. Also, the hard "c" will be replaced with "k." Not only will this klear up konfusion, but typewriters kan have one less letter. There will be growing publik enthusiasm in the sekond year, when the troublesome "ph" will be replaced by "f." This will make words like "fotograf" 20 per sent shorter.
>
> In the third year, publik akseptanse of the new spelling kan be expekted to reach the stage where more komplikated changes are possible. Governments will enkorage the removal of double letters, which have always ben a deterent to akurate speling. Also, al wil

agre that the horible mes of silent "e"s in the languag is disgrasful, and they would go.
By the fourth year, peopl wil be reseptiv to steps such as replasing "th" by "z" and "w" by "v." During ze fifz year, ze unesesary "o" kan be dropd from vords kontaining "ou," and similar changes vud of kors be aplid to ozer kombinations of leters.
After zis fifz yer, ve vil hav a reli sensibl riten styl. Zer vil be no mor trubls or difikultis and evrivun vil find it ezi tu understand ech ozer.
Ze drem vil finali kum tru!*

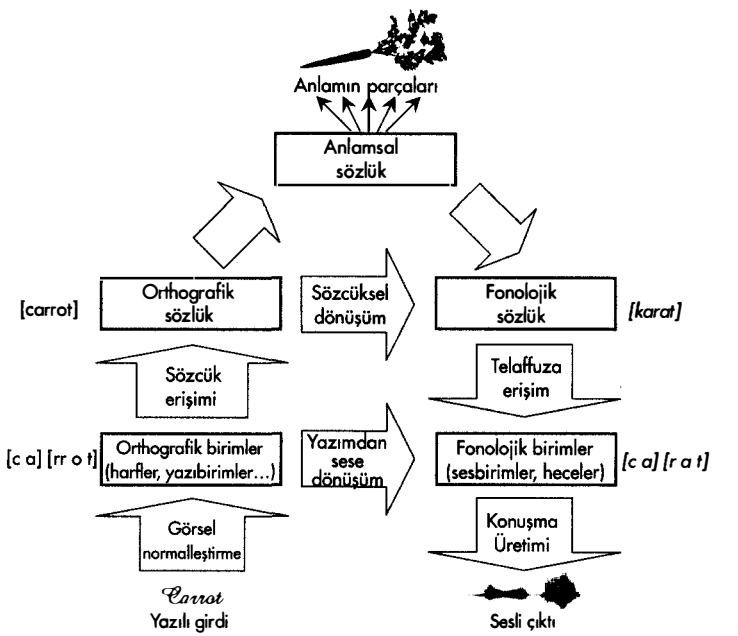
İki Okuma Hattı

Daha ileri gitmeden önce, şu ana kadar üzerinde durulan konuları özetlemek istiyorum. Tüm yazı sistemleri, sesin doğru temsiliyle anlamın hızlı aktarımı arasında gidip gelmektedir.

---

* Bu broşürü yazıldığı biçimde Türkçeye çevirmek bu kısmın bağlamına aykırı olacağından, olduğu gibi bırakıldı. Herhangi bir harf çıkarılmadan veya değiştirilmeden Türkçeye çevrilmiş hali şöyledir –çn.:
Avrupa Birliği delegeleri, Avrupa dahilindeki temaslarda kullanılacak tercihi dilin, diğer seçenek olan Almancadansa İngilizce olması yönünde uzlaşmaya varıldığını duyurdu. Müzakerelerin bir parçası olarak İngiliz hükümeti, İngilizcenin gelişime açık olduğunu ve Avrupa İngilizcesi (kısaca Euro) olarak bilinecek bir dil için beş yıllık aşamalı bir planı kabul etti. İlk yılda, "s" harfi, yumuşak "c" harfi yerine kullanılacak. Muhakkak ki bu, kamu görevlilerinin keyifle karşılayacağı bir haberdir. Aynı zamanda, sert "c" de "k" harfiyle değişecek. Bunun kafa karışıklığını giderecek olması bir yana, klavyelerde de bir harf azalmış olacak. İkinci yılda, sorunlu "ph" harf grubu "f" ile yer değiştirdiğinde ise halk artan bir coşkuya kapılacak. Bu durum "fotoğraf" gibi sözcükleri %20 oranında kısaltacak. Üçüncü yılda, halkın bu yeni yazımı kabullenmesinin, daha karmaşık değişimlerin mümkün olduğu bir aşamaya ulaşması bekleniyor. Hükümetler doğru yazımı her zaman için önlemiş olan çift harflerin kaldırılmasını teşvik edecek. Ayrıca herkes, dildeki sessiz "e" harflerinin yarattığı korkunç yığının kepazelik olduğunu kabul edecek ve o harfler de gidecek. Dördüncü yıla gelindiğinde, insanlar, "th"nin "z"yle ve "w"nun "v"yle yer değiştirmesini anlayışla karşılayacak. Beşinci yılda, "ou" harf grubunu barındıran sözcüklerdeki gereksiz "o" harfi kaldırılacak ve elbette benzer değişiklikler diğer harf kombinasyonlarına da uygulanabilecek.
Bu beş yılın sonunda, gerçekten akla uygun bir yazı stiline sahip olacağız. Artık sorunlar ve zorluklar yaşanmayacak ve herkes birbirini daha kolay anlayabilecek.
Hayal nihayet gerçek olacak!

Bu ikilem, okuyucunun beyninde doğrudan yansımaktadır. İki tane bilgi işleme yolu bir arada var olmaktadır ve biz bir şey okurken onlar da birbirlerini tamamlamaktadır. Sözcükler çok düzenli, nadir veya alışılmadık olduğunda, onları tercihen önce harf dizisini deşifre ettiğimiz, sonra bunu telaffuza dönüştürdüğümüz ve nihayet de bu ses şablonunun (eğer varsa) anlamına erişme teşebbüsünde bulunduğumuz bir "fonolojik hat" kullanarak işlemekteyiz. Öte yandan yaygın olan veya istisnai bir telaffuza sahip sözcüklerle karşılaştığımızda okuyuşumuz ilk önce sözcüğün kimliğini ve anlamını geri kazandıran, sonrasında da telaffuzunu geri kazanmak için sözcüksel bilgisini kullanan bir hatta yönelmektedir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Sözcük okuma, çeşitli paralel işlem hatlarından geçmektedir. Yazılı sözcükten (sol alt) onun telaffuzuna (sağ alt) gitmek için beynimiz, burada oklar ve kutucuklarla şematize edilen çeşitli hatlara dayanmaktadır. Sözcük düzenli olduğunda, bir yüzey hattı harfleri doğrudan konuşma sesine dönüştürebilir. Sözcük, örneğin "carrot" gibi düzensiz olduğundaysa daha derin temsiller işe dahil olmaktadır. Bunlar, sözcük biçimlerini onların anlamlarına ekleyen zihinsel sözlüklere benzetilebilir.

Bu iki yolun varlığına dair en büyük destek, beyin hasarları ve onların psikolojik sonuçları üzerine yapılan araştırmalardan gelmektedir. Kimi hastalar, bir inme veya beyin lezyonundan sonra yazılı sözcüklerin telaffuzunu hızlıca işleme yetilerini kaybetmektedir.[25] Şüphesiz, bu hastaların yazımdan sese dönüşüm hatları ciddi biçimde zarar görmüştür. Her ne kadar lezyondan önce normal biçimde okuyor olsalar da şu anki okumaları derin disleksi veya fonolojik disleksi adı verilen bir sendromun bütün belirtilerini göstermektedir. Bu hastalar artık "sekstant" gibi nadiren karşılaşılan sözcükleri o sözcüklerin yazımları oldukça düzenli olsa bile sesli okuyamayacaklardır. Dahası bundan sonra "departisyon" gibi yeni türetilmiş veya "çikerta" gibi uydurulmuş sözcüklerle karşılaştıklarında da çaresizdirler. Ancak şaşırtıcı bir biçimde, sıklıkla kullanılan sözcükleri anlayabilmekte ve "gözler (eyes)", "kapı (door)" veya "kadınlar (women)" gibi düzensiz ama yaygın sözcükleri sesli okumayı genellikle başarmaktadırlar. Zaman zaman bir sözcüğü bir başkasıyla karıştırabilirler. Örneğin bir derin disleksik, yazılı "but" sözcüğünü *et*, "ressam" sözcüğünü ise *sanatçı* olarak okuyabilmektedir. Sözcüğün anlamına erişimin büyük ölçüde korunduğunu gösteren de tam olarak bu hataların doğasıdır. Eğer hasta okumaya çalıştığı sözcüğü kısmen bile olsa anlamasaydı, doğru anlama yaklaşmayı bile başaramazdı. Görünüşe göre derin disleksiye sahip hastalar, sözcüklerin telaffuzları temelde imkânsız hale gelmiş olsa bile, yazılı sözcükleri tanıyabilmektedir. Sanki okuma hatlarından biri (görüşten sese doğru olan) tıkanmışken, bilgi diğer hat (görüşten anlama doğru olan) boyunca dolaşmaya devam etmektedir.

Aynı zamanda karşıt durum da kayıtlara geçmiştir. Bunda yüzeysel disleksi denen bir sendroma sahip hastalar, sözcüğün anlamına doğrudan erişim sağlayamamakta, metin üzerinde uzunca ve detaylı bir biçimde uğraşmak ve sözcükleri seslendirmek zorunda kalmaktadır. Bu durumda, "sessiz

[25] Marshall & Newcombe, 1973; Shallice, 1988; McCarthy & Warrington, 1990; Coltheart & Coltheart, 1997.

ses"in sınırları apaçık hale gelir. Yüzeysel disleksi hastaları, "muz" gibi düzenli sözcükleri ve hatta "çikopar" gibi uydurulmuş sözcükleri bile okuyabilmekte, ama düzensiz sözcüklerle karşılaştıklarına çaresiz kalmaktadır. Hastalar bu tür sözcükleri genellikle seslere kör dönüşüm yoluyla standartlaştırmaktadır. Örneğin bir hasta, "yeterli" sözcüğünü *heti* şeklinde okumuş ve sonrasında da bu acayip sözcüğü daha önce hiç duymadığına yemin etmiştir. Yazıdan sese dönüşüm işler halde kalırken, görüşten zihinsel sözlüğe giden doğrudan hat açık bir biçimde tıkanmıştır.

Bu iki hasta tipinin arasındaki karşıtlık, okumanın birbirinden oldukça farklı iki yolu olduğunu kanıtlarken, ikisinin de tek başına tüm sözcükleri okumamızı sağlayamayacağını göstermektedir. Harflerden sözcüklere ve sözcüklerin anlamlarına giden doğrudan hat, sözcükler yeterince sık kullanılıyor olduğu müddetçe onların çoğunu okumada kullanılabilmekte, ama zihinsel sözlüğümüzde bulunmayıp nadiren karşılaşılan veya yeni olan sözcüklerde işe yaramamaktadır. Buna karşın harflerden seslere ve seslerden anlamlara giden dolaylı hat, "kadınlar (women)" gibi düzensiz veya "yüz" gibi eşsesli sözcüklerde başarısız olurken, yeni sözcükler öğrenmemizden vazgeçilmez bir rol oynamaktadır. Bir şey okuduğumuzda, iki hat da sürekli bir işbirliği içindedir ve ikisi de sözcüklerin telaffuzlarının belirlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bir sözcüğün sesbirimlerinin birçoğu basit yazımdan sese dönüşüm kurallarının uygulanmasıyla harf dizisinden anlaşılabilirken, ara sıra gerçekleşen anlam belirsizlikleri daha yüksek sözcüksel ve anlamsal seviyelerden gelecek küçük bir dürtüklemeyle çözülebilmektedir. Çocuklarda bu iki hat genellikle zayıf bir işbirliği içindedir. Bazı çocuklar büyük oranda doğrudan hattı tercih etmektedir. Çocuklar, sözcükleri tahmin etmekte ve genellikle de hedefin üstünkörü bir eş anlamlısını seçmektedir (örneğin "yurt"u *yuva* olarak okumaktadır). Diğerleri ise bir cümleyi ağızlarında geveleyerek çözmeye çalışmakta ve sözcüğün harflerine dayalı yaklaşık bir telaffuzu acı içinde bir araya getirmekte, ama genel hatlarıyla bir araya getirilmiş seslerden anlama

bir türlü gidememektedir. İki hat, deneyimli yetişkinlerde tek bir bütünleşik okuma sistemi izlenimi yaratacak kadar yakınlaşmadan önce yıllar süren bir pratik gerekmektedir.

Mevcut okuma modellerinin çoğu, akıcı okumanın okunacak sözcük (bilinen veya bilinmeyen, yaygın veya nadir, düzenli veya düzensiz) kadar göreve (sesli okuma veya okuduğunu anlama) de bağlı olarak farklı derecelerde ağırlıklara sahip olan iki okuma hattı arasındaki birbirine yakından bağlı bir işbirliğine dayandığını farz etmektedir. 1980'lerde ve 1990'larda kimi araştırmacılar bu gözlemleri bir tek-hat sistemiyle açıklamaya çalışmıştır. O zamanlar, nöron ağı modellerinin ortaya çıkışı muazzam bir ilgi dalgası yaratmıştır. Bazı araştırmacılar, onları önceden tanımlanmış bilişsel mimariye sahip olmadan herhangi bir yetiyi öğrenebilecek evrensel öğrenme makineleri olarak görmüştür. Bu araştırmacılar, ara bağlantılar güçlü bir öğrenme kuralı tarafından ayarlanırken, okumanın ediniminin harf girdileriyle fonolojik çıktıların bağlantısı tarafından biçimlendirilebileceğini düşünmüştür. Normal okumayı ve onun patolojisini taklit edebilecek tek bir ağa ulaşmayı ummuşlar, ama çoklu kortikal işlem yollarını hesaba katmamışlardır. Bu ağlar, zamanında, özellikle de yazımdan sese dönüşüm modellemesinde kayda değer bir gelişmeyi temsil etmişse de[26] günümüzde pek çok araştırmacı bu yaklaşımın yetersiz olduğuna inanmaktadır. Benim kişisel izlenimim beynin çoklu paralel ve kısmen fazlalık olan yollara dayanan mimarisinin titiz bir tahlili olmaksızın okumayı modellemenin imkânsız olacağı yönündedir. Nöron ağı simulasyonlarına dayanıyor olsalar bile hemen hemen tüm çağdaş modeller, okumanın çoklu hattı temel fikri üzerinde birleşmektedir.[27] Kitabın ilerleyen bölümlerinde okumanın beyinsel mekanizmalarını ele alır-

[26] Seidenberg & McClelland, 1989.

[27] Seidenberg & McClelland, 1989; Grainger & Jacobs, 1996; Plaut, McClelland, Seidenberg & Patterson, 1996; Ans, Carbonnel & Valdois, 1998; Zorzi, Houghton & Butterworth, 1998; Coltheart vd, 2001; Harm & Seidenberg, 2004. CDP+ adı verilen bu belli modellerin en yakın dönemde yapılmış olanı (Perry, Ziegler & Zorzi, 2007), daha önceki kuramsal önermelerin ilginç bir sentezini sunmaktadır.

ken kortikal yapının temel özelliklerinden birinin çoklu paralel yollar şeklindeki düzenlenişi olduğunu göreceğiz. Yani iki hatlı model bile muhtemelen nöral okuma sisteminin gerçek karmaşıklığını küçümsemektedir. Bir yazımdan sese doğru dönüşüm hattı ve bir de anlamsal hat şeklinde iki yola ayrılmak yalnızca kullanışlı bir yaklaşımdır.

Zihinsel Sözlükler

Yazıbirimleri sesbirimlere dönüştüren yüzey hattıyla ilgilendiğimiz sürece zihinsel okumanın kısa bir prosedürler listesini takip ettiğini düşünmek gerçekçiydi. Görünüşe göre birkaç yüz tane İngilizce yazıbirimi ve onların telaffuzlarını depolamak yeterli olurdu. Ancak binlerce benzer sözcüğü tanıyan derin hattın işleyiş biçimini düşündüğümüzde, çok daha devasa bir deponun gerekliliği görülecektir. Bilişsel psikologlar bunu bir sözlüğe veya bir "zihinsel sözlüğe" benzetmektedir. Şüphesiz ki zihinsel sözlüklerden bahsederken çoğul eki kullanmalıyız, çünkü aslında kafalarımız sözcüklere dair birtakım farklı tipte bilgiyi de taşımaktadır. Yetkin okuyucular olarak hepimiz, geçmişten bildiğimiz bütün sözcüklerin yazılı biçimlerini listeleyen bir İngilizce yazım sözlüğüne sahibiz. Bu yazımsal hafızalar muhtemelen harfler, yazıbirimler, heceler ve biçimbirimlerden oluşan hiyerarşik ağaçlar halinde depolanmaktadır. Örneğin "carrot (havuç)" sözcüğünün başlığı, [ca][rrot] şeklinde olmalıdır. Ama aynı zamanda ayrı bir "fonolojik sözlüğe", örneğin "carrot" sözcüğünün *carat* şeklinde telaffuz edilmesi gibi, sözcüklerin telaffuzlarının bulunduğu zihinsel bir sözlüğe daha sahibiz. Ayrıca "carrot" sözcüğünün bir isim, çoğulunun ise düzenli olduğunu vb belirten bir gramatik depomuz da bulunmaktadır. Son olarak da her sözcük, kendi anlamını belirten anlamsal özelliklerle bağlantılıdır: havuç, yenebilen bir sebzedir, uzamış bir şekli vardır, turuncu renktedir ve saire. Beynimiz uygun olan bilgiye erişirken bu zihinsel sözlükler de birbiri ardına açılmaktadır. Bu benzetme, zihnimizin yazım kılavuzundan telaffuz kitapçığına ve ansiklopedik sözlüğe kadar

ciltler dolusu referans kitaplığına ev sahipliği yaptığına işaret etmektedir.

Zihinsel sözlüklerimizdeki girilerin miktarı muazzamdır. İnsanın sözcük bilgisinin kapsamı genellikle fena halde küçümsenmektedir. Öbür türlü gayet bilgili insanların, Racine ve Corneille'in oyunlarını yalnızca bin veya iki bin sözcük kullanarak yazdığı şeklindeki genel kabul gören fikri savunduğunu duymuştum. Bir söylentiye göre ise İngilizcenin yalnızca 850 sözcük barındıran hayli basitleştirilmiş bir hali olan Temel İngilizce, kendimizi etkin bir biçimde ifade etmemiz için yeterlidir ve bazı insanlar da belirli taşra ergenlerinin sözcük haznesi 500 sözcüğe kadar düşmüş gibi davranmaktadır! Tüm bu fikirler hatalıdır. Ortalama bir insanın sözcük haznesi hakkında oldukça net ölçümlerimiz vardır ve o haznedeki sözcük sayısı kolayca on binlerce sözcüğe karşılık gelmektedir. Standart bir sözlükte yaklaşık 100.000 giri vardır ve örnekleme yöntemleri, İngilizce konuşan ortalama bir insanın –bileşik sözcükler hariç– bunların yaklaşık 40.000 veya 50.000 kadarını bildiğini göstermektedir. Benzer miktarlarda özel isimleri, kısaltmaları (CIA, FBI), marka isimlerini ("Nike", "Coca-Cola") ve yabancı sözcükleri de eklersek, sözlüklerimizin her birinin toplamda 50.000 ile 100.000 arasında giri barındırdığını görürüz. Beyinlerimizin çarpıcı kapasitesinin bir kanıtı da bu ölçümlerdir. Herhangi bir okuyucu, retinaya gelen birkaç ışık darbesinden başka hiçbir şeyi temel almadan, bir saniyenin birkaç onluk kısmında, en az 50.000 aday sözcük içerisinden tek bir doğru anlamı kolayca kavrayabilmektedir.

Şeytanlar Meclisi

Birkaç sözcüksel erişim modeli, sinir sistemimizin uyguladığına yakın şartlar altındaki bir insan okuma sisteminin performansını taklit edebilmektedir. Bunların hemen hemen hepsi, 1959 yılında Oliver Selfridge tarafından tanımlanan bir dizi fikirden türemiştir. Selfridge, sözlüğümüzün devasa bir şeytanlar meclisi veya bir "mahşer yeri" gibi çalıştığını

öne sürmüştür.[28] Bu eğlenceli benzetme, zihinsel sözlüğün, on binlerce şeytanın birbiriyle rekabet ettiği muazzam bir yarım daire olarak resmedilebileceğini ifade etmektedir. Her bir şeytan yalnızca bir sözcüğe karşılık vermekte ve bunu da o sözcük söylendiğinde ve sözcüğün savunulması gerektiğinde bağırarak bilinir kılmaktadır. Bir harf dizisi retinada belirdiğinde, tüm şeytanlar onu eş zamanlı olarak incelemektedir. Retinadaki sözcüğün kendi sözcükleri olabileceğini düşünenler yüksek sesle bağırmaktadır. Yani "sadak" sözcüğü belirdiğinde, ona karşılık vermekle görevli olan şeytan bağırmaya başlamakta, ama bunu aynı zamanda "sadık" sözcüğünü kodlayan komşusu da yapmaktadır. "Sadak" mı, "sadık" mı? Kısa bir çekişmenin ardından, "sadık"ın şampiyonu teslim olmaya mecbur kalmaktadır; rakibinin, uyarıcı "s-a-d-a-k" dizisinden daha güçlü bir destek aldığı açıktır. Bu noktada sözcük tanınmıştır ve sistemin geri kalanına geçebilmektedir.

Bu benzetmenin görünüşteki basitliğinin altında, okuma sırasında sinir sisteminin nasıl işlediğine dair birkaç anahtar fikir yatmaktadır:

- KİTLESEL PARALEL İŞLEME: Tüm şeytanlar aynı anda çalışır. Bu yüzden süresi zihinsel sözlüğümüzün boyutlarıyla orantılı olan bir prosedüre, yani 50.000 sözcüğün her birinin teker teker seri biçimde incelenmesine gerek kalmaz. Bu yüzden mahşer yerindeki kitlesel paralellik önemli bir zaman kazancı sağlar.
- BASİTLİK: Her bir şeytan, uyarıcı harflerle hedef sözcüğün ne dereceye kadar eşleştiğini kontrol ederek temel bir görevi yerine getirir. Yani mahşer yeri modeli, bir homunkulüsün ya da yöresel psikolojiye göre beynimizin dizginlerini elinde tutan küçük adamın gerçek olduğunu varsayma tuzağına düşmez. (Onun beynini kim kontrol ediyor? Daha küçük başka bir homunkulüs mü?) Bu açıdan, mahşer yeri modeli, filozof Dan Dennett'ın düsturuna benzetilebilir: "Kişinin, süslü homunkulüsleri şemasından çıkarması-

[28] Selfridge, 1959.

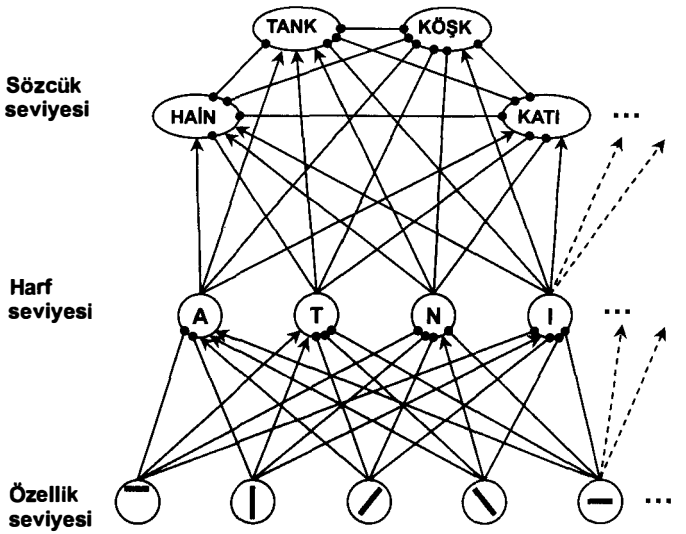
nın yolu, bu aptallar ordusunu işe koşmaktan geçer."[29]

- REKABET VE DAYANIKLILIK: Şeytanlar, doğru sözcüğü temsil etme hakkı için mücadele eder. Bu rekabet süreci hem esneklik hem de dayanıklılık sağlar. Mahşer yeri, eldeki görevin karmaşıklığına otomatik olarak uyum sağlar. Etrafta başka rakip olmadığında, "ustrylap" gibi nadir ve yanlış yazılmış bir sözcük bile çabucak tanınır; onu temsil eden şeytan başlarda yumuşak bir biçimde bağırsa da mücadeleyi her zaman açık ara önde bitirir. Ancak uyarıcı "asıl" gibi bir sözcük olduğunda, ("asal", "masal", "nasıl" gibi sözcüklerin şeytanları da dahil) birçok şeytan etkin hale gelir ve "asıl" şeytan galip gelmeden önce vahşi bir tartışma gerçekleşir.

Basitleştirilmiş haldeki tüm bu özellikler sinir sistemimizin ana karakteristiklerine uymaktadır. Yaklaşık yüz milyar (10^{11}) hücreden meydana gelen insan beyni, tüm nöronların aynı anda çalıştığı bir kitlesel paralel sistemin numunesidir. Bu nöronlara harici duyusal uyarıcılardan kanıtları getiren şey, onları birbirine bağlayan ve sinaps adı verilen bağlantılardır. Dahası bu sinapsların bazıları kısıtlayıcıdır; yani kaynak nöron ateşlendiğinde, diğer nöronların ateşlenmesi baskılanmaktadır. Kanadalı nörofizyolog Donald Hebb, bu sonucu, "hücre takımlarından" oluşan bir ağa, yani sürekli olarak rekabet halinde olan nöronların koalisyonuna benzetmiştir. O yüzden Selfridge'in mahşer yerinin okumaya dair ilk nöron ağı modelleri de dahil, sinir sisteminin birçok kuramsal modeline ilham kaynağı olması şaşırtıcı değildir. Şekil 1.5, 1981 yılında Jay McClelland ve David Rumelhart tarafından ortaya atılan, bu tür modellerin ilklerinden birini göstermektedir.[30] Bu model, nöron benzeri birimlerden oluşan üç hiyerarşik katman göstermektedir.

[29] Dennett, 1978.

[30] McClelland & Rumelhart, 1981; Rumelhart & McClelland, 1982.



Şekil 1.5. Sözcük tanımlama işlemi binlerce harf veya sözcük biriminin, girdi dizisinin olası en iyi anlamlandırmalarını sağlamak için rekabet ettiği veya birlik olduğu, engin bir tümleşkeye benzer. McClelland ve Rumelhart'ın burada yalnızca bir parçası gösterilen modelinde (1981), girdi dizisinin temel özellikleri harf algılayıcıları etkinleştirmekte, bunlar da onları barındıran sözcük algılayıcılara tercihen bağlanmaktadır. Bağlantılar uyarıcı (ok) veya kısıtlayıcı (ucu yuvarlak çizgiler) olabilir. Sözcüksel birimler arasındaki vahşi rekabet, ağın gelen dizi hakkında tercih ettiği hipotezi temsil eden baskın sözcüğü nihayet tanımlamaktadır.

- En altta, girdi birimleri retinada sunulan satır parçalarına duyarlıdır.
- Ortada, herhangi belirli bir harf sunulduğunda ateşlenen harf algılayıcı birimler yatmaktadır.
- En üstteki birimler de sözcükleri bütün olarak kodlamaktadır.

Tüm bu birimler, birbirlerine bir bağlantı yığınıyla sıkıca bağlanmıştır. Bu muazzam bağlantısallık, ağ dinamiklerini içerisinde harflerin ve sözcüklerin birbirlerini desteklediği, sansürlediği veya safdışı bıraktığı karmaşık bir siyasi oyuna dönüştürmektedir. Eğer grafiği dikkatlice incelerseniz küçük oklarla temsil edilen uyarıcı bağlantıları ve küçük dairelerle

temsil edilen kısıtlayıcı bağlantıları göreceksiniz. Bunların rolü, her bir şeytanın oyunu nakletmektir. Dikey bir çubuk gibi spesifik bir özelliği kodlayan her bir girdi algılayıcı da bu belirli özelliği barındıran tüm harflere uyarım göndermektedir; basitlik adına, her bir görsel nöronun bu harflerin varlığı için "oy verdiği" söylenebilir. Benzer biçimde, sonraki seviyede de harf algılayıcılar, uygun birimlerin uyarımıyla spesifik sözcüklerin seçilmesi için birleşmektedir. Örneğin "A" ve "N" harflerinin varlığı, "HAİN" ve "TANK" sözcüklerini desteklemekte, ama "KATI" sözcüğünün kısmen lehinde olmakta ve "KÖŞK" sözcüğü için hiçbir şey yapmamaktadır.

Baskılama aynı zamanda en iyi adayın seçilmesine de katkıda bulunmaktadır. Baskılayıcı bağlantılar sayesinde, harfler kendilerini barındırmayan sözcüklere karşıt oy verebilmektedir. Örneğin "N" harfini kodlayan birim, "KATI" sözüğünü baskılayarak, ona karşıt oy vermektedir. Dahası birbiriyle rekabet eden sözcükler de birbirlerini baskılamaktadır. Yani "HAİN" sözcüğünün tanımlanması, "KATI" sözcüğünün varlığıyla bağdaşmazdır.

Son olarak, yukarıdan aşağıya yani sözcüklerden onların bileşen harflerine doğru olan bağlantıları kapsamak da kullanışlıdır. Bu süreç, harflerin karşılığında kendilerine oy veren harfleri destekleyen sözcükler tarafından temsil edildiği bir senatoya benzetilebilir. Karşılıklı bağlantılar, zaman zaman bir harfin kaybolmasına direnebilen istikrarlı koalisyonların kurulmasını sağlayabilir: örneğin "fotpğraf" sözcüğündeki bir "o" harfi eksik olduğunda, bu harfin komşuları yine de "fotoğraf" sözcüğünü seçmek üzere birleşecektir ve buna karşılık diğeri de fiziksel olarak orada bulunmayan ortadaki "o" harfinin varlığı için oy verecektir. Sonuçta sözcüklerin, harflerin ve özelliklerin seviyelerini bağlantılandıran sayısız istatistiksel kısıtlamayı bünyede toplamak için milyonlarca bağlantı gerekmektedir.

Meselenin diğer ince tarafları aynı zamanda bütün ağın sorunsuzca çalışmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin sözcük birimleri, farklı bir ateşlenme eşiğine sahip olabilir. Sıkça karşılaşılan bir sözcüğün nadir bir sözcüğünkinden

daha düşük bir eşiği vardır ve eşit miktardaki bir yukarıdan aşağıya destekle, yarışı kazanma şansı daha yüksektir. En yeni modeller aynı zamanda harf konumunun ince taneli kodlaması gibi eklentilere de sahiptir. Sonuçta ortaya çıkan ağ öylesine karmaşık bir dinamikler setine sahiptir ki bunu matematiksel olarak eksiksiz tanımlamak imkânsızdır. Sistemin doğru sözcüğe yakınsamasının ne kadar zaman aldığı ve yanlış tanımlamanın hangi sıklıkta gerçekleştiği belirlenmek isteniyorsa, bilgisayar simulasyonlarına başvurulmalıdır.

Paralel Okuma

Eğer bilişsel bilimciler tüm bu karmaşık okuma modelleriyle uğraşma zahmetine giriyorsa, bunun sebebi öngörülerinin deneysel ölçümlerle önemli ölçüde uyuşmasıdır. Selfridge'in mahşer yerinden ilham alan modeller yalnızca okuma hızı ve hataları üzerine yapılan klasik deneylerin sonuçlarını yeniden üretmekle kalmamakta, aynı zamanda insanın okuma davranışının temel niteliklerini oluşturan çözümü zor yeni olguların keşfine de yol açmaktadır.

Eğer sizden bir yazılı sözcük tanıma yazılımı tasarlamanız istenseydi, seçeceğiniz çözüme bakılmaksızın, sözcükler uzadıkça programınız da muhtemelen artan bir biçimde yavaşlardı. Örneğin bu yazılımın sözcükleri soldan sağa doğru art arda işlemesi doğal olurdu. Talimatlar seri bir biçimde işlendiğinden, altı harfli bir sözcüğün işlenmesinin üç harfli bir sözcüğün işlenmesinden iki kat daha uzun sürmesi beklenirdi. Herhangi bir seri modelde, tanıma süresi harflerin sayısıyla doğrudan bağlantılı olarak artmalıdır.

Bu örnek ışığında, okuma süresi ve harf sayısı arasındaki ilişkinin beyin için geçerli olmaması dikkate şayandır. Deneyimli yetişkin okuyucularda bir sözcüğün okunma süresi esasen uzunluğundan bağımsızdır. Sözcükte altı veya yediden fazla harf bulunmadığı müddetçe bu sözcüğün tanınması uzunluğuna bakılmaksızın sabit miktarda zaman

almaktadır.[31] Görünen o ki bu durum, beynimizin her harfi tek seferde işleyebilen paralel bir harf öğütme mekanizmasına dayandığına işaret etmektedir. Bu deneysel sonuç bir bilgisayar tarayıcısı benzetmesiyle bağdaşmamakta, ama milyonlarca özelleşmiş işlemcinin eş zamanlı ve paralel olarak birkaç seviyede birden (özellikler, harfler ve sözcükler) çalıştığı mahşer yeri hipotezine uymaktadır.

Etkin Harf Çözümlemesi

Gelin, şu bilgisayar benzetmesinin peşine takılalım. Klasik bir bilgisayar programında bilgiler tipik olarak en basit işlemlerden en soyut olanlara doğru bir dizi adımla işlenmektedir. Tek tek harfleri tanıyan bir altprogramla başlamak, onu bu harfleri yazıbirim halinde gruplayan bir başka altprogramın takip etmesi ve son olarak da üçüncü bir altprogramın potansiyel sözcükleri incelemesi mantıklıdır. Ancak bu tür bir program hatalara karşı fazlasıyla tahammülsüz olacaktır. İlk aşamadaki herhangi bir başarısızlık bütün tanıma sürecinin baştan aşağı çöküşüyle sonuçlanacaktır. Günümüz tarayıcıları tarafından bizlere sunulduğu gibi en iyi biçimde programlanmış karakter tanıma yazılımı bile görüntünün kalitesindeki herhangi bir düşüşe oldukça duyarlı kalmaktadır; birkaç toz zerresi bile insanların kusursuz biçimde okuyabildiği bir sayfayı bilgisayarın saçmalık olarak alacağı karman çorman bir metne dönüştürmek için yeterlidir.

Bilgisayarın aksine, bizim görsel sistemimiz anlam belirsizliklerinin çözünürlüğünden zevk duymaktadır. Bu konuda siz de şu cümleyi okuyarak bir deney gerçekleştirebilirsiniz:

Gccikmesi halinde toplonluyı iptal cdccckti.

Gözleriniz, haberiniz olmadan, herhangi bir klasik bilgisayar programının kafasını karıştırabilecek bir zorluğun

[31] Weekes, 1997; Lavidor & Ellis, 2002. Bu durum yalnızca sözcükler yeterince tanıdık olduğunda ve foveanın merkezine veya hafifçe sağına denk gelip, normal yatay konumlarında bulunduğunda geçerlidir (Lavidor, Babkoff & Faust, 2001; Lavidor & Ellis, 2002 Ellis, Young & Anderson, 1988; Ellis, 2004).

üstesinden hiçbir çaba sarf etmeden geliverdi. "Edecekti" sözcüğünde en çok tekrar eden harfin aslında "c" harfi olduğunu fark ettiniz mi? Aslına bakılırsa aynı harf şekilleri "gecikmesi" sözcüğünün yazımında da kullanıldı, ama görsel sisteminiz bunların ilkine "e" ikincisine de "c" muamelesi yaptı. "Toplantıyı" sözcüğü ise daha beter. "O" ve "a" harfleri de aynı şekle sahip; tıpkı "l" ve "t" gibi! Bu tür anlam belirsizlikleri, bağlam tarafından çözümlenmektedir: Türkçede "toplonlıyı" şeklindeki harf dizisi geçerli değilken, bunun "toplantıyı" şeklindeki yorumu cümlenin geri kalanına gayet iyi uymaktadır.

Kısacası, mevcut herhangi bir yazılımda pürüz çıkaracak anlam belirsizlikleri onları okuyan bir insanın algısına bile takılmamaktadır. Bozulmaya karşı gösterilen bu direnç, klasik bir bilgisayar programına uyum sağlamamakla birlikte harflerin, yazıbirimlerin ve sözcüklerin aşırı bol bir bağlantılar yığını yoluyla desteklediği mahşer yeri çerçevesine gayet güzel oturmaktadır. Harflerin, sözcüklerin ve bağlamın müşterek birlikteliği, zihinsel okuma aygıtımıza kayda değer bir sağlamlık bahşetmektedir. Alberto Manguel haklıydı: yazılı sayfaya anlam katan, okuyucudur; aksi halde ölü bir harf olarak kalacak şeye hayat veren de onun "ehil gözü"dür. Harf ve sözcük tanımlama, beynin görsel işarete bilgi eklemede kullandığı etkin bir yukarıdan aşağıya çözümleme sürecinin sonucudur.

Psikologlar sözcük üstünlüğü etkisiyle, bu etkin çözümleme sürecinin olağanüstü bir göstergesini keşfetmiştir. Gerald Reicher'ın klasik deneyinde[32] yetişkin bir okuyucunun muhtemel harflerden hangisinin (örneğin T veya P) ekranda çabucak sunulduğunu tanımlaması istenmiştir. Kişi zaman zaman doğru cevap verebilsin diye zorluk derecesi ayarlanabilmektedir. Bazı denemelerde harf tek başına gösterilmiştir. Diğerlerinde ise aynı harf bir sözcük oluşturan başka harflerle birlikte sunulmuştur (Örneğin ARAT veya ARAP). Fazladan eklenen harf dizisinin kullanılabilir bir bilgi eklemediğine dikkat edin. ARA_ harfleri iki durumda da mevcut

[32] Reicher, 1969; Ferrand, 2001, s. 58–63.

olduğundan deneğin yalnızca son harf temelinde bir karar vermesi gerekmektedir. Ne var ki oldukça şaşırtıcı bir biçimde deneklerin performansı harfler tek başına sunulduğunda, fazlalık harflerle birlikte sunulduğunda olduğundan çok daha kötüdür! Harf tanımlama, o harf bir sözcük bağlamında sunulduğunda fazlaca gelişmektedir. Görünüşe göre, sözcük seviyesi tarafından verilen oylar, girdi uyarıcısındaki bazı pürüzlerin temizlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu sözcük üstünlüğü etkisi, bir harf uydurma bir sözcüğe (EGEP veye EGET) ve hatta gerçek bir sözcük gibi görünen bir ünsüzler dizisine (KDRT veya KDRP) yerleştirildiğinde de sürmekte, ama rastgele harflerden oluşan bir dizide (LBST veya LBSP) çalışmayı bırakmaktadır.[33]

Yine, harflerin tek tek tanımlanmasının daha büyük birimler halinde toplanmalarından ister istemez daha önce geldiği, kesin biçimde doğrusal bir bilgi işleme modelinde bu olgunun açıklanması zor gibi görünmektedir. Aksine Reicher'ın sözcük üstünlük etkisi, görsel sözcük tanımlama prosedürümüzdeki bolluğun ve paralelliğin altını çizmektedir. Dikkatimizi tek bir harfe odakladığımızda bile otomatik olarak o harfin yerleştirildiği bağlamdan da faydalanırız. Bu bağlam bir sözcük veya sözcük parçası olduğunda bu durum, "oyları" harflerin oylarına eklenen ve onların algılanmasını kolaylaştıran daha fazla kodlama seviyesine (yazıbirimler, heceler, biçimbirimler) erişimimizi sağlamaktadır. Birçok okuma modeli, Reicher etkisini harflerin ve sözcüklerin iki yollu bir süreçte birbirleriyle etkileşimde bulunduğunu varsayarak açıklamaktadır: daha yüksek seviye yazıbirimler ve sözcük algılayıcı birimler, kendi girdi dizisinin yorumuyla uyumlu olan harflerin algılanmasını kolaylaştırmak için birleşmektedir. Gördüğümüz şey, gördüğümüzü düşündüğümüz şeye bağlıdır.

Okumada Birleşme ve Rekabet

Okuyan bir insanı basit bir tarayıcıyla kıyaslayan bilgisayar benzetmesinin de yetersiz olduğu böylece ortaya çıkmakta-

[33] Spoehr & Smith, 1975; Rumelhart & McClelland, 1982.

dır. Sözcük çözümleme katı bir biçimde ardışık bir yol izlememektedir ve bir sözcüğü okumak için gereken süre de o sözcüğün barındırdığı harflerin sayısıyla bağlantılı değildir. O yüzden tanımanın bir şeytanlar meclisi tarafından gerçekleştirildiği mahşer yeri modeline geri dönelim. Burada "yakınsama zamanı", yani insanlardan oluşan bir meclisin önemli bir karar almak için harcayacağı zaman, önerge içeriğinin kendisinden çok, onun kışkırtacağı tartışmalara bağlı olacaktır. Karmaşık bir yasa bile tüm senatörler uzlaştığında fazla tartışma yaşanmadan kabul edilebilir. Buna karşın bir yasanın küçücük bir parçası bile eğer hassas bir konuya değiniyorsa, bir anlaşmaya varılmadan önce uzun süre devam edecek olan bir tartışmayı başlatabilir.

İnsanın okuması üzerine yapılan çalışmalar, okuyan birinin beyninin zihinsel bir senato gibi davrandığını göstermektedir. Bir sözcüğün tanınması, çoklu beyin sistemlerinin bir görsel girdinin net bir anlama sahip yorumu üzerinde anlaşmaya varmasını gerektirmektedir. Yani okumamız için gereken süre temelde o okumanın kortikal mimarimizde harekete geçireceği çatışmalara ve koalisyonlara bağlıdır.

Deneysel psikologlar yıllar içinde, çatışmaların sözcük işlemenin tüm seviyelerinde gerçekleşebileceğini keşfetmiştir. Örneğin sözlük içinde sözcüklerin "komşularıyla", yani tek bir harf dışında her şeylerinin ortak olduğu sözcüklerle rekabete girdiği gözlemlenmiştir.[34] Örneğin "hare" sözcüğü; "bare", "çare", "fare", "pare", "hile", "hale", "hara", "dara", "kare", "kara" gibi birçok komşusuyla bir arada yaşayabilmekteyken, "idea" sözcüğü hiçbir komşusu olmayan, yalnız bir münzevidir. Deneyler, bir sözcüğün komşu sayısının ve

[34] Bölüm 3'te, sözcüklerin nöron kodlaması üzerine yapılan son gözlemlerin, sözcüksel komşuların bu tanımlamasını, tek harfle ayrılan sözcükler şeklinde nitelendirdiğini göreceğiz. Eğer sözcükler, bazı çalışmaların öne sürdüğü gibi (Grainger & van Heuven, 2003; Grainger & Whitney, 2004; Dehaene, Cohen, Sigman & Vinckier, 2005) sözcük çiftleri –yani bigramlar– kullanılarak kodlanıyorsa, imlasal benzerliğin ölçütü olarak ortak bigramların sayısı veya ebadına dayalı, hafifçe farklı ölçümler edinmeliyiz demektir. Bkz. Grainger, Granier, Farioli, Van Assche & van Heuven, 2006.

komşuların görece sıklığının, o sözcüğü tanımamız için gereken sürede hayati öneme sahip olduğunu göstermektedir.[35]

Birçok durumda bir grup komşunun varlığı faydalıdır. Bir sözcüğün ne kadar çok komşusu olursa o sözcüğün okuduğumuz dildeki bir sözcük olup olmadığını o kadar hızlı anlarız. Komşuların varlığı "hare" sözcüğünü "idea" sözcüğüne göre Türkçe yazımın daha tipik bir örneği yapar. Yoğun komşuluk ilişkileri aynı zamanda daha iyi öğrenme olanakları sağlamaktadır. "-are"la biten sözcüklerin telaffuzunu kavrama fırsatımız, "-dea"yla biten bir sözcüğünkinden daha fazladır. Dolayısıyla bu yetim sözcük, hem görsel hem de fonolojik seviyelerde daha az uygun biçimde kodlanmaktadır.

Ama çok fazla komşu aynı zamanda sırnaşık ve rahatsız edici olabilir. Bir sözcüğü anlamak veya söylemek için genellikle o sözcüğün net bir biçimde tanımlanması ve böylece de komşularından ayrıştırılması gerekmektedir; bu işlem, komşular daha yaygın olduğunda ve bu yüzden de sözcüksel rekabette daha iyi bir performans gösterdiğinde özellikle yavaş ve zor olacaktır. Bu yüzden "hare" sözcüğü görece yavaş söylenmektedir, çünkü "kare" ve "kara" gibi oldukça sık kullanılan sözcüklerle rekabet etmektedir.[36] Sözlüğümüz, rekabetin inanılmaz vahşi olduğu ve sık kullanılan sözcüklerin daha alt kıdemli sözcükler üzerindeki avantajlarının keyfini sürdüğü bir arenadır.

Aynı zamanda yazımdan sese dönüşüm hattında da rekabet vardır. Örneğin "beach" sözcüğünü sesli okumak, "black" sözcüğünü sesli okumaktan daha uzun sürer. "Beach"te, gird dizisinin "ea" ve "ch" gibi telaffuzu tek başına "e", "a", "c" veya "h" harflerinin telaffuzundan radikal biçimde ayrılan yazıbirimlere ayrıştırılması gerekmektedir. Öte yandan "black" sözcüğü daha basittir, çünkü barındırdığı her bir harf doğrudan o harfin kabul edilmiş sesine dönüşmektedir. Harf ve yazıbirim seviyeleri arasındaki bu görünmez çatışma, deneysel

[35] Komşuluk etkileri hakkındaki bilimsel literatür geniş ve bazen de çelişkilidir; bunun muhtemel sebebi de çok sayıda komşunun varlığının, karşıt etkileri tetikleyebilmesidir. Yeni yapılmış bir tartışma için, bkz. Ferrand, 2001, s. 96-115.

[36] Segui & Grainger, 1990.

psikoloji tarafından kolayca gösterilmektedir. Karmaşık yazı-birimlerden oluşan sözcüklerin söylenmesi sırasında hızlıca çözülebilen, ama "black" gibi daha açık sözcüklerin söylenmesine kıyasla karşılıkların ölçülebilir bir biçimde yavaşlamasına yol açan kısa ve bilinçsiz bir rekabet dönemi vardır.[37]

Bu çatışmaların çoğunun otomatik olarak bizim bilinçli müdahalemiz olmaksızın çözülmesi de kayda değerdir. Sinir sistemimiz bir belirsizlikle karşılaştığında kendisinin temel stratejisi bütün ihtimalleri açıkta bırakmaktır; bu da yalnızca çoklu yorumlamaların eş zamanlı olarak değerlendirildiği kitlesel paralel bir sistemde uygulanabilir. Bu açık düzen sayesinde onu takip eden seviyelerdeki tahliller de tatmin edici küresel bir çözüme ulaşılana dek kendi delil parçalarıyla katkıda bulunabilmektedir. Kimi durumlarda bir sözcüğün anlamını ve hatta telaffuzunu anlayabilmemizi sağlayan şey yalnızca o cümledeki bağlam olabilmektedir. Örneğin şöyle bir cümle düşünelim: "the road **winds** through a valley battered by fierce **winds**."* Bu tür durumlarda deneyler, bağlam yorumu tek bir anlamla kısıtlayana dek sözcüğün muhtemel tüm yorumlarının etkinleştirildiğini göstermektedir.[38] Okuma süreçlerimiz öylesine etkindir ki çoğu zaman anlam belirsizliklerinin farkına bile varmayız; tabii, tıpkı bir teslim tarihine yetişemediği için menajerine telgraf gönderen Dorothy Parker'ın durumunda olduğu gibi fazlasıyla komik değillerse: "Editöre söyle, iş üstündeyim; ya da iş benim üstümde."

Davranıştan Beyin Mekanizmalarına

Bu bölümde okumanın nasıl bir dizi bilgi işleme aşamasına ayrıştırılabileceğini gördük. Retinada görüntü işlemeden,

---

[37] Rey vd, 1998; Rey, Ziegler & Jacobs, 2000. Okuma işlem zinciri kapsamında çoklu seviyelerdeki rekabet etkilerinin son dönemlerde yapılmış bir incelemesi için, bkz. Grainger & Ziegler, 2006.

* Bu cümlede ön plana çıkarılan "winds" sözcüklerinin telaffuz farklılığı olduğundan, cümle olduğu gibi bırakılmıştır. Cümlenin Türkçe karşılığı şu şekildedir: "yol, zalim rüzgârlar tarafından hırpalanmış bir vadide kıvrıla kıvrıla ilerliyor." –çn.

[38] Swinney vd, 1979; Seidenberg vd, 1982.

değişmez harf tanımaya; telaffuza erişimden, biçimbirim tanımaya ve sözlükte çatışma çözümlemeye varana değin insanın okuma mekanizmalarının etkinliği oldukça etkileyicidir. Beynimiz bir saniyeden daha az bir sürede ve görünüşte hiçbir çaba sarf etmeden mevcut bilgisayar yazılımlarına meydan okuyan bir görsel tanıma sorununu çözebilmektedir. Bir sözcüğün bütün karakterlerinin paralel olarak işlenmesi, belirsizliklerin zekice çözümlenmesi, zihinsel sözlükteki belki de 50.000 sözcükten birine anında erişim; bunların tümü beynimizin okuma görevine olağanüstü bir biçimde uyarlanmış olduğuna işaret etmektedir.

Okuma sürecimizin büyüleyici etkinliği yalnızca onun kökenlerini saran gizem bulutunu kalınlaştırmaya yaramaktadır. Beynimiz, uğruna evrilmiş olamayacağı bir soruna nasıl böylesine iyi uyum sağlayabilmektedir? İki ayaklı tuhaf bir primattan gelme bir avcı-toplayıcının beyin mimarisi görsel sözcük tanımanın zorluklarına, hem de yalnızca birkaç bin yıl içinde bu kadar kusursuz biçimde alışabilmiştir? Bu sorunu netleştirmek için şimdi okumanın beyinsel devrelerine döneceğiz. Son zamanlarda yapılan büyüleyici bir keşif, daha çok ana işitsel alana veya hepimizin beyninde var olan motor kortekse benzeyen, yazılı sözcükler için özel bir kortikal bölgenin var olduğunu göstermiştir. Belki de daha ilginci, görünüşe göre bu okuma alanı İngilizce, Japonca ve İtalyanca okuyan insanlarda da birbirinin aynısıdır. Bu, okuma için evrensel beyin mekanizmalarının olduğu anlamına mı geliyor?

Bölüm 2

BEYNİN POSTA KUTUSU

1892 yılında Fransız nörolog Joseph-Jules Déjerine, beynin sol görsel sisteminin küçük bir kesimini etkileyen bir inmenin okumada bütünsel ve seçici bir bozulmaya yol açtığını keşfetmiştir. Modern beyin görüntüleme de doğrulamaktadır ki bu bölge, okumada gayet uygun bir biçimde "beynin posta kutusu" olarak adlandırılabilecek kadar önemli bir rol oynamaktadır. Dünyadaki tüm okuyucuların beyninde aynı bölgede konumlanmış olan bu kesit, yazılı sözcüklere otomatik olarak karşılık vermektedir. Bu kesit, saniyenin beşte birinden daha az bir sürede, yani bilinçli algının oluşamayacağı kadar kısa bir zaman zarfında, bir harfin boyutundaki, şeklindeki veya konumundaki yüzeysel değişimlere bakılmaksızın bir harf dizisinin kimliğini çıkarabilmektedir. Sonrasındaysa bu bilgiyi, temporal ve frontal loblara dağılmış olan ve sırasıyla ses şablonuyla anlamı çözümleyen iki ana beyin bölgesi dizisine iletmektedir.

> Yazılmış birkaç işaretin, ölümsüz imgelemleri, düşüncenin kıvrımlarını, konuşan, ağlayan, gülen canlı insanlarla dolu dünyaları bünyesinde barındırma yetisine saçma bir biçimde alışmış durumdayız. ... Peki ya bir gün uyandığımızda her birimiz de okuma yetimizi aniden kaybettiğimizi fark etsek?
>
> -Vladimir Nabokov, *Solgun Ateş*

Joseph-Jules Déjerine'in Buluşu

1887 yılının Ekim ayında, güzel bir Paris sabahında, bir aydın ve müzik sever olan Bay C güzel bir kitabı okumak üzere rahat bir koltuğa yerleşmişti ki aniden ve dehşet verici bir biçimde tek bir kelime dahi okuyamadığını fark etti! Geride kalan birkaç gün boyunca sağ kolunda veya bacağında zaman zaman bir güçsüzlük veya uyuşukluk hissetmiş, ayrıca konuşurken de tuhaf, hafif bir zorluk çekmişti. Ancak bu kısacık rahatsızlık nöbetleri hep bir anda gelip geçmiş, Bay C de kendisini yersiz endişelere kaptırmamıştı. Şimdi sorun çok daha ciddiydi: bir şey okumak imkânsızdı! Ne var ki Bay C hâlâ konuşabiliyor, etrafındaki nesneleri ve insanları tanıyabiliyor ve hatta birkaç not bile karalayabiliyordu. Bu sinir bozucu duruma sebep olan şeyin ne olduğunu hayal etmek güç değildi.

Yeni bir gözlüğün bu sorunu çözeceğine ikna olmuş olan Bay C, saygın göz uzmanlarından Edmund Landolt'a danıştı. Dr. Landolt, Bay C'nin derdinin ne yazık ki gözlüklerden daha fazlasını gerektirdiğini çabucak fark etti. Nörolojik bir

sorundan şüpheleniyordu ve Bicêtre Hastanesinde çalışan seçkin bir Fransız nörolog olan Joseph-Jules Déjerine'in yardımını istemeye karar verdi. Bay C'nin randevusu 15 Kasım 1887'de gerçekleşti. Olağanüstü titiz bir psikolojik ve anatomik muayenenin ardından Dr. Déjerine bir teşhis koyabilecek ve okumanın beyinsel temelleri hakkında o güne dek yapılmış ilk bilimsel çıkarımlara ulaşabilecekti.[1] Bay C'nin noksanlığına, harf dizilerini seçici biçimde görsel olarak tanıma kaybı anlamına gelen "saf sözel körlük" adını verdi. Böylesi bir hastalığın varlığı beyinde, okumada özelleşmiş bir kortikal "görsel harf merkezi"nin varlığına işaret ediyordu. Beynin okumaya özelleşmesinin ilk ipucu da böylece bilimsel olarak gösterilmiş oluyordu.

Aslına bakılırsa Déjerine ve Landolt'un saptadığı şey, hastalarının artık tek tek harfleri veya bir sözcüğü tanıyamıyor oluşuydu. Bir dizi harfle karşılaşan Bay C,

> aklını kaçırdığını düşünüyordu, çünkü tanımakta başarısız olduğu işaretlerin harf olduğunu anlayabiliyor, onları kusursuz bir biçimde görebildiği konusunda ısrar ediyor ve bu harflerin şekillerini anahatlarıyla çizebiliyor, ama onları söyleyemiyordu. Gördüklerini şeyi kopyalaması istendiğinde, sanki teknik bir tasarım üzerinde çalışıyormuşçasına her seferinde tek bir harfi yavaşça yazıp ve çiziminin doğruluğundan emin olmak için her bir kıvrımı kontrol edip büyük bir çaba sarf ederek bunu başarıyordu. Tüm bu çabalara rağmen yine de harfleri söyleyemiyordu.

Buna "sözel körlük" paradoksu denmektedir: hasta, yalnızca harflere ve sözcüklere karşı kördür. Görsel duyarlılık mükemmel kalmakta, nesneler ve yüzler kolayca tanınmakta, hasta yeni bir çevrede yolunu bulabilmekte ve hatta bir resmi takdir edebilmektedir:

> Nesneleri gördüğünde, onların isimlerini kolayca söyleyebiliyor. Bir endüstriyel tasarım kataloğundaki

[1] Déjerine, 1892. Daha sonraki tüm alıntılar, okumanın nöropsikolojisi hakkındaki bu temel kaynaktan alınmıştır.

> aletlerin bütün parçalarının isimlerini söyleyebiliyor. Bu muayene sırasında hastanın hafızası hiçbir noktada başarısız olmadı; çizimler, doğru sözcüğü ve o nesnenin kullanım biçimini anında tetikliyor ... Eline kendisinin her zaman okuduğu *Le Matin* gazetesi tutuşturulduğunda, hasta, "*Le Matin* bu, şeklinden tanıdım," diyor, ama başlıktaki tek bir harfi bile okuyamıyor.

Ne var ki klinik muayene bazı görsel eksiklikleri ortaya çıkarmıştır. Görünüşe göre görsel dünya Bay C'nin sağ tarafında bulanıklaşmıştı. "Görsel alanların sağ yarısına konan nesne, diğer yarıya konandan daha karanlık, daha az net görünüyordu" (nörobilim terminolojisinde, kısmi sağ hemianopsi). Dahası kendisi artık sağ tarafıyla renkleri birbirinden ayırt edemiyor (hemi-akromatopsi) ve dünyasının bu tarafı hastaya yalnızca siyah beyaz veya gri tonlarında görünüyordu. Ancak bu eksiklikler hastanın okumada çektiği aşırı zorlukları açıklayamıyordu. Bay C bu görsel eksikliğin farkındaydı ve bakışlarını okumaya çalıştığı sözcüklerin sabitleme noktasının görüşünün normal olduğu sol tarafına düşeceği şekilde ayarlıyordu. Ama bunların hiçbiri okumasını geliştirmedi.

Bay C'nin seçici harf okuma eksikliğinden şikayetçi olduğunun belki de en iyi kanıtı, sayıları hâlâ tanıyabiliyor olduğu gerçeğinden gelmektedir. Arapça sayı dizilerini kolaylıkla okuyabilmiş ve hatta karmaşık hesaplamaları çekinmeden gerçekleştirebilmiştir. Bu temel gözlem, sayıları okumanın harfleri ve sözcükleri okumada kullanılanlardan kısmen ayrık anatomik yollara dayandığını göstermektedir. Ancak görsel açıdan sayılar ve harfler, gelişigüzel olmayan ve birbirinin yerine geçemeyecek, birbirine çok benzer şekillere sahiptir. Aslına bakılırsa kimi kültürler sayıları, harf şekilleri kullanarak ifade etmektedir; örneğin Arapçada, Yunan harfleri gibi görünen ٧, ٨, ٦, ٥, ve ٤ şekilleri, 9, 8, 7, 6 ve 5'e karşılık gelmektedir. Yani sayılar ve harfler arasındaki herhangi bir kopukluk, görsel duyarlılık kaybıyla açıklanamamaktadır. Ne kadar incelikle tasarlanmış olursa olsun, hiçbir gözlük Bay C'nin eksikliğine çare

olamayacaktır. Kendisinin seçici okumak kaybı beyinden gelmektedir ve bu bozukluk da bizim buradan harf dizileri için bir tür özelleşmenin var olduğu sonucunu çıkarmamızı gerektirmektedir.

Bay C'nin okuma sorununun benzersizliğini, başka gözlemler de daha fazla vurgulamaktadır. Déjerine, Bay C'nin idrak gücünün ve dilinin büyük ölçüde korunduğunun altını çizmektedir. Hasta kendisini büyük bir netlikle ifade etmeye ve inmeden önce kullandığı kadar geniş bir kelime haznesi kullanmaya devam etmiştir. Daha bile şaşırtıcı olan, diye hayret ediyordu Déjerine, yazmanın tamamen esirgenmiş olmasıydı:

> Hasta eş zamanlı olarak hem yazıp hem konuşabiliyor. Kendisinden istediğim sayısız yazı numunesini karşılaştırdığımda hiçbir hatanın, yazım yanlışının veya harf değişikliğinin olmadığını gördüm. ... Söylenenler kolayca ve akıcılıkla yazılabilir, ama hastaya göre henüz yazdığı şeyleri okumak imkânsız. ... Bu olgu kendini sabırsızlandırıyor, art arda birkaç harf yazıyor ve "Bu sözcükleri yazabiliyorum hâlâ, peki neden söyleyemiyorum?" diyor.

Aslına bakılırsa Déjerine, hastanın yazısında ufak bir gerileme gözlemlemiştir, ama bu bütünüyle düşük seviyedeki görsel eksikliklere bağlanabilmektedir:

> Eğer söylenenleri yazarken araya girilirse kafası karışıyor ve nerede kaldığını bulamaz hale geliyor; aynı şekilde, bir hata yaparsa da onu bulamıyor. Geçmişte daha hızlı ve daha iyi yazıyormuş, ama şimdi karakterler daha geniş ve biraz da tereddütlü, çünkü kendisinin dediğine göre gözlerini artık kontrol amacıyla kullanamıyor. Doğrusu, yönlendirmek şöyle dursun, hastanın görüşü onu gözleri kapalı yazmayı tercih edeceği kadar zora sokuyor gibi görünüyor.

Yazının korunması, kas hafızasıyla el ele gitti. Hasta, yazarken harflerin dış hatlarını takip edebildiği müddetçe yine de okuyabiliyordu. "O halde harfin söylenişini tetikleyen, hastanın kas duyusu; bunun en iyi kanıtıysa gözleri kapalı

bir halde eliyle havada bir sözcüğün harfleri yazdırılarak, o sözcüğün kendisine söyletilebilmesi." Yıllar sonra başka nörologlar da bu tür durumlarda aynı zamanda dokunsal okumanın da bozulmamış olduğunu göstermiştir: hasta, görsel olarak sunulmasındansa harfler avcuna yazıldığında onları daha iyi çözümlemektedir! Bu durum, eksikliğin oluştuğu seviye hakkında çok değerli bir çıkarım sunmaktadır: motor harf şekilleri hafızası bozulmamıştır; bozulma, yalnızca görsel tanımada gerçekleşmiştir.

Saf Aleksi

Bay C'nin belirtileri öylesine acayiptir ki insan bu belirtileri görmezden gelmeyi tercih edebilir. Bu adamın anlaşılması en zor sözcükleri yazıp ve hatta heceleyip yine de onları okuyamaması nasıl mümkün olabilir ki? *Sahtekâr veya histerik* miydi yoksa? Hayır, diyordu Déjerine, çünkü "sözel körlüğün bu çeşidine dair birkaç tane gayet güzel klinik gözleme sahibiz." *Doğrusu, modern nörobilim o günden beri Déjerine'in* ilk gözlemlerinin tamamını tekrar tekrar doğrulamıştır. Bugün buna benzer yüzlerce durum tanımlanmıştır.[2] Yalnızca *terminoloji değişmiştir*: bu sendroma şu anda "agrafisiz aleksi" (tam anlamıyla, yazı yitimi olmadan okumanın bozulması) veya "saf aleksi" adı verilmektedir.

Peki neden "saf"? Tamamı Déjerine'in orijinal 1892 raporunda görev bilinciyle not edilmiş ve daha sonra çoğaltılmış en az dört sebepten ötürü:

- Konuşma dili bozulmamıştır.
- Yazma yetisi korunmuştur.
- Nesnelerin, yüzlerin, çizimlerin ve hatta sayıların görsel olarak tanınması büyük oranda normaldir.[3]
- Harflerin şekillerinin dokunsal veya motor bilgisi korunmuştur.

---

[2] Warrington & Shallice, 1980; Patterson & Kay, 1982; Montant & Behrmann, 2000.

[3] Cohen & Dehaene, 1995, 2000; Gaillard, Naccache vd, 2006.

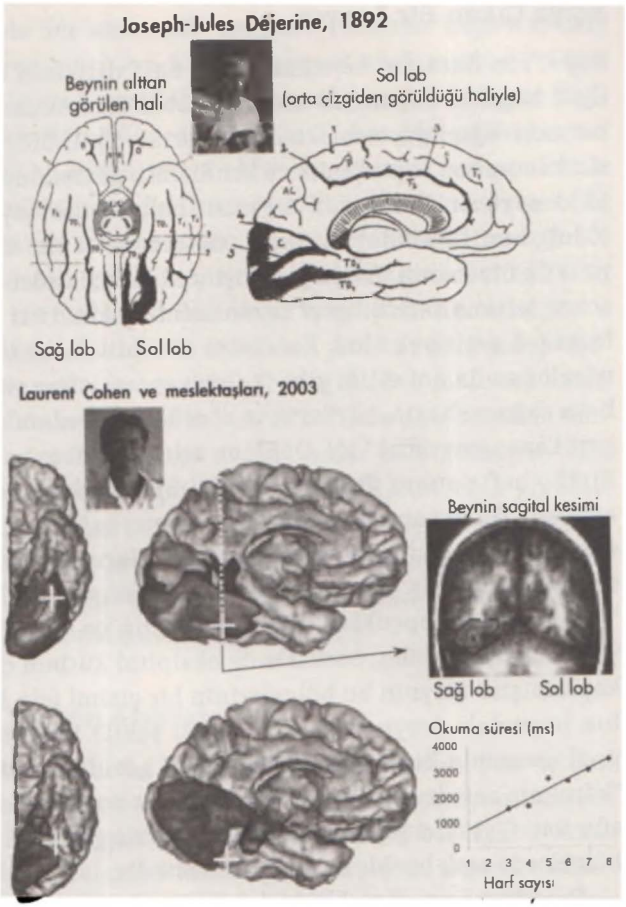
Her ne kadar Déjerine'in zamanından beri birçok saf aleksi vakası rapor edilmişse de, modern analizler hastaların iki alt kategoriye ayrıldığını ortaya çıkarmıştır.[4] Bazıları Bay C gibi tek bir harf bile okuyamamaktadır. Bazıları büyük ve küçük harfleri eşleştirmekte bile sorunlar yaşamakta, "A" ve "a"nın farklı görünüşlerde aynı harf olduğunu görememektedir.[5] Ancak diğerleri, harfleri tek tek tanıyabilmektedir. Bu basit gerçek, günlük yaşamda büyük bir fark yaratmaktadır. Bu hastalar, bir sözcükteki harfleri tek tek yavaşça tanımlayarak sözcükleri hâlâ çözümleyebilmektedir ve saf aleksi kendisini aşırı derecede yavaş okuma şeklinde açığa çıkarmaktadır. Bir sözcüğü uzunluğuna bakılmaksızın tek görüşte kolayca okuyabilen sorunsuz okuyucuların aksine, saf aleksi hastalarının bir sözcüğü okuması beş veya on saniye sürebilmekte ve harflerin sayısı arttıkça okuma süresi de hızla artmaktadır (Şekil 2.1). Bu ayırt edici bozukluk şablonu "harf harf okuma" olarak anılmakta ve eksikliğin doğasını açık bir biçimde göstermektedir. Saf aleksi hastaları, bir sözcüğün tüm harflerini eş zamanlı olarak işleyememektedir.[6]

---

4 Patterson & Kay, 1982; Hanley & Kay, 1996.

5 Miozzo & Caramazza, 1998.

6 Fiset ve diğerleri tarafından yapılan bir araştırma (2005), her bir harfin alfabenin geri kalanıyla benzerliğinin, sözcük uzunluğu etkisine katkıda bulunduğunu öne sürerek, bu ifadeye şart koşmaktadır. Harflerin karıştırılma olasılığı yeterince kontrol edildiğinde, hastaların daha uzun sözcükleri okumasının daha fazla zaman alması gerekmemektedir. Yani hastaların eksikliğinin gerçek doğası, harfler arasındaki küçük farklılıkları büyüten, edinilmiş bir nöral kodun kaybı olabilir. Bu kayıp, harfler arasındaki benzerliği artıracaktır (tıpkı Çincedeki karakterlerin onları öğrenmemiş olan birine benzer görüneceği gibi). Belirli bir eşiğin ötesinde bu abartı benzerlik, hastayı tıpkı başlangıç seviyesinde bir okuyucu gibi her bir harfi yavaşça ve dikkatle incelemeye zorlayabilir. Diğer bir deyişle, saf alekside harflerin paralel olarak tanınması yok olmamakta, yalnızca gerilemektedir (Arguin, Fiset & Bub, 2002). Bir kalıntı paralel okuma yetisi hipotezi, bazı hastaların, sesli okuyamasalar bile sözcükleri anlamlarına göre sınıflandırabildiği "dahili okuma" olgusunu açıklayabilir. Ancak bu yeterlik aynı zamanda okumanın zarar görmemiş sağ lob tarafından kısmen geri kazanılmasını da yansıtıyor olabilir (Coslett & Monsul, 1994; Cohen vd, 2003).



Şekil 2.1. Bir inmenin ardından bir hasta okuma yetisini kaybedebilir ve böylece *aleksik* olabilir. İlk aleksik hastanın Déjerine tarafından 1892'de tanımlanan otopsisi (yukarıda), günümüzün hastalarının manyetik rezonans görüntülemeyle görselleştirilmiş beyinlerinde bulunanlara benzer lezyonlar göstermektedir (altta, Cohen vd, 2003'ten sonra). Her iki durumda da sol lobun alt ve arka kısımları etkilenmiştir. Birkaç lezyonun kesişimleri, beyinde tam olarak, lezyona sahip olduğunda okumanın sistematik olarak etkilenecek bir bölgeye işaret etmektedir. Bu "posta kutusu alanı" okuryazar olan her insanda mevcuttur ve her zaman için sol ventral oksipitotemporal bölgede (beyaz çarpı) yatmaktadır. Aleksik hastalar zaman zaman bir sözcüğü harf harf çözümlemeyi başarmaktadır. O zaman bile okuma süreleri yavaş kalmakta ve normal deneklerin aksine harf sayısıyla birlikte bu yavaşlık artmaktadır. Hastalar harf dizilerini paralel olarak tanıma yetilerini kaybetmiştir.

Açığa Çıkan Bir Lezyon

Bay C'nin durumu, beynimizin bir harf dizisinin kimliğiyle ilgili bilgileri beynin dil alanına ileten özel okuma alanları barındırdığını göstermektedir. Déjerine, ilgili bölgelerin kesin konumunu saptayacak ve kendisinin gözlemine "psikolojik deneylerin ihtimamli değerini" bahşedecek şeyin otopsi olduğunun farkındaydı. Bay C de nihayet 1982 Ocak'ında, yani ilk inmesinin üzerinden dört yıldan fazla süre geçtikten sonra, okuma yetisini geri kazanamadan ikinci bir beyin enfarktüsü geçirerek öldü. Kendisini düzenli olarak takip eden nöroloğun da not ettiği gibi, "sabırlı egzersizlere ve onca çabaya rağmen hasta, harflerin ve sözcüklerin anlamlarını asla geri kazanamayacak" idi. Déjerine artık otopsi yapabilecekti. Birkaç hafta sonra Fransız Biyoloji Birliğinde, bulduklarını açıkladı. Ölüm sonrası muayene, hastanın sağ lobunun tamamen sağlam olduğunu, ama eski lezyonların sol lobun arka tarafını etkilemiş olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu lezyonlar "dilsel ve iğsi lopçuklar kadar kuneusun da altında başlayarak oksipital lobu, özellikle de oksipital kutbun çevresini" kaplamıştır. (Beynin bu bölgelerinin bir çizimi için *bkz.* kitabın başındaki "Beyne Alışmak" isimli şekil.) Déjerine'in orijinal çiziminin bir kopyası Şekil 2.1'de görülmektedir. Geniş "körelmiş sarı levhaların" dış hatları, bir vasküler enfarktüsün Bay C'yi dört yıl sonra okuyamaz hale getirdiği kortikal bölgelerde açık bir biçimde görülmektedir.

Déjerine, bazı görsel bölgelerdeki lezyonun nasıl olup da okumayı seçici bir biçimde değiştirdiğini tamamen açıklamak için "kopukluk" denen bir kavrama başvurmuştur. Biyoloji Birliğindeki raporunda Bay C'nin lezyonunun kısmen "beyaz madde", yani beynin birbirinden uzak bölgelerini birbirine bağlayan, geniş bir alana yayılmış telcik biçimindeki aygıt üzerinde yayıldığını vurgulamıştır. Dahası lezyon, ilk görsel işlemin merkezinin bulunduğu oksipital kutupta saptanmıştır. Son olarak da kısmen sol görsel korteksi etkilemiş ve yardımcı görsel bölgelerden görsel bilgileri getiren korpus kallozumun uzun mesafe bağlantılarını yok etmiştir.

Zihninde bu anatomik ipuçları bulunan Déjerine, Bay C'nin lezyonunun kendisinin "görsel harf merkezi" adını verdiği bölgeye görsel bilgi beslemesi yapan telciklerin bağlantısını kestiğini öne sürmüştür. Diğer gözlemlerinin temelindeyse bu varsayımsal okuma merkezini, sol yan lobun alt kısmındaki serebral kortekste bulunan bir kıvrım olan köşeli kıvrımla sınırlandırmıştır. Déjerine, Bay C'nin görsel harf merkezinin bozulmamış olduğunu düşünmüştür. Bu da hastanın, harflerin şekilleri avuç içine yazıldığı takdirde o harfleri okuma, heceleme ve tanıma yetisine hâlâ sahip olduğunu açıklamaktadır. Ancak görsel girdiden mahrum kalan bu bölge, tam anlamıyla kopuk ve harflere dair bilgisini herhangi bir görsel uyarıcıya uygulayamaz hale gelmiştir. Yani hasta, kör değildir. Yani harflerin şekillerini hâlâ görebilmekte ve onları herhangi başka bir görsel nesne gibi işleyebilmektedir, ama artık onları harfler veya sözcükler olarak tanıyamamaktadır ve gayet uygun biçimde isimlendirilen "sözel körlük" denen sendroma sahiptir.

Modern Lezyon Analizi

Déjerine'in olağanüstü gözleminin üzerinden yüz yıldan fazla bir süre geçtikten sonra nörolog meslektaşım Laurent Cohen ve ben,[7] başka birkaç araştırmacıyla birlikte[8] C vakasını farklı hastalarla birlikte yeniden açtık. Déjerine'in tanımladığı lezyonun kayda değer ölçüde yaygın olduğu ortaya çıktı. Saf aleksi hastalarımızın çoğu Bay C'nin durumundaki aynı genel bölgede, yani sol oksipitotemporal bölgede bulunan bir lezyondan şikayetçiyti (bu tür lezyonlar genellikle o bölgeye kan taşıyan sol arka serebral arteri tıkayan bir pıhtı yüzünden oluşmaktadır). Şekil 2.1, üç yeni durumda gözlemlediğimiz lezyonların dış hatlarını göstermektedir. Hepsi de sol lobun arkasının alt yüzeyini etkilemektedir.

---

[7] Cohen vd, 2003. Laurent Cohen'in L'homme thermomètre [Termometre İnsan] isimli kitabı görsel eksiklikler ve onların yorumlanmasına dair giriş niteliğinde harika bir eserdir.

[8] Damasio & Damasio, 1983; Binder & Mohr, 1992; Leff vd, 2001.

Modern manyetik rezonans görüntüleme (MRI), Déjerine'in zamanında kullanılan araçların çok ötesindedir. Artık hastaların lezyonlarının görüntülenmesi için otopsinin beklenmesinin gerekmemesi bir yana, aynı zamanda birkaç farklı hastanın lezyonlarının bilgisayar görüntülerini yaratmak ve onları, beynin boyutu ve şekli gibi bireysel farklılıkları düzelten, birleşik anatomik bir uzayda üst üste yapıştırmak da mümkündür. Yani Déjerine'den öteye gitmeye muktediriz: korteksin hangi kısımlarının benzersiz biçimde okuma eksikliğinden sorumlu olduğunu belirleyebilmekte ve bunları renk görüşünün kaybı gibi alakalı eksikliklerde rol oynayan kısımlardan ayırabilmekteyiz. Mantık basit. İlk önce büyük gruplar halinde aleksi hastalarını alıp, üç boyutlu bir uzayda lezyonların kesişimlerini işlersiniz. Birçok beyinden ortalama olarak alınmış bu bilgi, inmelerin doğasında olan konumsal rastgeleliği ortadan kaldırır ve en çok da okuma eksiklikleriyle ilintili olan kortikal bölgeleri izole eder. Sonrasında da aleksiye sahip *olmayan* bir başka hasta grubunun lezyonlarını çıkarırsınız. Sonuç, lezyonların seçici olarak okuma eksikliklerini tetiklediği bölgeleri gösteren bir bilgisayar görüntüsüdür.

Şekil 2.1'de çizili olan bu analiz, sol lobda en önde bulunan alanların okumada seçici bir rol oynamadığını göstermektedir. Bu oksipital bölgeler genellikle saf aleksiklerde bozuktur, ama aynı zamanda okuma eksikliği çekmeyen hastalarda da görülmektedir. Tabii ki bunların okumaya özgü olmayan ama herhangi bir şeklin, rengin veya nesnenin tanınmasına katkıda bulunan görsel analizin ilk aşamalarına dahil olduğu bilinmektedir. Yani yalnızca bu öndeki bölgeleri etkileyen bir inme, genel görsel bozuklukları tetiklemektedir. Hastalar genellikle görsel alanlarında kısmi bir görüş kaybı yaşamakta ve sabitleme noktasının sağ tarafında sunulan herhangi bir uyarıcıya karşı tamamen veya kısmen kör olabilmektedir. Sıklıkla sözcüklerin sağ tarafını görmekte ve sağa doğru giden göz hareketleri programlamakta zorluk çekmektedirler. Bu görsel eksiklikler, özellikle çeşitli göz hareketleri gerektiren cümlelerde okumayı yavaşlatabilir, ama tam anlamıyla saf aleksiyle karıştırılmamaları gerekmektedir.[9]

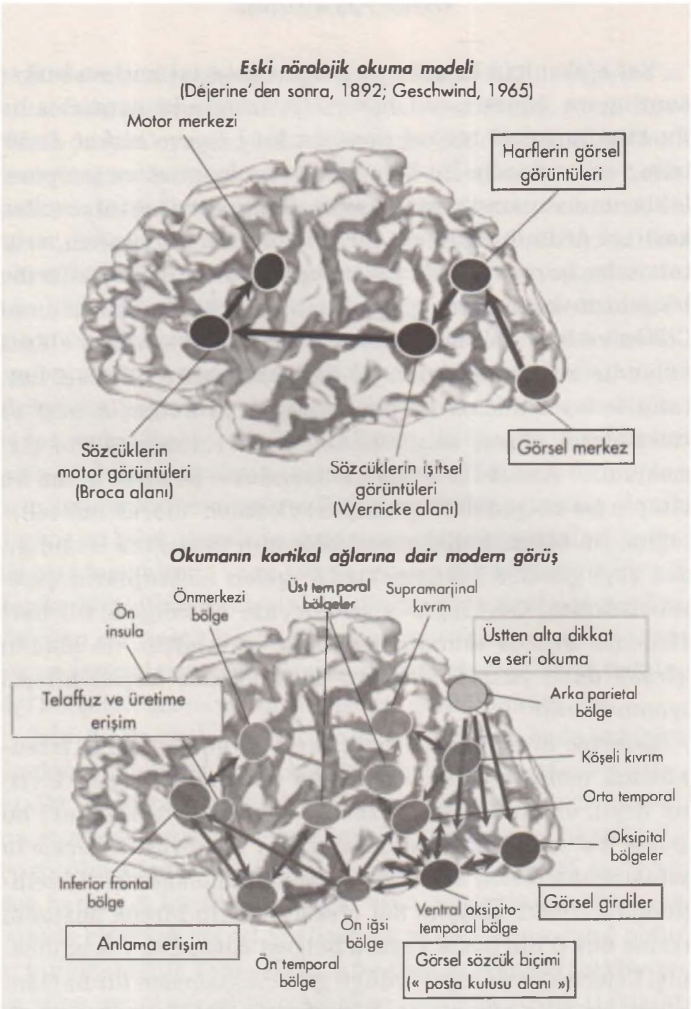
[9] Leff vd, 2001.

Saf aleksi için kritik olan bölge, oksipital kutbun birkaç santimetre önünde, sol lobun alt tarafında yatmaktadır. Bu kitapta temel bir rol oynayan bu bölgeye birkaç farklı isim verilmektedir. Bu bölge, beynin oksipital ve temporal loblarının sınırında, yan oksipitotemporal oluk adı verilen kortikal örtünün içindeki bir olukta bulunduğundan, anatomistler buraya *sol oksipitotemporal alan* demektedir (bu bölgelerin konumunu görmek için bkz Şekil 2.2). Laurent Cohen ve ben, bu alanın *görsel sözcük biçimi alanı* olarak adlandırılmasını önerdik; bu ifadeyse bugün bilimsel literatürde bir standart haline gelmiştir ve bölgenin harf ve sözcüklerin görsel analizindeki temel rolünün altını çizmektedir.[10] Ancak iki terim de önemlidir. Basitlik adına bu kitapta bu bölgeden "beynin posta kutusu" olarak bahsedeceğim; bu terim, bahsi geçen bölgenin yaptığına inandığımız şeyi güzelce özetlemektedir: gelen mektupların çaresine bakmak! Göreceğimiz gibi beynin bu bölgesi, bir harf dizisinin hızlıca tanımlanmasında ve telaffuz ile anlamı işleyen daha yüksek alanlara iletilmesinde hayati bir rol oynamaktadır.

Déjerine'in aksine, biz artık harflerin görsel olarak tanınmasının temelde kafanın üst arka tarafındaki köşeli kıvrıma değil, ondan oldukça uzakta, beynin alt tarafındaki bu "posta kutusu" bölgesine dayandığını biliyoruz. Déjerine'in hatası muhtemelen Bay C'nin lezyonunun olağanüstü özelliğinden kaynaklanmıştır. Saf aleksiye sahip birçok hastanın aksine Bay C'nin posta kutusu bölgesi doğrudan yok edilmemiş, Déjerine'in de öne sürdüğü gibi muhtemelen bir bağlantı kopukluğuna uğramıştır. Déjerine, köşeli kıvrımın sırt bölgelerinden ziyade ventral görsel sistemde bulunan bağlantı bölgesinin konumu hakkında yanılmıştır.

Bugün bildiğimiz gibi lezyonların görsel sözcük biçimi alanının normal şekilde işlemesini engellemesinin en az üç

[10] Cohen vd, 2000; Cohen vd, 2002; Dehaene vd, 2002; Gaillard, Naccache vd, 2006. "Görsel sözcük biçimi alanı" teriminin ve bu terimin yaptığı çağrışımların hâlâ bir tartışma konusu olduğunu belirtmek gerekir (bkz. Price & Devlin, 2003; Cohen & Dehaene, 2004).



Şekil 2.2. Okumanın klasik nörolojik modelin (üstte) yerini, günümüzde paralel ve detaylı bir model almıştır. Sol oksipitotemporal "posta kutusu" alanı, harf dizilerinin görsel biçimlerini tanımlamaktadır. Sonrasında bu soyut görsel bilgiyi sol loba yayılmış olan ve sözcük anlamını, ses şablonunu ve üretimi kodlayan sayısı bölgeye dağıtmaktadır. Yeşil ve turuncu bölgelerin tamamı okumaya özel değildir: bunlar öncelikli olarak konuşma dilinin işlenmesine katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla okumayı öğrenmek, görsel alanlarla dil alanları arasında etkili bir ara bağlantı geliştirmekten oluşmaktadır. Tüm bağlantılar çift yönlüdür. Ayrıntılı düzenleri bilinmemektedir; gerçekte, kortikal bağlantısallık muhtemelen bu şematik planda gösterildiğinden çok daha şatafatlıdır.

yolu vardır.[11] En basit durumun doğrudan lezyon tarafından gerçekleştirilen yıkım olduğu açıktır. Ancak bölge, Bay C'nin durumunda olduğu gibi yukarı yönde bağlantı kopukluğu yaşayabilir ve görsel girdilerden mahrum kalabilir veya aşağı yönde bir bağlantı kopukluğu yaşayıp, beynin diğer bölgelerine gidecek mesajları gönderemeyebilir. Her halükârda sonuç aynıdır ve yazılı bir sözcüğü okumada ciddi bir yetersizlik içermektedir.

Déjerine'in yanıldığı daha temel bir mesele de vardır. Kendisi, beynin okumak için sahip olduğu mimarinin genel karmaşıklığını büyük ölçüde hafife almıştır. Déjerine ve Harvardlı nörolog Norman Geschwind[12] gibi ondan sonra gelen birçok bilim insanı, meseleyi basit işlem zinciri biçiminde ele almıştır. Bu insanlar, yazılı sözcüklerin oksipital kutba görsel şablonlar biçiminde girdiğini, sonrasında da sözcüklerin görsel imajlarıyla bağlantıya geçmek için köşeli kıvrıma gönderildiğini iddia etmiştir. Ardından etkinlik, sözcüklerin işitsel imajlarının merkezi olan Wernicke bölgesine, buradan üretim şablonlarının yeniden kazanıldığı Broca bölgesine, nihayet de kasları kontrol eden motor kortekse nakledilmektedir. Bu şema, tıpkı bir fabrikadaki bir üretim hattı gibi seri, basit ve doğrusaldır. Doğrusu bu, beyinsel işlevleri elektriğin iletilmesiyle veya bir lokomotifteki buhar akışıyla karşılaştıran on dokuzuncu yüzyıl mekanik benzetmeleri andırmaktadır. Beynin işleyişine dair bu ilk nörolojik şemalarla, René Descartes'ın refleksleri "hayvan ruhlarının" vücudumuzdaki borular yoluyla dolaşımı olarak tanımlarken kullandığı hidrolik diyagramlar arasında elbette ki bir bağlantı vardır. Refleks arkı, birkaç nesil boyunca baskın bir benzetme olarak kalmıştır.

Déjerine, psikoloji ve nörobilimde bir asır sürecek araştırmaları beklemediği için suçlanamaz. Günümüzde beynin "çalılık" gibi olduğu görüşü, beraberinde buna paralel olarak çalışan başka işlevlerle birlikte eski seri modelin yerini almıştır. Evvela, bilgisayarlarda görsel şekil tanımayı

[11] Örnekler için, bkz. Cohen vd, 2003 ve kaynakçası.

[12] Geschwind, 1965.

programlama girişiminde bulunduktan sonra görüşün karmaşık olduğunu ve basit bir beyinsel "görüntü" zincirine indirgenemeyeceğini artık fark etmiş durumdayız. Yalnızca tek bir karakterin tanınması için bazı çetrefilli işlemler gerekmektedir. Görsel analiz, okumanın yalnızca ilk adımıdır. Sonrasındaysa çeşitli ayrık temsillerin temasa geçirilmesi gerekmektedir: sözcüklerin kökleri, anlamları, ses şablonları, motor üretim şablonları. Bu işlemlerin her biri, bağlantıları doğrusal zincirler halinde düzenlenmemiş bazı farklı kortikal alanların eş zamanlı olarak etkinleştirilmesini gerektirmektedir. Beynin tüm bölgeleri eş zamanlı ve ortaklaşa çalışmakta, onların mesajları da sürekli olarak birbiriyle çaprazlama kesişmektedir. Tüm bağlantılar aynı zamanda çift yönlüdür: bir A bölgesi bir B bölgesiyle bağlantı kurduğunda, bunun izdüşümü de aynı şekilde B'den A'ya doğru mevcuttur.

Bu oldukça temel anatomik ilkeler, okuyan birinin beyninin neye benzediğini gösteren yeni sürüm bir çizim yapmama olanak sağlamıştır (Şekil 2.2). Bu çizimdeki tüm bölgelerin sözcük okumaya katkıda bulunduğu bilinmektedir. Ne var ki benimki geçici bir çizim olarak düşünülmelidir; çelişkili bir biçimde bu çizim hâlâ oldukça basittir ve muhtemelen birçok temel alan ve bağlantıyı içermemektedir. Déjerine'inkinin aksine benim çizimim beynin düzenine dair seri görüşü değil, beynin çeşitli bölgelerinin eş zamanlı olarak etkinleştirilebildiği bir şemayı resmetmektedir. Sonuç olarak, bugünün beyin bilimcileri olarak bizler kendimizden çok daha az eminiz. Emrimize amade görüntüleme aletlerinin çokluğuna karşın diyagramımızdaki her bir bölgeye kesin işlevler yüklemekte zorlanmaktayız; çünkü bu bölgelerin hepsi eş zamanlı olarak çalışmakta ve birbirleriyle oldukça yüksek hızlarda iletişimde bulunmaktadır. Déjerine, korteksteki çeşitli yerlere görsel, işitsel ve motor imajları yerleştirmekten memnun olmuş olabilir, ama biz bunu yapamayız. Şüphesiz ki beynin işleyişine dair çok daha rafine bir görüşe sahibiz, ama bu durum nöropsikologlar için işleri karmaşıklaştırmakta ve bizleri, böylesine karmaşık bir devre sistemi-

ne sezgisel bir kavrayış getirebilecek konumda olacağımız bir günün gelip gelmeyeceğine dair meraka sürüklemektedir.

Bilim insanlarının okuyucunun beynini tamamen anlayıp anlayamayacağı noktası net değildir. Beynin okumada kullandığı devre sistemine ve özellikle de girdilerin toplandığı "posta kutusu"na dair anlayışımız kesinlikle ilerleme kaydetmiştir. Görsel girdi alanının stratejik bir konumda olduğunu ve sol lobdaki büyük çeşitlilik gösteren alanlara dağılmadan önce görsel bilginin içinden geçtiği bir huni görevi gördüğünü artık biliyoruz. Dahası bu bölgenin stratejik konumu, lezyonların, tıpkı Bay C'nin durumunda olduğu gibi, sanki yazılar bir dizi anlamsız nokta haline gelmişçesine neden yazılı sözcük işlemenin toptan kaybına sebep olduğunu açıklamaktadır. Peki ama bu bölgenin çalışmasını sağlayan ilkeler nelerdir?

Okuyan Beyni Çözümlemek

Yirmi yıldan uzun bir süre boyunca, işlevsel beyin görüntüleme teknikleri, tam anlamıyla "beynin içinden okuma" yapmamızı sağlayarak insan beyni üzerine yapılan araştırmalarda devrim yaratmıştır. Bu tekniklerin devasa potansiyeli, beyin etkinliğini doğrudan, gönüllü bir insanın okuma gibi zihinsel bir işlemi gerçekleştirdiği anda görselleştirebilmesinde yatmaktadır. Birçok yönden, görüntüleme deneylerinin kullanımı lezyon veri çalışmasından çok daha dolaysız gibi görünmektedir. Bir yaralanmanın ardından beynin ne dereceye kadar kendini yeniden düzenlediğini kim söyleyebilir? Bir lezyonun etkileri, etkilenen alandan çok daha uzakta hissedilebilir; çünkü hasar diğer bölgelerin bağlantılarını keserek onları da girdiden mahrum bırakabilir. Bir beyin lezyonunu takip eden haftalarda hasta kaybettiği işlevleri sağlıklı bir beynin kullandığından kesin bir biçimde farklı devreler kullanarak geri kazandıkça beyin etkinliğinde kayda değer bir yeniden düzenlenme gözlemlemek pek de sıra dışı değildir. Son olarak, beyin lezyonları öngörülebilir değildir. Kendileri kapsamlı, konumlarıysa arterlerin anatomik dağılımından

etkilenmiş olabilir; böylece bu lezyonlara, sağlıklı bir beynin işlevsel organizasyonu olarak bel bağlanamayacaktır. Eğer normal insan beynini görselleştirmenin yollarını bulmuş olmasaydık, halimiz, bozuk saatleri inceleyerek saat yapımını öğrenmeye çalışan bir çırağın durumuna benzerdi.

Beyin görüntüleme, on sekizinci yüzyılda Fransız kimyacı Antoine-Laurent Lavoisier'in öngördüğü basit bir ilkeye dayanmaktadır. Vücuttaki her organ gibi beyin de çalışırken dinlendiği zamanda harcadığından daha fazla enerji harcamaktadır. Lavoisier, "hayvan solunumu üzerine ilk anılar"ında (1789), bu basit fikrin nasıl olup da beyin etkinliklerinin ölçümüne uygulanabileceğini öngörmüştür:

> Bu tür bir gözlem, ilgili gibi görünmeyen kuvvetlerin uygulanmasının kıyaslanması ihtimaline yol açar. Örneğin konuşma yapan bir adamın veya bir enstrüman çalan bir müzisyenin harcadığı eforun kaç kiloya karşılık geldiği ölçülebilir. Bir filozof düşündükçe, bir edebiyatçı yazdıkça veya bir müzisyen besteledikçe mekanik olan her şey bu işlerin karşılığı olarak benzer biçimde ölçülebilir. Tamamen zihinsel olduğu düşünülen bu etkiler, onların bir işçinin yarattığı etkiyle kıyaslanabilmesini sağlayan fiziksel ve maddi bir şeye sahiptir.

Bu basit fikrin pratiğe dönüşmesi için iki yüz yıl geçmesi gerekmiştir. 1988 yılında, Steve Petersen, Michael Posner, Marcus Raichle ve onların meslektaşları, bir şey okuduğumuzda beynin hangi bölgesinin enerji tükettiğini görselleştirmeyi başarmış ilk insanlar olmuşlardır.[13] Bu insanlar, beyindeki dil bölgelerinin işlevsel düzenini ortaya çıkarmak için pozitron emisyon tomografi (PET) taramasını kullanmıştır. Lavoisier, bu tekniğin gerektirdiği tuhaf psikoloji ve nükleer fizik karışımını öngörememiştir. Gönüllülere küçük miktarlarda içindeki standart oksijen atomunun (^{16}O) oksijen 15'le değiştirildiği radyoaktif bir su enjekte edilmiştir. Bu sıvı kan dolaşımına çabucak karışmakta ve tüm vücuda ya-

[13] Petersen vd, 1988; ayrıca bkz. Posner vd, 1988; Petersen vd, 1989; Petersen vd, 1990.

yılmaktadır. Radyoaktivite, özellikle de beyinde kan akışının en hızlı ve beyin aktivitesinin en yoğun olduğu bölgelerde birikmektedir. Sonuç olarak da bölgesel radyoaktivite dorukları doğruca beynin etkin bölgelerini yansıtmaktadır.

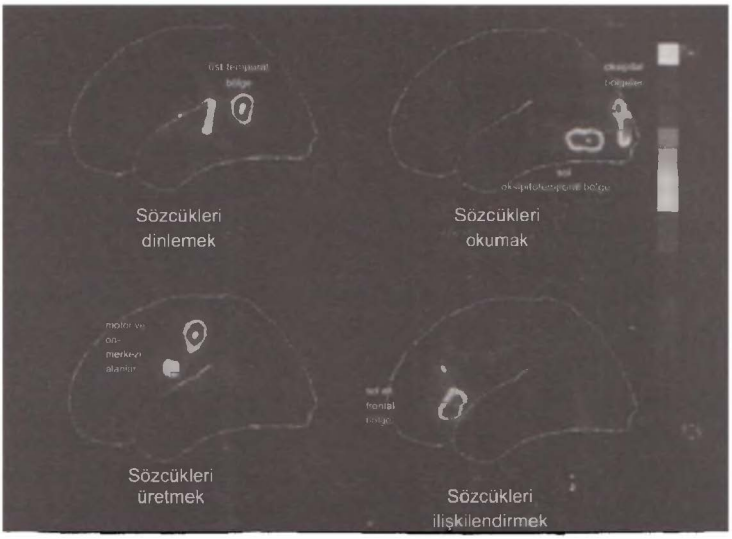
Birkaç on saniye sonra, gönüllünün beynindeki oksijen 15, bir pozitron, yani elektronun tam karşıt görüntüsünde bir karşı madde parçacığı çıkararak kararlı durumuna (oksijen 16) kendiliğinden geri dönmektedir. Bir pozitron bir elektronla çarpıştığında, ikisi de birbirini yok etmekte ve ortaya iki tane yüksek enerjili foton çıkarmaktadır. Bu ışık parçacıkları farklı yönlere doğru kafa derisinden kaçarken tarayıcı da onları algılamaktadır. Deneğin kafasının her tarafında yerleştirilmiş olan kristal dizileri, karşılığında ayrışmanın en başta oluştuğu konumu yeniden yapılandıran güçlü bir bilgisayara bu bilgiyi iletmektedir. Son olarak da beyin tarafından tüketilen enerjinin tam olarak nasıl dağıtıldığını kesitler halinde gösteren üç boyutlu bir resim elde edilmektedir; nitekim "tomografi" terimi, Yunancadaki *tomos* (kesit) ve *graphein* (çizim) sözcüklerinden oluşturulmuştur.

Psikolojik açıdan bakıldığında Petersen ve meslektaşları, gönüllülerin artarak zorlaşan bir dizi görevi yerine getirmelerini isteyerek de bir yenilik yapmıştır. Önce beyin dinlenirken, yani test edilen kişi uyarılmamış ve belirli bir konu üzerinde düşünmüyorken beynin görüntüleri alınmıştır. Ardından yazılı veya sesli söylenen sözcükleri görüntüleyen ve tekrarlayan bir gönüllünün beyin etkinliği ölçülmüştür. Son olarak da gönüllü sunulan sözcüklerin her biriyle akla yatkın biçimde bağlantılı fiilleri düşünerek (örn. uyarıcı "kek" olduğunda "yemek") sözel ilişkiler üretirken son bir ölçüm yapılmıştır. Yazarlar, bu iki ardışık durumu çıkararak sıralı olarak görsel ve işitsel sözcük tanıma, üretme ve sözcüğün anlamını zihinsel olarak manipüle etmeye dahil olan beyin bölgelerini tanımlayabileceklerini ummuştur.

Petersen'ın deneyinde öylesine muhteşem görüntüler alınmıştır ki bunlar tüm dünyadaki gazetelerin baş sayfasında basılmış ve beyin biliminin dahili bir parçası halini almıştır. Tarihte ilk kez, canlı bir insanın beynindeki dilden

sorumlu bölgeler görüntülenmiştir (Şekil 2.3). Kuşkusuz, bu resimlerin daha sonra geliştirilmesi gerekmiştir. Ancak ana bulguların hepsi çoğaltılmıştır. Denekler ne zaman yazılı bir sözcüğe baksa, kafanın arkasına konumlanmış olan görüye ayrılmış bölge etkinleşmiştir. Aynı zamanda, tam da oksipital ve temporal lobların arasındaki sınırda, sol lobun küçük bir bölgesi ortaya çıkmıştır; bu bölge, daha önce "beynin posta kutusu" adını verdiğimiz alanla gayet iyi örtüşmektedir. Sesli olarak söylenen sözcük bu alanların hiçbirini harekete geçirmemiş, ama duyma ve konuşmanın işlenmesine karşılık olarak, ön ve orta temporal korteksler-deki ayrık bir dizi alandaki etkinliği tetiklemiştir. Öte yandan sesli bir sözcüğün üretimi, sol ve sağ motor bölgeler kadar, konuşma üretimiyle ilk kez on dokuzuncu yüzyılda Fransız nörolog Paul Broca tarafından ilişkilendirilen alana yakın bir yeri, sol lobun ön bölgelerinden birini uyarmıştır. Son olarak da anlamsal ilişkiler bir başka bölgeyi, genellikle yaratıcı düşünceyle ilişkilendirilen iç prefrontal korteksi harekete geçirmiştir.

Bu bölgelerden yalnızca biri, sol oksipitotemporal bölge, okumada merkezi ve spesifik bir rol oynamıştır. Çarpıcı bir biçimde, bu bölge, lezyon analizi sayesinde saf aleksinin merkezi olarak tanımlanan bir alanla düzgünce örtüşmektedir. Petersen ve meslektaşları, bu bölgenin yalnızca yazılı sözcükler tarafından uyarıldığını ve örneğin bir dama tahtası gibi bir görsel şablon tarafından uyarılan düşük seviye görsel alanların bir parçası olmadığına dikkat çekmiştir. Bu bölgenin, erken dönem görsel analizle dil sisteminin geri kalanı arasında bir bağlantı görevi üstlendiğini öne sürmüşlerdir. Bu bölge, görsel bilginin dil sistemine girebilmek için içinden geçmesi gereken bir filtredir. Gelen görüntülerin harf barındırıp barındırmadığını analiz etmekte ve bilahare ses ve anlama dönüşmek üzere beynin diğer bölgelerine göndermektedir.



Şekil 2.3. Tarihi bir görüntü: ilk olarak **PET taramasıyla ortaya çıkarılan**, beynin dil alanları (veri Petersen **vd, 1989; görüntü, Marcus Raichle**). Küçük bir noktanın sabitlenmesine **göre sessiz okuma (sağ** üst), sol lobun arka kısmında yer alan görsel **sözcük tanıma süreçlerini etkinleştirmektedir.** Bilgi, talep edilen göreve **göre, konuşma seslerini** (sol üst), konuşma üretimini (sol alt) veya **sözcük anlamlarının manipülasyonunu** (sağ alt) kodlayan bölgelere iletil**mektedir.**

Okuma Evrenseldir

Görsel sözcük biçimi alanının **okumada** oynadığı kilit rol, PET taramasını büyük ölçüde **gölgede bırakmış** olan bir başka görüntüleme tekniğiyle de **doğrulanmıştır.** Bu tekniğe işlevsel manyetik rezonans **görüntüleme*** veya kısaca fMRI [functional magnetic resonance imaging] denmektedir. Bu sıra dışı ölçüde esnek yöntem, **PET'in sağlayamadığı** iki üstünlük sunmaktadır: her hastanede bulunabilir durumdadır ve radyoaktif madde enjeksiyonu gerektirmediği için de tamamen zararsızdır. Fonksiyonel MRI'da kanın oksijen hacmindeki dalgalanmalar, **fMRI makinesi** tarafından algılanan manyetik rezonans sinyallerini yumuşatmaktadır. Kan hücrelerinde yüksek yoğunlukta hemoglobin, yani oksijen taşı-

* *Bundan sonra "fonksiyonel MRI" veya "fMRI" olarak geçecektir –çn.*

maktan sorumlu molekül bulunmaktadır. Kabaca söylemek gerekirse, eğer bir hemoglobin molekülü oksijen iletmezse küçük bir mıknatıs gibi davranmakta ve bölgesel manyetik alanı altüst ederek fMRI makinesinin aldığı sinyali azaltmaktadır. Bir hemoglobin molekülü oksijen barındırmaktaysa, bu durumda da manyetik alanın içinde şeffaflaşmaktadır; bu değişimse makine tarafından rezonans sinyalinde küçük ama ölçülebilir bir artış olarak görülmektedir.

Kanın oksijen hacmindeki bu dalgalanmalar bizim beyin etkinliğini ölçebilmemizi sağlamaktadır. Damarlar ve nöronlar birbirleriyle yakından ilişkilidir. Bir beyin bölgesi etkinleştiğinde oradaki damarlar genişlemekte ve birle beş saniye arasında söz konusu bölge oksijenli taze kan akışına uğramaktadır. fMRI, kanın oksijenlenmesini ölçerek, nöron etkinliğinin sonraki birkaç saniye içinde nasıl arttığını göstermektedir. Dahası beynin herhangi bir bölgesinin üç boyutlu görüntülerini de sağlamaktadır. Dünyanın en saygın manyetik rezonans uzmanlarından olan Fransız meslektaşım Denis Le Bihan, bu yöntemi tohumların nerede yeşereceğini öngörmek için bahçıvanı izlemeye benzetmektedir. Tohumların nereye ekildiğini bilmeden de yalnızca bahçıvanın su kabını nereye koyduğunu görerek onları bulabiliriz. Kan akışını takip etmek, nöronları iş başında görüntülemenin görece dolaylı bir yoludur; dolambaçlı ama aslında fazlasıyla hassas bir yöntemdir.

Diğer tüm üstünlükleri bir yana, fMRI oldukça hızlıdır. Tek bir fMRI muayenesi, bütün beynin birkaç bin tane ardışık görüntüsünü birkaç milimetrelik uzamsal bir çözünürlükle birlikte sağlayabilmektedir. PET taraması beyin görüntüsünü on iki dakikada bir vermekteyken bu yöntemde süre iki üç saniyeye düşmektedir. fMRI aynı zamanda olağanüstü biçimde hassastır. Uzun süreler boyunca onlarca denekten alınan bulguların ortalamasının alınmasına gerek yoktur. Posta kutusu alanındaki anlık bir etkinleştirme sinyalini tetiklemek için tek bir yazılı sözcük yeterlidir. Yazılı sözcükler tarafından onları okuyan herhangi bir insanın sol ventral görsel korteksinde harekete geçirilen yoğun beyin etkinli-

ğinin haritasını çıkarmak için birkaç dakikalık veri yeterli olacaktır.

Bu harika görüntüleme aracı sayesinde okuma için gereken beyin ağının bir insandan diğerine ne ölçüde çeşitlilik gösterdiğini ölçebilmekteyiz. Bugüne kadar taradığımız tüm denekler temel alındığında görsel sözcük biçimi alanının ventral görsel beyinde her zaman için aynı konumda bulunduğu görülecektir. Elbette ki bu kesin konum kişiden kişiye az da olsa değişmektedir, çünkü bireysel kortikal kıvrımların detayları benzersizdir; tıpkı buruşturulan iki kâğıt parçasının asla birbiriyle tam olarak aynı şekle sahip olamayacağı gibi. Ne var ki hepimiz de her zaman için yaklaşık olarak aynı konumda bulunan birer posta kutusu alanıyla donanmışızdır.

Bilim insanları, kortikal konumları saptamak için iki sistemi kullanmaktadır. İki yüz yıl boyunca ölüm sonrası analizler sayesinde geliştirilmiş olan ilkinde, tıpkı Ay'daki kraterler gibi beynin ana bölümleri tanımlanmış ve etiketlenmiştir. Bu açıdan posta kutusu alanının, yan oksipitotemporal oluğun, yani sol lobun iğsi bölgesi boyunca uzanan bir çatlağın bulunduğu tarafa düştüğü söylenmektedir (Şekil 2.4).[14] Anlaşılması zor anatomik etiketlere daha az bağımlı olan ikinci bir sistem, Fransız cerrah Jean Talairach tarafından bulunmuş ve daha sonra Montreal Nörobilim Enstitüsünden araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Buysa beyne göre standartlaştırılmış üç adet akstan oluşan, tıpkı GPS gibi bir geometrik konumlandırma sistemidir. Bu sistemde hem bireyler hem de deneysel laboratuvarlarda posta kutusu alanının konumunun kabaca beş milimetreden fazla olmayan farklılıklarla kayda değer ölçüde benzeştiği ortaya çıkmıştır.[15] Daha sonra da göreceğimiz gibi Çinli ve Japon okuyucuların beyninde bile okumaya özel bir alan vardır ve bu alanın konumu yaklaşık olarak bizimkiyle aynıdır.[16]

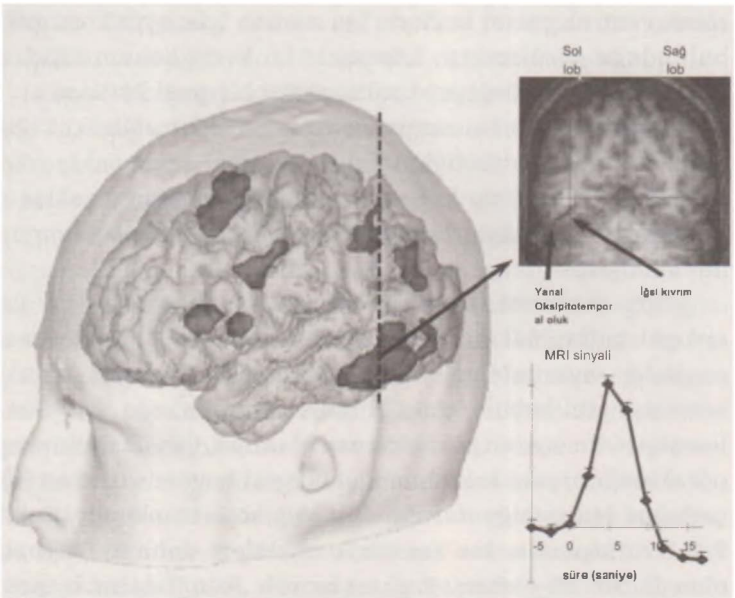
---

14 Dehaene vd, 2002.

15 Cohen vd, 2000. Montreal Nörobilim Enstitüsü koordinat sisteminde ölçümler, yan akste -42 mm, ön doğrultuda -57 mm ve dikey aksta da -12 mm şeklinde çıkmıştır.

16 Şekil 2.4'te bir çeşitlilik kaynağı sezinlenebilir: her ne kadar üzerinde ça-

Okuduğumuz doğrultunun (soldan sağa veya sağdan sola), bu bölgenin sol lobdaki yerini etkilemiyor gibi göründüğüne dikkatinizi çekerim. Bölgenin konumu, sağdan sola doğru okuyan okuyucularda bile sol oksipitotemporal yarığın sınırında[17] değişmeden kalmaktadır.



la ilintili beyin alanlarının konumlarını yalnızca birkaç dakika içinde belirleyebilir. Katılımcılar rastgele aralıklarla sunulan sözcükleri okumaktadır. Her bir kelimenin ardından okuma alanları MRI sinyalinde ayırt edici bir artış göstermekte, bu artış da yaklaşık beş saniye sonra zirveye ulaşmaktadır. Etkin ağ, görevin tam olarak ne olduğuna ve kontrol durumunun doğasına göre değişmekte, ama iğsi kıvrımın yanında, sol yanal oksipitotemporal oluğun derinliklerine sistematik olarak konumlanmış "posta kutusu alanı"nı her zaman için içermektedir.

---

lıştığımız tüm deneklerde sol oksipitotemporal bölge etkinleşmişse de, sağ lobda buna karşılık gelen bölgedeki etkinleşme yalnızca bazı deneklerde görülmüştür. Bu çeşitliliğin varlık sebebi henüz anlaşılamamıştır, ama bu, bir sol lob enfarktüsünü takiben okuma yetisinin bir kısmını kazanma potansiyeline işaret ediyor olabilir.

[17] Hasson vd, 2002.

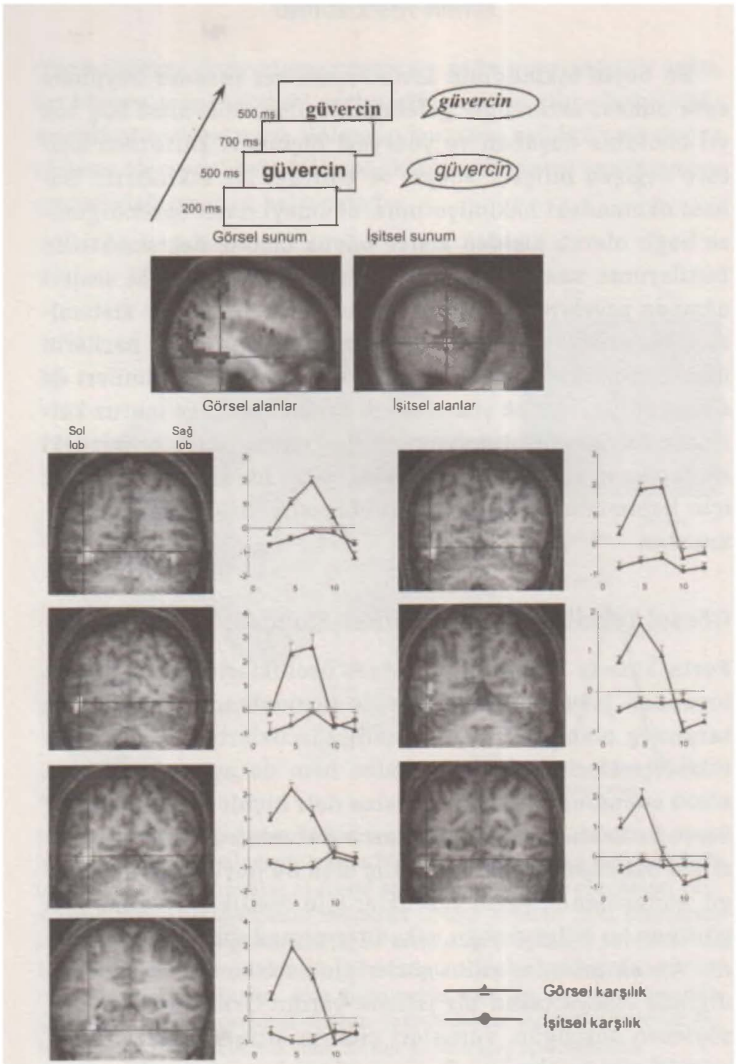
Bu beyin etkinliğinin konumunun her insanın beyninde aynı olması esrarengiz gelebilir. Okuma, kökenleri beş bin yıl öncesine dayanan ve yüzeysel biçimleri kültürden kültüre değişen bilişsel, sosyal ve kültürel bir etkinliktir. Dahası okumadaki hâkimiyetimiz, okumayı nasıl öğrendiğimize bağlı olarak kişiden kişiye büyük ölçüde değişmektedir. Bazılarımız, saatler süren ses okuma egzersizleriyle, sesleri ağzında geveleyerek yolunu bulmuştur; Montessori sistemini takip etmiş olan başkaları, zımpara kâğıdından harflerin üzerinde parmaklarını gezdirmiştir; öte yandan kimileri de sözde bütün-sözcük yöntemi adı verilen sefilliğe maruz kalmıştır. Büyüleyici olansa okumayı öğrenme biçimlerimizdeki bu kocaman farklılıklara rağmen, yazılı bir sözcüğü okumak için hepimizin de beynin aynı bölgesine başvuruyor oluşumuzdur.

Görsel Tercihlerin Kırk Yamalı Bohçası

Posta kutusu bölgesinin işlevsel özellikleri aynı zamanda insandan insana benzerlikler de taşımaktadır. Şekil 2.5'te, taranmış olan yedi beyin, yazılı sözcüklerin seçici olarak etkinleşmelerini göstermektedir; hem de aynı sözcüklerin sözlü sunumunun etkinleşmesine dair hiçbir iz taşımadan.[18] Steve Petersen ve meslektaşları tarafından 1998'deki çalışmada halihazırda gözlemlenmiş olan bu hayli istikrarlı bulgu, konuşmanın, yazılı sözcükler için özellikle ayrılmış gibi görünen bu bölgeyi çoğu vakada uyarmadığını göstermektedir. Ancak insanlar zihin gözleriyle hecelemeye teşvik edildiğinde ortaya çıkan bir istisna vardır. Örneğin insanlara, söylenen sözcüğün, vuruşları çıtanın altında kalan "p", "q" veya "j" gibi "azalan" harfler barındırıp barındırmadığı sorulabilir. Bu tür durumlarda posta kutusu alanı söylenen sözcük tarafından ılımlı biçimde etkinleştirilmektedir; bunun tek sebebiyse katılımcıların yazılı sözcüğü zihinlerinde canlandırmasıdır.[19] Bu durum aynı zamanda Japon denekler bir

[18] Dehaene vd, 2002; Cohen, Jobert vd, 2004.

[19] Booth vd, 2002; Cohen, Jobert vd, 2004.



Şekil 2.5. Sol oksipitotemporal "posta kutusu alanı"nın etkinleşmesi okuryazar olan herhangi bir insanda kolayca gözlemlenebilir. Bu deneyde, katılımcılar bir çift sözcüğü ya görmüş ya da duymuştur ve bu sözcüklerin aynı mı yoksa farklı mı olduğuna karar vermeleri gerekmiştir. Yedi farklı okuyucuda, beynin kıvrım şablonlarındaki çeşitliliğe karşın, yazılı sözcükler sol oksipitotemporal bölgedeki şaşırtıcı derecede yeniden üretilebilir bir konumu etkinleştirmiştir. Sesli sözcüklerin bu bölgeyi etkinleştirmediğini belirtmek gerekir (Dehaene vd, 2002'den sonra).

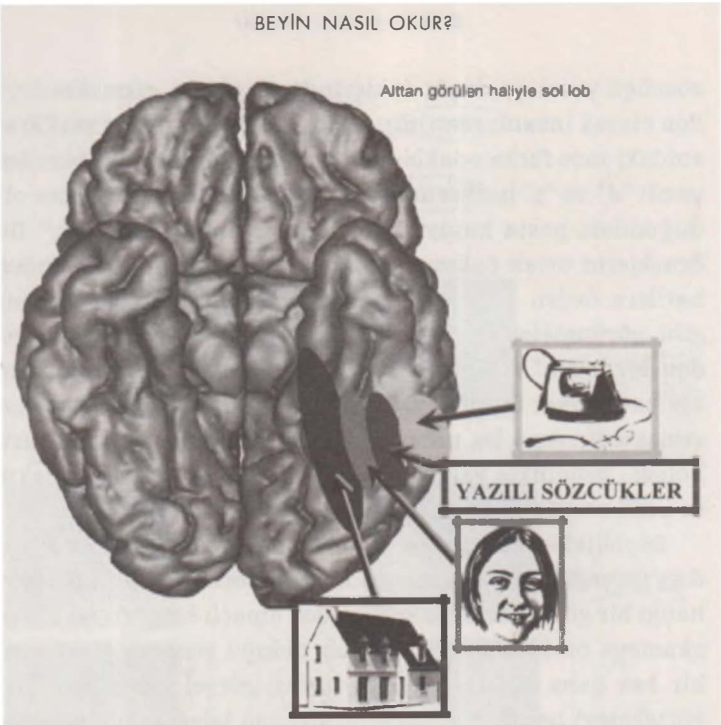
sözcüğü yazmayı düşündüklerinde de ortaya çıkmaktadır.[20] Son olarak insanlardan, *dip* ve *tip* gibi iki konuşma sesi arasındaki ince farka odaklanmaları istendiğinde, muhtemelen yazılı "d" ve "t" harflerine erişim ses ayrımına yardımcı olduğundan, posta kutusu alanı yine aydınlanmaktadır.[21] Bu örneklerin ortak noktası, hepsinin de konuşma seslerinden harflere doğru yukarıdan aşağıya bir erişime başvuruyor gibi görünmeleridir. Bu tür durumlarda, geriye doğru giden bir sinyal muhtemelen, normalde okumada kullanılan bir hattın tam tersi yönündeki bir okuma hattında seyahat etmektedir. Ama bu tuhaf durumlar bir yana, posta kutusu bölgesi genellikle yalnızca yazılı sözcüklere tepki vermekte ve sesli sözcükleri gözardı etmektedir.

Böylelikle tüm kanıtlar, bu bölgenin görsel analize ayrıldığı gerçeğine işaret etmektedir. Asıl soru, bu bölgenin herhangi bir görsel nesneyi işleyen çok amaçlı bir alan mı yoksa okumaya özelleşmiş bir alan mı olduğu yönündedir. Cevap bir kez daha şaşırtıcıdır: beynimiz, görsel işleri, her biri korteksteki belirli bir yama tarafından işlenen kategorilere ayırmaktadır. Yani bu bölgenin bir parçası, geniş çeşitlilikteki diğer uyarıcılardansa yazıyı tercih etmektedir ve bu tercih her bireyde aynı konumda olmak üzere evrenseldir. Evlerin ve manzaraların tanınması, tercihen beynin orta hattına en yakın bölgelere başvurmaktadır. Beynin kenarlarında yanlamasına ilerledikçe, başka bölgelerin yazılı sözcüklerdense yüzleri tercih ettiği görülecektir. Nihayet beynin sınırındaki bütün bir bölüm, nesnelere ve aletlere karşılık vermektedir (Şekil 2.6).[22]

[20] Tokunaga vd, 1999; Nakamura vd, 2000.

[21] Burton, Small & Blumstein, 2000.

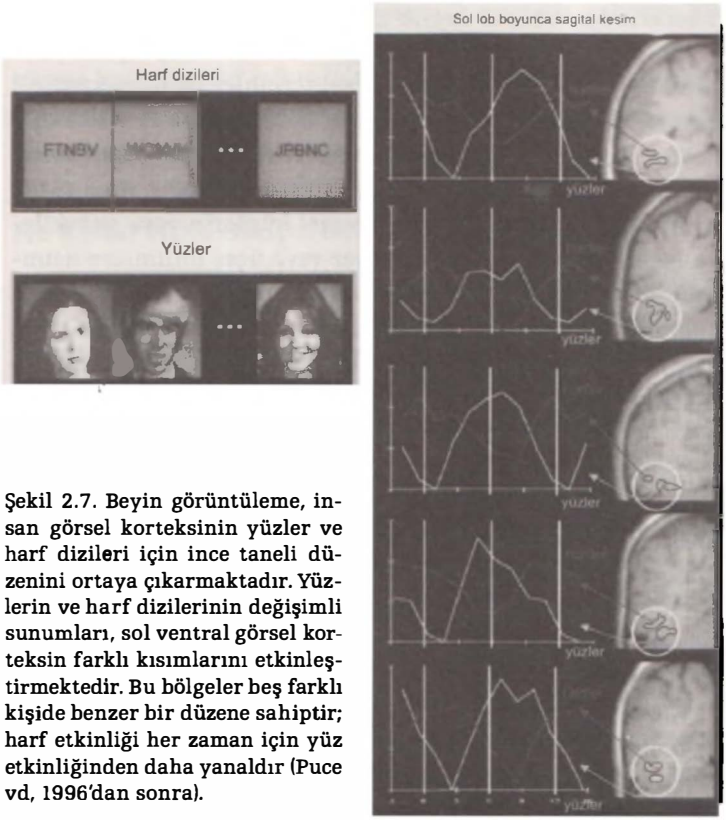
[22] Ishai vd, 1999; Haxby vd, 2000; Ishai vd, 2000; Haxby vd, 2001; Levy vd, 2001; Hasson vd, 2002; Malach, Levy & Hasson, 2002; Hasson vd, 2003.



Şekil 2.6. Beynin alt tarafını kaplayan özelleşmiş görsel algılayıcıların bir mozaiği. Beyindeki her bir bölge tercihi olarak belirli bir nesne kategorisine karşılık vermektedir. Bu tercih şablonu tüm bireylerde evlerden yüzlere, sözcüklerden de nesnelere şeklinde aynı sırayla ortaya çıkmaktadır. Okuma her zaman için yüzlerle nesnelere verilen zirve karşılıklar arasında yerleşmiş bir alanı etkinleştirmektedir (Ishai vd, 2000; Puce vd, 1996'dan sonra).

Bir grup insanın beyninde bu görsel yama işini keşfetmek için fMRI'ın hassaslığını ve yüksek uzamsal çözünürlüğünü kullanan ilk bilim insanı, nöroradyolog Aina Puce'tur. Kendisi gönüllülere anlık olarak yüzler veya "XGFST" gibi anlamsız harf dizileri göstererek, gönüllülerden bunları dikkatlice incelemelerini istemiştir. Her durumda, iki küçük özelleşmiş bölge aynı bağlantılı konumlarda etkinleşmiştir: yüzler tercihen iğsi kıvrımın alt kortikal bölgesini uyarırken, sözcükler onun tam yanındaki oksipitotemporal yarıkta bulunan daha yandaki bir bölgeyi harekete geçirmiştir (Şekil 2.7).[23] Bu

[23] Puce vd, 1996.



Şekil 2.7. Beyin görüntüleme, insan görsel korteksinin yüzler ve harf dizileri için ince taneli düzenini ortaya çıkarmaktadır. Yüzlerin ve harf dizilerinin değişimli sunumları, sol ventral görsel korteksin farklı kısımlarını etkinleştirmektedir. Bu bölgeler beş farklı kişide benzer bir düzene sahiptir; harf etkinliği her zaman için yüz etkinliğinden daha yanaldır (Puce vd, 1996'dan sonra).

sonuç şaşırtıcıdır. Beyin bölgeleri nihayet bu kategorilerden birine özelleşse bile işbölümünün dağılımının bir insandan diğerine değişen gelişigüzel bir prosedür olmasını beklerdik. Pek öyle değildir; okumanın edinimi, bilgiyi sistematik olarak beyindeki aynı sıcak noktalara yönlendiren hayli kısıtlı bir süreç gibi görünmektedir.

Ancak görsel kortekstekí özelleşme miktarını önemle vurgulamak konusunda dikkatli olmalıyız. fMRI'ın kullanılır kıldığı kaba uzamsal yelpaze üzerinde, görsel korteksin parçaları genellikle belirli uyarıcı kategorilerini tercih etmekle birlikte, bunların herhangi birine toptan bir adanmışlık göstermemektedir. İlk kez Jim Haxby ve meslektaşla-

rı tarafından Ulusal Sağlık Enstitülerinde gösterildiği gibi, beynimiz net bir biçimde keskin sınırlara sahip ayrık alanlara bölünmemiştir. Aksine, görsel tercihler örtüşmektedir.[24] Yani en çok yüzlere karşılık veren bölgelerde bile sözcükler, aletler, hayvanlar gibi başka kategorilere ait nesneler, azımsanamayacak miktarda etkinliği tetiklemektedir. Ama fMRI tarafından görselleştirilen bu temel küplerin veya vokssellerin her birinin taraf başına ikişer veya üçer milimetre uzunluğunda olduğunu da aklımızda tutmamız gerekmektedir. Hücresel standartlar açısından bu uzunluk fazladır ve bir milyon veya daha fazla nöronu kapsayabilir. O halde bu hücrelerin hepsinin aynı tercihi sergilememesinde şaşılacak bir şey yoktur. Uzamsal çözünürlük bir milimetre kadar küçük boyutlardaki detayları çözümlemek için arttığında, örneğin yüzlerden başka hiçbir şey içermeyen tek bir kategoriye karşılık veren korteksin bazı yamalarıyla birlikte, kategori seçiciliği de muhteşem hale gelmektedir.[25] Hayvanlardaki bu tür bir yamanın içindeki tekil nöronların doğrudan kaydı, onların büyük bir çoğunluğunun da yüzleri tercih ettiğini göstermektedir.[26]

Görsel korteks üzerine yapılan bu tür çalışmaların ortaya çıkardığı şey, her biri belirli şekil kategorilerine özelleşmiş nöronların oluşturduğu yamalı bir bohçadır. Her ne kadar genellikle bir parça birbirlerine karışsalar ve kısmi tercih alanları yaratsalar da, benzer tercihlere sahip nöronlar da kümelenme eğilimi göstermektedir. Ayrık bölgeler yüzleri, nesneleri, sayıları ve harfleri tercih etmektedir. Bilim insanları bu bölgeleri tanımlayabilmek için "yüz alanı" veya "sözcük biçimi alanı" şeklinde etiketlemek durumundadır. Bu etiketler kullanışlı ve belirleyicidir, ama aslında görebildiğimiz tek şeyin nöronlar değil, onların yüzlere veya sözcüklere karşı gösterdiği zirve tepkiler olduğunu unutmamamız gerekmektedir. Konumu yeterince düzenli olan zirveler bir şey söylemektedir; ama sahne arkasında, daha az ön planda

[24] Haxby vd, 2001; Grill-Spector, Sayres & Ress, 2006.
[25] Grill-Spector, Sayres & Ress, 2006.
[26] Tsao vd, 2006.

olan ve okumak veya yüzleri tanımak için bir o kadar gerekli başka zirveler de vardır. Son tahlilde, kodlanan her bir görsel kategori, iki lobun alt yüzünde görünen ve görüşün inanılmaz inceliğine tanıklık eden vadilerden ve tepelerden oluşmuş karmaşık bir manzaradır.

Ne Kadar Hızlı Okuyoruz?

Beynin yüzey coğrafyası bir yana, sözcüklerin ve yüzlerin öncelikleri farklı loblardadır. Bir sözcüğü tanıdığımızda, sol lob baskın bir rol oynamaktadır. Yüzler için de sağ lob önemlidir. Her ne kadar başlangıçta iki lob da eşit oranda uyarılsa da yalnızca birkaç on milisaniyede sözcükler çabucak sola, yüzler de sağa yönlendirilmektedir. Okumanın değişmez ve temel özelliklerinden bir tanesi de bu yanallaşmadır.

Yalnızca PET ve fMRI'a bağlı kalmak zorunda olsaydık, bu lobların sınıflandırma işleminin hızını asla keşfedemezdik. Kan akışını ve oksijenlenmeyi ölçen bu iki yöntem de beyin etkinliğinin gerçek zamanlı görselleştirilmesi için fazla yavaştır. Beyindeki bir bölge etkinleştiğinde kan akışı hızlanmadan önce birkaç saniye geçmektedir. Uzak yıldızlar tarafından birkaç on yıl önce yayılan ışıkları tespit eden astronomlar gibi, fMRI da yalnızca birkaç saniye önce gerçekleşmiş olan beyin etkinliğini görmemizi sağlamaktadır. Bu tür gecikme ve kayıplar beyin etkinliği üzerine yaptığımız gözlemleri ciddi biçimde kısıtlamaktadır.

Neyse ki elektroensefalografi ve manyetoensefalografi gibi başka görüntüleme teknikleri, beyinde gerçekleşen etkinlikleri gerçek zamanlı olarak izleyebilmektedir. Bu teknikler, nöron etkinliğinin belirli bir mesafeden çabucak algılanabilecek elektriksel ve manyetik tepkiler oluşturduğu ilkesi üzerinden çalışmaktadır. Dendritleri sayesinde nöronlar, diğer binlerce nörondan gelen voltaj değişimlerini toplamaktadır. Hepsi de beyin yüzeyine dikey bir formasyonda düzgünce dizilmiş birçok nöron eş zamanlı olarak elektriksel girdiler aldığında, mevcut akımın toplam miktarı kafatasının dışından ölçülmesini sağlamaya yetmektedir. Sonuçta

ortaya çıkan ölçüm, meşhur elektroensefalogramı ya da kısa adıyla EEG'yi oluşturmaktadır.

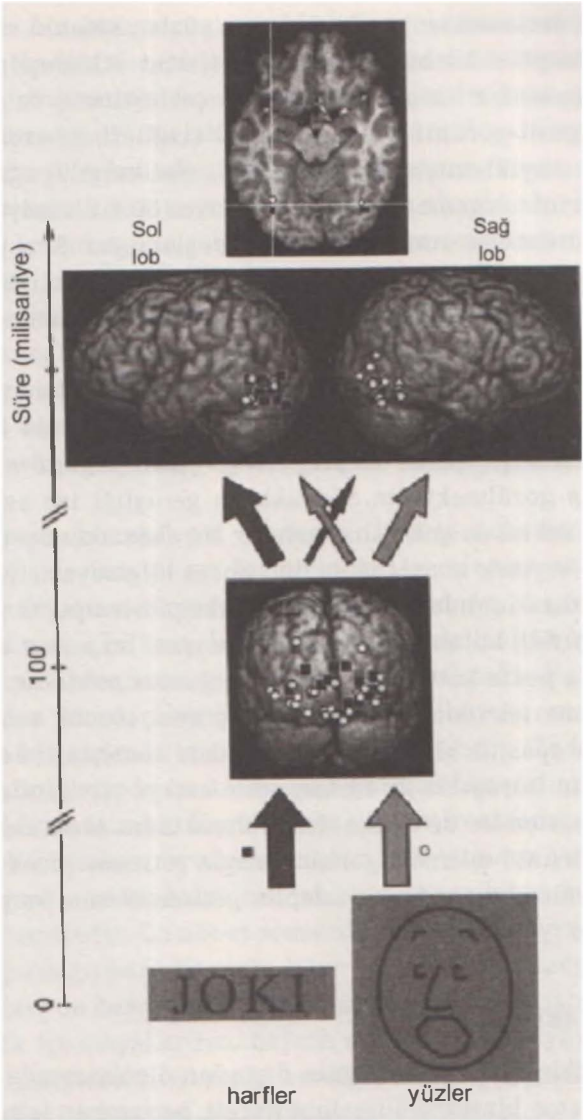
Elektroensefalografi, insan beynine ilk kez 1924 yılında Hans Berger tarafından uygulanan eski bir fikre dayanmaktadır. Bu teknik, temelde kafatasının yüzeyinde nöral akımlar tarafından oluşturulan voltajdaki farklılıkları ölçmek için bir gerilimölçerin kullanılmasından teşekkül etmektedir. Bir voltun milyonda biri gibi bir boyutta olan bu voltajlar çok küçük olduğundan, hassas bir büyütücü gerekmektedir. 1968 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsünden (MIT) David Cohen ve meslektaşları, manyetoensefalografi veya MEG adı verilen daha gelişmiş bir başka yöntem tasarlamıştır. Bu teknikse nöral akımlar tarafından üretilen manyetik alanlardaki minik değişimleri algılamaktadır. Beynin birkaç femtotesla* kabilinde veya dünyanın manyetik alanından milyar kez küçük olan manyetik sinyalleri fazlasıyla zayıftır ve bu yüzden bu yöntem özellikle hassas olmak zorundadır. Her ne kadar pahalı bir teknik olsa da EEG'ninkini kat be kat aşan uzamsal kesinliği, bu tekniği beyin etkinliğinin gerçek zamanlı biçimde görüntülenmesi için vazgeçilmez kılmaktadır.

EEG de MEG de kusursuz temporal çözünürlük sağlamaktadır, çünkü beynin elektromanyetik sinyallerinin onları ölçen sensörlere iletimi gerçekten de anlıktır. Yani eylem halindeki beynin bir dizi fotoğrafı çekilebilmektedir. Bu yöntemler okumaya uygulandıklarında, beynin görsel imajları sınıflandırırken sahip olduğu olağanüstü hızı ortaya çıkarmışlardır. Helsinki Üniversitesinden Antti Tarkiainen ve meslektaşları, MEG'i kullanarak, sözcükleri ve yüzleri görüntüleyen gönüllülerin beyinlerindeki manyetik etkinliği ölçmüştür (Şekil 2.8).[27] Ortaya koydukları sonuçlar, beyinde iki farklı görsel işlem aşaması olduğunu göstermektedir. Görüntünün retinada belirmesinden yaklaşık 100 milisaniye sonra gözlemlenen ilk aşamada, iki tür görüntü birbirinden

---

* Femtotesla: "Femto-", Danca "on beş" anlamına gelen "femten" sözcüğünden türemiş bir önektir. Önüne getirildiği birimi 10-15 oranında küçültür. Dolayısıyla bu örnekte önüne geldiği "tesla" birimini (bir manyetik alan kuvveti birimi) bu oranda küçültmektedir –çn.

[27] Tarkiainen vd, 1999; Tarkiainen, Cornelissen & Salmelin, 2002.



Şekil 2.8. Manyeto-ensefalografi, yüzlerin ve harf dizilerinin tanınması sırasındaki beyin etkinliği sürecini milisaniye milisaniye takip edebilen, zaman-analizli bir tekniktir. Başlangıçta ve görüntünün başlamasından 100 milisaniye sonrasına kadar, yüzler ve diziler oldukça benzer oksipital etkinlik şablonlarını tetiklemektedir. Ancak 150. milisaniyeye gelindiğinde yüzler sağ lobdaki simetrik bir bölgeyi etkinleştirirken, diziler sol "posta kutusu alanı"na yönelmiştir (Tarkiainen vd, 2002'den sonra).

ayırt edilememektedir: sözcükler ve yüzler, kafanın arkasındaki oksipital kutbun benzer bölgelerini etkinleştirmiştir. Bu bölgeler bir ilk-geçiş analizi gerçekleştirmiş ve muhtemelen girdi görüntüden bazı temel çizgileri, kıvrımları ve yüzeyleri ayıklamıştır. Bu aşamada beyin, karşılaştığı uyarıcı türlerini tanımamıştır. Ancak yalnızca 50 milisaniye sonra girdi görüntüler sınıflandırılmaya başlamıştır. Sıra yüzlere geldiğinde, kafanın manyetik potansiyelin açık bir biçimde daha baskın olduğu sağ tarafında, bu durumun tam tersi yaşanmıştır.

EEG aynı zamanda bu ilk görsel etkinlikleri kayıt altına almaktadır. Bu etkinlikler, kafanın arka tarafında kabaca 170 milisaniye içinde aniden ortaya çıkan negatif voltajlar şeklinde görülmektedir. Sözcüklerin genişliği ise sağ loba kıyasla sol lobda çok daha fazladır. Bu elektromanyetik dalgaların beyinde meydana geldiği nokta bilgisayarla yeniden yapılandırıldığında, bu dalgaların oksipitotemporal yarığın ön kısmında bulunduğu ortaya çıkmıştır; bu nokta tam da fMRI'yla posta kutusu alanını bulduğumuz noktadır. Bu görüntüleme teknikleri, bu bölgenin görsel sözcük tanımada erken ve spesifik bir rol oynadığına dair inancımızı doğrulamaktadır. Görüşteki ilk birkaç adım ortaya çıktığında, özelleşmiş sistemler de oyuna dahil olmaktadır. Muhtelemelen, genel görüntü işleme algoritmalarıyla yetinemeyecek görsel sistemimize bu tür farklı talepler getiren okuma ve yüz tanımadır.

Beyindeki Elektrotlar

Beyin etkinliğinin kafatasının dışından ölçülmesinde sorun yoktur, ama bir nörobilimcinin hayali, her zaman için insan beyninin kendisini didiklemek olmuştur. Böylesi bir inceleme etik açıdan mümkün müdür? Beynin yüzeyiyle doğrudan elektriksel temas içeren daha istilacı bir teknik mevcuttur ve beynin okumaya özelleşmesine doğru eşsiz bir pencere açmaktadır. Bu teknikte elektrotlar doğrudan beyne ve hatta beyin dokusunun derinlerine yerleştirilmektedir. Elbette

ki böyle bir yöntem, yalnızca belirli özel hastalara uygulanabilmektedir. Geçerli bir klinik gerekçe olmadan asla gerçekleştirilmemiştir ve hastanın bilgilendirilmiş onamını gerektirmektedir. Bu tekniğin asıl amacı epilepsi üzerine çalışmaktır. Bazı hastalar sıklıkla nöbet geçirmekte ve antiepileptik ilaçlara yanıt vermede başarısız olmaktadır. Bu hastaların kurtuluş için tek umudu, krizlere sebep olan hasarlı bölgenin ameliyatla alınmasıdır ve birçok durumda ameliyat, mutlu ve nöbetsiz iyileşmeleri beraberinde getirmektedir. Ancak alınacak bölgenin yerinin dikkatli bir biçimde, net olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu işin asıl zorluğu, hasarlı dokuyu tam bitişikte yer alan ve çıkarılması korkunç sonuçlara yol açacak sağlıklı bölgelere dokunmadan almaktır.

Başarılı bir epilepsi ameliyatı, beynin nöbetlere sebep olan bölgelerinin doğru bir biçimde tanımlanmasına bağlıdır. Ameliyattan bir veya iki hafta önce, doğru tanımlamayı yapabilmek için hasarlı olduğundan şüphelenilen bölgenin çevresine birkaç düzine elektrot yerleştirilmektedir. Beyinle doğrudan temas, çevredeki elektrik sinyallerinin net ve hayli hassas bir biçimde izlenmesini sağlamaktadır. Modern epilepsi kliniklerinde hastalar gece gündüz filme alınırken bu sinyaller de sürekli olarak sayısallaştırılmaktadır. Böylece en ufak bir beyin fırtınası belirtisi bile yeniden yapılandırılabilmekte ve bu belirtinin izi, oluştuğu noktaya kadar sürülebilmektedir. İki nöbet arasında, elektrotlar aynı zamanda çoğunluğu sağlıklı olan diğer beyin bölgelerinden gelen sinyalleri de kaydetmektedir. Hastanın rızası ve işbirliğiyle bu kafa içi sinyallerden, beynin sözcükler veya yüzler gibi dışsal girdilere nasıl tepki verdiğine dair çalışmalarda da büyük bir hassasiyet gösterilerek faydalanılabilir.

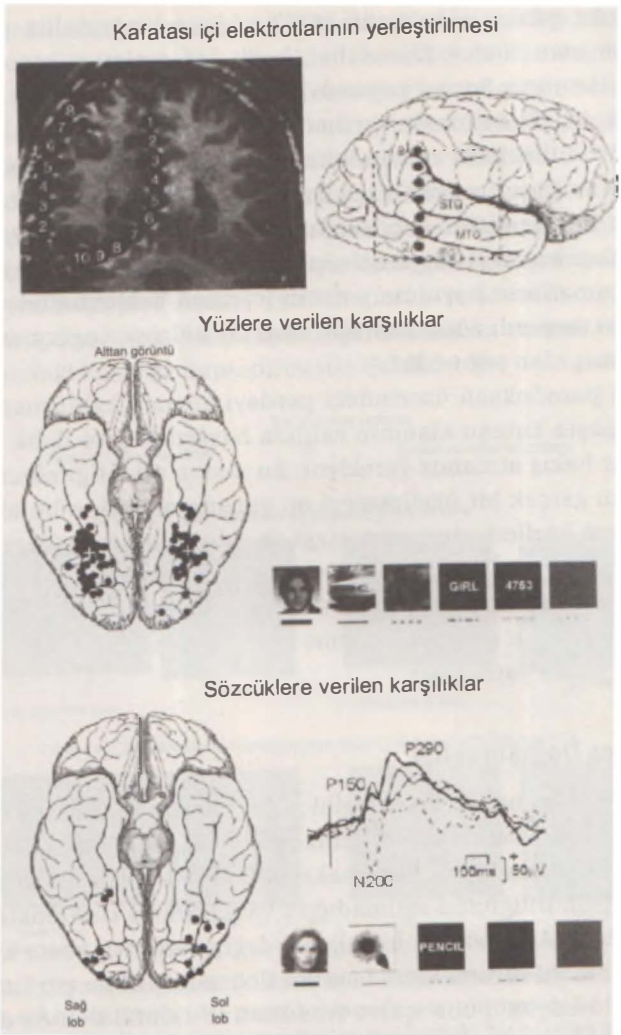
1990'larda, Yale Üniversitesinden Truett Allison, Gregory McCarthy ve meslektaşları zaman içinde yüzden fazla hastanın kafa içi sinyallerini kaydetmelerini sağlayacak etkili bir araştırma programı başlatmıştır.[28] Araştırmacıların cerrahi

[28] Allison vd, 1994; Nobre, Allison & McCarthy, 1994; Allison vd, 1999. Ayrıca bkz. Gaillard, Naccache vd, 2006.

tekniği, beyin yüzeyiyle doğrudan temas edecek şekilde beyni koruyan zarın (dura) altına yerleştirilen elektrot şeritleriyle temporal ve oksipital lobları sarmaktan oluşmaktaydı (Şekil 2.9). Beş veya on milimetrede bir sıklığında yerleştirilen bu sensörler, okumanın sıralı aşamalarına bir pencere açmış ve görsel sistemimizin inanılmaz hızını doğrulamıştır. Bir görüntünün retina üzerinde belirmesinden yaklaşık 180 milisaniye sonra oksipital ve temporal lobların ventral yüzeyindeki elektrotlardan bazılarında yüksek genişlikli negatif dalga şekilleri ortaya çıkmıştır. Beklendiği gibi bu sinyaller, sol lobda en çok sözcükler ve sağ lobda da en çok yüzler için saptanmıştır.

Bu çalışmanın kafa karıştıran yanı, tepkilerin aşırı uzamsal seçiciliği olmuştur. Birkaç milimetre ötedeki bir komşusu hiçbir yanıt vermezken, tek bir elektrodun sözcüklere muazzam bir tepki vermesi alışılmadık bir şey değildir. Daha da şaşırtıcı olansa bir elektrodun, sözcüklere oldukça kuvvetli tepkiler verirken yüzler, nesneler veya anlamsız şekiller gibi kategorilere hiçbir tepki belirtisi göstermemesidir. Bu gözlem, bazıları sözcüklere ayrılmış olan mikrobölgelerin varlığına işaret etmiştir.

Özetle, kafatasının içindeki doğrudan kayıtlardan gelen kanıtlar, Bay C gibi hastalardan, PET taramalarından, fonksiyonel MRI'dan veya elektromanyetik görüntüleme tekniklerinden gelip gelmediğinden bağımsız olarak elimizdeki diğer tüm verilerle gayet güzel örtüşmektedir. Her insanın beyninin ventral yüzeyi, hepsi farklı görüntü kategorilerine göre ayarlanmış ve aynı genel plan çerçevesinde sistematik olarak düzenlenmiş görsel tanıma aygıtlarından oluşan sistematik bir dizilim barındırmaktadır. Özellikle de posta kutusu alanı, yüzlere ve nesnelere duyarlı diğer alanlar tarafından sıkıştırılmıştır. Görsel beynin yama işinin bu sistemli dizilimi için bir açıklama gerekmektedir.



Şekil 2.9. Epileptik hastalarda, doğrudan beynin yüzeyine yerleştirilmiş elektrotlar, kortikal özelleşmeyi sıra dışı bir uzamsal ve temporal kesinliğe maruz bırakmaktadır. Kimi elektrotlarda elektrik sinyali 150. ve 200. milisaniyeler arasında, yalnızca belirli bir görüntü kategorisi sunulduğunda aniden sapmaktadır. Kimi kesimler yüzleri, diğerleriyse sözcükleri tercih etmektedir. Birden fazla hastadan alınan veriler standart bir anatomik uzama yerleştirildiğinde, yüzler tercihi olarak sağ lobla bütünleşirken, sözcüklere verilen karşılıklar sol "posta kutusu alanı"nda baskın olmaktadır (Allison vd, 1999'dan sonra).

Konu yüzler olduğunda MIT'de bilişsel nörobilim profesörü olan Nancy Kanwisher, basit bir evrimsel hipotezi desteklemiştir. Sosyal yaşamın özellikle gelişmiş olduğu primatlarda, yüz tanımaya ayrılmış, özelleşmiş bir kortikal bölge büyük ihtimalle zaman içinde evrilmiştir.[29] Ancak her ne kadar bu Darwinci yaklaşım baştan aşağı mantıksız olmasa da bu tür bir evrimsel baskı, harfler ve sözcükler için ayrılmış olan korteksteki yamaların varlığını açıklayamamaktadır. Primatların beyninin yazının icadının beklentisinde olmasını ve yazılı sözcükler için özel bir bölgeyi öngörmesini sağlamış olan şey nedir?

Bu paradoksun üzerindeki perdeyi kısmen kaldırmadan önce posta kutusu alanının aslında başardığı şeye daha yakın bir bakış atmamız gerekiyor. Bu alanın etkinliği sözcükler için gerçek bir özelleşmeyi mi yansıtıyor; yoksa bu alan yalnızca harfleri oluşturan çizgi ve kıvrımlara genelleşmiş bir tepki mi sağlıyor? Yalnızca sözcükleri ve yüzleri karşılaştırmak bu sorunu çözmez. Gereken şey beynin, değişmez sözcük tanıma sorununu çözme şekli üzerine daha dikkatli bir inceleme yapmaktır.

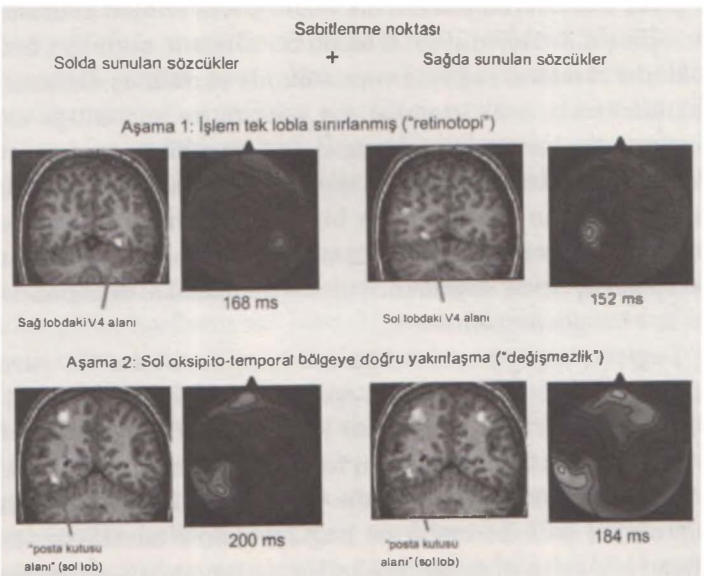
Konum Değişmezliği

Daha önce de bahsettiğimiz gibi görsel sistemin uzamsal değişmezlik kapasitesi etkileyicidir. İyi bir okuyucu, sözcüklerin nasıl konumlandığına bakılmaksızın (elbette retinamızın sınırlı çözünürlüğünün aşılmadığını varsayarsak) o sözcükleri tanıyabilir. Ama böylesi bir algısal değişmezlikten posta kutusu alanı mı sorumludur? Laurent Cohen'le birlikte yürüttüğümüz deneyler, buna işaret etmektedir.[30] Gönüllülerden ekrandaki bir artı işaretine sürekli olarak bakmalarını ve sonrasında da bu noktanın sağında veya solunda beliren sözcükleri sessizce okumalarını istedik. Bilindiği gibi retina, çapraz görsel bilgiyi beyne iletmektedir: Ekranın sol tarafında beliren sözcükler retinanın sağ yarısına yansımakta ve sonra da sağ

[29] Kanwisher, McDermott & Chun, 1997.

[30] Cohen vd, 2000.

lobdaki görsel merkezlere iletilmektedir. Aynı şekilde, ekranın sağ tarafında sunulan sözcükler de sol lobda son bulmaktadır. Bizim deneyimiz her iki lobdaki girdi bilgisini de birbirinden ayrı tutmuştur; tabii, beyin görüntüleme kullanılarak. Fonksiyonal MRI, oksipital bölgelerde ve özellikle de V4 olarak bilinen bölgede, görüntünün sunulduğu tarafın tam ters tarafındaki lobda sıkıca hapsedilmiş etkinlikler göstermiştir. Bu bulgu, elektroensefalografiyle de doğrulanmıştır: yaklaşık 160 milisaniyeye kadar, uyarıcı sözcük tarafından uyarılan beyin potansiyeli, kafatasının, uyarılan konumun tam ters tarafındaki kısmına hapsedilmiştir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Retina üzerinde nerede belirdiklerine bakılmaksızın sözcükler sol oksipitotemporal posta kutusu alanına yönelmektedir (uzamsal değişmezlik). Bu deneyde katılımcılar merkezdeki bir çarpıya bakarken sözcükler de onların sağ veya sol taraflarında sunulmuştur. Başlangıçtan sonraki 150-170 milisaniye civarında, uyarıcının karşısındaki kafanın kenarında olumsuz bir ilk dalga belirmiştir. Bu dalga, beynin arka tarafında yer alan ve V4 adı verilen bir görsel alanın etkinleşmesiyle ilişkilendirilmiştir. Bu aşamada görsel bilgi tek bir loba hapsolmuştur. Ancak 180-200 milisaniye civarında, uyarıcı sözcüğün belirdiği noktadan bağımsız olarak, ikinci bir olumsuzluk kafanın sol tarafında ortaya çıkmıştır. MRI etkinliğin sol "posta kutusu alanı"na yakınsadığını doğrulamıştır (Cohen vd, 2000'den sonra).

Ancak bu noktada, beynin etkinliğinin gidişatı birdenbire değişmiştir. Birkaç on milisaniye içinde, bakışın sol tarafında sunulan sözcükler için ortaya çıkan en görkemli dönüşümle, bütün etkinlik sol loba geçmiştir. Başlangıçta sağ lobla temasta bulunmuş olan bu sözcükler birdenbire sola iletilmiş ve yaklaşık 200 milisaniye içinde de sağda sunulan sözcükler gibi işlenmişlerdir.

Görsel bilginin bir lobdan diğerine iletildiği bölgeyi belirlemede bize fonksiyonel MRI yardımcı olmuştur. Bulduğumuz şeyse retinanın sol ve sağ yarılarından gelen sinyallerin sol oksipitotemporal bölgede, yani okuma bozukluğu yaşayan hastalarda hasarlı olan aynı posta kutusu alanında birleşmiş olduklarıdır. Sol lobdaki bu bölgenin etkinliği, sözcüklerin foveanın sağında veya solunda sunulmuş olmasına bakılmaksızın aynı uzamsal dış hatlara ve yoğunluğa sahiptir. Diğer bir deyişle, uzamsal değişmezlik posta kutusu alanında başlamaktadır. Tam da bu bölgenin aynı zamanda yazılı sözcüğün ekranın önce bir tarafında sonra da diğer tarafında tekrar edilmesinin tanındığı ilk nokta olduğunu başka deneyler de doğrulamıştır; bu da uzamsal değişmezliğin net bir göstergesidir.[31]

Değişmezliğin başarılabilmesi için, retinanın iki yarısından gelen bilginin zamanı gelince sol loba yönlendirilmesi gerekmektedir. Bu da sol lobun görsel bölgelerinden sol posta kutusu alanına gönderilen sinir bağlantıları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu bağlantıların büyük bir çoğunluğu, iki lobu birbirine bağlayan sinir telciklerinden oluşan bir yığın olan korpus kallozum boyunca seyahat etmektedir. Bu mimari, hayli tuhaf bir öngörüye yol açmaktadır: eğer bir yaralanma veya inme korpus kallozumda gerçekleşen aktarıma zarar verise bir okuma bozukluğu ortaya çıkmalıdır, ama bozukluk görsel alanın sol yarısıyla sınırlı olmalıdır. Sol tarafta sunulan sözcükler sağ lobdaki görsel alanları etkinleştirmeye devam edecektir, ama bilgi sol lobdaki dil alanlarına giden yolu bulamayacak, sağ tarafta tıkanıp kalacaktır. Yani bir ekranın iki tarafındaki sözcük-

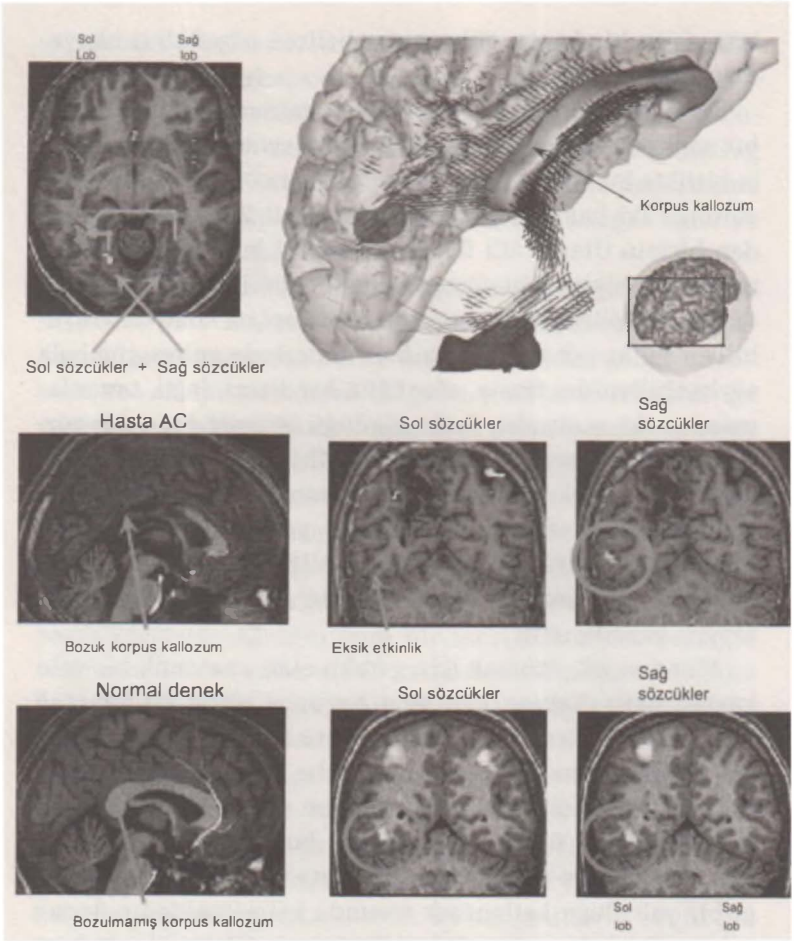
[31] McCandliss, Curran & Posner, 1993.

leri gören bir hasta, sol tarafta beliren sözcükleri okuyamayacaktır.

Bu ilginç "yarı aleksi" sendromu, Laurent Cohen'le benim bir şapkadan öylece çıkardığımız bir şey değildir. Kendisiyle birlikte bu olguyu, korpus kallozumun ön kısmının hasar gördüğü iki hastada gözlemledik.[32] Şekil 2.11, bu hastalardan birinin (Hasta AC) fonksiyonel MRI kullanılarak ölçülmüş beyin etkinliğini göstermektedir. Sözcükler ekranın sağ tarafında belirdiğinde, bu genç adam onları kolayca okuyabiliyordu. Ancak sol tarafta belirdiklerinde onları güç bela söyleyebiliyordu. Hasta, sözcüğün kendisini değil, tanımlamasının iki saniyeden fazla sürdüğü belirsiz bir şekli gördüğünü ifade etmiştir. Elbette ki MRI, soldaki sözcüklerin hastanın görsel posta kutusu alanını etkinleştirmediğini göstermekteydi. Ancak bu sözcükler, prefrontal korteks gibi diğer alanlardaki artmış olan etkinliği tetiklemiş ve muhtemelen de AC'nin doğru sözcük için gerçekleştirdiği çetin arayışı yansıtmıştır.

Kısacası AC, okumak için gerekli olan anatomik bir yolu kaybetmiştir. Korpus kallozum boyunca giden bu hat, sağ loba giren harflerin sol lobdaki posta kutusu alanına giden yolu bulmalarına yardımcı olmaktadır. Ancak hat dolambaçlıdır ve bir bedeli vardır. Bakışımızın sağ tarafında beliren harfler net bir üstünlüğe sahiptir: bu harfler doğruca sol loba gitmekte ve posta kutusu alanına ulaşmak için herhangi bir yolculuğa katlanmak zorunda kalmamaktadır. Ancak sol tarafta beliren sözcükler, ilk önce sağ loba ulaşmak ve sonra da birkaç santimetre uzunluğundaki kallozal kablo boyunca iki lobu kat etmek zorundadır. Sonuç olarak normal okuyucularda bile okuma her zaman biraz daha yavaştır ve sözcükler sabitlenmenin sağında değil de solunda belirdiğinde hata yapmaya daha açıktır. İletim uzunluğundaki artış ve –belki de en önemlisi– korpus kallozum boyunca iletilen bilgi akışındaki düşüş, sözcük tanıma için fazla masraflıdır. Yani insan beyninde konumsal değişmezlik tamamlanmamıştır: retinanın tamamı okumada eşit miktarda etkin değil-

[32] Cohen vd., 2000; Molko vd., 2002.



Şekil 2.11. Görsel değişmezlik kısmen, beyindeki iki lobu birbirine bağlayan büyük telcikler yumağı olan ***korpus kallozum***a dayanmaktadır. Bir sözcük sabitlenme noktasının solunda sunulduğunda, başlangıçta sağ lobun görsel alanları tarafından işlenmektedir ve sonrasında da sol posta kutusu alanına iletilmelidir. Difüzyon MRI'yla görselleştirilebilen bir telcikler dizisi, bu iki bölgeyi ***korpus kallozum*** yoluyla birbirine bağlamaktadır (sağ üst). Hastalarımızdan birinde (AC), bu telcik alanında bir lezyon oluşmuştur. Sonuç olarak da loblar arası iletim bozulmuş ve bu kişi sol tarafta sunulan sözcükleri okuyamaz hale gelmiştir (Molko vd, 2002'den sonra).

dir ve –AC'de olduğu gibi– hepimiz sözcükleri, sağ tarafımızda olduklarında biraz daha iyi görürüz.[33]

AC'nin okuma kapasitesini yerle bir eden bozuk telcik aygıtı görselleştirmemizi sağlayan bir diğer görüntüleme tekniği de difüzyon manyetik rezonans görüntülemedir. Manyetik rezonans görüntülemenin değişikliğe uğramış bir halini kullandık. Bu teknik canlı insan beynindeki sinir telciklerinin doğrultusunu ölçebilmektedir ve aşağıda anlatıldığı gibi çalışmaktadır. Herkesin bildiği gibi su molekülleri rastgele "Brown" hareketinde sabittir. Bir fincan sıcak kahvede bir damla sütün erimesini ve tüm içeceğe yayılmasını sağlayan şey Brown hareketidir. Su molekülleri vücudumuzda da yavaşça sürüklenmektedir. Zekice hazırlanmış bir manyetik rezonans numarası, bu yayılımı [difüzyon]* ölçmemizi sağlamaktadır. Bu teknik, kabaca, beynin karşıt yönlerde iki kez mıknatıslanmasından ibarettir. Hareketsiz moleküllerde mıknatıslanma dengededir ve ağ etkisi de sıfırdır. Ancak hareketli moleküller, ölçülen yöndeki hareket miktarıyla orantılı olarak ölçülebilir bir sinyal yaratmaktadır.

Difüzyon birçok farklı yönde ölçüldüğünde ne olur? Sıvılarda bu konu dışıdır; kahvedeki bir damla süt, tüm yönlerde eşit hızda dağılmaktadır. Ancak biyolojik dokularda, hücre zarları hareketi kısıtlamaktadır. Özellikle beynin beyaz maddesi, çoğunlukla bir grup tünel gibi davranan sinir telciklerinden oluşan geniş yumaklardan meydana gelmektedir: su molekülleri telcik alanların ana ekseninde serbestçe dolaşabilmekte, ama kolayca buna aykırı biçimde hareket edememektedir. Beynin her noktasında azami su difüzyonunun yönü, ana telcik aygıtların eksenini gösteren bir ok işareti gibidir. Eğer güçlü bir bilgisayar takip yazılımının yardımıyla

---

[33] Ellis, Young & Anderson, 1988; Cohen vd, 2000; Ellis, 2004. Loblar arası bilgi iletimi, sağ görsel alanın okuma için sahip olduğu üstünlüklere katkıda bulunan etkenlerden yalnızca biridir (bkz. Brysbaert, 1994). İngilizcede soldan sağa doğru olan okuma yönü de bunda önemli rol oynamaktadır, çünkü bu yön, sağ görsel alanın harf tanıma için pekiştirilmiş bir egzersiz yapmasını sağlamaktadır (Nazir vd, 2004).

* İng. "diffusion": "Dağılma", "yayılma". Teknik terim olduğu için "difüzyon" şeklinde bırakılmıştır. Bundan sonra "difüzyon" olarak geçecektir –çn.

bütün küçük bölgesel noktalar birbirine bağlanırsa sinir telciği bölgelerinin üç boyutlu bir görüntüsü elde edilebilmektedir. Bu teknik, oldukça yavaş bir perdeye sahip bir fotoğraf makinesiyle oradan gelip geçen arabaların stop lambalarını fotoğraflayarak bir otobanın yönüne karar vermeye çalışmaya benzemektedir. Stop lambaları her zaman için yolun yönünü işaret edecektir.

Difüzyon MRI, insan beyninin bağlantısallığı hakkında şahane bilgiler sağlamaktadır ve toplanan kanıtlar da oldukça yenidir. Difüzyon MRI icat edilmeden önce parçalara ayırma yöntemi kullanılarak yapılan incelemelerde bile insan beynindeki bağlantıların izini sürmek son derece zor olmuştur. Aslına bakılırsa elimizdeki akla uygun tek çizelgenin tarihi yüz yıl öncesine ... Joseph-Jules Déjerine'in kendisine kadar gitmektedir. Beyni parçalara ayırmakta yeterince yetenekli ve otopsi gerçekleştirerek bilgi toplayabilecek kadar sebatlı olan tek kişi, kendisidir.

AC'nin beyninden alınan difüzyon görüntüsü, açık seçik bir anomaliyi hemen ortaya çıkarmıştır.[34] Korpus kallozumun arka kısmı ve onun bitişiğindeki büyük bir beyaz madde yığını, su difüzyonunun standart yönlülüğünü göstermekte başarısız olmaktaydı. Sinyal, alışıldığı üzere beynin özellikle bu noktasında bulunan ve ana telcik aygıtın varlığına işaret eden yön seçiciliğini kaybetmişti. İki lobu birbirine bağlayan telcikler açık bir biçimde hasar görmüştü ve su molekülleri de daha serbestçe dağılmaktaydı. Bu anormal difüzyon, standart anatomik MRI'ın normal göründüğü bölgelerde bile bozuk aygıtın gidişatını izlememizi sağlamıştır. Sonrasındaysa izlediği yolu normal bir beyne uyarladık ve böylece de AC'nin bozuk telcik yumağının bir görüntüsünü ortaya çıkarabildik (Şekil 2.11). Beklediğimiz gibi hasar, sağ oksipital korteksin görsel bölgelerinden bitişikteki sol posta kutusu alanına geçmişti ve bu da AC'nin soldaki sözcükleri duraksayarak okumasını açıklamaktaydı.[35]

---

34 Molko vd, 2002.

35 Bu büyüklükteki bir telcik aygıtın yalnızca harflerin ve sözcüklerin kimliklerini taşıyor olması pek olası değildir. Aygıt yüksek ihtimalle aynı

Tüm bu örnekler, modern beyin görüntülemenin gücünü göstermektedir. Laboratuvarda yalnızca beynin anatomisini değil, aynı zamanda belirli bölgelerdeki etkinlikleri, bu etkinliklerin gidişatını ve hatta bu bölgeleri birbirine bağlayan sinir telciklerinin yönünü bile rutin olarak görselleştirmekteyiz. Difüzyon MRI, klinik nörobilimde vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Bu teknik inmeleri ve çoklu skleroz gibi bir grup beyaz madde patolojisini teşhis etmede rutin olarak kullanılmaktadır. Ancak sağladığı bilgiler kesin biçimde anatomiktir. Bir bağlantıyı görebilsek bile beyin görüntüleme bize o bağlantının nasıl veya ne zaman kullanıldığına dair bir fikir vermeyecektir. Ama bu durum böyle gitmeyecektir. Yeni ve umut verici araştırmalar, beyin etkinliği hakkındaki bilgilerin aynı zamanda difüzyon sinyalinde de mevcut olduğuna işaret etmektedir.[36] Bu alandaki araştırmalar, her yıl yeni bir keşfin yapılmasını beklememize olanak sağlayacak kadar düzenli ve muazzam adımlarla ilerlemektedir. Beyin görüntülemedeki gelişmelerin yakın gelecekte herhangi bir insanın okumada kullandığı beyin devrelerinin haritasının birkaç dakika içinde çıkarılmasını mümkün kılacağı konusunda iyimser olabiliriz.

Subliminal Okuma

Gördüğümüz gibi posta kutusu alanı, belirdikleri nokta fark etmeksizin sözcükleri tanıyabilmektedir. Bu alan, bir şey okuduğumuzda okuduğumuz sözcüklerin alakasız olduğu ilk beyin bölgesidir. Ancak uzamsal konumdaki bu değişmezlik, etkin sözcük tanımanın temel özelliklerinden yalnızca biridir. Aynı zamanda karakterlerin şekli de büyük bir çeşitlilik göstermektedir. Usta bir okuyucu "A" ve "a"nın farklı boyutlardaki aynı harfler olduğunu tanıyabilmekte veya BüYüK vE KüÇüK hArFlErİn KaRıŞıMıNıN sözcüğün anlamını değiştir-

zamanda nesnelerin renkleri, şekilleri ve kimlikleri gibi birçok ek bilgiyi de taşımaktadır. Doğrusunu söylemek gerekirse, daha ileri araştırmalar AC'nin aynı zamanda iki lob arasında bu tür bilgileri iletmekte de başarısız olduğunu göstermiştir.

[36] Le Bihan vd, 2006.

mediğini anlayabilmektedir. Kendimize sormamız gereken soru, bu boyut değişikliğinin beyinde nasıl gerçekleştirildiğidir. Bu durumda da uzamsal değişmezliğin gerçekleştirildiği aynı bölgelere mi başvurulmaktadır? İkisi de aynı anda meydana gelmekte veya farklı kortikal mekanizmalara başvuran bir dizi sıralı işlemi mi gerektirmektedir?

Bu konuları ele almak için, Thad Polk ve Martha Farah basit bir deney uygulamıştır.[37] Gönüllüler "HoTeL" gibi karışık boyutlarla yazılmış harfleri okurken araştırmacılar da fonksiyonel MRI kullanarak beyin etkinliğini ölçmüştür. Her ne kadar alışılmadık olsa da, bu uyarıcı, aynı boyutlarda yazılmış türdeş sözcüklerin tetiklediğiyle neredeyse aynı miktarda beyin etkinliğini tetiklemiştir. Özellikle de "KaDıRgA" gibi acayip uyarıcılarla uyarıldığında bile posta kutusu alanındaki etkinlik profili tamamen normal çıkmıştır. Dolayısıyla Polk ve Farah, bu bölgenin, nöronların artık boyutlarını dikkate almadığı harf ve sözcüklerin soyut bir temsiline ev sahipliği yaptığını öne sürmüştür.

Ancak bunların tamamen nihai sonuçlar olup olmadığı açık değildir. Beyin görüntülemenin görece zayıf uzamsal çözünürlüğü, "HoTeL", "HOTEL" ve "hotel" sözcüklerine tepki veren nöronların aynı olup olmadığını görmemize izin vermemektedir. Meseleye farklı nöronlar dahil olsa bile, bu harf dizileri tarafından tetiklenen toplam etkinlik aynı olabilir. Bu yüzden yalnızca etkinleşmelerin örtüşmesi, boyut değişmezliğinin beynin bu bölgesinde gerçekleştirildiğini doğrulamamaktadır.

Bu, çözülemez bir sorun gibi görünebilirdi; tabii beynin ardışık sözcük çiftlerine verdiği tepkileri ölçen zarif bir teknik olmasaydı.[38] Her denemede gönüllülere birbirine çok yakın aralıklarla ikişer uyarıcı sunulmaktadır. Amaç, iki uyarıcı muhtemelen küçük ve büyük harflerle aynı ("HOTEL"in ardından "hotel") ve farklı ("HOTEL"in ardından "radyo") sözcükleri temsil ettiğinde tetiklenen toplam etkinliği karşılaştırmaktır. Hayvanlarla yapılan deneylerden, nöronların

[37] Polk & Farah, 2002.

[38] Grill-Spector & Malach, 2001; Naccache & Dehaene, 2001.

tekrara oldukça duyarlı olduğunu bilmekteyiz. Nöronlar, tekrarlanan bir uyarıya çabucak uyum sağlayabilmektedir ve bir görüntü ikinci kez sunulduğunda daha az çaba sarf etmektedir. Ancak yeni bir görüntü geldiğinde, yeniden yüksek seviyede bir tepki ortaya çıkmaktadır. MRI sinyalleri de uyum sağlayıp yansıdığında, bu durum bize dolaylı olarak belirli bir bölgedeki nöronların bir uyarıcının tekrarını tespit ettiğini söylemektedir. O andan itibaren uyarıcının şeklini değiştirerek beynin belirli bir bölgesi için neyin tekrar sayılabileceğini sorabiliriz; örneğin bu bölge, "HOTEL" ve "hotel" sözcüklerine farklı iki şekil olarak mı yoksa aynı sözcükler olarak mı davranmaktadır?

Bu prosedürde geliştirilmesi gereken son bir nokta vardır. İdeal olan durum, gönüllülerin sözcüklerin yeniden belireceğini bilmemesidir. Eğer sözcüklerin tekrar edildiğini görürlerse ilgi seviyeleri düşmektedir. Bu da MRI sinyalinde beynin ilgiyle ilgili kısımlarına yayılan bir düşüş yaratmaktadır ve sinyalin spesifik, bölgesel ve algısal değişmezliği mi yoksa genel ilgi durumundaki basit bir küresel değişimi mi yansıttığını anlamak imkânsız hale gelmektedir.

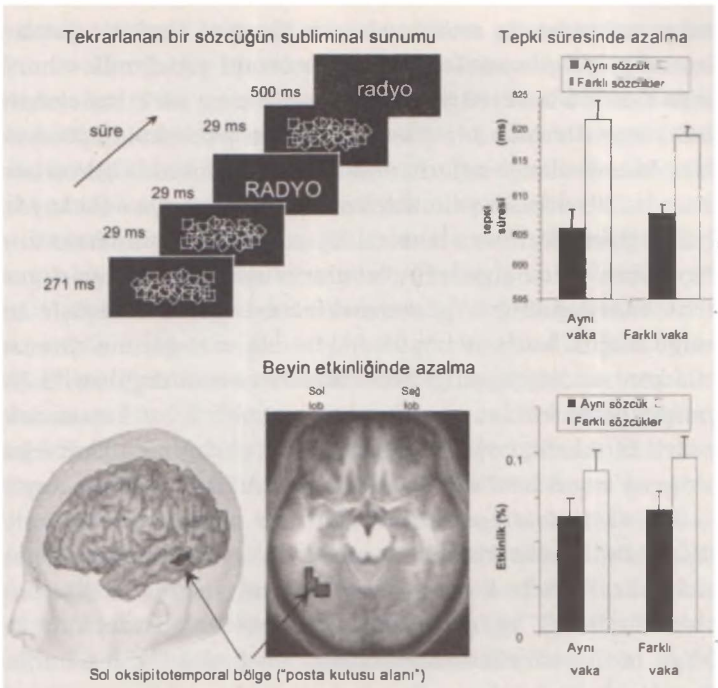
Bu yöntemi kullanarak gerçekleştirdiğim deneysel çalışmalarda, tekrarlanan sözcüklerin bilinçli biçimde algılanmasını önlemeye büyük özen gösterdim. Her deney çiftindeki ilk sözcük her zaman için 29 milisaniye veya bir film çerçevesinden daha kısa bir süre boyunca sunulmuştur. Bunlar, subliminal algı için standart koşullardır. Sunulan ilk sözcük görünmezdir, çünkü iki adet anlamsız geometrik şekil sırasının arasına sıkışmıştır. Bu deneydeki katılımcılar sözcüğün kendisi yerine, gördükleri tek sözcük olduğuna inandıkları ikinci bir sözcüğün takip ettiği kısa bir titreşim algılamaktadır. Kontrol deneyleri, deneklerin gizli sözcük hakkında hiçbir bilgiye sahip olmadıklarını doğrulamaktadır.

Bu tür subliminal sunum şartları altında şaşırtıcı olan, her ne kadar görünmez olsa da maskelenmiş sözcüğün beyindeki okuma devrelerinin bir kısmını etkinleştirmesidir. Özellikle de posta kutusu alanı sözcük tekrarlarına tepki vermektedir; aynı sözcük art arda iki kez sunulduğundaysa etkinliği azalmaktadır (Şekil 2.12). Kritik biçimde, sözcüklerin aynı veya

farklı boyutlarda ("HOTEL"-"HOTEL" veya "HOTEL"-"hotel") belirmesinden bağımsız olarak aynı tepkiyi vermektedir. Bu, beynin başka bölümlerinde görülmeyen spesifik bir etkidir. Örneğin oksipital lobun düşük seviye görsel işlemlere dahil olan bölgeleri, etkinliğini yalnızca görsel nesne iki kez aynı şekilde sunulduğunda ("HOTEL"-"HOTEL") azaltmakta, ama boyut değiştiği anda ("hotel"-"HOTEL") bunu yapmayı bırakmaktadır. Bu bölgeler muhtemelen yalnızca retinadaki temel özellikleri kodlamakta ve dolayısıyla "hotel" ve "HOTEL"de olduğu gibi aynı sözcüğün farklı boyutlardaki halleriyle karşılaştığında bile herhangi bir görsel değişikliği yeni bir uyarıcı olarak yorumlamaktadır. Buna karşın posta kutusu alanı daha soyut bir işlem yürütmektedir: "a" ve "A"nın aynı uyarıcıyı temsil ettiğini anlamaktadır. Bu yüzden beyin görüntüleme, beynin bu bölgesinin hem boşluğu hem de boyutu eş zamanlı olarak işlediğini göstermektedir.[39]

Daha yakın zamanda yapılan deneylerde, bilim insanları harf ve sözcük tanımaya dahil olan daha fazla adımı sınıflandırmaya başlamıştır. "Alıç" ve "çalı" sözcüklerini ele alalım. Bu iki sözcük oldukça özgün bir anagram türüne mensuptur. Aynı harflerden oluşmuş olmaları bir yana, sözcüklerden birinin yalnızca bir harfi baştan sona getirildiğinde, sözcük bir diğerine dönüştürülebilmektedir. Şimdi bu sözcüklerin, herhangi bir düşük seviye görsel benzerlikten kaçınmak için boyutları değiştirilerek ("ALIÇ"-"çalı"), ama aynı zamanda "a", "l", "ı" gibi tüm merkezi harflerinin ekranda tam olarak aynı noktada görünmesi için yatay biçimde hafif bir değişiklikle hızlı bir biçimde art arda size gösterildiğini hayal edin. Bu basit numarayla, kelimenin tamamı hiçbir zaman yeniden belirmeden, sözcüklerin içindeki neredeyse tüm harfler tekrar edilebilecektir. Bu yöntem bizi bir kez daha posta kutusu alanında neyin tekrar olarak sayılabileceği sorusuna getirmektedir. Harf tekrarı bir uyum etkisini tetiklemekte midir; yoksa sözcüğün tamamı mı tekrar edilmelidir? Diğer bir deyişle beynin bu bölgesi yalnızca tek tek harflere mi ilgi göstermektedir; yoksa daha büyük boyutlardaki birimleri, belki de harf çiftlerini ve hatta sözcüklerin tamamını mı kodlamaktadır?

[39] Dehaene vd, 2001.



Şekil 2.12. Herhangi bir farkındalığın yokluğunda yazılı sözcükler subliminal olarak tanınabilmektedir. Bu deneyde bir sözcük oldukça kısa bir süre için (29 milisaniye) sunulmuştur. Sözcükten hemen önce ve hemen sonra sunulan maskeleyici görüntüler sözcüğü görünmez kılmıştır. Ne var ki bu subliminal sunum, aynı sözcük daha sonra bilinçli bir şekilde görünür bir hedef halinde belirdiğinde katılımcıların tepkilerini hızlandırmıştır (sağ üst). Beyin görüntüleme, sol posta kutusu alanının bu subliminal tetikleme etkisinden sorumlu olduğunu göstermiştir: sözcük tekrarlandığında, grafik şekli büyük harflerden küçük harflere radikal biçimde değişse bile etkinliği azalmıştır (Dehaene vd, 2001'den sonra).

Bu sorunun cevabı, "yukarıdakilerin hepsi" şeklindedir! Aslına bakılırsa posta kutusu alanındaki uyum süreci, artan bir soyutlama süreciyle oksipitotemporal lobun arka tarafından ön tarafına doğru hiyerarşik biçimde dizilmiş bazı ardışık harf kodlama seviyelerini ortaya çıkarmaktadır.[40] En düşük kodlama seviyesi, harflerle ilgilenmektedir. Bu, iki lobdaki oksipitotemporal korteksin de en arka kısmında

[40] Dehaene vd, 2004.

bulunmaktadır. Bu seviye yalnızca bireysel harflerin tekrarlanmasıyla ilgilenmektedir. Harfler ortaya çıktığında, o harflerin farklı bir sözcüğe ait olup olmaması fark etmeksizin fMRI sinyallerinde bir düşüş meydana gelmektedir. Dahası esas önemli olan, harflerin ekranda aynı konumda tekrarlanmasıdır. Bir sözcük yalnızca bir harfle sağa veya sola kaydığında, posta kutusu alanında uyum etkisi kaybolmaktadır. Bu durum da o bölgedeki nöronların aynı harflerin varlığını artık tanıyamadığını göstermektedir. Diğer bir deyişle bu bölge küçük harften büyük harfe doğru değişime dirense bile konum değişmezliği bu seviyede mevcut değildir. Dolayısıyla posta kutusu alanının her biri belirli bir konumdaki belirli bir harfin boyuta bakılmaksızın varlığına dikkat eden bir grup soyut harf algılayıcı barındırdığını düşünmekteyiz.

Sol oksipitotemporal kortekste bir santimetre ileri gittiğimizde, sözcük kodlama aniden daha değişmez hale gelmektedir. Burada korteks, harfleri aynı şekilde dizilmemiş olsa bile "ALIÇ" ve "çalı" gibi sözcüklere duyarlıdır. Yani bu bölge bütün-sözcük seviyesinin altını (belki tek tek harfleri veya küçük harf gruplarını) hâlâ kodlamakta, ama bunu uzamsal konumdaki değişiklikler için biraz ihtiyat payı bırakarak yapmaktadır. İki sözcüğün konumu farklı olsa bile o sözcüklerin yazımının birbirine benzediğini kavramaktadır. Dolayısıyla beynimiz örneğin "kalk" ve "kalkışmak" gibi sözcükler arasındaki biçimsel bağlantıyı muhtemelen bu seviyede kodlamaya başlamaktadır.[41] Ancak sözcük kökleri henüz anlam için kodlanmamıştır. Bu yüzden beynin özellikle bu bölgesi, "kalk" ve "kalkışmak" sözcüklerine yanlış bir biçimde ortak bir kök atfetmektedir. Aslında görsel sistemimizin bu aşamada yaptığı tek şey, sözcük girdisini ayrıştırarak harf dizisinde var olan harfleri, yazıbirimleri, heceleri ve biçimbirimleri tanımlayan hiyerarşik bir ağaca yerleştirmektir.

Bir santimetre daha ileri gittiğimizde, daha seçici bir nöron koduna ulaşmaktayız. Posta kutusu alanının en ön kısmı olan bu noktada beyin, sözcüğün bütününe karşılık vermektedir. Bu noktada, aynı sözcük tekrar edildiğinde ("ALIÇ"ın

[41] Devlin vd, 2004.

ardından "alıç") etkinlik düşme eğilimi göstermekte, ama aynı harfler farklı bir sözcük oluşturduğunda ("ALIÇ"ın ardından "çalı") bu gerçekleşmemektedir. Bir harf dizisi, dahili bir bütün olarak kodlanmaktadır veya en azından beyin, benim örneğimdeki iki sözcüğü birbirinden ayırt eden "kapak" gibi geniş harf gruplarını kesinlikle tanımaktadır.

Bu çalışmalardan öğrendiklerimiz açıktır. Öncelikle okuma, çok yönlü bir inşa oyunudur; her bir yazılı sözcük için eşsiz nöron kodları dereceli olarak bir araya getirmek için karmaşık bir kortikal montaj hattı gerekmektedir. İkinci olarak bilinçli yansıtma, sözcük tanımanın gerçek karmaşıklığına karşı kördür. Okuma, doğrudan ve zahmetsiz bir işlem değildir; daha ziyade bütün bir bilinçsiz işlemler dizisine dayanmaktadır. Az önce tanımladığım durumların hepsinde beyin etkinliğinin sıralı aşamalarının tümü, katılımcılar kendilerine gizli bir sözcüğün sunulduğundan bile şüphelenmezken ortaya çıkmıştır. Subliminal harf dizilerinin bilinçsiz olarak birbirlerine "bağlanabileceği" açıktır; harfler bağımsız bir biçimde dolaşmamakta, ama "aşık" ve "kaşı" gibi anagramlar arasındaki farkı bilinçsiz biçimde kodlayan sabit kombinasyonlar oluşturabilmektedir. Böylece retina işleminden en yüksek seviye soyutlama ve değişmezliğe kadar görsel sözcük tanıma sürecinin tamamı saniyenin beşte birinden daha az bir sürede, bilinçli hiçbir inceleme yapılmadan otomatik olarak çözülmektedir.[42]

Kültür Beyni Nasıl Biçimlendirir?

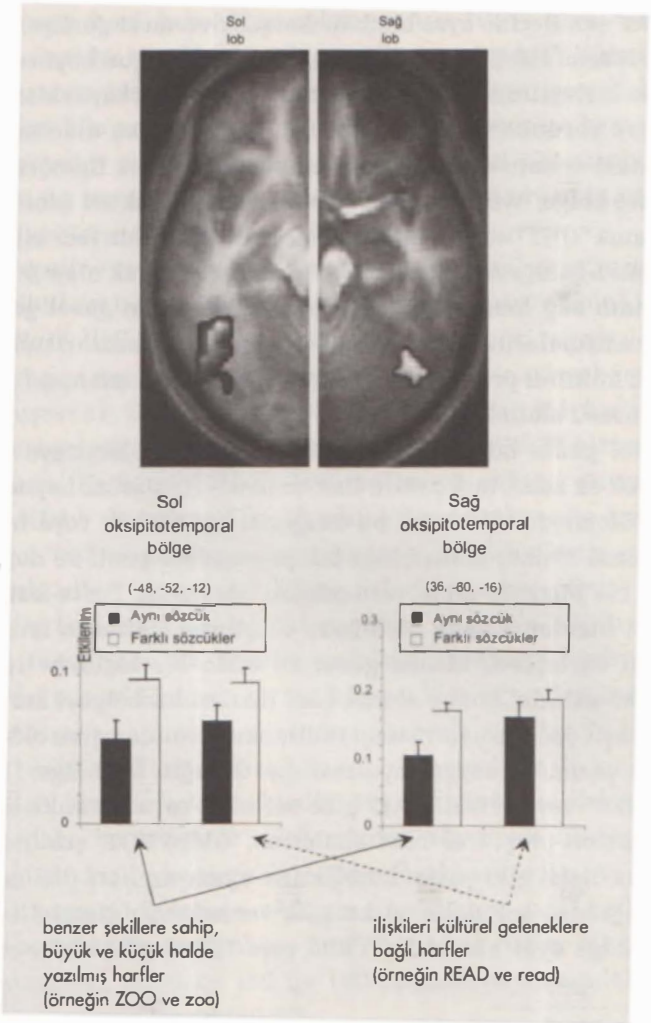
Az önce tanımladığım görsel işlemlerin okumaya özgü olmadığı iddia edilebilir. Beynimiz "RADYO" ve "radyo" sözcükleri arasındaki benzerliği tanıdığında belki de yalnızca kendini boyuta göre ayarlamaktadır. Boyut değişmezliğinin içinden geçeceği genel bir görsel işlem, "O" ve "o" harflerini bizim boyutuna, konumuna veya gördüğümüz açıya bağlı olmadan bir çatalı tanıdığımız yolla tanımlayabilir. Posta kutusu ala-

[42] Subliminal sözcük işlemeye dair daha fazla kanıt için, örn. bkz. Naccache vd., 2005; Gaillard, Del Cul vd., 2006; Del Cul, Baillet, & Dehaene, 2007.

nının gerçekten de okumaya özgü işlemler gerçekleştirdiğine dair ne kanıtımız vardır ki?

Aslında tek başına boyut değişmezliği bile görsel sistemimizin okumaya uyum sağladığına dair sağlam bir kanıt teşkil etmektedir. Küçük ve büyük harfler arasındaki ilişkilere öylesine alışkınızdır ki onların ne kadar gelişigüzel olduğunu görmeyiz. Küçük ve büyük harflerden yalnızca birkaç tanesi ("o" ve "O", "u" ve "U") birbirine benzemektedir. Ancak geri kalanların birçoğu, neredeyse rastgele eşleştirilmiş gibidir. Hiçbir şey, "a" şeklinin "A" harfinin küçük hali olduğuna dair bir ön işaret vermemektedir; "e"nin "A" harfinin küçük hali, "g"nin de "R" harfinin küçük hali olarak kullanıldığı bir alfabeyi kolayca hayal edebiliriz. Küçük ve büyük harfler arasındaki ilişki okumayı öğrenirken edindiğimiz bir gelenektir. İlginç bir biçimde posta kutusu alanının bu geleneğe uyum sağladığını göstermek için beyin görüntüleme kullanılabilmektedir.[43] Deneylerimden birinde gönüllülere, küçük ve büyük halleri boyut istisnasıyla birbirlerine çok benzeyen harflere sahip sözcükler göstermiştim: "COUP"-"coup", "PUCK"-"puck", "ZOO"-"zoo" ve saire. Sonrasında da küçük ve büyük harfleri birbiriyle hiçbir benzerlik taşımayan ve yalnızca bir gelenek meselesi haline gelmiş harflerden oluşan sözcüklerin olduğu bir başka liste ekledim: "GET"-"get", "EAGER"-"eager", "READ"-"read" ve saire. Katılımcıların, farklı şekillere sahip olmalarına rağmen bu sözcükleri kolayca tanıdığını söylememe gerek yoktur. Beyin taramaları, bu tipte bir kültürel değişmezliğin beynin hangi bölgesi tarafından kodlandığını ortaya çıkarmıştır. Sonuçlar, sol oksipitotemporal posta kutusu bölgesinin oynadığı ana rolü yine desteklemiştir. Beynin bu bölgesi, iki sözcük arasındaki ilişkinin kültürel pratiğe mi yoksa görsel benzerliğe mi dayandığında bakılmaksızın sözcükler tekrar edildiğinde etkinliğin azaldığı tek bölgedir (Şekil 2.13). Dolayısıyla posta kutusu alanına göre "G" ve "g" harfleri, en az "O" ve "o" harfleri kadar benzeşmektedir; bu da bu bölgenin alfabemizin geleneklerine uyum sağladığının net bir kanıtıdır. Nöronların "g"

[43] Dehaene vd, 2004.



Şekil 2.13. Sol oksipitotemporal "posta kutusu alanı" alfabenin kültürel geleneklerini kodlamıştır. Bu alanın etkinliği, aynı sözcük iki kez sunulduğunda yok olmakta, bu durum da bu bölgenin bu sözcüğü sözcüğün harf boyutu değişse bile tanıyabildiğinde işaret etmektedir. Önemli bir biçimde, sözcüğün büyük ve küçük harfli halleri birbirlerinden fazlasıyla farklı ve yalnızca kültürel bir gelenekle bağlantılı olsa bile (örneğin E ve e), posta kutusu alanı bu sözcükleri tanıyabilmektedir. Bunun aksine, görünüşe göre sağ lobdaki simetrik alan, kültürel geleneklere değil yalnızca görsel benzerliğe karşılık vermektedir (Dehaene vd, 2004'ten sonra).

ve "G" şekillerine aynı biçimde karşılık vermesi görüşe içkin bir düzene atfedilemez. Kültürel pratikleri uygun beyin ağlarıyla birleştirmiş olan bir okuma sürecinden kaynaklanmış olmak zorundadır. Bu açıdan sol posta kutusu alanını sağ lobdaki simetrik görsel alanla mukayese etmek ilginçtir. Bu ikinci bölge, "ZOO" ve "zoo" gibi benzer sözcükleri tanımakta, ama "GET" ve "get" gibi geleneksel ilişkilerde feci bir başarısızlığa uğramaktadır. Görünüşe göre sağlak olan birçok insanın sağ lobu, yalnızca boyut ve konumun genel görsel mekanizmalarını yazılı sözcüğe uygulamaktadır. Okumaya özgü kültürel pratikleri içselleştirmiş olan tek alan, sol posta kutusu alanıdır.

Sol posta kutusu alanındaki kültürel özelleşmeye dair birçok ek kanıt mevcuttur. Ben ve meslektaşlarım, beyin görüntülemeyi kullanarak bu bölgenin bir sözcük veya harfe yalnızca benzeyen herhangi bir şeye sadece pasif ve doğrudan bir biçimde tepki vermediğini gösterdik. Posta kutusu alanı bundan ziyade bir bütün oluşturan harflerin istatistiğini derleyerek okuma görevine etkin bir biçimde uyum sağlamaktadır. Sonuç olarak harf dizileri bu bölgeyi her zaman eşit oranda uyarmamaktadır; okuyucunun aşina olduğu dilin yazımına saygı duyulmalıdır. Örneğin bu bölge, "HÜKÜMET" veya "YORUMAK" gibi var olan veya mantıklı olan sözcükleri oluşturan harf dizilerine, "CMBPRGT" şeklindeki ünsüz dizisi gibi yazım kurallarına uymayan harf dizilerine verdiğinden çok daha iyi karşılık vermektedir (Şekil 2.14).[44] Bu bölge aynı zamanda "TER" veya "KFN" gibi nadir veya

[44] Örn. bkz. Price, Wise & Frackowiak, 1996; Büchel, Price & Friston, 1998; Cohen vd, 2002; Dehaene vd, 2002; Polk & Farah, 2002. Tüm bu araştırmalar, ventral görsel alanda ünsüz dizilerinin sözcüklerden veya sahte sözcüklerden daha az etkinlik yarattığını saptamıştır. Katılımcılar, dizilerin "g" veya "p" gibi azalan bir harf barındırıp barındırmadığını algılamak şeklinde basit ve dengeli bir görevi yerine getirdikleri sürece, bu sonuca kolayca ulaşılmaktadır. Ancak uyarıcıları ezberlemek veya tekrarları tespit etmek gibi zor görevlerden kaçınmak çok önemlidir. İkincilerin uygulandığı durumlarda, ünsüz dizisi görevini yerine getirmek harf dizisinden daha yavaş ve daha zor olacaktır ve sonuçlar tersine dönebilmektedir (örn. bkz. Tagaments vd, 2000).

imkânsız harf kombinasyonlarındansa "DİR" veya "MAK" gibi alışıldık kombinasyonları tercih etmektedir.[45] Eğer beyni taranan kişi onları okumayı öğrenmemişse, geçerli harf dizileri bile posta kutusu alanını etkinleştirmekte başarısız olmaktadır; yani İbranice karakterler İbrani okuyucularında güçlü bir oksipitotemporal etkinliği tetiklerken İngilizce okuyucularında bunu gerçekleştirmemektedir.[46]

Déjerine'in ilk hastası olan Bay C, kültürel egzersizlerin yapabileceklerine gayet güzel bir örnek olarak düşünülebilir. Harf dizileri konusundaki ciddi sorununa rağmen, Bay C, Arapça sayıları okuyabilmekteydi. Elbette görsel açıdan konuşursak, bu uyarıcılar oldukça benzerdir. Harflerin şekilleri gelişigüzeldir ve "52314" veya "CMBPRGT" birer sözcükken "HÜKÜMET" dizisinin anlamsız olduğu alternatif bir alfabe de kolayca hayal edilebilir. Ancak posta kutusu alanı, "52314" gibi sayı dizilerindense harf dizilerini tercih etmektedir.[47] Yani posta kutusu alanı yalnızca görsel uyarıcılar tarafından değil, okuyucunun beyninin kültürel tarihi tarafından da belirlenmektedir. Okumayı öğrenirken görsel nöronlarımızın bir alt kümesi bize öğretilen harflere ve dillere uyum sağlamaktadır. Şüphesiz, sayılar da başka bir yerde, muhtemelen sağ ve sol lobların daha ön kısımlarından birinde işlenmektedir. Beynin gücünün elektriksel kayıtları, bu kültürel sınıflandırma sürecinin olağanüstü hızlı bir biçimde gerçekleştiğini göstermektedir. Sol oksipitotemporal bölgenin rastgele ünsüz veya sayı dizilerindense iyi biçimlendirilmiş harf dizilerine doğru bir tercih göstermesi, yalnızca 150 ile 190 milisaniye arasındaki bir sürede gerçekleşmektedir.[48]

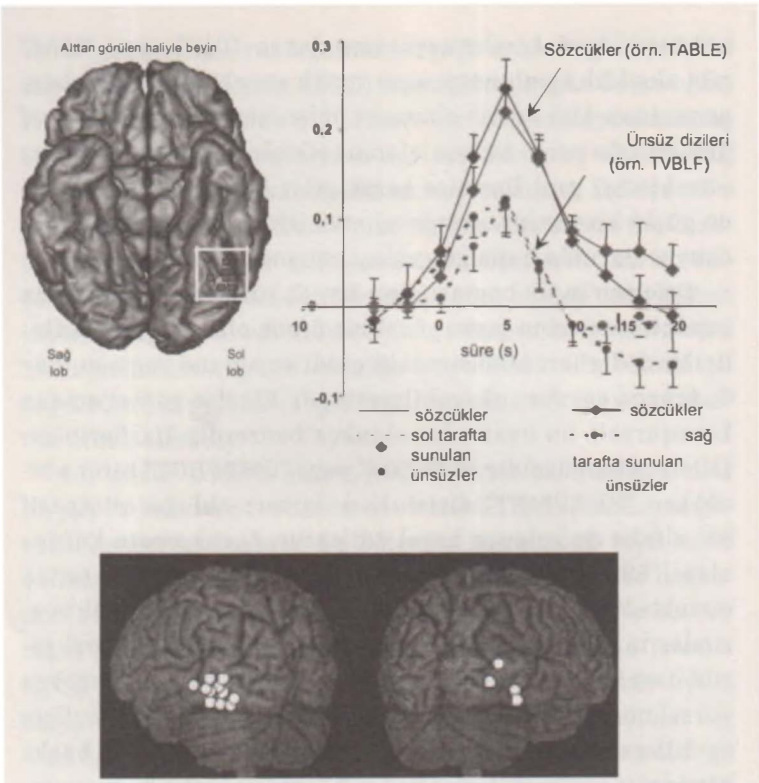
---

45 Binder vd., 2006; Vinckier vd., 2007.

46 Baker vd, 2007.

47 Polk vd, 2002.

48 Dehaene, 1995; Bentin vd, 1999; Tarkiainen vd, 1999; Pinel vd, 2001.



Şekil 2.14. Sol oksipitotemporal "posta kutusu alanı" bünyesinde, okuyucunun dilindeki yazım sisteminin düzenliliklerini barındırmaktadır. Fonksiyonel MRI (üst sıra), bu alanın, katılımcının dilinin yazım kurallarını ihlal eden ünsüz dizilerindense gerçek sözcüklere daha iyi karşılık verdiğini göstermektedir; bu, uzay alanının uyarıcının ortaya çıktığı tarafında bağımsız bir düzenli uyarıcı tercihidir (Cohen vd, 2002'den sonra). Daha yüksek bir temporal çözünürlüğe sahip bir başka teknik olan manyeto-ensefalografi (alttaki görüntü), bu tercihsel karşılığın, sözcüğün retinada belirmesinden yaklaşık 150 milisaniye sonra ortaya çıktığını göstermektedir (Tarkieinen vd, 1999'dan sonra).

Çinli Okuyucuların Beyinleri

O kadar fazla sayıda farklı yazı sistemi vardır ki beynin düzeninde ve farklı okuyucuların, özellikle de alfabetik olmayan yazı sistemlerindense alfabetik olanları kullanan okuyucuların beyin etkinleşme şablonlarında muazzam tu-

tarsızlıkların olması beklenebilir. Ancak şaşırtcı biçimde, durum böyle değildir. Yüzeysel biçimdeki büyük farklılıklara rağmen, yazılı sözcükler tüm kültürlerde birbirine oldukça benzeyen beyin devreleri tarafından işlenmektedir. Özellikle de sol oksipitotemporal posta kutusu alanı, yalnızca karakterlerin şekli ve dahili yapısına bağlı küçük farklılıklarla tüm okuyucularda önemli bir rol oynamaktadır.

Çinlilerin ve Japonların durumunu ele alalım. Çincedeki karakterlerin tanınmasının bizim alfabemizin çözümlenmesinden çok daha küresel olduğu uzunca bir süre tartışılmıştır. Çinli okuyucuların büyük oranda, daha "bütünsel" olduğu düşünülen sağ lobdaki görsel sisteme dayanarak okuduğu düşünülmüştür. Ancak modern beyin görüntüleme bu tezi açık bir biçimde çürütmüştür. Çinli okuyucuların beyni tarandığında sol loba doğru gerçekleşen kayda değer bir yanallaşmayla, *sol* oksipitotemporal bölge, tam da posta kutusunu barındırdığı noktada etkinleşmiştir.[49] Coğrafi uzaklığa, farklı görüntüleme yöntemlerine, beyin biçimlerine, eğitim stratejilerine ve yazı sistemlerine rağmen, Çinli okuyucularda sözcük tanımaya bağlı beyin etkinliklerinin İngilizce okuyan insanlarda olandan yalnızca birkaç milimetre uzakta gerçekleşiyor olduğunu düşünmek büyüleyicidir.

Hem Latin harflerini hem de Çince karakterleri akıcı bir biçimde okuyabilen insanlar, aynı beyinde gerçekleşen görsel sözcük tanımanın evrenselliği üzerinde çalışılması için eşsiz birer fırsat sunmaktadır. 1970'lerden itibaren Çin, Çince yazı için resmi bir yazım sistemi uygulamıştır. Bu sisteme Pinyin denmektedir; "birleşen sesler" anlamına gelen bir sözcük. Bu sistem bizim Latin alfabesindeki yirmi

[49] Bkz. Tan vd, 2000; Kuo vd, 2001; Kuo vd, 2003; Lee vd, 2004. Ancak İngilizce sözcüklere kıyasla Çince karakterler okunurken, sol yan ve orta ön bölgeler de dahil bazı alanlar daha fazla etkinlik göstermektedir (Tan vd, 2001; Siok vd, 2004). Bu bölgeler görsel-uzamsal ilgi ve motor kodlamada bir rol oynayarak, böylece Çinli okuyucuların dillerindeki birkaç bin karakteri ezberlemesine yardımcı olabilir. Doğrusunu söylemek gerekirse, Çinli okuyucular, bir hafıza desteği olması açısından genellikle bir karakteri oluşturan vuruşların uzamsal dizisini zihinsel olarak geriye doğru takip etmektedir.

altı harfe, ayrıca da "zh", "ch" ve "ang" gibi birtakım yazıbirimlere dayanmaktadır. Örneğin "banka" sözcüğü, "yínháng" şeklinde yazılmaktadır. Çinli çocuklar genellikle geleneksel Çince karakterleri öğrenmeden önce Pinyin'i öğrenmektedir ve bu yüzden de genç nesil sıklıkla çift dilli, daha doğrusu "çift yazılı"dır; yani çocukların, aynı konuşma dili için iki ayrı görsel giriş noktası vardır. Ne var ki beyin görüntüleme, bu iki yazı biçimi tarafından etkinleştirilen bölgelerin sol ventral temporal kortekste neredeyse tamamen örtüştüğünü göstermektedir.[50]

Posta kutusu alanı aynı zamanda Latin alfabesi ve Çince okuyucuları için oldukça benzer işlevsel özellikler göstermektedir. Bilhassa da düzgün Çince karakterleri, onlara görsel olarak benzer anlamsız şekillere tercih etmektedir.[51] Bu özellik, alfabe okuyucularında gözlemlenen ve ünsüz dizilerine değil de sözcüklere verilen daha büyük karşılıkla kesin bir benzerlik taşımaktadır. Bu durum, bu bölgenin kendisini Çince yazının kısıtlılıklarına uyarladığını göstermektedir. Çinli bir okuyucunun posta kutusu alanı, harflerden ziyade, Çince karakterlerin dahili yapısını kapsayan anlamsal ve fonetik işaretlere göre ayarlanmış algılayıcıların bir hiyerarşisini barındırmalıdır.

Aslına bakılırsa Çince karakterlerin "bütünsel" olarak tanınması fikrini destekleyen az miktarda verinin var olduğunu biliyorum. Eldeki deneysel sonuçlar, Çince karakterlerin, harf dizilerine benzer şekilde, gittikçe daha da genişleyen görsel özelliklerin oluşturduğu bir yumaktan müteşekkil hiyerarşik bir piramit şeklinde kodlandığını öne sürmektedir. Yani tıpkı İngilizce bir sözcüğün kendi biçimbirimlerinden biri tarafından tetiklenmesi gibi (örneğin "hunt"tan sonra gelen "hunter"), Çince bir karakter de kendi parçaları tarafından tetiklenebilmektedir.[52]

---

[50] Chen vd, 2002; Fu vd, 2002. Bazı çalışmalarda Çince karakterler, muhtemelen fazlaca pekiştirildiği ve Pinyin yazısından daha tanıdık hale geldiği için, Pinyin dizilerinden biraz daha fazla etkinlik başlatmaktadır.

[51] Kuo vd, 2001.

[52] Ding, Peng & Taft, 2004.

Japonca ve Onun İki Yazı Stili

Meslektaşım Kimihiro Nakamura'yla birlikte aynı zamanda Japonca okumayı da inceledik.[53] Eğer herhangi bir Japon gazetesini açarsanız, harflerin ilginç bir karışımını görürsünüz (Şekil 2.15). Çinceden ödünç alınan ve sözcüklerle onların köklerini temsil eden üç binden fazla karakterin oluşturduğu bu setin büyük bir kısmı Kanji simgeleriyle yazılmıştır. Ancak diğerleri Kana'yla, yani heceleri temsil eden ve Japoncada herhangi bir konuşma sesi dizisinin yazı hali olabilecek kırk altı sembolle yazılmıştır. Birçok isim, Kanji'yle yazıldığı kadar Kana'yla da yazılmakta, ama gramatik sözcükler, fiil sonları, sıfatlar ve zamirler genellikle yalnızca Kana'yla yazılmaktadır. Yani bir fiilin Kanji ve Kana'nın karışımı kullanılarak yazılması alışılmadık bir şey değildir.

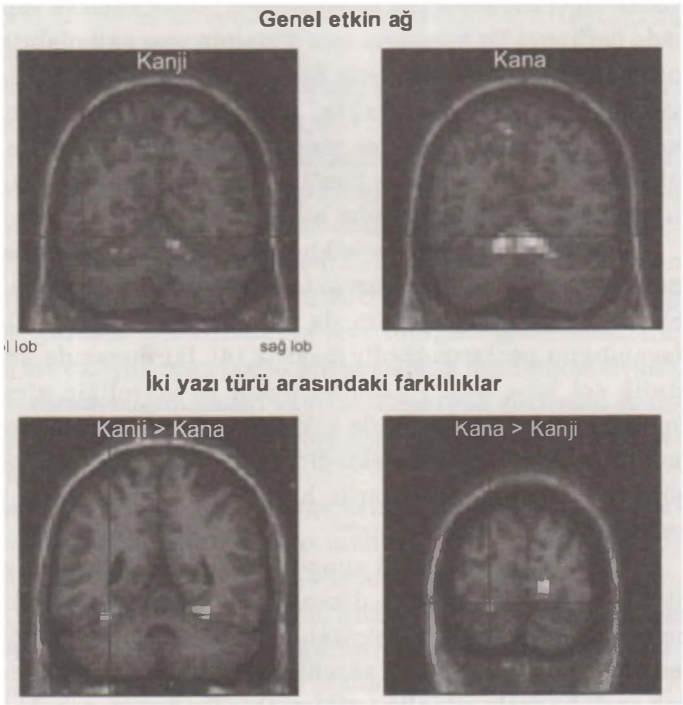
İngilizceden böylesine farklı ve karmaşık kurallara rağmen Japon okuyucuların beyin taramaları, Kanji ve Kana'nın görsel olarak tanınmasının da sol oksipitotemporal alana dayandığını göstermektedir (Şekil 2.14). İki durumda da etkinlik sol loba doğru yanallaşmakta ve etkinliğin zirvesi, İngilizce okuyan insanlarda etkinleşen posta kutusu konumuyla neredeyse örtüşmektedir. Dahası bu bölgenin zarar görmesi, Japon okuyucularda hem Kana hem de Kanji için saf aleksiye yol açmaktadır.[54]

Her ne kadar beyin iki simge için de büyük oranda aynı biçimde tepki gösterse de dikkatli bir inceleme birkaç farkı ortaya çıkarmaktadır. Oksipital kutbun erken dönem bölgelerinde, Kana'yla sunulan sözcükler Kanji'yle sunulanlardan çok az daha fazla etkinlik tetiklemektedir; bunun sebebi belki de Kana'daki sözcüklerin birçoğunun birkaç karakterden oluşması ve dolayısıyla retina üzerinde biraz daha uzamasıdır. Buna karşın Kanji'yle yazılmış sözcükler, ventral temporal lobun küçük bir çift yönlü bölgesinde daha fazla etkinlik

[53] Nakamura vd, 2005. Benzer sonuçlar için, bkz. Ha Duy Thuy vd, 2004 ve manyetoensefalografiyle alınan benzer sonuçlar için, *bkz.* Koyama vd, 1998. Ayrıca Korece okuma da incelenmiş ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Lee, 2004).

[54] Sakurai, Takeuchi vd, 2000.

Kanji karakterler			Kana karakterler		
神	/kami/	Tanrı	か	/ka/	
神社	/jiN-ja/	Tapınak	かみ	/ka-mi/	Kâğıt
神経	/shiN-kei/	Sinir	かさ	/ka-sa/	Şemsiye
精神	/sei-shiN/	Zihin	あか	/a-ka/	Kırmızı
神主	/kaN-nushi/	Rahip	たから	/ta-ka-ra/	Hazine



Şekil 2.15. Japonca karakterleri okumak, İngilizce okuyucularda bulunan "posta kutusu alanı"yla temelde aynı olan bir bölgeyi etkinleştirmektedir. Japonca, özünde iki farklı yazı sistemine dayanmaktadır. Sayısı binleri bulan Kanji karakterler sözcük anlamlarını ve sözcük köklerini belirtirken (sol sütun), 46 Kana karakter heceleri kodlamaktadır (sağ sütun). Bu farklılıklara karşın, iki yazı türü de alfabe okuru olan insanlarda bulunanla tamamen aynı konumdaki sol oksipitotemporal bölgeye başvurmaktadır. Yalnızca ince farklılıklar görülmektedir: Kanji karakterler iki lobun da orta çizgi temporal bölgelerine daha fazla uzanırken Kana karakterler oksipital kutbun biraz daha büyük bir etkinliğe sahip olmasına yol açmaktadır (Nakamura vd, 2005'ten sonra).

üretmektedir; bu da muhtemelen bu sözcüklerin biraz daha küresel veya "bütünsel" bir algı biçimi gerektirdiği içindir. Beynin okuma ağlarının Kanji ve Kana için aynı olmadığını lezyon çalışmaları da doğrulamaktadır. Örneğin nadir vakalarda bir inme hastası okuma yetisini bu yazılardan birinde geri kazanabilirken, diğerinde kazanamayabilmektedir.[55] Yani her ne kadar hepsi aynı genel alan içinde yer alsa da muhtemelen iki simge grubu beyindeki farklı mikrobölgelere dayanmaktadır.

Daha genel bir yelpazede, görsel sözcük tanıma açık bir biçimde evrensel serebral mekanizmalara bağlıdır. Aynı bölge, tüm kültürlerde hiyerarşik mimarisini her bir yazı sisteminin spesifik gerekliliklerine göre zarifçe ayarlayarak yazılı sözcüğün tanınmasından sorumludur.

Posta Kutusunun Ötesinde

Okuduğumuz her sözcük, öncelikle yazının tanınmasında baskın ve evrensel bir rol oynayan posta kutusu alanından geçmektedir. Ancak bu başlangıç aşamasının ötesinde, bir sözcüğün şekli harfler, yazıbirimler ve biçimbirimler şeklinde analiz edildikten sonra ne olmaktadır? Bu bilgi nereye gitmektedir? Sözcüklerin telaffuz ve anlamlarını kazanmamızı hangi kortikal hatlar sağlamaktadır?

Bilgiyi görsel sistemden beynin geri kalanına ileten ana sinir telciklerini takip etmek için anatomi kullanılabilir. Difüzyon MRI, geniş bağlantı yığınlarının beynin kortikal alanlarını birbirine bağladığını ortaya çıkarmaya başlamıştır. Özellikle de büyük bir yol, temporal lobun en arka kısmından en ön kutbuna kadar uzanan alt boylamsal yığının haritası son zamanlarda çıkarılmıştır.[56] Bu yığının anatomisi onun bilgiyi beynin posta kutusu da dahil görüşe ayrılmış tüm bölgelerinden toplayıp temporal lob boyunca daha ilerilere getirip götürdüğünü göstermektedir. Bu başlıca kortikal

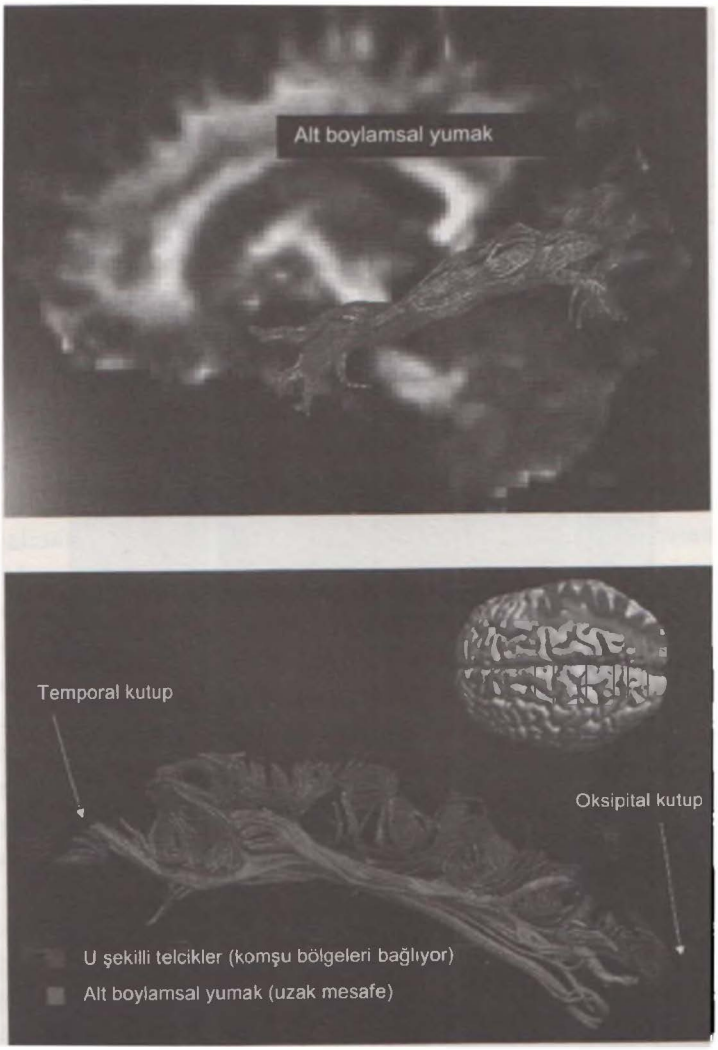
[55] Sasanuma, 1975; Sakurai, Momose vd, 2000; Sakurai, Takeuchi vd, 2000; Sakurai, Ichikawa & Mannen, 2001.

[56] Catani vd, 2003.

otobana ek olarak, U biçimli bölgesel telcikler de aşamalı temporal bölgeleri birbirine bağlamakta ve böylece bir ileri besleme zinciri oluşturmaktadır (Şekil 2.16). Miyelin adı verilen biyolojik bir yalıtıcıyla kaplanmış olan tüm bu sinir kabloları, yazılı sözcüklerin temporal lobun bütününe hızlı bir biçimde iletilmesini sağlamaktadır.

Ancak beyin görüntülemenin, insan beyninin en ince ayrıntılarına girilmeden, yalnızca ana yapılarını görmemize olanak sağladığı da unutulmamalıdır. İşlevsel bir bakış açısından eşit oranda önemli sayılabilecek bazı küçük bağlantıların iri ölçekli yığınlar halinde güzelce bir arada toplanmamış olması ve mevcut görüntüleme yöntemlerimizle görülemeyecek olması muhtemeldir. Beynin kablo sistemini yalnızca bir mikroskop tüm detaylarıyla ortaya çıkarabilir. İsviçre'nin Lozan kentinde anatomistler tarafından ölüm sonrasında yapılan bir çalışma, insan beyninde ventral temporal lobdaki nöronların, beynin çok daha ayrık ve maymunlar üzerinde yapılan araştırmaların bizi inandırdığından çok daha dağınık bölgelerine bilgi yayını yaptığını göstermiştir.[57] Bu nadir ileticiler manyetik rezonans görüntülemede aslında görünmez olduğundan, bu çalışmayı yürüten bilim insanlarının oldukça özel bir şartlar dizisini beklemesi gerekmekteydi. Tamamen şans eseri, başlangıçta sağ oksipitotemporal bölgesindeki bir inmeden şikayetçi olan bir hastaları, geçirdiği nöbetten üç hafta sonra alakasız bir sebepten öldü. Anatomistler hastanın beynini, henüz ölmüş olan sinir uçlarını işaretleyen kimyasal bir çözeltiyle işledi. Bu işlem, hasarlı bölgeden gelen tüm doğrudan bağlantıları ortaya çıkardı. Sonuçlar ise hayret vericiydi. Bu küçük görsel alanın olağanüstü çeşitlilikte bir dizi kortikal bölgeye ve bilhassa da beynin orta hattı boyunca sol loba iz düşürdüğü ortaya çıktı. Bağlantılar neredeyse her yerde bulunabiliyordu, ama bu bağlantıların yoğunlukları dil bölgelerinde, özellikle de Broca alanında (alt frontal korteks) ve Wernicke alanında (üst temporal korteksin arka tarafı) zirveye ulaşıyordu.

[57] Di Virgilio & Clarke, 1997.



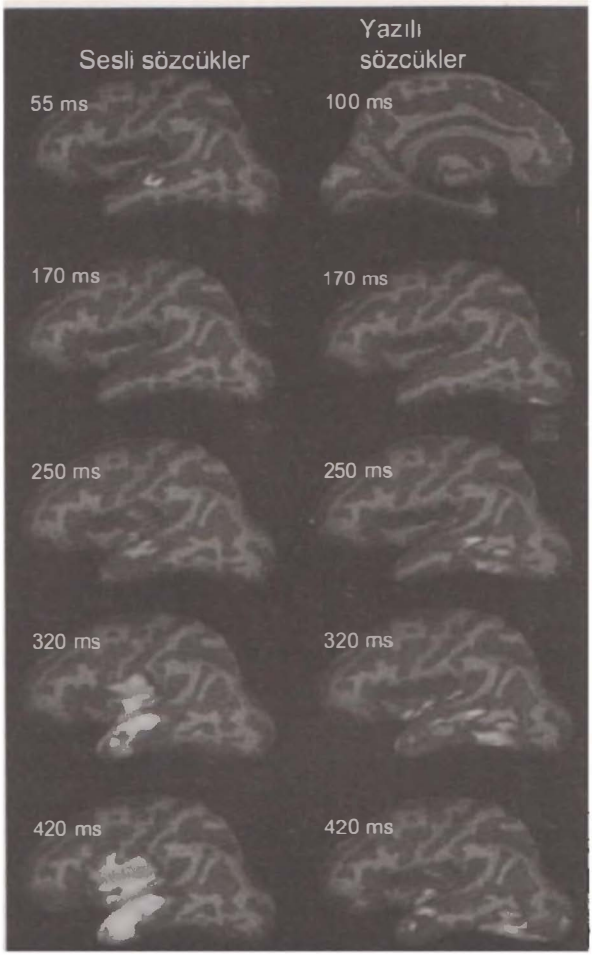
Şekil 2.16. Beynin arka tarafındaki sol oksiptotemporal bölge, **yazılı** sözcükleri analiz etmekte ve sonuçları, günümüzde difüzyon MRI tarafından görselleştirilebilen geniş telcik yumakları yoluyla **diğer uzak** alanlara iletmektedir. Bu görüntü, temporal lobun önüne **doğru uzanan** büyük bir anatomik hat olan alt boylamsal fasikulusun **yeniden yapılanmasını** göstermektedir. Tüm kortikal yüzey boyunca **sayısız U şekilli** telcikler de aynı zamanda adım adım komşu bölgelere **bağlanmaktadır** (Catani vd, 2003'ten sonra).

Beynin düzeninin simetrik olduğunu varsayarsak, sol posta kutusu alanının aynı zamanda iki lobda da aynı yerde bulunan bölgelere kıyaslanabilir miktarlarda izdüşüm gönderdiği sonucuna ulaşmak güvenlidir. Dolayısıyla beynin bağlantısallığı üzerine yapılan bu kısa inceleme, bu oksipitotemporal bölgenin, okuma devreleri için gerekli bir santral görevi gördüğüne işaret etmektedir. Bağlantılar bu merkez noktasından tüm yönlere yayılmakta ve bir sözcüğün kimliğini paralel olarak birçok başka kortikal alana yayınlamaktadır.

Bu yayınlama olgusunun doğrudan kanıtı, MIT'den Ksenija Marinkovic, Anders Dale, Eric Halgren ve onların meslektaşları tarafından ele geçirilmiştir. Bu insanlar tarihte ilk kez bir sözcüğün beynin içinde yayılmasının izlerini gerçek zamanlı olarak takip etmiştir.[58] 204 kanallı modern bir manyetoensefalografi makinesi sayesinde bu araştırmacılar, beyinde üretilen manyetik alanları, bu alanlardaki nöronlar senkron halinde etkinken ölçmüştür. Ekip aynı zamanda, beyin aktivitesi beynin yüzeyinde ortaya çıktıkça bu sinyalleri bir aktivite filmine dönüştüren bir bilgisayar yazılımı da geliştirmiştir. Bu film, okumayla ilintili beyin mekanizmalarının gidişatını ortaya çıkarmıştır (Şekil 2.17). Bu elbette ki beynin doğrudan görüntülenmesi değil, yalnızca bir yeniden yapılandırmadır, ama bir sözcüğün beynin içinde geçirdiği işlemlerin böylesine gerçekçi bir resmi daha önce hiç elde edilmemiştir.

Beklendiği gibi film, etkinliğin, erken dönem görsel işlemeyle alakalı olan oksipital kutupta başladığını göstermiştir. Aşağı yukarı 170 milisaniye sonra etkinlik sol loba doğru yanallaşmış ve tam olarak posta kutusu alanı üzerinde yoğunlaşmıştır. Ardından birdenbire, ilk sözcüğün belirmesinden yaklaşık olarak 250 milisaniye sonra büyük bir etkinlik patlaması gerçekleşmiştir. Uyarı temporal loblara yoğun biçimde yayılmış ve iki lobun da üst, orta ve alt temporal

[58] Marinkovic vd, 2003. Sol ön frontal bölgenin şaşırtıcı biçimde erken etkinleşmesine dair ek bir iddiayla birlikte, küresel olarak benzer görüntüler için, ayrıca bkz. Pammer vd, 2004.



Şekil 2.17. Bir sözcüğü duyduğumuzda veya okuduğumuzda başlangıçtaki girdi hattı farklılaşmakta, ama daha sonra kortikal etkinlik de aynı dil alanları dizisine yakınsamaktadır. Manyeto-ensefalografiyle elde edilmiş bu görüntülerin her biri, bir sözcüğün gösterilmesinden sonraki farklı saniyelerde beyin yüzeyindeki etkinliklerin enstantanelerini temsil etmektedir. Görselleştirmeyi kolaylaştırmak için insan beyninin kıvrımları bir bilgisayar algoritmasıyla yumuşatılmıştır. Okuma sırasında (sağ sütun) oksipital kutupta etkinlik 100. milisaniye civarında başlamaktadır. 170 milisaniyeye gelindiğinde bu etkinlik sol oksipitotemporal bölgeye, yani görsel sözcük biçimini çıkartan "posta kutusu alanı"na genişlemektedir. Bunun hemen ardından, sol lobda, birçoğu sesli sözcük işlemeyle paylaşılan çoklu temporal ve frontal bölgelerde bir etkinlik patlaması gerçekleşmektedir (sol sütun) (Marinkovic vd, 2003'ten sonra).

bölgelerini etkinleştirmiştir. Nihayet 300 milisaniye sonra temporal lob, ön insula ve Broca alanına da yayılarak, daha da güçlü bir biçimde sol loba sokulmuştur. Bu yoğun etkinlik şablonu, ön bölgelere yapılan ileri baskınlarla ve arka görsel bölgelere şaşırtıcı bir dönüşle birkaç yüz milisaniye boyunca devam etmiştir.

Bu deneyde benim en ilginç bulduğum nokta, etkinleşmiş alanların yaklaşık 250 milisaniye sonra özellikle okumayla sınırlı kalmayı bırakması, hepsinin de sözle iletilen bir sözcük tarafından eşit oranda etkinleştirilebilir hale gelmesidir. Yani posta kutusu alanı, okumaya eşlik eden kortikal zincirleme tepkime içerisinde özel olarak görsel sözcük işlemeye ayrılan son bölgedir. Bu noktanın ötesinde, beynin görsel alanları konuşma diliyle ilgili ağlarla sıkı bir ilişki içinde çalışmaya başlamaktadır.

Ses ve Anlam

Bölüm 1'de, psikologların okuma için önerdiği ikili hat modelini görmüştük. Psikologlar bu önermeyi, beynin okunacak şeye bağlı olarak eş zamanlı biçimde kullanılabilen iki paralel yola sahip olduğunu öne sürerek ilerletmiştir:

- Nadiren kullanılan sözcükler ve uydurma sözcükler, harf dizilerini konuşma seslerine dönüştüren fonolojik bir hat üzerinde hareket etmektedir.
- Sık kullanılan ve yazımı telaffuzuna karşılık gelmeyen sözcükler, bu sözcüklerin kimliği ve anlamına erişimimizi sağlayan zihinsel bir sözlük yoluyla tanınmaktadır.

Bütün bir beyin görüntüleme deneyleri dizisi, beynin hangi alanlarının en çok telaffuza yoğunlaştığına ve hangi alanların anlam ve kimliği işlediğine karar vermek için bu kuramı temel almıştır.

İkili hat modelini beyin seviyesinde sınamak için iki farklı strateji kullanılabilir. En basit olanı, bir gönüllü farklı türden harf dizilerini okurken onun beyin etkinliğini ölçmekten oluşur. Her ne kadar görev sabit olsa da uyarıcılar çeşitlilik

göstermektedir ve bu uyarıcılar iki beyin hattından birini uygun miktarda etkinleştirmek üzere tasarlanmıştır. Örneğin bazı deneyler, "kapı" veya "pencere" gibi gerçek sözcüklerin okunmasıyla "kebi" veya "pancele" gibi sahte sözcüklerin okunmasını kıyaslamıştır.[59] Sözcüklere en fazla tepkiyi veren bölgelerin sözcüksel hattın bir parçası olduğu varsayılırken, sahte sözcüklerde daha fazla etkinlik gösteren bölgelerin de doğrudan fonolojik hatta dahil olduğu düşünülmektedir. Elbette zihinsel sözlükte "kebi" için herhangi bir girdi olmadığından, bu tür bir dizi yalnızca yazımdan sese dönüşüm kullanılarak okunabilecektir.

Daha incelikli kıyaslamalar da kullanılmıştır. Örneğin "sekstant" veya "muhtasar" gibi nadiren kullanılan sözcüklerin sahte sözcükler gibi davranması ve yazımdan sese doğru olan yolu takip etmesi gibi sözcüklerin sıklığı da beyin etkinliğini biçimlendirmekte midir? Beyindeki bölgeler, yazımıyla telaffuzu birbirini karşılayan "bloom" gibi sözcüklerle durumun böyle olmadığı "blood" gibi sözcükler arasında ayrım gözetmekte midir? Psikolojik ikili hat modeli, bu sözcüklerden ilki yazımdan sese giden hattı tercih etme eğilimindeyken, ikincisininse yalnızca ilk olarak zihinsel sözcük tarafından tanınırsa doğru biçimde okunabileceğini öne sürmektedir.

Öncekini tamamlayan ikinci bir yöntem de çeşitli görevlere sahip sözcüklerden oluşan tek bir listenin sunulması şeklinde uygulanmaktadır;[60] görevler özellikle seçilmelidir, çünkü serebral hatlardan birine ait olan bilgiyi seçici biçimde vurgulayacaklardır. Örneğin deneylerin bir bloğunda, katılımcılara sözcüklerin kafiye oluşturup oluşturmadığı sorulmaktadır; bu, yazıbirimlerden sesbirimlere dönüşümü veya konuşma seslerinin zihinsel temsilini vurgulayan fonolojik bir görevdir. Bir diğerinde katılımcılardan, sözcüklerin eş anlamlı olup olmadığını değerlendirmeleri istenmektedir;

[59] Fiez vd, 1999; Hagoort vd, 1999; Tagamets vd, 2000; Bokde vd, 2001; Xu vd, 2001; Cohen vd, 2002; Fiebach vd, 2002; Simos, Breier vd, 2002; Binder vd, 2003.

[60] Pugh vd, 1996; Price vd, 1997; Friederici, Opitz & von Cramon, 2000; Booth vd, 2002; Cohen, Jobert vd, 2004.

buysa zihinsel sözlüğe erişim gerektiren ve anlama dikkat çeken anlamsal bir görevdir. Son olarak da aynı katılımcılardan, nasıl seslendirildiklerine bakılmaksızın iki sözcüğün aynı harflerle bitip bitmediğini (örn. "napkin" ve "mountain") değerlendirmelerinin istendiği bir yazım görevi vardır; bu da beyindeki yazım bilgisini artırabilecek bir imla değerlendirmesidir. Her bir durumda da bilgiyi görevin çözümü için gereken formatta kodlayacak alanlarda beyin etkinliğinin artması beklenmektedir.

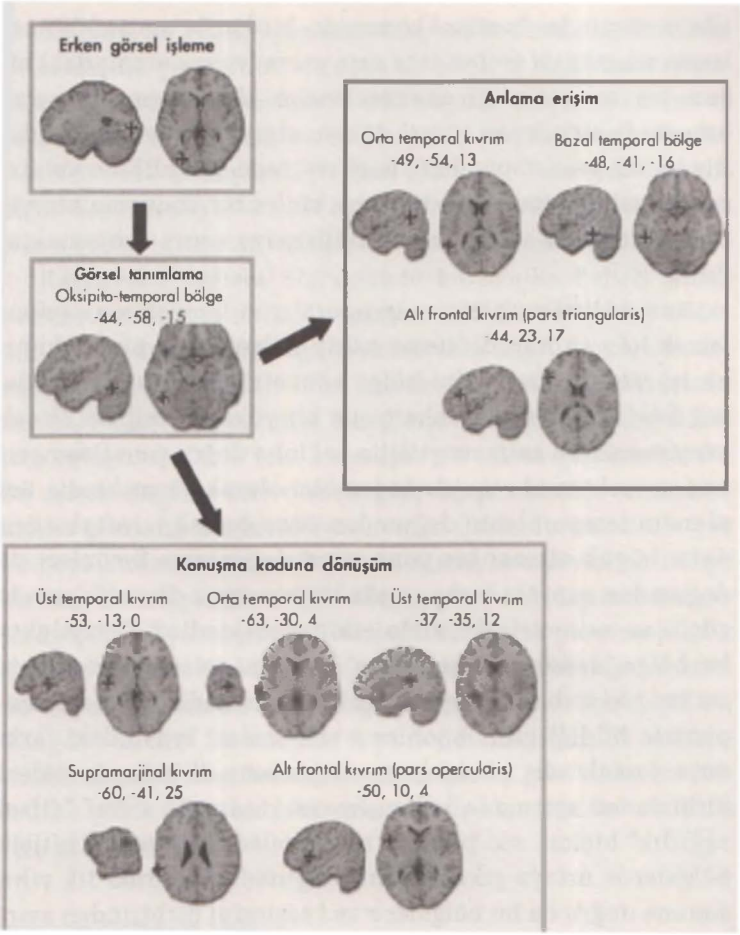
Genel anlamda iki yöntem de aynı sonuca çıkmaktadır.[61] Bu iki okuma hattı gerçekten de beynin alanlarının oluşturduğu iki farklı ağa karşılık gelmektedir (Şekil 2.18). Dolayısıyla birbirinden farklı ağların ses ve anlama ayrıldığını söylemek doğrudur ve psikolojik model de beyin görüntüleme sonuçları tarafından büyük ölçüde desteklenmektedir.

Yazımdan Sese

Harfleri sesler halinde çözümlemede kullanılan beyin hatları, sol temporal lobdaki konuşma sesi analizindeki rolleriyle bilinen üst bölgeleri zorunlu olarak içermektedir. Ses üretimine katkıda bulunan sol alt prefrontal ve presentral korteksler de meseleye dahildir; ama görsel harflerle konuşma seslerinin ilk buluştuğu yer üst temporal lobdur. Bu durum, Şekil 2.19'da resmedilen basit bir deneyle açıkça gösterilmiştir.[62] Fonksiyonel MRI sırasında katılımcılara ya yalnızca harfler gösterilmiş ya yalnızca sesler dinletilmiş veya bunların ikisi eş zamanlı olarak uygulanmıştır. İkisinin de uygulandığı durumlarda harfler ve sesler ya eşleşmiş (örneğin "o" harfi ve *o* sesi) ya da eşleşmemiştir ("a" harfi ve *o* sesi). Üst temporal lobun büyük bir kısmı harflerin görüntüsüne karşılık vermiştir; ama yalnızca planum temporale adı verilen küçük bir altbölge birbiriyle uyuşan harflerle seslere tepki

[61] Son dönemde bu alanda yapılan incelemeler için, bkz. Fiez & Petersen, 1998; Price, 1998; Jobard, Crivello & Tzourio-Mazoyer, 2003; Mechelli, Gorno-Tempini & Price, 2003; Price vd, 2003.

[62] van Atteveldt, Formisano, Goebel & Blomert, 2004.



Şekil 2.18. Anlama veya **konuşma seslerine** erişime olanak sağlayan iki okuma hattı, farklı **bir beyin alanları** dizisini içermektedir. Onlarca deneyden çıkarılan bu **yeniden analize** göre ortak bir görsel işleme döneminin ardından (sol üst), **iki ana** beyin devresi dizisi sözcük anlamına erişimle (sağ üst) **harfleri** konuşma sesleri halinde kodlamayı (alt) birbirinden ayırt **etmektedir.** Bu iki devre iç içe geçmiştir ve zaman zaman da aynı anatomik bölge içerisinde uç uca gelmektedir. Örneğin görünüşe göre **alt frontal** kortekste sözcük anlamı ve sözcük telaffuzu için farklı komşu bölgeler bir arada bulunmaktadır (Jobard vd, 2003'ten sonra).

göstermiştir. Bu kortikal konumda, bir harfle uyuşan bir ses beyin etkinliğini artırmakta ama yazım ve ses arasındaki bir çatışma bu etkinliği azaltmaktadır. Manyetoensefalografi sayesinde bu etkinin süresi de tam olarak ölçülebilmektedir. Bir harfin sese dönüşümü, harf retinada belirdikten yalnızca 225 milisaniye sonra başlamakta ve bir konuşma sesiyle uyumluluğu da yaklaşık 400 milisaniye sonra tanınmaktadır.[63]

Bazı belirtiler, planum temporalenin konuşmayı çözümlemek için en hayati öneme sahip bölgelerden biri olduğuna işaret etmektedir. Bu bölge asimetriktir; yani sol lobda, sağ lobdakina oranla daha geniş bir yüzeye sahiptir. Birçok araştırmacı bu asimetriyi dilin sol loba doğru yanallaşmasının en muhtemel sebeplerinden biri olarak görmektedir. Sol planum temporalenin doğumdan önce de sağ taraftakinden daha büyük olması bir yana, yeni doğanların beyinleri de doğumdan sonraki birkaç ayda bir konuşma dinlediklerinde güçlü ve asimetrik biçimde etkinleşmektedir.[64] Çocuklukta bu bölge, anadildeki konuşma seslerini işlemeyi ve ilgisiz sesleri göz ardı etmeyi çabucak öğrenmektedir.[65] Örneğin hepimizin bildiği gibi Japonlar *r* ve *l* sesleri arasındaki farkı duyamamaktadır, çünkü bu sesler onların dilinde sözcükleri birbirinden ayırmada kullanılmamaktadır. Bu tuhaf "dilsel sağırlık" biçimi, sol planum temporalede ve onunla bitişik bölgelerde ortaya çıkmaktadır; doğumdan sonraki ilk yılın sonuna doğru da bu bölgeler *r* ve *l* seslerini birbirinden ayırt etme yetilerini kaybetmektedir.

Planum temporale görsel ve işitsel girdilerin buluşma noktası olduğundan çocukların okumayı öğrenmesinde bu bölgenin önemli bir rol oynadığı da şüphesizdir. Bu bölge elbette ki harfler ve sesler arasındaki uyuşmayı öğrenmek için ideal donanıma sahiptir. Başlangıç seviyesindeki bir okuyucu "b" ve "a" harflerini *ba* sesi biçiminde çözümlemeyi öğ-

---

63 Raji, Uutela & Hari, 2000.

64 Dehaene-Lambertz & Dehaene, 1994; Dehaene-Lambertz & Baillet, 1998; Dehaene-Lambertz, Dehaene, & Hertz-Pannier, 2002.

65 Dehaene-Lambertz, 1997; Naatanen vd, 1997; Cheour vd, 1998; Jacquemot vd, 2003.

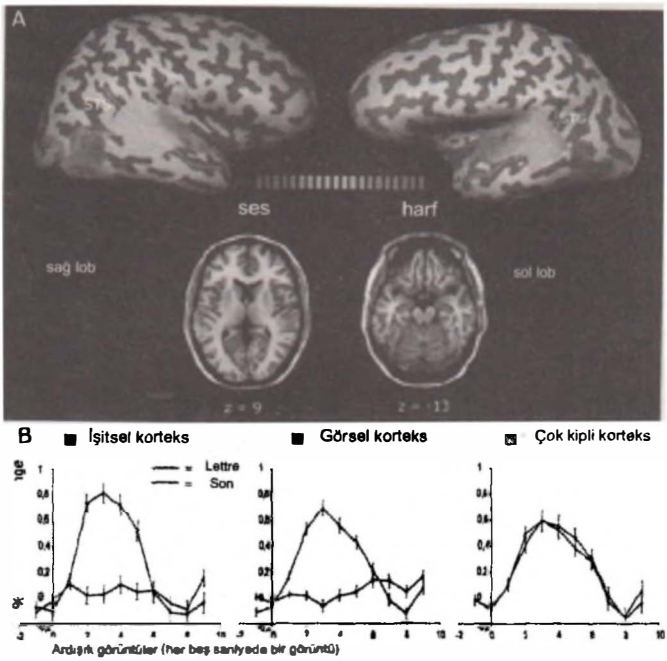
rendiğinde, bu kişinin planum temporalesi hem harfleri hem de konuşma girdilerini almakta ve böylece de onlar arasında bir ilişki kurabilmektedir. Daha sonra da yazıbirimler ve sesbirimler arasındaki bu bağlantılar otomatikleşmektedir. Harften sese dönüşüm öylesine otomatik hale gelmektedir ki, "A" harfi yanlış *o* sesiyle eşleştiğinde üst temporal korteksimiz geçici bir hatalı eşleşme sinyali yaymaktadır.

Harflerden seslere dönüşümde kullanılan belirli yollar henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Elde tek bir harf olduğunda, üst temporal bölge muhtemelen doğrudan erken dönem görsel alanlardan bilgi almaktadır. Ancak girdi bütün bir harf dizisi olduğunda, bu diziyi yazıbirimlere ve hecelere ayrıştırabilmek için karmaşık bir işlem gerekmektedir. Bu işlem doğada seri olarak gerçekleşmektedir ve muhtemelen planum temporalenin hemen üstünde yatan alt yan bölgeyi kullanmaktadır.[66] Broca alanıyla (operküler bölge) birlikte bu bölge, zihnimizde bir şeyler söylediğimiz her seferde çalışmaya başlayan fonolojik bir devre yaratmaktadır. Bu devre de örneğin bir telefon numarasını sözel hafızamızda depoladığımızda kullandığımız mafsallı ve fonolojik bir döngüye aittir.[67] Bu tampon veya depolama alanı da muhtemelen örneğin *asetilsalisilik asit* (aspirin) gibi tıbbi bir formülün çözümlenmesi gibi, uzun yazılı sözcüklerin telaffuzu için gereklidir.

Anlama Giden Yollar

Sözcüğün anlamını analiz eden beyin ağı, harfleri seslere dönüştürenden oldukça farklıdır. Anlam, bazıları Şekil 2.18'de de gösterilen geniş alana yayılan bir dizi bölgeyi seferber etmektedir. Kritik biçimde, yazılı sözcüklere özel olan yalnızca bir bölge yoktur. Daha ziyade, sesli sözcükler[68] ve hatta görüntüler[69] tarafından iletilen kavramlar hakkında düşünme-

[66] Simon vd, 2002.
[67] Paulesu, Frith & Frackowiak, 1993.
[68] Binder vd, 1999, 2000; Kotz vd, 2002.
[69] Vandenberghe vd, 1996.



Şekil 2.19. Üst temporal bölge, harflerin seslere dönüşmesine katkıda bulunmaktadır. Beyin görüntüleme, harf şekilleri tarafından etkinleştirilen görsel alanları konuşma seslerinin etkinleştirdiği işitsel alanlardan kolayca ayırt edebilmektedir. Üst temporal korteksin sarı renkte gösterilen kısmı çok kiplidir; yani hem sesi hem de görüntüyü etkinleştirmektedir. Bu bölgeler içerisindeki daha küçük kısımlar, bir harf ve onunla aynı anda duyulan bir ses arasındaki uyuma veya uyumsuzluğa duyarlıdır (Van Atteveld vd, 2004'ten sonra).

ye başladığımız anda hepsi birden etkinleşmektedir. Aslında bunların hepsinin yerleri, uygulanan kişiden bir piramit, bir palmiye ağacı ve bir çekiç resimlerinden hangi ikisinin bir bütün oluşturduğuna karar vermesinin istendiği klasik bir görüntü ilişkilendirme testiyle kolayca tespit edilebilmektedir.

Bu anlam bölgelerinin bazılarının doğasında olan ilginç bir özellikse bu bölgelerin, bir gönüllüden belirli bir görevi yerine getirmesi istenmeden önce de etkin olabilmesidir. Bilhassa da arka temporo-yan bölge, biz karanlıkta dinlenirken

bile etkindir. Tipik olarak bu bölge, gönüllü bir sözcüğü gördüğünde veya duyduğunda etkinleşmemekte; anlamsız sahte sözcükler sunulduğunda başlangıçtaki temel seviyenin de altındaki bir noktaya dek "etkisizleşmektedir".[70] Peki, neden böyle olur? Uyandığımız anda beynimiz aniden etkinleşmekte ve çevrede olan bitenin farkına varmaktadır. Bu zihinsel yansıma süreci kendiliğinden, sözcükleri ve görüntüleri manipüle eden bir anlam ağına başvurmaktadır ve dolayısıyla da ilgili alanların çoğu biz uykudayken de etkindir. Beyin etkinliğinin yarattığı bu daimi uğultu yüzünden fonksiyonel MRI, harici uyarının sebep olduğu herhangi bir ek beyin aktivitesinin kolayca tanınmasına olanak sağlayacak bir mutlak sıfır noktasına sahip değildir. Köşeli kıvrım gibi bazı bölgelerde, anlamlı sözcükleri okumak en az devam etmekte olan uğultu kadar etkinliğe sebep olmaktadır ve dolayısıyla ortaya fazladan herhangi bir değişim çıkarmakta başarısız olmaktadır; sanki bu bölgenin okumayla en ufak bir ilgisi yokmuş gibi. Ancak uydurma bir sözcük olan "resgen" gibi hiçbir anlam ifade *etmeyen* bir uyarıcıyla karşılaştığımızda, kendiliğinden gelişen etkinlik hafifçe düşmekte ve geçici bir "etkisizleştirmeye", yani bu bölgenin aslında sözcükleri okumada etkin bir rol oynadığına işaret eden etkinlikte gözle görülür bir azalmaya sebep olmaktadır.

Beynin anlamı kodlayan bölgeleri dinlenme halindeyken bile sürekli olarak dalgalanma yarattığından bu bölgeler kolayca doğrudan görselleştirilememekte, dolayısıyla da gelişmiş deneysel yöntemlerle incelenmeleri gerekmektedir. Bunlardan biri, bu kitapta daha önce açıklanan tetikleme yöntemidir. "Kanepe" ve "çekyat" sözcüklerini ele alalım. Bu sözcüklerin anlamları aynı olsa bile sahip oldukları harfler farklıdır. Joe Devlin ve meslektaşları,[71] gönüllülere, bu tip eşleşmelerle eş anlamlı sözcükler sunmuşlar ve ilk sözcüğü subliminal olarak aniden yakıp söndürürken, yalnızca ikinci sözcüğün gerçekten görülmesine izin vermişlerdir. İki sözcük arasındaki yüzeysel farklılığa rağmen aralarındaki

[70] Binder vd, 1999; Cohen vd, 2003.

[71] Devlin vd, 2004.

benzerliği beynin yalnızca bir bölgesinin, sol orta temporal bölgenin tanıdığı ortaya çıkmıştır. İki eş anlamlı sözcük bu bölgeyi birbiriyle ilgisiz anlamlara sahip "bal" ve "kanepe" gibi sözcüklerin etkinleştirdiğinden daha az etkinleştirmektedir; bu da iki farklı anlamı kodlamak zorunda kaldığında bu bölgenin daha uzun süre etkin olduğuna, ama eş anlamlıların burayı yalnızca bir kez etkinleştirdiğine işaret etmektedir. Devlin ve meslektaşları, zarifçe tasarlanmış bir dizi manipülasyonla sözcüklerin sol temporal lobun orta ve ventral bölgeleri tarafından kodlanma biçimleri arasındaki iki temel farkı ortaya koymuştur. Halihazırda ayrıntılı olarak açıkladığım gibi ventral posta kutusu bölgesi yalnızca harflerin görsel olarak kodlanmasıyla ilgilenmektedir. Devlin, sözcükler görsel olarak birbirlerine benzediğinde ("av" ve "avcı") sözcüklerin anlamlarının birbiriyle hiçbir ilgisi olmasa bile ("kaz" ve "kazak") bu bölgedeki etkinliğin azaldığını saptamıştır. Dahası bu bölge, tamamen bu sözcüklerin yazımına odaklanmışsa tam da olmasını bekleyeceğimiz gibi, "çekyat" ve "kanepe"nin aşağı yukarı aynı şeyi ifade ettiği gerçeğini kavramakta başarısız olmuştur. Buna karşın sol orta temporal korteks, "çekyat/kanepe" veya "av/avcı" gibi anlamsal olarak birbirine bağlı sözcük çiftlerine açık bir duyarlılık göstermiş, "kaz" ve "kazak" gibi birbirine yüzeysel olarak benzeyen çiftlere aldanmamıştır.

Bu ikinci bölgenin sözcüklerin bireysel olarak anlamlarına ayrıldığını başka çalışmalar da doğrulamıştır. Japon okuyucularda, birbiriyle görsel açıdan ilgisiz yazı biçimlerine sahip iki yazı türü olan Kanji veya Kana'da yazılmış olup olmadığına bakılmaksızın bir sözcüğün aynı sözcük olduğunu tanıyan tek bölge burasıdır.[72] Bu bölge ayrıca yazılı sözcüklerden çok söylenen sözcükler arasındaki anlamsal ilişkilere duyarlıdır.[73] Yani bu bölge bir sözcüğün anlamının parçalarını kodlamakta, kişinin anlama bir resimle mi yoksa yazılı ya da sesli bir sözcükle mi ulaştığını umursamamaktadır.

[72] Nakamura vd, 2005.

[73] Rissman, Eliassen & Blumstein, 2003.

Ancak beynin anlam ağları, yalnızca tek tek sözcüklerin işlenmesiyle sınırlı değildir. Görünüşe göre temporal lobun ön kısmına yakın olan bölgeler, sözcüklerin cümleler halinde dizildiklerinde sahip oldukları anlam kombinasyonlarına odaklanmaktadır.[74] Alt frontal korteksin daha ilerisindeki bir başka bölgeyse birçok anlam içinden bir tanesini seçmektedir; temporal bölgelerle birlikte bu bölge, anlam belirsizliğine sahip "kırmızı ceketini yıkadım," gibi cümleleri her duyuşumuzda tetiklenmektedir.[75] Aşağıdaki başlıklar okunurken beynin bu bölgelerinin nasıl da umutsuzca bir arayışta olduğunu düşünün:

> Bu Habere Kadir İnanır da Ben Asla
> Sağır ve Dilsiz Zanlı Mahkemede Konuşacak
> NATO'dan İzinsiz Birlik Çekmek Hakkımızdır
> Süt İçenler Toza Dönüyor
> Eto'o Bitmiş
> Seks Eğitimi Ertelendi, Öğretmenler Alıştırma Talep Ediyor
> Kurabiye Yapımına Çocuklarınızı da Dahil Edin[76]

Genel bir bakışla, her ne kadar araştırmacılar beynin ilgili bölgelerinden bazılarının haritasını çıkarmayı başarmış olsa da, anlamın gerçekte beyinde kodlanma biçimi can sıkıcı bir mesele olmaya devam etmektedir. Nöron ağlarımızın birlikte çalışmasını ve bir "anlam ifade etmesini" sağlayan işlem, hâlâ bütünüyle gizemlidir. Ancak bildiğimiz şey, anlamın beynin yalnızca birkaç bölgesine hapsedilemeyeceği ve muhtemelen, Şekil 2.18'deki frontal ve temporal bölgeleri buzdağının yalnızca görünen kısmını temsil eden beynin her yanına dağılmış pek çok nöron dizisine bağlı olduğudur. Bu bölgeler, her ne kadar biz bir sözcüğün özüne eriştiğimizde etkinleşseler de, anlamın kendisini muhtemelen de-

---

[74] Mazoyer vd, 1993; Price vd, 1997; Vandenberghe, Nobre & Price, 2002.

[75] Thompson-Schill, D'Esposito & Kan, 1999; Rodd, Davis & Johnsrude, 2005.

[76] Teşekkürler: http://monster-island.org/tinashumor/. [Kitabın orijinal dilindeki manşetler bu internet sitesinden alınmıştır –çn.]

polamamakta, yalnızca beynin başka kısımlarına dağıtılmış olan anlam bilgisine erişimi kolaylaştırmaktadır. Antonio Damasio'ya göre,[77] bu bölgeler, beynin birçok başka bölgesinden sinyal alan ve buralara sinyal gönderen "yakınsama bölgeleri" olarak da çalışıyor olabilir. Yani büyük bir ihtimalle bu bölgeler, anlamın dağınık parçalarını toplamakta ve onları, sözcüğün anlamının gerçek nöronal alt katmanını oluşturan eklemli nöron dizileri halinde bir araya getirmektedir.

"Isırmak" fiilini ele alalım. Fiilin anlamını hatırladığınız anda, zihniniz de bu fiilin içerdiği vücut parçalarını çabucak anımsatmaktadır: ağız ve dişler, onların hareketleri ve hatta belki de ısırılmaya ilişkin acı. Tüm bu jest, hareket ve duyu parçaları, "ısırmak" başlığının altında toplanmıştır. Bu bağlantı da iki yönlü çalışmaktadır: bu tuhaf olaylar dizisi hakkında ne zaman konuşsak bu sözcüğü telaffuz ederiz, ama bu sözcüğü duymak veya okumak bir yığın anlamı da beraberinde getirmektedir.

Sözcüklerin şekilleri ve onların anlamlarını oluşturan bileşenler arasındaki arabuluculukta, yan temporal bölge temel bir rol oynamaktadır. Bu bölge, farklı sözcük kategorilerinde özelleşen alt bölgelere bölünebilir. Yüzler, insanlar, hayvanlar, aletler, sebzeler... Görünüşe göre tüm bu kategoriler, anlam parçalarını farklı kaynaklardan toplayan kısmen ayrık bölgelerle eşleşmektedir: sayılar ve vücut parçaları için yan lob, renkler için oksipital alan V4, hareket için V5 alanı, eylem ve jestler için presentral ve ön temporal alanlar, niyetler ve inançlar için Brodmann 10 alanı, özel isimler için temporal kutup...

Beyin lezyonlar bu noktada yine eşsiz ve ilginç bilgiler sunmuştur. Bir inmenin bir hastayı dar bir bilgi alanından mahrum bırakması alışılmadık bir durum değildir. Örneğin bazı hastalar, hayvanlara dair tüm yazılı ve sözlü bilgilerini kaybetmekte ve onları resimlerden bile tanıyamamaktadır.[78]

---

[77] Damasio, 1989b, 1989a.

[78] Warrington & Shallice, 1984; Caramazza & Hillis, 1991; Caramazza, 1996, 1998; Shelton, Fouch & Caramazza, 1998.

Bu hastalar, "Aslan nerede yaşar?" veya "Fil ne renktir?" gibi basit soruları bile cevaplayamamaktadır. Ama fiiller, aletler veya ünlü insanlar gibi diğer alanlara dair bilgilerini korumaktadırlar. Başka hastalardaysa hayvanlar korunmakta, ama başka kategoriler kaybedilmektedir. Sol temporal ve frontal loblara yayılmış birbirinden ayrık lezyon bölgeleri, bu tür kategoriye özel bozukluklarla ilişkilendirilmektedir.[79] Fonksiyonel görüntüleme aynı zamanda bu yerelleşmelere dair bilgimizi netleştirmemize yardımcı olmuştur: ne zaman isimler veya fiiller, hayvanlar veya aletler hakkında düşünsek, farklı kortikal bölgeler aydınlanmaktadır.[80]

Daha ince anlamsal ayrımlarsa keşfedilmeyi beklemektedir. Son zamanlarda Friedmann Pulvermuller ve meslektaşları, hepsi aynı hareket fiili kategorisine ait olan, ama farklı ayrıntılı içeriklere sahip sözcüklere beynin verdiği tepkileri karşılaştırmıştır. "Isırmak" veya "öpmek" gibi bazı fiiller ağız hareketlerini, diğerleri ("yazmak", "fırlatmak") el hareketlerini ve başka fiiller de ("tekmelemek", "yürümek") bacaklar ve ayaklar tarafından gerçekleştirilen eylemleri anımsatmıştır.[81] Kayda değer bir anlam parçalanması gözlemlenmiştir: her bir fiil tipi "motor homunkulüs" veya vücudumuzun haritası şeklinde temsil edilen bir konumdaki premotor korteksin apayrı kısımlarını etkinleştirmiştir. Yani görünüşe göre sözcüğün anlamı beynimizdeki ağlarda tam anlamıyla şekillendirilmiştir. Bir harf dizisi yalnızca eğer konum, harf, niyet vb için var olan duyusal, motor ve soyut beyin haritaları içerisinde dağılmış olan çok sayıda özelliği birkaç saniye içinde harekete geçirebiliyorsa bir anlam ifade etmektedir.

Temporal lobdaki hiyerarşik bağlantılar, anlam için temel sorun olarak adlandırılan şeyi, her bir sözcük biçimini onun anlamsal özelliklerine bağlayarak çözmektedir. Ferdinand de Saussure tarafından da vurgulandığı gibi biçimler ve anlamlar rastgele bir biçimde bağlantılıdır: herhangi bir harf dizisi, herhangi bir kavramı temsil edebilir. Ancak bir

[79] Damasio vd, 1996; Grabowski, Damasio & Damasio, 1998.

[80] Martin vd, 1996; Chao, Haxby & Martin, 1999; Beauchamp vd, 2004.

[81] Pulvermuller, 2005.

dili öğrenirken bu rastgelelik kesilmektedir. "Aslan" sözcüğünün arkasında bir hayvan görmemek elimizde değildir ve "zürafa" sözcüğünü de bir fiil olarak kullanmayı imkânsız buluruz; çünkü bu sözcüklerin her biri, temporal lobdaki bağlantılar tarafından onlara bir anlam veren birçok dağınık nöronla sıkıca bağlanmıştır.

Beyindeki Gel-Git Dalgası

Etkinliğin, beyinde dağılmış onlarca anlam parçası boyunca nasıl yayıldığını tanımlamanın belki de en kolay yolu, bunu bir gel-git dalgasına benzetmektir. Bazı nehirler, met halinde, günde iki kere ilginç bir olguya maruz kalmaktadır: devasa bir dalganın ön kenarı, bu nehirlerin ağızlarına ulaşmaktadır. Eğer şartlar uygunsa, bu dalga yukarı akıntıda onlarca kilometre yol alabilmektedir. Denizden uzakta, hiçbir tuzlu su bu kadar uzağa erişememektedir; gel-git dalgası su seviyesinde hafif bir artış yaratmakta, bu artış da nehrin tüm sistemine eş zamanlı olarak yayılmaktadır. Bu güzel doğa olgusunun gerçek ölçüsünü yalnızca bir uçak veya uydu alabilir. Hepsi aynı denize döküldüğünden birkaç dakika için bütün bir akıntılar ağı güçlü bir dalga tarafından eş zamanlı olarak kabartılmaktadır.

Muhtemelen yazılı veya sesli bir sözcük de beyindeki anlam parçalarını, bir gel-git dalgasının bütün bir nehir yatağını işgal ettiği gibi etkinleştirmektedir. "Peynir" gibi bir sözcükle, sözcük olmayan "rulgo"yu karşılaştırdığımızda tek fark, bunların beraberlerinde getirdikleri kortikal gel-git dalgasının boyutunda yatmaktadır. Bilinen bir sözcük, temporal lobdaki ağlarda yankılanmakta ve milyonlarca nörondan geçen devasa eş zamanlı titreşim dalgaları üretmektedir. Bu gel-git dalgası, her biri sözcüğün anlamının bir parçasını kodlayan birçok nöron dizilişiyle aşamalı olarak bağlantıya geçtikçe, beynin daha da uzak bölgelerine bile gitmektedir. Ancak bilinmeyen bir sözcük, görsel analizin ilk aşamalarından geçse bile beyinde hiçbir yankı bulamamakta ve onun tetiklediği dalga da beyinde belirsiz bir köpük gibi çabucak sönmektedir.

Beyindeki gel-git dalgası gerçek zamanlı olarak takip edilebilir mi? 1995 yılında sözcüksel erişimin okuma sırasındaki olağanüstü hızına dair basit bir sunum yapmıştım.[82] Deneyim gönüllüler harf dizilerini incelerken onlara bağlı altmış dört elektrottan gelen elektroensefalogramı kaydetmekten oluşmaktaydı. Bunlardan "PGQLST" gibi bazıları yalnızca ünsüzlerden oluşmakta ve dolayısıyla İngilizcenin temel yazım kurallarını ihlal etmekteydi. Geri kalanlarsa dört kategoriye ait sözcüklerden oluşmaktaydı: sayılar, özel isimler, hayvanlar ve hareket fiilleri. Kafatasının yüzeyinde gerçekleşen voltaj değişimlerini her seferinde bir milisaniye boyunca takip ederek okumanın iki temel aşamasının süresini belirleyebilmiştim: meşru harf dizilerini kabul eden görsel filtre ve sözcükleri anlamlarına göre sınıflandıran anlamsal filtre. Ünsüz dizilerini gerçek sözcüklerden ayırmak, yalnızca 180 milisaniye sürmekteydi. Testin topoğrafyası, bu erken filtrelemenin, sol oksipitotemporal posta kutusu bölgesinde gerçekleştiğine işaret etmekteydi. Önemli bir biçimde, dört kategoriden sözcüklerin beynin farklı kısımlarını etkinleştirmeye başlaması için fazladan yalnızca 80 milisaniye gerekmekteydi. Yani gel-git dalgasının anlamın kıyılarına ulaşması için yalnızca bir saniyenin çeyreği kadar süre gerekmişti.

Günümüzde daha gelişmiş manyetoensefalografi teknikleri yalnızca kafatası üzerinden değil aynı zamanda beynin kendisinin yüzeyinden de beyin etkinliği dalgasını izlememize olanak sağlamaktadır. Bu teknolojiyle, tek bir sözcük tarafından bağlantıya geçilen alanların sıralanışını ortaya çıkarmak için ağır çekim filmler yapılabilmektedir. Teksas Üniversitesinden Panagiotis Simos ve meslektaşları, bu aletleri kullanarak beyinde farklı yollara sapan sözcüklerin kortikal yörüngesini takip etmiştir. Katılımcılardan basitçe üç kategoriye ait olan harf dizilerini söylemelerini istemişlerdir:

- İngilizcenin yazım kurallarını ihlal etmeyen "trid" veya "plosh" gibi sahte sözcükler veya anlamsız harf

[82] Dehaene, 1995.

dizileri. Bu dizilerin zihinsel sözlükte herhangi bir girdisi olmadığından, bunlar yalnızca anlama bakılmaksızın telaffuz kurallarını uygulayan yazımdan sese dönüşüm hattı yoluyla söylenebilmektedir. Dolayısıyla bu sözcüklerin, anlamla ilişkili olan orta temporal alanları değil, konuşma sesleriyle ilişkili olan üst temporal alanları etkinleştirmesi beklenmektedir.

- "Sahte eşsesliler" veya kulağa sözcük gibi gelen, ama yanlış yazılmış olan "hed" veya "wimen" gibi harf dizileri. Yine bu uyarıcılar da yalnızca yazımdan sese doğru olan hat yoluyla telaffuz edilebilmektedir. Ancak telaffuz bir kez geri kazanıldığında, bir anlamı çağrıştırmaktadırlar. Dolayısıyla beyin etkinliğinin üst temporal kortekste başlaması ve orta temporal kortekse doğru genişlemesi beklenmektedir.
- Son olarak da İngilizcede sık karşılaşılan, ama telaffuzları düzensiz olan "have" veya "eye" gibi gerçek sözcükler. Bu tür dizilerle, beyin etkinliğinin ters yöne doğru akması beklenmiştir. Telaffuzun geri kazanılabilmesi için, sözcüğün ilk önce zihinsel sözlükte bulunması gerekmektedir. Yani gel-git dalgası önce sözcüksel ve anlamsal alanlara ulaşmalıdır ve konuşma seslerini kodlayan alanlara ancak bundan sonra sıra gelmelidir.

Sonuçlar da bu basit resme uymuştur. 150 milisaniyeye kadar beyin etkinliği görsel oksipital korteksle sınırlı kalmıştır. 200 milisaniye civarında sol posta kutusu alanına yayılmıştır. Bu aşamada, üç uyarıcı kategorisi arasında algılanabilir bir farklılık olmamıştır. Ancak hemen sonrasında, farklı tepkiler göstermeye başlamışlardır. Sahte sözcükler ve sahte eşsesliler üst temporal bölgeyi, özellikle de konuşma seslerinin telaffuzunun bir temsilini barındıran sol planum temporaleyi etkinleştirmiştir. Düzensiz sözcükler, anlamsal bir "yakınsama bölgesi" barındıran sol orta temporal bölgeyi etkinleştirmiş ve işitsel alanlara doğru ikincil bir uyarıcı dalgasını ancak bundan sonra yaratmıştır. Son olarak da anlamdan sorumlu alanlar, anlamdan yoksun sahte sözcükler

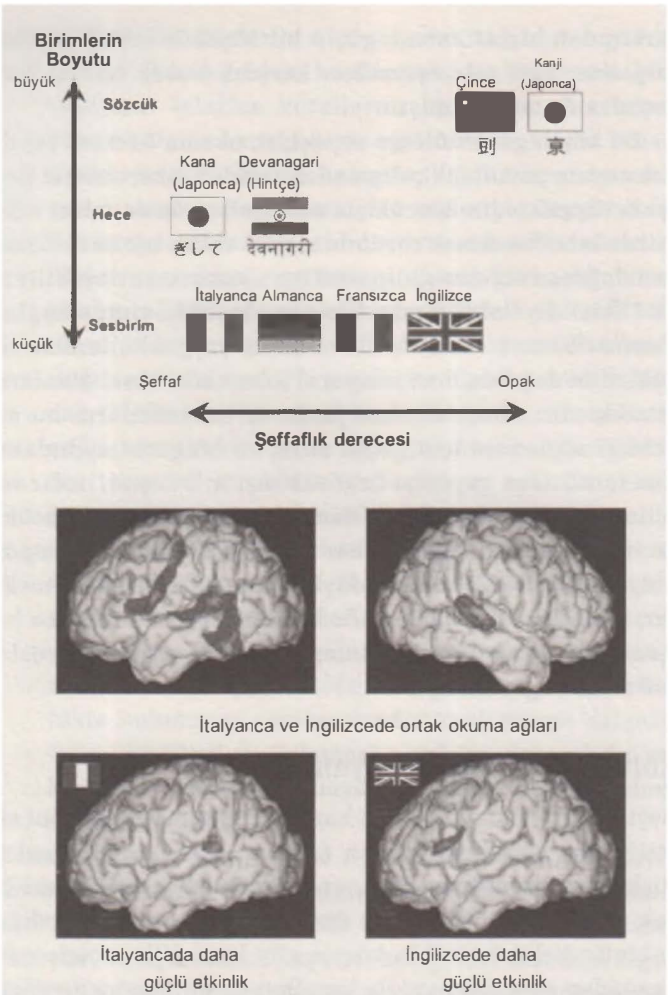
tarafından hiçbir zaman güçlü bir biçimde etkinleştirilmemiş, ama "hed" gibi eşseslilere karşılık olarak, her ne kadar geç olsa da, ateşlenmiştir.

Bu beyin görüntüleme sonuçları, okuma üzerine yapılan çok sayıda psikolojik çalışmadan yapılan çıkarımlarla gayet iyi örtüşmektedir. Sözcükleri anlamadan önce onları zihnimizde telaffuz etmek zorunda mıyız? Yoksa bir harf dizisinden doğruca anlama gidip telaffuz aşamasını atlayabilir miyiz? İkisi de olabilir, ama her şey sözcüğün tipine bağlıdır. Yazımı düzensiz olan sözcükler kadar yaygın kullanılan sözcükler de doğruca orta temporal lobun sözcüksel alanlarına gitmektedir; Simos'un deneyinde de katılımcıların bu sözcükleri söylemesi için geçen süre, bu bölgenin aydınlanma hızı tarafından gayet iyi öngörülmüştür. Düzenli, nadir veya bilinmez olup olmamaları fark etmeksizin diğer sözcükler de onlara anlam eklenmeden önce ilk olarak üst temporal bölgenin işitsel alanları yoluyla zihinde telaffuz edilmektedir; yine Simos'un deneyinde bu sözcüklerin söylenme hızı, işitsel alanların ilk kez etkinleşmesindeki gecikme süresi tarafından öngörülmüştür.

Kültürel Çeşitlilikte Beynin Sınırları

Beyinde bulunan iki okuma hattının bu şematik resmini elde ettiğimize göre artık bunun farklı yazı türleriyle nasıl bir ilişkiye sahip olduğu konusuna dönebiliriz. Dünyadaki birçok yazı sistemi, çok farklı derecelerde yazım saydamlığına sahiptir (Şekil 2.20).[83] İtalyanca gibi kimi diller, içerisindeki yazımdan sese doğru gidiş kuralları basit olan ve neredeyse hiçbir istisna barındırmayan saydam bir yazı sistemine sahiptir: eğer harfleri telaffuz edebilirseniz, İtalyancadaki herhangi bir sözcüğü veya sahte sözcüğü okuyabilirsiniz. Başka diller daha opaktır. İngilizcede, aynı "ough" harf dizisi, "tough"ta ve "though"da farklı biçimlerde okunmaktadır. Bu tür bir dilde dönüşüm kuralları yeterli değildir. Eğer bir İngilizce okuyucusu bir sözcüğün telaffuzunu kazanmak isti-

[83] Wydell & Butterworth, 1999.



Şekil 2.20. Yazım sisteminin şeffaflığı okuyucunun beyninin düzenini etkilemektedir. Yazı sistemleri, ifade ettikleri birimlerin boyutu (sesbirimler, heceler veya bütün olarak sözcükler) ve onların şeffaflık dereceleri (sembollerle konuşma sesleri arasındaki ilişkinin düzenliliği) bakımından farklılık göstermektedir. İtalyanca yazım oldukça düzenliyken, İngilizce yazım imla düzensizlikleri ve istisna sözcüklerle kalınlaşmaktadır. İtalyanca ve İngilizcedeki beyin etkinlikleri karşılaştırılırken genel ortak ağ içerisinde küçük değişinimler görülmektedir. İtalyanca üst temporal lobun işitsel alanlarında daha güçlü bir etkinliğe yol açarken, İngilizce alt frontal bölge kadar oksipitotemporal "posta kutusu alanı"na daha fazla vurgu yapmaktadır (Paulesu vd, 2000'den sonra.)

yorsa, bu okuyucunun yazılı bir sözcüğü okuyabilmesi için engin bir sözlüğe sahip olması gerekmektedir. Yazımdan sese dönüşüm kuralları yine vardır, ama sayısız istisna, sözcüksel hafızayı sürekli olarak talep edilir kılmaktadır.

Çinli ve Japon okuyucuların, yazımsal saydamlık yelpazesinin bir ucunu işgal ettiği açıktır. Bu dillerde, okuyucular hafızalarına binlerce karakteri işlemek zorundadır (7.000 Çince karakter günlük okuma için vazgeçilmezdir, ama edebiyatta 40.000 kadarı kullanılmaktadır). Bu karakterlerin her biri de onlara karşılık gelen sesli sözcükle örtüştürülmelidir. Bu örtüşmeler tamamen rastgele değildir; aslına bakılırsa Çincedeki birçok karakter, yazımı görece tutarlı bir fonetik işarete sahiptir: örneğin bir şekil *ma*yı, bir diğeriyse *ti*yi ifade etmektedir. Buna karşın o kadar çok işaret ve bu işaretlerin telaffuzu için o kadar çok istisna vardır ki yazımdan sese dönüşüm "kuralı" kavramı burada nadiren geçerlidir. Çincede yazı temel olarak, hiçbir soyut kural tarafından yönetilmediklerinden her biri tek seferde öğrenilmesi gereken konuşma sesleri ve karakterler arasındaki olasılık ilişkilerine dayanmaktadır.

Kültürel çeşitliliklerin beyinde bulunan okuma devreleri üzerindeki etkisi nedir? Görünüşe göre bir kez daha kültürler arası genelleme baskın gelmiştir. Her ne kadar beyin görüntüleme İtalyanca, İngilizce, Çince ve Japonca okurlar arasındaki birkaç farklılığı ortaya çıkarmış olsa da, bunlar evrensel devrelerin yerel değişinimleriyle sınırlıdır (Şekil 2.20). Daha önce açıkladığım iki okuma hattı tüm kültürlerde mevcuttur ve beyinde benzer bölgelerde bulunmaktadır. Tek fark, her bir dilin bu hatları kullanış biçimindedir. Çincedeki karakterler veya sözcükleri bütün olarak ifade eden Kanji, zihinsel sözlüğe (özellikle de sol orta temporal bölgeye) dahil olan alanlarda daha fazla etkinlik tetikleme eğilimindedir. Konuşma seslerini görece basit kurallar kullanarak ifade eden alfabetik yazı, Çince Pinyin veya Japonca Kana yazı tipi gibi yazı sistemleriyse yazımdan sese dönüşüm hattı (özellikle de sol üst temporal bölge ve köşeli kıvrım) yoluyla doğrudan işitsel alanları etkinleştirme eğilimindedir.[84]

[84] Chen vd, 2002; Fu vd, 2002.

Benzer kültürel ayrımlar alfabetik yazı sistemlerinde de bulunabilmektedir.[85] Fazlasıyla saydam bir dil olan İtalyanca, muhtemelen daha basit yazımdan sese dönüşüm kuralları sayesinde temporal lobun işitsel alanlarında İngilizcenin ürettiğinden biraz daha fazla etkinlik üretmektedir. Opak bir sisteme sahip olan İngilizceyse anlamsal ve sözcüksel seçime dahil olan sol alt frontal bölgede daha fazla etkinliğe ve sol oksipitotemporal bölgedeki etkinliğinde hafifçe artışına yol açmaktadır. Bu şablonlar muhtemelen görsel sözcük biçiminin işlenmesinin İngilizcede daha fazla uğraş gerektirdiği gerçeğine bağlanabilir. İtalyan bir okuyucu bir harf dizisini sese dönüştürmeden yalnızca tanımlamakla yetinebilirken; bir İngilizce okuyucusunun, eğer "ou", "gh" veya "ing" gibi karmaşık yazıbirimleri, yani yazımdan sese dönüşümde belirli bir miktarda düzenlilik sağlayan birimleri ayırt etmek istiyorsa, harflerin hangi bağlam içinde ortaya çıktığına dikkat etmesi gerekmektedir.

Diller arasındaki farklılıklar, dillerin içerisinde var olan ve düzenli sözcüğü düzensizden ayırmayı sağlayan farklılıklarla kimi yönlerden karşılaştırılabilir. Örneğin "colonel"* gibi düzensiz bir sözcüğü okuduğumuzda büyük oranda bu diziyi kendi telaffuzuna sahip, bilinen bir "karakter" olarak parçalara ayıran sözcüksel-anlamsal hatta dayanmamız gerektiğinden, beynimizdeki etkinlikler de Çinli bir okuyucunun beynindekilerle benzerdir. Buna karşın Nabokov'un "Loli-ta"sı gibi yeni ama düzenli bir dizi okuduğumuzda, tıpkı İtalyan bir okur gibi, üst temporal lobdan geçen doğrudan bir yazımdan sese dönüşüm hattına dayanırız.

Son tahlilde, tüm bu bulgular okuma devrelerinin kökten bir evrenselliğe sahip olduğuna işaret etmektedir. Yazı sistemleri ve yazım kurallarının çeşitliliğine rağmen, dünyadaki tüm insanlar genel anlamıyla okurken beynin aynı bölgelerine başvurmaktadır. Çincedeki karakterler, alfabetik diziler, İbranice harfler ve Japonca Kanji; bunların hepsi, birbirine oldukça benzer kortikal işlem hatlarından geç-

[85] Paulesu vd, 2000.

* Basitçe, "körnl" veya "körnıl" şeklinde telaffuz edilir –çn.

mektedir. Dahası görsel kortekse giren yazılı tüm uyarıcılar, sol posta kutusu alanına yönlendirilmekte, burada da tam biçimleri, boyutları ve konumları göz ardı edilerek tanınmaktadır. Sonrasındaysa bu görsel bilgi paketi iki ana hat üzerinde gidip gelmektedir: biri bu paketi sese, diğeriyle anlama dönüştürmektedir. İki hat da eş zamanlı ve paralel olarak çalışmakta, sözcüğün düzenliliğine bağlı olarak biri veya diğeri üstün gelmektedir.

Okuma ve Evrim

Beynin okumada kullandığı alanların olağanüstü evrensel nitelikteki özellikleri, bizi bir kez daha bunların evrimini çevreleyen bilmeceyle karşı karşıya getirmektedir. Nasıl oldu da beynimiz, okumak için gereken beyin devrelerine sahip oldu? Görsel sözcük tanıma neden her okuyucuda her zaman için birbirine birkaç milimetre uzaklıktaki konumlarda bulunan aynı bölgeyle bağlantıya geçiyor? Bu bölge hangi imkânsız tesadüf sonucu uzamsal değişmezlik kapasitesi, harflerin soyut şekillerini öğrenme yetisi ve diğer dil alanlarıyla uyumlu bağlantılar da dahil olmak üzere etkili okuma için gerekli özelliklerle donandı? Bu özellikler, beynimizin okuma için başka biri tarafından önceden hazırlanmış olduğu izlenimini bırakmıyor mu? Kesinlikle hayır; inkâr edilemez mantık, bunun imkânsız olduğunu buyurmaktadır. Okumanın icadı, genomumuzun ona uyarlanamayacağı kadar yakın bir zamanda gerçekleşmiştir. Türümüzün yavaşça ortaya çıkışına şahitlik etmiş yüz binlerce yıl boyunca dil ve sosyalleşme için gerekli aygıtlar beynimizde evrimleşmiş olabilir; ama temelleri yalnızca birkaç bin yıl öncesine dayanan okuma için bu geçerli olamaz.

Öyleyse eğer okuma için bir primatın görsel sistemini kullandığımız doğruysa, bu noktadan sonra diğer primatların beyinlerinin düzenlenme biçimine odaklanmamız gerekmektedir. Bizim şu anda okumaya ayırdığımız beyin alanlarını bir makak ne için kullanmaktadır? Bu alanlar nasıl olmuş da yazılı sözcüklerin tanınması gibi yeni bir kültürel etkinliğe çevrilmiştir?

Bölüm 3

OKUYAN MAYMUN

Okuma, evrimin izlediği yol boyunca korunmuş olan primat görüşünün ilkel nöron mekanizmalarına dayanmaktadır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar, maymunların beyninin görsel sahnelerin parçalarına karşılık veren nöronların bir hiyerarşisini barındırdığını göstermektedir. Bu nöronlar birleşimleri herhangi bir görsel nesneyi kodlayabilecek birtakım temel şekillere toplu olarak sahiptir. Makak maymunlarının bazı nöronları, bizim harf şekillerimize (*örn.* T, Y ve L) benzeyen çizgi kesişimlerine bile karşılık vermektedir. Bu şekiller, nesnelerin tanınmasında kullanışlı değişmezler oluşturmaktadır. "Nöron geri dönüşümü" hipotezine göre, bir okuma yaptığımızda, bu nöron hiyerarşisinin bir kısmı yüzünü yeni göreve, yani harfleri ve sözcükleri tanıma işine dönmektedir.

İnsanoğlu tüm kibriyle, kendisinin bir ilah değerinde büyük bir yapıt olduğunu düşünür. Ben, insanoğlunun hayvanlardan yaratıldığına inanmayı doğru buluyorum; hem böylesi daha mütevazıdır.

—Charles Darwin, *Notlar*, 1838

İnsanların, kendileriyle şempanzeler arasındaki ayrımın bir *Ornythoryncus* (ornitorenk) ve bir at arasındaki ayrım kadar fazla olduğunu iddia etmesine katlanamam; merak ediyorum, acaba bir şempanze ne derdi bu işe?

—Charles Darwin, *Huxley'e Mektup*, 1863

İnsanın bilişsel yeterliğinin evrimsel kökenlerini hiç kimse Charles Darwin'den daha güçlü biçimde savunmamıştır. *İnsanın Türeyişi* (1871) ve *İnsan ve Hayvanlarda Duyguların İfadesi* (1872) isimli eserlerinde Darwin, insan davranışının hayvanlardaki kökenlerine işaret eden yüzlerce gözlemi bir araya toplamıştır. Kendisinin iddiasına göre, dil bile bu kuraldan kaçamamıştır: "Çocuklarımızın çıkardığı anlaşılmaz seslerde de gördüğümüz gibi, insanların konuşmaya yönelik içgüdüsel bir eğilimi vardır." Darwin, dilin öğrenimiyle kuşlardaki şakıma davranışı arasında sistematik bir karşılaştırma yapan ilk bilim insanıdır.

Türümüzü diğerlerinden ayıran daha yüksek düşünsel becerileri, sosyal duyguları, ahlaki bilinci ve kültürel icat-

ları anlama teşebbüsünde bile Darwin'in mesajı nettir: kökenlerimize açılan kapının anahtarı, şempanzeler ve diğer primatlardır.

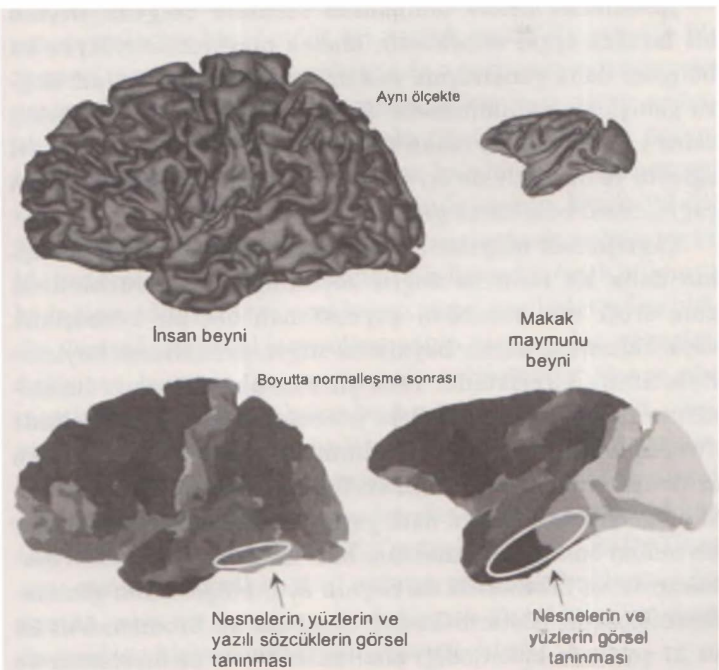
Darwin'in kuramları aynı zamanda okuma için de geçerlidir. Okumada kullanılan nöron devrelerinin tamamen anlaşılmasının tek yolu, başka primatların görüşünde kullanılan ve insanlarınkinden hiç de kökten bir şekilde farklı olmayan benzer devrelerin derinlemesine incelenmesidir. Bir asır boyunca süren deneyler artık insanlar da dahil tüm primatların görmesini olanaklı kılan nöron mekanizmalarını ortaya çıkarmaya başlamıştır. Bu mekanizmalar ellerinde, eşsiz ve insana özgü olan okuma yetisinin sırrını mı tutuyor? Okuryazar beyinlerimize; harflere, hecelere ve bütün halinde sözcüklere özelleşmiş nöronlar mı bahşedildi? Peki bizler okumayı öğrenirken, beyinlerimize ne tür bir nöron kodu kazındı?

Maymunlara ve İnsanlara Dair

1930'larda, Chicago'da, bir davranış bilimci olan Heinrich Klüver ve bir beyin cerrahı olan Paul Bucy, beyin lezyonlarını ve onların makak maymunlarının beyinleri üzerindeki ilginç etkilerini keşfetmek için güçlerini birleştirmiştir.[1] Temporal loblardaki çift kenarlı bir lezyonun ardından, bu primatlar bugün Klüver-Bucy sendromu olarak bilinen bir dizi ilginç belirti sergilemiştir. Maymunların görsel, yeme, sosyal ve cinsel davranışlarında muazzam değişimler meydana gelmiştir. Hasar görmüş olan hayvanlar sanki artık diğer maymun dostlarını, nesneleri veya gıda maddelerini tanımıyormuş gibi davranmışlardır. Hayvanlar çevrelerindeki dünyayı ağızlarını kullanarak rastgele keşfetmiş ve oldukça uygunsuz nesnelerle çiftleşme veya onları yutma girişiminde bulunmuşlardır; Alman nörolog Heinrich Lissauer (1890) gibi Klüver ve Bucy'nin de bu körlüğe verdiği isim, "psişik körlük"tür. Hayvanların körlüğü aslında ışığa karşı değildir; ama şekilleri artık yalnızca görerek tanıyamamaktadırlar.

[1] Klüver & Bucy, 1937.

Birkaç on yıl sonra Karl Pribram ve Mortimer Mishkin isimli nörofizyologlar, maymunların bu görme bozukluğundan sorumlu bölgenin yerini tam olarak belirlemiştir.[2] Bu araştırmacılar, "psişik körlüğün" iki lobdaki ventral temporal loblarda oluşan lezyonlardan geldiğini ortaya çıkarmıştır (Şekil 3.1). Bu tür lezyonlara sahip maymunlar, nesneleri birbirlerinden ayıramamaktadır. Dahası bir parça yiyeceğin sistematik olarak, çizgili yeşil bir yarıkürenin altına değil, kırmızı bir küpün altına saklandığını da öğrenemez hale gelmektedir. Araştırmacılar, yapılan yüzlerce alıştırma denemesinden sonra bile maymunların iki nesneden birini rastgele olarak seçmeye devam ettiğini saptamıştır. Sonrasındaysa



Şekil 3.1. İnsanlarda okumayla ilintili olan oksipitotemporal bölge, tüm primatlarda nesne ve yüz tanımada daha genel bir rol oynamaktadır. Kortikal yüzeydeki muazzam farklılıklara karşın beynin hücresel katmanlarının mikro-düzenindeki sayısız benzerlik, insan ve maymun beyninin bölgeleri arasındaki sistematik benzerliğe işaret etmektedir.

[2] Mishkin & Pribram, 1954.

hayvanların kör olmadığını belirtmişlerdir: primatlar normal bir biçimde dolaşmakta ve etraflarındaki nesneleri elleriyle kolayca kavrayıp geri bırakabilmektedir.

1890 yılında, Heinrich Lissauer insanlar için de benzer bir olguyu tanımlamıştır. Kendisi, sol temporal bölgedeki bir inmenin ardından nesneleri düzgün biçimde tutabilmelerine ve görsel duyarlılıklarının bunun dışında normal olmasına rağmen, bazı hastaların nesneleri görsel olarak tanıyamaz hale geldiklerini gözlemlemiştir.[3] Lissauer'in "psişik körlük" veya "görsel agnozi" olarak adlandırdığı bu bozukluk, insanlardaki ve primatlardaki görsel nesne tanımanın beyindeki belirli yollara dayandığının belgelenmiş ilk işareti olmuştur.

İnsanlarda nesne tanımadan sorumlu bölgeler beynin alt tarafını işgal etmektedir. Makak maymunlarındaysa bu bölgeler daha yanallaşma ve temporal lobun ön ucuna doğru genişleme eğilimindedir (Şekil 3.1). Biçimdeki bu farkın sebebi muhtemelen, insan beyninde dil işleme ve anlamsal ağlarla ve özellikle de ön ve yan temporal loblarla ilgilenen çağrışımsal bölgelerin genişlemesidir.

Çağrışımsal bölgelerin genişlemesi görsel tanımayı beynin daha alt tarafına doğru kaydırmış gibi görünebilirdi; ama ortak atalarımızdan kaynaklanan net bir benzeşiklik veya benzerlik, bizim beynimizi diğer primatların beyinleriyle ilintili kılmaktadır. 1910 yılında, beynin mikro düzeninin ve özellikle de beyindeki nöronların katmanlar halinde düzgünce bir araya geliş biçiminin dikkatlice incelenmesinin ardından, anatomist Korbinian Brodmann insanın beynindeki bölgelere dair bugün hâlâ yaygın biçimde kabul gören bir alt bölüm önermiştir. Anatomi, bazı farklılıklara rağmen makaklarda da insanlarda da beynin aynı bölgelerinin gözlemlenebileceğini göstermektedir. Özellikle de Brodmann'ın 20 ve 37 şeklinde etiketlediği alanlar iki türde de mevcuttur ve ikisi de görsel tanımayla ilgilenmektedir. Önemli bir biçimde, bir okuma yaptığımız zaman etkinleşen "posta kutusu" alanı, Brodmann'ın alan 37'siyle doğrudan doğruya örtüşmektedir. Yani okumayla uğraşan şey, insan beynindeki yeni ve ben-

[3] Lissauer, 1890; Goodale & Milner, 1992.

zersiz bir alan değildir. Bizler, yazılı sözcükleri zaman içinde evrilmiş ve uzmanlığı geçtiğimiz 10 milyondan daha fazla yıl boyunca nesneleri görsel olarak tanımlamak olan bir bölgeyi kullanarak tanırız. Beynin posta kutusu, bir lezyonun Lissauer, Klüver ve Bucy tarafından keşfedilen "psişik körlüğü" tetiklediği genel bölgeyle gayet güzel örtüşmektedir.

Nesnelere Göre Nöronlar

Her nesne, iki farklı açıdan aydınlatıldığında veya görsel sabitlemenin sağ ya da sol tarafında sunulduğunda, retinaya oldukça farklı bir görüntü yansıtmaktadır. Bu çeşitlilik, bizim dünyayı tanımamızı sağlayan kategorileri inşa eden nöron devrelerine karşı ciddi bir zorluk teşkil etmektedir. Bir nesneyi tanımlamamız gerektiğinde o nesnenin yakında veya uzakta, solumuzda veya sağımızda, dikey veya yatay, aydınlık veya gölgeli olup olmamasının bir önemi yoktur. Aydınlanma, eğim, uzaklık veya konuma bakılmaksızın o nesneyi kolayca tanıyabiliriz. Evrim sürecinde beynin, kendisini değişmez bir dünya algısına varmaya zorlayacak, yoğun, seçici bir baskıya maruz kalmış olduğu şüphesizdir. Artık biliyoruz ki değişmezlik, alt temporal lobun temel özelliklerinden biridir. Ventral temporal lezyonlara sahip maymunlar, nesneleri değişmez biçimde tanıyamaz hale gelmektedir. Hasar görmemiş maymunların aksine bu hayvanlar, öğrenmeyi, öğrenilmiş bir şeklin yeni aydınlatma, boyut veya konum şartlarına göre genişletmekte başarısız olmaktadır.[4] Sonuç olarak beyin lezyonları üzerinde yapılan deneyler alt temporal korteksin, muhtemelen "RADYO", "radyo" ve hatta "RaDyO"nun aynı sözcüğü temsil ettiğini anlama yetimizle bağlantılı, doğuştan gelen bir yeterlik olan değişmez görsel bilgi toplamada anahtar bir rol oynadığını göstermektedir.

Son dönemlerde yapılan tek nöron kayıtları, makak maymunlarında bulunan, görsel nesnelere göre ince taneli bir nöron kodunu ortaya çıkarmaya başlamıştır. 1960'ların sonlarında, David Hubel ve Torsten Wiesel kedilerin birincil görsel

[4] Humphrey & Weiskrantz, 1969; Weiskrantz & Saunders, 1984.

alanındaki nöron etkinliğini kaydetmiş ve nöronların, basit ışık çubuklarına karşılık olarak tasfiye edildiğini gözlemlemiştir; böylece 1982 yılında kazandıkları Nobel'e giden yolda bir adım daha atmışlardır. 1970'lerde ve 1980'lerde bazı öncü nörobilimciler (Robert Desimone, Charles Gross, David Perrett, Keiji Tanaka) bu iki araştırmacının adımlarını takip etmiş ve elektrotlarını makakların beynine uzatmıştır.[5] Bu bilim insanları alt temporal nöronlarda bir tasfiye gerçekleştirebilmek için, maymunlara basit çizgilerden daha karmaşık uyarıcılar sunmak zorunda olduklarını saptamıştır. Büyük bir çeşitliliğe sahip görüntüleri, şekilleri, yüzleri ve nesneleri bir araya getirmişler ve bir elektrot nöron tasfiyelerini kaydederken bunları görsel olarak teker teker sunmuşlardır.

Nöronların tasfiyesinin seçiciliği onları anında çarpmıştır. Bir nöron sıklıkla diğer onlarcasının arasından yalnızca belirli bir yüze veya nesneye karşılık vermiştir (Şekil 3.2). Bu seçicilik de fazlasıyla kayda değerdir, çünkü ona, girdi görüntüsünün ayrıntılarındaki devasa değişimler karşısında büyük bir istikrar kapasitesi eşlik etmektedir. Birincil görsel kortekste, nöral yanıtlar, retinadaki çok dar bir girdi penceresi ("alıcı bölge") tarafından şartlandırılmaktadır. Ancak alt temporal korteksteki nöronlar tamamen farklıdır. Alıcı bölgeler çok geniştir ve görsel sahnenin neredeyse her yerinde beliren nesnelere sıklıkla karşılık vermektedir. Bu muazzam alımlama bölgesindeki her bir nöron, belirli bir makbul nesne için birer tercih sürdürmektedir. Bu eğilim, nesne birkaç derece kaydığında nesnenin boyutu ikiyle çarpıldığında veya ikiye bölündüğünde[6] ya da ışık ve bundan kaynaklı gölgeler değiştiğinde bile varlığını sürdürmektedir.[7]

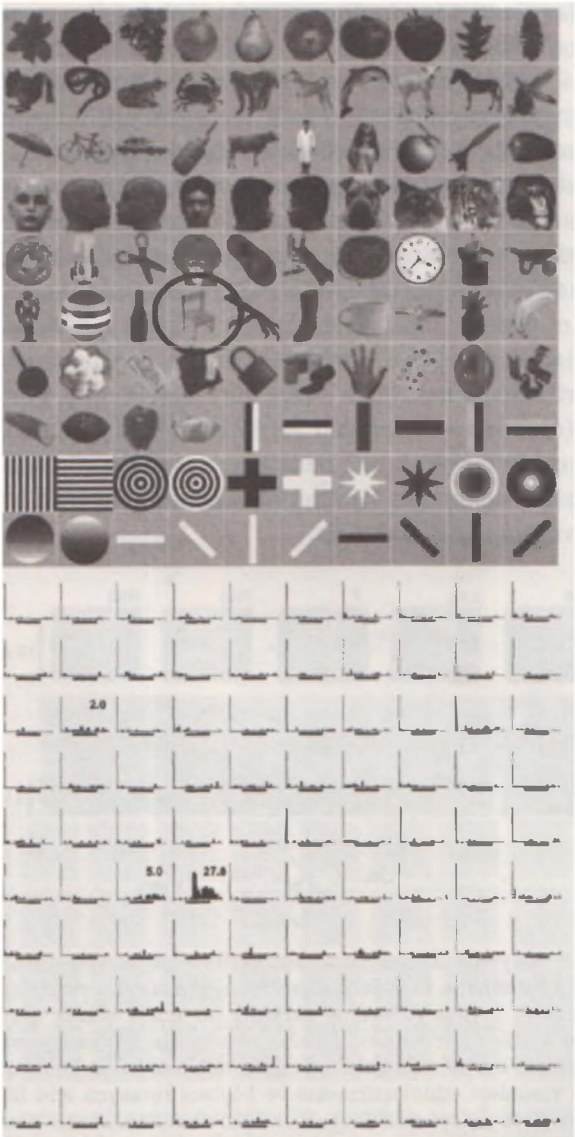
Peki, nesne ters döndüğüne ne olmaktadır? Konu rotasyon* olduğunda, görsel sistemimiz değişmezlikte kayda değer zorluklar sergilemektedir. Görsel tanımanın ilk aşamalarında, dönen bir yüzün art arda gelen konumları, aynı

---

5 Desimone & Gross, 1979; Schwartz, Desimone, Albright & Gross, 1983; Perrett, Mistlin & Chitty, 1989; Tanaka, 1996; Tamura & Tanaka, 2001; Tanaka, 2003.

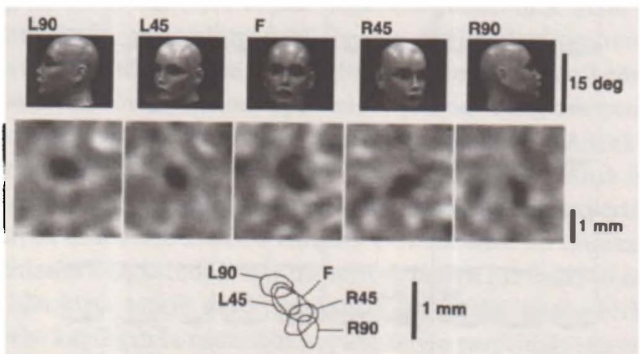
6 Sary, Vogels & Orban, 1993; Ito vd, 1995.

7 Vogels & Biederman, 2002.



Şekil 3.2. Maymunların alt temporal korteksindeki nöronlar belirli nesneler, yüzler veya sahnelerin görüntüsüne karşı olağanüstü derecede seçici olabilmektedir. Bu nörona art arda sunulan yüz görüntü arasında nöronun ateşlenmesini güçlü bir biçimde artıran tek görüntü, bir sandalye görüntüsü olmuştur (Tamura ve Tanaka, 2001'den sonra).

nöronlar tarafından kodlanmamaktadır. Sağ, ön ve sol profiller, bu nöronlara bitişik olan ve kısmen birbirinin üzerine binen kortikal yamaları etkinleştirmektedir (Şekil 3.3).[8] Bir nesne retinada döndüğünde, alt temporal nöronların birçoğu yalnızca belirli bir görüntüye karşılık vermektedir. Nesne dönerek bu tercih edilen görüntüden uzaklaştıkça, nöronlar yaklaşık 40 derecelik bir dönüşle başa çıkabilmekte ve sonrasında karşılık vermeyi bırakmaktadır. Ancak birkaç nöron daha soyuttur ve bir nesnenin boşluktaki konumu ne olursa olsun o nesneye tepki vermektedir (Şekil 3.4).[9] Daha basitçe söylemek gerekirse, görünüşe göre bu değişmez nöronlar, her biri kabaca belirli bir açıya göre ayarlanmış, görüntüye özel birçok nörondan gelen veriyi bir araya toplamaktadır. Bu nöronlar temel olarak, belirli bir nesnenin görülebileceği olası bakış açılarının tümünü bir araya toplayarak o nesnenin varlığını algılamaktadır.



Şekil 3.3. Maymun alt temporal korteksinin küçük yamaları, yüzlere karşılık vermektedir. Bir yüzün sunulması, 500 mikron yanda, optik görüntülemeyle beynin yüzeyinde karanlık bir nokta olarak görselleştirilebilen kortikal bir sütunu etkinleştirmektedir. Yüz ekseni etrafında döndüğünde, sonrasında gelen görüşler ona komşu ve kısmen onunla örtüşen kısımları etkinleştirmekte ve böylece rotasyon için bir nöron kodu sabitinin detaylandırılmasına katkıda bulunmaktadır (Tanaka vd, 2003'ten sonra).

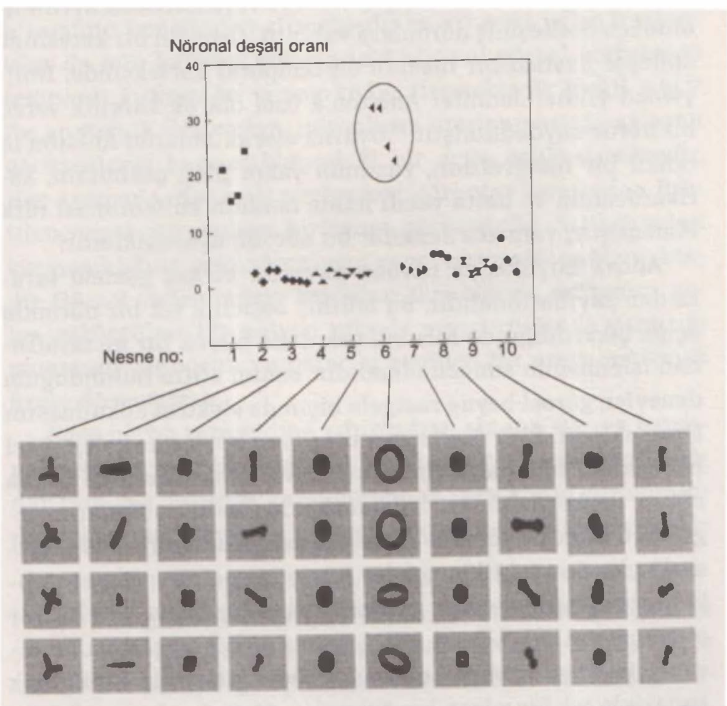
---

* Kendi etrafında dönme; "dolam". İng. "rotation". Bundan sonra "rotasyon" olarak geçecektir –çn.

[8] Tanaka, 2003.

[9] Logothetis, Pauls & Poggio, 1995; Booth & Rolls, 1998.

Kısacası görsel değişmezlik sorunu, her biri alt temporal kortekste bulunan bir dizi sıralı işlem aşamalarıyla çözülmektedir. Bu görsel hiyerarşinin en üst seviyesinde, bir nesne hareket etse, geri gitse, dönse veya yeni gölgeler yaratsa bile, nöron gruplarındaki etkinlik durağan kalmaktadır. Bu mekanizmanın kökenleri, okumanın ediniminden milyonlarca yıl öncesine dayanmaktadır; ama onun varlığı, sözcükleri sayfanın neresinde, hangi yazı tipinde veya hangi boyutta olduklarına bakılmaksızın tanıma yetimizde kilit bir rol oynamaktadır.



Şekil 3.4. Bazı alt temporal nöronlar, şekillere, seçici ve değişmez bir tutumda karşılık vermektedir. Bu nöron, yuvarlak bir şeklin ve daha az bir kapsamda da bir "tripod"un temsiline güçlü bir biçimde deşarj olmaktadır (sol alt). Bu karşılık, nesnenin uzaydaki yöneliminden büyük oranda bağımsızdır (Booth ve Rolls, 1998'den sonra).

Büyükanne Hücreleri

Tek bir nöronun binlerce görüntü içinden yalnızca bir tanesine karşılık verdiği şeklindeki fizyolojik gözlem, sersemletici niteliktedir. Beynimiz gerçekten de ultra özelleşmiş milyonlarca nöronla mı kaplıdır? Fizyolog Horace Barlow bir keresinde şakayla karışık olarak, beynin "büyükanne hücreleri"ne ya da tanıdık tek bir kişiye karşılık veren hücrelere sahip olduğunu öne sürmüştür. Her ne kadar Barlow'un ifadesi şakayla yüklü olsa da kendisi aslında haklıdır; ya da en azından gerçeğe çok yakındır. Maymunların beyni de insanlarınki gibi tek bir kişiye, nesneye veya kavrama ayrılmış, oldukça özelleşmiş nöronlara sahiptir. Örneğin bir keresinde epilepsi hastası bir insanın ön temporal korteksinde, Hollywood yıldızı Jennifer Aniston'a özel olarak karşılık veren bir nöron kaydedilmiştir.[10] Uyarıcı olarak Jennifer Aniston'ın renkli bir fotoğrafının, yüzünün yakın plan çekiminin, karikatürünün ve hatta yazılı halde isminin kullanılması fark etmemiştir; yalnızca Jennifer bu nöronu uyarmaktadır!

Ancak büyükanne nöronu kavramı birkaç gözlem tarafından zayıflatılmalıdır. Bu müthiş seçicilik tek bir nöronda açığa çıkarıldığında bile bu, çok daha büyük bir ağ tarafından işlenmenin sonucu olmalıdır. Benim atıfta bulunduğum deneyler, görsel beyne rastgele biçimde elektrot sokulmasını içermektedir. Eğer özelleşmiş bir nöron böylesine gelişigüzel bir şekilde bulunabiliyorsa, şüphesiz ki milyonlarca başka nöron da keşfedilmeyi beklemektedir. Dahası bunların özgüllüğü birçok hücrenin ortaklaşa çalışmasından ortaya çıkmaktadır. Son tahlilde, tek bir hücreden gelen seçici bir tepki, buzdağının yalnızca görünen kısmıdır: bunu görebiliyor oluşumuzun tek sebebi, altta yatan ve bir algılayıcılar hiyerarşisi oluşturmayı amaçlayan hücre kitlesidir. Bildiğimiz kadarıyla tek bir nöron kendi başına, girdi üzerinde yalnızca görece basit bir işlem gerçekleştirebilmektedir. Dahası çıktı tarafındaysa tek bir nöronun kendi başına o kadar nüfuzu bile yoktur: diğer hücre gruplarını etkileyen tek şey, birkaç

[10] Quiroga vd, 2005.

on veya birkaç yüz hücrenin birleşimidir. Dolayısıyla her bir görsel olay veya tanıdığımız her bir yüz, "seyrek" kodlama şeması olarak da bilinen birkaç seçici hücre grubu tarafından kodlanmalıdır.

Milyonlarca fotoreseptörün* yalnızca ışık lekelerine tepki verdiği retinadan Jennifer Aniston'ın varlığını algılayan nöronlara giden bütün süreci düşünmek, akıllara durgunluk vericidir. Görsel tanımanın ayrıntılı nöron düzenini henüz yeni yeni açığa çıkarılmaya başlanmıştır. Anatomik açıdan makak maymunlarının alt temporal kortekslerinin piramit biçiminde bir düzene sahip olduğunu biliyoruz. Görsel imaj piramidin temelinden girmektedir ve art arda gelen bağlantılar da onu kafanın arkasındaki birincil görsel korteksten temporal kutbun ön ucuna kadar iletmektedir (Şekil 3.5).[11] Bu anatomik ilerlemeye, nöronların ateşlenmesini sağlayan görüntülerin karmaşıklığındaki bir artış eşlik etmektedir. Her aşamada, daha alt seviyedeki nöronlar tarafından üretilen yanıtların yeniden birleşimi, görüntünün gittikçe artan karmaşıklığına yeni nöronların yanıt vermesini sağlamaktadır. Görsel sistemimizin kabloları tam olarak, retinanın, gelen görüntüleri bir milyon piksele ayrıştırdığında yarattığı muazzam yapbozun parçalarını yeniden bir araya getirmek üzere döşenmiştir.

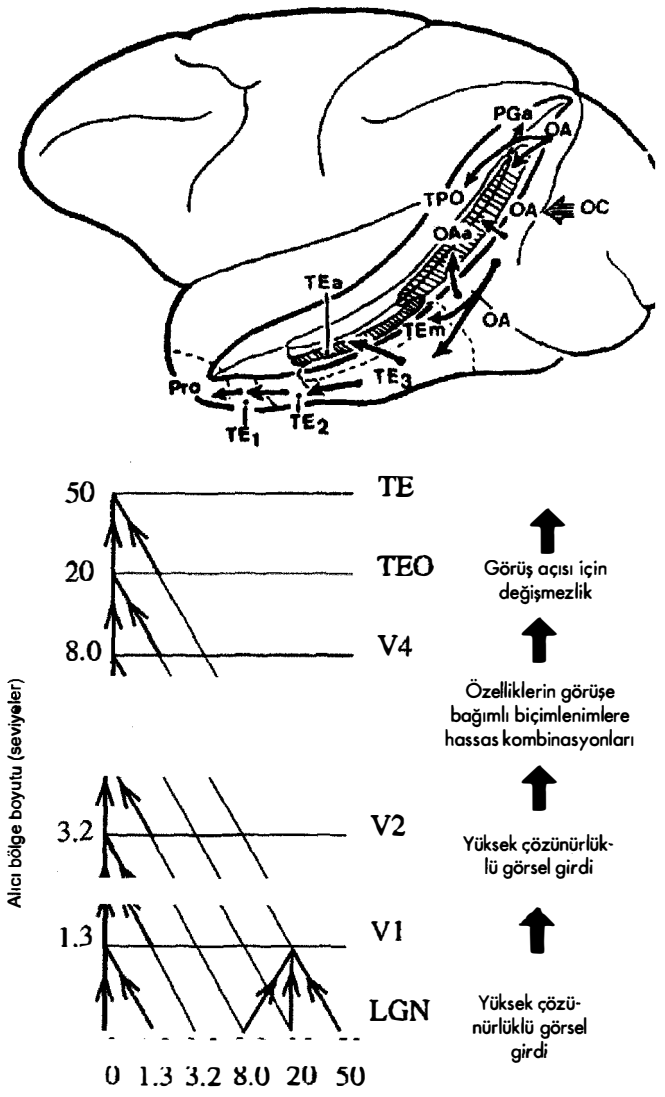
Eğer nöron piramidine adım adım, sinaps sinaps tırmanabilseydik ve birincil görsel alandan alt temporal loba kadar tüm yol boyunca karşılaştığımız tüm nöron piramidinden teker teker kayıt alabilseydik, üç tip değişiklik görürdük:

- Birincisi, nöronları ateşleyen tercih edilmiş görüntüler, gittikçe daha karmaşık bir hal alırdı. Küçük ve eğik bir çubuk, birincil görsel kortekste kayda değer bir tasfiye için yeterlidir. Ancak daha karmaşık kıvrımların, şekillerin, nesne parçalarının ve hatta bütün olarak nesnelerin veya yüzlerinse nöronları daha yüksek seviyelerde tetiklemesi gerekmektedir.

---

* Işık algılayan hücreler –çn.

[11] Rolls, 2000.



Şekil 3.5. Oksipital ve alt temporal alanlar, artan bir değişmezlik hiyerarşisi şeklinde düzenlenmiştir. Bir "sinaptik piramide" göre, art arda birbirlerine bağlanmışlardır. Nöronların retinada karşılık verdiği bölge olan alıcı bölge her bir aşamada 2 veya 3 faktör kadar büyümektedir. Buna paralel olarak, nöronların görsel tercihleri de gittikçe daha karmaşık ve değişmez hale gelmektedir (Rolls, 2000'den sonra).

- İkincisi, nöronlar retinanın gittikçe daha da geniş parçalarına karşılık vermeye başlardı. Her bir nöron, alıcı bölgesi ya da retinada karşılık verdiği yer bakımından tanımlanmaktadır. Alıcı bölgeler, her adımda iki veya üç etken tarafından genişletilmektedir. Bu da tercih edilen nesnenin nöronu ateşlemesi için sunulması gereken retina parçasının çapının her adımda ikiye veya üçe katlanması anlamına gelmektedir.
- Son olarak, değişmezlik derecesinde bir artış mevcuttur. İlk başlarda nöronlar, gelen resmin konumundaki, boyutundaki veya ışıklandırmasındaki değişimlere duyarlıdır. Hiyerarşide yukarı çıkıldıkça, daha yüksek seviyedeki alanlardaki nöronlar, girdi görüntüde gittikçe artan boyutlardaki değişimlerle ve bozulmalarla başa çıkabilmektedir.

Gönüllü insanlar üzerinde gerçekleştirilen fonksiyonel beyin görüntüleme, hiyerarşik düzenin ve artan değişmezliğin aynı zamanda görsel korteksimizden de sorumlu olduğunu göstermektedir.[12] İnsanlarda ve diğer primatlarda, nöron hiyerarşisi kavramı, görsel değişmezlik meselesinde her ne kadar hâlâ kuramsal olsa da basit bir çözüm sunmaktadır. Beynimizin, bir nesneyi tanımlaması gerektiğinde o nesnenin farklı açılardan nasıl göründüğünü öğrenmesi gerekmektedir. Öğrenme mekanizmaları, o nesnenin her bir görüntüsüne bir dizi nöron tahsis etmektedir. Sonrasındaysa bu örnekler birbirine bağlanmakta ve böylece piramidin bir sonraki aşamasında toplu olarak aynı nöronları uyarmaktadır. Net sonuç, görüntüleme konumundan sorumlu değişmez bir nöron devresidir. Bu basit fikir, her adımda tekrarlanabilir. Jennifer Aniston'ın profilini tanımaktan sorumlu nöronlar, daha alt seviyelerde onun yüzünün bir parçasını tanımlayan nöronlardan girdi toplamaktadır. Bu nöronlar, kendilerinden önce gelen seviye retinadaki belirli bir konumda bulunan bu özelliklerin varlığıyla uyumlu ışık ve karanlık şablonlarını halihazırda algıladığı için, bir gözü veya bir burnu tanıyabilmektedir.

[12] Grill-Spector vd, 1998; Lerner vd, 2001; Vuilleumier vd, 2002.

Kısacası primatların görsel sisteminin anahtarları, hiyerarşi ve paralel işleyiş kavramlarıdır. Retinada ilk önce muazzam sayılarda "piksellere" ayrılan zihinsel görüntü, eş zamanlı biçimde çalışan nöronların oluşturduğu bir piramit tarafından aşamalı olarak yeniden bir araya getirilmektedir. Tek bir görsel sahneyi oluşturan olası parçaların her birine milyonlarca nöronun adanması gerektiğinden bu yaklaşım ilk bakışta verimsiz görünebilir. Ancak sinir sisteminin omuzlarındaki yük görece hafiftir, çünkü sahne, basit paralel işlemcilerden oluşan muazzam bir dizilişe dağıtılabilir. Tıpkı bir karınca kolonisinin tek bir karıncadan daha "akıllıca" olması gibi milyonlarca nöronun ortaklaşa eylemi de tek bir nöronun başarabileceğinden çok daha karmaşık işlemleri yerine getirmektedir. Aslına bakılırsa işlem birimlerinin büyük sayılarda olması, işlem süresinde kayda değer kazançlar sağlamaktadır. Tek başına bir nöron, yavaş bir bilgisayardır. Bir nöron bir bilgiyi yaklaşık on milisaniye içinde alır ve iletir; bu, elektronik bir mikroişlemcinin hızından on milyon kat daha yavaştır. Ancak milyonlarca nöronun etkinliğini birleştiren görsel sistemimiz, bilgisayarların en verimlisi haline gelmektedir: bir yüzün kimliği veya konumu ne olursa olsun, onu ayırt etmek bir saniyenin altıda biri kadar sürmektedir.[13]

Beynin mimarisi, birçok programcıya ilham kaynağı olmuştur. Açıkladığım görsel hiyerarşiye sahip çeşitli bilgisayar modelleri şu anda piyasada mevcuttur.[14] Bu bilgisayarların en iyileri, hem hız hem de baş edebilecekleri görüntü bozulmasının boyutları açısından, insan beyninin performansına yakındır. Bu yapay nöron ağları sayesinde otomatik yüz tanıma artık bir bilim kurgu öğesi olarak görülmekten kurtulmuştur. Bu özellik, hayatın bir parçası haline gelmiştir; en basit dijital kamera bile artık yüz ve gülümseme tanıma özelliğine sahiptir.

[13] Thorpe, Fize & Marlot, 1996.

[14] Riesenhuber & Poggio, 1999; VanRullen & Thorpe, 2002.

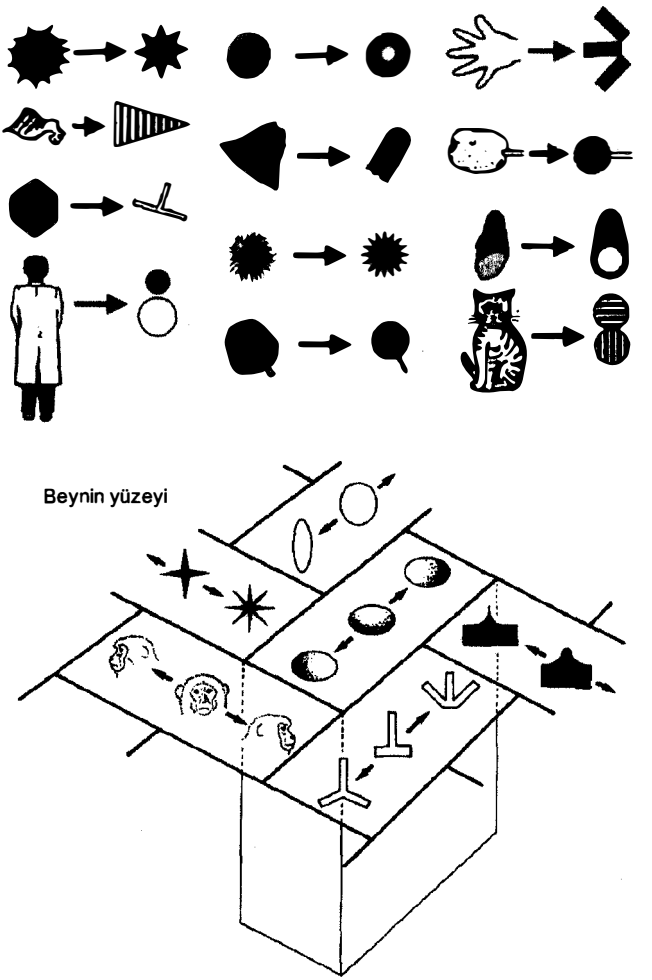
Maymun Beynindeki Alfabe

Piramit modeli, belirli bir nesneye karşılık gelen nöron kodunun, her biri bu nesnenin girdi görüntüdeki bir parçasının varlığını algılayan nöronlardan müteşekkil bir hiyerarşiden oluştuğunu öne sürerek devam etmektedir. Nesneye duyarlı birçok nöron muhtemelen nesnelerin veya onların parçalarının basitleştirilmiş ve kısıtlanmış görüşlerine tepki vermektedir. Bu hipotezi başlangıç noktası olarak alan Japon nörobilimci Keiji Tanaka, olağanüstü bir buluşa imza atmıştır: maymunların beyni, şekillerin parçalarına ayrılmış nöronların yama işini barındırmaktadır. Bu ilkel şekiller de müşterek olarak, birleşimleri herhangi bir karmaşık biçimi tanımlayacak bir tür "nöronal alfabe" oluşturmaktadır.

Tanaka ve meslektaşları, nesnelere karşılık gelen nöron kodları üzerinde çalışmak için karmaşık bir sahneyle başlayan ve onu aşamalı olarak basitleştiren bir yöntem geliştirmiştir (Şekil 3.6). İlk önce bir nöronu güçlü bir biçimde ateşleyecek bir sahne kullanmışlar, sonra da bu sahneyi, azami miktarda ateşleme tetikleyecek mümkün olan en basit şekle sokmuşlardır. Örneğin başlangıçta bir kedinin görüntüsüne karşılık veren bir nöron düşünün. Tanaka, bu nöronun iki tane birleştirilmiş disk karşısında da aynı kuvvetle ateşlendiğini saptamıştır. Bir başka nöron bir elmanın görüntüsünden hoşlanmaktadır, ama aslında bir sapa sahip siyah bir disk karşısında da eşit miktarda tasfiye olmaktadır. Bir küpün görüntüsüyle tetiklenen üçüncü bir nöronsa aslında yalnızca bu küpün merkezi uçlarının birleştiği Y eklemini algılamaktadır. Alt temporal kortekstekı birçok nöron, bir görüntünün böylesi belirgin biçimde basitleştirilmesine aldırmadan ateşlenmiştir.[15]

Yapılan yüzlerce kaydın ardından Tanaka, maymunların kortikal yüzeyindeki nesne nöronlarının oluşturduğu yama işini, gerçeğine yakın biçimde yeniden yapılandırabilmiş, sistematik bir düzen keşfetmiştir. Birbirlerine bitişik olan nöronların benzer şekilleri kodlamaya eğilimli olmasıyla

[15] Tanaka, 2003.



Şekil 3.6. Tanaka'nın görüntü basitleştirme işlemi, temporal kortekste bir mikro-topografiyi ortaya çıkarmıştır. Araştırmacılar, bir nöronu güçlü bir biçimde etkinleştiren bir görüntüyle başlayarak, o görüntüyü, en az başlangıçtaki kadar güçlü bir karşılığı tetikleyen çok daha basit bir görüntüye ulaşana dek aşamalı olarak basitleştirmiştir (üst). Bu minimal şekillerin bazıları harfleri çağrıştırmaktadır (O, T, Y, E vb). Bunlara karşılık veren nöronlar, beynin enine uzanan dikey sütunlar halinde bir düzene sahiptir. Bu nöronlardan biri beyin yüzeyinde dikey yönde hareket ettikçe tercih edilen şekiller de sürekli olarak değişmekte ve şekil tercihinin yerel kısımlarını belirlemektedir (Tanaka, 2003'ten sonra).

birlikte, farklı nöronların tercihleri korteks boyunca yumuşak geçişlerle çeşitlilik göstermiştir (Şekil 3.6). Örneğin Y ve T'nin değişkelerine ayrılmış bir korteks yaması vardır. Başka kortikal kısımlar, yıldızlara benzeyen şekillere, bir yüzün basitleştirilmiş profiline veya 8 şekline özelleşmiştir. Temel şekillerin bütün bir kortikal kataloğu ortaya çıkmıştır. Beyindeki belirli bir bölgede, korteksin dikey sütunlarından birinin içindeki tüm nöronlar aşağı yukarı benzer şekillere ilgi duymaktadır. Ama her biri de aynı zamanda temel prototipteki minik metrik sapmalara duyarlıdır.

Bir bütün olarak bu nöronlar, kabaca bir görüntünün sınıflandırmasını yapan (bu bir yüz mü, değil mi?) ve ayrıntılarını belirleyen (Bu Jennifer Aniston'ın yüzü mü? Kaç yaşında? Mutlu mu?) şekil değişkelerinin bir alfabesini sağlamaktadır. Bu tür milyonlarca algılayıcıdan gelen yanıtları birleştiren beyin, doğada karşımıza çıkabilecek milyarlarca resmi kodlamaktadır.

Tanaka'nın eski öğrencilerinden biri olan Manabu Tanifuji, kendisinden önce gelen deneyleri takip etmiş ve çoklu nöron sütunlarının rastgele nesneleri kodlama biçimini netleştirmiştir. Tanifuji, kendisinin, görsel nesneyle ilintili büyük bir kortikal kod yığınını görmesini sağlayan bir optik kayıt tekniği kullanmıştır.[16] Beyin her etkinleştiğinde yalnızca kısmen anlaşılmış olan mekanizmalar tarafından beynin yansıttığı ışığın miktarı azaltılmıştır. Tanifuji, kortikal yüzeyde gerçekleşen ışık yansımalarındaki küçük değişimleri algılayan hassas bir video kamera kullanarak beynin bütün bir bölümündeki sinir etkinliğini ölçen bir teknik kullanmıştır. Güçlü bir zum lensin yardımıyla kamera, birbirinden yalnızca milimetrenin birkaç onda biri kadarlık bir mesafede –kabaca Tanaka'nın şekil kodlama sütunlarının boyutunda– bulunan etkin yapıları takip edebilmiştir.

Deneylerin birinde Tanifuji, bir maymuna bir yangın söndürücü tüp resmi göstermiştir; buradaki amaçsa beyni içerisinde evrimin herhangi bir rol oynamış olamayacağı nesnelerle uyarmaktır. Bu nesneyi kodlayan kortikal yama, nöron

[16] Tsunoda vd, 2001.

etkinliğini temsil eden seyrek bir karanlık noktalar dizilimi şeklinde kendini derhal göstermiştir. Yangın söndürücüye karşılık gelen bu "kortikal imza", resmin her sunuluşunda belirmiştir. Sonrasında Tanifuji tutamağı ve hortumu resimden çıkarmıştır. Yalnızca kırmızı tübün görüntüsü karşısında bazı noktalar kaybolmuş, diğerleri etkin kalmış ve belki de en şaşırtıcısı da "çıplak" söndürücünün görüntüsü karşısında başka noktalar ışıklanmıştır. Diğer bir deyişle diziliş yeniden düzenlenmiş ve yalnızca bir kısmının tanıdık olduğu gerçeğine rağmen yeni gelen her resme derhal eşsiz birer nöron kodu atfedilmiştir.

Her bir noktadaki tek bir nörondan kayıt alan Tanifuji, altta yatan birleşimsel koda bir miktar ışık tutmayı başarmıştır. Bir noktada, tutamağın görüntüsü nöronları tetiklemeye yetmiştir; tıpkı bir elin dış hatları veya bir kedinin kulakları gibi V'ye benzeyen ve sivri uçlara sahip her şeklin yettiği gibi. Bir başka noktada, nöronlar yalnızca tutmağa karşılık vermiştir; ama düz bir çizgi işe yaramamış, tutamağın bir J gibi kıvrımlı olması gerekmiştir. Üçüncü bir nöron grubunun verdiği karşılık daha da inceliklidir. Bu grup, söndürücünün tankına tepki verdiği kadar başka herhangi bir uzun ve dikdörtgen şekle de tepki vermiştir, ama tutamak veya hortum gibi özellikler eklendiğinde ateşleme sona ermiştir.

Tanifuji'nin deneyleri, temporal korteksimizin ilk kez görünse bile herhangi bir görsel imajı nasıl kodladığının aydınlatılmasına büyük katkılarda bulunmuştur. İşin özü, her biri belirli nöron popülasyonları ve onların olası milyonlarca birleşimi tarafından kodlanan temel şekillerin oluşturduğu bir alfabeden faydalanmaktır. Bir nesnenin farklı parçalarına farklı nöronların karşılık vermesi bir yana, bu nöronlar aynı zamanda o parçaların boşlukta nasıl bir düzene sahip olduğuyla da ilgilenmektedir. Dahası görsel sistemdeki hiyerarşik seviyelerin her birinde benzer bir birleşimsel kod mevcuttur; hiyerarşide yukarı çıkıldıkça, yalnızca tercih edilen şekillerin karmaşıklık yelpazesi ve derecesi yükselmektedir. Görünüşe göre birincil görsel alan (V1) büyük oranda ince çizgilerin

ve nesnelerin dış hatlarının algılanmasına ayrılmıştır. İkincil görsel alana (V2) gelindiğinde nöronlar iyi tanımlanmış eğimlere veya kıvrımlara sahip çizgi kombinasyonlarına halihazırda duyarlıdır.[17] Daha yukarıda, alt temporal korteksin arka kısmında (TEO denen bir alan) bulunan nöronlarsa basit kıvrım kombinasyonlarına göre ayarlanmıştır.[18] Nöronların, örneğin bir F şekline verdiği seçici karşılık, her biri görece sabit konumlara yerleştirilmiş temel kıvrımların basit bir birleşiminin algılanmasına indirgenebilir: üst çubuk, sol üst açı, orta çubuk ve saire. Kısacası, görünüşe göre aynı şema her bir hiyerarşik seviyede tekrar etmektedir: nöronal seçicilik, daha alt seviyelerdeki nöronlar tarafından kodlanan daha ilkel özelliklerin birleşiminin sonucudur.

Öncül Harfler

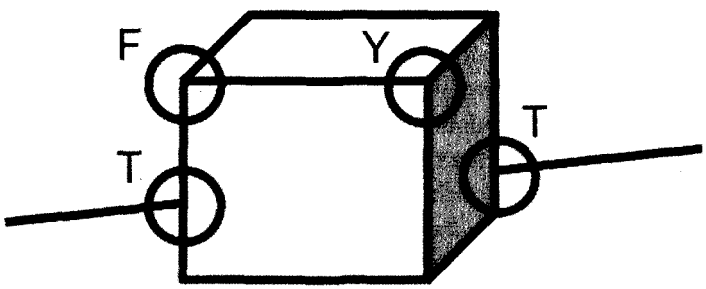
Alt temporal nöronların belki de en çarpıcı özelliği, tercih ettikleri birçok şeklin bizim kullandığımız harflere, sembollere veya Çincedeki temel karakterlere yakından benzemesidir (Şekil 3.4 ve 3.6). Bazı nöronlar bir sekiz şekli oluşturan birleştirilmiş iki halkaya, başkaları bir T oluşturmak için birleştirilmiş iki çubuğa tepki vermekte ve başka nöronlar da bir asteriski [yıldız işareti], bir halkayı, bir J'yi, bir Y'yi ve saire tercih etmektedir. Bu sebepten ötürü, ben bunlara "öncül harfler" [*proto-letters*] demeyi uygun buluyorum. Bu şekillerin, makak maymunlarının beyinlerindeki nöronların tercihlerine böylesine derin bir biçimde gömülü olması oldukça hayret vericidir. Beyindeki bu deponun İbranilerden, Yunanlardan ve Romalılardan miras aldığımız alfabeye bu kadar benzemesi hangi olağanüstü tesadüfün eseridir? Okuma paradoksu, bizim birbirine oldukça uzak olduğunu düşündüğümüz bu iki dünya arasındaki gizemli benzerlikle doruk noktasına ulaşmaktadır: maymun beyninin derinlikleri ve ilk yazıcıların yazmalarını ilk olarak nakşettikleri kil, kamış ve parşömen yüzeyleri.

---

[17] Ito & Komatsu, 2004.

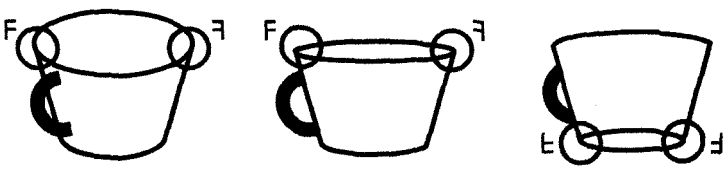
[18] Brincat & Connor, 2004.

Maymunların bu öncül harflerinin görsel alanda ortaya çıkış zamanlarını inceleyerek bu harflerin kökenlerine dair bir kavrayışa sahip olabiliriz. En olası hipotez, evrim sürecinde veya görsel öğrenmenin ömrü süresince bu şekillerin seçilmiş olmasının sebebinin, onların, görsel sahnenin ayrıştırılmasında temel öneme sahip şekillerin oluşturduğu özel bir "alfabeyi" teşkil ettiği şeklindedir. Örneğin doğal sahnelerde T şekliyle fazlasıyla sık karşılaşılmaktadır. Bir nesne bir başkasını maskelediğinde bunların sahip olduğu dış hatlar neredeyse her zaman bir T şekli oluşturmaktadır. Böylelikle de "T algılayıcı" olarak iş gören nöronlar, hangi nesnenin önde olduğunu belirlemede yardımcı olmaktadır.



Bir Y veya F'nin şekli gibi başka belirleyici dış görünüşlerse bir nesnenin birkaç ucunun bir araya geldiği yerlerde bulunmaktadır; bunlar, bir nesnenin keskin köşelerinin ve onların yönelimini nitelemektedir. J ve 8 gibi şekiller de bir başka nesne dış hattı dizisinden, kıvrımlara ve deliklere sahip nesnelerden kaynaklanmaktadır. Tüm bu şekil parçaları, görsel sahnelerin "tesadüfi olmayan özellikleri"ne dahildir, çünkü bunların herhangi bir nesnenin yokluğunda kazara ortaya çıkmış olmaları olası değildir. Yere bir avuç kibrit çöpü attığınızda bunlardan iki tanesinin birleşip bir T şekli oluşturması ihtimali çok düşük, üçünün bir araya gelip de bir Y şekli oluşturması olasılığıysa çok daha düşüktür. Haliyle bu şekillerden biri retinada belirdiğinde beyin de güvenli bir biçimde dış dünyada mevcut olan bir nesnenin dış hatlarına karşılık verdiğini varsaymaktadır.

Eğer beyin tesadüfi olmayan özellikleri kodlamayı faydalı bulursa bunun sebebi şüphesiz bu özelliklerin birleşiminin boyut, derinlik ve ışık bakımından değişimlerde aşırı derecede sabit olmaya meyilli olmasındandır. Bir kahve kupasını elinize alıp çevirdiğinizde, geniş bir bakış açısı yelpazesi boyunca kupanın uçları her zaman için birbirine karşıt duran iki tane F şekli oluşturacaktır. Tek gözünüz kapalı olduğunda bile, kupanın ucunun ve kenarlarının doğru olduğu tek açıyı bulmak imkânsızdır, yani F şablonu kaybolmaktadır; genellikle tam da bu sırada kupanın alt kısmında bir çift başka F şekli ortaya çıkmaktadır:



Birçok durumda uçların birleşme biçimlerinin listesi, sunulduğu açıya bakılmaksızın nesne tanımayı sınırlayan bir sabittir. Görünüşe göre primat sinir sistemimiz bu sabit özelliği keşfetmiş ve onu, şekilleri kodlamada kullanmıştır. Aslına bakılırsa, görsel sahnelerin tesadüfi olmayan başka birçok özelliği vardır. Paralellik bunlardan biridir: eğer iki paralel kesit üç boyutlu bir nesnenin uçları değilse, bir görüntünün bu kesitlere sahip olması olası değildir. Uzamsal düzenlemelerle başka sabitler ilgilenmektedir: eğer bir nesnede bir delik varsa, bu deliğin retina üzerindeki yansıması muhtemelen kapalı bir O biçiminde bir kıvrım olacaktır. Bu tür görsel sabitler öylesine özgündür ki sinir sistemimize oldukça düzgün bir biçimde dahil edilmişlerdir. Californialı psikolog Irving Biederman'a göre, hafızamız nesnelerin görsel imajlarını tüm detaylarıyla depolamamaktadır. Yalnızca nesnelerin tesadüfi olmayan özelliklerini ve o özelliklerin düzeniyle uzamsal bağlantılarının bir eskizini çıkarmaktadır.[19] Bu çıkarma işlemi bizim ilk önce o nesnenin üç bo-

[19] Biederman, 1987.

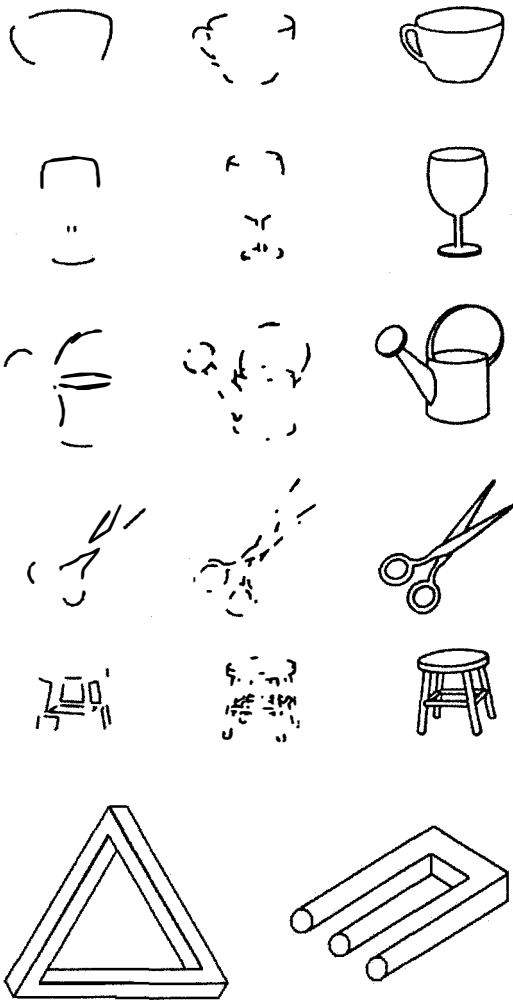
yutlu yapısını oluşturan temel parçaları (bir yüzey, koniler, çubuklar...) yeniden oluşturmamızı, sonra da nesnenin şeklinin bütün bir temsili biçiminde bir araya getirmemizi sağlamaktadır. Biederman, bu hipotezini desteklemek için insanın nesne algısının görüntünün diğer açılarından çok tesadüfi olmayan özelliklerine dayandığı konusunda kanıt toplamıştır. Örneğin bir nesnenin elle çizilmiş haliyle başlayıp sonra bu çizimdeki dış hatları silerseniz algı üzerindeki etki, bu çizimde tesadüfi olmayan özelliklerin korunup korunmadığına bağlı olacaktır:

- Eğer yalnızca iki köşeyi birbirine bağlayan çizgi kısımlarını silerseniz ve tesadüfi olmayan eklem yerlerine dokunmazsanız, nesne kolayca tanınabilir halde kalacaktır.
- Eğer tesadüfi olmayan bütün özellikler silinmişse, nesnenin tanınması esas itibarıyla imkânsızlaşacaktır (Şekil 3.7).[20]

Aynı şekilde, iki nesnenin birbirlerinin aynısı olup olmadığına karar vermemiz gerektiğinde, tesadüfi olmayan özellikler arasında bir ilişki kurulunca farklılıklar apaçık ortaya çıkmaktadır (örneğin "O" harfine karşılık sekiz şekli). Boyut gibi yalnızca metrik özelliklerle ilgileniyorlarsa, bu özelliklerin fark edilmesi de oldukça zorlaşmaktadır (örneğin büyük "O" harfine karşılık küçük "o" harfi).[21] Nörofizyolog Rufin Vogels'la birlikte çalışan Biederman, dönüşümlerin tesadüfi olmayan özelliklere dokunmaması kaydıyla makak maymunlarının alt temporal korteksindeki birçok nöronun, görüntülerin metrik bozulmalarına direndiğini göstermiştir.[22]

Özetle T, F, Y veya O gibi Batılı harflere benzeyen şekiller alt temporal nöronlar tarafından edinilmiştir, çünkü bu şekiller ortaklaşa görüntü dönüşümlerine dayanıklı ve birleşimleri sınırsız sayıda nesneyi temsil edebilecek optimal bir kod oluşturmaktadır. Biyolojik bağlantılardan ötürü başka

[20] Age.
[21] Biederman & Bar, 1999.
[22] Vogels vd, 2001.



Şekil 3.7. Karmaşık nesneler, sahip oldukları dış hatlar tarafından şekillendirilen biçimlenimleri yoluyla tanınmaktadır. Birleştikleri yerlerde bu dış hatlar T, L, E veya F şeklinde yeniden üretilebilir biçimlenimler yaratmaktadır. Eğer bu birleşimler silinirse, görüntülerin tanınması çok daha zorlaşacakken (sol sütun), buna eşit miktarda olup da kesişim noktalarına dokunmayan bir silme işlemi çok daha az zorluğa sebep olmaktadır (orta sütun) (Biederman, 1987'den sonra). Görüntüde düşenlenmiş bir dış hatlar dizisi var olduğu anda, bu dizi tutarlı bir bütün oluşturmasa bile görsel sistemimizin onu üç boyutlu bir nesne olarak algılamaktan başka bir seçeneği kalmayacaktır (altta).

şekillerin de bu alfabeye eklenmiş olması muhtemeldir. Örneğin Tanaka, beyaz bir arkaplan üzerindeki siyah bir noktayı kodlayan bazı nöronlar gözlemlemiştir; bu tür bir göz algılayıcısı, bizim gibi sosyal bir tür için açık bir biçimde gerekli bir aygıttır. Başka nöronlarsa el ve parmak şekillerine duyarlıdır. Ancak alt temporal korteks öncelikli olarak bir grup geometrik şekle ve basit matematik sabitlerine bağlıdır. Sahip olduğumuz harflerin şekillerini kendimiz icat etmedik: bu şekiller beyinlerimizde milyonlarca yıldır yatıyordu ve türümüz yazıyı ve alfabeyi icat ettiğinde biz bu şekilleri yalnızca yeniden keşfettik.

Şeklin Kazanımı

Netlik kazanmayan tek nokta, bu ilkel öncül harflerin beyindeki alfabesinin gerçekten genlerimize mi işlendiği yoksa öğrenme sürecinin bir sonucu olarak her çocukta yeniden ortaya mı çıktığı noktasıdır. Alfabedeki bazı şekiller görme için o kadar faydalıdır ki muhtemelen görsel sistemimize evrim sürecinde önceden yerleşmişlerdir. Doğduktan sonraki ilk birkaç ayda bebekler yüzlerin ve nesnelerin içselleştirilmesi konusunda oldukça duyarlıdır. Yani aslına bakılırsa yüzler, gözler ve T eklemleri "doğuştan gelen" bir şekil sözlüğünün birer parçası olabilir. Evrimsel bir bakış açısından bu, kendi türlerinin üyeleriyle ve çevreyle gerçekleştirdikleri ilk etkileşimlerde primatlara büyük bir üstünlük sağlardı.

Ancak en fazla 30.000 gene sahip insan genomunun, yüzlerden yangın söndürücü tüplere kadar oldukça yüksek sayıdaki temel şekiller için nöral algılayıcılar geliştirmesinde gerekli olan ayrıntılı talimatları ne şekilde barındırabildiğini anlamak zordur. Dahası alt temporal korteksin o ünlü esnekliği bunu olanaksız kılmaktadır. Başlangıçta genetik bir sapmanın gerçekleştiğini hesaba katsak bile görünüşe göre nesne tanımada görev alan nöronların birçoğu, yapılandırılmış görsel çevreyle etkileşim yüzünden seçici hale gelmektedir. Sürekli olarak, beynimizin istatistiksel öğrenme algoritması için birincil verileri sağlayan milyonlarca görüntünün

bombardımanına uğrarız. Görsel sistemimizdeki sinaptik bağlantılar, gelişim sürecinde ve muhtemelen tüm hayatımız boyunca, bizimle en büyük bağlantıya sahip görüntülerin parçalarını kodlamak için sürekli olarak değişmektedir. Bir çocuğa okumayı kortikal esnekliğin en üst düzeyde olduğu küçük yaşlarda öğretmeye başlamamız kesinlikle tesadüf değildir. Çocukları harflerin ve sözcüklerin yapay ortamına sokarak muhtemelen onların alt temporal nöronlarının birçoğunu optimal yazma kodlamasına göre yeniden yönlendirmekteyiz.

Pek çok deney, eğitimde kullanılan nesneler maymunun kendi doğal ortamında karşılaşabileceği herhangi bir şekilden çok uzak kablolar veya fraktaller olduğunda bile, nöronların, gittikçe maymuna ayırt etmesi öğretilen nesneye ayarlanmış hale geldiğini göstermektedir.[23] Görünüşe göre nöronlar tercihlerini, dikkat çeken özelliklerin kayda değer birleşimlerini algılamayı öğrenerek kazanmaktadır. Chris Baker, Marlene Behrmann ve Carl Olson'ın yakın zamanda gerçekleştirdiği bir deney bu noktayı gayet iyi göstermektedir.[24] Bu araştırmacılar, maymunlara iki ucunda karakteristik şekillere sahip çubukları –örneğin birinde bir kare ve diğerinde de üç dişli çatal gibi– tanımayı öğretmiştir. Eğitimlerden sonra bazı nöronlar, kesin olarak bu yabancı şekillerin kombinasyonlarına duyarlı hale gelmek zorunda olduklarından bunlara seçici biçimde karşılık vermiştir. Aslına bakılırsa bu durum o kadar geçerlidir ki nesnenin yalnızca bir ucu gösterildiğinde maymunlar hafifçe karşılık vermiştir. Kısacası, resmin tamamı karşısında gerçekleşen nöron tasfiyesi, her parçaya verilen bireysel karşılıkların toplamından daha büyük olmuştur. Muazzam bir olası şekiller kataloğu dahilinde, bazı nöronlar özellikle sık görülen kombinasyonlar için ateşlenmeyi öğrenmektedir. Nöral envanterimizde, yalnızca potansiyel olarak da olsa başka birleşim noktaları da vardır. Bunlar, maymunlara öğretilene kadar daha yüksek seviye nöronlar tarafından açık bir biçimde kodlanmamaktadır.

[23] Miyashita, 1988; Logothetis, Pauls & Poggio, 1995.

[24] Baker, Behrmann & Olson, 2002.

Öğrenme İçgüdüsü

Serebral esneklik o kadar sık bir biçimde gösterilmiştir ki kimi zaman beynin apaçık bir özelliği olduğu sanılmıştır. Gerçekte öğrenme kapasitesi çok yönlü bir evrim sürecinin sonucudur. Birçok durumda, öğrenmek sakıncalıdır; nefes almayı veya beslenmeyi öğrenmesi gereken bir bebek, çok uzun süre hayatta kalamayacaktır. Ancak bizler, önceden tamamen öngörülemeyecek kadar karmaşık bir dünyaya doğarız ve dolayısıyla beynimiz de bağlantılarını önceden hazırlayamaz. Bu tür durumlar için evrim, nihayet kullanışlı bir numarayla çıkagelmiştir: öğrenme. Sinir sisteminin bir kısmı, gelişim sırasındaki bazı noktalarda ve beyindeki bazı devrelerde dışsal kısıtlamalara uyum sağlamaktadır. Doğal olarak öğrenme mekanizmasının kendisi doğuştan gelmektedir ve nihai olarak çok yönlü genetik mekanizmalar tarafından yönetilmektedir. Dolayısıyla değişmez öğrenme mekanizmalarından ve hatta Peter Marler'ın dediği gibi "öğrenme içgüdüsü"nden[25] bahsetmenin çelişkili hiçbir yanı yoktur. Doğa ve yetişme arasındaki şu eski karşıtlık, bir mittir; öğrenmenin tamamı, doğuştan gelen katı mekanizmalara bağlıdır.

Beynin esnekliğinin sınırlarına dair en net örnek binoküler görüşten, yani iki gözden ortaya çıkan bilginin harmanlanmasından gelmektedir. Kedilerde birkaç hafta, insan olmayan primatlarda birkaç ay ve insanlarda da birkaç yıl devam eden dar bir esneklik penceresi, birincil görsel alandaki bağlantıların iyi biçimde ayarlanmasına imkân vermektedir. Bu esneklik, iki görsel haritayı sıraya sokmakta kullanılmaktadır: nöronlar, iki gözümüzden gelen girdileri ilişkilendirmeyi öğrenmektedir. Bu kritik dönemin sonunda devre donmaktadır. Kritik dönem içerisinde şaşı veya kısık gözlerle bakan çocuklar yaşam boyunca görüş bozuklukları yaşamakta, iki görüntü arasındaki küçük uyumsuzluktan faydalanarak derinliği algılama (stereovizyon) yetilerini kaybetmektedir. Bu örnekte doğa, yetişmeye kısa bir zaman penceresi bırakmaktadır.

[25] Gould & Marler, 1987.

Alt temporal korteksin nesneleri tanımayı öğrenmemizi sağlayan esnekliği de bundan tamamen farklı bir şey değildir. Beynimiz, görsel sistemimizdeki tüm seviyelerde, gelen duyusal verilerdeki bağıntıları aramak ve ortaya çıkan birleşim noktalarını depolamak üzere programlanmıştır. Yani bir nesnenin kimliği, belirli bir sinir hücreleri dizisinde ortaya çıkan bağıntıların çoklu kombinasyonları biçiminde korunmaktadır. Örneğin bir yangın söndürme tüpünün görüntüsü, gövde, tutamaç, hortum, standart kırmızı renk ve muhtemelen birtakım başka şekil öğelerini kodlayan bazı nöron gruplarını da etkinleştirmektedir. Ardından, nöronların bu yeniden üretilebilir düzenlemesi de onları bir dizi halinde bir araya toplayan sinapsların gücündeki artış süresince depolanmakta ve istikrarlı halde tutulmaktadır. Karşılık olarak bu öğelerin her biri, daha düşük seviyedeki daha ilkel özelliklerin bir birleşimi olarak öğrenilmiş olmalıdır. Yani nesneleri tanıma yetimiz nihai olarak bir nöronlar piramidine ve hiyerarşik bir öğrenme şemasına dayanmaktadır.

Bu hiyerarşik piramidin en tepesinde yeni bir sorun ortaya çıkmaktadır. Bu seviyede, bazı nöronlar aynı nesnenin çeşitli görüntülerine –örneğin bir yüzün profilden ve önden görüntüsüne ve hatta bir insanın ismine (Jennifer Aniston)– karşılık vermektedir. Böylesine incelikli bir değişmezlik biçiminin nasıl edinildiği noktası net değildir. Tesadüf yoluyla öğrenme artık işe yaramamaktadır. Belirli bir anda etkinleşen nöronları öylece bir araya getiremeyiz, çünkü bir kişinin tüm yüzünü ve profilini aynı anda asla göremeyiz (tabii, Picasso tabloları haricinde).

Doğal ortamda, bir nesnenin olası birçok açıdan görüntüsü genellikle sıralı biçimde görülmektedir. Tek bir nöron bu görüntülerin hepsinin aynı nesneye ait olduğunu nasıl öğrenmektedir? Tokyo Üniversitesinden Yasushi Miyashita, bu temporal öğrenmeyi gayet iyi açıklayabilecek akla yatkın bir nöron mekanizması keşfetmiştir. Miyashita, alt temporal korteksteki kimi nöronların, çapraz zaman bağıntılarına duyarlı olduğunu göstermiştir.[26] Bir maymun birbiriyle bağlan-

[26] Miyashita, 1988; Sakai & Miyashita, 1991.

tısız fraktal şekilleri ardı ardına gördüğünde bu şekillerin hepsi farklı nöron grupları tarafından kodlanmaktadır. Ancak bu şekiller ya aynı temporal dizilimde ortaya çıkmalarından ya da çiftler halinde sunulmalarından dolayı birbirleriyle temporal olarak bağlantılıysa, beyin onlara aynı nöronları tahsis etmektedir. Bu da bir nöronun, paylaştıkları tek özellikleri yakın temporal sırayla ortaya çıkmaları olan birbirinden tamamen farklı iki görüntüye karşılık verdiği anlamına gelmektedir (Şekil 3.8). Kısacası, görünüşe göre alt temporal korteks, rastgele görüntülerdeki geçici* birleşim yerlerini algılayıp onlara aynı nöronları tahsis ettiği için, gayet uygun bir isme sahiptir.

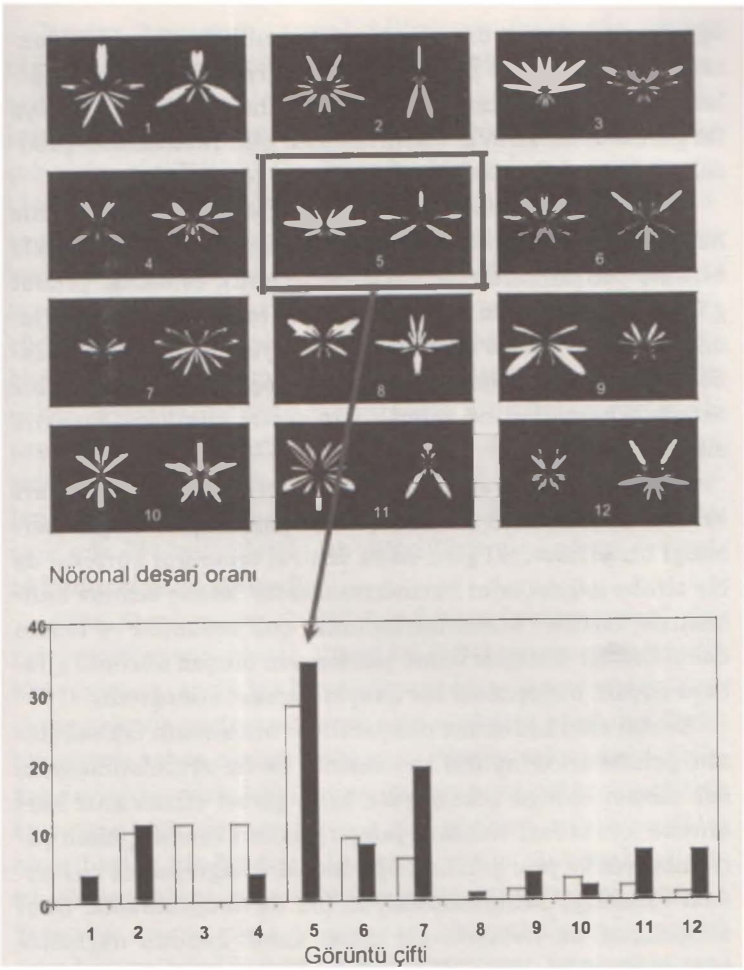
Bu öğrenme mekanizması, oldukça soyut ve değişmez görsel temsiller oluşturabilmektedir. Yakında veya uzakta olmamıza ya da onu önden veya profilden görmemize bakılmaksızın, Jennifer Aniston'ı ne zaman görsek, görüntüler sürekli olarak değişse bile temporal nöronlarımız onun istikrarlı bir temsilini korumayı başaracaktır. Temporal korelasyon mekanizması, okumada da temel bir rol oynayabilmektedir. Örneğin "a" ve "A" gibi büyük ve küçük harfler arasındaki ilişkiyi çözmek sorun değildir. Bu mekanizma daha yüksek bir seviyede aynı zamanda harfler ve konuşma sesleri arasındaki korelasyonu algılayacak ve böylece de etkili bir yazıbirimden sesbirime dönüşüm hattının yerleşmesine katkıda bulunacaktır.

Nöron Geri Dönüşümü

> Yakışıklı bir adam olmak, talihin bir armağanıdır; ama yazmak ve okumak, doğadan gelir.
> William Shakespeare

Şu ana kadarki çerçeveden anlaşıldığı kadarıyla primat görüşümüzün ne doğmadan önce beynimizde yerleşik olduğu ne de herhangi bir yapıdan yoksun ve dış dünyanın merhametine kalmış olduğu görülmektedir. Görsel sistemin genel

* Temporal: İng. "geçici"–çn.



Şekil 3.8. Alt temporal nöronlar, buradaki fraktal görüntüler gibi rastgele şekillere karşılık vermeyi öğrenebilmektedir. Sakai ve Miyashita (1991), makak maymunlarını bu görüntü çiftlerini birbirleriyle ilintilendirmek üzere eğitmiştir. Öğrenmenin ardından, tekil nöronlar her bir çiftin iki üyesine de eşit miktarda karşılık vermeye başlamıştır: büyük ve küçük harfler arasındaki rastgele kültürel bağlantıyı anımsatan geleneksel bir ilişkilendirme.

mimarisi oldukça kısıtlıdır ve kişiye özgüdür, ama her bir nöronun karşılık verme biçiminin ayrıntıları, maruz kaldığımız belirli görsel olaylara bağlıdır. Çok yönlü istatistiksel

öğrenme teknikleri dış dünyanın düzenliliklerini algılamaktadır. Beynimiz öyle inşa edilmiştir ki retinadaki kimi çizgilerin yan yana dizilmesi, T ve L birleşimlerinin varlığı veya iki görüntünün sırayla tekrarlanması gibi rastlantılar çabucak çıkarılır ve kortikal bağlantılarımızda depolanır.

"Öğrenme içgüdümüz" okumayı öğrenme kapasitemizde hayati öneme sahiptir. Çocuklarda oldukça yoğun olmakla birlikte yetişkinlerde de bulunan sinaptik esneklik, primat görsel korteksimizin, harf ve sözcük tanımadan kaynaklanan tuhaf sorunlara kısmen de olsa uyum sağlamasına olanak vermektedir. Görsel sistemimiz geçirdiği evrimden, bir okuyucu beyni haline gelmek için yeteri miktarda esneklik miras almıştır.

Okula ilk kez giren bir anaokulu öğrencisinin beyni harf ve sözcük tanımaya halihazırda alıştırılmıştır. Başka herhangi bir primatınki gibi, onun ventral temporal korteksi de bir alfabe müjdecisini barındırmaktadır. Nesne tanıma halihazırda, bazıları bizim harflerimize çok benzeyen ve benim öncül harfler dediğim temel şekillerden oluşan nöronal alfabeye dayalı, birleşimsel bir ilkeyle hareket etmektedir.

Benim esas iddiamsa okuyabiliyor olmamızın tek sebebinin, primat alt temporal korteksinin bu ön uyumlanmasının var olması olduğu şeklindedir. Eğer görsel sistemimiz harf tanıma için zaruri olanlara yakın işlemleri kendiliğinden yürütmeseydi ve yeni şekilleri öğrenmesini sağlayan az miktardaki esnekliğe sahip olmasaydı, biz de okuyamazdık. Okul döneminde, bu sistemin bir kısmı, kendi kendini değişmez harf ve sözcük tanıma için gayet iyi bir aygıt olacak biçimde yeniden tesis etmektedir.

Bu görüşe göre beynimiz, boş bir levha veya ne kadar rastgele olursa olsun gördüğü her kültürel icadı uysalca kaydeden balmumundan bir tablet değildir. Bunun yanında, evrim sürecinde okumaya bir şekilde bir "modül" adamış, katı bir organ da değildir. Görsel korteksimizi bir Lego yapı setine benzetirsek, bu daha iyi bir mecaz olur: Bir çocuk Legolarla kutunun üzerinde gösterilen standart modeli de inşa edebilir, biraz kurcalayarak çeşitli başka icatlar da yaratabilir.

Benim hipotezim, sosyal bilimlerde fazlasıyla yaygın olan ve insan beyninin herhangi bir kültür biçimini özümseme yetisine sahip olduğunu savunan "kısıtlamasız" yaklaşıma karşı çıkmaktadır. Aslına bakılırsa doğa ve kültür, çok daha girift ilişkilere sahiptir. Milyonlarca yıllık evrim tarihinin bir ürünü olan genomumuz, bir dereceye kadar düzenlenebilse de, öğrenebileceklerimiz üzerine ciddi sınırlar koyan kısıtlı bir beyin mimarisi nitelemektedir. Yeni kültürel icatlar, yalnızca beynimizin sınırlamalarına uyabildikleri ölçüde edinilebilmektedir. Kültürel yapılar, içerisinde evrildiğimiz doğal dünyadan kayda değer biçimde sapmış olabilir; vahşi yaşamda bulunan hiçbir şeyin bir kitabın sayfasıyla uzaktan yakından ilgisi yoktur. Ancak bu yapıların her birinin, beyinde kendilerine ait olan "ekolojik nişi" ya da başlangıçtaki işlevi yeni role yeterince yakın ve esnekliği de bu yeni role dönüştürülebilecek yeterlilikte olan nöron devresini bulması gerekmektedir.

Akla, Stephen Jay Gould tarafından "eksaptasyon" olarak tanımlanan[27] klasik Darwinci bir kavram gelmektedir. Eksaptasyon, antik bir biyolojik mekanizmanın, evrim sürecinde aslında yerine getirmek için evrildiği görevden farklı bir göreve sahip olması şeklindeki dönüşümün adıdır. Kulağın derinliklerinde bulunan ve gelen sesleri yükseltmek için kusursuz biçimde tasarlanmış gibi görünen minik kemikler buna harika bir örnektir; Darwinci evrim bu kemikleri, antik sürüngenlerin çene kemiklerinden yontarak var etmiştir. François Jacob, sıkça alıntılanan bir makalesinde evrimi, arka bahçesinde bir yığın çerçöp barındıran ve ara sıra yeni bir tertibat yaratmak için buradan aldığı kimi parçaları bir araya getiren yorulmak bilmez bir tamirci* olarak betimlemiştir.[28] Benim hipotezime göreyse kültürel icatlar, benzer şekilde antik nöron devrelerinin yeni kültürel nesneler biçiminde yeniden birleştirilmesiyle ortaya çıkmaktadır; bu nes-

[27] Gould & Vrba, 1982.

* Orijinalinde kurcalamak, deneme yanılma yoluyla bulmak anlamına gelen "tinker" kökünden türetilmiş "tinkerer" sözcüğü kullanılmaktadır -yn.

[28] Jacob, 1977.

nelerin seçici olmasının sebebiyse insanlar için kullanışlı ve beyinden beyne yayılabilecek kadar istikrarlı olmalarıdır.

Kültürel öğrenme konusunda, beynin kurcalanması olayı biyolojik evrimin ağır temposundan daha hızlı gerçekleşmektedir. Yeni bir kültürel aracın icadı (geniş bir nüfusa yayılması için birkaç nesil gerektiğinde bile) yalnızca birkaç hafta veya birkaç ay sürmektedir. Dahası kültürel nesnelerin yaratılması, genomda herhangi bir değişiklik gerektirmeyen nöronal öğrenme mekanizmalarına dayanmaktadır. Biyolojik ve kültürel evrim arasındaki bu kökten farklılıklar yüzünden ben, beynimizde meydana gelen kültürel değişiklikleri nitelemek için yeni bir terim önermek istiyorum: "nöron geri dönüşümü".[29]

Nöron geri dönüşümü derken, başlangıçta farklı bir işleve ayrılmış olan bir kortikal alanın kültürel bir icat tarafından kısmen veya tümden işgalini kastediyorum. "Geri dönüşüm" ifadesini kullanmamın amacı da yalnızca birkaç ay gibi kısa bir sürede gerçekleşen değişimi belirtmektir. Merriam-Webster sözlüğüyse "geri dönüşüm" [*recycle*] sözcüğünü, "bir dizi değişimden tekrar geçmek" ve "yeni bir kullanıma uyum sağlamak" şeklinde tanımlamaktadır. Benim anadilim olan Fransızcada *se recycler* fiili, bir takviye kursu alan veya iş piyasasına daha iyi uyum sağlamış yeni bir iş için eğitim gören öğrenciler veya çalışanlar için de kullanılmaktadır. Nöron geri dönüşümü aynı zamanda yeniden uyumlanma ve yeniden eğitimin bir biçimidir: evrimsel geçmişimizdeki belirli bir alan için evrilmiş eski bir işlevi, bugünkü kültürel bağlamda daha faydalı yeni bir işleve dönüştürmektedir.

"Geri dönüşüm" ifadesi aynı zamanda kültürel öğrenmeyi destekleyen nöron dokusunun boş bir levha olmadığı, aksine uygulama yelpazesini sınırlayan özellikler barındırdığı noktasını da netleştirmektedir. Geri dönüştürülmüş cam veya kâğıt, herhangi bir nesneye dönüştürülemez. Bu maddeler, onları kimi kullanım alanlarındansa belirli başka kullanım alanlarında daha faydalı yapan dahili fiziksel özelliklere sahiptir. Benzer biçimde bağlantısallığı, genetik eğilimi ve

[29] Dehaene, 2005; Dehaene & Cohen, 2007.

öğrenme kuralları dolayısıyla her bir kortikal bölge veya ağ da kültürel edinim sürecinde yalnızca kısmen düzenlenebilir olan dahili özelliklere sahiptir. Eğer benim kültürel geri dönüşüm hipotezim doğruysa, kültürel öğrenme önceden var olan bu eğilimleri asla tamamen geri çeviremeyecek, onlar üzerinde çalışacaktır. Sonuç olarak, kültürel nesnelerin son derece itaatkâr ve uyumlanabilir olmalarını bekleyemeyiz. İnsanın kültürel çeşitlilik yelpazesi, nöron ağlarımızın kısıtlamalarıyla sınırlandırılmıştır.

Bir Kültürün Doğuşu

Tahminimce nöron geri dönüşümü, bizim "kültür" dediğimiz şeyin, yani belirli bir insan grubunu tanımlayan paylaşılmış bir zihinsel temsiller dizisinin dengesini sağlamada temel bir rol üstlenmektedir. Evrimsel biyolog Richard Dawkins'e göre, tıpkı üremenin genleri kopyalaması gibi, insan toplulukları da limonlu pasta tarifinden yazı veya din gibi daha temel bileşenlere kadar değişen bir yelpazedeki temel kültür birimleri olan "mem"leri üretmektedir.[30] Bu fikrin en büyük savunucularından biri olan Susan Blackmore, insan beyninden, kültürel temsilleri bir kişiden diğerine kopyalamak için en iyi biçimde uygun hale getirilmiş bir "mem makinesi" olarak söz etmektedir.[31] Ancak Fransız antropolog Dan Sperber'in de ifade ettiği gibi, kültürel üreme kuramına dair bu "memetik" model, esasında basit ve Lamarckçıdır.[32] Bu model, çocukları, akranlarını ve ailelerini taklit eden sadık birer "kopyacı"ya indirgemektedir. Aslına bakılırsa, memlerin ve onların kültürel istikrarının onlarca veya yüzlerce yıllık bir ölçekte güvenilir biçimde kopyalanmasının sağlanması için doğru bir taklit gerekmektedir. Ama bu pasif taklit kavramı, dikkatlice yapılan incelemeye bir engel değildir. Boş bir levha veya bir fotokopi makinesinin aksine beyin, öylece çevresini kopyalayan bir organ değildir. Daha ziyade,

---

30 Dawkins, 1989.

31 Blackmore, 1999.

32 Sperber, 1996; Sperber & Hirschfeld, 2004.

beyin yapılarımız sıkı bir biçimde kısıtlanmıştır ve bizi çevreleyen kültürel temsillere uyumlanmalarını sağlayan tek şey yalnızca küçük bir esneklik bileşenidir.

Öğrenen bir beyin, özünde, çoğaltılacak kültürel temsilleri seçen ve sınırlayan bir filtre gibi hareket etmektedir. Çocukların beyni, kimi çevresel özelliklere göre zarif bir biçimde ayarlanmış olsa da geri kalanlara karşı son derece dirençlidir. Örneğin diğer birçok kültürden farklı olarak bizim kültürümüz zamanın hesabını tutma takıntısına sahip olsa da normal çocuklar, otistik olmadıkları takdirde, her bir tarihe denk düşen günleri ezbere söyleyebilecek takvim hesaplayıcıları haline kendiliğinden gelemezler. Ancak doğduktan sonra birkaç ay içinde her çocuk yüzleri, sesleri, anadili tanımayı ve başkalarına karşı bir empati duymayı öğrenmektedir; doğrusu bu yeterlikler, ciddi duyusal yoksunluk şartlarında bile edinilebilmektedir. Nöron geri dönüşümü hipotezi bizi oldukça mantıklı bir biçimde, "kültürel cazibe merkezleri"nin, yani tüm insanlar tarafından paylaşılan, insan kültürünün temel özelliklerinin istikrarını açıklayan ve eğer çocuklar yalnızca akranlarını taklit etme eğiliminde olsaydı gerçekleşmesi kaçınılmaz olacak savrulmayı engelleyen evrensel yeterlik odaklarının varlığını kabul etmeye yöneltmektedir.

İnsan türünde kültürel seçilim, kendisinin amaçlı karakteri tarafından daha da güçlendirilmiştir. Primatolog David Premack'ın da vurguladığı gibi *Homo sapiens*, pedagoji algısına sahip tek primattır. Başkalarını eğitmek için onların bilgi ve zihinsel durumuyla ilgilenen tek tür insanlardır. En faydalı bulduğumuz kültürel nesneleri etkin bir biçimde iletmekle kalmayız, aynı zamanda –özellikle yazıda görüldüğü gibi– onları amaçlı bir biçimde kusursuzlaştırırız. Beş bin yıldan daha uzun bir süre önce ilk yazıcılar, beyin devrelerimize derinden gömülü olan olağanüstü bir potansiyele rast gelmişlerdir: dili, görüş yoluyla taşıma imkânı. Bu öncül fikir, daha sonra gelen nesillerdeki yazıcılar tarafından kusursuzlaştırılmıştır. Uzun bir eğitim geleneği zinciri bizi, icatlarını bizim primat görsel sistemimiz tarafından daha

kolay benimsenecek hale getirmek için bir nesilden diğerine özenle ve sebatla çalışmış olan bu ilk yazıcılara bağlamaktadır.

Son tahlilde, Dan Sperber'a göre, kültürel bir icadın yeniden üretimi, bir taklit sürecinden çok bir salgınla benzerlik taşımaktadır. Tıpkı virüslerin bağışıklık sistemimize durmaksızın saldırması gibi muazzam bir kültürel temsiller yelpazesi de sürekli olarak bizim ilgimizi kışkırtmaktadır. Bizim savunma sistemimizde bir çatlak bulan bir virüsten çok da farklı olmayan bir biçimde, bu kültürel nesnelerin yalnızca bir kısmı beynimizde yankı bulabilmesi sayesinde bir salgın haline gelmektedir. Bu durum ortaya çıktığında, bu kültürel icatları etkili talimatlar tarafından mümkün kılınmış bir hızda etkin ve kasıtlı olarak başkalarına aktarırız. Bir insan grubunun özünü tanımlayan istikrarlı kültürel temsiller, nihayetinde insan beyninin mimarisine hızlıca dahil olabilenlerdir; çünkü etkili nöron geri dönüşümü yapabilen önceden mevcut devrelerde bir yankı bulurlar.

Yeni bir kültürel icat nöronal nişi bulduğu anda hızlıca çoğalabilmekte ve bütün bir insan grubunu istila edebilmektedir. Sonrasındaysa dengeyi bozmak için olay yerine yeni bir icat gelene kadar bir kültürel istikrar dönemi doğmaktadır. Bir kültür, özetle, bu şekilde doğmakta, üremekte ve yok olmaktadır.

Daha ileride de göreceğimiz gibi "kültürel salgın" mecazı, Bereketli Hilal (antik Sümer), Çin ve Güney Amerika'da bulunan birincil enfeksiyon kaynaklarına ve uzun durgunluk dönemleri tarafından işaretlenen seçici üreme dönemlerine sahip olan yazıya özellikle gayet iyi oturmaktadır. Yani eğer okuma, zihinlerimizi şu anda okuryazarlık kültürümüzün temel öğelerinden birini teşkil edecek kadar geniş sınırlara sahip bir biçimde ele geçirmişse, bunun sebebi oksipitotemporal lobdaki doğal serebral nişi ve bağlantılarını bulmuş olmasıdır. Beyindeki bu bölgenin sözcükleri tanıma ve onların kimliklerini diğer alanlara gönderme yetisi, iki aşamalı bir evrimsel sürecin sonucudur:

- Memelilerin evrimi süresince beliren değişmez nesne tanımanın etkili mekanizmalarının yavaşça ortaya çıkışı.
- Geçtiğimiz beş bin yıllık kültürel evrim süresince, yazı sistemlerinin beyindeki bu nişe uymak için geçirdiği hızlı kültürel uyumlanma süreci.

Bu görüş, beyindeki posta kutusu alanının ilk başta, harflerin veya sözcüklerin şekillerini değil de doğal görüntüleri tanımak için evrildiğini öne sürmektedir. Ne var ki evrim, ona bir öğrenme ve dolayısıyla da kendisini bir okuma aygıtına dönüştürme kapasitesi bahşetmiştir. Yazı sistemlerimiz, bu bölgenin temsil etme yetisine sahip olduğu temel şekilleri aşamalı olarak keşfetmiş ve bunlardan faydalanmıştır.

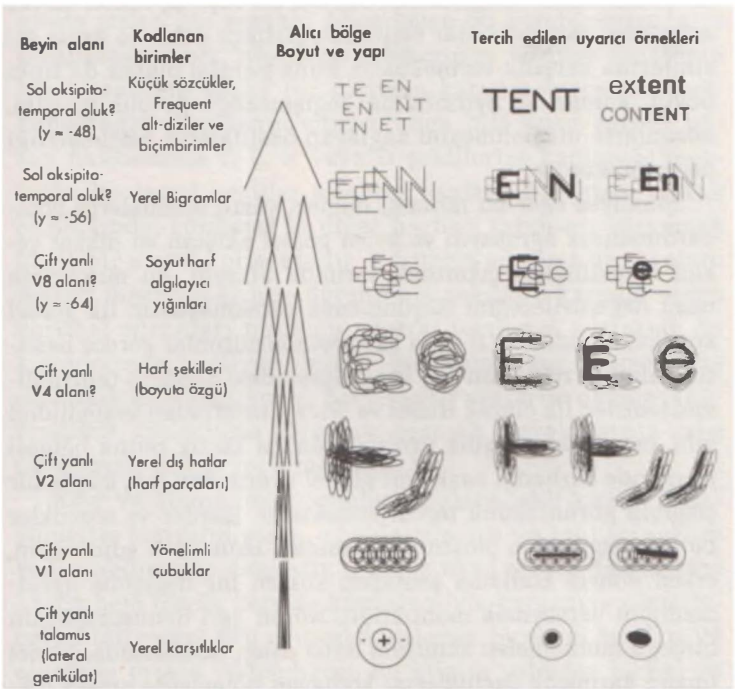
Kısacası, beynimiz, spesifik olarak okuma için evrilmemiştir; okumanın ortaya çıkması için de ne zamana ne de yeterli evrimsel baskıya sahip olmuştur. Tam aksine yazı, beyne uyum sağlamak için evrilmiştir. Yazı sistemlerimiz, onları bir primatın beyninin bile kolayca öğrenebilmesini sağlayan sınırlılıklar altında değişmiştir.

Okuma Nöronları

Eğer başlangıçta görsel nesne tanımaya yönelmiş olan nöron ağları okumanın edinimine uyum sağlıyorsa, bizim de posta kutusu alanındaki nöronların yazılı sözcükleri saniyenin beşte birinden daha az bir sürede nasıl tanıdığına dair ikna edici bir tarife sahip olmamız gerekmektedir. Deneyimli bir okuyucunun beynine ne tür bir nöron kodu kazınmıştır? Her bir harf, hece ve sözcük, kendilerine ait nöronlara mı atanmaktadır? Peki bu nöronların beyin yüzeyindeki dağılımı nasıldır?

Okuyucunun beyninin ayrıntılı bir haritası henüz çıkarılmamıştır. İnsan beynini görüntüleme teknikleri mevcut durumda nöronları tek tek görselleştirememektedir. Ancak diğer primatların beyinlerine dair sahip olduğumuz engin bilgiler, okumaya karşılık gelen nöron kodunun doğası hakkında fikir yürütmemize izin vermektedir. Her ne kadar sinir sisteminin gerçek karmaşıklığını hafife alsalar da kuramsal

modeller yeni deneysel çalışmalar için bir çerçeve oluşturabilir ve yeni görüntüleme tekniklerinin icadına önayak olabilir. Aklımızda bu fikirle, ben ve meslektaşlarım, okumaya karşılık gelen nöronal mimari için deneysel bir model önerdik (Şekil 3.9).[33]



Şekil 3.9. Görsel sözcük tanımayı destekleyen nöron hiyerarşisinin varsayımsal bir modeli. Nöronlar her bir seviyede, hemen altlarındaki seviyeden gelen nöronal tepkilerin birleşimine karşılık vermeyi öğrenmektedir. Piramidin en altındaki nöronlar, karanlıkla aydınlık ve yönelimli çubuklarla dış hatlar gibi yerel karşıtlıkları algılamaktadır. Bu temel şekiller, sözcük ve görüntü tanıma tarafından paylaşılmaktadır. Kortikal hiyerarşide yukarı çıkıldıkça, nöronlar da giderek artan bir şekilde okumaya özelleşmiş hale gelmektedir. Harfleri, harf çiftlerini (bigramlar) ve sonrasında da biçimbirimleri ve küçük sözcükleri algılamaktadırlar. Her bir aşamada alıcı bölge 2 veya 3 faktör kadar genişlerken, nöronal tepki de sözcüğün konumundan ve görüntünün görsel detaylarından gittikçe daha da bağımsızlaşmaktadır (Dehaene vd, 2005'ten sonra).

[33] Dehaene vd, 2005. YBA (Yerel Birleşim Algılayıcı) modeli adı verilen bu öneri, Mozer, 1987 tarafından getirilen modelin genişletilmiş bir halidir.

Önerdiğimiz model, ventral görsel sistemin, beynin arkasındaki oksipital kutuptan temporal lobun ön bölgelerine giden bir hiyerarşi şeklinde düzenlenmiş olduğu biçimindeki bilindik gerçekten yola çıkmaktadır. Daha önce de açıkladığım gibi, bir hiyerarşik seviyeden diğerine geçildiğinde nöronların alıcı bölgelerinin boyutu iki veya üç faktör kadar artmakta, yani nöronlar retinanın gittikçe daha da geniş kısımlarına karşılık vermektedir. Buna paralel olarak da tıpkı boyut, konum ve aydınlatma değişmezliğinde olduğu gibi, nöronların ateşlenmesini sağlayan özelliklerin karmaşıklığı da artmaktadır.

Şimdiyse eğer bu nöronal mimari yazılı sözcüklerin bombardımanına uğrasaydı ve gelen görsel akıştan en dikkat çekici süreklilikleri çıkarmak zorunda olsaydı, bu mimarinin nasıl değiştirileceğini düşünmemiz gerekmektedir. İlk görsel kortikal alandaki (V1) girdi seviyesinde nöronlar görece basittir: yalnızca retinanın dar bir bölgesindeki çizgileri tanıyabilmektedirler. İlk olarak Hubel ve Wiesel tarafından keşfedildiği gibi, her nöron karşılık verdiği oldukça küçük retina bölgesi içerisinde herhangi başka bir görsel uyarıcıdan çok, küçük bir çizginin görüntüsünü tercih etmektedir. Harfler ve sözcükler bu tür çizgilerden oluşturulduğundan, okumanın ediniminin, erken dönem kodlama şemasını kökten bir değişime uğratmadığını varsaymak mantıklıdır. Nöron geri dönüşümlerinin birçoğu muhtemelen akıntının daha aşağı taraflarında, görsel imajın karmaşık özelliklerini kodlayan bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Ne var ki görsel işlemin en ilkel aşamalarının bile deneyimli bir okuyucunun beyninde değişimlere uğraması mümkündür. Fazlasıyla yaygın olduklarından, T ve X gibi şekiller halihazırda V1 alanı tarafından işleme tabi tutulmuş olabilir. Aslına bakılırsa, hem maymunlar hem de insanlar üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri, yoğun bir eğitimin birincil görsel kortekste görsel işlemlerin en başta gelen aşamalarını bile etkileyebileceğini göstermiştir.[34] Çocuğun beyninin çok daha esnek olduğu erken yaşlarda okumanın ediniminin birincil görsel alanlarda benzer değişimlere yol açması muhtemeldir.

[34] Sigman & Gilbert, 2000; Sigman vd, 2005.

Ancak harf şekillerinin birçoğu muhtemelen akıntının daha da aşağı kısımlarında, V2 ve V4 olarak etiketlenen alanlardaki nöronlar tarafından kodlanmaktadır. V2 alanındaki nöronlar, birtakım temel şekilleri kombine ederek temel dış hat algılayıcılar gibi hareket etmektedir. V4 alanında atılan bir sonraki adımdaysa bu kombinasyonların kombinasyonları, nöronların tahminen harfleri de içeren basit şekillere seçici bir biçimde karşılık vermesini sağlamaktadır. Okumanın ediniminden bile önce, birçok nöron halihazırda T, L, X veya O şekillerini kodlayabilmektedir. Bu temel şekiller alfabesi başlangıç noktası olarak alındığında, şüphesiz ki diğer harfleri tanımayı öğrenmek basit bir mesele olmaktadır. Harflerin edinimi, Tanaka'nın makak maymunlarında öğrenilmiş şekillere karşılık veren kortikal sütunları bulduğu ventral temporal korteksin ön kısımlarında başlıyor olabilir. Sonrasındaysa okuma daha otomatik hale geldikçe ve biz de satır aralarını okumayı öğrendikçe, tanımlama süreci de aşamalı olarak beynin arka taraflarına doğru yol almaktadır.[35]

Eğer V4 alanındaki nöronlar yalnızca tekil kıvrım birleşimlerini tanıyabiliyorsa, o halde yalnızca tek bir harf şeklini kodlayabiliyorlar demektir. O halde nasıl oluyor da biz, aynı harfin hem büyük hem de küçük haliyle karşımıza çıkabileceğini biliyoruz? Ben ve meslektaşlarım, bu soyut bilginin V4 alanında ortaya çıkmadığını, bu bilgiye yalnızca birkaç V4 algılayıcıların etkinliğinin birleştirilerek bir sonraki aşamada ulaşıldığını öne sürmekteyiz. Bizim modelimiz, bir harfin büyük ve küçük hallerinin iki lobdaki V8 görsel alanında farklı bir kılıkta –kültürel öğrenme gerektiren bir basamak– aynı harfi temsil ediyor olarak tanındığını varsaymaktadır. Bu bölge, fonksiyonel MRI deneylerimizin, büyük ve küçük halde yazılmış aynı harflerin tekrarlandığını algılama yetisine sahip olduğunu gösterdiği konumdur.

---

[35] Özellikle sol lobda, V4 alanına yakın bir bölge, sağ görsel alanda sözcükler sunulduğunda, dama tahtalarında, yüzlerde veya evlerde etkinleştiğinden daha çok harf dizilerinde etkinleşmektedir. Bkz: Cohen vd, 2000, 2002; Hasson vd, 2002; ve Şekil 3.10.

Nöronların her aşamada uzamsal tolerans kazandığını unutmamak gerekir: farklı alıcı bölgelere sahip birçok algılayıcıdan gelen karşılıkları birleştirdiklerinden, verdikleri karşılıklar da konum ve boyuttaki değişimlere aşamalı olarak daha az duyarlı hale gelmektedir (Şekil 3.9, en sağdaki sütun). Ancak V8 bölgesinde değişmezlik yetersizdir ve retinanın tamamına yayılmamaktadır. Dolayısıyla okuma sırasında harflerin belirebileceği her bir konuma harf algılayıcıların yerleştirilmesi gerekmektedir. "A" harfini kodlayan muhtemelen onlarca nöron sütunu vardır ve bunların her biri de eğer harf retinada kesin bir konumu işgal ediyorsa karşılık vermektedir.

Bigram Nöronlar

Sonraki adımda, nöronlardan gelen ve harflere göre ayarlanmış olan karşılıklar birleştiğinde, harf birleşimlerine duyarlı nöronlara ulaşmaktayız. Bu tür nöronlar, örneğin "A" harfinin bir veya iki harf solunda "N" harfinin var olduğu sinyalini verebilmektedir; "DNA" ve "AND" gibi benzer dizilerin birbirinden ayrılması gerektiğinde bu oldukça kullanışlı bir özelliktir.

Basit temel kuralımızı takip edecek olursak, alıcı bölgenin boyutunun her adımda ikiye veya üçe katlanması gerekmektedir. Dolayısıyla birleşim nöronlarının bir, iki veya üç harfli grupları kodlaması beklenebilir. Eşleşmiş harflerin ne gibi bir önceliği olabilir ki? Bu soruyu yanıtlamak için sinir sisteminin değişmezliği, seçiciliği ve her bir nöron tarafından taşınan bilgiyi azami seviyeye çıkarma ihtiyacını nasıl ele aldığını düşünmemiz gerekmektedir. Yan yana gelmiş üç harfe karşılık veren nöron, bunu yalnızca tek bir konumdayken yapabilmelidir. Haliyle yalnızca birkaç sözcük (belki de "the", "not" veya "was" gibi sık kullanılan gramatik sözcükler) dışında çok az kullanım alanına sahip, sınırlı miktarda bilgiyi iletmesi gerekmektedir. Diğer uçtaysa üç muhtemel konumda bulunabilecek yalnızca tek bir harfi kodlayan bir nöronun da sıklıkla etkinleşmesi, ama harflerin dizideki ko-

numuyla ilgili herhangi bir şeye katkıda bulunmayacağından çok da bilgi verici olmaması gerekmektedir.

Aklımızda bu mantıkla, meslektaşlarım ve ben, nöronların dikkat edeceği en kullanışlı harf kombinasyonunun bir "bigram", yani sırasıyla "E ve N" şeklinde yan yana gelmiş bir harf çifti olduğunu öne sürdük. Bir nöronu bu harf çiftine seçici biçimde karşılık verecek, ama aynı zamanda bu çiftin bileşen harflerinin konumundaki bir miktar değişime de müsamaha gösterebilecek biçimde düzenlemek kolaydır. Şekil 3.9'da da gösterildiği gibi tüm yapılması gereken, E'lerin büyük oranda solda ve N'lerin de büyük oranda sağda görünmesini sağlarken, "E" ve "N" harflerinin kısmen örtüşen bazı algılayıcılarından etkinlik toplamaktır. Elde edilecek "EN" algılayıcı, onun altında yatan herhangi bir harf algılayıcıdan daha fazla konum değişmezliğine sahip olacaktır.

Eğer bigram nöronlar bu şekilde çalışıyorsa, tercih edilen iki harflerinin ortasına yerleştirilmiş birkaç ortanca harfin varlığına da müsamaha gösterebilmeleri gerekmektedir. Örneğin "EN"in bigram algılayıcısı "engel", "bent" ve "ten"le birlikte, "e" ve "n"nin arasına bir başka harfin sokulduğu "teknik" ve "Berna"ya da karşılık vermelidir. Bu özellik, bigram nöronlardaki alıcı bölgelerin yapısından kaynaklanmaktadır. Bu nöronlar, sözcük konumundaki değişimlere uyum sağlamak için kendilerininkinin hemen altındaki seviyede bulunan bir dizi harf algılayıcıdan girdi toplamak zorundadır. Bu harf algılayıcıların alıcı bölgeleri retinanın bir kısmına yayılmış durumdadır ve farklı bir ya da iki harfin gizlice içeri kaçıp kaçmadığını bilmelerinin bir yolu yoktur. Yani bigram nöronların, uzamsal olarak genişlemiş olsa bile belirli bir harf çiftine karşılık vermesi gerekmektedir. Bu karşılık en iyi, bir "açık bigram" veya bir veya iki tane alakasız harf tarafından ayrılmış spesifik bir harf çiftinin tercih edilmesi şeklinde tanımlanabilir.

Bugüne dek hiç kimse bigram nöronları görmemiştir. Bunların varlığı, primat görsel sistemiyle ilgili bildiklerimize dayalı bir tahmindir. Şu an için bu nöronlar, görece ilkel kalan görüntüleme tekniklerimizle doğrudan sınanamayan,

tamamen kuramsal yapılardır. Yani bigram nöronlar, 1930 yılında Pauli'nin nötrinoların var olduğunu ileri sürdüğünde ve ne yazık ki bunların prensipte hiçbir zaman ortaya çıkarılamayacağını eklediğinde (nihayet yirmi altı yıl sonra gözlemlenmişlerdir) nötrinoların kuramsal olduğu kadar kuramsaldır.

Ciddi bilim insanları neden görünüşte bu kadar sebepsiz ve şüpheli kuramlar öne sürer? Bu kuramlar şu anda sınanabilir olmasalar da gelecekteki araştırmalara yol gösterme ve geçmiş deneylere tutarlılık getirme gibi rollere sahiptir. Bilimsel çabadaki en tatmin edici anlardan biri, bir bilim insanının unutulmaz bir "Aha!" ünlemiyle birlikte, öne sürdüğü kuramsal yapılardan birinin gerçekten de deneysel verilerle gayet güzel örtüşen somut bir öngörüye sahip olduğunu fark ettiği andır. Güvenimizi aynı model üzerinde farklı araştırma hatlarının beklenmeyen bir biçimde ortaya çıkışından daha fazla tazeleyen bir şey yoktur. Bizim elimizdeki durumdaysa görünüşe göre bizimkinden tamamen farklı bir önerme altında çalışan Jonathan Grainger ve Carol Whitney isimli iki araştırmacı da yazılı sözcüklerin bir bigramlar listesi tarafından kodlandığı sonucuna ulaşmıştır.[36] Araştırmacılar bu öngörüye sözcük benzerliğini algılayış biçimimizi açıklayabilecek soyut bir kural ararken ulaşmıştır. Ancak geliştirdikleri deneysel gözlemler, bizim bigram nöronlar hipotezimizle kayda değer ölçüde uyumludur. Dolayısıyla tıpkı nötrinolarda olduğu gibi bigram nöronlar hipotezi de bir dizi deneysel bilmeceye ışık tutabilecek ve okumanın nörofizyolojisi ve psikolojisi gibi eskiden birbirinden farklı olan iki disiplin arasında bir köprü kurmaya başlayabilecektir.

Grainger ve Whitney, bir harf dizisinin önceden sunumunun ikinci bir dizinin okunmasını hızlandırıp hızlandırmadığını inceledikleri bir dizi deneyi açıklamıştır. Örneğin "kantar" sözcüğünü görmek, "KANTAR"ı okumayı kolaylaştırmaktadır. Bu da bu iki harf dizisinin ortak bir kodu paylaştığına işaret etmektedir. Aslına bakılırsa tetiklemenin gerçekleşmesi için bir sözcüğün tüm harflerinin tekrar edilmesine

[36] Whitney, 2001; Grainger & Whitney, 2004; Schoonbaert & Grainger, 2004.

de gerek yoktur. Örneğin "kntr" gibi bir harfler alt kümesinin sunumu da "KANTAR"ı hızlandırmak için en az "kantar" kadar etkilidir. Ancak "kdnvtr", "ktrn" veya "trkn" gibi, farklı harflerin eklendiği veya var olan harflerin sırasının değiştirildiği kontrol dizileri, hiçbir tetikleme gerçekleştirmemektedir.[37] Bu da işlem aşamalarının bir noktasında "kntr" ve "KANTAR" harf dizilerinin aynı kodu paylaştığı anlamına gelmektedir. Bu kod açık bir biçimde birkaç harfin silinmesine duyarsız kalmakta ve harflerin sırasıyla ilgilenmektedir. Yapılan başka deneyler, bu kodun aynı zamanda ardışık harflerin yer değiştirmesine de direndiğini göstermektedir. Yani "muftak" harf dizisi, kendisinden sonra gelen "MUTFAK" sözcüğünün okunuşunu, sanki sözcüğün kendisi tekrar edilmişçesine etkili biçimde hızlandırmaktadır.[38]

Önceden yapılan gözlemler, harf dizilerinin harf sıraları şeklinde kodlandığını öne süren birçok okuma modeline özellikle zararlıdır.[39] Bu şema bağlamında, "muftak" ve "mutfak" birbirlerine "murmak" ve "mutfak"tan daha fazla benzememelidir; çünkü iki durumda da beş harften ikisi farklıdır. Ama bu doğru değildir. Aslına bakılırsa "muftak" ve "mutfak" dizileri birbirlerine *fazlasıyla* benzerdir. Buna gerçek hayattan bir örnek olarak, French Connection UK isimli giyim şirketinin isminin baş harfleri olan "FCUK"yi bütün süveter ve tişörtlerinin üzerine gururla basması verilebilir. Şirketin sahipleri, okuyanın beyninin bu kısaltmayı İngilizcedeki basılamayacak bir sözcüğe kendiliğinden bağladığını keşfettikleri için, şüphesiz ki onu çekici bulmuştur. Bu soyut benzerlik etkileri öylesine güçlüdür ki sahip oldukları sözcüklerin ilk ve son hrfaleri hriaç tüm hfalierrn ylereri kışarrıtslıa blie büütn bir ceüymli ouktkmaa çok az zoulrk çirkeez.[40]

---

37 Humphreys, Evett & Quinlan, 1990; Peressotti & Grainger, 1999.

38 Perea & Lupker, 2003; Schoonbaert & Grainger, 2004; Grainger vd, 2006.

39 McClelland & Rumelhart, 1981; Grainger & Jacobs, 1996; Ans, Carbonnel & Valdois, 1998; Zorzi, Houghton & Butterworth, 1998; Harm & Seidenberg, 1999; Coltheart vd, 2001; Perry, Ziegler & Zorzi, 2007.

40 Krıalıştmrıış slökcürzei omkınuan arkasında yatan bilim üzerine derinlemesine bir tartışma için Cambridgeli psikologlardan Matt Davis'in sitesine bkz: http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/~mattd/Cmabrigde/.

Elbette ki bu alfabe çorbasına direnecek kadar güçlü bir kodun var olması gerekmektedir. Bu bilmeceyi çözmek için zorlu bir uğraş veren Grainger ve Whitney, nihayet açık bigramlar fikrine ulaşmıştır. İki araştırmacı, sözcüklerin, harf listeleri şeklinde değil de barındırdıkları harf *çiftlerinin* bir listesi şeklinde kodlandığını belirtmiştir. Önerdikleri şemada, "badge" sözcüğü on bigramlık bir liste tarafından kodlanmaktadır: BA, BD, BG, BE, AD, AG, AE, DG, DE ve GE. Eğer "bagde"de olduğu gibi ardışık iki harf yer değiştirmişse (DG, GD'ye dönüşür), bigramların yalnızca biri değişmekte ve kodun yüzde 90'ı değişmeden kalmaktadır. Bu benzerlik, harflerinden ikisi yer değiştirmiş olmasına rağmen hâlâ "muftak" sözcüğünü okuyabiliyor oluşumuzu açıklamaktadır. "Murmak"ta olduğu gibi alakasız harfler sözcüğe sokulduğunda veya sözcüğün asıl harfleriyle yer değiştirdiğinde, koddaki değişim de daha belirgin olmaktadır. "Murmak" dizisinin "mutfak"ın bigramlarının yalnızca yüzde 30'unu paylaşmakta ve dolayısıyla da herhangi bir tetikleme etkisinin yokluğunu açıklamaktadır. Kodu, kabul edilemez harflerin eklenmesi, birkaç harfin silinmesi veya eklenmesinin etkilediğinden daha fazla etkilemektedir. "kantar" sözcüğü "kntr" dizisindeki tüm harflere sahipken, "kdnvtr" dizisindeki harflerin yarısından daha azına sahiptir. Bigram kodun kısmi silinmelere ve bölgesel değişimlere karşı direnci, hrfaileinrn yrlerei kmırlıştrıaş clemrelüi oukma yeimtizi aıçlktaamakdkır.

Bigram kodun faydalarından bir diğeri de konum ve boyuttaki değişimlere duyarsız olmasıdır. "Mutfak" sözcüğü kaydırılsa, büyütülse veya kısaltılsa bile "m" harfi "t"nin, "t" harfi de "k"nin solunda kalacaktır. Diğer bir deyişle bigramlar, yazılı bir sözcüğün tam konumu ve boyutu tarafından etkilenmemektedir. Bu kodlama şeması, değişmezliğe uyulmasını da garanti altına almaktadır.

Tüm bu argümanları temel alan Grainger ve Whitney, yazılı sözcüklerin barındırdıkları bigramlardan oluşan teferruatlı listeler tarafından kodlandığını öne sürmüştür. Ancak yakın bir inceleme, bu biçimsel önermede birkaç sorun orta-

ya çıkarmaktadır. Öncelikle bu önerme, d ü z en s i z bir sırada olsa bile, h a r f l e r i b o ş l u k l u y a z ı l m ı ş sözcüklerin okunmasının kolay olması gerektiğini öngörmektedir. Aslına bakılırsa bu dönüşüm tüm bigramları korumakta ve hatta harf sırasını daha da belirgin kılmaktadır. Ne var ki bu dizileri okumak zordur. Bir diğer aksaklıksa bigramların listesinin, her bir sözcüğe benzersiz bir kod tahsis etmediğinden, belirsiz kalmasıdır. Örneğin "nana" ve "anna" sözcükleri aynı bigram dizilerine sahiptir: AA, NN, AN ve NA. Eğer görsel sistemimiz yalnızca bigramları tespit ediyor olsaydı, bu sözcükleri birbirinden ayırt edememiz gerekirdi. Hatta "anna" sözcüğüyle aynı bigramlara sahip olan "naanana" gibi yazımları halihazırda kabul etmemiz gerekirdi.

Bigram nöronların biyolojik özellikleri tam da bu noktada Grainger ve Whitney'nin biçimsel önermesinin imdadına yetişmektedir. Bir bigram nöron, tercih ettiği harf çiftine, bu harf çiftinin retinanın neresinde belirdiği gözetilmeksizin karşılık veremez. Başka herhangi bir nöron gibi, onun alıcı bölgesi de sınırlıdır. Yani nöronal bigram kodunun uzamsal seçiciliği vardır ve bu kodun, görsel alandaki kimi noktalarda kopyalanması gerekmektedir. Örneğin bazı bigram nöronlar, "nana"nın sonundaki NA harf çiftine, yani "na" harfleri alıcı bölgelerinin dışında kalan "anna" uyarıcısına değil, başındaki NA çiftine tepki vermektedir. Bigram nöronlar toplu bir biçimde her bir spesifik sözcüğe benzersiz birer kod tahsis etmektedir.

Bölgesel bigram algılayıcıları hipotezi aynı zamanda harfler arasında boşluk bırakmanın okumayı neden yavaşlattığını da açıklamaktadır. Nöronların alıcı bölgeleri, görsel piramidin her bir adımında yalnızca iki veya üç faktör büyümektedir. Sonuç olarak da bigram algılayıcılarındaki harfler, yalnızca iki veya üç harf konumu kadarlık değişimlere müsamaha gösterebilmektedir (*bkz*: Şekil 3.9). Bigram nöronlar, sınırlı alıcı bölgeleri sayesinde, yalnızca bir harf çiftinin ilk harfi ikinci harften iki harften daha az bir uzaklıktaysa ateşlenmektedir. Örneğin EK çiftini kodlayan nöron "tek", "erk"

ve "erik"e tepki verebilirken, "etnik" veya "eriyik"e verememektedir.

Bu akıl yürütme bizi oldukça basit bir öngörüye ulaştırmaktadır: biz bir sözcükteki harfleri aşamalı olarak daha da b o ş l u k l u yazdıkça, okuma performansı makul bir boşluk miktarına direnmeli, ama boşluklar iki karaktere ulaştığında çökmelidir. Fabien Vinckier, Laurent Cohen ve ben, bu kuralı doğruladık. Harfler arasındaki boşluk iki karakteri aştığı anda, sözcük tanıma hızlı ve paralel olarak ilerlemeyi birdenbire durdurmaktadır.[41] Bunu siz de, harfler arasındaki boşlukların yavaşça arttığı aşağıdaki cümlelerde kendiniz görebilirsiniz. B i g r a m n ö r o n l a r ı n ı z , b i r h a r f l i k , v e h a t t a b i r b u ç u k h a r f l i k b o ş l u k l a r a b i l e k o l a y c a m ü s a m a h a g ö s t e r e b i l m e k t e d i r . A n c a k b o ş l u k l a r ı n b ü y ü k l ü ğ ü i k i k a r a k t e r i a ş t ı ğ ı a n d a o k u m a p e r f o r m a n s ı n ı z ç ö k m e k t e d i r : h ı z l ı o k u m a i m k â n s ı z h a l e g e l m e k t e d i r . K e n d i n i z i b a ş l a n g ı ç s e v i y e s i n d e k i b i r o k u y u c u g i b i h i s s e d e r s i n i z ; p o s t a k u t u s u a l a n ı n ı z d a k i b i g r a m n ö r o n l a r k a r ş ı l ı k v e r m e y i b ı r a k m ı ş t ı r !

[41] Vinckier vd, 2006.

Nöronal Bir Sözcük Ağacı

Bigram nöronların gerçekten var olması durumunda, görsel piramidin bir üst aşamasında ne tür bir nöron kodunun var olmasını beklemeliyiz? Hiyerarşinin daha yüksek aşamalarındaki nöronlar kimi bigramları bir araya getirerek karmaşık harf kombinasyonlarına karşılık vermelidir. Bu nöronların alıcı bölgeleri onların, okuyucunun dilinde bulunan en fazla beş harfli dizileri algılamasına izin vermelidir. Hangi dizilerin tercihli olarak kodlanması gerektiğiyse büyük oranda bir yorum meselesi olarak kalmaktadır. Bölüm 1'de okumanın, yazımdan sese ve yazımdan anlama şeklinde paralel iki yolda nasıl düzenlendiğini açıklamıştım. Dolayısıyla daha yüksek seviye nöronlar, iki yoldan birinde daha anlamlı olan harf dizilerini çıkartmalıdır. Bazı nöronlar öncelikle, "de", "yın", "da" gibi belirli ses şablonlarına uyumlanmış sık karşılaşılan yazıbirimlerle ilgilenmelidir. Başka nöronlarsa kısa dilbilgisel sözcüklere ("ama", "ve", "gibi"), sözcük köklerine ("düşün-", "af-"), öneklere ("anti-", "pre-") veya soneklere ("-ma", "-mak", "-ce") tepki göstermelidir. Bu seviyede, biçimbirimlerin, yani dilin semantik bir anlama sahip en küçük birimlerinin beyinde işlenmesini beklemek mantıklıdır.

Ancak bu aşamada görsel sistemin yalnızca yazıma dikkat ettiğini unutmamalıyız. Görsel sistem sadece kavrayış ve telaffuz için gerekli olan bilgiyi aktaran ve sıkça karşılaşılan harf dizilerini algılamaktadır. Dolayısıyla benim çizmeye çalıştığım nöronal model, "sahte biçimbirimler"in –yani sözcük kökü gibi görünen, ama aslında sözcüğün anlamıyla hiçbir ilişkisi olmayan karakter dizilerinin– tıpkı gerçek modeller gibi çıkartılması gerektiğini öngörmektedir. Yani görsel sistemimiz, "kalkışma" sözcüğünü kör bir biçimde "kalk" kökü, "-ış" eki ve "-ma" eki şeklinde parçalamalı ve bunu, aynı anlamlara sahip olmasalar bile "kalk", "kalkış" ve "kalkışma" sözcükleriyle aynı dosyaya yerleştirmelidir. Hem İngilizcede hem de Fransızcada yapılan çok sayıda deney, bu tür kör bir parçalanmanın gerçekleştiğini doğrulamaktadır: yaklaşık bir sözcük ağacının çıkarılması, görsel sözcük tanımada "kaz" sözcüğünün sunumunun anlamsal olarak bağlantısız

ama yüzeysel olarak benzer bir sözcük olan "kazık"ın okunmasını tetikleyebileceği ölçüde otomatik ve bilinçsiz biçimde atılan anahtar bir adımdır.[42]

Bölüm 1'de sözcüklerin, harflerden yaprakları olan ve dalları da görsel sistemimiz tarafından çıkartılan harflerin çeşitli kombinasyonlarından oluşan ağaçlar gibi davrandığını vurgulamıştım. Bu ağaç diyagramı, posta kutusu alanındaki milyonlarca nöron ve bu nöronların milyarlarca ara bağlantısı tarafından oluşturulmuş anatomik ağaçla örtüştüğünden artık oldukça gerçekçi bir anlama sahiptir. Başlangıçtaki çizgi algılayıcılardan bigram ve biçimbirimlere duyarlı nöronlara kadar her biri, sözcük tanımaya kendi küçük katkısını koymaktadır. Bir sözcük, beyindeki bu hiyerarşinin hiçbir noktasında tek bir nöron tarafından temsil edilmemektedir. Her bir seviyede etkin hücrelerin büyükçe bir dizisi, basılı sözcüğün noktalarla oluşturulmuş portresini ortaklaşa boyayan engin bir özellikler toplamını temsil etmektedir. Tıpkı yüz yıllık bir meşe ağacı gibi bu nöronal ağaç da sağlam yapılı ama esnektir ve doğal çevresindeki değişimlere dirençlidir. Retinadaki bir sözcük değişimi ani bir rüzgâr gibidir: yaprakları ve küçük dalları karıştırır, ama gövdeyi ve ana dalları etkilemez. Böylelikle, bir sözcüğü temsil eden nöronal ağaç boyut, konum, şekil ve hatta bileşen harflerin bölgesel sıralamasındaki değişiklikler karşısında sabit kalmayı başarmaktadır.

Şekil 3.9'da çizdiğim düzenli bir hiyerarşik yapıya sahip nöronal ağaç, sinir sistemimizin gittikçe artan detaylılığı için muhtemelen fazla basittir. Bu çizime, basitlik adına yalnızca birbirlerini uyaran nöronlara işaret eden uyarıcı bağlantıları dahil ettim. Aslına bakılırsa nöronlar, komşularını da dizginlemekte ve onların ateşlenmelerini baskılamaktadır. Dizginleyici bağlantılar, sözcük tanımada önemli bir rol oynuyor olabilir; örneğin girdi dizisindeki belirli bir harfin yokluğunun uyarısını verebilirler. Dahası ben her bir nöronun, ileri besleme davranışıyla sürekli yükselerek yal-

[42] Rastle vd, 2000; Longtin, Segui & Hallé, 2003.

nızca hemen üzerindeki seviyeye bağlandığını varsaydım. Ancak gerçek hayattaki sinir sisteminde "yanal" veya "yatay" olarak bilinen diğer bağlantıların belirli bir görsel alan *içindeki* nöronları bağladığı bilinmektedir. Birincil V1 alanında bu bağlantılar, tüm nöronlar aynı görsel yorumlamaya oy verdiğinde (örneğin nöronlar aynı siluetin farklı kısımlarını kodladığında) bu nöronların birbirlerini desteklemesine yardımcı olmaktadır. Bu tür bağlantılar, harf ve bigram seviyelerinde, "q" harfini neredeyse her zaman "u" harfinin takip etmesi gibi ardışık harfler arasındaki olasılık ilişkilerini kodlayabilmektedir.

Son olarak da görsel hiyerarşide belirli bir alandan onun *öncülüne* giden "azalan" yansımaların da görsel kortekste fazlasıyla bulunduğunu unutmamamız gerekmektedir. Bu geri besleme bağlantıları, bağlama bağlı olarak belirli harf kombinasyonlarını önceden seçebilmektedir. Aynı zamanda özellikle el yazısını çözerken oluşan kimi belirsizlikleri ortadan kaldırmaya da yardımcı olmaktadır. Elle yazılmış sözcükler genellikle önce harfleri tanıyıp sonra onları sözcükler halinde birleştirmek şeklinde seri olarak çözülemez. "Gecikmesi" ve "edecekti" sözcüklerindeki "e" ve "c" harflerinin tamamen aynı şekle sahip olduğu *Gecikmesi halinde toplonluyu iptal edecekti* cümlesini hatırladınız mı? Bu tür durumlarda harf tanıma, sözcük tanımadan önce değil, sonra gelmektedir. Cümlenin bağlamının da desteğiyle, "edecekti" sözcüğü "e", "d" ve "c" harfleri lehine muhtemelen yukarıdan aşağıya bir oy göndermektedir.[43] Aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bağlantıların arasındaki süregiden karşılıklı etkileşim, Selfridge'in Bölüm 1'de incelediğimiz "mahşer yeri" için nöronal bir uygulama sağlamaktadır. Nöron popülasyonları tam anlamıyla bütün grup bir anlaşmaya varana dek sürekli olarak tüm yönlere mesajlar gönderen ve böylelikle ellerinde bulunan parça halindeki verileri birbirlerine ileten bir şeytanlar meclisi olarak hareket etmektedir.

[43] Reicher, 1969; Spoehr & Smith, 1975; Rumelhart & McClelland, 1982.

Okumaya Kaç Nöron Ayrılmıştır?

Yukarıda çizdiğim hiyerarşik model, okuma için gereken nöronların sayısında bir patlamaya yol açacak gibi görünebilir. Eğer görsel sistemimizdeki her bir aşama, kendisinden önce gelen aşamada ortaya çıkan olası tüm nöron kombinasyonları temsil ediyorsa, gerekli olan nöronların sayısının, akla mantığa sığmayacak ölçülerde artması gerekmektedir. Neyse ki durum, böyle olmak zorunda değildir.

Önerdiğim modelden kaynaklanan birleşimsel sorun için basit çözümler mümkündür. Bir tarafta nöronların her bir işlem aşamasında yalnızca sıkça karşılaşılan ve okumayla ilintili harf kombinasyonlarını, yani tüm olası harf kombinasyonlarının küçük bir alt kümesini çıkartması gerekmektedir. Örneğin bigram seviyesinde, İngilizcede yaygın olan EN harf çiftini algılayan algılayıcılar olmalıdır, ama görsel sistemimizin hiç ortaya çıkmayacak QR veya JB gibi harf çiftlerine nöronlar tahsis etmesi pek de olası görünmemektedir. Bu hipotez, yakın zamanda bir sıklık eğiliminin gözlemlenmesiyle de desteklenmiştir: bir bigramla ne kadar sık karşılaşılırsa, posta kutusu alanındaki etkinlik de o kadar güçlü olmaktadır.[44] Bu hipotez aynı zamanda bu alanın neden "zhgsieq" gibi rastgele harf dizilerinden çok gerçek sözcüklere veya "taklamak" gibi akla yatkın sahte sözcüklere karşılık verdiğini de açıklayabilir.[45]

Öte yandan nöronlar gittikçe karmaşıklaşan görsel özellik kombinasyonlarına karşılık verdiklerinden onların değişmezliği daha büyüktür ve dolayısıyla nöronlar, okumayla ilintili olmayan başka farklılıkları da azaltmaktadır. Örneğin büyük ve küçük harfler arasındaki ayrım, bir sorun olmayı görsel akıştaki erken bir aşamada (muhtemelen V8 alanında ve onun ötesinde) bırakmaktadır. Konu bigram nöronlar olduğunda da benzer şekilde olası harf çiftlerinin sahip olduğu yüksek sayı, kodlanan konumların sayısı tarafından dengelenmektedir; çünkü nöronların alıcı bölgeleri her aşamada genişlemektedir.

[44] Binder vd, 2006.
[45] Cohen vd, 2002.

Aynı zamanda okuma sırasında gerçekleşen göz hareketlerinin ilgili sözcükleri görsel alanın sığ, foveaya yakın bir bölgesine, çoğunlukla da foveanın sağ tarafında çektiğini unutmamak gerekir. Bizler okumayı öğrenirken, bu konumları kodlayan nöronlara da harf veya bigram algılayıcılarına dönüşme fırsatı sunulmaktadır. Elbette yalnızca bakışın merkezinde veya merkezin biraz sağında, yataya yakın bir açıyla sunulan sözcükler, ventral oksipitotemporal yol tarafından etkili biçimde işlenmektedir.[46] Yani konuyla ilgisi olan sınırlı sayıda nöron vardır.

Sonuç olarak, görsel sözcük tanımada gerekli korteks miktarına dair kabaca bir tahminde bulunabilir miyiz? Eğer Batı alfabesinde yirmi altı harf, bu harflerin okuma sırasında retinada belirebileceği yaklaşık yirmi konum olduğunu düşünürsek, başlangıçtaki harf algılayıcı kitlesi için aşağı yukarı beş yüz nöron sütunu gerekmektedir. Ölçülü bir varsayımla beynin her milimetre karesine on sütun düştüğünü düşünürsek, bu işlem aşaması, beynin yarım santimetre karesine sığmalıdır. Sonraki seviyede, bigram nöronlar tarafından üç yaklaşık konumun (sözcüğün başı, ortası ve sonu) kodlandığını ve sözcüklerin çoğunluğunun temsil edilmesi için en yaygın iki yüz bigramın yeterli olacağını varsayarsak, sonraki seviyede yaklaşık olarak altı yüz bigram nöron sütununa ulaşmaktayız. Yine bunlar da yarım santimetre karelik bir kortikal yamayı işgal etmektedir. Nihayet bigramların daha uzun diziler halinde birleştirildiği bir üst seviyede, yazımı halihazırda depolanmış olan birkaç on bin sözcüğün temsil edilmesi için de yaklaşık beş yüz önek, sonek, kök ve karmaşık yazıbirimin yeterli gelmesi mantıklıdır. Bu da yine beynin yarım santimetre karesi anlamına gelmektedir.

Her ne kadar kabaca yapılsalar da bu büyüklük sıralamaları, basit bir öngörüde bulunmaktadır: bu sözcüklerin harfler, bigramlar veya biçimbirimler tarafından kodlanmış olmasına bakılmaksızın bu temsillerin her biri beyinde neredeyse aynı miktardaki yüzeyi, yani sekiz milimetrelik bir çapa

[46] Bouma, 1973; Lavidor, Babkoff & Faust, 2001; Nazir vd, 2004; Vinckier vd, 2006.

sahip bir daireye karşılık gelen yarım santimetre karelik bir yamayı kaplayacaktır. Karşılık olarak, bu da bilgi bir seviyeden diğerine ilerledikçe bir sözcük tarafından tetiklenen kortikal etkinliğin görsel beyinde ileri doğru yaklaşık sekiz milimetre ilerlemesi gerektiğini öngörmektedir (Şekil 3.9). Çarpıcı bir biçimde, beyin görüntüleme de uzamsal bir ilerlemenin varlığını doğrulamaktadır. Okuma, beynin arka tarafından başlayıp sol oksipitotemporal oyuğun ön kısmına kadar uzanan birkaç santimetre boyundaki dar bir beyin şeridini etkinleştirmektedir. Bu şeritte işlevsel alt bölünmelerin de gerçekleştiği saptanmıştır.[47] Nöron kodu, beynin ön tarafında doğru ilerledikçe açık bir biçimde daha soyut bir hal almaktadır.

Okumak için gereken nöronların sayısına dair yaptığım tahminler elbette ki kabataslaktır. Bu tahminlerde kimi etkenler hesaba katılmamıştır. Keiji Tanaka'ya göre beyindeki bir sütun *içinde* birbirlerine komşu olan nöronlar aynı temel şeklin değişkenlerini kodlayabilmektedir. Örneğin maymunlardaki komşu nöronlar bir daireyi, bir elipsi ve patates şekilli bir nesneyi kodlayabilmektedir. Eğer bu fikir okumaya uyarlanırsa çeşitli nöronların, örneğin belirli bir ünsüzle farklı ünlülerin (ta, te, ti, to, tu...) veya tam tersinin (sa, na, ta, ra, la, ca...) olası tüm kombinasyonlarını kodlayabileceği "birleşimsel sütunlar"ın varlığını öngörebilir. Eğer durum bu olsaydı kortikal kod o kadar sıkıştırılmış olurdu ki yazılı herhangi bir sözcüğü temsil etmek için beyindeki yalnızca birkaç on sütun yeterli gelirdi. Beyinde daha az yer kaplayacağından bu çözüm sözcükler, nesneler ve yüzler için kullanılan sütunların birbirine karışmasına imkân sağlardı. Beyin görüntüleme ve kafatası için kayıtları, beyindeki bir bölgenin tercihinin nadiren kategorik olduğuna işaret etmektedir.[48] Posta kutusu alanı muhtemelen bir kısmı yüzlere, aletlere ve çeşitli başka görsel şekillere tepki verirken bir kısmı da harflere karşılık veren kortikal sütunların bir karışımını içermektedir.[49]

---

47 Dehaene vd, 2004; Vinckier vd, 2007.

48 Allison vd, 1994, 1999; Haxby vd, 2001; Grill-Spector, Sayres & Ress, 2006.

49 McCrory vd, 2005.

Kısacası, önermiş olduğum şema, görsel sözcük tanımaya müsait olan beyin miktarıyla uyumludur. Okumaya ayrılmış nöronların sayısındaki bir patlamadan kaçınılabilir. Gereken tek şey, nöronları tutumlu bir biçimde en sık karşılaşılan, en bilgilendirici ve en sabit harf kombinasyonlarına pay edebilecek verimli bir öğrenme mekanizmasıdır.

Okuyan Beyni Taklit Etmek

Okumanın nöronal mimarisinin net bir resmine muhtemelen yalnızca mimarisi beyninkine benzeyen bir bilgisayarda okumanın ediniminin taklit edilmesiyle ulaşılacaktır. Ancak şu anda böylesi bir simulasyon erişilmez bir hayal olarak kalmaya devam etmektedir. Binlerce saatlik okumanın posta kutusu alanındaki milyonlarca nöron üzerindeki etkisini kopyalamak için bugün sahip olduğumuz herhangi bir makineden çok ama çok daha güçlü bir süper bilgisayar gerekmektedir. Şu an için yalnızca, nöron ağlarının simulasyonuna ayrılmış yeni bilgisayarların doğuşuyla birlikte gelecekteki bilgisayar gücündeki ilerlemenin okuyan beynin düzgün bir simulasyonunu nihai olarak ortaya çıkarmasını umabiliriz.

Bu sıradaysa bir simulasyonun dünyadaki birçok farklı yazı sistemini nasıl bünyesinde birleştirebileceği üzerinde düşünmenin zararı olmaz. Prensipte, Batı yazısının beyin mimarisinin Çince yazı için de geçerli olması gerekmektedir. Bu mimari Çinceye maruz kaldığında, sık karşılaşılan karakterlerin dahili bileşenleri kadar bu karakterlerin kendilerine göre de ayarlanmış nöronlar geliştirmelidir. Elbette Çincedeki karakterlerin çoğu, karşılığında standartlaştırılmış birkaç vuruştan, yani hiyerarşik bir öğrenme algoritması tarafından kolayca tespit edilebilecek iç içe geçmiş bir görsel süreklilik dizisinden oluşan, az sayıda anlamsal ve sessel işarete sahiptir. Davranışsal deneyler, Çincede okumanın bu tür bir hiyerarşik ve birleşimsel şemaya dayandığını halihazırda göstermektedir.[50] Ancak bigram nöronların Çincedeki denkleri hâlâ keşfedilmeyi beklemektedir.

[50] Ding, Peng & Taft, 2004.

Nöronlar, Batı alfabesi okurları arasında bile muhtemelen farklı boyut birimlerine duyarlı hale gelmiştir. Saydam bir yazıma sahip olan İtalyanca gibi diller, yalnızca mütevazı bir harf ve bigram algılayıcı kitlesini gerektirmektedir. Ancak opak bir yazıma sahip olan İngilizce veya Fransızca gibi diller, konuşma seslerinde karşılık bulan "ough", "tion" veya "ould" kadar geniş ve karmaşık yazım birimlerini kodlamak için daha yoğun bir nöron dizisine ihtiyaç duymaktadır.[51] Harf seviyesinin ötesine geçen bu tür süreklilikler yalnızca görsel hiyerarşide yüksek bir konumda bulunan nöronlar tarafından çıkartılabilir. Yani bizim modelimiz, beynin İngilizcede, İtalyancada okumanın başvurduğundan daha geniş ve daha ön bölgelerine başvurduğunu öngörmektedir. Şekil 2.20'de de gördüğümüz gibi, Eraldo Paulesu ve meslektaşlarının gözlemlediği de tam olarak budur.[52] Benzer biçimde Japoncada da (binlerce karakteri ezberlemeyi gerektiren) Kanji ve (yalnızca kırk altı heceye sahip olan) Kana yazı sistemlerine karşılık gelen beyin etkinlikleri arasındaki farklılıklar da boyut ve karmaşıklık açısından çarpıcı farklılıklara sahip görsel envanterlerin öğrenimine atfedilebilir.[53]

Okumayı Şekillendiren Kortikal Eğilimler

Her ne kadar okumanın ediniminin sistematik olarak beynin aynı bölgesinde birleştiğini biliyor olsak da, bu konumun seçilmesinin net sebebi hâlâ bir gizem perdesinin ardındadır. Posta kutusu alanı neden sistematik olarak sol lobda yer almaktadır ve bu durum neden dünyadaki tüm okuyucular ile yazı sistemlerinde geçerlidir? Bu bölgenin nesne ve yüz tanımayla ilgili diğer alanlardan ayrılmasına izin veren şey nedir?

Görsel kortekse her ne kadar kayda değer miktarda esneklik bahşedilmişse de bu bölgeyi, öğrenmenin üzerine nakşedildiği bir "boş levha" olarak düşünmemek gerekir.[54] Beyni-

[51] Ziegler & Goswami, 2005.
[52] Paulesu vd, 2000.
[53] Ha Duy Thuy vd, 2004; Nakamura vd, 2005.
[54] Quartz & Sejnowski, 1997.

mizin tüm bölgelerinin eşdeğer olmadığına işaret eden şey, tam da beynimizin, düzeni tüm insanlarda tamamen aynı olan tekrar üretilebilir alt bölgelere bölünmüş olduğu gerçeğidir. Erken dönemdeki eğilimler okuyucunun görsel beynini şekillendirmeli ve okumanın tutarlı biçimde yerelleşmesini açıklamalıdır. Bu nöronlar, harf ve bigram algılayıcıları şeklinde geri dönüşüme bile uğramadan önce, muhtemelen görsel duyarlılığın ve onları özellikle okuma için uygun hale getiren dil alanlarına karşı yansımanın dahili özelliklerini paylaşmaktadır.

İlk eğilimlerden biri Weizmann Enstitüsünden Uri Hasson, Rafi Malach ve onların meslektaşları tarafından yakın zaman önce tanımlanmıştır.[55] Bu araştırmacılar, beyin görüntülemeyi kullanarak çevresel görüntülere karşın merkezi görüntülere yönelik tercihin bir görsel bölgeden diğerine değişiklik gösterdiğini saptamıştır. Beş veya altı santimetre uzunluğunda dümdüz bir tercih eğimi tüm ventral görsel korteksi kesmektedir (Şekil 3.10). Birincil görsel alandan fazlasıyla uzak olanlar da dahil olmak üzere beyindeki her bir nokta, retinadaki belirli bir konuma dair karakteristik birer tercihe sahiptir. İki lobda da beynin yanlarında yer alan bölgeler foveaya yakın bir noktada sunulan kaliteli görsel uyarıcıları tercih ederken beynin orta çizgisine yakın bölgeler görsel alanın çevresinden gelen girdileri tercih etmektedir. Bu eğimin kökenleri bilinmemekle birlikte, tam boyutu ve pürüzsüzlüğü, embriyonik gelişim süresince oluşan eğimleri andırmaktadır. Örneğin bir hayvanın omurgası üzerinde kuyruğa doğru inildikçe o omurganın büyüklüğünün nasıl yumuşak bir geçişle azaldığını düşünün. Bu tür yumuşak bir çeşitliliğin, klasik bir biyolojik mekanizmadan, morfojen adı verilen ve gelişmekte olan organizma boyunca yayılıp temel uzamsal planını özelleştiren bir kimyasal mesajlar toplaşımındaki* bir değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir.[56]

---

[55] Levy vd, 2001; Hasson vd, 2002; Malach, Levy & Hasson, 2002.

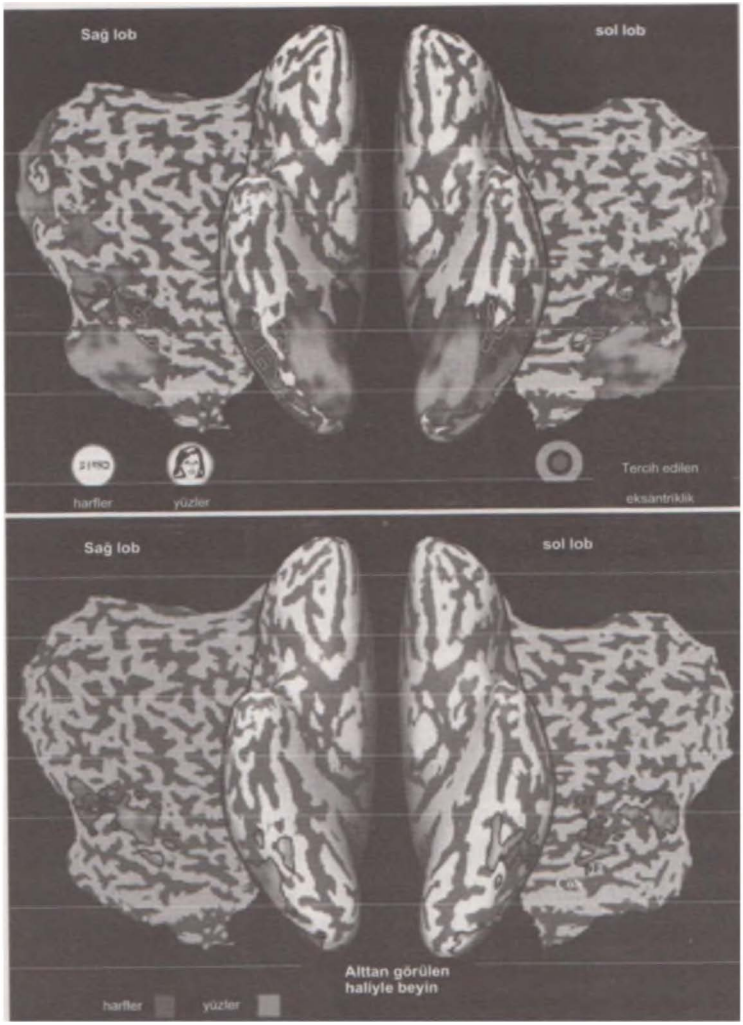
[56] Turing, 1952.

* Toplaşım: İng. "concentration". Terimin Türkçeleştirilmesi adına, "konsantrasyon" değil, "toplaşım" şeklinde kullanılacaktır –çn.

Bu kavram, doğada bulunabilecek harika şekillere merak duyan matematikçi Alan Turing'e dayanmaktadır. Turing, eğer maddeler biyolojik doku boyunca yayılırlarken kimyasal olarak tepki veriyorlarsa, bu maddelerin uzamsal bir düzene sahip şablonları ortaya çıkarabileceğini matematiksel olarak göstermiştir. Bir morfojen sabit bir uzamsal konumdan başlayarak yayıldığında geçici bir uzamsal işaret görevi gören, azalan bir toplaşım eğimi yaratmaktadır. Örneğin eğer morfojen seviyesi beynin kenarlarına oranla merkezinde daha yüksekse ve eğer bu toplaşım foveadan gelen sinir telciklerinin çekiciliğini ayarlıyorsa sonuç, genetik olarak bir eğilime sahip bir ağ olacaktır. Bu sistem, beynin yanal bölgelerini, tam olarak da Uri Hasson ve meslektaşları tarafından gözlemlenen uzamsal düzeni kullanarak, tercihen yüksek çözünürlüklü uyarıcıları işleyecektir.

Bu retinal tercih eğiminin okumayla bağlantısı nedir? Hasson, posta kutusu alanının tüm bireylerde bu eğimdeki kesin olarak belirlenen bir konuma, ince tanecikli foveal görüntülere karşı sahip olduğu muazzam tercihle tanımlanan bir yere denk geldiğini gözlemlemiştir. Yüzleri tercih eden komşu bölge de aynı zamanda foveaya eğilim göstermekteyken, evlerle veya dış mekân sahneleriyle ilgilenen bölge, görsel alanın çevresini tercih etmektedir.

Bu gözlemlere dayanarak okumanın neden geliştiği yerde geliştiğini açıklayan basit bir senaryoya ulaşabiliriz. Görsel nöronlar doğuştan itibaren zaten eğilimlere sahiptir; bazıları foveayla olan tercih edilmiş bağlantıları sayesinde ince tanecikli görsel ayrıntıları öğrenmeye uygunken, diğerleri kalın tanecikli uyarıcıları tercih etmektedir. Daha ince tanecikli nöronlar, daha yüksek bir görsel netlik seviyesini gerektiren harf dizilerinin tanınması işi için diğer nöronlar üzerinde net bir üstünlüğe sahiptir. Sonuç olarak da görsel korteksin bu nöronların bolca bulunduğu yanal bölgeleri tercihen okumayla ilişkilidir.



Şekil 3.10. Kortikal özelleşmenin engin eğimleri, "posta kutusu alanı"nın neden her zaman aynı kortikal konuma geldiğini açıklayabilir. Ana eğimlerden biri, ventral görsel korteksin tüm uzunluğunu kapsayabilir (üstte): yanal bölgeler retinanın merkezi olan foveada (mavi renkte) sunulan görüntüleri tercih ederken, beynin orta çizgisine yakın olan bölgeler dış kenarda (yeşil renkte) sunulan görüntüleri tercih etmektedir. İkisi de görsel ayrıntıların titiz birer analizini gerektiren okuma ve yüz tanıma, retinada en yüksek kesinliğe sahip bölge olan fovea lehine eğilim gösteren kortikal bölgelerle ilintilidir (Hasson vd, 2002'den sonra).

Ancak retinal tercihin eğimi, posta kutusu alanının konumunu belirleyen koordinat sisteminin üç aksından yalnızca birini teşkil etmektedir. Bu alanı belirlemek için başka eğilimler de gereklidir. Daha önce de tartıştığımız gibi arkadan öne doğru giden ve her bir görsel alanın hiyerarşik seviyesini belirleyen, doğuştan gelen ikinci bir eğim mevcuttur. Arkada, oksipital kutupta bulunan nöronlar girdi görüntünün basit parçalarına karşılık verirken, beynin daha ön kısımları gittikçe artarak karmaşıklaşan ve yapısallaşan nesneleri tercih etmektedir.[57] Bu açıdan bakıldığında görsel sözcük biçimi alanının, arka ucu basit harflere karşılık verirken ön ucu karmaşık sözcük parçalarına karşılık veren bir beyin şeridini kapladığını görmek şaşırtıcı değildir.[58]

Nihayet, bir başka eğilim kaynağı da iki lobun farklı özelliklerinden geliyor olabilir. Yüzler her zaman tercihi olarak sağ loba giderken okuma neden sol görsel beyne dayanmaktadır? Bu simetri eksikliği veya fizikteki adıyla "simetri kırılması" görsel kökenlere sahip olabilir. Sağ lob tercihen küresel şekillerle ilgilenirken sol lobun bölgesel küçük şekillerin ayrıştırılmasında üstünlüğe sahip olduğu gayet iyi bilinmektedir.[59] Bir başka etkense dilin yanallaşması olabilir. Doğum aşamasında bile konuşmanın işlenmesiyle sol lobun temporal ve frontal bölgeleri ilgilenmektedir. Okumanın edinimi muhtemelen dil alanlarına doğru bolca ve doğrudan yansımalara sahip görsel bölgeleri seçmektedir. Dolayısıyla sol ventral temporal bölgenin, sağ lobda bulunan ve aksonları* sol loba ulaşmadan önce korpus kallozum boyunca uzun ve dolambaçlı bir yol boyunca ilerleyen ikizine üstünlüğü vardır.

Şekil 3.9'daki hiyerarşik model çekinerek görsel sözcük tanımanın sol loba doğru yanallaşmasının ilerici bir süreç olduğunu öne sürmektedir. Düşük seviyedeki bölgeler çift yanlı olmalıdır; çünkü iki lobdaki ilk görsel nöronlar da gör-

[57] Grill-Spector vd, 1998; Lerner vd, 2001.

[58] Dehaene vd, 2004.

[59] Örn. bkz: Kitterle & Selig, 1991; Robertson & Lamb, 1991.

* Akson: Sinir hücre gövdesinden çıkan ve vücudun çeşitli bölgelerine uzanan uzantılar –çn.

sel alanın birbirine karşıt yarılarında sunulan harflere karşılık vermektedir. Süreç beyne doğru ilerledikçe alıcı bölgeler genişlemekte ve nöronlar her iki lobdaki görsel alanların iki yarısına da karşılık verebilir hale gelmektedir. Okumanın edinimi sırasında iki lob arasındaki bu potansiyel bolluk ne zaman ortaya çıksa, görsel ve dilsel eğilimlerin sol lobun sağ lob üzerinde egemenlik kurmasına sebep olduğunu düşünüyorum. Sonuç olarak görsel hiyerarşinin üst kısımlarında, sol lobda okuma için özelleşmiş nöronların sayısında bir artış olmalıdır.

Eğer doğuştan gelen kortikal eğilimler hakkındaki senaryom doğruysa, okuma için bağlantıları önceden ayarlanmış bir alan yoktur; belirli genetik eğilimler, farklı görsel uyarıcı tipleri için bir nöronal tercihler dizisi yaratmaktadır. Okumanın edinimi sırasında görsel sözcük tanımanın yaptığı tek şey nöronların bu görevde en etkili olacağı kortikal konuma iniş yapmaktır. Tüm insanlar, genetik eğimin kesişimi harf dizileri için tek bir "püf noktası" yaratmaktadır: posta kutusu alanı.

Peki herhangi bir sebepten ötürü bu nokta kullanılabilir olmaktan çıkarsa ne olur? Öğrenmenin daha az etkili olan başka nöronların bu görevi üstlenmesini sağlaması gerekmektedir. Meslektaşım Laurent Cohen'le birlikte bu fikri genç bir hasta üzerinde sınadık. Dört yaşındaki bu kız öylesine ciddi epilepsi nöbetleri geçiriyordu ki bu nöbetler sol görsel beynin tamamının alınmasını gerektiriyordu. Cerrahi lezyon, posta kutusu alanının normal konumunu açık bir biçimde çevrelemişti (Şekil 3.11). Böylesi büyük bir ameliyata rağmen kız, ameliyatın ardından, normal olandan birkaç on milisaniye daha yavaş olsa da normale yakın bir hızda okumayı öğrendi. Kızın böylesine iyi okumayı öğrenmeyi nasıl başardığınıysa on bir yaşına geldiğinde beynini taradıktan sonra anladık. Her ne kadar sol lobundaki konuşma dili alanlarına dokulmamışsa da kız, posta kutusu alanının kaybını ameliyatta zarar görmemiş olan sağ lobunu kullanıp yazılı sözcükleri tanıyarak telafi etmişti. Dahası okuma, normal okuyucularınkine simetrik, yanal oksipitotemporal oyu-

ğun içinde, hem yanal hem de ön-üst akslardaki normal posta kutusu alanıyla aynı, ama bu kez sağ lobda bulunan bir bölgeyi seçici bir biçimde etkinleştirmekteydi (Şekil 3.11).[60] Kızın posta kutusu alanı lob değiştirivermişti!

Başka araştırmacılarsa okuma konusunda olağanüstü derecede erken gelişmiş "hiperleksik"* bir çocuğun sağ lobunda benzer bir etkinlik gözlemlemiştir.[61] Görsel sözcük biçimi alanının sağda oluşması, aynı zamanda, sol görsel sistemi etkileyen bir inmenin ardından iyileşen yetişkin saf aleksi hastalarında da görülmektedir.[62] Yani bu bölgenin okumaya yaptığı katkı istisnai değildir. Görsel sistem, sahip olduğu eğilimler sanki okuma için en uygun alanları içeren bir "bekleme listesi"ni uygulamaya koymuş gibi davranmaktadır. Eğer en uygun bölge artık işleyemez haldeyse, listedeki ikinci bölge –ki bu durumda görünüşe göre asıl bölgenin sağ lobdaki simetrik karşılığı– görevi devralmaktadır.

Başka hiçbir deneysel bulgu, okuma için evrilmiş önceden tanımlı bir alanın bulunmadığı şeklindeki temel çıkarımı daha iyi izah edemezdi. Okumayı öğrenme, primat beynimizi kurcalamayı da içermektedir. Beynimiz, sahip olduğu tüm imkânları kullanarak, görsel korteksimizin en uygun bölgelerini, sözcükleri tanıma şeklindeki yeni görevlerine uyum sağlamak üzere yeniden dönüştürmektedir.

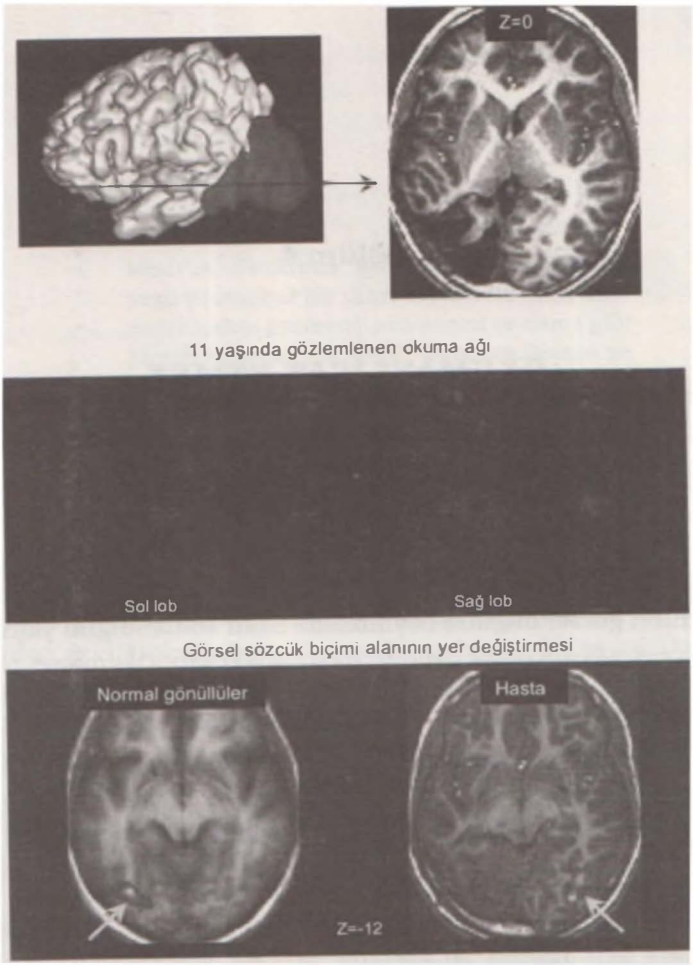
---

60 Cohen, Lehericy vd, 2004.

* Hiperleksi: Kelimeleri beş yaşından önce yetişkin yardımı olmadan tanıma yetisi –çn.

61 Turkeltaub vd, 2004.

62 Cohen vd, 2003.



Şekil 3.11. Gelişim sırasında çocuğun okuma ağları yetişkin bir beyindekinden çok daha esnektir. Bu genç hastada, normalde sol oksipitotemporal bölgede görsel sözcük tanımayla ilintili olan alan, hasta dört yaşındayken cerrahi müdahaleyle alınmıştır (lezyon, üstteki görüntülerde net bir şekilde görülebilir). Herhangi bir yetişkinde bu tür bir lezyon ciddi okuma bozukluklarına yol açabilir. Ancak bu küçük kız, çok zorluk çekmeden okumayı öğrenmiştir. Yedi yıl sonra okuma ağı normal bir şekilde etkinleşmiş, ama görsel sözcük biçimi alanı lob değiştirmiştir: artık sağ oksipitotemporal bölgede, alışıldık yerine tam olarak simetrik bir konumda varlığın sürdürmektedir (altta) (Cohen vd, 2004'ten sonra).

Bölüm 4

OKUMAYI İCAT ETMEK

Nöron geri dönüşümü hipotezi, beynimizin mimarisinin okuma biçimimizi sınırladığına işaret etmektedir. Elbette, bu biyolojik kısıtlamaların izleri yazı sistemlerinin tarihinde de bulunabilir. Görünüşteki çeşitliliklerine karşın tüm yazı sistemleri görsel bilginin beynimizde nasıl kodlandığını yansıtan çok sayıda ortak özelliği paylaşmaktadır. Okumanın nörobilimi, nihayet bildiğimiz haliyle alfabenin doğuşuna yol açmış çarpıtılmış tarihsel patikaya ışık tutmaktadır. Bunu muazzam bir seçim süreci olarak düşünebiliriz: yazıcılar, zaman içinde beynimizin düzenine uyum sağlayan ve gittikçe etkili hale gelen işaretler geliştirmiştir. Kısacası beynimiz, yazı için özellikle evrilmemiştir. Aksine yazı, beynimize uymak üzere evrilmiştir.

> Mısır'ın Neukratis şehrinde, Thoth adında yaşlı ve meşhur bir tanrı vardı... Bu tanrı aritmetik, cebir, geometri, astronomi ve dama gibi birçok sanatın mucidiydi; ama kendisinin en büyük icadı, harflerin kullanımı idi.
>
> –Platon, *Phaedrus*

Yazının Tanrı'nın bir hediyesi olduğu düşüncesi tüm dünyadaki kültürlerde tekrar tekrar ortaya çıkmıştır. Babilliler yazı da dahil her türden büyünün, tüm bilgeliklerin tanrısı Ea'dan geldiğini düşünürdü. Asurlular, insanoğluna mimariden yazıya kadar tüm sanat ve zanaatleri öğreten ve Marduk'un oğlu olan Nabu'ya tapardı. Hindu dininde fil kafalı bilgelik tanrısı olan Ganeş yazıyı icat etmiş, hatta ve hatta dişlerinden birini kalem olarak kullanmak üzere kırmıştır! İncil'de, Musa'ya On Emir'i kendi kutsal elinde yazılı halde veren, Yahveh'in* kendisidir.

Yazının oldukça büyülü bir özelliği vardır; tabii kökenlerinde ilahi bir şeyler olduğundan değil, beynimizin kapasitesini artırdığı için. Elbette, yalnızca bir primat olan *Homo sapiens*'in kâğıt üzerinde birkaç işaret yaratarak hafızasını olağanüstü boyutlarda büyütebilmiş olması mucizevi olmaya yakındır. Bu dönüşüm, alnımıza yazılı değildir. Bize dilsel ve görsel alanları birbirine bağlayan ve kendisini dönüştürebilecek ve harflerin şekillerini tanıyabilecek kadar esnek olan serebral bir ağ veren şey, büsbütün şanstır. Bu geri dö-

* Yahveh: YHVH veya Yahweh olarak da bilinen, İncil'de geçen Tanrı'nın ismidir –çn.

nüşüm süreci bile sıkı bir biçimde kısıtlıdır; görünüşe göre okumak için gereken en uygun özelliklere sahip olan şey, yalnızca yerelleşmiş bir devredir. Bu devre okuma için dönüştürüldükten sonra bile geçirdiği evrimden miras aldığı özelliklere hâlâ sahiptir. Biyolojik ataletin eli, kültürel yenilikten üstündür.

Dolayısıyla önermiş olduğum nöron geri dönüşümü hipotezi bizi radikal bir çıkarıma ulaştırmaktadır: beynin kısıtlılıkları yazının tarihinde izler bırakmıştır ve bu kısıtlılıkların etkileri bu yetinin ediniminde de varlıklarını korumaktadır. Okuma için gereken beyin devrelerine dair bilgimiz, okumanın icadı ve öğrenilmesine ışık tutmamızı sağlayacaktır. Bu hipotez bizi yeni sorular sormaya yöneltmektedir: İnsanlar görsel kortekslerinin bir metin kavrama aygıtına dönüşebileceğini nasıl keşfetmiştir? Her bir çocuk okumayı öğrenirken bu geri dönüşüm işlemi tekrar tekrar nasıl gerçekleşmektedir?

Bu kitabın önümüzdeki üç bölümünde bu konuları ele almaya ve nöron geri dönüşümü hipotezinin üç tane basit ama temel sonucunu incelemeye çalışacağım:

1. **Yazının evrimi**. Eğer beynimizin düzenlenişi kültürel çeşitlilikler üzerine kesin sınırlar çiziyorsa, kültürler arası bazı çarpıcı süreklilikler da geçmişteki ve günümüzdeki tüm yazı sistemlerinde görünür olmalıdır. Bu sürekliliklerin izleri nihai olarak beyindeki kısıtlılıklara kadar sürülebilmelidir.
2. **İnsan yetilerinin evrimi**. Okumanın ve yazmanın öğrenilmesi, insan hafızasını ve insanlar arası iletişim yoğunluğunu kayda değer ölçüde artırmıştır; ama bu gelişimin bir de bedeli olmalıdır. Eğer yeni kültürel edinimlerle evrimsel açıdan eski olanlar arasında bir rekabet mevcutsa okumayı öğrenirken yeteneklerimizden bazılarını kaybeder miyiz?
3. **Okumanın edinimi**. Nöron geri dönüşümü modeli aynı zamanda çocukların okumayı öğrenmesiyle gelen kolaylığın, beyinde gereken geri dönüşümün mik-

tarına ve öğretim yöntemlerinin beyindeki ağların yapısına uyum sağlama biçimine de bağlı olduğunu öngörmektedir.

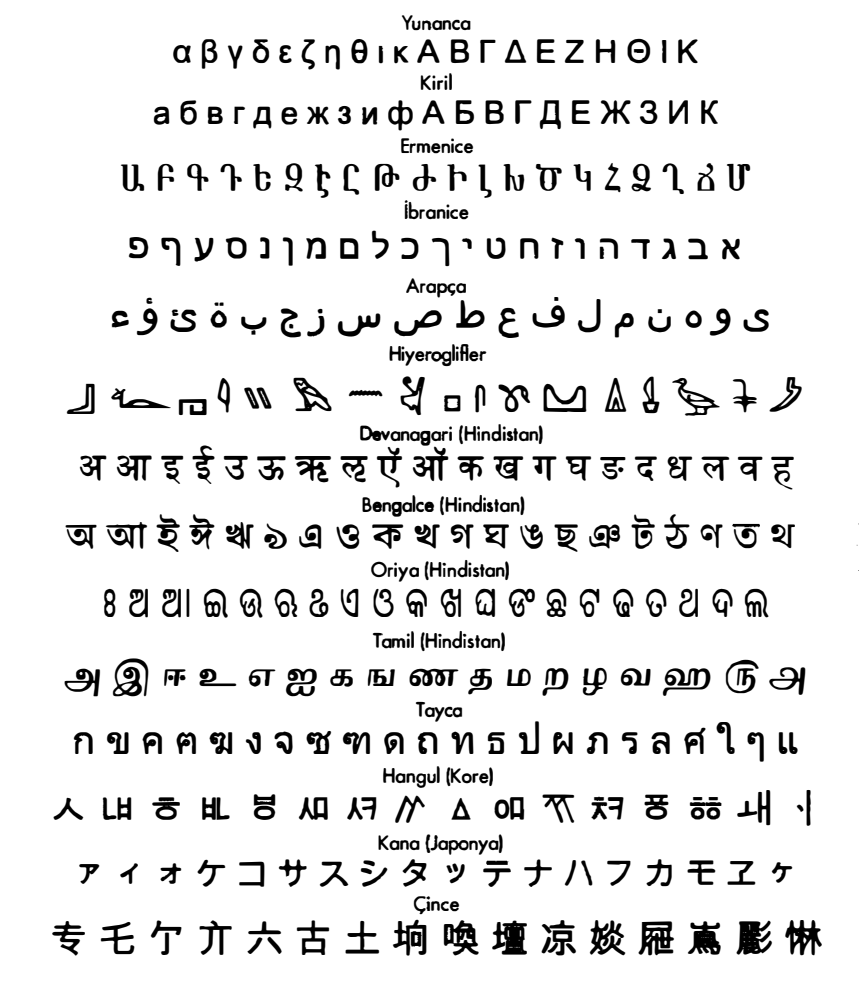
Yazı Sistemlerinin Evrensel Özellikleri

"Haydi yılanın çıkardığı tıslama sesini yapalım. Bu, işe yarar mı?" dedi ve sonra da şunu çizdi:



> "İşte," dedi kız, "'s' şeklinde bir sır daha. Mızrakları onardığın küçük mağaranın kapısına tıslayan bir yılan çizdiğinde, düşüncelere daldığını bileceğim ve geldiğimde çıt çıkarmayacağım. Bunu balık tuttuğun nehrin kenarındaki bir ağaca çizdiğindeyse toprağı bile kıpırdatmayacak kadar sessizce hareket etmemi istediğini anlayacağım."
> "Aynen öyle." dedi Tegumai. "Ama bu oyunda düşündüğünden daha fazlası var. Taffy, hayatım, içimden bir his senin Tegumai Kabilesi'nin mızrak başları için çakıl taşları yerine köpekbalığı dişlerini kullanmayı akıl etmesinden beri var olmuş en güzel şeye rast geldiğini söylüyor. Sanırım dünyanın büyük gizemini keşfettik."
>
> —Rudyard Kipling, "Alfabe Nasıl Yapıldı"

Genellikle kendimize, kullandığımız harflerin sahip oldukları şekilleri nasıl elde ettiklerini sormayız. Her yazı sisteminin arkasında Kipling'inki gibi "öylesine bir öykü" mü vardır? Tek tek karakterlerin şekilleri yalnızca tarihi bir olasılık meselesi midir; yoksa evrensel özellikleri beynin düzenleniş biçimini mi yansıtmaktadır? İlk bakışta, dünyadaki yazı sistemlerinin muazzam çeşitliliği kolay bir yanıt sunmaktadır (Şekil 4.1). Hint yazılarının yuvarlaklığı, Yunancadaki büyük harflerin geometrik kesinliği, Arapça yazının kıvrımları ile noktaları ve vuruşları gerçekten de bir kareye hapsedilmiş Çince karakterlerin çeşitliliği arasında ortak olan özellikler nelerdir?



Şekil 4.1. Yüzeysel biçimlerinin sahip olduğu belirgin çeşitliliğin altında, yazı sistemleri sayısız ortak görsel özelliğe sahiptir. Siyah üstüne beyaz zıtlığının kullanımı, ortalama vuruş sayıları ve hatta seçilmiş belirli şekiller bile evrensel kültürler arası düzenliliklere uymaktadır.

Nöron geri dönüşümü hipotezi insanın yaratıcılığının beynin mimarisi tarafından kısıtlandığını öngörmektedir; bu fikirse kültürel çeşitliliklerin esasında sınırsız olduğunu varsayan kültürel görelilikle taban tabana zıttır. Eğer nöron

geri dönüşümünün doğru olan bir tarafı varsa genetik yapımız öğrenilebilecek yazı sistemleri dizisine ciddi biçimde gem vurmaktadır. Bu öngörü bizi kültürel çeşitliliğin görünüşteki sınırsızlığını sorgulamaya yöneltmektedir. Daha açık biçimde yüzeysel olan kültürel çeşitliliklerin yüzeyini kazıdığımızda evrensel boyutta ortak olan derin yapıların da kanıtını ortaya çıkaracağız.[1]

Bu yeni bilgiler ışığında, mevcut yazı sistemlerinin çeşitliliği de incelemeye tabidir. Atılan gelişigüzel bir bakış bile, bu yazı sistemlerinin birçok özelliği paylaştığını göstermektedir:

- Hepsi de retinadaki foveaya uygun biçimde zıtlaştırılmış beyaz üzerine siyah işaretlerin yüksek yoğunluklu toplaşımını sunmaktadır. Bu format da muhtemelen retinamızın ve görsel alanlarımızın tek bir göz sabitlemede iletebileceği görsel bilgi miktarını en uygun hale getirmektedir.
- Yazı sistemlerinin tümü, hiyerarşik kombinasyonları sesleri, heceleri veya bütün halinde sözcükleri ortaya çıkaran küçük birer temel şekiller envanterine dayanmaktadır. Çince ve Kanji karakterler de istisna değildir; bunlardan binlercesi var olsa bile her bir karakter karşılığında birkaç vuruştan oluşan yalnızca iki, üç veya dört temel şekilden meydana gelmektedir. Bu hiyerarşik düzen, görsel sistemimizin kortikal alanlar piramidine gayet iyi uymaktadır. Görsel nöronlar, artan boyut ve değişmezlik birimlerini kodlamak için birleşimsel bir ilkeye başvurmaktadır.
- Tüm yazı sistemleri karakterlerin konum ve boyutlarının konuyla bağlantısız olduğunu varsaymaktadır. Hiçbir kültür çocuklara bunu öğretmemektedir: çocukların hepsi beyinlerinde çeviri ve boyut değişmezliği mekanizmalarıyla doğmaktadır. Ancak konu rotasyon olduğunda durum böyle değildir. Tüm yazı sistemleri okuma için bir oryantasyon sürecini dayatmaktadır. Bu evrensel özellik muhtemelen antik

[1] Levi-Strauss, 1958; Sperber, 1974; Chomsky, 1988; Brown, 1991.

yazıcıların, rotasyon için değişmezliğin sınırlı olduğunun farkında olmasından kaynaklanmaktadır. Görsel nöronlarımız yalnızca 40 derecelik bir rotasyona müsamaha gösterebildiğinden, ilk önce 40 derecenin ötesindeki her bir görüş açısı için pek de mümkün olmayan bir biçimde yüksek miktarda ek nöron tahsis etmeden tüm oryantasyonlarda etkin bir biçimde okumayı asla öğrenemeyebiliriz.

- Son olarak da bütün yazı sistemleri ses ve anlamı ortak bir biçimde temsil etme eğilimindedir. Sanki antik yazıcılar posta kutusu alanımızdaki bağlantıların şekil bilgilerini hem konuşma seslerini kodlayan üst temporal bölgelere hem de anlamı kodlayan orta ve ön temporal bölgelere yansıtarak bu alanı bir aktarma merkezine dönüştürdüğünü biliyormuş gibidir. Sesin anlam üzerinde bir önceliğinin olup olmadığıysa yazı sistemleri arasındaki ana farklılık kaynaklarından biridir (*bkz*: Şekil 2.20). Tüm yazı sistemlerinde yazılı işaretler ve konuşma sesleri arasında birtakım istatistiksel korelasyonlar vardır; ama yazılan konuşma biriminin boyutu (Çincedeki ve Japonca Kanji'deki) bütün halinde sözcüklerle (Japonca Kana'daki) heceler, (alfabetik yazı sistemlerindeki) sesbirimler ve hatta (Korecenin Hangul yazısında olduğu gibi) tecrit edilmiş fonetik özellikler arasında değişiklik göstermektedir. Beynin fizyolojisi bu alanı düzenlememektedir; ama dönüştürülecek konuşma biriminin seçimi, yazılı sembollerin sayısını ve dolayısıyla da okuma ediniminin karmaşıklığını belirlemektedir.

Yazı Sistemleri İçin Altın Bir Kesit

Marc Changizi ve onun Caltech'ten meslektaşı Shinsuke Shimojo, dünyanın yazı sistemlerindeki kültürler arası düzenlilikleri dikkatlice mercek altına almıştır. Araştırmacılar tüm çağlardan ve tüm yazı stillerinden toplam 115 yazı sistemindeki her bir karakterin ayrıntılı görsel düzenini ince-

lemiştir. Yaptıkları çalışma zaman açısından Etrüsk alfabesi ve Uluslararası Fonetik Alfabe kadar antik Girit'in "Çizgisel B" karakterlerine ve İskandinav rünlerine kadar uzanmıştır.[2] Analizler daha önce varlığından şüphelenilmeyen birçok sıradanlığı ortaya çıkarmıştır. İlk olarak Şekil 4.1'de de açıkça görüldüğü gibi karakterlerin çoğu aşağı yukarı üç vuruştan (kalem hiç kaldırılmadan veya durdurulmadan takip edilebilecek kıvrımlardan) oluşmaktadır. Bu ortalamada çeşitlilik düşüktür; örneğin bizim büyük harflerimiz ya tek vuruşa (C, I, J, O, S, U) ya iki vuruşa (D, G, L, P, Q, T, V, X, İ, Ş), ya üç vuruşa (A, B, F, H, K, N, R, Y, Z) ya da dört vuruşa (E, M, W) sahiptir, daha fazlasına değil. Bir yazı sistemi daha fazla işaret gerektirdiğinde –Etrüskte yirmi üç, Uluslararası Fonetik Alfabedeyse 170 harf vardır– ortalamanın karakter başına üç vuruşa yakın olması için yeni işaretler, daha temel vuruşlar icat ederek yaratılmaktadır. Örneğin Uluslararası Fonetik Alfabe, ɛ, ɜ, ɲ, ɷ, ʃ ve ʉ gibi karakterler kullanmaktadır. Bu karakterler her ne kadar bize egzotik görünse de kullandığımız harflerden daha karmaşık değildirler. Bunlar yalnızca farklı bir dizi ilkel kıvrıma dayanmaktadır.

Karakter başına üç vuruş şeklindeki büyülü formülün atalarımız tarafından seçilmiş olmasının sebebinin bu formülün görsel alanlar hiyerarşisi boyunca nöronların alıcı bölgelerinin büyüme biçimine karşılık gelmesi olduğunu öne sürmek istiyorum. Bölüm 3'te de gördüğümüz gibi alıcı bölge, beyindeki piramitte atılan her bir adımda iki veya üç faktör kadar büyümektedir. Dahası kodlanan görsel birimlerin boyutu, karmaşıklığı ve değişmezliği de onunla birlikte, aynı oranda artmaktadır. Görünüşe göre dünyadaki tüm yazı sistemlerinde karakterler piramitte hemen kendisinden önceki seviyede bulunan iki, üç veya dört tür kıvrım algılayıcı nörondan gelen girdilerin birbirine yaklaşması yoluyla tek bir nöron tarafından kolayca kavranabilen neredeyse en uygun kombinasyona sahip olacak şekilde evrilmiştir.

Bu şema görsel sistemin her seviyesinde yeniden kopya-

[2] Changizi & Shimojo, 2005.

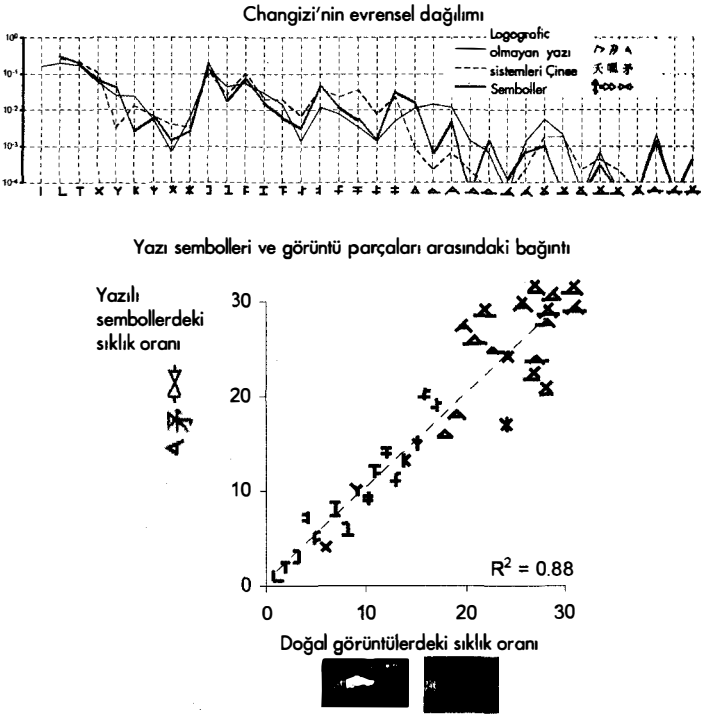
landığından Changizi ve Shimojo'nun analizini kortikal hiyerarşinin diğer seviyelerine doğru genişletmek de cezbedicidir. Görsel sistemdeki bir alt basamakta her bir vuruşun kendi içinde iki, üç veya dört çizgi kesitinin birbirine yaklaşmasından oluştuğunu düşünmek akla yatkındır. Bir adım yukarıdaki alfabetik dillerimizde sözcük kökleri, önekler, sonekler ve gramatik sonlar gibi çok harfli birimler neredeyse her zaman iki, üç veya dört harf uzunluğundadır. Benzer biçimde, Çincedeki birçok karakter de iki, üç veya dört anlamsal ve fonetik altbirimin kombinasyonundan oluşmaktadır. Görsel açıdan konuşacak olursak görünüşe göre tüm yazı sistemleri altın kesiti 3 ve 3'ten birer eksik ya da fazla olan bir şekiller piramidine dayanmaktadır.

Yapay İşaretler ve Doğal Şekiller

Marc Changizi aynı zamanda dünyadaki tüm yazı sistemlerinde ortak olan ikinci bir ana özellik keşfetmiştir. Tüm yazı sistemlerinde, bireysel olarak vuruşların düzenlenişleri veya biçimlenimleri aynı olma eğilimindedir. Bu vuruşların sıklıkları doğal sahnelerin özellikleriyle yakından paralellik gösteren evrensel bir dağılımı takip etmektedir.[3]

Changizi'nin yasasını anlamak için bir kalemin vuruşlarının farklı karakterleri şekillendirme görevini nasıl yerine getirdiğine bakmamız gerekmektedir. Eğer yönelimi gözardı edersek iki vuruş her zaman için bir T, L veya X olacaktır. Üç vuruşsa F, K, Y ve Δ gibi çok sayıda biçimlenim oluşturabilir. Changizi, bu şekillerin rotasyon ve bozunmanın önü kesilerek saf bir biçimde topolojik bir bakış açısından ele alınabileceğini öne sürmüştür. Sonrasındaysa bunların her birinin bir sayfada kaç kez ortaya çıktığını saymıştır; Δ mi daha fazladır Y mi? Zarif bir düzenlilik ortaya çıkmıştır: tüm yazı sistemlerinde farklı biçimlenimlerin gözlemlenme sıklığı, bir sabittir (*bkz*: Şekil 4.2). Örneğin en sık ortaya çıkan şekiller L ve T'yken onları, karşılığında Y ve Δ'den çok daha yaygın olan X ve F takip etmektedir.

[3] Changizi, Zhang, Ye & Shimojo, 2006.



Şekil 4.2. İster alfabetik olsun ister hecesel veya logografik, tüm yazı sistemleri, sıklıkları evrensel bir kıvrım (üstte) oluşturan küçük bir özellik biçimlenimleri dizisine dayanmaktadır. En sık biçimlenimler, aynı zamanda doğal görüntülerde (altta) en sık yinelenenler ve alt temporal nöronlar tarafından kodlanma eğiliminde olanlardır (Changizi vd, 2006'dan sonra).

İşaretlerin bu evrensel dağılımı tesadüf eseri değildir. Çubuklar rastgele biçimde yere atıldığında, kesişimler Changizi'nin sıklık yasasına uymamaktadır; örneğin yazıda görülenin aksine X'ler, L'lerden ve T'lerden daha yaygındır.

Ancak şaşırtıcı bir biçimde bu şekillerin doğal dünyada ne sıklıkla bulunduğu sayıldığında Changizi dağılımı da tekrarlanmaktadır. Nesneler birbirlerine dokunduğunda, üst üste geldiklerinde veya birbirlerini sakladıklarında bu nesnelerin dış hatları da sıklıkla T ve L gibi biçimlenimlere ulaşmaktadır. Bir çubuk, bir dalın veya çizginin üzerinden

geçmiyorsa X'ler o kadar sık değildir. Üç çizginin bir Δ oluşturması, daha da sıra dışı bir durumdur. Biçimlenimlerin sayısının ortalaması yüzlerce görüntü olarak alındığında bu biçimlenimler yazılı sözcüklerin evrensel dağılımıyla gayet iyi örtüşmektedir (Şekil 4.2).

Özetle ister tasarım yoluyla, ister birtakım sıra dışı sezgiler sayesinde olsun, görünüşe göre ilk yazıcılar seçtikleri şekillerin okumak için en uygun şekiller olduğunun başından beri farkındadırlar. Gezegenin her yanında yazıcılar, çevrede bulunabilen ve dolayısıyla beynimizin kolayca temsil edebileceği şekillere sahip karakterleri kullanmıştır. Bu sıra dışı düzenlilik, nöron geri dönüşümü hipotezinin öngörüsüyle de uyum içindedir. Tüm kültürler, öğrenilmesi beyinde en az miktarda değişimi gerektiren işaretleri seçmektedir. Yaşamın ilk yıllarında olduğu kadar evrim süresince de nöronlarımız çevrenin belirleyici biçimlenimlerine göre ayarlanmıştır. Sonrasında yazı da aynı yolu izlemiştir. Her ne zaman yeni bir sistem icat edilse bu sistem, deneme ve yanılma yoluyla primatların görsel korteksine halihazırda derin bir biçimde kodlanmış olan "ilk harfler"in belirleyici şekillerine yakınsamaktadır.[4]

Sonuç olarak, yazı sistemlerinin analizi harf şeklinin keyfi bir kültürel seçim olmadığı gerçeğinin altını çizmektedir. Beyin, etkili bir yazı sisteminin tasarımını kültürel göreliliğe çok az yer bırakacak kadar ciddi bir biçimde sınırlamaktadır. Bizim primat beynimiz yalnızca sınırlı miktarda yazılı şekli kabul etmektedir.

[4] Motor kısıtlılıkların aynı zamanda yazının evrimi üzerinde de güçlü bir seçici baskı uygulamış olduğuna şüphe yoktur. Ancak kimi argümanlar, Marc Changizi tarafından keşfedilen düzenliliklerin yazmadansa okumanın kolaylaştırılmasıyla daha yakından bir ilişkiye sahip olduğuna işaret etmektedir (Changizi & Shimojo, 2005; Changizi vd, 2006). Bilhassa bu düzenlilikler, yazma kolaylığının hiçbir surette tartışılamayacağı bilgisayar fontları ve büyük şirketlerin logoları gibi iki sembol kategorisinde de bulunmaktadır. Buna karşın nitel olarak farklı istatistiklere tabi olan kıvrımlara sahip el yazısı karakterlerinin şekillerinde bulunmamaktadırlar.

Yazının Tarih Öncesindeki Öncülleri

İnsanlık, görsel sisteminin konuşmayı yazıda kodlayacak biçimde yeniden dönüştürülebileceğinin farkına nasıl varmıştır? Her ne kadar bu kitapta yazının paleoantropolojisini ve tarihini derinlemesine inceleyemeyecek olsak da bu sıra dışı icadın nasıl geliştiğini özetlemek her halükârda ilginç olacaktır. Tabii nöron geri dönüşümü hipotezi, yazının sebep olmuş olması gereken ardışık zihinsel çalkantılar dizisine de bir miktar ışık tutmaktadır.

Örneğin Fransa'nın güneyindeki Chauvet mağarasında bulunan dünyanın en eski mağara resimleri (33 bin yıllık) çok yönlü çizgesel biçimlere bir kanıt teşkil etmektedir. En başlarda ilk *Homo sapiens* bir kemiğin, kilin, kayanın veya mağara duvarının üzerine yapılacak birkaç vuruşla bir nesnenin veya hayvanın tanınabilir bir görüntüsünü tetikleyebileceğini ve yalnızca anahatları çizmenin yeterli olacağını keşfetmiştir.

Bu keşif önemsiz görülebilir, yine de okumanın icadında temel bir rol oynamıştır. Bu keşif üç boyutlu bir şeklin veya bu şeklin iki boyutlu yüzeyinin dikkatli ve meşakkatli bir biçimde yeniden üretilmesi ihtiyacını ortadan kaldırmıştır (ne var ki atalarımız, bizim şu anda heykelcilik ve ressamlık adını verdiğimiz bu sanat biçimlerini keşfetmekte de gecikmemiştir). Eğitimsiz bir gözün bile derhal bir bizon veya at olarak tanıyabileceği dış hatları çizmek için birkaç vuruş yeterli gelmiştir. Ben bu icadın içinde insanların belki de ilk kez amaçlı bir biçimde kendi sinir sistemini manipüle edişini görüyorum. Retinadaki gangliyon* hücrelerin çoğu türdeş renklere sahip geniş yüzeylere karşı duyarsızdır. Bu hücreler nesnelerin dış hatlarına karşılık tasfiye olmayı tercih etmekte ve bu dış hat ister (bir çizimdeki gibi) tek bir çizgi ister (bir gerçek hayat sahnesi gibi) iki yüzeyin kesişimi olsun, benzer biçimde karşılık vermektedir. Çizimin işe yaramasının tek sebebi bu özelliğe sahip hücrelerimizin olmasıdır. İnsanlık oyma ve çizme yoluyla ilk nöronal öz uyarım biçimini icat etmiştir.

*Gangliyon: Sinir düğümü –çn.

Çok eski bir gelenek yazının doğal şekillerin resim yoluyla temsil edilmesiyle başladığını öne sürmektedir. Diderot ve d'Alembert ansiklopedisinde "Yazı" üzerine aşağıdaki girinin de doğruladığı gibi bu görüş, on sekizinci yüzyılda da oldukça revaçtaydı:

> İşaretler ve figürlerle bu şekilde fikir teatisinde bulunmak, başlangıçta olguların oldukça doğal görüntülerini çizmekten müteşekkildi; bu suretle, zihindeki bir adam veya bir at fikrinin ifade edilebilmesi için bunların şekilleri temsil edilirdi. Görüleceği gibi okumaya yönelik ilk teşebbüs basit bir boyamaydı: nasıl yazılacağı bilinmeden önce nasıl boyanacağı biliniyordu.

Ancak arkeolojik kanıtlar, bu basit fikirle çelişmektedir. Boyalı mağaraların çoğunda hayvan çizimleri zengin bir soyut şekiller dizisiyle bir arada bulunmaktadır: noktalardan, paralel çizgilerden, dama tahtalarından, soyut kıvrımlardan ve saire oluşan diziler. Dolayısıyla Diderot ve d'Alembert'in sezgilerinin aksine sembolizm de sanatın kendisi kadar eski gibi görünmektedir. Bu ilk sembollerin anahatları kimi zaman bizim harflerimizle benzerlikler göstermektedir: Changizi'nin evrensel dağılımını takip edip etmediklerini görmekse büyüleyici olacaktır.

Aynı dönemden itibaren paleolitik kemiklere de dizi dizi çizgiler oyulmaya başlanmıştır. Bu çentik işaretleri büyük ihtimalle en temel sayma veya takvim araçları olarak hizmet etmiştir. Bu tür işaretleri çözümleyemesek bile bunlar, onları kazıyan kadın veya adamların bizden farklı olmadığını göstermektedir. Onlar da *Homo sapiens*'tir ve bizimki gibi dil becerisi barındıran beyinlere sahip olup da soyut fikirlerini yazıyla ifade etmeye çalışmamaları için hiçbir sebep yoktur.

Yazının birçok öncülü arasında, kimi tarih öncesi mağaralarda bolca bulunan boyalı eller de sayılmalıdır. Oldukça tuhaf bir biçimde kimi durumlarda bazı parmaklar kayıptır. Bu konuya dair yorumlar kendi kendini sakatlamayla hastalıklar arasında değişiklik göstermektedir. Ancak bana

kalırsa en muhtemel yorum parmakların bir tür sembolik kod oluşturmak için kıvrıldığını söyleyendir. Kimi parmak biçimlenimleri daha yüksek bir sıklıkla tekrarlanmakta ve aynı mağara duvarlarına boyanmış hayvan türlerinin dağılımıyla eşleşmektedir.[5] Dolayısıyla bu boyamalar, avcıların avların sayısını, doğasını ve hareketlerini sessizce belirtmek için kullandığı basit bir işaret dilini temsil ediyor olabilir. Günümüzdeki avcı-toplayıcılar da avlarını ürkütmemek için benzer işaretlere başvurmaktadır. Yani ne kadar şaşırtıcı görünürse görünsün mağara duvarlarındaki bu eller kimi tarih öncesi topluluklarda gelişmiş, iki kademeli bir sembol sisteminin var olduğuna tanıklık etmektedir: ilk önce elin keyfi bir konumun nesnelere veya eylemlere tahsis edilir, sonra da boyamayla kalıcı sabitlemesi yapılır.

Saymadan Yazmaya

André Leroi-Gourhan, *Jest ve Konuşma* [*Gesture and Speech*] isimli eserinde dil ve sözlü geleneğin mağara sanatının "okunmasında" ne kadar önemli olduğunu vurgulamıştır:

> Simgesel sanat dille doğrudan bağlantılıdır ve (en geniş anlamıyla) yazıya, herhangi bir sanat çalışmasına olduğundan çok daha yakındır. Gerçekliğin karbon kopyası değil, sembolik bir aktarımdır... Soyutluk, hem işaretlerde hem de sözcüklerde beynin gittikçe daha da incelikli hale gelen telkinlerine karşı ifadenin motor sisteminin aşamalı bir biçimde uyumlanmasını yansıtmaktadır. Bilinen ilk resimler bir avı, ölen bir hayvanı veya dokunaklı bir aile tablosunu temsil etmemektedir; bunlar tanımlı herhangi bir yapıştırıcısı olmayan çizgesel birer yapı taşı, geri getirilemez biçimde kaybolmuş sözlü bağlamın destek aracıdır. ... Bu resimler, tanımlı sanattan çok piktogramlara, piktogramlardan çok da ideogramlara yakın olan gerçek "mitogram"lardır... Bu biçimdeki ideografi, piktografiden önce gelmektedir ve tüm Paleolitik sanat da ideografiktir.

[5] Leroi-Gourhan, 1983; Calvet, 1998.

Şu önemli notu da eklemiştir:

> Üç çizgiyi bir öküz çiziminin veya yedi çizgiyi bir çuval mısır çiziminin takip ettiği bir sistem de halihazırda anlaşılabilirdir. Bu durumda sesletim kendiliğindendir ve okuma pratikte kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu tür bir piktografi muhtemelen yazının doğduğu zamanlarda var olan tek piktografi biçimidir ve yazı da önceden var olan bu ideografik sistemle derhal bağlanmak zorunda kalmıştır.[6]

Leroi-Gourhan'ın ifadesini doğrulayan bir biçimde yazının doğum yeri olan Mezopotamya'da (bugünkü Irak) sayı sembolleri yazılı kodun ortaya çıkışında temel bir rol oynamıştır.[7] MÖ 8000 yılına dek uzanan kazı alanlarında yapılan arkeolojik kazılar koni, silindir, küre, yarı küre ve üçgen piramitlerin soyut şekillerini taşıyan küçük kil nesneleri ortaya çıkarmıştır. Denise Schmandt-Besserat'a göre bunlar sayma ve hesaplamada kullanılan küçük "çakıl taşlarıydı". Bu nesnelerin bazıları birimleri, bazılarıysa 10 ve 60 aritmetik üslerinin katsayılarını (10, 60, 600, 3600...) temsil etmektedir. Orta Doğu'da MÖ 8000 ve 3000 arasında en az beş bin yıllık bir süre boyunca çok yönlü bir muhasebe sistemi kullanılmıştır. MÖ 3300 dolaylarında Susa şehrinde, üzerine çeşitli şekillerde çentikler atılmış derin kil zarfların içine yerleştirilen çakıl taşlarıyla ilginç ve geçici bir biçim ortaya çıkmıştır. Bu çentiklerin şekli ve sayısı genellikle zarfın içindeki taşlarla eşleşmiş, böylece de sayının tam gelişmiş sembolik bir simgelenimini oluşturmuştur. Zaman geçtikçe, yalnızca hesapların doğruluğunun kanıtı olarak hizmet eden zarfların içeriği ortadan kalksa da simgelenim varlığını sürdürmüştür. Sayısal bir işaretin oyulmasını takiben nesnenin sembolik bir tasviri, bir mesajın ("yirmi keçi") iletilmesini garantilemek için yeterli hale gelmiştir. Böylelikle de yazı fikri doğmuştur.

Saymanın aynı zamanda Kolomb öncesi Güney Amerika'da bağımsız bir yazı sisteminin doğuşunda da rolü vardır. Bu-

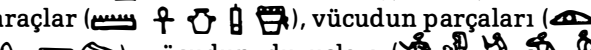
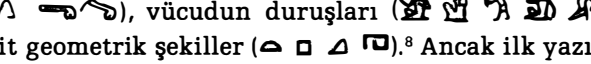
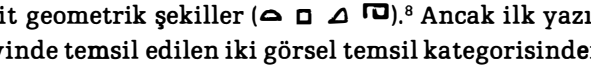
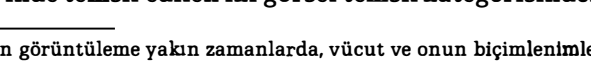
---

6 Leroi-Gourhan, 1993, s. 190-191, 202.

7 Schmandt-Besserat, 1996.

rada ana saik, zaman döngülerinin bir takvim sistemiyle hesaplanmasıdır. MÖ 2000 yılında Olmec'ler gün, yıl ve diğer önemli ritüel döngüleri gibi zaman birimlerini temsil etmek için glif adı verilen oyma semboller kullanmıştır. MÖ 600 civarında Zapotec kültürü tarihler, mekânlar ve tarihi olaylara karışmış ünlüler için işaretler kullanarak bu sistemi geliştirmiştir.

Kısacası, André Leroi-Gourhan'ın da şüphelendiği gibi sayı veya zaman gibi soyut fikirlerin kodlanması yazının ortaya çıkışında önemli bir rol oynamıştır. Bu fikirler belki de tam da kavramların yazıya dökülebileceği fikrine katkıda bulunmuştur. İlk semboller genellikle herhangi resimsel bir içerikten yoksun, soyut geometrik şekillerdir. Bunlar yalnızca küçük görsel sözlüğe erişimi sağlamıştır. Antik Sümer ve Mısır'da piktografi, en azından geçici olarak, yazılı biçimler sözlüğünü geliştirmenin basit bir yolu olarak ortaya çıkmaktadır. Piktografinin asıl kıymeti okunmasının kolay olmasıdır. Bir buğday başağı çiziminin ekin sembolü olduğunu açıklaması için herhangi bir yazıcıya ihtiyaç yoktur.

Yazılmış ilk yazılardaki işaretlerin, fizyologların daha sonra primatların görsel korteksindeki tekil nöronlar tarafından kodlandığını bulduğu bütün bir şekiller dizisini kullandığını bilmek de eğlencelidir. Görünüşe göre kültürel evrim, görsel şekilleri dille bağlantılandırmak için en uygun konum olan posta kutusu alanına yakınsamadan önce görsel kortekste kodlanan olası şekiller boşluğunu sistematik bir biçimde keşfetmiştir. Mısır hiyeroglifleri, ventral kortikal bölgelerin yamasını etkinleştirme yetisine sahip uyarıcıların bir kataloğu olarak görülebilir: hayvanlar () nesne ve araçlar (), vücudun parçaları (), vücudun duruşları () ve basit geometrik şekiller ().[8] Ancak ilk yazıcıların beyninde temsil edilen iki görsel temsil kategorisinden bi-

[8] Beyin görüntüleme yakın zamanlarda, vücut ve onun biçimlenimlerinin görüntüsünün oksipital korteksteki belirli bir bölgeyi etkinleştirdiğini göstermiştir (Downing vd, 2001).

linçsiz biçimde kaçınmıştır. İlki mekânlar, evler ve manzaralar kategorisidir. Yalnızca birkaç hiyeroglif mekânlara atıfta bulunmakta, onlar da herhangi bir uzam veya derinlik algısı uyandırmakta başarısız olan oldukça biçimlendirilmiş bir üslupta karşımıza çıkmaktadır (**HİYEROGLİF**). Fazla öne çıkmayan diğer kategoriyse yüzlerdir: yalnızca Maya yazısı heceleri göstermek için "suratlara" başvurmuştur:



Mekânlar ve yüzler beynin yüzeyinde geniş ve birbirinden uzak alanları işgal etmektedir, ama ikisi de sol lobdaki posta kutusu alanından oldukça uzaktadır. Yüz alanı esasen sağ lobda bulunur ve böylece dil alanından oldukça uzakta konuşlanırken her iki lobda da bulunan mekân alanı, beynin orta çizgisine yakın biçimde uzanmaktadır. İlk yazıcılar bilinçsiz bir biçimde bu iki kategorinin dil alanlarıyla etkili bir bağlantı kurmakta başarısız olduğunu mu keşfetmiştir? Yazılı semboller arasında neredeyse hiç yüzün bulunmaması, beynin mimarisinin yazının evrimini kısıtladığına dair dolaylı bir başka kanıt olarak yorumlanabilir.

Piktografinin Sınırları

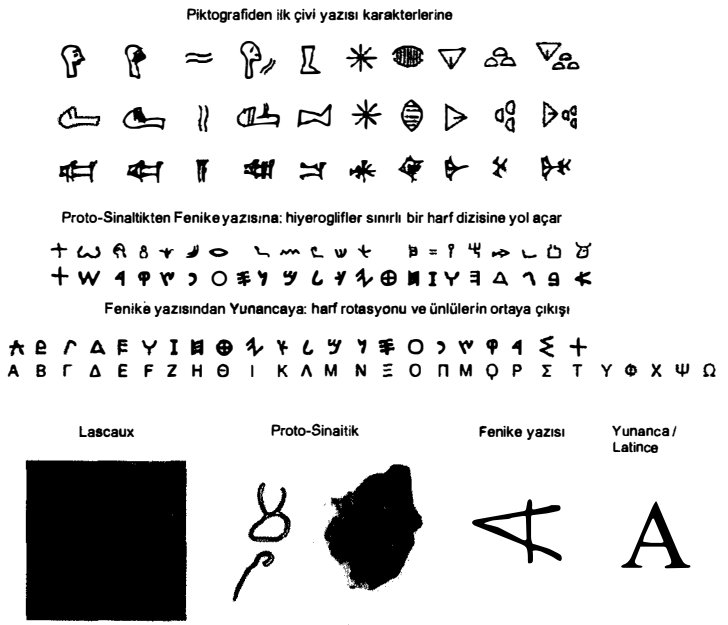
Filozof Plotinus (MS 205-270) *Beşinci Ennead*'ında Platon'un (benim bu bölümün girişinde alıntıladığım) *Phaedrus*'u hakkında yorum yaparken antik Mısır yazısına olan sınırsız hayranlığını da ifade etmiştir:

> Mısır'ın bilge insanları bir şeyi ifade etmek istediklerinde, sözcükler ve önermeler şeklinde bir sıra izleyen harf biçimlerini kullanmazdı. Onlar felsefi ifadelerin seslerini veya telaffuzlarını taklit etmezdi. Daha ziyade her bir olgu için tapınaklarına ayrı ayrı resimler çizer veya kazırlardı... Çizdikleri her görüntü bir tür bilgi ve bilgelik taşıyor.

Ne yazık ki Plotinus haksızdır. Eğer hiyeroglifler tıpkı birer çizgi film gibi anlama doğrudan erişimi sağlasaydı Fransız mısırbilimci Jean-François Champollion'un onları çözümlemesini beklemek zorunda kalmazdık. Tüm kültürlerden insanların hiçbir eğitimden geçmeden anlayabileceği evrensel bir piktografik sistem kavramı ütopiktir. Yazının evrimi dahilinde piktografik aşama var olup olmadığı bile merak konusu olabilecek kadar kısa sürmüştür. Yazı en başından beri soyut fikirleri ifade etmede kullanılmıştır. Bu amaca hizmet etmek için de oldukça fazla miktarda öğrenme gerektiren keyfi birçok âdet edinmiştir. Sonuç olarak da yazma ve okuma bir grup elite mahsus hale gelmiştir.

İlk yazıcılar birtakım somut sorunlarla karşılaşmıştır. Bu sorunların ilki mümkün olduğunca hızlı yazma gerekliliğiydi. Bazı zengin Mısırlıların mezarlarındaki hiyeroglifler kuş ve çiçek türlerinin harika tasvirlerini de içeren büyüleyici biçimde ayrıntılı oymalardır. Ancak bu tür titiz sanat çalışmaları günlük kullanım için fazla yavaştır. Kısa süre sonra da "halka ait" (tam karşılık olarak "amme yazıtları") olarak bilinen, daha hızlı ve basitleştirilmiş bir yazı sistemi üretilmiştir. Biçimlendirme, yazının yaygın olduğu tüm ülkelerde piktografiden daha basit bir geleneksel sembolik karakterler dizisine hızlı bir geçişe yol açmıştır.

Benimsenen yazı biçimleri kısmen elde bulunan materyallere göre değişmiştir. Sümerler, oldukça sivriltilmiş kamış kalemlerle yumuşak kil tabletler üzerine yazmıştır. Sümerlerin en kolay üretebildiği şekil bir çividir (Latincede, *cuneus*). Temel çivi şeklinin çeşitli düzenlemelerinden oluşan yazılarıysa "çivi yazısına" (*cuneiform*) evrilmiştir. Çivileri farklı biçimlerde düzenleyerek, başlangıçtaki piktogramın tanınmaz hale gelmesine sebep olacak kadar biçimlenmiş onlarca piktogram yaratmışlardır (Şekil 4.3). Örneğin bir su akıntısının karşılığı olan sembol başlangıçta birbirine paralel iki dalga resmidir. Çivi yazısındaysa aynı anlam bir tane büyük iki tane de küçük çiviyle, yani her yazıcının ezberlemek zorunda olduğu basit bir işaretle verilmiştir.



Şekil 4.3. Yazının evrimindeki en temel iki etken gelenek ve basitleştirmedir. Sümercede (üstte) piktografik kökenleri ortada olan ilk geleneksel karakterler, yalnızca çivilerle yumuşak kil üzerine kazınıyor olmanın kısıtlılığı altında çabucak soyut sembollere evrilmiştir. Benzer biçimde, proto-Sinaitik yazı da (ortada) Sami dilinin ünsüzlerini temsil etmek için küçük bir geleneksel resimler dizisini benimsemiştir. Bu şekiller, Fenikeliler ve Yunanlar tarafından benimsenmeleri sırasında daha da basitleştirilmiş ve bizim alfabemizin harfleri haline gelene kadar yazının yönündeki değişikliklerin etkisi altında 90 veya 180 derece döndürülmüştür. A harfi gibi (altta) bu şekillerin her biri, bizim alt temporal nöronlarımız tarafından kolayca tanınabilecek çekirdek bir şekli korurken, daha da fazla basitliğe eğilim göstermiş bir kültürel evrim sürecinin bitiş noktası olarak görülebilir.

Çinliler de benzer bir yol izlemiştir. Çinlilerin Şang Hanedanı'na dayanan (MÖ 1000) ve bilinen en eski yazıtlarındaki karakterler, kehanet amacıyla kemiklerin veya kaplumbağa kabuklarının üzerine kazınmıştır. "At" sözcüğüne karşılık gelen karakter bu asil dört ayaklıya benzemektedir: 𐀴. Ancak biçimlendirme çabucak benimsenmiştir. Üçüncü yüzyılda nihai şekline kavuşan bugünkü 馬 karakterinin ar-

kasında gerçek bir atın bulunduğunu kim bilebilir ki? Üstelik bu karakter de yakın zamanlarda şu şekilde basitleştirilmişken: . Günümüzde Çincedeki karakterlerin yalnızca yüzde 2'sinin tanınabilir piktografik içeriğe sahip olduğu tahmin edilmektedir.[9]

Var olan tüm yazı sistemlerinin altında yatan biçimlendirme, tam anlamıyla "doğru çizme" anlamına gelen ortografinin* de kökündedir. Yazı tanınabilir bir resim çizmeye dayalı olduğu müddetçe tam olarak sahip olduğu şekil de çeşitlenebilmiştir. Yazılı semboller bir kez âdet haline geldikten sonra onları düzgünce hecelemenin tek bir yolu ya da tek bir "ortografisi" kalmıştır.

Yazıyı piktografiden uzaklaştıran ikinci bir etkense soyut fikirlerin resimlerini çizme sorunudur. Hiçbir resmin özgürlüğü, köleyle efendiyi, zaferi veya tanrıyı betimlemesi mümkün değildir. Fikirlerin işbirliği sıklıkla iş görmüştür. Çivi yazısında kutsallık bir yıldızla eşleşmiştir; bir kuşun yanındaki yumurta doğum yapmayı karşılamıştır; dudakları bir kaseye dokunan bir yüzün profilden görüntüsü, yiyecek istihkakı anlamına gelmiştir. Ne yazık ki bu âdetler her ne kadar zekice olsalar da yalnızca eğitimli gözlere bir şeyler ifade edebilmiştir; resimden anlama doğrudan bir bağlantı kurulamamıştır.

Bir başka numaraysa belirli sesler arasındaki benzerlikten faydalanılarak esasında birer görsel cinas olan şeyleri oluşturmak şeklindedir. Bu olgu tarihçiler tarafından resimli bilmece ilkesi olarak bilinmektedir. Bu ilke hecesel bir sesi temsil etmede bir piktogramın kullanılmasını içermektedir. Bu işlem piktogramları fonogramlara** dönüştürmektedir. Sümerli yazıcılar için "hayat" sözcüğü *til* şeklinde telaffuz edilmekte ve *ti* şeklinde telaffuz edilen bir tane okla ifade edilmekteydi.[10] Anlamın bu şekilde yazıya dökülmesi aşamalı bir biçimde seslerin yazılmasının yolunu açmıştır. Sümer-

---

9 DeFrancis, 1989.

* Ortografi: İmla –çn.

** Fonogram: Ses yazım birimi –çn.

10 Coulmas, 1989, s. 78.

cede *mu* olarak telaffuz edilen bitkinin resmi önce bir yıl anlamına gelen *mu*'yu, ardından bir cins isim olan *mu*'yu, ondan sonra da iyelik belirten *mu* (benimki) gibi gramatik sözcükleri ifade etmede kullanılmıştır. Bu sözcük nihai olarak da bir başka sözcüğün içinde belirdiğinde bile herhangi bir *mu* hecesini belirten geleneksel bir işaret halini almıştır.

Sümerler ve Mısırlılar, bu resimli bilmece ilkesini kullanarak aşamalı bir biçimde kendi dillerindeki herhangi bir sesi yazıya dökebilecek bir semboller dizisi yaratmıştır. Tabii uygunsuz bir biçimde geleneksel olarak hiyeroglif alfabesi olarak bilinen şeyi de hiyeroglif karakterlerin bir alt kümesi oluşturmuştur: antik Mısırcadaki tüm ünsüz harfleri temsil eden birkaç düzine karakter. Bu sistem "İskender" veya "Kleopatra" gibi özel isimleri yazıya dökmede kullanılmıştır. Champollion'un hiyeroglif kodunu kırabilmesini sağlayan şey de tam olarak bu basitliktir. Benzer biçimde Sümerler de tüm hecelerini temsil etmek için daha geniş bir karakterler dizisi kullanmıştır. Tek bir ünlünün [V] veya etrafında ünsüzler bulunan bir ünlünün [CV, VC, CVC]* olası tüm kombinasyonları için bir çivi yazısı işareti icat etmişlerdir.

Yani Mısırlılar da Sümerler de alfabetik ilkeye oldukça yaklaşmıştır, ama ikisi de fazla şişirilmiş alfabelerinden bu cevheri çıkarmakta başarısız olmuştur. Resimli bilmece stratejisi onların sıkıştırılmış bir fonetik işaretler dizisini kullanarak bir sözcük veya cümle yazmasına olanak sağlayabilirdi; ama onlar alfabelerini büyük miktarlarda piktogramlarla beslemeye devam etmiştir. Biri sese diğeriyse anlama dayalı olan bu iki sistemin talihsiz karışımı kayda değer miktarda belirsizlik yaratmıştır. Örneğin bir yıldız resminden yazıcının "tanrı" mı, "yıldız" mı yoksa yalnızca ona karşılık gelen sesi mi kastettiğini anlamak imkânsızlaşmıştır. Sonradan anlamanın verdiği bilgelikle yazıcıların sistemlerini yalnızca konuşma seslerine sadık kalmayı seçerek büyük ölçüde basitleştirebilecekleri artık açıktır. Ne yazık ki kültürel evrim ataletle maluldur ve mantıklı kararlar verememektedir. Sonuç olarak Sümerler de Mısırlılar da artan

* Başharfler, İng. C: Consonant = Ünsüz. V: Vowel = Ünlü –çn.

karmaşıklığın doğal yokuşunu takip etmiştir. Bu iki uygarlık yüzlerce yıl boyunca belirsizlikleri yazı sistemlerini basitleştirmek yerine artan karakter sayısına daha fazlasını ekleyerek kaldırmaya çalışmıştır. Çivi yazısı gösterimi refakatçi işaretler kavramını netleştirmek için "belirleyici" ideogramlar eklemiştir. Bunların her biri de anlamsal sözcük kategorilerini işaretlemiştir: şehir, insan, taş, odun, tanrı vb. Örneğin "odun" belirleyicisinin eşlik ettiği "saban" karakteri tarımsal araç gereç anlamına gelmiştir. Aynı karakter bu kez "insan" belirleyicisiyle birlikte kullanıldığında bu kez "çiftçi" sözcüğünü karşılamıştır. Belirleyiciler aynı zamanda hecesel gösterimde yazılmış sözcüklerin anlamlarının belirtilmesine de yardımcı olmuştur; herhangi belirli bir hece genellikle ("one" ve "won" gibi) birkaç eşsesli sözcüğe karşılık geldiğinden bu kullanışlı bir yöntemdir.

Mısır yazısının da neredeyse aynı çözümü benimsemiş olması çarpıcıdır. Hiyeroglifler; insan, su, ateş, bitki, eylem ve hatta "soyut kavram" gibi kategoriler için çok yönlü bir belirleyiciler sistemine sahiptir. Sonuç olarak da bu girift şemada bir sözcük üç işaretin bir karışımı tarafından temsil edilmiştir: ses, kategori ve açık anlam. Örneğin *pr* şeklinde telaffuz edilen "çıkmak" fiili en az üç işaretle yazılabilmiştir:

- Kendisi de aynı zamanda *pr* şeklinde telaffuz edilen bir ev, bir ses bileşeni görevi görmüştür.
- Telaffuzu *r* şeklinde olan bir ağız, bir ses bütünleyicisi işlevindedir. Bu işaret, ev sembolünün, anlamı için değil de telaffuzu için okunması gerektiğini doğrulamıştır.
- Son olarak da bir çift bacak, hareket fikrini ifade eden bir belirleyici olarak hizmet etmiştir.[11]

Buna çok benzeyen bir mantık Çincedeki karakterlerin evrimini de yönlendirmiştir. Bu karakterler de hem anlam hem de fonetik işaret içeren alt birimlerden oluşmuştur. Örneğin *qing* şeklinde telaffuz edilen ve "günışığı" anlamına

[11] Zali & Berthier, 1997, s. 38.

gelen karakter "güneş" ve "yeşil"i ifade eden karakterlerden oluşmuştur. İlk karakter açık bir biçimde anlam işaretçisiyken *qing* biçiminde telaffuz edilen ikincisi de doğru telaffuza işaret etmektedir.

Her ne kadar tüm bu betimsel kombinasyonlar fazlasıyla ayrıntılı olsa da bizim telaffuzları aynı olan "cellar" ve "seller", "I" ve "eye" veya "but" ve "butt" gibi sözcükleri ayırt etmemizi sağlayan mantıktan daha karmaşık değildir. Biz de biçimbirim ve sesbirimlerin bir karışımını içeren yazım âdetlerine bel bağlamaktayız. Yazımımız karmaşık görünebilir, ama esasında fonetik gösterimlerdeki belirsizlikleri netleştirmektedir. Bizim yazımımız kulağa aynı gelen "lessen" ve "lesson", "pea" ve "pee" veya "horse" ve "hoarse" gibi sözcüklerin birbirlerinden farklı olan anlamları için özel yazılı biçimler kullanmaktadır. "Board" ve "bored" karşılaştırmasındaki "-ed" eki antik Mısırca veya çivi yazısında kullanılan işaretçilere benzer biçimde bir geçmiş zaman etiketi görevi görmektedir.

Kısacası, anlam ve sesi bir araya getiren karışık bir yazı sistemi birbirinden bağımsız olarak birçok kültür tarafından benimsenmiştir. Ama karışık yazı sistemleri neden dünyanın her yanındaki toplumlar için sarsılmaz bir cazibe oluşturmaktadır? Bunun sebebi muhtemelen çoklu kısıtlılıkların birleşme noktasında yatmaktadır: hafızamızın yapılanma biçimi, dilin düzenlenme biçimi ve beyindeki belirli bağlantıların uygunluk durumu. Hafızamız her bir sözcüğün kendine özel birer sembolünün olduğu tamamen piktografik veya logografik yazı türleri için fazla donanımsızdır. Sözlüğümüzdeki 50.000 sözcüğün her birine karşılık gelen farklı işaretleri ezberlememiz imkânsız olurdu. Yalnızca seslerin gösterimi de bir o kadar kifayetsiz kalırdı. Birçok dilde "wretch" ve "retch" gibi o kadar çok sayıda eşsesli vardır ki tamamen fonolojik bir yazı sistemi ciddi belirsizliklere sahip olurdu. Okuma bir resimli bilmeceyi çözmeyle eşdeğer olur, fazlasıyla yetersiz kalırdı. Görünüşe göre en iyi çözüm, hem ses hem de anlam parçaları kullanan karışık bir sistemdir.

Karışık yazı sistemi aynı zamanda posta kutusu alanının bağlantısallığına özellikle iyi uymak gibi büyük bir üstünlüğe sahiptir. Hem sözcük anlamını kodlayan orta temporal ve frontal bölgelere hem de işitsel analiz ve üretimi kapsayan üst temporal ve alt frontal bölgelere uzanan bu bölge muhtemelen yazıda var olan bilginin sessel ve anlamsal parçalarının dağıtımında merkezi bir rol oynamaktadır. Eğer bu bağlantısallık tüm insanlarda önceden var olmasaydı, Sümer ve Mısırlı atalarımız muhtemelen oldukça farklı bir görsel kod icat etmek zorunda kalacaklardı.

Alfabe: İleriye Doğru Büyük Bir Sıçrama

Mezopotamya'da ortaya çıkan yazı "virüs"ü, bu bölgeyi çevreleyen kültürlere de hızlıca yayılmıştır. Şüphesiz ki bu virüsün insan beyninde bulduğu elverişli üreme ortamının da buna katkısı olmuştur. Ancak salgın tüm toplumlarda küçük bir uzman grubuyla sınırlı kalmıştır. Bu icadın karmaşıklığı, yayılışını da dizginlemiştir. Kimi tahminlere göre Sümerler bir zamanlar dokuz yüz tane işaret kullanmış, daha sonra piktografinin aşamalı bir biçimde artarak hecesel yazımın ortaya çıkmasını sağlamasıyla bu sayı beş yüze düşmüştür. Bir katibin eğitimi Mısır'da da toplamda yaklaşık yedi yüz işaretin öğrenilmesini içermiştir. Bugünkü Çin'de bile öğrencilerin birkaç bin işareti öğrenmesi gerekmektedir. 1950'lere gelindiğindeyse Çin'deki yetişkin nüfusun okuma yazma bilmeme oranı yüzde 80'e yaklaşmıştır; tabii, radikal basitleştirme ve eğitime yapılan muazzam yatırım bu sayıyı yaklaşık yüzde 10'a indirmeden önce.

Bu virüsün salgın haline gelmeden önce mutasyona uğraması gerekmiştir. Tıpkı biyolojik evrimde olduğu gibi bu mutasyon da –alfabetik ilke– muhtemelen anaakım toplumun sınırlarında bulunan küçük insan gruplarında ortaya çıkmıştır. Proto-Sinaitik adı verilen bir alfabenin ilk izleri MÖ 1700'e dek uzanmaktadır ve bu alfabe Orta ve Yeni Krallıklar'ın firavunları tarafından işletilen turkuaz madenlerine yakın olan Sina Yarımadası'nda ortaya çıkarılmıştır.

Bu yazı sistemi kimi Mısırlı karakterlerin şekillerini ödünç almış, ama onları Sami bir dili temsil etmede kullanmıştır. İşaretler artık anlama değil konuşma seslerine aslına bakılırsa da yalnızca ünsüzlere karşılık gelmeye başlamıştır. Böylelikle yazılı semboller envanteri de kayda değer ölçüde küçülmüştür: var olan tüm konuşma seslerini kusursuz bir süreklilikle temsil etmek için iki düzine işaret yeterli olmuştur.

Alfabetik yazının tohumlarının filizlenmiş olmasının sebebi katiplerin yeni bir dil için yazıyor oluşlarıdır. Böylelikle onlar da eski kuralların ağırlığını atma ve mantıklı bir uyarlamaya yaklaşma fırsatı bulmuştur. Şüphesiz ki bu katipler çevrelerindeki Mısırlı ve çivi yazısı sistemlerden ilham almıştır, ama tüm tarihi aksilikleri ortadan kaldırma, temel ilkeleri ayırt etme ve onları en basit hallerine damıtma gibi eşsiz fırsatları elde etmişlerdir. Nihayet de ideografik yazıdan vazgeçmişler ve özellikle konuşma sesleriyle sözcük köklerinin soyut gösterimi üzerine eğilmişlerdir.[12]

O katiplerin yeni dili bugün Arapça, Habeşçe ve İbraniceyi de kapsayan Sami aileye mensuptur. Bu dillerin morfolojisi ünsüzlere yaptığı vurgu yönünden özgündür. Bugün bu özelliğin alfabenin icadına katkıda bulunduğuna dair çok az şüphe vardır. Sami dillerde birçok sözcüğün kökü içerisinde ünlülerin çeşitlenebileceği sabit bir ünsüzler ağından oluşmaktadır. Örneğin İbranicede genel anlamıyla "büyük" sözcüğünü ifade eden *gdl* kökü, *gadol*, büyük (eril); *gdola*, büyük (dişil); *giddel*, büyütmek; *gaddal*, büyümek; *higdil*, genişlemek vb biçimlerde çekilebilmektedir. Proto-Sinaitik

[12] Kral Sejong, Koreceye uygunsuz bulduğu Çincedeki karakterler hakkındaki hoşnutsuzluğunu ifade ettiğinde, benzer bir olay da Kore'de gerçekleşmiştir. "Bizim dilimiz Çinceden farklı olduğu için," demiştir Kral, "benim zavallı insanlarım düşüncelerini Çince yazıyla ifade edemiyorlar. Onlara acıdığım için ben, hepsinin kolayca öğrenebileceği ve günlük yaşamlarında kullanabileceği 28 harf yaratacağım." Hangul yazısının 1446'daki doğuşu da böyle gerçekleşmiştir. Yaklaşık altı yüzyıl sonra bugün, Kral'ın yarattığı yirmi sekiz karakterin yirmi dördü hâlâ kullanımdadır. Alfabenin fonetik, alfabetik ve hecesel ilkelerinin mantıklı kombinasyonu onu dünyadaki en zarif yazı sistemlerinden biri yapmaktadır (Coulmas, 1989, s. 118-122).

yazının mucitleri bu özgünlükten faydalanmıştır. Yapmaları gereken tek şeyin soyut ünsüzler ağını temsil etmek olduğunu anlamışlardır. Dilleri, olası her heceye karşılık gelecek işaretlerden oluşan geniş bir envanter gerektirmemektedir; okuyucu yalnızca ünsüz sözlüğündeki iki düzine şekle bakarak bir mesajın anafikrini anlayabilecektir.

Aynı zamanda her bir ünsüze karşılık bir şekil seçimi de oldukça basit ve hafızaya yönelik bir fikir tarafından yönlendirilmiştir: her bir şekil karşılık gelen ünsüzle başlayan bir sözcüğü simgelemiştir. Bu zekice fikir de akrofonik ilke (tam anlamıyla "bir uçta sesi kullanma") olarak bilinmektedir. Yani *b* ünsüzü çoğu Sami dilde *beth* adı verilen bir ev işaretiyle temsil edilmektedir. Bu ünsüz ayrıca Yunancadaki beta harfine de ismini vermiştir. Aynı şekilde Sami dillere özgü olan ve *'aleph* (öküz) sözcüğünün başında gelen gırtlak durağı, Proto-Sinaitik yazıda bir öküz başıyla temsil edilmiştir. Biçimlendirilen ve döndürülen bu şekil, önce Yunan alfabesindeki alfa (α) harfine, sonra da bizim kullandığımız A harfine dönüşmüştür. Eğer büyük A harfini ters çevirirsek, özgün öküzün başı ve iki boynuzu kolayca tanınabilir. Yunan harflerinin ilginç isimlere (alfa, beta, gama, delta...) sahip olmasının tek sebebi akrofonik ilkedir. Aslına bakılırsa bunlar bizim harflerimize şekillerini, isimlerini ve ilk ünsüzlerinin telaffuzlarını vermiş olan iki düzine görüntünün bozunuma uğramış Sami isimleridir.

Yani bizim Latin alfabesinde rutin olarak kullandığımız harflerin her biri, dört bin yıl öncesine dayanan küçük, gizli birer çizim barındırmaktadır. Bir "m", dalgaları (*mem* veya *mayyūma*); bir "n", bir yılanı (*nahašu*); bir "l", bir üvendireyi (*lamd*); bir "k", ileri uzanmış parmaklarıyla bir eli (*kaf*); bir "r" de bir kafayı (*res*) simgelemektedir. Kültürel evrimin de nörofizyolog Keiji Tanaka'yla aynı yolu izlediğini, yani ikisinin de yaptıkları çizimlerin yalnızca temel şekilleri kalana dek bu şekilleri budadığını düşünmek bana keyif vermektedir (Şekil 3.6 ve 4.3'ü karşılaştırın). Yazı; Lascaux mağarasındaki ilk gerçekçi öküz başı çizimlerinden bu başları birkaç vuruşa dönüştüren Sami yazıya, oradan da bunları modern

A harfine dönüştüren Fenikelilere ve Yunanlara geçmiştir. Şekilleri maymunların görsel nöronlarını tetiklemeye devam eden en basit hallerine ulaşana dek Tanaka'nın basitleştirmesiyle neredeyse aynı biçimde yazı da bizim alt temporal korteksimizdeki nöronlar tarafından derhal tanınmaya devam edebilecek basitleştirilmiş bir sisteme doğru aşamalı olarak evrilmiştir. Deneme ve yanılma ve birçok nesil boyunca süren ilerlemeci seçilimden geçen kültürel evrim de küçük bir minimal ve evrensel harf şekilleri envanterine ulaşmıştır. Her ne kadar bu şekiller bir ülkeden diğerine değişiklik gösterse de bunların hepsi doğal sahnelerde bulunan ve görsel sistemimizin en kolay biçimde kavrayabileceği aynı temel özellikler dizisinden meydana gelmektedir.

Alfabenin icadıyla birlikte yazı da daha demokratik bir hal almıştır. Katip olmak için artık yıllar süren bir eğitim gerekmez olmuştur. Makul ölçüde motivasyona sahip olan herkes yirmi harften oluşan bir alfabeyi okuyup yazmayı öğrenebilmiştir. Yazı ve alfabe hızlı bir biçimde tüm dünyaya yayılmıştır. Alfabetik ilke doğum yerinden çok uzakta Suriye kıyısındaki Ugarit şehrinde kil tablete yazım teknolojisine uyarlanmıştır. Antik Kenan kentinde çivi yazısı alfabesi kullanılmış ve MÖ on üçüncü yüzyıla dayanan kitabeler bulunmuştur. Bu alfabe Samidir; aynı zamanda dünyadaki tüm alfabelere de hayat vermiştir: ilk önce Yunanca, Kiril, Latince ve muhtemelen tüm Hint yazı şemalarını ortaya çıkarmış olan Fenike diline; sonra bugüne dek özünde değişmeden kalmış olan İbrani yazısına; son olarak da Arapça ve Arapçanın iki yüz milyon çağdaş okuyucusuna kaynaklık etmiş olan Aramiye.

Ünlüler: "Okumanın Anaları"

Fenikeliler bir başka büyük katkı sunmuştur: açık gösterim ünlüleri. Samide yalnızca ünsüzler yazıya dökülmüştür. Harfler sözcüklerin telaffuzlarının tamamını değil de yalnızca sözcük köklerini belirttiğinden bu özellik okumayı karmaşıklaştırmış ve belirsizliklere yol açmıştır. İbrani ve Ugrit

alfabelerinin izinden giden Fenike yazısı *matres lectionis* ("okumanın anaları") adı verilen sembolleri ekleyerek ünlülerin temsilini ortaya koymuştur. *Matres lectionis* başlangıçta yalnızca ünlülere dönüştürülmüş ünsüzlerdir. Bu dönüşümün ortaya çıkmasının sebebi muhtemelen bazı sözcüklerin telaffuzunun kaymaya uğramış olmasıdır.[13] Örneğin Samide başlangıçta PNMW ünsüzleriyle yazılan *panamuwa* sözcüğü, konuşma dilinde daha sonra *panamua*, sonrasındaysa *panamu* halini almıştır. Sözcük hâlâ PNMW şeklinde yazıldığından, en sondaki W ünsüzü *u* sesinin yazıya dökülmüş hali olmuştur. Benzer şekilde "j" (*jodh*) ünsüzü *i* ünlüsünün yazıdaki resmi karşılığı halini almıştır; tıpkı Slovenya'nın başkenti Ljubljana'yı *Liubiana* şeklinde telaffuz etmemize sebep olan konuşma bozunumu gibi.*

Ancak Fenike sistemi de kusursuz değildir. Bu sistem tüm ünlüleri temsil etmekte başarısız olmasının yanında aynı semboller hem ünsüzleri hem de ünlüleri simgelediği için belirsizdir. Nihayet bildiğimiz haliyle alfabeyi yaratanlar Yunanlardır. Bunu yaparlarken her ne kadar Fenike harflerinin isimleri (*'aleph, beth, gimmel...*) günümüzde anlamsız olsa da bu harfleri benimsemişlerdir. Ne yazık ki kimi Fenike ünsüzleri Yunancada yoktur. Örneğin Yunanlar (A harfiyle betimlenen) *'aleph* sözcüğünün ilk harfi olan ve bir kesme işaretiyle ifade edilen gırtlak durağını telaffuz edememiştir. Yunanca konuşan insanlar farkında olmadan bu ilk sesi düşürmüş ve *aleph* harfini yanlış telaffuz etmiştir. Yani her ne kadar "A" harfi başlangıçta Sami dillerdeki bir ünsüzü betimlemiş olsa da bu harf sonuçta **a** ünsüzünü ifade etmeye başlamıştır. Benzer bir durum hepsi de Yunan ünlülerine dönüştürülmüş Sami ünsüzleri olan iota, omicron ve upsilon için de geçerlidir. Sistem birkaç yüzyıl boyunca evrilmeye devam etmiştir. Yunancada yeni sesler yine de ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak da (tam olarak *omega* adı verilen) uzun *o* ve (Yunancada var olmayan, Fenike dilindeki *heth* ünsüzünden

[13] Coulmas, 1989, s. 146.

* Türkçenin yapısından dolayı bizim dilimizde bu ses y sesine dönüşmüştür –çn.

ödünç alınmış eta harfi olan) uzun *e*'yi belirtmek için yeni harfler türemiştir. Aynı zamanda, karmaşık yazıbirimler de yaratılmıştır: "o" ve "u"nun birleşimi *u* sesini ifade etmek için seçilirken, upsilon harfi de Fransızcada *sur* ve Almancada *über*'de geçen keskin *ü* sesini temsil etmeye başlamıştır.

Her ne kadar bu ayarlamalar yavaş gerçekleşmiş olsa da yeni bir ilke de yola çıkmıştır. Alfabe insanlık tarihinde ilk kez Yunanların kendi dillerindeki seslerin eksiksiz bir çizgesel envanterine sahip olmasını sağlamıştır. Yazı piktografik ve hecesel kökenlerinden sıyrılmıştır. Yunanlar konuşma dilinin en küçük birimleri olan sesbirimleri keşfetmiş ve bunların tümünü yazıya dökebilecek bir gösterim icat etmiştir. Kültürel evrim, deneme ve yanılma yoluyla minimal bir semboller dizisine yaklaşmıştır. Bu semboller iki sebepten ötürü beynimizle uyumludur: hem posta kutusu alanı tarafından kolayca öğrenilebilmekte hem de üst temporal kortekste kodlanan konuşma sesleriyle doğrudan bağlantı kurabilmektedirler.

Bölüm 5

OKUMAYI ÖĞRENMEK

Okumayı öğrenmek beynin çocuklukta halihazırda var olan iki beyin bölgesi dizisini bağlamaktan ibarettir: nesne tanıma sistemi ve dil devresi. Okumanın edinimiyse üç ana aşamayı içermektedir: çocukların birkaç sözcüğü "fotoğrafladığı" kısa bir dönem olan resimsel aşama; yazıbirimleri sesbirimler halinde çözümlemeyi öğrendikleri fonolojik aşama; ve sözcük tanımanın hızlı ve otomatik hale geldiği ortografik aşama. Beyin görüntüleme, beyindeki kimi devrelerin, özellikle de sol oksipitotemporal posta kutusu alanındaki devrelerin, bu süreç boyunca değişime uğradığını göstermektedir. Birkaç yıl içinde yazılı sözcükler tarafından uyarılan nöron etkinliği artmakta, seçici hale gelmekte ve yetişkin düzeyindeki okuma ağına yaklaşmaktadır.

Bu sonuçlar her ne kadar başlangıç aşamasında olsalar da eğitim açısından zengin çıkarımlara sahiptir. Her şey bir yana, bütün halinde dil yönteminin görsel beynimizin mimarisine uymasa bile neden bu kadar çok psikolog ve öğretmeni aldattığını artık anlıyoruz.

> Yalnızca okuduğunuz şeyden değil, onun okunabilir oluşu mucizesinden de büyülenmenizi istiyorum.
>
> –Vladimir Nabokov, *Solgun Ateş*

Her ne kadar günümüz yazı sistemlerine ulaşmak için birçok katip neslinin geçmesi gerekmiş olsa da çocuklarımız bu sistemler üzerinde birkaç yıl içinde uzmanlaşmak zorundadır. İster İngilizce, Fransızca, Çince ister İbranice konuşuyor olsunlar iki veya üç yıllık bir eğitim onların sözcükleri çözümlemeye başlamasını sağlamaktadır. Hayati öneme sahip bu yıllarda yalnızca kâğıt üzerinde bir işaretler kargaşası olan yazı birdenbire anlam kazanmaktadır. Bu öğrenme sürecinin dahili mekanizmaları üzerine psikolojiden beyin seviyesinde olanlara dek yapılan araştırmalar geçtiğimiz on yıl içinde oldukça büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Okuma mekanizmalarına dair bu yenilenmiş anlayışın bir sonraki bölümde inceleyeceğimiz öğretimin geliştirilmesine dair önemli çıkarımları vardır.

Nöron geri dönüşümü hipotezi, okumanın çocuğun beynine aşamalı bir biçimde demir atmasının sebebinin halihazırda işlevsel ve yalnızca asgari miktarda düzenleme gerektiren devrelerin içinde kendisine uygun bir niş bulması olduğunu öne sürmektedir. Çocuğun beynindeki görsel ve dilsel devreler içerisinde yazının evrimi sırasında oluşan kültürel deneylemeye benzer bir biçimde deneme ve yanılmayı içeren beyinsel bir süreç gerçekleşmelidir. Okumanın aşamalı olarak sol oksipitotemporal posta kutusu alanı üze-

rine yaklaştığı şeklinde merkezi bir öngörü vardır. Çocuk deneyimli bir okuyucu haline geldikçe beynin bu bölgesi de yazıya aşamalı bir biçimde özelleşmelidir. Aynı zamanda bu bölgenin etraftaki temporal, yan ve frontal dil alanlarıyla olan iletişimi de artmalıdır. Gelişimsel psikoloji ve daha yakın zamanda beyin görüntüleme bu süreci işaretleyen aşamalar üzerine ışık tutmaya başlamıştır.[1]

Nöron geri dönüşümü hipotezi ilginç bir biçimde bizi hayatın ilk yılına, yani okumanın daha gündeme bile gelmediği bir zamana odaklanmaya itmektedir. Eğer geri dönüşüm modeli doğruysa çocukların okumayı öğrenebilmesinin tek sebebi, ya evrim ya da erken öğrenme sayesinde, beyinlerinin gerekli mimariyi halihazırda barındırıyor oluşudur. Çocuklar ilk okuma derslerini almadan önce beyinlerinin bu yeni kültürel çalışmaya hazırlanmasında önceki dilsel ve görsel gelişimleri önemli bir rol oynamaktadır.

Geleceğin Okuyucusunun Doğuşu

Bir zamanlar yeni doğan bir bebeğin dünya algısının "parıldayan ve uğuldayan dev bir kafa karışıklığı" olduğu düşünülürdü. Bebeğin beyninin bir hayli ham ve çok az düzenli olduğu düşünülür, yapılandırılması için muazzam girdilerin ve yıllar süren istatistiksel öğrenmenin gerektiği öne sürülürdü. Ancak yapılan son araştırmalar bu basit "yapılandırmacı" kuramın aksini göstermektedir. Gerçekten de beyin ergenliğe kadar oldukça esnek kalmakta ve böylece öğrenme ve eğitim için bir fırsat penceresi açmaktadır. Ancak hayatın ilk yıllarında bile okuma için daha sonra geri dönüştürülecek olan iki ana yeti halihazırda yerli yerindedir: konuşmayı kavrama ve sabit görsel tanıma.

Bebekler yaşamlarının ilk birkaç ayında şaşırtıcı dil yeterlikleri göstermektedir. Doğumdan birkaç gün sonra *ba* ve *ga* arasındaki fark gibi dilsel karşıtlıkları kolayca

[1] Okumanın gelişimi ve bunun eğitim üzerine çıkarımları hakkında harika incelemeler için bkz: Rayner & Pollatsek, 1989; Ehri, Nunes, Stahl & Willows, 2001; Rayner vd, 2001.

kavrayabilemektedirler.[2] Dahası bebekler gebeliğin son aylarında rahimdeyken duydukları anadillerinin ritmine özel bir ilgi göstermektedir.[3] Bebeklerin dil yetileri biz konuşmayı işlerken yetişkin beyinlerimizde etkinleşecek sol lob alanlarının oluşturduğu ağa halihazırda dayanmaktadır. Sol üst temporal bölge konuşma seslerini analiz etmekte ve temporal lob da büyük ihtimalle sesbirimleri, sözcükleri ve cümleleri çıkartma yetisine sahip olan bir dizi alan şeklinde hiyerarşik olarak düzenlenmektedir. Üç aylık bir bebek cümleleri dinlerken, Broca alanı denen ve geleneksel olarak gelişmiş konuşma üretimine ve gramatik yetilere ev sahipliği yaptığı düşünülen sol alt frontal bölge bile etkinleşmektedir.[4]

Bu bölgelerin dil edinimine olanak tanıyan bir ağ oluşturmak için genetik olarak eğilimli olduğuna dair çok az şüphe vardır. Elbette okuma da kayda değer bir rol oynamaktadır. Hayatın ilk yıllarında çocuğun konuşma alanları çevresindeki dile özelleşmiş hale gelmektedir.[5] Doğumdan sonraki altıncı ayda, her bir dilin kendine özgü olarak sahip olduğu bir "sesli boşluk" olarak düşünülebilecek ünlülerin temsili aşaması, anadilin ünlülerine uyumlandıkça aşamalı olarak bozunuma uğramaktadır. Kabaca on birinci veya on ikinci aylarda da ünsüzler uygun hedeflere doğru yaklaşmaktadır. Burası, Japon bebeklerin *r* ve *l* arasındaki farkı algılamayı bıraktıkları, bizim de bizim dilimizde bulunmayan ama Hint dilleri için fazlasıyla önemli olan *t* seslerinin çeşitlemeleri gibi yabancı karşıtlıkları algılamayı bıraktığımız noktadır.

Tıpkı genç bir doğa bilimci veya istatistikçi gibi yeni doğan bir bebeğin beyni de konuşmanın parçalarını sistematik olarak çıkartmakta, ayrıştırmakta ve sınıflandırmaktadır. Bu beyin konuşma girdilerindeki süreklilikleri algılamakta, hangi ses geçişlerinin kabul edilebilir olduğuna

---

2 Eimas vd, 1971; Werker & Tees, 1984; Kuhl, 2004.

3 Mehler vd, 1988.

4 Dehaene-Lambertz & Dehaene, 1994; Cheour vd, 1998; Dehaene-Lambertz, Dehaene, & Hertz-Pannier, 2002; Pena vd, 2003.

5 Kuhl, 2004.

karar vermekte ve geri kalanları elemektedir. Bir dilin fonotaktik* kuralları hemen yerleşmektedir: her ne kadar p, r ve ch ünsüz dizileri İngiliz kulaklara dayanılmaz gelse de Leh bir bebek bu dizileri kabul etmektedir. Bebekler aynı zamanda konuşmada en sık ortaya çıkan parçaları da işleyebilmektedir: bunlar, o bebeklerin girdi sözlüklerindeki ilk sözcükler olacaktır.[6]

İkinci yılın sonunda bir çocuğun kelime haznesinin büyüme hızı günde on veya yirmi kelime gibi harikulade bir hıza ulaşabilmektedir. Bebek aynı zamanda dilinin temel gramatik kurallarını da oturtmaktadır. Çocuklar beş veya altı yaşlarına gelip de ilk okuma derslerine maruz kaldıklarında ses dizimine dair uzmanlık seviyesinde bilgiye sahiptirler. Aynı zamanda, ellerinde birkaç bin sözcükten oluşan bir kelime haznesi vardır ve dillerinin temel gramatik yapılarına da hâkimdirler. Bu "kural ve temsiller"[7] dolaylıdır. Çocuk, uzmanlığının farkında değildir ve bundan sorumlu tutulamaz. Ne var ki bu bilginin, yazılı sözcük için beklemede olan organize bir konuşma devreleri dizisinde mevcut olduğuna şüphe yoktur.

Çocuğun görsel sisteminin düzenlenişi eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Bebeğin görsel sistemi doğumdan sonraki birkaç ayda bile görsel sahneyi nesneler halinde ayrıştırmaya ve bu nesneler bir noktada kısaca gizlense bile onların izini takip etmeye yetecek kadar çok yönlü ve karmaşıktır.[8] Bebekler yaşamlarının ilk yıllarında nesnelerin dış hatlarını, dokularını ve dahili düzenlerini kullanarak onları birbirinden ayırt etmektedir. Dahası içbükey ve dışbükey nesneler arasındaki farkı bile kavrayabilmektedirler.[9] Bebekler bir nesneyi farklı bakış açılarından gördüklerinde o nesnenin

---

* Fonotaktik: Bir dilde sesbirimlerin birbirleriyle ilişkilerini ve sınırlılıklarını inceleyen bilim dalı –çn.

6 Saffran, Aslin & Newport, 1996; Marcus vd, 1999; Altmann, 2002; Marcus & Berent, 2003.

7 Chomsky, 1980.

8 Kellman & Spelke, 1983; yakın zamanda yapılmış bir inceleme için, bkz: Wang & Baillargeon, 2008.

9 Bhatt vd, 2006.

üç boyutlu şekline dair karmaşık çıkarımlar yapabilmektedir.[10] Görünüşe göre bu muhteşem yeterlik, bir nesnenin uçlarının nasıl birleşip T, Y veya L birleşimleri oluşturduğunun yorumlanmasına dayanmaktadır.[11] Yani görünüşe göre daha sonra bir harf tanıma aygıtı halinde geri dönüştürülecek olan ve sahip olduğu her şeyin zorunlu olduğu bir sistem yaşamın ilk yılında yerleşmektedir. İkinci yıllarında bebekler nesnelerin çıplak hallerini tanımakta ve böylece de bir görüntüden alınan şeklin temel bileşenlerini alma yetisine sahip olduklarına işaret etmektedir.[12]

Yüz algısının gelişimi de derinlemesine incelenmiştir. Bebekler doğumda yüzlere özel bir ilgi göstermektedir. Görünüşe göre bebekler iki aylık olduklarında yüzler, yetişkinlerin kullandığı oksipitotemporal korteks bölgesini etkinleştirmektedir.[13] Bu erken özelleşme bebekler ilk yılda çevrelerindeki yüzleri tanımayı öğrendikçe aşamalı olarak artmaktadır. Dokuz aylık olduklarında yüz sistemleri insanlara özelleşmekte ve diğer primatların yüzlerini ayırt etme yetisini kaybetmektedir.[14] Bebekler ayrıca ikinci yıllarında bir bağlam içindeki bir yüzü tanımayı öğrenmektedir.[15] Bu özelleşme süreci, daha yavaş olmakla birlikte, sonraki en az on yıl boyunca da devam etmektedir.[16]

Yüzler, mekânlar ve nesneler için beyindeki özelleşme yamasının hangi yaşta nihai olarak yetişkin düzenine eriştiğini şu an için bilmemekteyiz; kimi araştırmalar beyindeki bu özelleşmenin doğumdan sonraki hemen ilk yılda başladığına işaret etmektedir.[17] Kesin olansa başlıca sabit görsel tanıma sürecinin çocuğun okumaya başladığı beş veya altı yaş civarında her ne kadar azami düzeyde esnek olsa da yerleşmiş

10 Kraebel, West & Gerhardstein, 2007.
11 Shuwairi, Albert & Johnson, 2007.
12 Smith, 2003; Son, Smith & Goldstone, 2008.
13 Pascalis & de Schonen, 1994; Tzourio-Mazoyer vd, 2002; de Haan, Johnson & Halit, 2003.
14 Pascalis, de Haan & Nelson, 2002; Pascalis vd, 2005.
15 Robinson & Pascalis, 2004.
16 Gathers vd, 2004.
17 Southgate vd, 2008.

olduğudur. Dolayısıyla bu dönem, harfler ve sözcükler gibi yeni görsel şekillerin edinimine özellikle yol açmaktadır.

Okumanın Üç Adımı

> Beyefendi; bu adam, bir kitabın sunduğu lezzetleri hiç tatmamıştır; hiç kâğıt yememiş, asla mürekkep içmemiştir: kendisinin idrak kabiliyeti hiç mi hiç tazelenmemiştir. Bu adam yalnızca ruhsuz olana duyarlı bir hayvandır.
>
> –Shakespeare, *Aşkın Çabası Boşuna*

Peki "kâğıt yiyenler" veya "mürekkep içenler", diğer bir deyişle deneyimli okuyucular haline gelmek için biz ne yaptık? 1985 yılında İngiliz psikolog Uta Frith öğrenimi üç ana aşamaya ayıran ve bir klasik haline gelen bir öğrenim edinimi modeli sunmuştur.[18] Bu üç aşama aslında kesin çizgilerle ayrılmadığından bu elbette ki kuramsal bir basitleştirmedir. Çocuk bu aşamalardan birkaç ay veya yıl içinde durmaksızın geçmektedir ve gelecekteki okuma kuramları de sabit öğrenme kuralı sayesinde temsillerin aşamalı olarak ortaya çıktığı birleşik nöronlar ağındaki bu sürekliliği yakalamayı eninde sonunda başaracaktır.[19] Ancak bu sırada Frith'in üç basit adımı çocuğun zihninde gerçekleşen muazzam değişimler için kabaca bir taslak çizmektedir. Bu adımlar hiç yoktan, pedagojinin bakış açısından, çocuğun öğrenme eğrisine dair faydalı bir tanım sunmaktadır.

Frith'e göre, beş veya altı yaş civarında ortaya çıkan ilk okuma aşaması "logografik" veya "resimsel" aşamadır. Çocuk henüz yazının mantığını kavramamıştır. Görsel sistem, sözcükleri sanki onlar birer nesne veya yüzmüş gibi algılamaktadır. Sistem uygun olan tüm görsel özellikleri kullanmaktadır: şekil, renk, harf konumlandırması, eğim derecesi... Genellikle formal eğitimin hemen öncesine denk düşen bu aşamada çocuk tipik olarak adını ve marka isimleri (*Coca-Cola*) gibi birkaç başka vurucu sözcüğü tanımaktadır.

[18] Frith, 1985.

[19] Seidenberg & McClelland, 1989; Hutzler vd, 2004.

Bu görüntüsel sözcük haznesinin boyutu çocuktan çocuğa kayda değer ölçüde değişmektedir. Kimi çocuk birkaç on sözcüğü ezberleyebilmektedir. Diğerleri, özellikle de İtalyanca gibi saydam dillerde, oldukça kısa ve genellikle ayırt edilemeyen bir resimsel aşama sergilemektedir. Her halükârda bütün halindeki sözcüklerin birer resim olarak tanınması yapay bir okuma biçimidir. Sıkça yapılan hatalar çocuğun sözcüklerin dahili yapısını çözümlemediğini, bunun yerine yalnızca birkaç yüzeysel ipucundan faydalandığını ortaya çıkarmaktadır. Çocuk (*Chinchilla*'nın *CocaCola* şeklinde okunması gibi) görsel benzerlik tarafından kolayca aldatılmakta, (büyük harflerle yazılmış "COCA-COLA"daki gibi) bildiği sözcükleri farklı bir biçimde gördüğünde tanımakta başarısız olmakta ve "coco" gibi ilintili dizileri genellememektedir.[20] Bu özellikler bu aşamadaki bir çocuğun beyninin bir tür sahte okuma yaptığına, bireysel olarak harflere veya onların telaffuzuna dikkat etmeden sözcüklerin genel şekillerini anlamla bağlantılandırma girişiminde bulunduğuna işaret etmektedir.

Sesbirimlerin Ayırdına Varmak

Çocuğun resimsel aşamanın ötesine geçebilmek için sözcükleri o sözcüklerin bileşen harfleri halinde çözümlemeyi ve onları konuşma sesleriyle bağlantılandırmayı öğrenmesi gerekmektedir. Yazıbirimden sesbirime dönüşüm sürecinin gelişimi okumanın edinimindeki ikinci aşama olan fonolojik aşamanın ayırt edici özelliğidir. Bu noktada sözcükler bütün halinde işlenmeyi bırakmaktadır. Çocuk tek tek harfler ve ilgili harf grupları ("çi", "lu", "ay"...) gibi daha küçük bileşenle-

[20] Goswami (1986), beş yaşındaki kimi çocukların, sözcüklerin dahili yapısındaki benzerlikleri kendiliğinden keşfettiğini göstermiştir. Örneğin çocuklar "beak" sözcüğünü okuduktan sonra bu yeterlikten "bean" veya "peak" gibi başka sözcükleri okumada faydalanabilmektedir. Ancak bu sonuçların önemi hâlâ tartışılmaktadır (Nation, Allen & Hulme, 2001). Görünüşe göre çocukların alfabetik yazı sistemine gerçekten hâkim olabilmesini sağlayan tek şey yazıbirim-sesbirim uyumunun doğrudan öğretimidir.

re dikkat etmeyi öğrenmektedir. Aynı zamanda yazıbirimleri onlara karşılık gelen konuşma sesleriyle bağlantılandırmakta ve bunları da sözcükler halinde bir araya getirmenin alıştırmasını yapmaktadır. Artık aşina olmadığı sözcükleri bile ayırt edebilecektir.

Kimi zaman çocuk harflerin isimlerini bilmektedir (a, be, ce, çe, de...). Ne yazık ki faydalı olmaktan uzak olan bu bilgi okumanın edinimini geciktirebilir bile. "S"nin *ess*, "k"nin *key* ve "i"nin *ay* şeklinde okunduğunu bilmek, "ski" sözcüğünü okumayı öğretirken yararsızdır.* Okuma sırasında harflerin isimleri bir araya getirilemez; bu bağlantı yalnızca sesbirimlerle ilgilidir. Ama sesbirimler de daha çok soyut ve üstü kapalı konuşma birimleridir. Çocuk, konuşmanın sesbirimler halinde ayrıştırılabileceğini ve *ba* sesinin bu tip iki birimden, yani *b* ve *a*'dan oluştuğunu keşfetmeden önce gerçek bir zihinsel devrimin gerçekleşmesi gerekecektir.

Okuma öğretiminin ilk yılları konuşma seslerinin doğrudan bir temsilinin ortaya çıkışına yol açmaktadır. Kilit adım konuşmanın yeni sözcükler oluşturmak için isteğe göre yeniden bir araya getirilebilecek sesbirim atomlarından oluştuğunun keşfidir. Bu yeterliğe "sesbirimsel farkındalık" denmektedir. Psikolog José Morais'in çalışmaları sesbirimlerin keşfinin otomatik olmadığını göstermektedir. Bu keşif bir alfabetik kodun doğrudan öğretimini gerektirmektedir.[21] Okuryazar olmayan yetişkinler bile sözcüklerdeki sesbirimleri algılamada başarısız olabilmektedir.

Bu şaşırtıcı çıkarımı desteklemek için Morais ve meslektaşları onlarca Portekizli yetişkin gönüllüyü laboratuvarlarına davet etmiştir. Gönüllülerin yarısı okumayı yeni öğrenmişken aynı sosyo-ekonomik ortamdan gelen diğerleri okuryazar değildir. Bu gönüllüler birkaç farklı tür konuşma oyunu oynamak için çağrılmıştır. Gönüllülere şu tip sorular sorulmuştur: *Porto* sözcüğünün ilk harfini çıkarırsanız geriye ne kalır? (*orto*). *Table* ve *tower* sözcükleri aynı sesle mi başlıyor? (evet). *Tap* hecesinde kaç ses vardır? (üç).

---

* "Ski" sözcüğü, İngilizcede de yazıldığı gibi, "ski" şeklinde okunur -çn.

[21] Morais vd, 1979; Morais vd, 1986.

Bu deneyin sonuçları nettir. Bir oyun sesbirim seviyesine yönelik dikkat gerektirdiğinde okuryazar olmayan gönüllüler başarısız olmuştur. Yapılan ek deneyler sorunu daha da daraltmıştır. Okuryazar olmayanlar konuşma seslerini ayırt etmede herhangi bir sorun yaşamamakta, örneğin *da* ve *ba* arasındaki farkı kolayca duyabilmektedir. Bu gönüllüler aynı zamanda hecelerle ve kafiyelerle oynayabilmekte, *table* ve *label* sözcüklerinin aynı sesle bittiğini anlayabilmektedir. Yalnızca konuşmanın en küçük bileşeni olan sesbirimleri ayırt edememektedirler. Bu gönüllüler, aynı sesbirimlerin sözcükler içinde farklı konumlarda ortaya çıktığını veya *tuna*, *stop* ve *foot* sözcüklerinin aynı *t* sesini paylaştığını görmekte başarısız olmuştur. Oyunculardan birinin bir sözcük söylediği, diğerininse o sözcüğün ilk sesini *p* sesiyle değiştirmesi gerektiği, yani ilk oyuncu *Dallas* dedikten sonra ikincisinin örneğin *palace* demesini gerektiren basit bir yer değiştirme oyununda bile başarısız olmuşlardır.

Oxford'daki New College'ın dekanı Papaz Spooner dil kaymaları yüzünden İngiltere çapında meşhur olmuştur (bir keresinde bir öğrenciyi "tarih gersine delmediği" ve "yalan bir kılını heba ettiği" için azarlamıştır). José Morais'in çalışması sayesinde, bu küçük sanat biçiminin alfabetik okuryazarlık gerektirdiğini bilmekteyiz. "Ve Sanrı, dünyayı tele boğdu," gibi spoonerizmlerin çözümlenmesi sesbirimsel farkındalığa da kayda değer miktarda vurgu yapmaktadır; ayrıca hecesel yazıma sahip olan Sümerlerin bu tür sesbirimsel kelime oyunlarının muhtemelen farkında olmadığı da eğlenceli bir bilgidir.

Sesbirimsel farkındalığın derin etkileri alfabetik kodun ediniminin beyinlerimizi ne kadar ciddi biçimde değiştirdiğini kanıtlamaktadır. Alfabeyi öğrenmek bizim okuryazar olmayan insanların menzilinin ötesinde kalan sözlü akıcılığa erişimimize olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda ciddi kültürel farklılıklara da yol açmaktadır. Yalnızca geleneksel Çinceyi okuyabilen yetişkin Çinliler sesbirimsel farkındalık testlerinde başarısız olurken aynı zamanda alfabetik Pin-

yin yazısını öğrenmiş olanlar onların önüne geçmektedir.[22]

Bu keşifler aynı zamanda çocuk beynine dair çıkarımlara da sahiptir. Genç bir öğrenci alfabetik bir yazıyı çözümlemeyi öğrenirken beynin görsel alanları da sözcükleri harfler ve yazıbirimler halinde ayrıştırmayı öğrenmektedir. Bu, bazı konuşma alanlarının sesbirimlerin doğrudan temsiline uyum sağlaması gerektiği anlamına gelmektedir. Eğer etkili bir harften sese dönüşüm hattı oluşturulacaksa bu değişikliklerin bir hayli eşgüdümlü olması gerekmektedir.

Yazıbirimler ve Sesbirimler: Bir Yumurta-Tavuk Problemi

Görsel ve dilsel edinimi bağlayan nedensellik zincirini henüz tam olarak anlayabilmiş değiliz. Harflerin anlamlarını bulmak için bir çocuğun ilk önce konuşma girdilerini sesbirimler halinde analiz etmesi mi gerekmektedir? Buna alternatif olarak çocuk harf kodunun doğasını konuşmanın sesbirimlerden oluştuğunu keşfetmeden önce mi anlamaktadır? Bu da muhtemelen bir başka "yumurta tavuk problemi"dir. Bu iki öğrenme tipi birbiriyle öylesine ilintilidir ki ikisi de birlikte ortaya çıkan ve birbirini artıran yazıbirim ve sesbirimden hangisinin önce geldiğini söylemek imkânsızdır.

Çok sayıda veri kafiye oluşturma gibi fonolojik oyunlarda en akıcı olan okul öncesi çocukların aynı zamanda okumayı da çabuk öğrendiğine işaret etmektedir.[23] Dahası erken yaşta yapılan konuşma sesi manipülasyonu alıştırmaları hem sessel farkındalığı hem de okuma puanlarını geliştirmektedir. Bu bulgular birçok araştırmacıyı sessel farkındalığın okumanın edinimine bir ön koşul olduğu çıkarımını **yapmaya** yöneltmektedir. Diğer bir deyişle, sesbirimlerin keşfi **yazıbi**rimlerin keşfinden önce gerçekleşmektedir.

Ancak yakın zamanlarda Anne Castles ve Max **Coltheart**[24] sesbirimsel farkındalıktan okumanın edinimi**ne giden**

[22] Mann, 1986; Read vd, 1986; Cheung & Chen, 2004.

[23] Rayner & Pollatsek, 1989; Rayner vd, 2001.

[24] Castles & Coltheart, 2004.

nedensel bağlantının sanıldığı kadar güçlü kurulmadığına vurgu yapmıştır. Bu alandaki birçok deney halihazırda kimi harfleri bilen ve konuşmayı ayrıştırmada bu bilgiden faydalanmış olabilecek çocuklarla gerçekleştirilmiştir. Castles ve Coltheart aynı zamanda yazımın sesbirimsel işleme üzerinde sahip olabileceği muazzam etkiye de dikkat çekmiştir. Eğer çocuklara "rich" gibi bir sözcükte kaç ses duyduklarını sorarsanız üç (*r-i-ç*) diyeceklerdir, ama "pitch" sözcüğünde de dört ses (*p-i-t-ç*) duymaktadırlar; aslına bakılırsa iki sözcükte de dörder tane sesbirim vardır, ama yazılı kodun etkisi onları algılama yetisini çarpıcı biçimde etkilemektedir.[25] Benzer biçimde, eğer dokuz yaşındaki bir çocuktan "bind" sözcüğündeki *n* sesini çıkarmasını isterseniz yine yazım tarafından etkilenen bir hatayla çocuk, doğru olan *bide* yerine *bid** diyecektir.[26] Kısacası yazılı koda dair bilgi sesbirimsel farkındalık görevlerine açık bir biçimde nüfuz etmektedir. Okuryazar olmayanların ve Çinli okuyucuların vakaları alfabetik kodun doğrudan öğretimi olmadan sesbirimlerin bilinçli manipülasyonunun ortaya çıkmadığını göstermektedir.

Son tahlilde, yazıbirim ve sesbirim gelişimi arasındaki ilişki muhtemelen ya iki taraflı ünsüz etkileşimi veya "spiral nedensellik"tir. Harflerin edinimi konuşma seslerine dikkat çekmekte, konuşma seslerinin analizi harflere dair anlayışa incelik kazandırmakta ve bu durum yazıbirim ve sesbirim kodlarının eş zamanlı olarak ortaya çıkışına yol açan ebedi bir spiral halinde devam etmektedir.

Bu iki kodun ortaya çıkışı çocuğun okurken yaptığı hatalar gözlemlenerek doğrudan ölçülebilmektedir. Fonolojik aşama tüm dillerde kendine özgü süreklileşme hatalarıyla işaretlenmektedir. Başlangıç seviyesindeki bir okuyucu birkaç harfi sese dönüştürebilmekte, ama sözcük azıcık bile olsa düzensizleştiğinde tipik olarak başarısız olmaktadır.

---

[25] Ehri & Wilce, 1980.

* İngilizcede "bind" sözcüğü "baynd" şeklinde, "bide" sözcüğüyse "bayd" şeklinde telaffuz edilmektedir. Dolayısıyla "bind"ın telaffuzundan n sesi çıkarıldığında doğru seçenek okunduğu gibi telaffuz edilen "bid" değil, "bide"dır –çn.

[26] Stuart, 1990.

Örneğin okuyucu "key" sözcüğünü *kiy* yerine *key* şeklinde okuyabilir.[27] Bir başka belirti de hece karmaşıklığı etkisidir: bir birinci sınıf öğrencisi, bir ünsüzü takip eden bir ünlüden oluşan basit heceleri (CV) okuyabilir; ama ünsüzlerin sayısı arttıkça (CVC, CCVC vb.), okuyucunun yaşadığı zorluk da giderek artacaktır. "Strict" (CCCVCC) gibi karmaşık sözcükler bir acemi tarafından çözümlenemez.[28]

Bu bulgular, okumanın ediniminin basit kurallardan karmaşık kurallara doğru ilerlediğine işaret etmektedir. Bir çocuk ilk önce, telaffuzu düzenli olan "b" veya "k" gibi harfleri hecelemeyi öğrenmektedir. Sonrasındaysa gittikçe karmaşıklaşan ve nadirleşen yazıbirimleri çözmeyi öğrenmektedir. Çocuk "bl" veya "str" gibi birbiriyle ilintili ünsüz kümelerini keşfetmektedir. Aynı zamanda, örneğin *şın* şeklinde okunan "-tion" soneki gibi özel harf gruplarını veya (*wok* şeklinde okunan) "walk" [yürümek] fiilinin düzensiz biçimbirimini ezberlemektedir. Her şeyden öte, uzman okuyucu doğrudan oldukça fazla sayıda önek, kök ve sonek bilen ve onları hem anlam hem de telaffuzla zahmetsizce ilintilendirebilen, bilgili insanlara denmektedir.

Ortografik Aşama

Bir çocuk belirli bir uzmanlık seviyesine eriştiğinde Uta Frith'in üçüncü aşaması olan ortografik aşamaya ulaşmaktadır. Çeşitli boyutlardaki görsel birimlerin oluşturduğu engin sözlük aşamalı biçimde yerleşmektedir. Bu ilerleme, bu birimlerin ve onların komşularının sıklığı hakkında zengin bir bilgi birikimini de içermektedir. Bu aşamada okumanın uzunluğunu belirleme önceliği sözcük uzunluğunda veya

---

[27] Veya tam tersine, key sözcüğünü duyduğunda "kee" yazabilir. Her ne kadar başta Fransızca olmak üzere kimi diller okumadan (harften konuşmaya dönüşüm) ziyade yazıda (konuşmadan harfe dönüşüm) daha düzensiz olabilse de ortografinin gelişimi genellikle okumanın edinimiyle paralellik göstermektedir. Bkz: Pacton vd, 2001; Martinet, Valdois & Fayol, 2004.

[28] Sprenger-Charolles & Siegel, 1997; Sprenger-Charolles, Siegel & Bonnet, 1998.

yazıbirim karmaşıklığında değildir. Bu süre daha ziyade artan bir biçimde bir sözcükle karşılaşılma sıklığı tarafından belirlenmektedir: nadiren karşılaşılan sözcükler, sık karşılaşılanlardan daha yavaş okunmaktadır. Aynı zamanda komşuların sayısı da temel bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. "Tren" ve "siren" gibi yüksek sıklığa sahip komşularla çevrelenmiş olan "gren" gibi bir sözcük daha yavaş okunmaktadır. Bu etkilerin her biri harften sese doğru çözümlemeye artan bir biçimde katkı koyan ikinci okuma hattının, yani sözcüksel hattın aşamalı olarak kuruluşunu yansıtmaktadır.

Ortografik aşamanın muhtemelen en net özelliği sözcük uzunluğunun kademeli biçimde oyundan çekilmesidir. Fonolojik aşamada çocuklar sözcükleri yavaşça, teker teker ve sıralı biçimde çözümlemektedir. Sonuç olarak da okuma süresi sözcükteki harf sayısıyla birlikte artmaktadır.[29] Ortografik aşamada okuma artarak akıcı hale geldikçe bu uzunluk etkisi de ortadan yavaşça kaybolmaktadır. Bu etki deneyimli yetişkinlerde yoktur; kısa sözcüklerde (sekiz harf veya daha az) hepimiz, sözcükleri, tüm harfleri tek seferde alan paralel bir yöntem kullanarak okuruz.

Özetle paralelizm ve etkililik, ortografik aşamanın ayırt edici özellikleridir. Bu aşamada tek bir enstantanede bütün bir harf dizisini temsil eden ve gittikçe daha da sıkıştırılmış hale gelen bir sözcük kodu ortaya çıkmaktadır. Hiyerarşik bir ağaç düzenine sahip bu nöronal analiz, artık beynin anlam ve telaffuzu işleyen bölgelerine paralel biçimde, zahmetsizce iletilebilmektedir.

Genç Bir Okuyucunun Beyni

Okuyucunun psikolojisi okumanın ediniminde üç ana aşamanın var olduğu çıkarımına ulaşmaktadır; ama bu aşamaların beyindeki karşılıkları henüz tanımlanmamıştır. Her bir aşamanın kendine özgü birer beyin imzası mı vardır? Bir dizi etkin bölge, okumanın gelişiminin her bir aşamasına mı özgüdür?

[29] Aghababian & Nazir, 2000; Zoccolotti vd, 2005.

Nöron geri dönüşümü hipotezi genç bir okuyucunun beyninin aşamalı bir biçimde özelleştiğini öne sürmektedir. Dolayısıyla bu hipotez beyin seviyesinde net öngörülere kapı açmaktadır. Çocukların sözcüklere birer resim gibi yaklaştığı ilk resimsel aşamada hiçbir net özelleşme olmamalıdır ve iki lob da okumaya katkıda bulunmalıdır. Artan uzmanlıkla birlikte etkinlik de artarak daha da odaklı hale gelmeli ve deneyimli yetişkinlerde her zaman için görsel sözcük tanımaya ev sahipliği yapan sol oksipitotemporal alana yavaşça yaklaşmalıdır.

Eğer görüntü tekil nöronların veya beyindeki sütunların seviyesinde yakınlaştırılabilseydi nöronal mikrokodda büyük bir kargaşanın olduğu görülürdü. Geri dönüşüm görüşüne göre her bir okuma dersi nöronal bir yeniden dönüşüme yol açmaktadır: önceden nesne veya yüz tanımayla ilgilenen kimi görsel nöronlar harflere; başka nöronlar sık karşılaşılan bigramlara; ve diğerleri de öneklere, soneklere ve tekrar eden sözcüklere adanmaktadır. Buna paralel olarak konuşma dilini karşılayan nöron kodu da sürekli olarak değişmektedir. Bu kod, sesbirimsel farkındalık ortaya çıktıkça bir şekilde patlayarak sesbirimlerin açık hale geldiği daha incelikli bir yapıya dönüşmektedir. Nihayet eğer sinir telciklerini gelişim boyunca izleyebilseydik ve işlevlerine göre ayrıştırabilseydik, göreceğimiz şey telaffuzuna karşılık gelen her bir görsel birimle bağlantı kuran düzenli ve tarak benzeri bir yansıma olacaktır.

Daha ileri gitmeden önce günümüzün görüntüleme araçlarının okuma sürecini doğrudan çocuğun beyninden takip etmemize olanak vermediği noktasını açıkça vurgulamalıyım. Bunun mümkün olması için muhtemelen yıllarca beklemek zorunda kalacağız. Çocuk beyninin ilk görüntüleri 1990'ların sonunda yalnızca fonksiyonel MRI'la elde edilmiştir ve gelişimsel görüntüleme hâlâ büyük bir zorluk olarak kalmaya devam etmektedir.

Ana sorun ahlak değildir; MRI yirmi yıldan uzun süredir çocuk hastanelerinde hatta yeni doğanlar üzerinde de kullanılmaktadır ve hiçbir yan etki saptanmamıştır. Herhangi bir metalik nesnenin mıknatısın fazla yakınına getirilmeme-

si şartıyla manyetik alana belirli bir eşiğin altında maruz kalmak tehlikeli değildir. Güvenlik testleri sırasında birçok hayvan türü hayatlarının tamamını biyolojik gelişimleri üzerinde herhangi bir ters etki olmaksızın oldukça güçlü manyetik alanlar içerisinde geçirmiştir.[30]

Gelişimsel görüntülemenin asıl sorunu yöntemseldir. Yarım saatlik bir deney süresince küçük bir çocuğun beyninden milimetre düzeyinde temiz veriler elde etmek oldukça zordur. Bu uzmanlığı kazanmış olan yalnızca birkaç laboratuvar vardır. Onlar da genellikle çocuklara sahte bir tarayıcıyı keşfedip onun gürültüsüne alışmaları ve takmak zorunda kalacakları tuhaf kulaklıklarla gözlükleri denemeleri için birer ilk ziyaret ayarlamaktadır. Ek olarak çocukların kusursuz biçimde hareketsiz durmak üzere eğitilmesi gerekmektedir. New York'taki Sackler Enstitüsündeki meslektaşlarım çocukların en sevdikleri çizgi filmi oynatan bir video ekranından oluşan, ama çocukların başları kıpırdadığı anda aniden duran, zekice tasarlanmış bir alete sahiptir. Onlara bir uzay mekiği yolculuğu olarak tanımlanan bu görevlerinin havasına bir kez giren çocukların bir MRI deneyine büyük bir istekle katılmalarını izlemek eğlencelidir.

Bugüne dek elde edilmiş birkaç sonuç normal okuma ağının çocuk yedi yaşına girer girmez herhangi bir metin görüntüsü karşısında etkinleştiğini göstermektedir.[31] Posta kutusu alanı yetişkinlerin sol oksipitotemporal korteksindeki konumunda halihazırda görülebilir durumdadır. Aynı zamanda yanal temporal bölgeler de etkindir. Ne yazık ki bu araştırma tek bir görüntü sunmakta, okumanın ediniminin gelişimini tamamen takip etmemektedir. Bu etkinliklerin zaman içindeki evriminin takip edilebilmesi için okumayı öğrendikleri sırada beyinleri birkaç kez taranan çocuklarla uzun süreli çalışmaların yapılması gerekmektedir. Muhtemelen ailelerin laboratuvara aylık ziyaretlerini gerektiren ve birkaç yıla yayılan projelere katılmakta gönülsüz olması sebebiyle bu tür çalışmalar henüz yürütülmemiştir.

---

[30] Örn. bkz: www.mrisafety.com

[31] Gaillard vd, 2003.

Şu anda elimizdeki tek sağlam veri çocuk gruplarının çeşitli yaşlarda test edildiği ve yaşlarıyla performanslarının beyin etkinlikleriyle bağıntılandırıldığı "kesitsel" çalışmalardan gelmektedir. Geçtiğimiz on yıl içinde Yale Üniversitesinden Bennett ile Sally Shaywitz ve şu anda Haskins Laboratuvarları'nda çalışan Ken Pugh, tüm yaşlardan iyi ve orta dereceli yüzlerce okuyucuyu test etmiştir. Sonuçları, açık bir evrimi göstermektedir. Okuma geliştikçe sol oksipitotemporal bölgedeki etkinlik de tam olarak yetişkinlerin posta kutusu alanının konumunda artmaktadır.[32] Bu bölgedeki etkinlik, çocuğun okuma puanıyla, yaşıyla olduğundan daha fazla ilintilidir. Bu etkinlik yalnızca beynin olgunlaşmasının belirleyici bir etkisini değil, ayrıca okuma edinimininin özgün bir kortikal imzasını da oluşturmaktadır.

Georgetown Üniversitesinden Guinevere Eden, yaş bakımından daha az homojen olan daha küçük bir grup çocukta okuma edinimi sırasında sol oksipitotemporal etkinlikte herhangi bir artış gözlememiştir. Ancak posta kutusu alanının sağ lobdaki tam karşılığı olan bir konumdaki *sağ* oksipitotemporal etkinlikte net bir *düşüş* gözlemlemiştir.[33] Bu bulgu öğrenmenin seçici bir budama işlemini içerdiği fikriyle uyuşmaktadır. Başlangıçta başka herhangi bir görsel imaj gibi yazılı sözcükler de çift yanlı bir etkinlik şablonuna yol açmaktadır. Sonrasında etkinlik muhtemelen en uygunu olan daha dar bir odağa doğru azalmaktadır. Çarpıcı bir biçimde bu gözlem, okumanın psikolojisinin ve disleksinin babası olan Samuel Orton'ın yaptığı bir öngörüyü yerine getirmektedir. Orton 1925 yılında, "okumayı öğrenme sürecinin, baskın olmayan [sağ] lobdaki kafa karıştırıcı hafıza görüntülerine karşı ilgi odağında bir düşüşü gerektirdiğini" öne sürmüştür.[34]

İlerlemeci odaklanma, çocukların beyinlerindeki elektriksel ve manyetik etkinliklerin kayıtlarında en net biçimde

[32] Shaywitz vd, 2002.
[33] Turkeltaub vd, 2003.
[34] Orton, 1925, s. 608.

görülebilir.[35] Okumanın öncesinde bir çocuk yazılı bir sözcüğü gördüğünde sol loba doğru yetişkinlerde 170-200 milisaniyede gerçekleşen ve harf dizilerinin sabit tanımasını yansıtan hızlı bir yakınlaşmanın izlerine rastlanmamaktadır. Eğer okumanın en baştaki aşamalarında herhangi bir şey oluyorsa o da *sağ* oksipitotemporal bölgenin sözcükleri ünsüz dizilerinden ayrıştırmasıdır. Bu sağ taraflı etkinlik Uta Frith'in okuma ediniminin başlangıcında gerçekleşen "resimsel" aşaması için beynin temelini teşkil ediyor olabilir. Bu dönem süresince çocuk, tanıdık birkaç sözcüğün enstantanelerini ezberlemekte ve onları tıpkı aşina olunan bir yüzün tanınması gibi genel şekillerinden tanımaktadır. Birkaç yıl sonra, ikinci sınıfta, anlamsız geometrik şekiller dizileriyle kıyaslandığında basılı sözcüklere karşı bir etkinlik patlaması ortaya çıkmaktadır.[36] Buradaki etkinlik öylesine geniş ve çift yanlıdır ki görsel sistemin her iki lobda da bulunan büyük bir kısmı okumaya ayrılmış gibi görünmektedir. Sekiz yaş civarında posta kutusu alanından net bir biçimde yanallaşmış bir karşılık belirdiğinde[37] özelleşme hâlâ tamamlanmış olmaktan uzaktır.[38] Bir sözcükten yaklaşık 170 milisaniye sonra ortaya çıkan negatif dalga biçimine, görünüşe göre on yaşındaki çocuklarda bile yalnızca çocuğun bildiği ve sık karşılaştığı sözcüklerde rastlanmaktadır. Yetişkinlerde olduğu gibi bu karşılık, "gülünge" veya "timdek" gibi yazım kurallarına uygun sahte sözcüklerde tetiklenmemektedir. Posta kutusu alanı tam olgunluğa yalnızca ergenliğin başlangıcında ulaşmaktadır; tabii çocuğun deneyimli bir okuyucu olmak için düzenli bir biçimde okuyor olması kaydıyla.

Okumayı öğrenmek yalnızca görsel korteksin verdiği karşılıkları yazılı sözcüklere dönüştürmekten ibaret değildir. Beyin görüntüleme aynı zamanda sol lobdaki dil alanlarında gerçekleşen kayda değer değişimleri de ortaya çıkarmaktadır. Üst temporal olukta ve sol alt prefrontal kortekste

---

35 Simos vd, 2001; Maurer vd, 2005.

36 U. Maurer vd, 2006.

37 Perviainen vd, 2006.

38 Posner & McCandliss, 1999; McCandliss, Cohen & Dehaene, 2003.

(Broca alanı), sesbirim algısı ve üretimiyle ilintili çarpıcı değişiklikler gözlemlenmiştir. Etkinlik çocuğun "sesbirimsel farkındalığı", yani dilin temel seslerini zihninde bilinçli bir biçimde manipüle etme yetisini edinimiyle doğru orantılı olarak artmaktadır.[39] Konuşma dili ağlarında muhtemelen bu iki alan okuma için iki ana dayanak noktasıdır.

Cahil Beyin

Okuryazarlık, beyni tam anlamıyla şiddetli bir biçimde değiştirmektedir. Büyüleyici bir beyin görüntüleme deneyi bu gerçeği tartışmasız bir biçimde kanıtlamıştır. Bu deney beyin etkinliğinin ölçümlerinin okuryazar olmayanların beyinlerinde ciddi biçimde farklı olduğunu göstermektedir. Deney her ne kadar özellikle beyin gelişimiyle ilgili olmasa da okuryazarlığın beyin devreleri üzerindeki uzun süreli etkisini ortaya çıkararak okumanın edinimine dolaylı yoldan ışık tutmaktadır. Bu durumda, yetişkin beyni, çocuk beynini anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Alexandre Castro-Caldas ve meslektaşları, beyinde okumanın edinimi tarafından yaratılan büyük kargaşayı görselleştirmek için okuryazar olan ve olmayan yetişkinlerin beyinlerini karşılaştırmıştır.[40] Ancak bu tür çalışmalardaki en büyük zorluklardan biri katılımcıların seçimiyle ilgilidir. Okuma yazma bilmemek toplumsal dışlanmanın, genetik veya nörolojik hastalıkların veya kendi başlarına beyin etkinliğinde çok ciddi değişimlere yol açabilecek koşulların bir işareti olabilmektedir. Araştırmacının bakış açısından ideal durum, okuryazar olan ve olmayan, aksi halde birbirlerinin aynısı olabilecek iki tane deneğin karşılaştırılmasıdır. Castro-Caldas, okumaya maruz kalmamış olan ama aynı sosyal ve kültürel ortamdan gelen gönüllüler toplayabilmek için Portekizli kimi aileler arasında görece yaygın olarak kullanılan bir duruma odaklanmıştır. 1930'larda aileler tüm çocuklarını okula gönderemeyecek kadar fakirdi. Sonuç

[39] Turkeltaub vd, 2003.

[40] Castro-Caldas vd, 1998.

olarak bir abla küçük çocuklara bakmak için evde kalırdı. Eğitim ve okuryazarlığın beynin düzeni üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için böyle bir durumun gerçekleştiği bir aileden iki kız kardeşin karşılaştırılması idealdir.

Uluslararası bir işbirliği kapsamında, yarısı okuryazar olmayan on iki kadın, anatomik MRI ve PET taramaları için Stockholm'deki Karolinska Enstitüsüne uçmuştur. Tarama sırasında kadınlardan Portekizce sözcükleri ve sahte sözcükleri tekrarlamaları istenmiştir. Bu prosedür her ne kadar iki grubun kelime haznelerinin grupları birbirlerine yakın olsa da okuryazar olmayan kadınların sahte sözcükleri tekrar etmede sorun yaşadığını ortaya çıkarmıştır. Bu kadınlar anlamsız uyarıcıyı olduğu gibi tekrar etmek yerine halihazırda bildikleri gerçek sözcüklerle sıkça karıştırmıştır; örneğin *capeta*'yı *capeza* (kafa) şeklinde veya *travata*'yı *gravata* (kravat) şeklinde tekrarlamak gibi. Bu ilginç davranışsal sonuç, okumanın sesbirimsel farkındalığı artırdığı fikriyle uyuşmaktadır. Bizler alfabeyi öğrenirken konuşmayı temel bileşenlerine bölmek gibi yeni bir yeti ediniriz. Başlangıçta kulağa durmaksızın süren bir konuşma akışı gibi gelen şeyin içinde sesbirimlerin varlığının farkına varırız. Eğitimli insanlar anlamsız olsalar bile konuşma seslerinin hafızada depolanmasına olanak sağlayan evrensel bir sesbirimsel kod edinmektedir. Bu analitik kodun yokluğunda okuryazar olmayan insanlar yalnızca halihazırda bildikleri sözcüklerin yüzeysel benzeşimlerine bağlı kalmaktadır; bu da onların sahte sözcük hafızalarını ciddi biçimde zayıflatan bir stratejidir.

Beyin görüntüleme okuryazar olmayanlarda sağ prefrontal bölgenin dışının hafızanın geri kazanımında rol oynadığını ve bir sözcüğü duymakla sahte bir sözcüğü duymak arasındaki farkın asgari olduğunu göstermiş, sahte sözcüklerin de bozunuma uğratılarak sahte sözcüklere dönüştürüldüğünü doğrulamıştır. Ancak okuryazar kadınlarda eğitim sahte sözcüklere verilen karşılıkları ciddi biçimde değiştirmiştir. En önemli değişimse çocuklarda okuma edinimi sırasında etkinliğin gözlemlendiği ve Broca alanına oldukça yakın bir

bölge olan alt insulada görülmüştür. Görülen diğer farklılıklar sol loba yayılmış haldedir. Okuryazar beyin sol lobdaki kaynaklarla, bir konuşmayı *dinlerken* bile okuryazar olmayan bir beynin sahip olduğundan açıkça çok daha fazla ilişkiye sahiptir.

En çarpıcı olansa okuryazarlığın yalnızca dil dinleme görevleri sırasında beyin etkinliğini değiştirmekle kalmayıp, aynı zamanda beynin anatomisini de etkilemiş olmasıdır. İki lobun yan kısımlarını birbirine bağlayan korpus kallozumun arka tarafı, okuryazar deneklerde kalınlaşmıştır.[41] Bu iri ölçekli bulgu iki lob boyunca gerçekleşen bilgi değişimindeki muazzam artışa işaret etmekte, belki de okuryazarların sözel hafıza genişliğindeki kayda değer büyümeyi açıklamaktadır.

Platon, *Phaedrus*'ta, Mısır kralı Thamus ve insanoğluna yazıyı armağan eden karga başlı tanrı Thoth arasındaki bir takası tasavvur etmektedir: "Bu," demiştir Thoth, "Mısırlıları daha bilge yapacak ve onlara daha iyi hafızalar verecek; bu, hem hafıza hem de akıl için özel bir ilaçtır." İkna olmayan Kral Thamus, sert bir biçimde karşılık verir:

> Senin bu buluşun öğrencilerin ruhlarında unutkanlık yaratacak, çünkü onlar hafızalarını kullanmayacaklar; harici yazılı karakterlere güvenecek ve kendilerini unutacaklar. Senin bulduğun bu ilaç hafızaya değil, hatıraya şifadır ve sen de müritlerine gerçeği değil, gerçeğin yalnızca bir benzerini veriyorsun; onlar çokça şey duyacaklar, ama hiçbir şey öğrenmemiş olacaklar; her şeye hâkim gibi görünecekler, ama genelde hiçbir şey bilmeyecekler; gerçeği barındırmayan bir bilgeliğin gösterişiyle, bezdirici bir topluluk olacaklar.[42]

Bundan dört bin yıl sonra okuma yazma bilmeme üzerine yapılan psikolojik araştırmalar Thamus ve Platon'un argümanlarını yanlışlayıp, Thoth lehine karar vermiştir: okumayı öğrenmek, sözel hafızayı açık bir biçimde geliştirmektedir.

---

[41] Castro-Caldas vd, 1999; ayrıca bkz: Petersson vd, 2007.

[42] Platon, Phaedrus (çeviri: B. Jowett). Çevrimiçi olarak şuradan ulaşabilirsiniz: http://oll.lisbertyfund.org/.

Okuryazar olmayanlar hikâyelerin ve şiirlerin özünü hatırlayabilmektedir, ama onların sözel çalışma hafızaları –yönergeleri, tarifleri, isimleri veya telefon numaralarını kısa süre için depolayan geçici arabellekleri– bizimkinin çok ama çok altındadır. Her ne kadar Castro-Caldas'ın okuma yazma bilmemenin beyinsel ilişkileri üzerine ulaştığı sonuçların daha kesin görüntüleme yöntemleri kullanılarak daha büyük katılımcı gruplarına genişletilmesi gerekiyorsa da kendisinin bulguları, eğitimin ve okuryazarlığın beynimizin ana yetilerini nasıl değiştirdiğinin gösterilmesi açısından bir ilktir. Görüş bize okuma virüsünü "aşılamaktadır". Bu virüs dil sistemimize hızlıca yayılmakta ve sözel hafızamızı artırmaktadır. Çocuklar okumayı öğrenirken okuldan "harfi harfine değişmiş" olarak dönmektedir. Onların beyinleri bir daha asla aynı olmayacaktır.

Okuma Bize Ne Kaybettiriyor?

Okuryazarlığın ana etkisinin olumlu olduğuna şüphe yoktur: okumayı öğrenmek, muazzam bilişsel kazanımları da beraberinde getirmektedir. Ancak eğer nöron geri dönüşümü hipotezi doğruysa beyin okuryazarlık için bir bedel ödemektedir. Okuma, başka kullanım alanları için ortaya çıkmış nöron devrelerini işgal etmekte ve muhtemelen de bize evrim tarafından verilmiş olan bazı bilişsel yetilerin kaybına sebep olmaktadır.

Okumanın bedeli üzerine bu tartışma beynin yeniden düzenlenmesinin bir seviyede muhtemelen bir "sıfır toplamlı oyun"* olduğu gözlemine dayanmaktadır. Kimi nadir istisnalar dışında beyindeki nöronların sayısı doğumda sabitlenmiştir. Bu nöronların bazılarının sözcük tanımaya adandığı gün, onlar muhtemelen artık başka amaçlar için uygun ol-

* Sıfır toplamlı oyun: Bir tarafın kaybının, diğer tarafın eşit miktarda kazancı anlamına geldiği durumlarda kullanılan, oyun kuramı dahilinde olan bir terim. Örneğin Monopoly oyununda, bir oyuncu kira bedeli vb için bir başka oyuncuya n miktarda para öder. Ödemeyi yapan oyuncu n miktarda kaybetmiş, ödemeyi alan oyuncu da n miktarda kazanmış olur –çn.

mayacaktır. Yani okuma edinimi muhtemelen başka zihinsel etkinliklerimiz için uygun olan kortikal boşluğu azaltmaktadır. Nöron geri dönüşümü hipotezi bizi okuryazar olmayan atalarımızda bulunan ama bizde kaybolmuş olan görsel yeteneklerin var olup olmadığı konusunda meraka sürüklemektedir.

Bu hipotezde daha fazla ilerlemeden önce hipotezin tartışmalı olduğunu ve deneysel bir temele sahip olmadığını vurgulamak istiyorum. Okumanın yol açtığı beyin yeterlilikleri kaybı üzerine var olan deliller belirsiz ve oldukça enderdir. Kortikal zarfımızın tamamen sabitlenmiş ve evrim geçiremez durumda olup olmadığı bile net değildir. Her ne kadar nöronların sayısı sınırlı olsa da sinapslar kesinlikle değişebilmektedir. Yetişkin beyninde bile öğrenme hâlâ nöron bağlantılarını şiddetli bir dönüşüme uğratabilmektedir. Kaç hücrenin belirli bir nöronlar iletişimde bulunabileceğini belirleyen dendritler ve aksonlar ağacı, ortamın karmaşıklığına göre değişiklik göstermektedir. Bu iniş çıkışlar sınırları belirsiz olan bir esneklik evrenine açılmaktadır. Öğrenmenin sahici bir sıfır toplamlı oyun olması pek muhtemel değildir, çünkü dış uyarım nöron bağlantılarının yoğunluğunda olağanüstü bir artışa yol açmaktadır.

Tek bir nöronun eş zamanlı olarak birden fazla işleve katılımda bulunup bulunmadığı noktası da net değildir. Aslına bakılırsa prefrontal, temporal ve parietal kortekstekı aynı "birleşimsel" nöronların farklı nöron dizilimlerine katılımda bulunduğu birkaç açık örnek vardır. Örneğin bir parietal nöron, belirli sayıdaki nesneler için bir tercih sergileyebilmekte ve aynı zamanda görsel hareketin yönüyle de ilgilenebilmekte, böylece de görünüşte birbirinden bağımsız iki işleve katılım sağlayabilmektedir.[43]

Öğrenme aynı zamanda nöron kodunu da daha incelikli bir hale getirmektedir. Terbiye edilmemiş bir organizmada aynı kaba ayrıştırmayı uygulayan çok sayıda nöronun oluşturduğu bir bolluk vardır. Öğrenme genellikle her bir nöronun dar bir uyarıcı yelpazesine net bir biçimde karşılık

[43] Nieder, Diester & Tudusciuc, 2006.

verdiği daha kesin temsillere yol açmaktadır. Örneğin bir maymun elle yapılan incelikli bir ayrıştırma görevini öğrendiğinde bu maymunun nöronları daha dar bir deri şeridine karşılık vermeye başlayacak ve ilgili parmaklardan gelen dokunsal girdileri temsil eden kortikal harita da genişleyip daha kesin bir hal alacaktır. Müzik eğitimi de insanları aynı şekilde etkilemektedir. Piyanistler ve kemancılar, özellikle de enstrüman çalmayı erken çocukluk dönemlerinde öğrendiklerinde, sol ellerine dair daha geniş ve daha kesin kortikal haritalara sahip olmaktadır.

Dokunsal eğitim sırasında parmak haritası normalde kola veya yüze ayrılmış olan komşu alanlara sokulmaktadır. Bu işgal diğer vücut parçalarının algılanmasında olumsuz bir etkiye sahip olabilir, ama tam tersi de geçerli olabilir: öğrenme, olumlu aktarıma yol açabilir. Nöronların A işlevi için öğrendikleri şeyin B işlevi için faydalı olduğu ortaya çıkabilmektedir. Kemancıların ellerinde sahip oldukları maharet belki de yazmayı veya dikiş dikmeyi öğrenme yetilerini artırmaktadır.

Kısacası öğrenmenin net etkisinin her zaman için olumlu veya olumsuz olduğu noktası belirsizdir. Konu okuma olunca harfleri tanımak için harcanan saatler muhtemelen görsel duyarlılığımızı artırmaktadır. Doğrusu okuryazar olanlar olmayanlara kıyasla daha iyi bir geometrik şekil algısına sahiptir.[44] Şu an için görünüşe göre bu tür kıyaslamalar yalnızca okuryazarlığın olumlu etkilerini ortaya çıkarmaktadır. Ancak hangi bilişsel işlevlerin okuma tarafından olumsuz etkilenmiş olabileceğini görmek için henüz ciddi herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Okumanın beyindeki öncüllerini çevreleyen birçok temel soru henüz çözüme kavuşmamıştır. Biz okumayı öğrenmeden önce posta kutusu alanımız ne yapmaktaydı? Bu bölge evrimde kayda değer bir rol oynamış mıdır? Bu bölgenin deneyimli okuyucularda kaybolmuş, özgün ve sınırları belli bir işlevi var mıdır?

Amazon'da, Yeni Gine'de ve Afrika çalılıklarında avcı-toplayıcılarla birlikte yıllar süren deneyimler antropologların

[44] Kolinsky vd, 1987; Kolinsky, Morais & Verhaeghe, 1994.

Avustralya yerlilerinin doğal dünyayı *okuma* yetisine hayret etmelerine sebep olmuştur. Yerliler hayvan izlerini şaşırtıcı bir kolaylıkla çözebilmektedir. Kırık dallar ve çamurdaki belli belirsiz izleri üzerinde yaptıkları titiz incelemeler yerlilerin ortalıkta dolaşanın hangi hayvan olduğunu, hayvanın boyutunu, gittiği yönü ve avcılıkta paha biçilemeyecek birtakım başka detayları çabucak bulmasına olanak sağlamaktadır. Konu tüm bu doğal işaretler olduğunda esasında biz de "okuryazar" değiliz. Hayvan izlerini okumanın, okumanın beyindeki öncülü olması muhtemeldir. Eğer evrim kartalların gözleri veya leoparların sıçrayışı kadar incelikli bedensel özelleşmeleri elde etmişse, şüphesiz ki avcıların görsel beynini de dönüştürmüştür. Avcı ve av arasında milyonlarca yıl süren etkileşimin uyguladığı yoğun seçici baskı beyinde hayvan izlerini okumak için bir özelleşmeye yol açmış olabilir.

Çin'in tarihi geleneklerinde de benim yorumlarımın bir karşılığı vardır. Efsaneye dayalı bir anlatıda Çin yazısının icadına hayvan izleri ilham olmuştur. İmparator Huang Di'nin MÖ 2600 dolaylarındaki hüküm zamanında imparatorun elçilerinden biri olan Cang Jie, çeşitli kuş türleri tarafından çamurda bırakılan ayak izlerinin, küçük bir dizi tanınabilir şekil oluşturduğuna karar vermiş ve bunları Çincedeki ilk karakterleri yaratmada kullanmıştır.

Bu efsane Galileo'nun kendisi de dahil olmak üzere birçok teolog ve bilim insanının hayallerini süsleyen gizemli "Doğa'nın kitabı" mecazını andırmaktadır. Belki de yavaş yavaş doğal dünyayı Tanrı'nın yazdığı açık bir kitapmışçasına çözümlemeyi öğreniyoruzdur. On altıncı yüzyılda yaşamış olan teolog, yazar ve vaiz Granadalı Luis, *İnancın Sembolüne Giriş* [*Introduction to the Symbol of the Faith*] isimli eserinde şöyle yazmıştır:

> Tanrım, eğer gözle görülür tüm bu dünya, senin yazdığın ve dünyanın tüm milletlerine sunduğun kocaman ve harikulade bir kitap değilse nedir? ... Dünyadaki böylesine güzel ve kusursuz tüm bu mahlukat yazarının zarafetini ve bilgeliğini açığa vuran baştan aşağı aydınlık birer harf değilse o halde nedir?

On sekizinci yüzyılda yaşamış İngiliz yazar Sör Thomas Browne da bu inançları yinelemiştir:

> Tanrı'nın parmağı tüm eserlerinde bir iz bırakmıştır. Bu iz çizgesel değildir. Harflerden değil; uygun biçimde bir araya gelerek onların doğasını ifade eden çeşitli biçimlerden, oluşumlardan, parçalardan ve işlevlerden oluşmuştur.

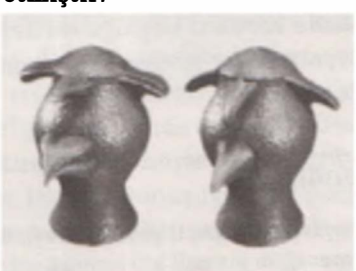
Bu mistik doruklardan inip gerçek hayata ve beyin görüntüleme laboratuvarına dönersek sözcük okuma ve hayvan izi tanıma arasındaki kortikal rekabet hipotezini nasıl sınayabileceğimize dair ciddi biçimde kafa yormamız gerekmektedir. Bu konuya dahil bir araştırma öncelikle yüzler, insan vücutları, hayvanlar, ayak izleri, ağaçlar, bitkiler, mineraller, nehirler ve bulutlar gibi birtakım doğal görüntülerin seçilmesini gerektirmektedir. Sonrasındaysa bunların görsel korteksin yüzeyinde ortaya çıkardığı etkinlik şablonlarını gözlemlememiz gerekecektir. Asıl zorluk görsel çevrelerinin diğer tüm yönlerini kontrol altında tutarken bu deneyi biri okuryazar insanları barındıran, diğeri barındırmayan, birbirine yakın yaşlarda insanların bulunduğu iki farklı grupla yürütmektir.

Her ne kadar bunu uygulamak zor olacaksa da bu deney denemeye değerdir. Böylesi bir deney okumanın ediniminin önceden var olan görsel etkinlik yamasını bozup bozmadığını doğrudan gösterecektir. Beyindeki kimi bölgeler kayabilir, küçülebilir ve hatta yazılı sözcüklere verilen karşılıklar ortaya çıktıkça ortadan kaybolabilir. Belki de ayak izlerine verilen karşılık zayıflayacak, sağ loba kayacak veya okumanın edinimiyle birlikte silinip gidecektir.

Yazının var olduğu çağlarda bu fikir hiç sınanmamıştır. Benim araştırma grubum bu hatlar üzerindeki bir deneyi önümüzdeki birkaç yıl içinde yürütmeyi planlamaktadır; ama kolayca taranabilecek ve katı ahlaki koşullar altında bulunan, okuma yazma bilmeyen deneklerin nüfusunun belirlenmesi gibi büyük bir engel ortaya çıkacaktır. Bu sırada da okumanın dışındaki alanlar için nöron geri dönüşü-

mü tarafından tetiklenen bir kortikal rekabet fikri üzerinde çalışılabilir. Hepimiz arabalar veya kuşlar gibi sınırlı bazı görsel uzmanlık alanına tutkuyla bağlı olan ve bazılarımızın okumaya ayırdığı zamanı bunlara seve seve verebilecek olan insanlar tanırız. Bir Studebaker Gran Tourismo ve bir Alfa Romeo Giulietta arasındaki farkı anında söyleyebilecek bir araba meraklısının beyni de yeniden düzenlenmiş midir? Kuş gözlemcileri onlarca avoset ve çulluk türüne dair bilgiler biriktirirken beyinde yeni bir alan oluşmakta mıdır? En önemlisi de bu tür bir uzmanlık deneyiminin bilişsel bir bedeli var mıdır?

Bu sorunların bazıları şu anda Kanadalı araştırmacı Isabel Gauthier ve meslektaşları tarafından idare edilen bir "uzmanlık uzmanları" ağı tarafından incelenmektedir. Bu araştırmacılar araba ve kuş uzmanlarına ek olarak insan görsel tanımasını zorda bırakmak üzere tasarlanmış bir şekiller ailesi olan ve "çıkınık"* adı verilen tuhaf küçük sanal karakterler üzerinde saatlerce çalışmaları için ücretli birkaç deneği de ikna etmiştir:



Beyin görüntüleme, bu görsel uzmanlık biçimlerinin hepsinin uygun düşen nesnelere verilen oksipitotemporal karşılıkları artırdığını ortaya çıkarmıştır. Bir araba meraklısının görsel beyni bir avosetin görüntüsündense bir Studebaker'ınki tarafından daha iyi etkinleştirilmektedir. Hiç de

* Çıkınık: İng. "greeble". Bir nesnenin üzerinde, o nesneyi daha karmaşık ve görsel açıdan ilginç kılmak üzere yerleştirilmiş küçük detaylar, çıkıntılardır. Bir örneğine şu bağlantıdan ulaşabilirsiniz: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Greeble.png Erişim tarihi: 2 Kasım 2013 –çn.

şaşırtıcı olmayan bir biçimde, kuş gözlemcilerinin beyninde de tam tersi gerçekleşmektedir.[45]

Daha da çelişkili olansa Gauthier ve Michael Tarr'ın bu tür bir uzmanlığın önceden yüzleri işlemeye ayrılmış olan beyin bölgelerini sistematik olarak işgal ettiğini ve buralara müdahale ettiğini öne sürmesidir. İddia, hepsi beyindeki aynı "uzmanlık" alanında idare edildiği için arabaların ve kuşların yüzlerle rekabet ettiği şeklindedir.[46] Aslına bakılırsa ister arabalar ister çıkınıklar olsun, bunlar diğer uzmanlık alanlarına giren nesnelerin temsilleriyle rekabet ettiğinde yüzlerin beyinde tetiklediği etkinlik hafifçe azalmaktadır.[47] Yüz tanıma yeterlikleri beynin homojen bir bütüne yüz parçaları yerleştirme yetisi tarafından değerlendirilen ("bütünselci" algı) araba veya kuş uzmanları bir yüz algısı testinde birkaç puan bile kaybedebilmektedir.

Her ne kadar bu sonuçlar tartışmaya açık olsa da nöron geri dönüşümü hipotezinin doğrudan bir sonucu olan kortikal rekabet kavramının bir nebze doğruluk payı olduğuna işaret etmektedir. Okumaya veya kuşbilime vakit harcadığımızda aynı zamanda kortikal boşluğu da değiş tokuş etmiş oluruz. Bunun beynin diğer yetiler için uygun olan kaynaklarını azalttığı da ortadadır.

Harfler Renklendiğinde

> A siyah, E beyaz, I kırmızı, U yeşil, O mavi: ünlüler
> Bir gün anlatacağım gizemli köklerinizi
> –Arthur Rimbaud, "Ünlüler"

Beklenmedik bir kaynaktan gelen veriler okumanın ediniminin öncelikli kortikal temsillerle rekabet ettiğini doğrulamaktadır. Fransız şair Arthur Rimbaud gibi bazı insanlar

---

45 Gauthier vd, 1999; Gauthier vd, 2000; Wong vd, 2005.

46 Michael Tarr ve Isabel Gauthier (2000), yüzlere karşılık veren bölgenin geleneksel ismini (İYA şeklinde kısaltılan ve oksipitotemporal korteksin iğsikıvrımının yerelleşmesine atıfta bulunan iğsi yüz alanı [İng. "FFA", fusiform face area] ismini), esnek iğsi alan (İng. flexible fusiform area) şeklinde değiştirmeyi bile önermiştir.

47 Gauthier, Curran, Curby & Collins, 2003; Rossion, Kung & Tarr, 2004.

"A", "E" veya "I" gibi harflerin zihnin gözü tarafından kesin bir biçimde görülebilecek tanımlanmış renklere sahip olduğuna kani olmuştur. Nöron geri dönüşümüne daha ileri kanıtlar teşkil eden tuhaf bir algısal yaklaşımların karışımı olan bu deneyime sinestezi denmektedir.[48]

Sinestetlerde beş duyunun birbirinden ayrılığı sona ermiştir ve görünüşe göre bu duyular çapraz olarak birbirlerini etkinleştirmektedir. Sinestezi çeşitli biçimlere bürünebilmektedir. Bir insan bir ses duyduğunda veya müzik dinlediğinde renkler ve hareketler görürken, bir başkası etrafı renkli halelerle çevrilmiş kimi harfler veya sayılar görmektedir. Üçüncü bir grupsa sayıların iki veya üç boyutlu bükümlü bir hat gibi kendi çevresinde kıvrılan dahili bir sürem üzerindeki sabit uzamsal konumları işgal ettiğini düşünmektedir.[49]

Bu tuhaf bilgiler bir şairin hayal dünyasının kurmacalarından fazlasıdır. Sinestetler genellikle saplantılı değil, aklı başında insanlardır. Sinestetler arasında ünlü sanatçılar (Kandinsky, Messiaen, Nabokov), bilim insanları (Richard Feynman, Nikola Tesla) ve adı bilinmeyen daha birçok insan sayılabilir. Hepsi de yalnızca gördükleri şeyleri bildirdikleri konusunda ısrar etmektedir. Rimbaud'nun kendisinin, meşhur "Ünlüler" şiiri hakkında arkadaşı Ernest Delahaye'ye "İnanıyorum ki kimi zaman böyle şeyler görüyorum veya hissediyorum ve bu konuda konuşuyorum, bundan bahsediyorum, çünkü bunu herhangi bir şey kadar ilginç buluyorum," dediği söylenmektedir.

Yapılan son deneyler sinestezinin algısal bir yanılma gibi davrandığını göstermektedir. Sinestetler birkaç yıl gibi aralıklarla renkli harfler hakkındaki hislerini betimlemede aynı renk tonlarını seçerken sinestet olmayanlar genellikle kimi eğitimlerin ardından bile asıl seçtikleri tonlardan farklı tonları seçmektedir. Sinestetler aynı zamanda taklit edilemeyecek yeteneklere de sahiptir.[50] Ortalama insan bir 5'ler deni-

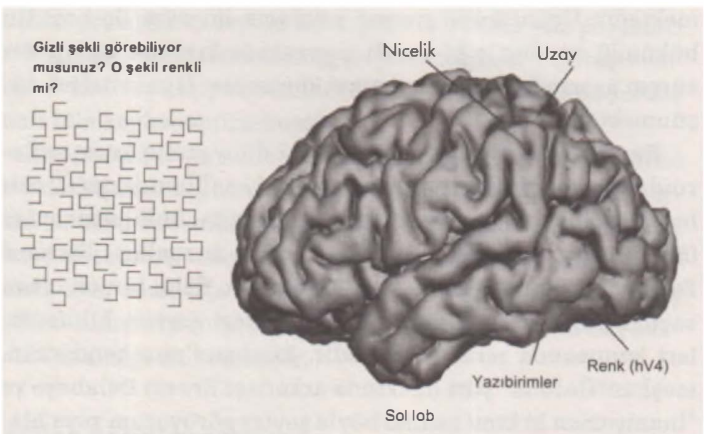
[48] Marks, 1978; Cytowic, 1998; Ramachandran & Hubbard, 2001b.

[49] Dehaene, 1997.

[50] Ramachandran & Hubbard, 2001a; Hubbard vd, 2005.

zinde gizlenmiş olan 2 sayısını bulmada sorun yaşamakta, ama sayı renkli sinestetler bu iki sayı farklı renklerde belirdiğinden onları hemen görebilmektedir (Şekil 5.1).

Görünüşe göre öğrenme sinestezide önemli bir rol oynamaktadır. Tüm nesneler ve şekiller bir sinestete renkli biçimde görünmemektedir; çoğu durumda yalnızca harfler ve sayılar etkilenmektedir. Bunlar da tam olarak çocukluğun son dönemlerinde öğrenilmiş olan sembollerdir. Söylenen sözcükler, dil sesleri, senfoniler, müzik aletleri ve hatta yemeklerin tatları gibi insan kültürünün başka birçok alanında sinestezi vakası kayıtları vardır.



Şekil 5.1. Sinestezi –duyusal yaklaşımların birbirine karışması– nöron geri dönüşümünün kısmen başarısız olmasına bağlanabilir. Kimi "sinestetler" sayıları ve harfleri çeşitli canlılıkta renklerle gördüklerini iddia etmektedir; örneğin A kırmızıdır ve benzeri. Yapılan testler, bunun yalnızca öznel bir bildirim değil, gerçek bir görsel illüzyon olduğunu göstermektedir: sinestetlere göre, 2 ve 5 sayıları arasındaki fark apaçık ortadadır; çünkü onlar, sayıları renkli bir biçimde görmektedir. Bu insanlar sayıları veya harfleri gördüklerinde sol oksipito-temporal "posta kutusu alanı" etkinleşmekte, ama bu etkinlik aynı zamanda renkli görüşle ilintili komşu V4 alanına da yayılmaktadır. Okuma edinimi sırasında görsel sözcük biçimi alanı muhtemelen komşularını düzgün bir biçimde ayırmada başarısız olmuş, böylelikle de harfleri ve renkleri birbirine katan bir nöron kodu yaratmıştır. Başka sinestetler de boşlukta sayı görmektedir; bu, nicelik ve uzay için parietal alanların birbirinin üzerine binmesiyle ilgili olabilecek bir sinestezi türüdür (şekil: Ed Hubbard).

Sinestezinin özellikle öğrenilmiş kültürel nesnelerde ortaya çıkması, nöron geri dönüşümünün zorunlu doğasına derin bir bağlantı sunmaktadır. Benim geri dönüşüm hipotezim, beynin yüzeyinde bir "nöronal niş" arayışında olan her yeni kültürel nesnenin, hayatın erken dönemlerinde yerleşmiş olan diğer temsillerle rekabet etmesi gerektiğini öngörmektedir. Bu nöronal rekabet, kortikal seviyede geçici bir kafa karışıklığı yaratabilir.[51] Gördüğümüz gibi konu okuma olduğunda, yazılı sözcükler tarafından tetiklenen etkinlik başlangıçta dağınıktır. Bu etkinlik, nihai olarak sol oksipitotemporal posta kutusu alanına yoğunlaşmadan önce görsel sistemi kolaçan etmektedir. Bu gerçekleştiğinde, beynin geri kalanı da bu alandan çıkan nöron sinyallerinin artık renkleri değil harfleri kodladığını öğrenmektedir. Ancak ben, sinestetlerde bu seçimin hiçbir zaman tamamen anlaşılır olmadığını düşünüyorum. Sanki nöronlar, kendilerini harflere mi yoksa renklere mi adayacaklarına karar verememiş gibidir.

Beyin görüntüleme sayesinde, Edward Hubbard bu senaryoyu kısmen doğrulamıştır. Kendisi, renkleri harflerle ilişkilendiren kimi yetişkin sinestetleri taramış ve kortikal etkinliklerde sıra dışı bir örtüşme gözlemlemiştir.[52] Harflerin görüntüsü genellikle, arka kısmı ilginç bir biçimde bir başka görsel bölge olan V4 alanına yakın bir yerde bulunan iyi tanımlı bir alanı etkinleştirmektedir. Bu alan, görsel algıda merkezi bir rol oynamaktadır. Aslında, V4 alanını tecrit etmenin klasik yollarından biri, gönüllülerden, Hollandalı ressam Piet Mondrian'ın resimlerinde olduğu gibi birçok renkli dikdörtgenden oluşan resimleri, onların siyah beyaz bir benzeri olan resimlerin sunumuyla karşılaştırmalarını istemektir. Hubbard, sinestetlerde, harfler ve renk yamaları tarafından kışkırtılan etkinliklerin gözle görülür biçimde örtüştüğünü saptamıştır. Sanki bunların nöron geri dönüşümünü tamamlanmamıştır ve görsel korteks içindeki görev dağılımları olgunlaşamadan durdurulmuştur. Görünüşe göre sinestetlerin kortikal yama işi, harflerin daha dar bir

[51] Dehaene, 1997, bölüm 3.

[52] Hubbard vd, 2005; ayrıca bkz: Sperling vd, 2006.

yamaya yoğunlaşmada başarısız olduğu, ara bir özelleşme halinde sıkışıp kalmıştır. Neden? Belki de sinestetlerin beyni, beyin kendi kortikal kodunu yeniden değiştirme ihtiyacı duyduğunda uygunsuz olduğu kanıtlanan farklı kortikal esneklik kurallarına tabidir. Hubbard ve Vilayanur Ramachandran, sinesteziye, beyin gelişimi sırasında sinapsların budanması işine dahil olan genlerin mutasyonunun sebep olabileceğini öne sürmektedir.[53] Elbette bu olgu, ailelerde, muhtemelen X kromozomuyla bağlantılı olan genetik iletime işaret edebilecek bir şablon boyunca ilerlemektedir.

Ancak benim fikrim doğruysa, sinestezi yalnızca genetik bir anomali değil, kortikal geri dönüşüm sırasında sistematik olarak ortaya çıkan bir sorundur. Dolayısıyla harflere ve renklere karşılık gelen kortikal haritalar nihai konumlarına yerleşmeden önce, kısa bir süre için tüm çocuklarda geçici bir sinestezi biçimi mevcut olabilir. Tüm çocukların sinestet olduğu hipotezi, temelsiz değildir. Örneğin yeni doğmuş bebekler bile keskin sesler ve sivri uçlu nesneler arasında bir ilişki algılayabilmektedir.[54] Benim çocuklarımdan biri, yedi yaşındayken, 1, 2, 3, 4, 5 ve 9 sayılarını net bir biçimde renkli görebiliyordu. Birkaç ay sonra renkler hafifçe değişti ve sekiz yaşına geldiğinde birdenbire ortadan kayboldu. Oğlum, "Sayıları renkli görebiliyordum," diyordu, "ama şimdi göremiyorum." Bildiğim kadarıyla tüm çocukların geçici olarak benzer bir olguyu deneyimleyip deneyimlemediğini inceleyen sistematik bir çalışma yapılmamıştır. Akla yatkın olan tek şey, sembollerin ve renklerin çocuklar geçici olarak ilişkilendirilmesinin, okumanın edinimi sırasında beynin sürekli olarak yeniden düzenlenişinin bir işaretçisi görevi görebileceğidir.

Nörobilimden Eğitime

Bu noktaya kadar gördüğümüz, okumanın ediniminin çocukların beyninde muazzam işlevsel değişiklikler gerektirdiğidir. Çocukların ilk önce sesbirimleri keşfetmeleri, son-

[53] Ramachandran & Hubbard, 2001b.

[54] Mondloch & Maurer, 2004; Maurer, Pathman & Mondloch, 2006.

ra harfleri seslerle örtüştürmeleri, sonrasında da ikinci bir sözcüksel okuma hattı kurmaları gerekmektedir. Okumayı öğrenmek tam anlamıyla yüz, nesne veya renk algısı için var olan kortikal alanların yamasındaki yazılı sözcükler için düzgün bir "nöronal niş" arayışı anlamına gelmektedir.

Pratik bir bakış açısından, öğretimi geliştirmek için bu bilimsel ilerlemelerden faydalanıp faydalanamayacağımızı incelemek gereklidir. Okumaya dair gittikçe büyüyen anlayışımız en uygun öğretim yöntemleriyle ilgili net çıkarımlar sağlamakta mıdır? Kimi eğitim teknikleri yetişkinliğe geçişi diğerlerinden daha kolay hale mi getirmektedir?

Bu noktada büyük bir dikkat gerekmektedir. Benim kendi izlenimim, nörobilimin bir kural koyucu olmaktan hâlâ çok uzak olduğu yönündedir. Laboratuvarda biriktirilen kuramsal bilgiyle sınıf ortamındaki pratikleri birbirinden ayıran büyük bir boşluk vardır. Uygulamalar, bilim insanlarının kuram temelli beklentilerindense öğretmenler tarafından daha iyi değinilen sorunlar yaratmaktadır. Ne var ki beyin görüntüleme ve psikolojik veriler büyük pedagojik tartışmalardan ayrı tutulamaz. Göreliğin varlığına rağmen okumayı öğrenmenin yüzlerce yolu olduğu da doğru değildir. Her çocuk eşsizdir; ama konu öğrenme olduğunda hepsi de kabaca aynı kısıtlamaları ve aynı öğrenme sırasını dayatan aynı beyne sahiptir. Dolayısıyla bilişsel nörobilimin eğitim alanına getirebileceği –kuralları değil– çıkarımları dikkatlice incelemekten kaçınmamıza imkân yoktur.[55]

Okumanın ne *olmadığını* tanımlamak iyi bir başlangıç noktasıdır. Oldukça eğitimli okuyucular olan bizler okumanın aslında ne kadar zor olduğuna dair pek bir görüşe sahip değiliz. Bir sözcüğe atılacak tek bir bakışın tek adımda o sözcüğün hazır ve küresel biçimde tanımlanmasını sağlayacağına inanmaya eğilimliyiz. Bundan başka hiçbir şey doğru olmaktan bu kadar uzak olamaz. Beyin sözcüklerin görüntülerinden anlamlarına doğruca gitmemektedir. Bir sözcüğün çözümlenmesinden önce, bütün bir zihinsel ve beyinsel işlemler dizisinin gerçekleşmesi gerekmektedir. Beynimiz her

[55] Ulusal Çocuk Sağlığı ve İnsan Gelişimi Enstitüsü, 2000; Rayner vd, 2001.

bir harf dizisini parçalamakta, sonra bu parçaları bir harfler, bigramlar, heceler ve biçimbirimler hiyerarşisi halinde yeniden birleştirmektedir. Zahmetsiz okuma, bu ayrıştırma ve yeniden birleştirme aşamalarının artık tamamen otomatik ve bilinçsizce yapıldığını göstermektedir.

Bu tanımla birlikte okuma öğretiminin amacı da gayet netleşmektedir. Bir çocuğun harfleri ve yazıbirimleri tanıması ve onları konuşma seslerine kolayca dönüştürebilmesi için bu öğretimin etkili bir nöron hiyerarşisi oluşturmayı hedeflemesi gerekmektedir. Okuryazar bir zihnin diğer tüm temel yönleri –yazıma hâkim olma, kelime haznesinin zenginliği, anlama dair ince ayrıntılar ve edebiyatın verdiği keyifler– hayati öneme sahip bu adıma bağlıdır. Eğer o noktaya ulaşmak için çocuklara herhangi bir yol sunulmamışsa, onlara okumadaki zevkleri tarif etmenin anlamı yoktur. Yazılı sözcüklerin sessel çözümlemesi olmadan çocukların şansı önemli biçimde düşüktür. Hem çocuklarla hem de okuma yazma bilmeyenlerle yapılan kayda değer miktarda araştırma, yazıbirim-sesbirim dönüşümünün çocuğun beynini ve beynin konuşma seslerini işleme biçimini ciddi biçimde dönüştürdüğü gerçeği üzerinde uzlaşmaktadır. Yazılı sözcüklerin sesbirim dizilerine dönüştürüldüğü bu işlem açık bir şekilde öğretilmelidir. Bu özellik kendiliğinden gelişmeyecektir ve muhakkak öğretilmelidir. Harf dizilerinden doğruca onların anlamlarına giden doğrudan hat yoluyla okuma, yalnızca sessel çözümleme hattı kullanılarak yapılan ve yıllar süren pratiklerin ardından işe yaramaktadır.

Okuma Savaşları

Bilişsel psikoloji herhangi bir "küresel" veya "bütün olarak dil" yöntemi yoluyla öğretimi doğrudan reddetmektedir. Bu noktayı ısrarla vurgulamalıyım, çünkü bu tür pedagojik stratejiler bir zamanlar çok tutulmuş ve kimi öğretmenler için de çekiciliklerini kaybetmemiştir. Bu yöntemler çocuklara yazılı sözcükler ve hatta bütün halinde cümlelerle onlara karşılık gelen anlamlar arasındaki doğrudan ilişkileri tanı-

mayı öğretmektedir. Teknik çocuğun kendini okumaya kaptırmasını içermekte ve çocuğun okumayı doğal bir dil gibi kendiliğinden öğrenmesi umulmaktadır. Bütün halinde dil veya bütün halinde sözcük yaklaşımının tutkulu savunucuları yazıbirimlerle sesbirimler arasındaki sistematik uyuşmanın öğretilmesi ihtiyacını doğrudan reddetmektedir. Sözcükler ve anlamlar arasındaki uyuşmaya maruz kalınmanın bir sonucu olarak bu bilginin kendiliğinden ortaya çıkacağı iddia edilmektedir.

Her ne kadar varsayımları tuhaf olsa da bütünselci dil yaklaşımı cömert bir ilkeyi temel almaktadır. Bu yaklaşım çocukları yalnızca "Işık ılık süt iç" gibi saçma cümleleri üretebilecek birer robota dönüştürebileceği düşünülen tekrar egzersizlerini reddetmiştir. Bütünselci dil hareketi, ses bilimine şiddetle karşı çıkmıştır, çünkü bu eğitimin öğrencileri okuma öğretiminin birincil hedefi olan metni anlama eyleminden uzaklaştıracağını düşünmüştür. Bütünselci dilin savunucuları çocukların anlamlı hikâyelere erişimini çabuk bir biçimde sağlayarak metin anlamaya vurgu yapmıştır. Öne sürülen iddia, çocukların sözcük öbeklerini keşfetmeyi, sözcükleri, yazım kurallarını veya sıkıcı harften sese çözümlemeyi keşfetmekten daha eğlenceli bulduğu şeklindeydi. İddiaya göre çocukların ilk olarak bilmecelerle oynayıp oynamaması ve "kedi sütü içti" yerine "kedicik susadı" demesi önemli değildir; eğer çocuklar "kendi öğrenme ortamlarını kendileri inşa ederse" ve okumanın neyin nesi olduğunu kendiliğinden öğrenirlerse yetkin hale gelirler. Bütünselci dil yaklaşımının destekçilerine göre sözcükleri teker teker çözümlemede kullanılabilecek hatasızlıktan da öte en önemli şey çocuğun otonomisi ve kavrayıştan aldığı keyiftir.

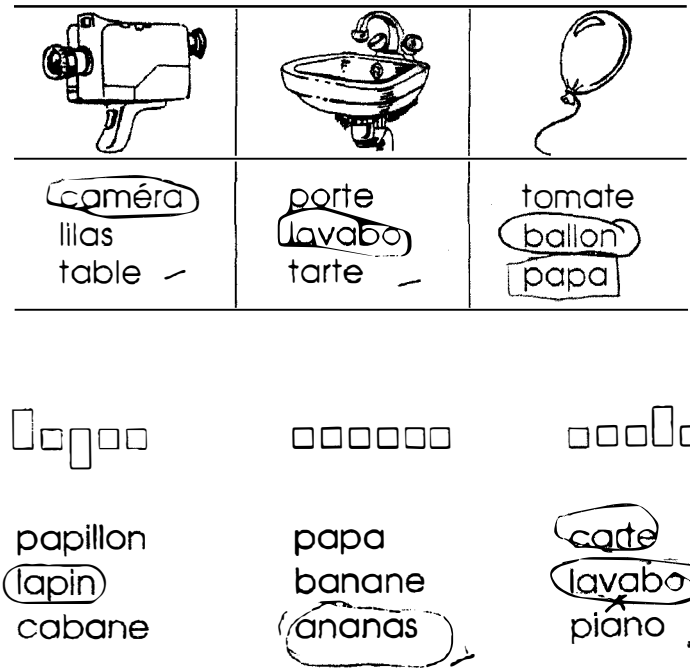
Dilin bütünselci öğreniminin savunucularıyla sesbilim öğretimi taraftarları arasındaki anlaşmazlık hali, geçtiğimiz en az elli yıl boyunca okulları ve eğitim politikası üretenleri sarmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde "okuma savaşları" 1987 yılında California eyaleti yeni dil-sanat müfredatının bir parçası olarak temel çözümleme yetileri üzerine bütünselci dil yaklaşımı lehine yasalar geçirmeye başladı-

ğında doruğa çıkmıştır. Birkaç yıl içerisinde California'daki okuma puanları düşüşe geçmiştir. 1993 ve 1994'te National Assessment of Educational Progress [Ulusal Eğitim İlerlemesi Değerlendirme Kurumu] tarafından toplanan puanlar, eyaletteki dört çocuktan üçünün okuma yetilerinin okudukları sınıf seviyesine göre ortalamanın altında olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bütünselci dil yaklaşımı korkunç puanlar yüzünden büyük oranda suçlanmış ve geniş çapta bir geri dönüş gerçekleşmiştir. Radikal reform bütün okulları harf-ses uyuşmasının sistematik biçimde öğretilmesine dönmeye ve böylelikle National Reading Panel [Ulusal Okuma Paneli] tarafından yapılan etkileyici bir incelemenin çıkarımlarını yürürlüğe koymaya itmiştir.[56]

Günümüzde, bütünselci dil yaklaşımı resmi olarak terk edilmiştir. Ne var ki ben bu konunun birçok öğretmenin zihninde hâlâ canlı olduğundan şüpheleniyorum, çünkü bütünselci dil savunucuları konumlarına hâlâ sıkı sıkıya bağlı kalmaktadır. Bütünselci dil destekçileri çocukların ihtiyaçlarına en iyi uyan yaklaşımın kendilerininki olduğuna emindir. ABD'de olduğu kadar Fransa'da da iki tarafı uzlaştırma çabaları "karışık" veya "dengeli okuma" öğretimi denen sağlıksız bir ödünleşmenin benimsenmesine yol açmıştır.

Çok sayıda öğretmenin kafası bir eğitimsel yaklaşımdan diğerine ileri geri sürekli gidiş gelişlerden öylesine karışmıştır ki onlar da var olan tüm yöntemlerden rastgele seçimler yapmaktadır. Bütünselci dil resmi olarak küçümsenmiştir, ama ya ataletten ya da alışkanlıktan dolayı okuma kitapçıklarında veya öğretmen öğretim programlarında hâlâ gizliden gizliye varlığını sürdürmektedir. Şu an ana odak noktası yazıbirim-sesbirim uyuşmaları olsa bile bütünselci dil yaklaşımına dayanan etkinlikler sınıf ortamında hâlâ mevcuttur. Bu etkinlikler bir sözcüğü bir görüntüyle eşleştirmek, sözcüklerin genel hatlarını tanımak ve çocuğun ismini ve soyadını görüntüden tanımasıdır (Şekil 5.2).

[56] Ulusal Çocuk Sağlığı ve İnsan Gelişimi Enstitüsü, 2000; Ehri, Nunes, Stahl vd, 2001; Ehri, Nunes, Willows vd, 2001.



Şekil 5.2. Okuma ediniminde bütünselci dil yöntemi tüm etkisizliğine karşın tüm dünyadaki okuma derslerine ilham olmaya devam etmektedir. Burada gösterilen testler, Fransa'daki kimi sınıflarda, okumayı öğrenmenin ilk birkaç haftasına hâlâ kullanılmaktadır. Her ne kadar çocuk harfleri henüz sesli okuyamasa da, ondan bütün bir sözcüğü, o sözcüğe karşılık gelen görüntüyle eşleştirmesi istenmektedir (üstte). Doğal olarak çocuk bir balona "papa" demek gibi kaba hatalar yapmakta, bu durum da çocuğun alfabetik ilkeyi tamamen göz ardı ettiğine işaret etmektedir. Çocuğa aynı zamanda sözcüklerin, yükselen ve alçalan harflerin oluşturduğu zarfla sembolize edilen genel dış hatlarına dikkat etmesi de öğretilmektedir. "Lavabo" sözcüğünde öğretmen bile duraklamaktadır! Bu alıştırmaların, beynimizin sözcükleri tanıma şekliyle hiçbir ilgisi yoktur.

Bu anlaşmazlığın suçunu eğitimcilere yıkmak fazla kolaya kaçmak olacaktır. Aslına bakılırsa suçu hem öğretmenler hem de psikologlar paylaşmalıdır, çünkü bir zamanlar bütünselci dil okumanın yılmaz savunucuları da kendileri

olmuştur.[57] On sekizinci yüzyılda Nicolas Adam tarafından yazılan *Pedagoji Sözlüğü* (1787) hecelemenin "onlara anlamsız gelen çok sayıda harfi, heceyi ve sesi ezberlemeye" zorlayarak çocuklara "işkence ettiğinden" yakınan Radonvilliers başrahibinin ilerici fikirlerini yaymıştır. Kendisi bu eziyet yerine kartlara yazılı "bütün halindeki sözcüklerle çocukları eğlendirme" fikrini öne sürmüştür. On dokuzuncu yüzyıla girilirken de Pennsylvania Üniversitesinden psikolog James McKeen Cattell, yazılı sözcüklerin tek tek harflerden daha hızlı tanındığını keşfettiğini duyurmuştur. Bu bulgu bütünselci dil yaklaşımını destekliyor gibi görünmüştür. Cattell'in çalışması, okumanın ediniminin küçük çocuklardaki "bağdaştırıcı" algı özelliğine dayandığını düşünen İsviçreli psikolog Edouard Claparède tarafından genişletilmiştir. 1930'lardaysa Belçikalı doktor ve psikolog Ovide Decroly, bu fikirleri kendi "ideo-görsel" okuma yöntemine dahil etmiş, sonrasında bu yöntem de kimi Avrupa ülkelerine yayılarak Jean Piaget ve Henri Wallon gibi saygın psikologlardan onay almıştır.

Sözcüklerin küresel şekillerine yapılan vurgu (Hollandalı psikolog Herman Bouma'dan gelen) "bouma" teriminin sözcüklerin dış hatlarını ifade etmek için kullanılmaya başlandığı matbaacılık dünyasını da işgal etmiştir. Matbaacılar okunurluğu artırmak umuduyla en ayırt edici görsel "bouma"ları yaratan yazı tipleri tasarlamıştır.[58]

Bir Mit: Sözcüğü Bütün Halinde Okumak

Şu anda yanlış olduğunu bildiğimiz bir çıkarımı desteklemek için bilim insanlarının ve eğitimcilerin güçlerini birleştirebileceklerini düşünmek hayret vericidir. Sözcüğü bütün halinde okuma gibi yanıltıcı bir fikre yol açan bilimsel argümanlar ve yapılan son deneylerle bu argümanların çürütülüş biçimi dikkatli bir incelemeyi hak etmektedir. Yakın zamanlarda yayımlanmış bir makale, bütünsel sözcük

[57] Bellenger, 1980.
[58] Larson, 2004.

yapısının yumuşak karnını teşkil eden dört **noktayı listelemektedir.**[59]

1. **Okuma süresi sözcük uzunluğuna bağlı değildir.** Harflerin sayısına bakılmaksızın (yaklaşık üç **harfle** sekiz harf arasındaki bir sıklıkta) kısa sözcüklerle uzun sözcükleri okumamız neredeyse eşit miktarda zaman almaktadır. Bu, sözcük tanımanın görünüşte sözcüklerin harfler halinde sistematik olarak çözümlenmesine bağlı olmadığına işaret eden, kanıtlanmış bir gerçektir. Öznel olarak elbette ki sözcük okuma, bir harf dizisini bölünmez bir bütün olarak işleyen temel ve dolaysız bir işlemdir. Ancak okuma üzerine yapılan modern bilimsel çalışmalar bu düşünme biçiminin yanlış olduğunu göstermektedir. Sözcük uzunluğu yetişkin okurlarda bir etkiye sahip olmasa bile bu, beynimizin harflere dikkat etmediği anlamına gelmemektedir. Açıklama çok daha basittir: görsel sistemimiz tüm harfleri art arda değil de paralel olarak ve eş zamanlı bir biçimde işlemektedir. Ancak küçük çocuklarda bu süreç farklıdır. Okuma ediniminin ilk yılları boyunca okuma süresi bir sözcükteki harflerin sayısına sıkı sıkıya bağlıdır. Bu sözcük uzunluğu etkisinin geçmesi yıllar almaktadır. Harf sayısının küçük çocukların okuma süresi üzerindeki muazzam etkisi okumanın küresel değil –özellikle de ilk yıllarda– bütünsel bir süreç olduğuna açık bir kanıttır.
2. **Bütün bir sözcüğü tanımak tek** bir **harfı tanımaktan daha hızlı ve daha etkili olabilir.** Cattell tarafından keşfedilen bu etki Gerald Reicher tarafından yinelenmiş ve psikolojide "sözcük üstünlüğü etkisi" olarak ün kazanmıştır. Bunu aynı zamanda Bölüm 2'de de incelemiştik. Bu bulgu çürütülmemiş olmakla birlikte, artık bütün halinde sözcük tanımanın harf çıkartmanın önüne geçtiğine bir kanıt sayılmamaktadır. Aksine, yapılan son analizler görsel gürültü içine gizlenmiş bir sözcüğü okurken gösterilen performan-

[59] Age.

sın o sözcüğün bileşen harflerinin tanınma oranıyla doğrudan ilintili olduğuna işaret etmektedir.[60] Eğer bütün bir sözcüğe daha hızlı karşılık veriyorsak bunun sebebi kasıtlı dikkatimizin beyindeki hiyerarşinin daha yüksek seviyelerine daha kolay yönlendirilebiliyor oluşu olabilir. Görsel işleme sırasında daha önce çıkartılmış olsalar bile bireysel olarak harflerin kimliğine erişmek daha fazla çaba gerektirmektedir.[61] İlintili bir etken de ilgili nöronların sayısını içermektedir. Yalnızca sınırlı bir dizi görsel algılayıcı, tecrit edilmiş "d" ve "t" harflerine karşı ayırt edici bir davranış içinde tasfiye olurken sözcüksel, anlamsal ve sessel seviyedeki birçok nöron "head"le "heat"i birbirinden ayırt edebilemektedir. Elbette ki bu, sözcük algısının harf tanımanın önüne geçtiği anlamına değil, harfler arasındaki farklılıkların sözcük tanımanın daha yüksek seviyelerinde büyütüldüğü anlamına gelmektedir.

3. **Küçük harfle yazılmış sözcükleri büyük harfle yazılmış olanlardan azıcık daha hızlı okuruz.** Bütünselci dil yaklaşımının destekçilerine göre "f", "l", "g" ve "p" gibi yükselen ve düşen harfler tarafından yaratılan eşsiz görsel şablonu yansıtan şey büyük harflerden ziyade küçük harfleri okurkenki hızımızdır. Bu harf şekilleri her bir sözcük için dış hatta özgü bir imza, yani matbaacıların "bouma" dedikleri şeyi yaratmaktadır. Sözcük her biri aynı boyutta olan büyük harflerle yazıldığında bu dış hat kaybolmakta, böylelikle bizim okuma hızımız da düşmektedir. Ancak bu kuram işe yaramamaktadır. Eğer sözcükleri tanımak için gerçekten dış hatları kullanıyorsak yalnızca yavaşlamamız değil, büyük harfleri hiçbir şekilde tanıyamaz hale gelmemiz gerekmektedir. Aynı zamanda benzer dış hatları yok edecek şekilde KaRıŞıK bOyUtLaRdA yAzIlMıŞ sÖzCüKlErİ okumamızın

[60] Pelli, Farell & Moore, 2003.

[61] Ahissar & Hochstein, 2004.

da imkânsız hale gelmesi gerekmektedir. Ancak bu manipülasyonların sözcüklerin okunabilirliğine zarar vermediğini biliyoruz. Bölüm 2'de de gördüğümüz gibi beyindeki posta kutusu alanı subliminal şartlar altında bile küçük ve büyük harflerle yapılan sunumların tümünü sabit bir biçimde genellemektedir. Yani büyük harflerde gözlemlenen hafif yavaşlama kayda değer değildir. Bunun sebebi yalnızca bu şekillerin daha az tanıdık olması olabilir.

4. **Bir sözcüğün genel dış hatlarını bozmayan dizgisel hataların fark edilmesi, bunu bozanların fark edilmesinden daha zordur.** Matbaacıları sözcüklerin dış hatlarına dikkat etmeye ikna eden kilit argümanlardan biri de budur. Basit bir örnek: eğer "test" hedef sözcüğünü arıyorsak "tesf"te bir hata bulmak, yükselen "t" harfinin yerine düşen "g" harfinin getirildiği "tesg"de bir hata bulmaktan daha zordur. "Tesf"in yorumlanmasının küresel sözcük şekliyle bir ilgisinin olmaması da yine tartışmasız bir gerçektir. Bu durum tamamen tek tek harfler arasındaki karışıklığa bağlanabilir. "Tesg"deki "g" çarpıcı bir biçimde farklıyken "tesf"teki "f" hedef sözcük olan "test"teki "t"ye fazlasıyla benzemektedir. Bu iki etkeni çözen deneyler iki harf dizisi arasındaki karışıklığa yol açan şeyin bütün halinde sözcük benzerliği değil, harf benzerliği olduğunu kanıtlamaktadır.[62]

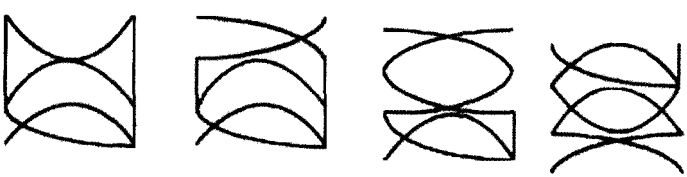
Özetleyecek olursak sözcüklerin küresel dış hatlarının okumada hiçbir rol oynamadığından şüphelenmek için artık hiçbir sebep yoktur. Basılı bir sözcüğü dış hatlarını bütün olarak kavrayarak değil, beynimizin o sözcüğü harflere ve yazıbirimlere ayrıştırması sayesinde tanımaktayız. Sol oksipitotemporal korteksimizdeki posta kutusu alanı bir sözcüğün bütün harflerini paralel olarak işlemektedir. Bu hızlı ve paralel işleme muhtemelen neden meşhur ve saygın psikologların bir zamanlar küresel veya "bağdaştırıcı" okuma

[62] Paap, Newsome & Noel, 1984.

kuramlarını ileri sürdüğünü de açıklamaktadır. Bugün biliyoruz ki okumadaki çabukluğumuz, okumanın bizim bilinçli farkındalığımızın dışında çalışan bileşen aşamalarının had safhadaki otomatikliği tarafından meydana getirilen bir yanılsamadan başka bir şey değildir.

Bütünselci Dil Yaklaşımının Yetersizliği

Doğrudan deneyler, bütünselci dil sisteminin etkili bir performans göstermediğini doğrulamaktadır. Çeşitli araştırmacılar bütünselci dil yöntemi veya ses temelli yaklaşım kullanılarak yeni bir yazı sistemini öğrenmedeki performansı karşılaştırarak bunu göstermiştir. En çarpıcı deneylerden biri New York'taki Sackler Enstitüsünde profesör ve benim de bir dostum olan Bruce McCandliss tarafından tasarlanmıştır.[63] Bruce, hem aşağıdan yukarıya doğru yazıldığı hem de harfler birbirine dokunduğu için özgün olan yeni bir yapay alfabe icat etmiştir. Sonuç olarak her sözcük ilk bakışta sürekli bir çizgiler şablonu olarak görünen bir şey tarafından temsil edilmektedir. Bu alfabeyle yazılmış dört sözcük de şöyledir:



Bu şablonlara ilk baktığımızda onların birer harf olduğu açık değildir. Bu örnekte dört kez tekrarlanan "t" harfi için yaygın bir şablon bulunduğunu yalnızca yakından yapılan bir inceleme ortaya çıkarmaktadır. McCandliss bu yazıyı bütünselci dil grubu ve analitik grup şeklinde ikiye bölünmüş öğrencilerine öğretmiştir. Bütünselci dil grubundan her bir sözcüğü küresel birer şekil olarak ezberlemelerini istemiş ve

[63] Yoncheva, Blau, Maurer & McCandliss, 2006.

onları harflerin varlığına dair uyarmamıştır. Ancak analitik gruba bu sözcüklerin aşağıdan yukarıya doğru bir harf dizisi şeklinde yazıldığı söylenmiştir. Sonrasındaysa iki grup da belirli bir şekle ve onun İngilizcedeki karşılığına tekrar tekrar maruz kalarak tamamen aynı eğitimden geçmiştir.

İki gruba verilen öğretimdeki bu küçük farklılık etkileyici bir kademeli etki yaratmıştır. Otuz sözcüğün bulunduğu bir liste üzerinde yapılan bir günlük eğitimin ardından bütünselci dil grubu sözcükleri tanımada hâlâ harfleri tanımak için uğraş veren analitik gruptan *daha iyidir*. Bu ilginç sonuç bütünselci dil yönteminin birçok savunucusu tarafından hazırlanmış raporlarla da uyuşmaktadır. Bu yöntemin savunucuları sürekli olarak, yaklaşımlarının çocuklara bir üstünlük sağladığını öne sürmektedir. Ancak bu durum yalnızca başlangıçta, yaklaşık olarak ilk otuz sözcük için geçerlidir. Harf-ses uyuşmasının edinimi başlangıçta daha fazla çaba gerektirmekte, ama uzun vadede verdiği sonuçlar daha tatmin edici olmaktadır. Öğrencilerin otuz sözcükten oluşan yeni bir listeyi ezberlediği ikinci günde bütünselci dil grubu beklendiği gibi gerileme göstermeye başlamıştır. Grup yeni sözcüklerin çoğunu öğrenmiştir; ama bunun bedeli çabucak unuttukları ilk liste olmuştur. Aynı şablon her bir yeni listenin sunuluşunda tekrarlanmıştır; öğrenciler her seferinde sıfırdan başlamış ve önceki günden hatırladıkları az miktardaki sözcüğü de unutmuştur. Bu durumda şaşırtıcı bir şey yoktur. Grup her bir sözcüğü sanki Çince karakterleri öğreniyormuş gibi birbirinden bağımsız bir biçimde öğrenme olarak tanımlanan imkânsız görevi yerine getirmeye çalışmıştır.

Bu sıradaysa harflerle meşgul olan öğrenciler yavaş ama istikrarlı bir ilerleme göstermiştir. Bu grubun başarı oranı her geçen gün artmıştır. Çarpıcı bir biçimde yeni sözcüklerden oluşan bir listeyle ilk karşılaşmalarında bile şansla açıklanamayacak kadar iyi bir performans göstermişlerdir. Dahası bu grubun performansı aynı zamanda daha önce gördükleri sözcüklerde, hatta o sözcükler üzerinde çalışma fırsatı bulamadıklarında bile ilerleme kaydetmiştir. Bu sonuç göründüğü kadar kafa karıştırıcı değildir. Öğrencilerin

harf-ses uyuşmasına aşinalıkları daha önce o sözcükleri gördüklerini hatırlamasalar bile karşılaştıkları herhangi bir sözcüğü çözümlemesini sağlamıştır.

McCandliss deneyi, bütünselci dil yaklaşımının doğasında var olan iki ana sorunu ortaya çıkarmaktadır. Birincisi; harfler ve seslerde doğrudan bir eğitim olmadan yalnızca yazılı sözcüklere maruz kalmak, sistematik veya hızlı olmayan herhangi bir sıklıkta gerçekleşen yazım sürekliliklerinin keşfine olanak sağlamaya yeterli değildir. Bin tane sözcükten sonra bile bilgisiz bir yetişkinin o sözcüklerin sıradan harfleri barındıran bir alfabeden oluşturulmuş olduğunu fark etmekte başarısız olması kesinlikle mümkündür.[64]

İkincisi; çocukların okumayı edinmesinde genelleme her ne kadar temel bir rol oynuyorsa da bütünselci dil yöntemi yeni sözcüklerin genellenebilmesi için bir zemin sunmamaktadır. En kendini adamış eğitimci bile öğrencilerine İngilizcedeki tüm sözcükleri öğretemez! Okumadaki maharet her şeyden önce bizim yeni sözcükleri çözümleme yetimizde yatmaktadır. "Kendi kendine öğretim"[65] bağımsız okumaya giden yolda temel bir bileşendir. Çocuklar bir kez yazım-ses uyuşmasına hâkim olduktan sonra kendi kendilerine yeni bir harf dizisinin telaffuzunu çözümleyebilmekte ve o sözcüğü tanıdık anlamla ilişkilendirebilmektedir. Harf dizisinden ses ve anlama giden nöron bağlantıları herhangi bir formal öğretim olmaksızın kendi kendine öğretme yoluyla aşamalı olarak otomatikleşmektedir.

Bu son noktayı biraz daha vurgulamalıyım, çünkü bu nokta bütünselci dil sisteminin merkezi iddialarından birini yani tek başına bu yöntemin bir çocuğun bağımsızlığına ve mutluluğuna saygılı olduğu fikrini reddetmektedir. Gerçekte çocukların açılmasına izin veren yalnızca harften sese dönüşüm öğretimidir; çünkü yalnızca bu yöntem onlara seçtikleri herhangi bir alanda yeni sözcükler okuma özgürlüğünü vermektedir. Dolayısıyla bir çocuğun düşünsel özgürlüğünü katı tekrarlarla kıyaslamak yanlıştır. Bir çocuğun okumayı

[64] Rayner vd, 2001; Bitan & Karni, 2003.
[65] Share, 1995, 1999.

hızlıca ve iyi bir biçimde öğrenmesi için kendisine iyi yapılandırılmış bir yazıbirim-sesbirim öğretimi verilmelidir. Gösterilen çaba gerçekten çok büyüktür, ama çocuklar sınıfta daha önce öğrenmedikleri bir sözcüğü çözümleyebildiklerini –genellikle de şaşkınlıkla– keşfettiklerinde bunun bağımsızlık açısından ödülü de bir o kadar çabuktur.

Bütünselci dil yönteminin tamamını reddedişim yalnızca laboratuvar deneyleri veya kuramsal ilkelere dayanıyormuş gibi bir izlenim yaratmak istemiyorum. Bu yöntemin verimliliği aynı zamanda sınıf ortamında da çürütülmüştür. Okumanın psikolojisi çocuklar üzerindeki etkilerini ölçmek üzere çeşitli mevcut öğretim yöntemlerinden faydalanmıştır. Epidemiyolojiye komşu olan bu araştırma çizgisi, yalnızca kullanılan öğretim yönteminin işlevi bakımından değil, aynı zamanda çocukların yaşı, sosyo-ekonomik geçmişi ve çeşitli başka değişkenler bakımından da çeşitli standart okuma testleri yoluyla değerlendirmelerde bulunmuştur.

Bu çalışmalardan gelen sonuçlar, diğer yazı sistemlerinde olduğu kadar Amerikalı çocuklar için de doğrulanmış bir çıkarımı desteklemektedir.[66] Bütünselci dil yaklaşımına dayanan öğretim yöntemleri, sesbilimden sistematik olarak daha az verimlidir. Harflerin konuşma sesleriyle eşleşmesi çocuklara en baştan itibaren doğrudan öğretildiğinde performans da en üst düzeye ulaşmaktadır. Sosyal geçmişlerine bakılmaksızın harfleri ve yazıbirimleri öğrenmeyen çocukların okumasında gecikme sorunları ortaya çıkmaktadır. Yetişkinler bu gecikmeleri nihayet aşabilse bile bu sorunlar ihmal edilebilir olmaktan uzaktır ve uzun yıllar boyu kalıcı olmaktadır.

Önemli bir biçimde, bütünselci dil savunucuları tarafından sıklıkla iddia edilenin aksine testler bütünselci dil yaklaşımıyla eğitim görmüş çocukların yalnızca yeni sözcükler okurken ait oldukları seviyenin altında performans göstermekle kalmadığını, aynı zamanda cümle ve metin kavramada daha yavaş ve daha az yetkin olduklarını ortaya çı-

[66] Braibant & Gérard, 1996; Goigoux, 2000; Ehri, Nunes, Stahl vd, 2001; Ehri, Nunes, Willows vd, 2001.

karmaktadır. Bu gözlem sesbilimin çocukları anlama dikkat etmeyen birer robota dönüştürdüğü fikrini çürütmektedir. Aslına bakılırsa çözümleme ve kavrama da birbirine paralel ilerlemektedir. Tekil sözcükleri ve sahte sözcükleri çözümlemede en yüksek puanları alan çocuklar, aynı zamanda cümle ve metin kavramada da en iyi performansı sergilemektedir.

Görünüşe göre bütünselci dil savunucuları, yöntem ve sonucu birbirine karıştırmaktadır. Bu kişiler çözümlemenin başlı başına bir sonuç değil de bir yöntem olduğunu söylerken haklıdır. Bu açıdan bakıldığında yalnızca, son dönemlerde çıkan ve en başta "pa ta ka" gibi anlamsız heceler yerine anlamlı kısa öykülerle giriş yapan çok sayıdaki okuma kitabı övgüye layık olabilir. Ne var ki akıcı çözümleme, kavrama için elzemdir. Konuşmadan sese giden hat ne kadar çabuk otomatikleşirse, bir çocuk da okuduğu şeyin anlamına yoğunlaşabileceği konuma o kadar çabuk gelir.

Eğitimcilere Birkaç Öneri

Son tahlilde psikoloji ve nörobilim, okuma öğretimini en uygun hale getirmek isteyen öğretmenlere ve ebeveynlere ne sunabilir? Gittikçe büyüyen okuma bilimi hazır bir formüle sahip değildir, ama birkaç öneride bulunabilmektedir. Asıl nokta basittir: harflerin seslere dönüşümünün okumanın ediniminde kilit bir aşama olduğunu biliyoruz. Tüm öğretim çabalarının başlangıçta tek bir hedefe, her bir harf ve yazıbirimin birer sesbirimi temsil ettiği alfabetik ilkenin kavranmasına odaklanması gerekmektedir.

Anasınıfında oynanan oldukça basit oyunlar okumanın edinimine çocukları hazırlayabilmektedir. Fonolojik aşamadaki okul öncesi çocukların sözcüklerle ve onların bileşen sesleriyle (heceler, kafiyeler ve son olarak sesbirimler) oynamaları faydalıdır. Çocuklar harf şekillerini tanımayı ve takip etmeyi görsel seviyede öğrenebilmektedir. Zımpara kâğıdından harfleri parmak uçlarıyla takip etmeyi gerektiren Montessori yönteminin bu erken yaşta genellikle büyük bir yardımı dokunmaktadır. Bu yöntem her bir harfin yönü-

nü bulmada çocuklara yardımcı olmakta ve "b", "p", "d" ve "q"nun farklı harfler olduğu noktasını netleştirmektedir.

Bu hazırlık aşamasının ardından çocuklara, herhangi bir tekrar korkusu olmadan, her bir harfin veya harf grubunun bir sesbirime nasıl karşılık geldiği öğretilmelidir. Çocukların beyni bu eşleşmeleri çok sayıda sözcük görerek, otomatik bir şekilde çıkartmamaktadır. Her bir konuşma sesinin farklı "kılıklarda" (harfler veya harf grupları) temsil edilebileceği ve her bir harfin birkaç farklı telaffuzdan birine sahip olabileceği açık bir şekilde anlatılmalıdır. İngilizcenin yazımı karmaşık olduğu için yazıbirimlerin tanıtımı da mantıklı bir sırayla gerçekleşmelidir. Sunum "t", "k", ve "a" gibi neredeyse her zaman aynı şekilde telaffuz edilen, en basit ve sık karşılaşılan yazıbirimlerle başlamalıdır. Daha nadir ("b", "m", "f"), düzensiz ("i", "o") veya karmaşık yazıbirimler de ("un", "ch", "ough") aşamalı olarak öğretilebilir. Tanıdık sözcükler içindeki bu bireysel bileşenlerin varlığına çocukların dikkati çekilmelidir. Her bir yazıbirimi ayırt edici bir renkle eşleştirerek veya yazıbirimleri yeni sözcükler yaratmak için hareket ettirerek bu gerçekleştirilebilir. Ayrıca harflerin boşluk bırakılmadan, soldan sağa doğru sabit bir sırayla yazıldığı da açıklanmalıdır. Sözcüklerin çeşitli alt bileşenleriyle uğraşma yetisi öylesine önemlidir ki bu, örneğin tek seferde yalnızca birkaç harfi açıkta bırakan kayan bir pencereyle sözcükler kapatılarak, dolaysız bir şekilde öğretilmelidir.

Elbette ki mesele okumanın mekanizmalarını öğrenmekle bitmemektedir; bunun öğrenimi uzun vadede anlama götürebildiği müddetçe mantıklıdır. Çocuklar okumanın sadece birkaç heceyi gevelemekten ibaret olmadığını, yazılı olanı anlamayı gerektirdiğini bilmelidir. Her bir okuma dönemi kolayca anlaşılabilecek ve çocukların tekrar edebileceği, özetleyebileceği veya izah edebileceği sözcüklerin veya cümlelerin okunmasıyla tamamlanmalıdır.

Birçok öğretmen benim önerilerimi lüzumsuz ve aşikâr bulacaktır; ama onları açıkça belirtmekten zarar gelmez. Bir keresinde bir okuma yazılımı denemiştim. Sözde "ödüllü" olan bu yazılımda başlangıç seviyesindeki bir okuyucuya ta-

nıtılan ilk sözcük, tıpkı İngilizcedeki *onion** gibi telaffuz edilen Fransızca *oignon* sözcüğüydü; yani Fransızcada bulunan muhtemelen en düzensiz yazım! Bu tip saçma sapan hatalar okumanın en temel ilkelerinin bile henüz herkes tarafından sindirilmemiş olduğunu açıkça göstermektedir.

Ebeveynlerin ve öğretmenlerin *yapmaması* gerekenleri vurgulamak da eşit miktarda öneme sahiptir. Sözcüklerin küresel dış hatlarını takip etmek faydasızdır. Aynı şekilde çocukların dikkatini yükselen ve düşen harf şablonlarına çekmenin de bir yararının olduğu söylenemez. Hatta bu tür egzersizler çocukları yanlış bir şekilde sözcüklerin küresel dış hatlarına dikkat etmeye yönlendirdiğinden ötürü okumaya zarar verici nitelik bile taşıyabilmektedir. Bu, çocukları bileşen harflerini teker teker incelemeden sözcükler üzerinde tahmin yürütebilecekleri sonucuna varmaya itecektir. Örneğin "atışmak" ve "alışmak" sözcüklerinin dış hatları birbiriyle neredeyse aynıdır. Çocukların bir sözcüğün kimliğini keşfetmelerine olanak sağlayacak tek şeyin harflerin teker teker analiz edilmesi olduğunu kendilerinin anlaması gerekmektedir.

Çocuğun dikkatini harf seviyesinden uzaklaştırmaktan kaçınmak gibi temel bir ihtiyaçtan dolayı ben metinden çok çizim barındıran süslü püslü okuma kitaplarından sakınıyorum. Sürekli aynı yerde aynı sözcükleri barındıran ve tüm okul yılı boyunca sınıflarda sergilenen sözcük posterleri de sorunlar yaratabilmektedir. Genellikle de en yeteneklileri başta olmak üzere bazı çocuklar yalnızca her bir sözcüğün sabit konumunu ve sayfanın genel düzenini ezberlemekte ve tek tek sözcüklerdeki gerçek harflerle ilgilenmeyi bırakmaktadır. Bu strateji öğretmenlerde ve ebeveynlerde –ve hatta en kötüsü de çocuklarda–,çocuğun okumayı bildiği yanılgısını yaratabilir. Çizimler aynı zamanda metne karşı olan ilgiyi de dağıtmaktadır. Çocuklar artık bir sürekli aşırı uyarım ve dikkat dağınıklığı dünyasında yaşamakta ve dolayısıyla da çocuklardan bazıları dikkatlerini uzun süre boyunca sürdürebilmeyi öğrenememektedir. Ders sırasında (jestler de ez-

* Onion: İng. "soğan". Fransızca "oignon" sözcüğü de aynı anlamdadır –çn.

berlenebilsin diye) kara tahtaya yazılmış olan daha gösterişsiz metinlere dönüş de faydalı olabilir. Ayrıca okuma her ne kadar zor bir iş olsa da metni çözümlemenin ve anlamanın kendine içkin bir ödül barındırdığını çocuğa hatırlatmak da denemeye değerdir.

Fazla hızlı ilerlemek de bir sorun teşkil edebilir. Her adımda sınıfta tanıtılan sözcükler ve cümleler yalnızca halihazırda doğrudan öğretilmiş yazıbirimleri ve sesbirimleri içermelidir. Okuma derslerinde doğaçlamaya çok az yer vardır. Bir öğretmen hazırlanmamış birkaç sözcük veya cümle üzerinde çalışmaya öylece, son dakikada, karar veremez. Bu tür plansız seçimler, muhtemelen çocuğun henüz öğrenmemiş olduğu gelişmiş düzeyde bilgileri gerektireceğinden kafa karıştıracaktır.

Yetişkin birer deneyimli okur olan bizler, okumanın zorluğunu sistematik olarak hafife almaktayız. Başlangıç seviyesindeki okuyuculara verilen sözcükler çocuğun mevcut bilgisinin ötesinde yazım sorunları barındırmadıklarından emin olunması adına harf harf analiz edilmelidir; örneğin alışılmadık telaffuzlar, "-tion" soneki gibi kendine has bitişler, sessiz harfler veya çift ünsüzler gibi. Eğer müfredatta çok erken tanıtılmışlarsa tüm bu özel durumlar çocuğun okumanın rastgele ve çalışılmaya değmeyecek bir şey olduğunu düşünmesine yol açabilir. Bir bilim insanı ve öğretim üyesi olarak ben de benim ve meslektaşlarımın psikolojik bir deneyi hazırlarken gösterdiğimiz takıntılı dikkati çocuklarımı emanet ettiğim öğretmenlerin ve eğitimcilerin derslerin hazırlanışına göstermelerini beklemekteyim.

Son olarak okuma sorunlarına sahip çocuklardan sorumlu olan kişiler umutsuzluğa kapılmamalıdır. Okuma güçlüğü kültürler ve ülkeler arasında çeşitlilik göstermektedir ve alfabetik yazı sistemlerinin en zoru da muhtemelen İngilizcedir. Bu dil açık ara en opak yazım sistemine sahiptir; tek tek her bir harf birçok farklı şekilde telaffuz edilebilmektedir ve istisnalar da sayısızdır. Uluslararası boyutta yürütülmüş olan karşılaştırmalar bu tür düzensizliklerin öğrenme

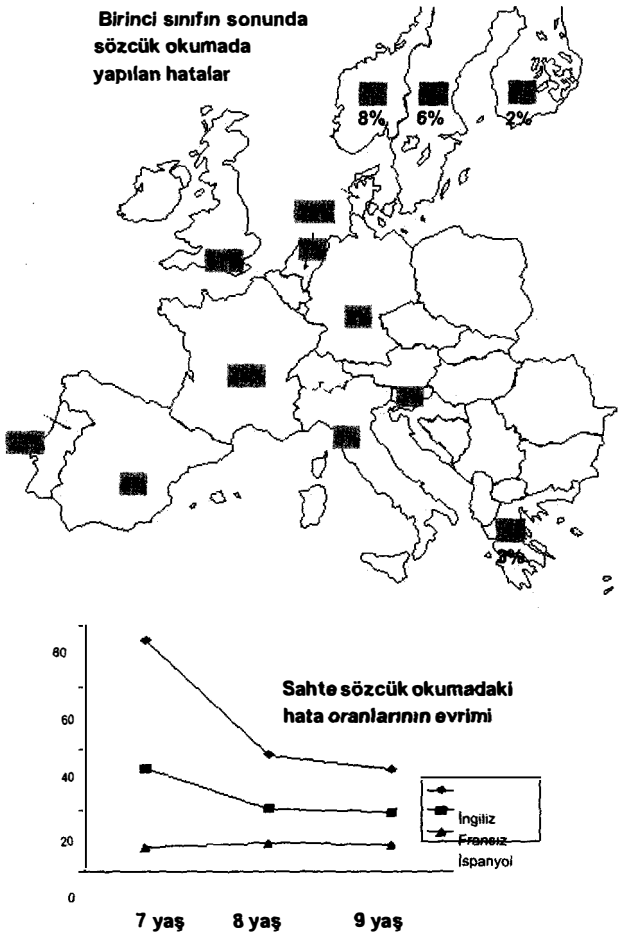
üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu kanıtlamaktadır.[67] İtalyancanın yazımı neredeyse kusursuz bir düzenliliğe sahip olduğundan, İtalyan çocuklar birkaç aylık bir öğretimin ardından karşılaştıkları her sözcüğü okuyabilmektedir. Bu talihli çocuklar için hiçbir dikte veya yazım egzersizi gerekmemektedir: bir yazıbirimin nasıl telaffuz edileceğini bir kez öğrendikten sonra herhangi bir konuşma sesini okuyup yazabilmektedirler. Buna karşın Fransız, Danimarkalı ve özellikle de İngiliz ve Amerikalı çocukların etkili bir okuma prosedürüne yaklaşabilmeleri için yıllar süren bir öğretimden geçmeleri gerekmektedir. Fransız bir çocuk dokuz yaşına geldiğinde bile yedi yaşındaki bir Alman kadar iyi okuyamamaktadır. İngiliz çocukların Fransız akranlarının okuma yetkinliğine erişebilmesi içinse yaklaşık iki tam yıl boyunca ek bir öğretimden geçmeleri gerekmektedir (Şekil 5.3).

İngilizce okumanın edinimini basitleştirmek için büyük bir yazım reformunun haricinde yapabileceğimiz pek bir şey yoktur. Yapabileceğimiz tek şey çocuklarımızı günü gününe çalışmaya cesaretlendirmek olacaktır... ve tabii bir de kendimize daha kötü durumda olabileceğimizi hatırlatmak. Bir gazeteyi okumak için gereken birkaç bin karakterin edinilebilmesi adına Çin'de okuma dersleri gençlere kadar genişlemektedir. Çinli çocukların bu çilesi bu durumdan kaçınılabileceği için daha da şaşırtıcıdır; çünkü günümüzde bu ülkedeki çocukların çoğu öğrenmeye birkaç ayda edinilebilen basit alfabetik Pinyin yazımıyla başlamaktadır.[68]

Öğretmenler aynı zamanda okumayı öğrenmeye harcanan zamanın çocukların beyninde olağanüstü derin ve faydalı bir etkisinin olduğunu akıllarında tutarak da bir miktar avunabilirler. Her bir okuma dersinden sonra birikerek gelişen bağlantıların durmaksızın süren etkinliğini gözünüzün önünde canlandırmaya çalışın. Her genç okuyucunun posta kutusu alanı; harfleri, bigramları, yazıbirimleri ve biçimbirimleri kodlayan nöronların oluşturduğu hiyerarşiye dahil olmaya davet edilmektedir. Bu çaba tüm okuma devresinde

[67] Seymour, Aro & Erskine, 2003.

[68] Bkz: Bölüm 2.



Şekil 5.3. Okumanın edinimi karşısında Avrupa dilleri dünyaya eşit gelmemektedir. Bir yıllık öğrenimin ardından 15 Avrupa ülkesinde bilindik sözcükleri okurken yapılan hataların oranları ölçülmüştür (üstte; veriler Seymour vd, 2003, tablo 5'ten alınmıştır). Yazım sistemleri şeffaf olan dilleri konuşan Fin, Alman, Yunan, Avusturyalı ve İtalyan çocuklar, kusursuz bir doğrulukla okuyabilmektedir. Ölçeğin diğer ucundaki İngiliz çocuklarsa üç sözcükten yalnızca birini okuyabilmektedir. Bu eşitsizlikler devam eden yıllarda, özellikle de yalnızca yazıbirim-sesbirim çözümlemesi yoluyla okunabilecek "balist" veya "şeflek" gibi sahte sözcüklerin okunmasında kalıcılaşmıştır (altta; veriler Goswami vd, 1998, tablo 8'den alınmıştır). İngiliz bir çocuğun Fransız bir çocuğun seviyesine ulaşabilmesi için bir veya iki yıllık fazladan bir öğretim görmesi gerekmektedir.

muazzam bir nöronal coşku yaratmaktadır. Yüz milyonlarca nöron kablosu, konuşma sesleri ve anlamı kodlayan diğer bölgeler içinde uygun hedefleri bulmak zorundadır. Hoşumuza gitsin ya da gitmesin, bu nöron hiyerarşisi İngilizce ve Fransızcada, İtalyanca gibi saydam dillerde olduğundan çok daha karmaşıktır. İngilizce için gereken nöron geri dönüşümü miktarı öylesine çarpıcıdır ki ilkokulun bitişinden uzun süre sonra bile çocuklara bu dilin sayısız yazım güçlüğünü bıkıp usanmadan öğretmemiz gerekmektedir.

Benim kesin kanım, okumanın çocuğun beynindeki işleyişine dair her öğretmenin bir fikrinin olması gerektiği yönündedir. Tıpkı bilgisayar programlarının hatalarını ayıklamak veya (benim de yaptığım gibi) bozuk bulaşık makinesini tamir etmek için saatlerini harcayan insanlar, makinenin bir görevi yerine getirirken gerçekte ne yaptığını bulmanın bu görevleri başarmadaki asıl zorluk olduğunu bilir. Herhangi bir başarı umuduna sahip olmak adına, makinenin gelen sinyalleri nasıl yorumladığını anlamak ve hangi müdahalelerin onu istenen duruma geri döndüreceğini bulmak için o makinenin hangi haldeyken sıkışıp kaldığını kişinin kafasında canlandırması gerekmektedir.

Çocukların beyni de işlevi öğrenmek olan çetin birer makine olarak aynı şekilde düşünülebilir. Okulda geçirilen her gün, akıllara durgunluk veren sayılarda sinapsı düzenlemektedir. Nöronal tercihler yer değiştirmekte, stratejiler ortaya çıkmakta, yeni rutinler başlatılmakta ve yeni ağlar birbirleriyle iletişime geçmeye başlamaktadır. Tıpkı bir tamirci gibi öğretmenler de tüm bu dahili dönüşümlere dair bir anlayış geliştirebilirlerse onların da yeni ve daha etkili eğitim stratejileri geliştirebilmek için daha iyi donanımlı olacakları kanısındayım. Her ne kadar pedagoji hiçbir zaman tam bir bilim olamayacaksa da beyni yazılı sözcüklerle beslemenin kimi yolları diğerlerinden daha etkilidir. Her öğretmen çocukların beyinlerine günlük olarak en uygun zenginliği sağlayacak münasip uyarım stratejilerini bulmak için dikkatli ve titiz bir biçimde deneyimleme yükünü omuzlarında taşımaktadır.

Bölüm 6

DİSLEKSİK BEYİN

Bazı zeki ve çok yönlü çocuklar okumayı öğrenmede orantısız bir zorluk yaşamaktadır: disleksi. Çoğu durumda bu sorun sesbirimleri işleme yetisinin bozukluğuna bağlanmaktadır; ayrıca genden disleksik davranışa doğru giden bütün bir nedensellik zinciri şu anda gün ışığına çıkarılmaktadır. Disleksik çocukların beyinleri birtakım ayırt edici anomaliler sergilemektedir: temporal lobun anatomisi düzensiz, bağlantısallığı farklıdır; ve kimi bölgelerde de okuma sırasında yetersiz bir etkinlik gerçekleşmektedir. Bu bozukluğun güçlü bir genetik bileşeninin bulunduğundan şüphelenilmektedir ve çoğunluğu hamilelik sırasında beynin yapısında gerçekleşen büyük bir etkinlik olan nöron göçünü kontrol eden dört tane duyarlılık geni tanımlanmıştır. Bu olayı etkileyen herhangi bir karışıklık beyindeki katmanların dağınıklığına yol açabilir.

Peki, bu biyolojik anomaliler disleksinin tedavi edilemez olduğu sonucuna mı çıkar? Hiç de değil; yeni iyileştirici müdahale stratejileri umut tazelemektedir. Yoğun bilgisayar donanımlı bir eğitimi temel alan bu teknikler, disleksik çocuklarda okuma puanlarını geliştirmekte ve beyin etkinliğinin kısmen normalleşmesini sağlamaktadır.

> Bayan Everett, *Ağlamadan okuma* adında bir kitap yazmıştı. Ama benim durumumda, kitap o ismi kesinlikle haklı kılmıyordu. ... Bütüne bakıldığında, okul günlerim benim için her zaman cesaret kırıcı olmuştur. ... Daha yarışın başında kişinin kendisini tamamen safdışı bırakılmış ve geri kalmış hissetmesi gerçekten nahoştur.
>
> –Winston Churchill, *Hayatımın erken dönemleri: Göçebe bir memuriyet* (*My early life: A roving commission*)

Yetenek ve adanmışlığa bakılmaksızın tüm öğretmenler okumaya direnç gösteren bir çocukla zaman zaman tanışırlar. Çocuğun zekâsı normal ve hatta matematikte ve el işlerinde ortalamanın üstündedir. Ancak iş okumaya geldiğinde bu öğrenci aniden ümitsizleşir, her hecede tökezler, konuşma seslerini karıştırır, sözcükler üzerinde düşünmeden tahmin yürütür, cesaretini çabucak kaybeder... ve çevresindeki herkesin de cesaretini kırar. Bir konuşma terapistine yapılacak ziyaret, genellikle o korkunç teşhisi doğrulayacaktır: çocuk, disleksiye sahiptir.

Beyin mekanizmaları bu tanıdık terimin arkasına ne zaman gizlenmektedir? Okumaya dair bilimsel anlayışımız disleksiye ışık tutabilir mi? Bu durum ("disleksi" teriminin her anlama gelebileceğini varsayarsak) bir "zihinsel tıkanıklık"tan mı yoksa yalnızca beyindeki bir bozukluktan mı kaynaklanmaktadır? Meseleye hangi alanlar, hangi nöronlar, hangi genler dahildir? Ne tür bir tedavi önerilebilir?

Bu bölüm; başlangıçtaki psikolojik sınıflandırmadan beyin görüntülemeye, anatomik ve genetik çalışmalara ve nihayet de müdahale yazılımının son zamanlardaki tasarımına kadar süren otuz yıllık disleksi araştırmalarını özetlemektedir. Bu yaygın engeli kısmen tedavi edebiliyor olmanın tazelediği umut şu anda yeşermektedir ve her ay yeni bir bulgu ortaya çıkarıldığı için de bir nörobilim devrimi yoldadır. Disleksinin risk etkenlerinin tanımlanması, bu etkenlerin genetik temellerinin kökenleri ve kontrol ettikleri ilgili kromozomların, genlerin ve biyolojik mekanizmaların bir envanteri bu buluşlara dahildir. Tüm bu alanlarda yapılan araştırmalar, disleksinin genetik ve nöron mekanizmalarına dair bilgimize her geçen gün yeni bir katkı sunmaktadır.

Disleksi Nedir?

Disleksiyi tanımlayan birkaç özellik vardır: zekâ geriliğine, duyu eksikliğine veya insani haklardan yoksun bir aile ortamına atfedilemeyecek, orantısız bir okuma güçlüğü. Bu tanım okuması zayıf olan herkesin disleksik olmadığı noktasını netleştirmektedir. Bazı çocukların okuma sorunlarını yanlış tanı konulmuş işitsel bozukluklar, IQ düşüklüğü, kötü bir eğitim ortamı veya yalnızca okuma kurallarının karmaşıklığı açıklayabilmektedir. Sadece tüm bu olası sebepler elendikten sonra disleksi öne sürülebilir.

Güncel tahminler ABD'deki çocukların yüzde 5 ile 17'sinin disleksiye sahip olduğuna işaret etmektedir.[1] Oldukça yüksek görünen bu rakamlar, bozukluğu tanımlamada kullanılan eşiğe bağlıdır ve dolayısıyla biraz rastlantısaldır. Bir yaş grubu içerisinde standart okuma testlerinden alınan puanlar kusursuz bir çan eğrisi oluşturmaktadır.[2] Eğer bu eğrinin biri normal puanlar diğeri de zayıf performanslar için olmak üzere iki zirvesi olsaydı, disleksik çocukların nüfusunu oldukça nesnel ölçütlere göre belirlemek kolay olurdu. Ancak merkezde yalnızca bir zirve olduğu için normal

[1] Shaywitz, 2003.

[2] Shaywitz vd, 1992.

okurları disleksiklerden ayıran net bir sınır bulunmamaktadır. Disleksinin yaygınlığı "normallik" için rastgele bir ölçütün kullanımına bağlıdır. Tahminlere göre bizim okuryazar çevremizde okuma testlerinden yüzde 5 ile 10 seviyesinden daha düşük puan alan çocuklar, yaşadıkları sorun insanlığın yalnızca bir kısmının okumayı öğrendiği iki yüzyıl öncesinde muhtemelen fark edilmeden geçip gitmişse bile, ciddi bir dezavantaja sahiptir.

Disleksinin bitiş noktasındaki rastgelelik derecesi bu hastalığın, davranışla sağlık sorunlarını birbirine karıştırmaya meyilli bir şekilde ilaç tedavisini aşırı olarak ön plana çıkarmayla bağlantılı, tamamen toplumsal bir tertip olduğu yönünde hatalı bir çıkarıma yol açabilir. Eldeki durum bu değildir. Birtakım göstergeler disleksinin beyindeki kökenlerine işaret etmektedir. Bu bozukluğun genetik olduğu 1950'lerden beri bilinmektedir. Bu bağlamda özellikle de Colorado Üniversitesinden John DeFries ve meslektaşları tarafından yüzlerce ailede geniş çaplı davranışsal genetik çalışmalar yürütülmüştür. Sonuçlar okuma yetilerinin genetik kalıtsallığını doğrulamaktadır. Temelde aynı genetik materyali paylaşan tek yumurta ikizlerinin okuma puanları birbirleriyle genetik geçmişlerinin yalnızca yarısını paylaşan aynı cinsiyete sahip çift yumurta ikizlerinin okuma puanlarına göre çok daha sıkı bir korelasyon içerisindedir. Bir ailede bir çocuk disleksiden muzdaripse bu çocuğun kardeşlerinin de disleksik olma ihtimali yüzde 50'dir.

Her ne kadar bilim insanları günümüzde disleksinin genellikle genetik temelli olduğunu düşünse de bu hastalığın tek bir genin mutasyonuyla bağlantılı "monojen" bir hastalık olmadığı açıktır. Bir dizi risk etkeniyle birtakım genler okumanın edinimini bozmak için müşterek çalışmaktadır. Okuma gibi kültürel bir etkinliğe çok sayıda genin katkıda bulunması şaşırtıcı değildir. Okumadaki uzmanlık neyse ki bizim primat beyinlerimizde önceden bulunan ve yeni bir kullanım alanı için dönüşmesi yıllarca eğitimi gerektiren serebral bağlantıların rastlantısal birleşimine bağlıdır. Kırılgan nöron geri dönüşümü işleminin gıcırdayıp aksamaya

başlaması için devrede gerçekleşecek tek bir aksilik yeterlidir.

Fonolojik Sorun

Konu üzerine yapılan kayda değer miktardaki araştırmalara rağmen disleksinin kati doğasına dair fikir birliği henüz yeni yeni oluşmaktadır. Kimi sonuçlar konuşma seslerinin fonolojik işlemindeki bir anomaliye işaret etmektedir.[3] Buna ek olarak ve belki de daha ihtilaflı bir şekilde, disleksik çocukların aynı zamanda uzamsal dikkat bozukluğuna sahip olanlarından oluşan daha küçük bir alt kategori de tanımlanmaktadır.[4]

Modern disleksi araştırmaları 1970'lerde bu çocuk hastalığının kesin doğası üzerine dikkatli bir biçimde yürütülen psikolojik çalışmalarla başlamıştır. Her ne kadar okumanın amacı cümleleri ve bütün halinde metinleri anlamak olsa da disleksikleri etkileyen şeyin böylesine yüksek bir seviyeden kaynaklanmadığı hemen netlik kazanmıştır. Bu çocuklardan bir sözcüğü okumaları istendiğinde bile hatalar ortaya çıkmış ve çocukların okuması çarpıcı biçimde yavaşlamıştır. Hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde sözcük tanıma bozukluğundan şikayetçi olan çocukların aynı zamanda cümle ve metin kavramada da ciddi zorluklar yaşadığı saptanmıştır. Sonuç olarak sözcük işleme seviyesindeki bozukluk disleksiklerde görülen bütün bir bozukluklar yelpazesine açıklık getirmiştir. Bu basit gözlem de nihai olarak sorunu göz hareketlerindeki bir anomaliye veya cümle bağlamının uygunsuz kullanımına bağlayan disleksinin daha karmaşık açıklamalarının terkine yol açmıştır. Disleksi araştırmaları aşamalı bir şekilde tek sözcük işlemenin daha derin mekanizmalarına odaklanmaya başlamıştır.

Yirminci yüzyılın başlangıcında disleksi konusunun öncüleri olan Morgan, Hinshelwood ve Orton, bu hastalığın

---

3 Ramus, 2003; Vellutino, Fletcher, Snowling & Scanlon, 2004.

4 Görsel dikkat bozukluğu hipotezinin bir incelemesi için, bkz: Valdois, Bosse & Tainturier, 2004; Bosse, Tainturier & Valdois, 2007.

temel bir görsel patoloji, bir tür "doğuştan sözcük körlüğü" olduğunu düşünmüştür. Bu araştırmacılar disleksiklerin görsel sisteminin harfleri birbirine karıştırdığına inanmıştır. Bu yargı "q" ve "p" veya "b" ve "d" gibi ayna simetrisine sahip harfler için özellikle doğrudur. Ortalama bir insan disleksiyi hâlâ bir tür görsel hantallık olarak görmektedir; sonraki bölümde, bazı çocuklar için bu tanımın da bir doğruluk payı olduğunu göreceğiz. Ancak günümüzde yapılan araştırmalarda bu fikre fazla itibar edilmemektedir. İlgi fonolojik çözümlemenin kilit rolüne kaymıştır. Elbette ki görünüşe göre birçok disleksik çocuk yazılı sembollerin konuşma seslerine dönüşümünü etkileyen tuhaf bir bozukluktan şikayetçidir. Bu sebepten ötürü disleksikleri normal okurlardan ayırmada kullanılan açıklayıcı bir deney de "kofar" veya "tegere" gibi anlamsız sahte sözcüklerin okunmasını gerektirmektedir. Yıllar süren pratiklerin ardından bile kimi çocuklar bu tür dizileri okurken hata yapmaktadır. Nihayet başarılı olsalar bile bu kez yavaş okuma onlara ihanet etmektedir; bazı çocukların bir harfi okuması 300 milisaniyeden fazla sürmektedir. Bu hız oksipitotemporal posta kutusu alanındaki lezyonlardan kaynaklı saf aleksiye sahip yetişkinlerin okuma hızına yakındır.[5]

Yani görünüşe göre disleksi, kendisi de yazıbirim-sesbirim dönüşümündeki bir bozukluktan kaynaklanan bir tek sözcük çözümleme sorununa indirgenebilecek bir okuma bozukluğudur. Bu basamaklı analiz bir adım ileri götürülebilir. Günümüz bilim camiası disleksiklerin harften sese dönüşümdeki bozukluğunun daha temel bir kaynaktan ortaya çıktığını genel itibariyle kabul etmektedir. Görünüşe göre disleksik çocukların çoğunluğu sesli sözcüklerin temel bileşenleri olan sesbirimlerin işlenmesindeki bir eksikliğe sahiptir. Bu bir ölçüde devrim yaratacak bir fikirdir: görünüşte okumayla sınırlı gibi duran bir sorun aslında konuşma işlemedeki daha incelikli eksikliklerden kaynaklanmaktadır.

Her ne kadar bu çıkarım görünüşte pek güvenilir olmasa da, birbirine yakınsayan bir dizi veri tarafından desteklen-

[5] Zoccolotti vd., 2005.

mektedir. Normal çocuklarla kıyaslandıklarında disleksikler genellikle sessel farkındalık testlerinde sıkıntı yaşamaktadır. Bozukluklar yaygın bir biçimde kafiye yargılarında (örneğin *won* ve *one* kafiyeli midir?), sözcüklerin bileşen sesbirimlerine ayrıştırılmasında (*cat* sözcüğünün K, A ve T'ye ayrıştırılması gibi) ve yeni spoonerizmler yaratmak için konuşma seslerinin zihinde yeniden birleştirilmesinde (örneğin "saat kaç"ın "kaat saç"a dönüştürülmesi) gözlemlenmiştir.[6]

İtiraf etmek gerekirse okuma öğrenildikçe sessel farkındalığın da ilerlediği bilindiğinden bu çalışmalardan bazılarında boşa kürek çekilmiştir. Alfabetik ilkenin edinimi veya her bir harf veya yazıbirimin bir sesbirimle eşleşmesi gerektiğinin anlaşılması sesbirimleri zihinsel olarak manipüle etme yetimizde büyük bir etkiye sahiptir. Daha önce Bölüm 5'te de gördüğümüz gibi bu özellik okuma yazma bilmeyen yetişkinlerde geri kalmıştır. Sessel farkındalık sebeplerle sonuçları birbirinden ayırt etmenin fazlasıyla zor olduğu bir alandır.[7] Çocukların kısmen zayıf okurlar haline gelmelerinin sebebi sesbirimleri işlemede sıkıntı yaşamaları mıdır? Yoksa sessel farkındalıklarının bozuk olması okumayı henüz öğrenmemiş olduklarından mıdır? Görünüşe göre disleksik çocukların etrafını bir kısır döngü kuşatmaktadır.

Ancak çocuğun yıllar içindeki performansının gözlemlenmesiyle bu mantıksal döngüsellik engellenebilir. Uzun süreli araştırmalar fonolojik yeterlik okul çağından önce ölçüldüğünde bile gelecekteki okuma puanlarının öngörülebileceğine işaret etmektedir. Bu konuda özellikle ilginç bir çalışma yakın zamanda Finlandiya'da gerçekleştirilmiştir.[8] Heikki Lyytinen ve meslektaşları disleksik çocukların yeterliğini doğumdan itibaren ölçmüştür; böylesine erken bir yaşta bir çocuğun ilerleyen zamanlarda okuma güçlüğü çekeceğini hiç

---

[6] 1970'lerin sonlarında yapılan bu keşif (örn. bkz: Liberman vd, 1971; Bradley & Bryant, 1978; Fischer, Liberman & Shankweiler, 1978; Bradley & Bryant, 1983), çok kereler tekrarlanmış ve genişletilmiştir. Ayrıntılı referanslar için bibliyografyaya bakınız.

[7] Castles & Coltheart, 2004.

[8] Leppanen vd, 2002; Richardson, Leppanen, Leiwo & Lyytinen, 2003. Ayrıca bkz: Benasich & Tallal, 2002; Maurer, Bucher, Brem & Brandeis, 2003.

kimse bilemeyeceğinden bu büyüleyici bir başarıdır. Kullanılan teknik disleksiye karşı ailevi yatkınlıklarını değerlendirmek için birkaç yüz hamile kadınla mülakat yapmayı içermiştir. Böylece doğum öncesinde bile çocuklar, risk grubu ve kontrol grubu şeklinde, her birinde yaklaşık yüzer çocuğun bulunduğu iki kategori halinde sınıflandırılabilmiştir.

Doğumdan sonra altı ayda bir tüm çocuklar düzenli olarak test edilmiş ve mülakata tabi tutulmuştur. Çocuklar yedinci yaşlarına, yani Finlandiya'da okuma ediniminin resmi olarak başladığı yaşa eriştiklerinde, risk grubundaki bazı çocukların (hepsinin değil) gerçekten de büyük zorluklar çektiği ortaya çıkmıştır. Bu noktada ilk testlere geri dönmek ve doğumdan sonraki ilk yılda bile potansiyel disleksikleri öngörmeye yarayacak ipuçları aramak mümkün olmuştur. Bir işitsel ayrıştırma testiyse özellikle aydınlatıcı olmuştur. Fincede (kısa ünsüze sahip) *ata*'yla (uzun ünsüze sahip) *atta* arasındaki fark, kategorik bir sınırı işaretlemektedir. Bu fark birbirlerinden Türkçedeki *bağ* ve *dağ* kadar farklı sözcükleri ayırmaktadır. Doğumdan sonraki altıncı ayda bu karşıtlığın tespiti risk grubunda halihazırda daha az işaretlidir. Disleksik ebeveynlerden doğan bebekler, iki ünsüz arasındaki farkı anlayabilmek için daha uzun bir ünsüz süresine ihtiyaç duymuştur. Aynı zamanda beyin potansiyellerinin kayıtları da sonradan gelen okuma zorluklarını öngören sol temporal dil bölgesinde bir sapma göstermiştir.

Bu çalışmalar erken dönem fonolojik yetilerle daha sonra okuryazarlığın edinimindeki kolaylık arasında somut bir bağlantıyı ortaya çıkarmıştır. Görünüşe göre disleksik çocukların birçoğu her şeyden öte konuşma seslerini kusurlu olarak temsil ederler. Bu seviyede işlevin zayıflığı sesli sözcüklerin net olarak işlenmesini ve sonrasında görsel sembollerle eşleştirilmesini engellemektedir. Bazı çocuklarda konuşma bozukluğu o kadar çarpıcı olabilir ki bu çocuklara farklı bir teşhis konabilir. Pediatri uzmanları artık disleksiden değil, disfaziden veya belirli bir konuşma bozukluğundan bahsetmektedir; yine de bu çocuklar sesbirim işleme eksikliğine sahip oldukları anda, ciddi bir okuma bozukluğundan da şikayetçi olma eğilimindedir.

Disleksik çocukların yalnızca konuşma seslerini işlemeyi etkileyen bir eksiklikten şikayetçi olup olmadığını sormak önemlidir. Bu çocukların aynı zamanda işitsel algıda daha temel bozukluklar yaşıyor olması her zaman olasıdır. Çeşitli çalışmalar (hepsinin olmasa da) birçok disleksiğin bu sorunların her ikisini de yaşamakta olduğuna işaret etmektedir, ama bu konu hayli tartışmalıdır. Örneğin konuşmanın kategorik algısı genellikle bozuktur. Birçok çocuk *ba* ve *pa* hecelerini ayıran o küçük farklılığı algılamakta zorlanmaktadır. Kimi çalışmalarda bu eksiklik aynı zamanda dilin ötesine de uzanmaktadır.[9] Yalın perdenin ayırt edilmesi, kısa gürültü duraklamasının algılanması ve özellikle de hızlı işitsel dizilişin sırasına dikkat etme işlevleri bir hayli bozuk olabilmektedir. Kimi çalışmalarda bu işaretlerin okuma puanlarıyla sıkı bir bağıntıya sahip olduğu saptanmıştır. Geçici sıranın görsel algısı bile değişebilmektedir. Son olarak, örneğin hareket veya karşıtlık algısı için temel görsel eksiklikler de zaman zaman bildirilmiştir.[10]

Kısacası disleksinin teşhisi, birbiriyle ilintili bir görsel ve işitsel bozukluklar bataklığına gömülüdür. Bu ilintili zorluklardaki sorun bunların herhangi bir nedensel rol oynamıyor olabilecekleridir. Sırf altta yatan beyin patolojisi çoklu alanlara yayılıyor diye duyusal bozukluklar disleksiyle eş zamanlı olarak ortaya çıkıyor olabilir. İlişkili olan hangi bağlantılar tesadüfidir ve hangileri okuma ediniminin bozulmasında gerçekten nedensel bir rol oynamaktadır? Bu mesele bilim camiasını bölmeye devam etmektedir. Disleksinin sebeplerini, sonuçlarını ve tesadüfi ilişkilerini birbirlerinden ayırt etmek hâlâ fazlasıyla zordur.

Ses işlemedeki temel bozuklukların ıslah edilmesi okumayı geliştirdiğinden bu bozukluklar da önemli görünebilir. Finlandiyalı bir ekip, çocukların basit bir görsel işitsel bilgisayar oyunu oynadığı sözel olmayan bir tedavi tekniği

---

[9] Ahissar vd, 2000; Temple vd, 2000; Breier vd, 2001; Cestnick, 2001; Breier, Gray, Fletcher, Foorman & Klaas, 2002.

[10] Eden vd, 1996; Demb, Boynton & Heeger, 1997; Demb, Boynton, Best & Heeger, 1998; Demb, Boynton & Heeger, 1998.

tasarlamıştır.[11] Çocuklar her denemede perde, süre ve yoğunluk açısından değişiklik gösteren bir dizi sesler duymuştur. Hangi görsel şeklin her bir sesi temsil ettiğine karar vermeleri istenmiştir. Örneğin yükselen bir dizi ses, dikey yükseklige sahip bir sıra dikdörtgenle eşleşebilmektedir. Yedi hafta boyunca, haftada iki gün ve günde yalnızca on dakika süren bir eğitimin ardından okuma bozukluğu çeken çocuklar herhangi bir özel rehberliğe sahip olmamış olan kontrol grubundaki çocuklarınkine kıyasla sözcük tanıma puanlarının muhteşem bir gelişme sağladığını görmüştür.[12] Bu yenilikçi iyileştirme tekniği çocukların nota dizilişlerini ses dizileriyle eşleştirebileceği müzikal notasyon eğitimini andırmaktadır. İlginç bir biçimde, her ne kadar özellikle bu konu üzerine yapılan iyi tasarlanmış çalışmalar nadirse de, erken dönem müzikal eğitimin okuma puanları üzerinde gerçekten de olumlu bir etkisi var gibi görünmektedir.[13]

Tüm bu üstünlüklere rağmen *tüm* disleksik çocukların fonolojik bozukluklara sahip olup olmadığı ve bu bozuklukların karşılık olarak daha düşük seviye duyusal bozukluklara düşüp düşmediği de sıcak bir tartışma konusudur.[14] Karışıklığın bir kısmı muhtemelen okuma kadar karmaşık ve bütünleşik bir etkinliğin çoklu nedensellik zincirinin kesişim noktasında yatmak zorunda olduğu gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden disleksi için çok çeşitli başka kuramsal temeller önerilmiştir. Alternatif öneriler; edinilmiş yetilerin (beyinciği içeren bir yeterlik)[15] otomatikliğinin bo-

---

[11] Kujala vd, 2001.

[12] Ne yazık ki görünüşe göre kontrol grubu herhangi bir eğitim almamıştır. Yani eğitim almış olan gruptaki çocuklar, gördükleri özgül olmayan ilgi ve bilgisayar eğitiminden de faydalanmış olabilir. Sözel olmayan işitsel görsel eşleşmenin disleksik çocuklara gerçekten yararlı olup olmadığının değerlendirilebilmesi için bu çalışmanın gelişmiş bir tasarımla tekrarlanma gibi büyük bir ihtiyacı vardır.

[13] Yakın zamanda yapılmış bir inceleme için bkz: Tallal & Gaab, 2006.

[14] Bu tartışma üzerine yakın zamanda çekilmiş iki fotoğraf için bkz: Ramus, 2003; Tallal & Gaab, 2006.

[15] Nicolson, Fawcett & Dean, 2001. Disleksik çocuklarla yapılan bazı grup çalışmalarında, beyincikte anatomik anomaliler gözlemlenmiştir (Eckert vd, 2003; Brambati vd, 2004). Ancak beyincik kuramının disleksinin fonolojik kökenleriyle çelişmek zorunda olmadığı da unutulmamalıdır. Be-

zulmasından (hızlı, geçici, görsel ve işitsel bilgileri ileten) "magno-hücresel" sinir hattının çözülmesine[16] kadar değişiklik göstermektedir. Bu kuramlar disleksideki asıl bozukluğun fonolojik işleme küresini bir hayli aştığını varsaymaktadır. Basitçe söylemek gerekirse okuma bozukluğu, motor otomasyon ve hızlı algılama bozukluklukları ormanını saklayan ağaçtır.

Ancak Fransız disleksi araştırmacısı Franck Ramus ve meslektaşlarının son bulguları bu yaygın disleksi görüşünü kabul etmemektedir. Bu araştırmacılar nihai biyolojik sebebi ne olursa olsun çoğu disleksi türünün kökeninde fonolojik işlemedeki bir eksikliğin yattığını yeniden doğrulamaktadır. Disleksik çocuklar da bu hastalığa eşlik eden motor, görsel veya işitsel bozukluklara sahip olabilir, ama bu tüm çocuklar için geçerli değildir ve sonuç olarak da disleksinin belirtileri için bütün halinde bir açıklama sunmakta başarısız olmaktadır. Ramus'a göre okuma bozukluklarına yalnızca fonolojik bozukluklar nedensel bir bağlantı sunmaktadır. Ek bozukluklar disleksiye tıbbi bir sendrom olarak katkıda bulunsa bile bunlar okuma zorluklarının kökenlerinde yatan nedensel çekirdeğe ait değildir.[17] Ancak Ramus ve meslektaşları disleksik çocukların (dörtte biri kadarlık) bir azınlığının belirgin bir görsel bozukluk sunduğunu ve hiçbir fonolojik bozukluk sergilemediğini inkâr etmemektedir.[18] Sonraki bölümde, disleksinin birincil bir görsel kökene net ve ikna edici bir şekilde bağlantılandırılabileceği vakaları inceleyeceğiz.

Sonuç olarak disleksinin tek bir sebebi olduğu fikrini sorgulamamız belki de gerekmektedir. Karşımızdaki sorun karmaşıktır ve kolayca iyi tanımlanmış tek bir sebebe indirgenemez. Doğa ve kültür arasındaki arayüzde, okuma yetimiz

---

yincik tam anlamıyla beynin içindeki "küçük bir beyin"dir ve beyindeki tüm ana bölgelerle tamamen bağlantı halindedir. Dolayısıyla konuşma, fonolojik ve ortografik işleme de dahil tüm bilişsel işlevlere fiili katkıda bulunmaktadır.

16 Galaburda & Livingstone, 1993; Demb vd, 1997; Demb, Boynton, Best & Heeger, 1998; Demb, Boynton & Heeger, 1998; Stein, 2001.

17 Ramus, Pidgeon & Frith, 2003.

18 Ramus, Rosen vd, 2003; White vd, 2006. Görsel disleksi kuramının net bir anlatımı için bkz: Valdois, Bosse & Tainturier, 2004.

oldukça talihli bir dizi koşuldan ortaya çıkmıştır. Okuma öğretimi görsel ve sessel işlemciler arasındaki etkili bağlantıların önceden var oluşundan faydalanmaktadır. Dolayısıyla ben disleksinin görüş ve dil bozukluğunun bir birleşiminden kaynaklanmasının olası olduğunu düşünüyorum. Zayıflığın kendisi muhtemelen değişmez görsel tanıma ve sesbirimsel işleme arasındaki kesişim noktalarından birinde yatmaktadır. Birazdan göstermeye devam edeceğim gibi beyin görüntüleme de sorunun özünün genellikle sol temporal lobda bulunan bağlantılar ağının içinde, görüş ve konuşma arasındaki arayüzde yattığı iddiasını desteklemektedir.

Disleksinin Biyolojik Birliği

Disleksi gerçekten de nörolojik bir hastalık mıdır? Sadece on yıl önce bu soruyu çevreleyen ciddi miktarda şüphe bulunmaktaydı. Öğrenme zaaflarıyla karşılaşan pediyatri uzmanları standart bir MRI taramasının genellikle faydasız olduğunu bilmekteydi, çünkü klinik inceleme sırasında ilk bakışta bu vakalardaki beyin anatomileri her zaman için temelde normal görünmekteydi. Dolayısıyla şüpheciler disleksinin suçunu sıklıkla kötü öğretime, uygunsuz aile desteğine veya eğitim sistemindeki başarısızlıklara atardı.

Birbirine yakınsayan çeşitli belirtiler disleksinin genetik olduğuna ve genetik işaretçilerle bir bağlantısının bulunduğuna işaret edince bu tür yargılar da bir evrim geçirmeye zorlanmıştır. Bu gözlem de bu yetersizlikle bağlantılı olabilecek beyin mekanizmaları için daha ciddi araştırmaları körüklemiştir. Beyin görüntülemede yaşanan çeşitli iyileştirmeler sayesinde geçtiğimiz on yılda disleksinin biyolojik temelleri nihayet açığa çıkarılmıştır. Milano Üniversitesinden dostum Eraldo Paulesu ve onunla işbirliği içinde olan Fransız ve İngiliz meslektaşları, disleksiye bugünkü bakışımıza ciddi ölçüde katkıda bulunan, bugüne dek yapılmış en kesin beyin görüntüleme çalışmalarından birini eş zamanlı olarak yürütmüştür.[19]

[19] Paulesu vd, 2001.

Milano'da bulunan Paulesu grubu, görünüşte paradoksa benzeyen bir şeyle başlamıştır: İtalya'da disleksi teşhisi neredeyse hiç konmamıştır. Aynı şekilde kendisinin Fransız meslektaşları da bu patolojinin Fransa'da, Britanya ve ABD'de olduğundan daha nadir bulunduğunu ifade etmiştir. İlk bakışta bu gözlemler söz konusu sendromun evrensel biyolojik kökenlerine gölge düşürür gibi olmuştur. İtalyanlar kendilerine disleksinin Anglo-Sakson tıbbı tarafından icat edilmiş kültürel bir etiket olup olmadığını sormuş, bunun yalnızca İngilizce ve Fransızcanın opaklığıyla kötü eğitimin birleşiminden bunalan fazla uç bir çocuk grubu için geçerli olup olmadığını merak etmişlerdir.

Paulesu ve meslektaşları, bu sorulara farklı bir açıdan bakılabileceğini fark etmiştir. Araştırmacılar alternatif bir kuramın önerilebileceğinin farkına varmıştır: tüm ülkelerde aynı oranda çocuk disleksinin genetik yatkınlığına sahiptir, ama belirtiler yalnızca bazı kültürlerde ortaya çıkmaktadır. Disleksinin yalnızca yazı sistemleri görüşü dile bağlayan beyin devrelerine büyük bir baskı uygulayacak kadar opak olan ülkelerde tam anlamıyla bir pediyatrik soruna dönüşmüş olması akla yatkın mıdır?

Aklında bu soruyla Paulesu, okumayı öğrenmede ciddi zorluklar yaşamış yetişkin İtalyanlar aramaya başlamıştır. Yaklaşık bin iki yüz öğrenciyi testlerden geçiren Paulesu, bunların içinden skalanın düşük ucunda bulunan ve gerçek disleksikler olarak görülebilecek on sekiz tanesini tutmuştur. Yüzeysel olarak bu insanlarda bir bozukluk olup olmadığı net değildir. Bu öğrencilerin okuma yetileri İngiliz ve Fransız disleksiklerinkini kayda değer ölçüde aşmaktadır. İtalyan denekler gerçek ve sahte sözcükleri biraz yavaşça da olsa okuyabilmektedir. Ancak normal İtalyan okurlarla kıyaslandıklarında aldıkları okuma puanları en az İngiliz ve Fransız disleksik gruplarının kendi ülkelerindeki kontrol denekleriyle kıyaslandıklarında aldıkları kadar anormaldir.

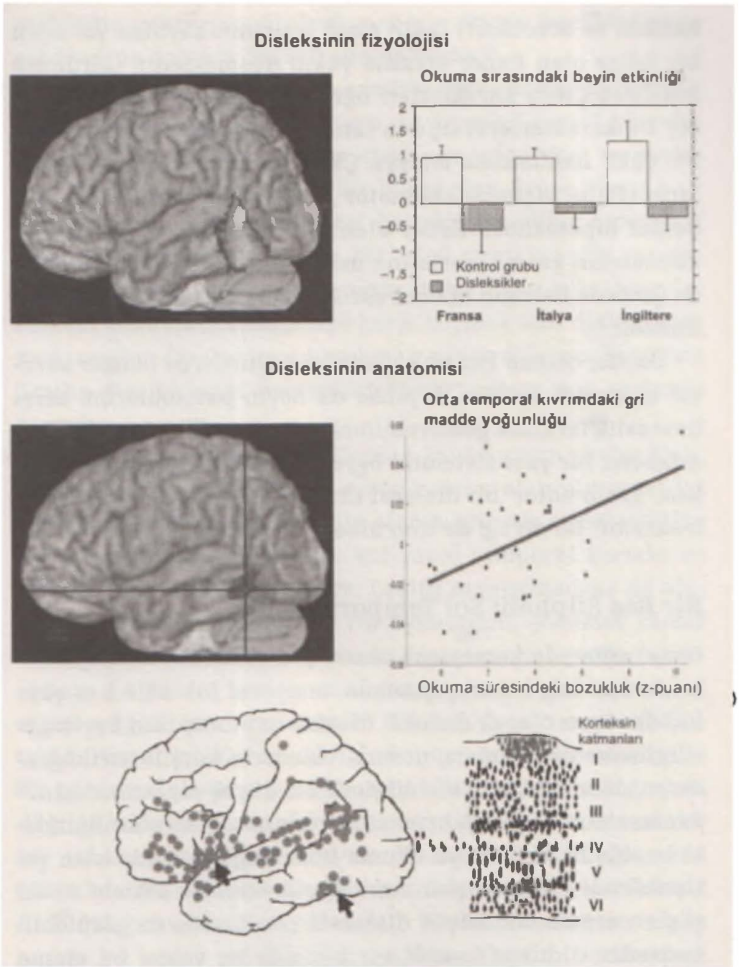
İtalyan, Fransız ve İngiliz disleksik grupları oluşturulduktan sonra geriye kalan soru, bu insanların beyinlerinin onları normal okurlardan sistematik olarak ayrı tutan

özellikler paylaşıp paylaşmadığıdır. Önlerindeki bu hedefle Paulesu ve meslektaşları pozitron emisyon tomografisi kullanarak deneklerin beyinlerini görselleştirmiştir. Performans tüm gruplarda aynı olsun diye deneklerden okunması disleksikler için bile kolay olan hedef sözcükleri okumaları istenmiştir. Bir kontrol görevi de harfe benzeyen geometrik şekilleri izlemek şeklindedir.

Disleksiklerin kendi ülkelerindeki kontrol gruplarıyla karşılaştırması net bir anomaliyi açığa çıkarmıştır. Deneklerde bütün bir sol temporal lob yetersiz çalışmaktadır. Dahası bu azalmış beyin etkinliği üç millette de aynı konumda ve aynı açıda gözlemlenmiştir (Şekil 6.1). Yani Paulesu'nun sonuçları, en azından alfabetik yazı sistemleri için, disleksinin beyinde evrensel bir kökene sahip olduğuna işaret etmektedir: görünüşe göre sol temporal lob sistematik biçimde altüst olmuştur.

Yakın zamanda yapılan bir çalışma bu çıkarımlara karşı çıkmakta, Çinli disleksiklerin oldukça farklı bir bozukluğa sahip olduğunu iddia etmektedir.[20] MRI, Çince karakterleri okumada orantısız zorluk yaşayan çocukların çoğunlukla, Paulesu'nun gösterdiğinden oldukça farklı bir bölgede, sol orta frontal bölgede düşük beyin etkinliği sergilediğini göstermektedir. Bu sonuçlara dayanarak bu çalışmanın yaratıcıları okuma için kullanılan beyin ağlarının ve bu ağların patolojilerinin kültürler arasında çarpıcı farklılıklar gösterdiği sonucuna varmaktadır. Ancak Çinli disleksikler, İtalyan, İngiliz ve Fransız disleksiklerde yaygın olan anomali zirvesinin yalnızca sekiz milimetrelik bir kısmı da dahil olmak üzere sol oksipitotemporal korteksteki beyin etkinliğinde düşüş sergilediği için bu çıkarım da hafifletilebilir. Yani bir evrensel okuma mekanizması hipotezi bu sonuçlar tarafından zayıflatılmamış, pekiştirilmiştir. Açıklanamaz bir biçimde çalışmanın yaratıcıları asıl vurguyu frontal lob etkinliğindeki farklılığa vererek bu sonucu hafifsemişlerdir. Fakat bu bölge Çinli disleksiklerde neden farklıdır ki? Anomali, içerisinde oluşan lezyonların agrafiye veya gayet iyi biçimlendirilmiş

[20] Siok vd, 2004.



Şekil 6.1. Disleksik çocukların beyinlerinde anatomik ve işlevsel anomaliler gözlemlenebilir. Okuma sırasında, sol temporal lobun orta ve alt bölgelerinde beyin etkinliği azalmaktadır (üstte; Paulesu vd, 2001'den sonra). Kimi hastaların sol orta temporal bölgesinde, okuma puanlarıyla ilişkilendirildiğinde gri madde yoğunluğunda anormal bir artış görülmektedir (orta; Silani vd, 2005'ten sonra). Otopsiye gelen nadir vakalardaysa Albert Galaburda ve meslektaşları (1985), sayısız ektopi, yani korteksteki normal katmanlarının ötesine göç etmiş düzensiz nöron grupları gözlemlemiştir (altta). Bu "beyin çingeneleri", okuma için gerekli görsel ve sözel alanlarda özellikle yoğundur.

harfleri ve sözcükleri takip etme yetisinin kaybına yol açan bir bölge olan Exner alanına yakın düşmektedir. Görünüşe bakılırsa Çince karakterleri öğrenen birisi için en zor olan şey bu karakterlerin üç bin tanesini hafızaya kaydetmektir. Bu yükü hafifletmek isteyen Çinli çocuklar kısmen vuruşların çiziliş biçimindeki motor hafızaya bel bağlamaktadır. Benim hipotezimse Exner alanının erken bir dönemde bozulmasının yazma jestlerine müdahale edebileceği ve belki de Çincede belirgin okuma zorluklarına yol açabileceği şeklindedir.

Özetle, okuma her ne kadar tüm kültürlerde benzer küresel anatomik hatlara dayansa da beyin patolojilerine karşı hassaslık farklılık gösterebilmektedir. Fonolojik bozukluklar alfabetik bir yazı sistemini öğrenmiş disleksiklerde baskınken, "grafomotor" bir disleksi türü de Asyalılarda baskın çıkmaktadır; iki alt tip de tüm ülkelerde var olsa bile.[21]

Bir Baş Şüpheli: Sol Temporal Lob

Genel anlamda konuşacak olursak, disleksinin biyolojik kökenlerine dair bu arayışımızda, temporal lob hâlâ baş şüphelidir. Esas olarak disleksi üzerine yapılmış tüm beyin görüntüleme çalışmaları, normal okurlarla karşılaştırıldığında bu alandaki beyin etkinliğinde bir düşüş saptamaktadır.[22] Paulesu'nun özgün çalışmasında temporal lob etkinliğindeki bu düşüş ömür boyu okuma bozukluğuna sahip olan yetişkinlerde bulunmuştur. Ama düşük etkinlik sekizle on iki yaşları arasındaki küçük disleksik çocuklarda da görülebilmektedir. Oldukça önemli bir biçimde bu yaşta, bu alanın boyutu okuma bozukluğunun vehametiyle ilişkilidir. Görüntüleme teknikleri o kadar güçlü bir hale gelmiştir ki posta kutusu alanında olağandan oldukça düşük miktarlardaki

[21] Bu hipotezlerle uyumlu bir şekilde, gayet iyi belgelenmiş en az bir vaka daha vardır: biri İngilizce diğeri de Japonca konuşan iki kişinin çocuğu (hem Kanji hem de Kana) Japoncayı sorunsuz bir şekilde okumayı öğrenmiştir, ama İngilizcede ciddi biçimde disleksiktir.

[22] Shaywitz vd, 1998; Brunswick vd, 1999; Georgiewa vd, 1999; Temple vd, 2001; Georgiewa vd, 2002; Shaywitz vd, 2002; McCrory vd, 2005.

etkinliğin miktarının ölçümü çocuğun okuma bozukluğunun ciddiyetine dair bir öngörü sunmaktadır.[23]

Dislekside bir başka anomaliyle daha sıkça karşılaşılmaktadır. Disleksikler okumaya veya çeşitli sessel görevleri yerine getirmeye teşebbüs ettiğinde, sözdizimi ve söyleyiş için kritik öneme sahip bir bölge olan Broca alanına ev sahipliği yapan sol alt frontal korteks genellikle *hiper*aktif hale gelmektedir.[24] Bu bulgu, bir telafi stratejisi gibi yorumlanabilir. Otomatik çözümlemede görev alan arka bölgelerindeki yetersiz etkinleşmeye karşı koymak için disleksikler muhtemelen frontal lobu harekete geçiren dolaysız konuşma üretim stratejilerini benimsemektedir: cesur, ama verimsiz bir çaba.

Yakın bir incelemenin ardından Paulesu'nun görüntüleri, disleksiklerin beyinlerinde posta kutusu alanıyla gayet iyi örtüşen ve birbirine komşu iki alanın yetersiz etkinleştiğine işaret etmektedir (Şekil 6.1): sol yanal temporal korteks ve onun hemen üzerindeki bölge. Çeşitli araştırmacılar ilk alanın dislekside nedensel bir rol oynadığını, çocuklar hiçbir zaman deneyimli okur aşamasına geçemediklerinden ikincisinin de ilkinin bir sonucu olarak olması gerekenden az etkinleştiğini öne sürmektedir. Elbette yanal temporal korteksle ilintili işlevlerden biri de konuşmadaki sessel bilgilerin işlenmesidir (örneğin *bkz*: Şekil 2.19). Bu alanın doğuştan dağınık olduğu varsayılarak disleksi için basit basamaklı bir senaryo önerilebilir. Beynin konuşma işleme ağlarında çok erken bir dönemde gerçekleşen bir hasar, disleksiklerde fonolojik bozuklukların okumanın başlamasından önce bile neden bu kadar sık olduğunu açıklamaktadır. Sesbirimsel farkındalıktaki orantısız zorluklar, alfabetik ilkenin edinimini karmaşıklaştırmaktadır. Karşılığında da bu sorunlar yazılı sözcüklerde görsel uzmanlık kazanmada başarısız olan posta kutusu alanını etkilemektedir. Tüm bunlar bu bölgedeki etkinlikte neden türetilmiş ikinci bir düşüş yaşandığını açıklamaktadır.

---

[23] Shaywitz vd, 2002.

[24] Shaywitz vd, 1998; Georgiewa vd, 1999; Georgiewa vd, 2002.

Bu senaryo her ne kadar akla yatkın olsa da tartışmaya açıktır. Gelecekte "beynin posta kutusu"na dönüşecek olan sol oksipitotemporal korteksin kimi çocuklarda doğrudan bozuk olması ihtimali hâlâ vardır. Bir fonksiyonel görüntüleme çalışması disleksiklerde bu bölgenin düzgün çalışmadığına dair güçlü belirtiler sunmaktadır.[25] Eamon McCrory ve meslektaşları yazılı sözcükleri ve çeşitli çizgileri normal ve yetişkin disleksiklere göstermiş ve onlardan yalnızca bunları sesli olarak söylemelerini istemiştir. Tam olarak posta kutusu alanının konumunda bulunan sol oksipitotemporal bölge, beynin disleksiklerde gereğinden çok çok az etkinleştiği tek kısmıdır. Bu bölge etkinliği yalnızca sözcükler için değil, daha da şaşırtıcı bir biçimde görüntüler için de azaltmıştır. Kısacası bu bölge, olağanüstü biçimde işlevsizdir.

Ancak yine de bu derin hasarın disleksinin sebebi mi yoksa sonucu mu olduğunu bilmiyoruz. Deneyimli okuyucular T, L veya Y kesişimleri için algılayıcılar geliştirmektedir ve bu şekiller harf olmayan çizgiler arasında da yaygın bir biçimde bulunduğu için bu algılayıcılar muhtemelen sözcüklere olduğu kadar çizimlere karşı da tepkiselliklerini artırmaktadır. Çalışmanın yaratıcıları daha doğrudan bir açıklamayı tercih etmiştir. Araştırmacılar alışkanlık gereği posta kutusu alanına dönüşen kortikal konumun disleksiklerde erken bir dönemde dağılıyor olabileceğini öne sürmektedir. Bu alanın bozukluğu okuma eksikliğinde nedensel bir rol oynuyor olabilir. Bu alan konuşma sesleri ve anlamlarla görsel şekillerin bağlantılandırılmasında eşsiz bir rol oynamaktadır; dolayısıyla erken bir dönemde bozunması, okuma performansında çarpıcı bir etkiye sahip olabilir. Görüntü işleme beynin yüzeyinde daha iyi dağıtıldığı için bu anomalinin de görüntü tanıma ve isimlendirme üzerinde yalnızca küçük bir etkisi olurdu.

Ortaya çıkan çift eksiklik senaryosu –hem görsel hem de sessel– disleksiklerdeki beyin etkinliğinin geçici sıralaması üzerine yapılan çalışmalarla güçlendirilmiştir. Beynin yüzeyindeki etkinliğin süresini ölçen bir teknik olan manyetoen-

[25] McCrory vd, 2005.

sefalografi, görüşten sözcük tanımaya doğru giden ardışık süreçlerde art arda gelen iki anomaliyi ortaya çıkarmıştır:

- Erken görüntü işleme normal (100 milisaniye civarı) görünmekte, ama bir an sonrasında muazzam bir anomali görünür hale gelmektedir. Disleksikler, 150 ve 200 milisaniye arasındaki sol oksipitotemporal dalgaformunu göstermemekte, bu da "beynin posta kutusu"na erişime işaret edip, harf dizilerinin sabit görsel tanımasını bildirmektedir.[26] Disleksiklerde sol oksipitotemporal bölge bir sözcüğü oluşturan harflerin tamamını eş zamanlı olarak tanıyor gibi görünmemektedir; bu da bu insanların yavaş okumasını ve harf sayısının okuma süresi üzerindeki etkisine takılıp kalmasını açıklamaktadır. Bu uzunluk etkisi normal okuyucularda kaybolmuşken, günümüz disleksiklerinde varlığını sürdürmektedir.[27]
- İkinci aşama sırasında, yani 200 milisaniye ve sonrasında, normal okuyucular sol yanal temporal korteksi hızlıca etkinleştirirken, disleksikler sol lobdaki etkinleşme için zayıf bir yanallaşma sergilemektedir. Dahası bu insanların beyin etkinliği, *sağ* temporoparietal bölgede normalden çok daha fazladır.[28] Normal okuyucularda genellikle görülmeyen sağ lob hatlarına telafi edici bir güvenle birlikte bu anomali muhtemelen hızlı erişim eksikliğin sözcük fonolojisine de yansıtmaktadır.

Özetle, beyin görüntüleme işaretçileri disleksik beyni halihazırda ortaya çıkarmıştır. Kimi kilit alanlar hem görsel analiz hem de fonolojik çözümleme aşamalarında yetersiz etkinliğe sahiptir.

---

[26] Salmelin, Service, Kiesila, Uutela & Salonen, 1996; Helenius, Tarkiainen, Cornelissen, Hansen & Salmelin, 1999.

[27] Zoccolotti vd, 2005.

[28] Simos vd, 2000; Simos, Fletcher vd, 2002.

Nöron Göçleri

Disleksik beyinde düşük etkinlik görüyor olmamız bunun sebeplerini anladığımız anlamına gelmemektedir. Disleksik çocuklarda temporal lob neden normal seviyelerde etkinleşmemektedir? Nöronlar hasar görmüş veya belki de anormal biçimde mi bağlanmıştır? Eksiklik, ana telcik sistemlerinin makroskopik düzeninde mi yatmaktadır? Daha mikroskopik bir seviyede sinaps zarlarını ve nöronları hizaya sokan moleküllerde bir anormallik mi vardır? Aslına bakılırsa tüm bu hipotezlerin birer parça doğruluk payı vardır.[29]

Makroskopik bir seviyede bile beynin temel düzeni ve bağlantıları disleksiklerde dağınık görünmektedir. Disleksik beyinlerin anatomik MRI'ları bir zamanlar normal görünmüştür; ama zarif istatistik teknikler günümüzde daha incelikli bozuklukları tespit edebilmemizi sağlamaktadır. Beynimizin herhangi bir noktasındaki gri maddeyi, yani nöronların hücre gövdesini barındıran katmanı hesaplamaya yarayan, voksel tabanlı morfometri adı verilen bir teknik vardır. MRI yoluyla beynin herhangi bir noktasındaki kalınlığı ve kıvrımları kabaca tahmin etmek mümkündür. Bu teknik Eraldo Paulesu'nun deneyinde İtalyan, Fransız ve İngiliz disleksiklerle kullanıldığında sol temporal korteksteki yoğun dağınıklığı açığa çıkarmıştır. Bu bozunmanın bulunduğu noktalar beyin etkinliğinin düştüğü konumlara denk gelmiştir (Şekil 6.1). Şaşırtıcı bir şekilde iki tip anomali ortaya çıkmıştır: gri madde kimi yerlerde seyrekleşmiş, başka yerlerdeyse anormal miktarlarda yoğunlaşmıştır. Aslına bakılırsa en olağanüstü olan şey disleksiklerin sol orta temporal kıvrımlarında, disleksik olmayanların sol orta temporal kıvrımlarında olandan *daha fazla* gri maddenin var olduğu bulgusudur. Her bir denek teker teker ölçüldüğünde bu anomalinin boyutu okuma hızı bozukluğunun vehametini de gözler önüne sermiştir.[30]

---

[29] Yakın zamanda yapılan incelemeler için bkz: Habib, 2000; Ramus, 2004; Fisher & Francks, 2006.

[30] Silani vd, 2005. Kısmen benzer sonuçlar için bkz: Vinckenbosch, Robichon & Eliez, 2005; Brown vd, 2001; Brambati vd, 2004. Ben her ne kadar

Gri madde fazlalığı neden bir sorundur? MRI altta yatan biyolojik mekanizmaları ortaya çıkarmaya yetecek kadar kesin değildir. Neyse ki disleksik yetişkinler üzerinde yapılan ölüm sonrası otopsi çalışmaları bu konuya ışık tutmaktadır. 1979 yılında Harvard Tıp Okulunda çalışan Amerikalı nörolog Albert Galaburda başka birkaç hastadan alınan beyinlerin yanısıra yirmi yaşındaki bir disleksiğin beynini de incelemiştir.[31] Galaburda bu beyinlerin sayısız ektopi – Yunancadan gelen ve nöronların doğru yerleştirilmemiş olduğunu ifade eden teknik bir terim– barındırdığını keşfetmiştir. Gebelik sırasında nöronların fetüs beyninde büyük uzaklıklar aşması gerekmektedir. Nöronlar sürüler halinde, hücre bölünmesi yoluyla oluştukları ventriküllerin etrafındaki germinal alanlardan, beynin farklı katmanlarındaki nihai konumlarına göç etmektedir. Nöron bölünmesi ve göç normal beyin gelişimi sırasındaki kritik adımlardandır ve fetüsün beyninin alkol gibi patojenlere karşı en hassas olduğu anlar da bu anlardır. Birçok disleksikte nöron göçü ters gitmiş gibi görünmektedir. Galaburda otopsi sırasında beynin yüzeyinde dağınık halde duran nöron yığınları keşfetmiştir. Sanki nöronlar normal konumlarının ötesine geçmiş ve çarpışmış gibidir. Başka yerlerde de beyin hücrelerinin altı katmanı biçimsizdir ("displazi") veya minyatür kıvrımlar ("mikro-kıvrımlar") oluşturmuştur; buysa nöronların uygun hedeflerine asla ulaşmamış olduklarına işaret etmektedir. Son olarak da beynin kimi yarıkları normalde sahip

---

öncelikli olarak temporal lob anomalilerine odaklansam da literatür, çok daha karmaşık olan anatomik anomalileri ortaya çıkarmaktadır. Ne yazık ki her zaman için tekrarlanamamışsa da büyük çeşitlilikte bozukluklar bildirilmiştir: temporal lob ve beyincikte asimetriler, sol alt ön bölge, alt parietal lobcukta ve sağ beyincikteki gri maddede azalmalar... (örneğin bkz: Brown vd, 2001; Eckert vd, 2003; Eckert, 2004). Ben ise Eraldo Paulesu ve G. Saliani'nin, bu gözlemlerin, "nörolojik bir sendrom ve altta yatan patolojinin dağıtımı bakımından disleksiyle ilgili olabileceği, ama morfometrik anormalliğin nöropsikolojik disleksi sendromunun özünde ilgili olduğu konu bakımından daha az bilgilendirici olduğu" yönündeki ifadelerini paylaşıyorum. Ayrıca bkz: Vinckenbosch, Robichet & Eliez, 2005.

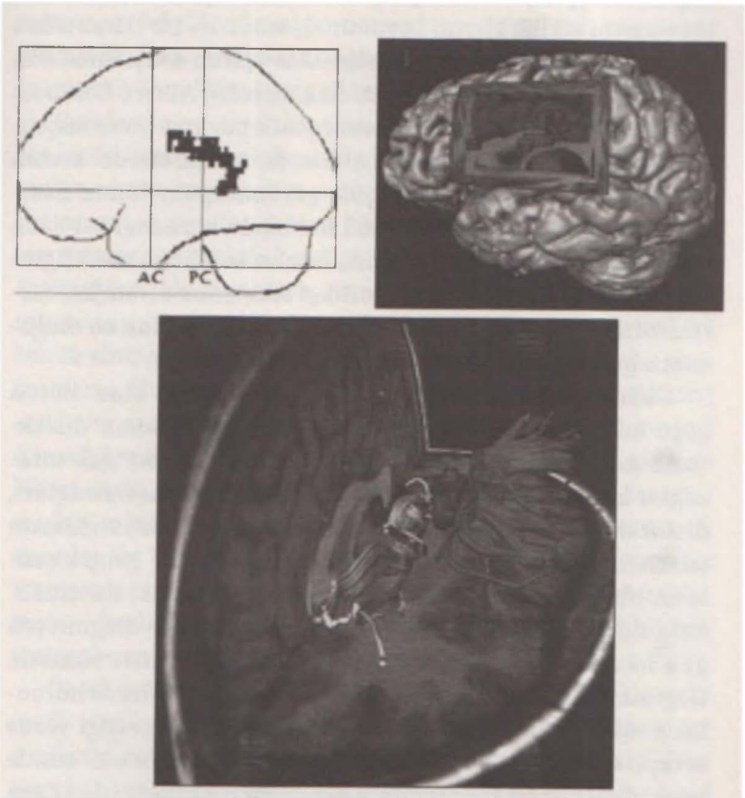
[31] Galaburda vd, 1985.

oldukları asimetriyi, yani sol lobun dil için işlevsel olarak özelleşmesinde temel bir rol oynadığı varsayılan bir özelliği kaybetmiştir.

Galaburda nöron göçünde anomalilerle disleksik beyninde sık karşılaşıldığını öne sürmektedir. Nöronların "pazar yeri" etkisi –orada çok fazla, burada çok az nöron– Paulesu ve meslektaşlarının yaptıkları anatomik MRI'larda bulduğu artmış veya azalmış gri madde yoğunluğunun makroskopik yama işini açıklayabilir. Yanlış yerde bulunan nöronlar, bilinmeyen sebeplerden ötürü, konuşma işlemeyle ilgili alanlarda kümelenme eğilimi göstermektedir. Bunlar aynı zamanda sol oksipitotemporal alanda, yani görsel sözcük tanımada temel bir rol üstlenen "beynin posta kutusu"nda da toplanmaktadır (Şekil 6.1). Bu bileşenlerden tutarlı bir senaryo çıkmaktadır: kötü konuşlanmış nöronların serpili olduğu bu alanlar uygun şekilde işleyememekte ve tam boyutlu disleksiyle ilişkilendirilen incelikli sessel ve görsel eksikliklere sebep olmaktadır. Doğal olarak beyindeki nöronların temel düzenindeki dağınıklığın bu nöronların bağlantılarını da etkilemesi beklenebilir. MRI çalışmalarının ortaya çıkardığı şey de tam olarak budur. Beyindeki bağlantısallık üzerine, farklı laboratuvarlardan gelen ve çeşitli yöntemler kullanan tüm çalışmalar, derinlemesine bir değişime işaret etmektedir. Sol lobdaki parietotemporal bölgenin altına konuşlanmış dar bir telcik yumakları dizisi disleksiklerde her zaman için bozuktur (Şekil 6.2).[32] Beyindeki bu konumda bulunan bağlantıların dağınıklığının miktarı, yalnızca disleksiklerde değil normal okuyucu nüfusundaki okuma puanlarını da öngörebilmektedir. Ne yazık ki beyin görüntülerinin mevcut sınırlı uzamsal çözünürlüğü bu kusurlu yumaklarla bağlanan kortikal alanların konumunu tam olarak belirlememize izin vermemektedir. Ne var ki bu yumakların gerekenden az etkinleşen temporal bölgelerin altında bulunuyor oluşu, disleksiklerdeki sol temporal bölgenin beynin geri kalanıyla bağlantısının olmadığı hipotezini güçlendirmektedir. Bu

[32] Klingberg vd, 2000; Beaulieu vd, 2005; Deutsch vd, 2005; Silani vd, 2005; Niogi & McCandliss, 2006.

bağlantı kopukluğu, beynin geri kalanına ve özellikle de sol alt frontal bölgeye dil bilgisini göndermekte başarısız olarak bilgi akışında büyük bir bozulmaya yol açmaktadır.[33]



Şekil 6.2. Uzak mesafeli kortikal bağlantılar dislekside değişime uğramaktadır. Bağımsız yapılan çeşitli çalışmalar, sol parieto-temporal bölgenin derinliklerinde yer alan düzensiz telcik yumaklarını ortaya çıkarmıştır (solda Klingberg vd, 2000; sağda ve altta, Beaulieu vd, 2005).

[33] Paulesu vd, 1996. Alternatif olarak, zarar görmüş bu telcik yumağı belki de motor sesletim eksiklikleriyle veya ayrıntılı el yazısı hareketleri için düşük bir yeterlilikle bağlantılı olan, beyinden çıkan dikey bir yansıma da olabilir (Beaulieu vd, 2005; Niogi & McCandliss, 2006).

Disleksik Fare

Sol temporal nöronların ince tanecikli düzenini bir mikroskop altında parçalarına ayırıp incelemek veya mikroelektrotlar yoluyla etkinliklerini kaydetmek, mantıklı bir ikinci adım olurdu; ama elbette bu tür müdahale içeren araştırmaların insanlar üzerinde yürütülmesi imkânsızdır. Albert Galaburda bu engeli aşmak için bir kemirgenin beynine yönelmiştir.

Disleksinin sebeplerini sıçanlarda ve farelerde arama fikri ilk başlarda oldukça saçma görünmüştür. Aslına bakılırsa Galaburad'nın çalışmaları hakkında herhangi bir şaka kıtlığı da yoktur; "beyin bilimci, farelerde okuma eksikliğini keşfetmiştir"! Ne var ki bu yenilikçi araştırma stratejisi, disleksinin nörobiyolojisinde son zamanlarda yapılan en olağanüstü gelişmelerin yolunu açmıştır.

Galaburda'nın fikri, insanlarda görülmüş olan nöron göçü anomalilerini hayvanlarda üretmektir. Bunun disleksinin mekanizmalarına ve sonuçlarına büyük bir ışık tutacağını kendisi de öngörmüştür. Galaburda ve meslektaşları, disleksik beyinde gerçekleşenlere benzer göç bozukluklarını tetiklemek için özgün bir yöntem geliştirmiştir: genç sıçanların beyinlerindeki küçük bölgeleri dondurmak. Bu müdahale, nöronlar göç ederken onları yönlendiren ve dizginleyen glia hücresi adı verilen hücrelerin çabasını altüst etmiştir. Dağınık nöron yığınları (ektopiler), donmuş farelerde nöronların normal kortikal konumlarının ötesine göç ettiği yerde ortaya çıkmıştır. Umut edildiği gibi Galaburda'nın elinde artık disleksinin kendisinin olmasa da olası sebeplerinden birinin hayvan üzerindeki bir modeli vardır.

Genç sıçanların beyinlerindeki bozulma beklenmedik bir sonuçlar zinciri yaratmıştır. Bölgesel olarak kortikal bozukluk anormal nöron tasfiyelerini tetiklemiştir. Bunlar da beyin dalgalarını altüst etmiş ve kimi zaman da tam boyutlu epilepsiye dönüşmüştür. Daha da şaşırtıcı olansa etkilerin orijinal lezyondan çok uzakta bulunmuş olmasıdır. Başlangıçtaki lezyonun sonuçları çok küçüktür: tüm kortikal lezyonlar beynin merkezinde, talamusun duyusal çekirdeklerinde bir geri tepmeye sebep olmuştur. Bu alanda çok sayıda

devre bulunmaktadır ve bunlardan biri de görsel ve işitsel girdileri onaran duyusal nöronlardır. Sıçanlarda, "magnohücresel" yol olarak bilinen duyusal devreye ait olan talamusun en büyük nöronları normalden daha hızlı oranlarda ölmüştür. Özetle, disleksi benzeri beyin bozuklukları talamustaki hücre ölümünü hızlandırmaktadır.

Galaburda ve meslektaşları, hayvan modelle insan beyni arasında ileri-geri akıllıca bir hamleyle ölü disleksik insanlardan alınan beyinlere geri dönmüştür. Araştırmacılar beynin tamamından ziyade talamus bölgesini mikroskop altına yatırmış ve sıçanlardakiyle kıyaslanabilir bir dağınıklık bulmuştur. Normal yetişkin insanlarla kıyaslandığında disleksiklerde, sol talamusun işitsel çekirdeği çok fazla küçük nöron ve çok az büyük sinir gövdesi barındırmaktadır.[34] Araştırmacılar bu anomalilerin disleksiklerde sıklıkla bulunan duyusal eksiklikleri açıklayıp açıklayamayacağını merak etmiştir. Hayvanlara geri dönmüşler ve insanlarla sıçanlar arasındaki daha ileri paralellikleri açığa çıkaracak iyileştirilmiş davranış testleri tasarlamışlardır. Normal sıçanlarla karşılaştırıldığında dondurulmuş sıçanlar iki kısa sesin geçici sırasına karşı daha duyarsızdır. Bu sıçanlar aynı zamanda bir dizi ses arasındaki kısa duraklamaları da algılayamamaktadır ve bunlar disleksiklerde bildirilenlere benzeyen temel işitsel bozukluklardır.

Galaburda ve ekibini daha büyük bir sürpriz beklemekteydi. Ortaya çıkardıkları anomaliler genellikle erkek sıçanlarda ortaya çıkmıştı. Dişilerdeyse başlangıçtaki aynı kortikal lezyon ne talamusta hücre ölümüne ne de duyusal bozukluklara yol açmıştır. Hormonal manipülasyonlar olası bir açıklamaya işaret etmekteydi: erkeklerde daha yoğun olarak bulunan testosteron, talamustaki kortikal lezyonların uzak etkilerini artırmıştır. Burada yine insanlarla sıçanlar arasında potansiyel bir benzeşim vardır. Bu nokta tartışıladursun, görünüşe göre disleksi kadınlara oranla erkeklerde daha sık görülmektedir. Talamustaki nöronların ölümünde Galaburda'nın keşfettiği testosteron etkisi belirleyici bir etken olabilir.

[34] Galaburda, Menard & Rosen, 1994.

Bir yol gösterici olarak elde bulunan hayvan modeliyle disleksik insanlar için çok daha ince bir öngörü yapılabilir. Kadınlarda ve erkeklerde kortikal lezyonlardan ortaya çıkan fonolojik bozuklukların kendileri eşit sıklıkta görülmelidir; ama bunlara aynı zamanda talamusla bağlantılı işitsel ve görsel duyu bozuklukları yalnızca erkeklerde eşlik etmelidir.

Hayvan modeli disleksi için ikna edici bir açıklama modeli sunmaktadır. Açıklama kuramsaldır, ama bir taşla iki kuş vurarak bu yetersizliğin hem anatomik hem de bilişsel özelliklerini açıklayabilmektedir.[35] Ortaya çıkan senaryo beyindeki nöronların göçündeki bozukluğun gebeliğin altıncı ayı civarında ektopiler ve minik kortikal kıvrımlar gibi sayısız anomali yarattığını öne sürmektedir. Beyindeki kusurların orantısız dağılımı çoğunlukla dil alanlarında yoğunlaşmakta ve bu anomaliler de altı yaş civarında alfabetik ilkenin edinilmesi için zorunlu olan fonolojik temsilleri yok etmektedir. Buna paralel olarak, özellikle de erkeklerde, talamusun duyusal devrelerinde ardışık ikincil anomali dalgaları ortaya çıkmakta ve işitsel ve görsel girdilerin kodlanma hassaslığını daha da azaltmaktadır.

Disleksinin Genetiği

İnsan disleksisinin altında yatan mekanizmaların tanımlanmasında kayda değer ölçüde yol alınmıştır. Ne var ki hâlâ bu engele sebep olduğu düşünülen nöron göçlerindeki ilk anomalileri neyin ortaya çıkardığını anlamamız gerekmektedir. Albert Galaburda on yıldan fazla süre önce bir beyni soğutarak yapay olarak bozmuştur. Belki genetik anomaliler insanlarda da aynı tetikleyici rolü oynamaktadır.

1990'ların sonunda Galaburda ve meslektaşları genetikte büyük bir çığır açmışlardır. Bu araştırmacılar seçici yetiştirme yoluyla dağınık kortikal nöron yığınlarını (ektopi) kendiliğinden geliştiren bir fare nesli yaratmıştır. Nöron göçünü kontrol eden genetik mekanizmaların aydınlatılmasına yönelik ilk adım budur.

[35] Ramus, 2004.

Buna paralel olarak, insan genomu araştırmaları da disleksikler üzerine engin bir genetik veritabanının yaratılmasının önünü açmıştır. Genetik bilgi ve çok sayıda bilişsel testin sonuçlarının kesiştirilmesiyle insan genomunun kromozom 1, 2, 3, 6, 15 ve 18'deki büyük altı bölgesi disleksiyle "bağlantılanmıştır". Bu bağlantı ne anlama gelmektedir? Kabaca söylemek gerekirse bu, DNA parçalarının iletiminde istatistiksel bir anomaliye işaret etmektedir. Genomun bazı parçaları disleksiklerde genel nüfusa oranla daha sık görülme eğilimine sahip sıcak bölgeler gibi görünmektedir. Bu bulgu dolaylı bir şekilde bu DNA dizilişlerinin disleksiyi tetikleyebilecek genleri barındırdığına işaret etmektedir.

İnsan genomu üç milyon baz çifti barındırmaktadır; A, T, G ve C "harfleri" adenin, timin, guanin ve sitozin nükleotitlerini ifade etmektedir. Bu harflerin çoğu, insan türünde istikrarlıdır; ama bunların milyonlarcası, her birimizi eşsiz yapan genetik imzayı çeşitlendirip biçimlendirmektedir. Sonuç olarak tam olarak hangi genetik değişkenlerin disleksiye eğilim gösterdiğini keşfetmek tam anlamıyla samanlıkta iğne aramaktır. Birkaç nesil boyunca disleksik çocuklara sahip yüzlerce ailenin DNA'sı, ilgili genlerin konumunun bulunması işleminin aşamalı olarak geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. 2003 yılında, kromozom 15'in üzerinde, DYX1C1 adı verilen ve disleksiye yatkınlığı olan ilk ciddi aday geni Finlandiyalı bir ekip keşfetmiş 2004 ve 2005'teyse üç farklı yatkınlık geni tanımlanmıştır. Bu genlere KIAA0319, DCDC2 (ikisi kromozom 6'da bulunmuştur) ve ROBO1 (bu da kromozom 3'tedir) isimleri verilmiştir.[36] Başka birçok yatkınlık geni de muhtemelen keşfedilmeyi beklemektedir.

Eğer meseleye bu kadar fazla sayıda gen dahilse, bunun sebebi muhtemelen, bunların hepsinin okuma için gerekli sayısı bölgedeki kortikal devreleri bir araya getiren karmaşık işlemlere kısmen katkıda bulunmasıdır. Bu tür karmaşık bir ağın yapılandırılması bir gökdelenin inşasına benzetilebilir. Onlarca mimar ve müteahhit bir proje üzerinde çalışmak-

[36] Bu büyüleyici genetik av için, bkz: Grigorenko, 2003; Fisher & Francks, 2006; Galaburda, LoTurco, Ramus, Fitch & Rosen, 2006.

tadır ve bunlardan herhangi birinin yapacağı tek bir hata bütün binayı tehlikeye atabilir. Elbette ki bir mimar, birkaç farklı proje üzerinde eş zamanlı olarak çalışmaktadır. Hiçbir gen de yalnızca okumaya ve hatta fonolojiye özel olarak tahsis edilmiş değildir (Farelerdeki tüm o genlerin değişkenlerini hatırlayın!). Ne var ki bunlardan bazıları bu gösterişli binanın dayanıklılığını sağlamada kilit rol üstlenmektedir. Eğer binanın mimarisi cesur ve yapısı da zayıfsa –tıpkı İngilizce veya Fransızca kadar karmaşık alfabetik yazıları okumada olduğu gibi– herhangi bir hata bütün projenin yerle bir olmasına sebep olabilir.

Konu okuma olduğunda beyindeki okuryazarlık ağlarının erken yaratılması kortikal nöronların sol temporal bölgeye ve görsel ve dil alanlarıyla kuracakları uygun ara bağlantılara doğru gerçekleşen uyum halindeki göçünü içermektedir. Nörobiyoloji bu karmaşık yapının gebelik sırasında nasıl inşa edildiğine açıklık getirmiştir. Göç eden nöronları ventriküler alandan beyindeki nihai duraklarına götürmek için ilk önce tellerden, yani beyne doğru uzanan kablo benzeri hücreler olan dairesel glia hücrelerinden, oluşan bir yapı iskelesi kurulmaktadır. Bu iskele yerleştikten sonra glia hücreleri bölünmekte ve her bir bölünme beynin üst kısmına ulaşabilmek için tam olarak annesinin vücuduna tırmanan yeni doğmuş birer nöron yaratmaktadır. Çeşitli sinyal ve tutunum molekülleri beynin içine doğru gerçekleşen bu yeni nöronlar "trafiğini" kontrol etmektedir.

Yakın zamanlarda yapılan büyüleyici bir keşif, disleksiye yatkınlık genlerinin hepsinin olmasa da çoğunluğunun, beyindeki bu şantiye alanında temel birer rol oynadığını göstermektedir. Connecticut Üniversitesinden Joe Turco ve iki meslektaşı, meseleye bu genlerin de dahil olduğunu göstermek amacıyla sıçanlarla çalışmaya geri dönmüştür. Araştırmacılar seçili bir genin eylemini anlık olarak bozan ve bu bozulmanın tam olarak nerede ve nasıl gerçekleşeceğini belirleyen, RNA müdahalesi adı verilen genetik bir teknik kullanmıştır.[37] Ekip bu tekniği rahim içinde, nöronların göç

[37] Meng vd, 2005; Paracchini vd, 2006.

döneminin zirvesinde doğdukları ventriküler alanda, kullanarak nöron göçünde dört genden üçünün (DYX1C1, DCDC2 ve KIAA0319) hayati rol oynadığını gösterebilmiştir. Bu genler bloke edildiğindeyse nöronlar yeterince uzağa gitmede başarısız olmakta ve disleksik insan beyninin belirleyici özellikleri olan ektopiler ve minik kıvrımlar üretmektedir. Bu olaya başka genler de dahil olmaktadır. Örneğin LIS geni DYX1C1 geniyle omuz omuza çalışmaktadır. Bu gen göç için öylesine önemlidir ki bozulması çarpıcı bir biçimde beynin büsbütün dağınıklaşmasının sonucu olarak iki lobun da düzleşmesiyle birlikte "lisansefali"ye bağlı zekâ geriliğine yol açmaktadır.

Benim bu satırları yazdığım sırada disleksiyle ilişkilendirilen dördüncü gen olan ROBO1'in rolü henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Bu genin kopyaları farelerde, tavuklarda ve hatta drozofilada (meyve sineği) sinir sisteminin sağ ve sol yarılarını birbirine bağlayan dendritleri ve aksonları kontrol ettikleri yerde bulunmaktadır. İnsanlarda buna karşılık gelen anomali korpus kallozumun, yani iki lobu birbirine bağlayan bağlantılar yığınının, basar görmesidir. Sonraki bölümde de göreceğimiz gibi bu tür bir patoloji disleksinin görsel belirtileriyle bağlantılı olabilir. Genetik araştırmalar şu anda hızla ilerlemektedir ve genleri disleksik davranışa bağlayan tam bir nedensellik zincirinin yakın gelecekte açığa çıkarılacağına olan güvenim tamdır.

Disleksiyi Yenmek

Bize sıklıkla disleksinin biyolojik mekanizmalarına dair kavrayışımızın gelişmesinin yeni tedavilerle sonuçlanıp sonuçlanmayacağı sorulur. Kısa dönem için üzülerek söylemeliyim ki görünürde bu beyin bozuklukları için herhangi bir gerçek tedavi yoktur. Eğer mevcut kavrayışımız doğruysa disleksi genellikle gebelik sırasında gerçekleşen nöron göçü anomalileriyle ilintilidir. Şu an için klasik ilaç kullanımı veya daha yenilikçi bir gen tedavisi yoluyla iyileşme temelde imkânsızdır.

Okuma ve onun bozuklukları üzerine bir konuşma yaparken disleksik çocukların ailelerini genellikle ayırt edebiliyorum. Ailelerin birçoğu bilimsel gelişmeleri onlara çocuklarında eksik olan şeyle (dağılmış gri madde, etkinleşmekte başarısız olan bir temporal korteks, doğru düzgün göç etmeyen nöronlar, sorunlu genler...) ilgili kötü haberden başka hiçbir şey getirmeyen birer ihanet gibi görmektedir. Bu biyolojik keşiflerin her biri kulağa birer müebbet hapis cezası gibi gelmektedir.

Öte yandan öğretmenler cesaret kırılması ve rahatlamanın paradoksal bir karışımıyla tepki vermektedir. Disleksinin beyin anomalilerine bağlı olduğunu duyduklarında birçoğu bu sorunla baş edecek yeterlilikte olmadığı sonucuna varmaktadır. Sorun onların etki alanlarının dışındadır. Bu sorun karşısında normal çocuklara okuma öğretmeyi bile zor bulan bir okul öğretmeni, doğumdan önce başlamış bir beyin bozukluğuyla nasıl baş edebilir ki? Onların işinin beyne müdahale etmekle uzaktan yakından ilgisi yoktur.

Her ne kadar ben bu ümitsizlik hisleriyle kesinlikle empati kurabiliyor olsam da bu insanlar yanlış yönlendirilmiştir. Beyin gelişimi hakkında iki yaygın yanlış kanıyı açığa vurmaktadırlar. Bunlardan ilki; sanki genler yaşamımızın geri kalanı boyunca organizmalarımızı yönetecek olan değiştirilemez, sert yasalar dikte etmiş gibi biyolojiyle katılığın eş anlamlı olduğunu düşünmektir. Ama biz bu yüce gen karşısında gerçekten de savunmasız mıyız? Bu mantık derinlemesine kusurludur. Eğer miyopiyi, milyonlarca hastanın başına bela olan bir başka ciddi genetik durumu, ele alırsak bu durum birkaç lazer huzmesiyle veya bir gözlükle ortadan kaldırılabilmektedir. Disleksi için de gözlüğün bilişsel denginin bir adım ötemizde olması inanılmaz değildir.

İkinci hatalı inanç daha üstü kapalıdır. Bu inanç bir tür "kripto-düalizmi" [gizli ikilik], yani zihin ve beynin iki farklı diyara ait olduğu şeklindeki güçlü ama yanlış fikri açığa vurmaktadır. Bu düalizm genellikle eğitim konusunda ortaya çıkmaktadır. Görünüşe göre iyi eğitimli kimseler bile konuşma terapisinin, rehabilitasyonun, bilgisayarlı eğitimin,

grup desteğinin ve tartışmanın beynin yapıldığı maddeden oldukça farklı "psikolojik" bir seviyede aracılık edebileceğine inanmaktadır. Bu terapi biçimlerinden herhangi biri nasıl olur da beynin özyapısındaki doğum öncesi bir anomali için bir tedavi teşkil edebilir?

Gerçekte her bir düşüncemiz ve beynimizdeki belirli nöron gruplarının tasfiye şablonları arasında doğrudan bire bir ilişki vardır; ruh halleri *gerçekten de* beyin maddesinin halleridir. Birini hareketlendirmeden diğerini etkilemek imkânsızdır. Bu, zihnimizi zorlayarak nöronlarımızın çoğalmasına veya göç etmesine yardımcı olabileceğimiz anlamına gelmemektedir! Demek istediğim, psikoloji ve beyin bilimi arasındaki klasik zıtlaşma temelsizdir. Beyindeki düzen seviyesi öylesine girifttir ki herhangi bir psikolojik müdahale beyin devrelerinde tüm o hücresel, sinaptik, moleküler ve hatta gen ifadesinin gerçekleştiği seviyelerde bir etki yaratacaktır. Belirli bir patolojinin mikroskopik nörobiyolojik anomalilerden kaynaklandığı şeklindeki üzücü gerçek, psikolojik tedavinin yardımının dokunmayacağı anlamına gelmemektedir... ya da tam tersi. Aslında moleküler ve psikolojik seviyeler arasındaki bağlantılar şaşırtıcı biçimde etkili ve doğrudandır. Lityum iyonlarının depresyonla mücadele ettiği ya da diyasetilmorfin hidrokloridin veya bilinen adıyla eroinin de normal bir insanı bağımlı bir manyağa çevirdiği iyi örnekler vardır.

Tüm bunları elde tutarak ben disleksik çocuklara sahip ailelere genetiğin bir ölüm fermanı olmadığını vurgulamak istiyorum. Beyin; sürekli olarak değişen ve kendisini yeniden inşa eden, karşısında genlerin ve deneyimin eşit öneme sahip olduğu "esnek" bir organdır. Ortaya çıkan nöron göçü anomalileri beynin yalnızca çok küçük bir kısmını etkilemektedir. Çocukların beyni birbirlerinin eksikliklerini giderebilecek milyonlarca gereksiz devreye sahiptir. Her bir yeni öğrenme dönemi gen ifade şablonlarımızı yeniden düzenlemekte ve nöron devrelerimizi değiştirmekte, dolayısıyla da disleksi ve diğer gelişimsel bozuklukların üstesinden gelme fırsatı sunmaktadır.

Okuma psikolojisindeki gelişmeler sayesinde günümüzde daha iyi okuma müdahale yöntemleri tasarlanmaktadır. Beyin görüntülemeyle birlikte bu yöntemlerin beyne etkilerini ve okuryazarlık için istenen ağların onarımını sağlayıp sağlamadıklarını takip edebilmekteyiz. Geçtiğimiz yirmi yılda, önde gelen çeşitli okuma araştırmacıları disleksi için etkili müdahale stratejileri tasarlamıştır.[38] Bu programların çoğu çocukların harfleri ve sesleri manipüle etmesine yardımcı olarak sesbirimsel farkındalığı artırmayı hedeflemektedir. Örneğin kimi müdahaleler çocuklara "doy" ve "boy" gibi birbirine benzer bir çift harf göstermekte ve bir harf değiştirilerek bir sözcüğün nasıl bir başka sözcüğe dönüştüğünü açıklamaktadır. Sonraki adım; "boy" sözcüğünü "doy"a çeviren aynı "d" harfinin aynı zamanda nasıl "denek", "dere" ve "dağ" gibi sözcüklerin yazımında kullanılabileceğini ve "b" harfinin nasıl olup da sihirli bir biçimde bu sözcükleri "benek", "bere" ve "bağ" sözcüklerine dönüştürebildiğini göstermektir. Bu tür oyunlar yoluyla disleksik çocuk, *d* sesbirimi ve onun karşılığı olan "d" harfine aşamalı olarak bir farkındalık geliştirebilmektedir. Eğer çocuk *d* ve *b* sesbirimleri arasındaki farkı duyamazsa konuşma terapisti veya bilgisayar bu sesleri ayırt edilebilir kılana kadar büyütecektir. Konuşma sesleri arasındaki karşıtlıklar artırılarak ve sonrasında normal telaffuza geri dönülerek sesbirim kavrayışı kazanılabilmektedir.

Beynin esnekliğine dair bilgimiz hangi bileşenlerin başarılı bir müdahaleye katkıda bulunacağını anlamamızı sağlamaktadır. İlk olarak; birkaç haftalık bir döneme yayılmış bir şekilde günlük kısa eğitim seanslarıyla birlikte yoğun ve sürekli bir çaba sarf edilmelidir. Birçok çalışma uyku öncesinde yapılan yoğun tekrarların, beynin esnekliğini azami seviyeye çıkardığını göstermiştir. İkincisi; çocuğun motivasyon, dikkat ve memnuniyet ağlarını teşvik etmek oldukça önemlidir. Doğrusu, bu ilgi ve ödül sistemleri okuma hızı üzerinde muazzam bir etkiye sahiptir. Çeşitli nöromodülatör sistemler beyinde asetilkolin gibi kimyasal maddeler salgılamak-

[38] Örn. bkz: Torgesen, 2005.

tadır. Görünüşe göre bu kimyasallar da diğer devreler için belirli bir durum hafızasına odaklanmanın önemine işaret etmektedir (örneğin 1999'daki Marmara depremi sırasında nerede olduğunuz gibi tek bir güçlü duygu tarafından yaratılan anlık anıları düşünün).* Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, bu modülasyon [geçiş] etkisinin çarpıcı olabileceğini göstermektedir: bir ses asetilkolin ağlarının etkinleşmesiyle sistematik olarak eşleştirildiğinde, beynin yüzeyinde bu sese özellikle tahsis edilmiş kısımdaki etkinlik, dikkat dağıtıcı diğer girdilere ayrılmış komşu bölgeleri tam anlamıyla işgal edene kadar muazzam miktarda artış göstermektedir.[39] Çocuklarda dikkati ve olumlu duyguları en üst düzeye çıkarmanın da aynı şekilde öğrenme üzerinde oldukça faydalı bir etkisi olabilecektir.

Etkili bir başka strateji de okuryazarlık müdahalesini bilgisayar oyunu kılığında göstermektir.[40] Bilgisayarlar küçük çocukları büyülemektedir. Dahası rehabilitasyon yazılımı, asgari maliyetle ve konuşma terapistini yormadan binlerce eğitim durumu oluşturabilecektir. En önemlisi de yazılım çocuğun beynine uyum sağlayabilecektir. En etkileyici programlar çocuğun seviyesini otomatik olarak algılayabilmekte ve onların yetileriyle uyumlu problemler önerebilmektedir. Amaç; yeni kavramların çocuğun ilgisini çekecek kadar zor, ama moralini bozmayacak kadar kolay olduğu için en yüksek öğrenilebilirlikte olduğu, Rus psikolog Lev Vygotsky'nin "yakınsal gelişim alanı" adını verdiği şeyi hedeflemektir.[41]

Okuryazarlık müdahalesi mucize bir tedavi olmamakla birlikte fazlasıyla olumlu bir etkiye sahip olabilir. Onlarca saatlik eğitimin ardından okuma puanları normal yaş seviyelerinden oldukça düşük olan çocuklar normal dağılımın alt ucuna denk düşmektedir (veya teknik tabirle, tipik olarak puanları bir veya iki standart sapmayla yükselmektedir). Dolayısıyla performansları akranlarının gerisinde olmaya

---

* Yazar orijinal metinde 11 Eylül 2001 saldırısından bahsetmektedir –yn.

39 Kilgard & Merzenich, 1998.

40 Merzenich vd, 1996.

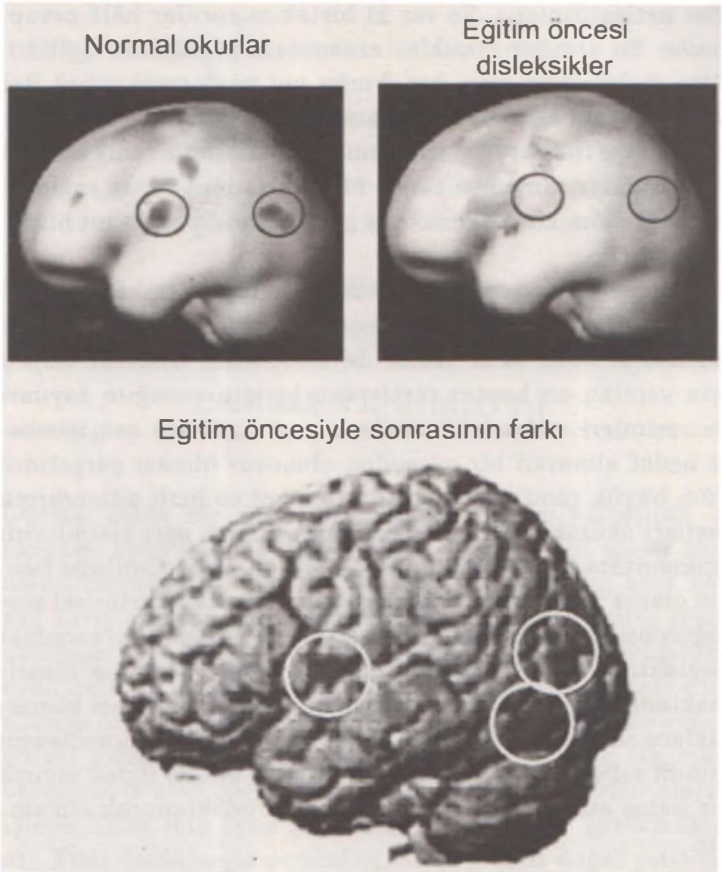
41 Wilson vd, 2006.

devam etse bile disleksik çocukların çoğunluğu sonuçta layıkıyla okuyabilmektedir. Önemli bir şekilde, edinilen faydalar birkaç yıl süresince sürdürülebilmektedir. Genellikle sözcük çözümleme etkili hale gelmekte, ama okuma akıcılığı kusurlu kalmaktadır: müdahale birçok çocuğun yavaş da olsa okumasını sağlamaktadır. Yazıya daha az maruz kalma arta kalan bu gecikmeyi açıklamaktadır. Diğer çocuklarla kıyaslandığında rehabilite edilmiş disleksikler kitaplarla geçirilecek birkaç yılı kaçırmıştır. İlk yıllar atlatıldıktan sonra çocuklar okumayı öğrenmektedir... hem de okuyarak! Yani çocukların okuryazarlık yetilerinin otomatikleşmesi ve yazıbirim, biçimbirim ve sözcüklerden oluşan görsel sözlüklerinin güçlenmesi için okumaya devam etmesi büyük öneme sahiptir.

Beyin görüntüleme yoğun bilişsel müdahalenin olumlu etkisini göstermektedir. Tüm çalışmalarda, beyinde iki ana değişim görülmektedir: normalleşme ve telafi.[42] Sol temporal bölgedeki düşük etkinlik disleksik bir beynin bilhassa ayırt edici özelliğidir. Müdahale terapisi bu etkinliğin kısmen iyileşmesine olanak sağlamaktadır. İster MRI'yla ister manyetoensefalografiyle yapılmış olsun neredeyse tüm araştırmalar etkinlikte net bir artış gözlemlemiştir. Aynı zamanda ventral oksipitotemporal "posta kutusu" bölgesinde ve sesletimle ilintili sol alt frontal bölgede de yeniden etkinleşme gerçekleşmektedir (Şekil 6.3). fMRI her bir vakada iyileşmenin normal okuyuculardakiyle aynı olmasa da onlara yakın bölgeleri içerdiğine işaret etmektedir.

Beyin görüntüleme ayrıca daha radikal telafi etkilerini de ortaya çıkarmaktadır. Disleksi rehabilitasyonunun genellikle sağ lobda bulunan ve normal okuma devresine simetrik konumdaki bazı bölgelerde beyin etkinliği artmaktadır. Görünüşe göre sol lobda bir bozukluğun var olması durumunda bu bölgelerin sağ lobdaki denkleri görevi üstlerine almaktadır. Bu bölgeler okuma için geri dönüşüme olanak sağlayacak kadar yakın başlangıç işlevleri olan zarar görmemiş ağlar barındırmaktadır.

[42] Kujala vd, 2001; Simos, Fletcher vd, 2002; Temple vd, 2003; Eden vd, 2004.



Şekil 6.3. Yoğun bilgisayar destekli müdahale, disleksik çocuklardaki normal beyin etkinliği şablonunu kısmen düzeltebilmektedir. Beyin etkinliği görüntüleri, çocuklar iki harfin kafiyeli olup olmadığına karar verirken etkin olan bölgeleri göstermektedir. Eğitimin ardından, normal çocuklarda gözlemlenen bölgelere yakın olan ama onlarla aynı olmayan temporal ve parietal bölgelerdeki etkinlik artmıştır. Aynı zamanda sağ lobdaki, bu görüntüde görülemeyen diğer bölgeler de etkinlikte artış göstermiştir (Temple vd, 2003'ten sonra).

Disleksi üzerine yapılan tüm araştırmalar kayda değer bir umut mesajı taşımaktadır. Bu araştırmalar yalnızca birkaç on yıl içinde asıl bozukluğun –fonolojik bir bozukluk– doğasını, nöron mekanizmalarını ve bunların nasıl telafi edilece-

ğini netleştirmiştir. Ne var ki birtakım sorular hâlâ cevapsızdır. Bu sorular çocuklar arasındaki çeşitlilikle ilgilidir: Tüm disleksikler aynı bozukluğu mu paylaşmaktadır? Her bir çocuktaki eksiklik tam olarak teşhis edilebilir ve bu bilgi tedaviye ince ayar verilmesinde kullanılabilir mi? Mevcut araştırmalar tamamen farklı bir yaklaşımın fayda sağlayabileceği daha küçük çocuk alt gruplarını dışarıda mı bırakmaktadır?

Her ne kadar geçtiğimiz otuz yılda toplanan bilimsel veriler fonolojik hipotezi büyük oranda destekliyorsa da buna muhalefet eden kimi sesler de mevcuttur. Disleksi tespiti için yapılan en hassas testlerden birinin çocuğun sayıları ve resimleri adlandırmasından, yani özellikle ses işlemeyi hedef almayan bir görevden oluşuyor olması çarpıcıdır. Tüm büyük çocuk gruplarında fonoloji ve hızlı adlandırma testleri okuma puanlarındaki farklılıkların ayrı kısımlarını açıklamaktadır; bu bulgudan da çocukların çoğunluğu baskın olarak fonolojik eksikliklere sahipken diğerlerindeki zorluğun başka bir kaynaktan, belki de görüş ve dil arasındaki bağlantının otomatikleşmesinden geldiği sonucuna ulaşılmaktadır. Eğer disleksiklerin fonolojikten çok görsel bozukluklara sahip bir alt kategorisine bu listede değinmediysem bunun sebebi, ayna okuma olarak tabir edilen ilginç olguya bir bakış atarak sonraki bölümde ona odaklanacak olmamdır.

Bölüm 7

OKUMA VE SİMETRİ

Günlük dilde bir disleksik, sağıyla solunu karıştıran ve okurken ayna hatalar yapan bir kişidir. Simetri algısı okumada muhtemelen önemli bir rol oynamaktadır, ama sol-sağ karışıklıkları disleksiklere özgü değildir. Hayatın erken dönemlerinde neredeyse tüm çocuklar okurken ve yazarken ayna hatalar yapmaktadır. Doğrusu, görüntü-sabit nesne tanımaya olanak sağlayan simetrik görüşleri genelleme yetisi, görsel sistemin en temel yeterliklerinden biridir. Okumayı öğrenmekte olan çocukların "b" ve "d"yi farklı harfler olarak işleyebilmek için ayna genellemeyi "unutması" gerekmektedir. Kimi çocuklarda evrimden miras alınan doğal yetilerin tersine ilerleyen bu öğrenme süreci spesifik bir bozukluk kaynağı sunuyor gibi görünmektedir.

"Eğer bu kadar çok konuşmaz da kulaklarını açıp dinlersen, Kedicik, Ayna-Ev hakkındaki tüm düşüncelerimi söyleyeceğim sana. Öncelikle, tıpkı bizim misafir odamız gibi aynanın içinden görebileceğin bir oda vardır; ama tabii, orada her şey terstir... Yani kitaplar tıpkı bizim kitaplarımız gibidir, ama kelimeler ters yönde yazılıdır; bunu biliyorum çünkü bizim kitaplarımızdan birini aynaya karşı tutmuştum ve karşımdaki da oradaki kitaplardan birini bana karşı tutmuştu."

–Lewis Carroll, *Aynanın İçinden*

Oğlum Olivier beş yaşında geldiğinde birkaç ay boyunca bir Lewis Carroll karakteri gibi davranmıştı. Okul öncesi öğretmeni kendisine ilk ismini yazmayı öğretmişti ve çocuk da tüm sanat eserlerini gururla imzalamaya koyulmuştu. Ancak bunların neredeyse yarısında bilmeden tuhaf bir hata yapmıştı: ismini sağdan sola doğru yazmıştı! Tüm harfler oradaydı ve sıralama doğruydu, ama ters yöne dönmüştü. Sonuçsa yazmış olması gereken asıl şeyin tam olarak aynaya yansıtılmış görüntüsüydü: REIVILO. Çocuğumun Leonardo da Vinci'yi taklit edebiliyor oluşundan gurur duymuş olsam da kendimi endişelenmekten de alamıyordum. Bu acayip davranış, başlangıç aşamasındaki disleksinin bir belirtisi miydi?

Bu konu hakkındaki bilimsel literatüre baktığımda rahatlamıştım, ama kafam da karışmıştı. Görünüşe göre dünyadaki tüm çocuklar aynı hatayı yapıyordu. Hepsi de harflerle sözcükleri onların ayna görüntülerinden ayırt etmede geçici zorluklar yaşıyordu. Aynı zamanda kendiliğinden geriye doğru yazıyor olmaları onlar için sıra dışı bir şey de de-

ğildi (Şekil 7.1).[1] Ayna yazı, Çin ve Japonya da dahil tüm kültürlerde ortaya çıkmaktadır. Çocuğun yazmaya ilk başladığı yaşta kısa bir süre için görünür kalmakta, sonra da derhal kaybolmaktadır. Eğer bu olgu sekizle on yaş civarına kadar uzamıyorsa endişelenmek için bir sebep yoktur. Doğrusu bu yaşlarda ayna hatalar disleksik çocuklarda daha sık yaşansa da ilerleyen zamanlarda kaybolabilmektedir de.[2]

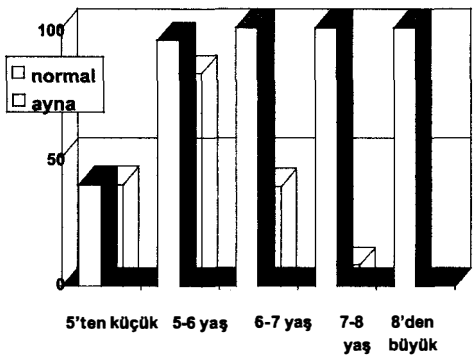
Benim oğlumda ayna yazı yalnızca birkaç ay sürdü. Kendisi okumayı ve yazmayı normal bir hızda öğrendi, ama ben okuma edinimindeki bu "ayna aşaması"nın varlığından büyülenmekten vazgeçmedim. Bu gizemli yeterlik nereden gelir? Yetişkin olan bizler, isimlerimizi sağdan sola doğru yazmayı görece zor buluruz. Bir kalemi bile zar zor tutabilen küçük çocuklar neden eğitimli yetişkinlerin yetilerini aşan yetiler sergilemektedir? Dahası bu, çocukların çizimlerindeki anomalileri veya isimlerindeki eksik harfleri kolayca belirleyebilecekleri bir yaştır. İsimlerini ters yazdıklarını neden fark edemezler ki?

Benim şimdi odaklanmayı planladığım bilmeceye sahip olduğu eşsiz tadı veren şey de bu yetenek ve körlük kokteylidir. Benzersizliğinden ötürü ayna yazı, nöron geri dönüşümü hipotezi lehine daha ileri somut bir argüman eklemektedir. Charles Darwin ve Stephen Jay Gould'un da gözlemlediği gibi evrimin en büyük desteği doğanın kusurlarında yatmaktadır. Kusursuz bir göz tasarımı veya pürüzsüz bir kanat profili belki de ilahi bir dehanın işi olabilir; ama ne tür kötücül bir ilah, bir yassı balığın bir gözünü yere bakar halde yerleştirip de o gözü gelişim sırasında kafanın etrafında göçe zorlamayı seçer ki? Hangi ilahi mimar, zürafaların işitsel sinirini kulaktan başlatıp, boynun köküne kadar indirip, ardından beyne geri döndürecek kadar sapkın olabilir? Eğer organizmalar kusursuz olsaydı akıllı tasarıma belki sempati besleyebilirdim. Ancak canlılar üzerinde yapılan çalışmalar o kadar çok hatayı gözler önüne sermektedir ki Darwin'in

[1] Cornell, 1985; McMonnies, 1992; Wolff & Melngailis, 1996.

[2] Corballis, Macadie, Crotty & Beale, 1985; Wolff & Melngailis, 1996; Terepocki, Kruk & Willows, 2002; Lachmann & Geyer, 2003.





Şekil 7.1. Çocukların çoğu, okurken veya yazarken sağ ve solu karıştırma eğiliminde oldukları bir "ayna aşaması"ndan geçmektedir. Basit bir gösterim olması açısından, James Cornell iki kız kardeşten siyah bir noktanın yanına isimlerini yazmasını istemiştir. Normal soldan sağa yazım için yeterli alan kalmadığı zamanlarda, 5 yaşında olan Lissie ismini kendiliğinden sağdan sola doğru, ayna görüntüde yazmıştır. Ancak 6 yaşında olan Meggie, ismini her zaman için normal yönde yazmıştır (Walsh ve Butler, 1996'dan sonra). Alttaki grafik, yaşın bir işlevi olarak isimlerini normal veya ayna görüntüde yazan çocukların sayısını vermektedir. Beş yaş civarındaki neredeyse tüm çocuklar, her iki yönde de eşit derecede yeterli gibi göründükleri geçici bir aşamadan geçmektedir (veri Cornell, 1985'ten alınmıştır).

kuramı açık arayla galip gelmektedir: bu aptalca tuhaflıkları yalnızca evrimin kör işleyişi açıklayabilir.

Paralel bir argüman psikolojide de kullanılabilir. Davranışlarımızın çevremize uyum sağlama biçimiyle ilgili her zaman için rekabet halinde iki açıklama vardır. Bu uyumlanma; evrimin bizim genetik yapımız üzerindeki etkilerinden

veya öğrenmeden kaynaklanıyor olabilir. Yeterliğe sahip yetişkinlerdeki okumada olduğu gibi davranış kusursuz biçimde uyumlanmış gibi göründüğünde, doğal olanı eğitimden ayırmak zorlaşmaktadır. Burada da kusursuzluktan ayrılış yine ilginçtir. Bir çocuk bir yanda sistematik bir hata yaptığında veya öte yanda öğrenmiş olabileceğinin ötesine geçen bir yeterlik sergilediğinde, bu çocuğun evrim süresince miras aldığı ve üzerinde oynanmış olan zihinsel mekanizmalara başvurduğuna dair elimizde net bir kanıt oluşmaktadır.

Stephen Jay Gould'un da aynı isimli kitabı[3] sayesinde, pandaların başparmağı evrimsel tamirciliğin sembolü haline gelmiştir. Bu "başparmak" aslında gerçek bir parmak değil, uygun bir kas dokusuyla birlikte pandaların bambuyu yerken tutabilmelerini sağlayan bir bilek kemiği uzantısıdır. Kafası çalışan herhangi bir mühendis var olan parmaklardan birini kopyalardı, ama Doğa Ana bu evrilmiş tertibatın içinde kullanmak için var olan bir başka kemiği, yani susamsı kemiği seçmeyi daha kolay bulmuştur. Bu tuhaf düzeneğin varlığı pandaların ellerini şekillendirenin bir akıllı tasarımcıdan ziyade evrim olduğu gerçeğine de tanıklık sağlamaktadır.

Benim argümanımsa ayna okumanın eşit derecede çarpıcı bir anomali, beyindeki panda başparmağı olduğu yönündedir. Eğer çocuklar okuyup yazarlarken sağı ve solu kendi kendilerine şaşırıyorsa bunun sebebi formal eğitimden önce görsel sistemin halihazırda güçlü bir simetri baskısına riayet etmesidir. Görsel sistemimiz doğanın sağla solla ilgilenmediğini varsaymakta ve dolayısıyla çocukları ayna yönleri genellemeye zorlamaktadır. Bize evrim tarafından verilen bu simetri baskısı, beynimizin yapısının derinliklerine gömülüdür ve normal ve patolojik okuma üzerine güçlü bir etki uygulamaktadır.

Özetle, görsel sistemimizin mimarisi okuma için uygundur. Bu sistem harflerin sözcüklerin şekillerini boyutlarından bağımsız olarak etkili biçimde tanımamıza olanak sağlamaktadır. Ancak simetri genellemesi okumaya ayakbağı

[3] Gould, 1992.

olan bir görsel özelliktir. Bu özellik okumayı yavaşlatmakta ve "p" ve "q" gibi harfler arasında sistematik karışıklıklara yol açmaktadır. Pandaların başparmağı gibi bu anomali de beynimizin oluşma sebebinin okuma olmadığı, ama elinin altındaki tüm yolları kullanarak okuma amacıyla dönüştüğü noktasını netleştirmektedir.

Hayvanlar Sağı Solu Karıştırınca

Sağ ve solun karıştırılması üzerine yapılan sistematik çalışmaların tarihi Pavlov'a kadar uzanmaktadır. 1920'lerde kendisinin laboratuvarı hayvan şartlanmasının sınırlarına odaklanmıştır. Bir köpek bir ipucuna salya akıtırken diğerine akıtmamayı öğrenebilir mi? Hayvanlar genellikle görsel uyarıcıları ayrıştırmada başarılı olmaktadır, ama Pavlov köpeklere sağı ve solu ayırt etmeyi öğretmeye çalışırken ilginç sonuçlar elde etmiştir. Köpekler sağ taraflarına dokunulduğunda salya akıtmaya şartlandıklarında soldan gelen uyarıcıya da aynı karşılığı vermektedir. Görünüşe göre ayna ayrıştırma onların kapasitesinin ötesindedir. Bu hayvanların nihayet simetrik uyarıcıları ayrıştırmasını sağlayan şey korpus kallozumun, yani iki lobu birbirine bağlayan telcik sahasının, ameliyatla kesilmesi olmuştur. Pavlov, ayna hataların bir lobda edinilen bilginin korpus kallozum yoluyla diğer loba aktarılmasında kullanılan etkin genellemeden kaynaklandığı sonucuna varmıştır.

Pavlov'dan beri hayvanlar üzerinde yapılan sayısız çalışma, ayna karışıklığının aynı anda birden fazla yerde bulunma özelliğini gözler önüne sermiştir.[4] Bir güvercinin, üzerinde çaprazlama bir çizgi bulunan bir anahtarı gagalamak üzere eğitildiğini ve sonrasında da bunu rastgele yönlere sahip çizgilere genelleyip genellemeyeceğinin test edildiğini düşünelim. İki tane tepki zirvesi gözlemlenebilecektir: güvercin hem öğrenilmiş yönelime hem de onun tam olarak simetrik karşılığına tepki verecektir. Bu kuş her ne kadar daha önce hiç yeni bir simetrik yöne sahip çizgiyle karşılaş-

[4] Corballis & Beale, 1976.

mamış olsa da, bu yeni görüntü öğrenilmiş olanla aynıymış gibi davranacaktır. Yine kendiliğinden gelişen bu yeterlik de loblar arası bağlantı kesildiğinde kaybolmaktadır.[5]

Psikoloji bizim de güvercinler ve köpekler gibi davrandığımızı göstermektedir. Görsel bir şekli öğrendiğimizde biz de bu görüntüyü derhal onun ayna görüntüsüne genişletiriz. Michael Tarr ve Steven Pinker bunu kanıtlamak için öğrencilere birkaç dala sahip birer ağaç gibi görünen yeni şekiller için rastgele isimler öğretmiştir.[6] Eğitimin ardından öğrenciler, aralarından bazıları özgün uyarıcının ayna görüntüsü olan yeni şekiller görmüştür. Öğrenciler her ne kadar onları daha önce hiç görmemiş olsalar da bu yeni uyarıcıların isimlerini özgün olanların isimlerini söyledikleriyle aynı hızda söylemiştir. Yani sol-sağ simetrisi sinir sistemimize fazladan yük olmamaktadır; öğrendiğimiz her şekil derhal kendi ayna yönüne genellenmektedir.

İşte size basit bir hafıza testi. Mona Lisa'nın omuzlarını hangi yöne döndürmüş olduğunu veya hangi elini diğerinin üstüne yerleştirmiş olduğunu hatırlıyor musunuz? Bozuk paralarda George Washington'ın sağ profili mi görünür, sol profili mi? Özgürlük heykeli, kitabı sağ eliyle mi tutmaktadır, sol eliyle mi? Kararınızı Şekil 7.2'deki cevaplara bakmadan önce verin; özgüveniniz biraz sarsılabilir.



Şekil 7.2 Görsel hafızamız, yönelime duyarsızdır. Bu görüntüler tanıdık geliyor mu? Ancak onları ilk kez algılıyorsunuz; hepsi ayna çevrimine uğradı.

[5] Beale, Williams, Webster & Corballis, 1972.

[6] Tarr & Pinker, 1989.

Güney California Üniversitesinden Irving Biederman ve meslektaşları tarafından yürütülen deneyler, insan hafızasının ayna karışıklığıyla bozulduğunu doğrulamaktadır. Bu durum algısal bir tetikleme etkisine dayanmaktadır: bir görüntüyü gördüğümüzde, onun ismini daha önce görmüşsek –haftalar öncesinde olsa bile– ilk kez gördüğümüzden daha hızlı söyleriz. Bu tetikleme etkisi bir görsel hafıza izinin günler veya haftalar boyunca kalıcı olduğuna işaret etmektedir. Ancak bir fotoğrafa hiç mi hiç benzemeyen bu hafıza, gördüğümüz şeyin görüntüsünü kusursuz biçimde korumamaktadır. Görsel tetikleme ikinci görüntü uzamsal olarak yanlış yerde olduğunda veya ayna karşıtlığında bulunduğunda bile gerçekleşmektedir.[7] Yani görsel bir sahneye dair hafızamız soyuttur ve görüntü çevirisine ve simetriye direnmektedir.

Özetle bir görüntü bize tanıdık geldiğinde hafızamız o görüntünün uzamsal yönünü kesinleştirmede sıklıkla başarısız olmaktadır. O görüntüyü tekrar gördüğümüzde bunun ilk gördüğümüzdekinin aynısı mı yoksa onun ayna görüntüsü mü olduğuna karar veremeyiz. Bu ayna genellemesinin algısal kısıtlılıkla hiçbir ilgisi yoktur. Retinamızın üzerinde, Mona Lisa'nın sağ ve sol profilleri gibi iki ayna görüntü, birbirinden farklıdır. Görsel sistemimiz aynı açıdan görülen iki ayrı yüz arasındaki fark gibi çok daha ince ayrımlar için yeterlidir. Eğer ayna görüntüleri karıştırıyorsak bunun sebebi onları görmüyor olmamız değildir. Bu hatanın oluşma sebebi daha ziyade görsel sistemimizin çeşitli görüşleri aynı etiket altında topluyor oluşudur. Aynı görüntünün sağ ve sol açılarına tek ve aynı nesne gibi davranılmaktadır.

Evrim ve Simetri

Sinir sistemimiz sağ-sol dönüşümüne karşı neden duyarsızdır? Bunun sebebi muhtemelen bu ayrımın büyük oranda ilgisiz olduğu bir ortamda evrilmiş olmamızdır.[8] Dünya her ne kadar üç boyutlu olsa da bu boyutların yalnızca iki aksı evri-

[7] Biederman & Cooper, 1991; Fiser & Biederman, 2001.

[8] Corballis & Beale, 1976.

mimiz üzerinde güçlü bir etkiye sahip olmuştur. Bu aksların ilki, yani dikey olan, yerçekiminin gücü tarafından belirlenmektedir. Yalnızca hareket edebilen türler için geçerli olan ikincisiyse önden arkaya doğru gitmektedir. Bu aks, duyu organlarımızın ve beslenme aparatımızın oldukça mantıklı bir biçimde konuşlandığı ve dolayısıyla vücudun öncelikli tarafı olan ön tarafımızı tanımlamaktadır. Bu aksların ikisi birlikte, vücudun eşgüdümlü çerçevesini belirlemiştir. Aynı zamanda nihai olarak da uzay algımızı etkilemişlerdir. Dikeyi yataydan, uzağı yakından veya bir hayvanın önünü arkasından ayırmak, hayatta kalmak için temel işlemlerdir. Milyonlarca yıl süren güçlü baskılar beynin bu geometrik kısıtlamaları benimsemesine yol açmıştır. Tıpkı diğer primatlarınki gibi bizim görsel sistemimiz de uzaklıkları işlemek yukarıdan veya aşağıdan yaklaşan tehlikelerden (bir kartal veya yılan) sakınmak ve yüzlerle onların sahip oldukları duygu ifadelerini ayırt etmek için karmaşık mekanizmalar içermektedir; arka kısımlara karşı duyarlılığımız daha azdır.

Önemli bir başka nokta da uzayın üçüncü değişkeni olan sol-sağ aksına evrim tarafından daha az ilgi gösterilmiş olmasıdır. Bir kaplanın sağ ve sol profilleri de eşit miktarda tehlikelidir; ama hayvan baş aşağı olduğunda veya sola yatık olduğunda çok daha az tehdit oluşturmaktadır.[9] Sol-sağ akslardaki dönüşümün sonuçları küçüktür, çünkü bu dönüşüm dünyada temel olarak herhangi bir şeyi değiştirmemektedir. Eğer fotoğraf herhangi bir sözcük, araba, sokak işareti veya insan yapımı bir başka nesne barındırmıyorsa doğal bir sahnenin resmini incelediğimizde sağ ve solun ne zaman ters döndüğünü bilemeyiz.

Sağ ve solun ayırt edilmesi için güçlü hiçbir evrimsel baskının olmaması bir yana, var olan baskı da muhtemelen bunların karıştırılması lehine işlemiştir. Eğer amaç geçmiş bir bilgiyi çabucak genellemekse ayna görüntüleri birbirine karıştırmak faydalı olabilmektedir. Örneğin atalarımızdan birinin kendisine sağ taraftan saldıran bir kaplanla karşılaşmasından sağ kurtulduğunu ve ardından aynı kaplanın

[9] Rollenhagen & Olson, 2000.

bu kez sol taraftan yaklaşmakta olduğunu farz edelim; hayvanı derhal tanıması kendisine kesinlikle yardımcı olacaktır.

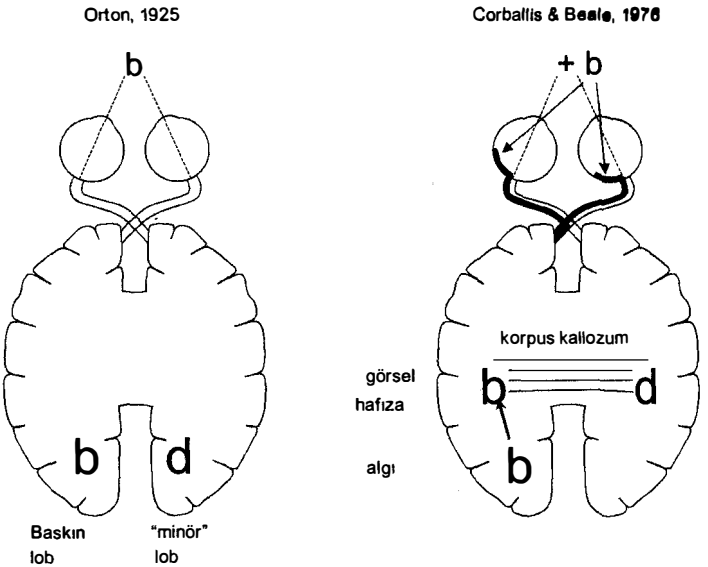
Evrim nesiller boyunca bize sağ ve sol görüşleri genelleyebilen bir görsel sistem bahşetmiştir. Bunun talihsiz bir sonucu olarak sinir sistemimiz aynada görüldüğünde birbirinin aynısı olmayan, ayakkabı veya eldiven gibi, nesneleri karıştırma riskini taşımaktadır. Ancak bu büyük bir risk değildir. Doğal bir çevrede hayvanların ve bitkilerin çoğu en azından yüzeysel olarak bir simetriye veya sözde-simetriye sahiptir; iç organların simetrik olmasına gerek olmasa da vücudun dışı sıklıkla simetriktir. Görünüşe göre evrim, eğer kritik durumlarda daha hızlı tepkiler vermemizi sağlayacaksa solu ve sağı görmezden gelmenin bizim kazancımıza olduğunu hesaplamıştır.

Simetri Algısı ve Beynin Simetrisi

Ayna algısına sebep olan biyolojik mekanizmalar nelerdir? Geçtiğimiz seksen yıl boyunca, tartışmalı bir hipotez, yani Orton'ın kuramı, psikoloji camiasında büyük miktarda ilgi ve anlaşmazlık yaratmıştır.[10] 1920'lerde okuma bozukluğu üzerine yapılan çalışmalara öncülük etmiş Amerikalı bir doktor olan Samuel Orton, bu bozuklukları beynin anatomisine bağlama girişiminde bulunmuştur. Ortaya attığı kuram disleksik hataları açıklamaya yönelik sistematik ilk teşebbüstür. Bu sebepten dolayı, beynin anatomisine dair şu anki bilgimiz bu hipotezi biraz zorlama bulmamıza yol açsa bile kendisi özel bir tarihsel ilgiye haizdir.

Peki ne önermiştir? Orton sol lobun, sağ lobun neredeyse bir ayna görüntüsü olduğunu belirtmiştir. Bu temelde de iki lobun görsel bilgiyi ayna-simetrik yollarla kodladığı şeklindeki cüretkâr varsayımı öne sürmüştür. Orton'a göre, sol lob ne zaman "b"yi görse, sağ lob da onun simetrik görüntüsü olan "d"yi görmektedir (Şekil 7.3). Orton bu kuramsal çevrimin nöral açıdan nasıl işlediğini açıklamada başarısız olmuş; yalnızca "herhangi bir görsel uyarıcı tarafından ışık

[10] Orton, 1925, 1937.



Şekil 7.3. İki nöroloji kuramı ayna-görüntü karışıklıklarını açıklama girişiminde bulunmuştur. Orton'a (1925) göre beynin simetrisi, her bir görsel imajın iki kez kodlandığı anlamına gelmekteydi: bir kere baskın lobda uygun yönelimle, bir kere de diğer lobda dönmüş yönelimle. Ayna karışıklıkları, kişi minör lobdaki görsel kodu engellemede başarısız olduğunda ortaya çıkmaktaydı. Corballis ve Beale'ın alternatif kuramıysa (görsel sisteme dair modern bilgilerimizle uyumlu olarak) bir harfin sunumunun başlangıçta karşıt lobdaki görsel alanları etkinleştirdiğini öne sürmektedir. Ancak etkin bir öğrenme mekanizması, ezberlenmiş şekli *korpus kallozum* yoluyla diğer loba aktarmaktadır. Bu aktarım sırasında, iki lobdaki simetrik noktaları birbirine bağlayan bu bağlantıların geometrisi bir sağ-sol çevrimi dayatmaktadır. Bu yüzden Corballis ve Beale'a göre ayna karışıklıkları, gerçek bir hatadan çok, genellemedeki bir aşırılıktan kaynaklanmaktadır. Görsel sistemimiz, evrim sürecinde, ayna görüntülerin genellikle aynı nesnenin iki farklı görüntüsü olduğu gerçeğini benimsemiştir.

tutulan sağ lobdaki hücre gruplarının, soldaki hücre gruplarının tam olarak ayna karşılığı olduğunu" belirtmiştir.[11]

Eğer biri bir nesneyi diğeri de o nesnenin ayna görüntüsünü temsil eden zihinsel iki görüntü beyinlerimizde eş zamanlı olarak mevcutsa, demiştir Orton, solu ve sağı karış-

[11] Orton, 1925, s. 607.

tırmamızın o kadar da şaşılacak bir tarafı yoktur. Orton'ın kuramı bizim bizi çevreleyen şeylerin yönünü bir loba kulak verip öbürünü susturarak algıladığımızı varsaymaktadır. Normal denekler harfleri ve sözcükleri isimlendirmek zorunda kaldıklarında genellikle sol loba yani dil kısmına dayanmaktadır. Orton'a göre bizler sözcükleri okurken sol lobun baskın hale gelmesine izin vermekte ve sağ lobdan gelen görsel bilgiyi göz ardı etmeyi öğrenmekteyiz. Yalnızca sol loba dayanarak "b"yi "d"den ayırmayı başarmaktayız; aksi halde bunlar ayırt edilemez olurdu.

Orton'ın kuramında son bir bileşen vardır. Orton, sağ-sol hatalarının bazı insanlarda ortaya çıkmasının sebebinin zayıf lob ayrımı olduğunu varsaymıştır. Bu bozukluk bu insanların tek seferde seçici olarak tek bir loba yüklenmesini engellemektedir. Bu kişiler rastgele bir biçimde bir loba veya diğerine dayanarak sol ve sağı kaçınılmaz biçimde karıştırmakta ve ayna görüntüleri birbirinden ayırmada başarısız olmaktadır. Orton bu kuramsal patolojiye, Yunanca "sembol çevrimi" kökünden "strefosemboli" adını vermiştir.

Aradan geçen seksen yıl ve sonradan anlamanın verdiği bilgelikle, Orton'ın görüş üzerine kuramları oldukça basit görünmektedir. Ne var ki kendisi önemli bir nokta konusunda haklıdır: sol ve sağ lobun oksipital bölgesinde bulunan görsel haritaların düzeni, gerçekten de birbirlerinin ayna görüntüsü şeklindedir. Ancak Orton'ın inandığının aksine gelen görüntüler iki lobun birincil görsel alanlarında *kopyalanmamaktadır*. Görsel yansımalar çok daha basittir: görsel alanın sol yarısı sağ loba, sağ yarısı da sol loba yansımaktadır. Yani görsel alanın sağ tarafında bir "p" gördüğümüzde bu şekil sol lobun birincil görsel alanı tarafından kodlanmakta, ama sağ lobda birincil görsel alana karşılık gelen bölge –veya homolog– boşluğun diğer yanından herhangi bir görsel bilgi gelmediğinden hiçbir şeyi kodlamamaktadır.

Gelen bilgi görsel alanlar hiyerarşisinde daha da ilerledikçe Orton'ın kopyalama sorunu daha da gerçekçi bir hal almaktadır. Retinaya işlevsel olarak daha uzakta bulunan ikincil ve üçüncül görsel alanlar görsel alanın gittikçe

daha da büyüyen kısımlarına karşılık vermektedir. Sonuç olarak da tek bir görsel nesne her iki lobdaki nöron gruplarını etkinleştirmeye başlamaktadır. Ancak aynı zamanda nöron kodu da gittikçe soyut bir hal almaktadır. Nöronların uzamsal dağılımı artık retinanın üzerindeki nesnenin şeklini itaatkâr bir biçimde yansıtmayı bırakmıştır. Bölüm 3'te de gördüğümüz gibi çizgi yönü, kıvrımlar, renk veya diğer şekil belirleyiciler için birleşimsel bir kod ortaya çıkmaktadır. Yani görsel hiyerarşinin daha üst kısımlarında, sağ ve sol lobda "p" harfini kodlayan iki nöron dizisi görsel uyarıcı gibi *şekillenmemektedir*. Orton'ın inancının aksine bu ikisinin birbiriyle "tamamen simetrik" olmasının bir yolu yoktur.

Orton'ın kuramının sorunlarından bir diğeriyse her iki lobda "p" harfini kodlayan nöron devreleri birbirinin ayna görüntüsü olsa bile nöron simetrisinin neden zorunlu olarak ayna algısı hatalarını gerektirdiği noktasının net olmamasıdır. Görünüşe göre bu noktada Orton'ın hipotezi yanlıştır. Bu hipotez gözlerimizdeki lensler işe görsel dünyanın görüntüsünü çevirerek başladığından görsel işlemenin de bu görüntüyü ilk önce baş aşağı çevirdiği şeklindeki safça fikri hatırlatmaktadır. Akla; beyinlerimizi kontrol ettiği, görsel alanları sanki birer bilgisayar ekranıymış gibi dikkatlice incelediği ve bunlardan bir tanesi sağla solu tersyüz edecek olursa buna kandığı varsayılan hayali bir adamdan bahseden homunkulüs kuramı akla gelmektedir. Beyne dair bu basit görüş savunulamazdır. Beynimizin içinde gizli bir gözlemci yoktur. Görsel sistemimiz başkalarının da okuyabilmesi için vardığı sonuçları dışarı vurmaya ihtiyaç duymamakta, yalnızca bilgiyi çıkartıp davranışımıza yardımcı olacak çeşitli biçimlerde kodlamaktadır.

Orton'ın inandığının aksine, "p" harfinin sol lobda ve ona tam olarak simetrik olacak şekilde sağ lobda bulunan birer grup nöron tarafından temsil edilmesi önemli değildir; bu grupların ikisinden biri, "p" harfi için kusursuz biçimde uygun bir soyut kod olabilir. Bu gruplardan birinin ayna terslığine sahip olduğunu iddia ederken diğerinin doğru yöne sahip olduğunu ve gerçek görüntüyü temsil ettiğini öne sür-

mek temel bir hatadır; sanki "kırmızı" sözcüğü kırmızı renkli nöronlar, görsel hareketse hareket halindeki nöronlar tarafından kodlanıyormuş gibi!

Orton'ın lob yanallaşmasına dair görüşleri de aynı derecede basit gibi görünmektedir; eğer sol lobumuz nesnelerin yönlerini her zaman için doğru, sağ lob da her zaman için hatalı kodluyorsa uzamsal hafıza veya görsel dikkat gibi öncelikli olarak sağ lob tarafından yapılan her tür görevde ayna hatalar yapmamız gerekmektedir.

Kısacası Orton'ın hipotezi kodu ve kodun temsil ettiği şeyi birbirine karıştırmıştır. 1920'lerde yazılı sözcüklerin nöron kodunu beyin yüzeyindeki bir tür "görüntü"den başka bir şey olarak düşünmek zordur. 1950'lerde bilişim kuramı ve bilgisayar biliminin ortaya çıkışı bize bir kodun doğasına dair daha iyi bir anlayış sunmuştur. Artık herhangi bir işaret sisteminin belirsiz olmaması ve yeterli kodlama ve çözümleme rutinleriyle gelmesi koşuluyla bir bilgi aracı olarak kullanılabileceğini bilmekteyiz. Nöron kodunun, temsil etmesi gereken nesnenin şekline sahip olmasına gerek yoktur.

Tüm bu eleştiri bombardımanına rağmen Orton'ın hipotezi garip bir biçimde çekiciliğini korumaktadır. Her şeyden öte kendisinin kuramını çürütmek bu kuramın arkasındaki gerçekleri ortadan kaldırmamaktadır. Çok sayıda çocuk sağ ve solu birbirine karıştırmakta, okuyup yazarken ayna hatalar yapmaktadır. Dahası bu çocuklar için solak olmak veya anormal lob yanallaşmasına işaret eden konuşma bozukluklarına sahip olmak sıra dışı bir şey değildir. Orton'ın kuramı kurtarılabilir, kuramın boşlukları da doldurulabilir mi?

Dr. Orton'ın Modern Takipçileri

1970'lerde Auckland Üniversitesinden Michael Corballis ve Ivan Beale, Orton'ın kuramının modern bir yeniden okumasını önermişlerdir.[12] Bu araştırmacılar modern nörobilim verileriyle uyumlu bir şekilde, her iki lobdaki görsel alanların da gelen görüntülerin birbirinden bağımsız parçalarını

[12] Corballis & Beale, 1976, 1993.

işleyerek işe başladığını ileri sürmüştür (*bkz*: Şekil 7.3). Görsel alanların anatomik simetrisi yalnızca, veriler bir lobdan diğerine aktarılırken devreye girmektedir. Corballis ve Beale, bir lob yeni bir görsel bilgiyi her edindiğinde hafıza izinin derhal diğer loba aktarıldığını, böylece iki lob arasındaki tutarlılığın sürdürüldüğünü iddia etmiştir. Doğal olarak bu aktarım öncelikle korpus kallozuma, yani iki lobun simetrik alanlarını birbirine bağlayan geniş telcikler dizisine dayanmaktadır. Bu telcikler simetrik görsel alanlar arasında bire bir örtüşme sağladığı için Corballis ve Beale, bu aktarımın sağı ve solu tersine çevirmesi gerektiğini ifade etmiştir. Böylelikle, loblar arası bağlantılarımızın geometrisinin önemsiz bir sonucu olarak görsel hafızalarımız anında aksetmektedir.

Corballis ve Beale'ın modelinin ilginç bir yönü algının kendisinin hatalı olduğu çıkarımına ulaşmamasıdır. Bizler görsel işlemenin ilk aşamalarında düzgün bir yönelime sahip görsel dünyayı doğru bir biçimde algılarız. Bu bilgi eylemlerimizi etkili bir biçimde yönlendirmede kullanılabilir; örneğin "b" harfinin dış hatlarını bu harfin iki tarafını tersine çevirmeden de takip edebiliriz. Edinilmiş görsel bilgi yalnızca ikinci aşamada biz o harfi ezberlediğimizde genellenmektedir. Mona Lisa'nın yüzünün hangi yöne dönük olduğunu hatırlayamamamızın sebebi de budur.

Corballis ve Beale'ın kuramının ayna çevrimleri açıklama biçiminin somut bir örneği de bu şekildedir. Bir çocuk aldığı ilk okuma dersi sırasında "b" harfini görür ve onun *be* şeklinde okunduğunu öğrenir. Eğer bu görüntü çocuğun ilk önce solunda belirirse başlangıçta nöron popülasyonlarının bu şekli ismiyle bağlantılandırmayı öğrendiği sağ lobda kodlanmaktadır. Ezberlenen bu bilgi "b" şeklinin bir "d" şeklini aldığı diğer loba aktarılmaktadır. Yani "d" şekli de *be* sesiyle ilişkilendirilmeye başlamaktadır. Ertesi sabah görsel alanının sağında bir "d" şekli gören çocuk güven içinde bu şeklin bir *be* olduğunu savunacaktadır. Ama çocuğun öğretmeni çocuğu büyük bir şaşkınlık içinde bırakarak o harfin aslında *de* olduğunu söyleyecektir. Bu yeni bilgi de ezberlenecek; ama "b" harfine dair önceki bilgiyi derhal karıştıracaktır.

Eğer Corballis ve Beale haklıysa çocuğun okumayı öğrenebilmek için otomatik aynalamayı kapatması gerekmektedir. Çocuk, "b" ve "d"yi farklı açılardan görülen aynı nesneler olarak görmeyi bırakmalıdır. Bu unutma süreci tüm çocuklar için zordur ve kimi disleksik çocuklar için başa çıkılamaz dertler yaratmaktadır.

Orton'ın önceki önerisindeki sorunlar Corballis ve Beale'ın modeli için geçerli değildir. Onların modeli nöron kodunun bir lobda doğru, diğerinde de yanlış bir yönelime sahip olduğu iddiasını sürdürmemektedir. Bu model yalnızca loblar arası aktarımın bizim görsel hafızamızı daha önce algılamış olduğumuz nesnelerin ayna görüntülerine genişlettiğini ifade etmektedir. Loblar arasındaki bu bilgi aktarımı sol görsel alandaki bir "b" harfinin sağ görsel alandaki bir "d" harfiyle aynı nöronları etkinleştirdiğine işaret etmektedir. Sonuç olarak da çizginin daha uzak alt kısımlarındaki alanların bu iki görüntüyü birbirinden ayırt etmesinin bir yolu yoktur. Harf yönüne dair bilgi henüz hafızaya bile ulaşılamadan atılmaktadır.

Peki evrim neden bilgiyi depolamaktansa aslında ihraç eden bir simetrik öğrenme mekanizmasını seçmiştir? Şüphesiz ki bunun sebebi doğal dünyada genellikle var olan simetriden faydalanmak için bu mekanizmanın basit bir yol sunmasıdır. Bu mekanizmayla donanmış bir organizma bir kaplanın sağ veya sol profilini kolayca tanıyabilecektir.

Corballis ve Beale'ın modelinde görsel beynin simetrik bir düzeninin etkin biçimde sürdürülmesi bizim aynalama yetilerimizin temelini oluşturmaktadır. Bu model bizim iki lobu birbirine bağlayan görsel bağlantıların bire bir dizilişine sahip olarak doğduğumuzu ve öğrenme mekanizmalarının başlangıçtaki bu simetriyi korumak için sürekli olarak çalıştığını varsaymaktadır. Korpus kallozumun bağlantılarının nasıl olup da tıpkı bir kelebeğin kusursuz bir simetriyle çözülen kanatlarına benzeyen simetrik beyin alanları arasındaki bu noktası noktasına örtüşmeyi birkaç gen ve uzamsal eğimlerin yardımıyla doğuştan sağladığını hayal etmek

görece kolaydır.[13] Doğumun ve görsel dünyayla herhangi bir etkileşimin öncesinde beyin sol-sağ simetrisini çevresinde bulunmasını bekleyecek kadar temel bir özellik olarak benimsemektedir. Çevreyle olan etkileşimimizi artıracak dahili bir mekanizma olan simetri genellemesinin kabloları muhtemelen hepimizin beyninde önceden döşenmiştir. Ancak bu üstünlüğü sürdürebilmek için beynimizin başlangıçtaki simetrisini korumak için mücadele etmesi gerekmektedir. Corballis ve Beale'ın mekanizmasının anahtarı da burada yatmaktadır: öğrenme bir lobdaki nöron ağlarını her değiştirdiğinde kallozal aktarım da benzer bir öğrenmenin diğer lobda gerçekleşmesini, böylece de simetrinin tamir edilmesini sağlamaktadır.

Simetrik Bir Beynin Artıları ve Eksileri

Hipotezi değerlendirmek adına kusursuz birer "Corballis makinesi", yani nöronları ve bağlantıları her iki lobun tamamında en ince ayrıntısına değin aynalanan, ideal simetrik organizma olduğumuzu farz edelim. Nasıl davranırdık? Yine uzayda dolaşabilir, sağı soldan ayırabilir veya görsel nesneleri adlandırabilir miydik? Ne tip hatalar yapardık? Bu hatalar küçük çocukların ayna hatalarıyla bağlantılı olur muydu?

Burada hatalı bir fikri düzeltmemiz gerekmektedir. Bir organizma sinir sisteminin en derin boşluklarına değin kusursuz biçimde simetrik olsa bile her durumda solu ve sağı karıştırması gerekmezdi. Aslına bakılırsa böylesi bir organizma asimetrik uyarıcıya karşılık olarak uzamsal yönelimli eylemleri gerçekleştirme yetisine sahip olurdu. Örneğin bu organizmanın sağ taraftan bir kaplanın geldiğini gördüğünü ve bu durumda sola kaçmak üzere programlandığını düşünün. Organizmanın vücut planının simetrisi, simetrik bir

[13] Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalardan bilindiği kadarıyla bölünen aksonların beynin orta çizgisi boyunca süren yolculuklarını düzenleyen ve mutasyonu disleksiyle ilişkilendirilen (Hannula-Jouppi vd, 2005) ROBO1 geninin asıl rolünün bu olduğunu düşünmek çekicidir.

sahneye (sol taraftan gelen bir kaplan) karşılık olarak simetrik bir eylemde bulunulması (sağ tarafa doğru koşmak) işaretini verecektir. Dolayısıyla bu sahneyi gözlemleyen herkes her ne kadar kusursuz biçimde simetrik olsa da bu organizmanın solu sağdan doğru şekilde ayırt edebildiği sonucuna varacaktır.

Bu farazi simetrik organizmamız yanıt konvansiyonel ve mekândan bağımsız olduğunda yalnızca birbirinin aynısı iki ayna görüntüye karşılık verecektir. Örneğin simetrik bir organizma bir kaplanın sağ profilini gördüğünde "kaplan" demeyi öğrenirse sahip olduğu vücut planının simetrisi onu kaplanın sol profilini gördüğünde de aynı cevabı vermeye zorunlu kılacaktır. Diğer bir deyişle, organizma kaplanın uzaydaki yöneliminden bağımsız olarak onu tanıyabilir ve hatta hayvanın adını bile söyleyebilir. Organizma kaplanı ilk kez yeni bir açıdan gördüğünde bile bu kullanışlı özellik geçerlidir.

Kısacası simetrik bir beyne sahip olmanın ve bu beynin öğrenme süresince korunmasının iki avantajı vardır:

- Vücut planının simetrisi görsel nesnelerin sağ-sol yöneliminden bağımsız olarak organizmanın bu nesneleri tanımasına olanak sağlamaktadır.
- Ancak bu, uygun ve uzamsal yönelimli hareketlerin gerçekleştirilmesini engellememektedir.

Ancak simetrik bir organizmanın gerçekleştiremeyeceği iki tür işlem vardır:

Asimetrik bir nesnenin ayna görüntüsüne değil, ama kendisine rastgele bir karşılık yaymak. Bu tür bir işlem gerçek hayatta oldukça faydalıdır. Örneğin biz "b" harfini *be* şeklinde okuruz, "d" harfini değil. Aynı şekilde sol elin görüntüsüne karşılık "sol" deriz, ama sağ elin görüntüsüne karşılık bunu söylemeyiz. Kusursuz simetriye sahip bir organizma ne kadar basit görünürlerse görünsünler bu görevleri yerine getiremezdi.

Uzamsal hiçbir bilgi içermeyen bir emre karşılık olarak asimetrik bir uzamsal hareket gerçekleştirmek. Bu-

nun gerçek hayattaki bir örneği sözlü olarak verilen "sağ" emrine karşılık olarak sağ eli kaldırmak şeklinde olabilir. Kusursuz simetriye sahip bir organizma bunu yapamayacaktır; işitsel alanlarla motor emirleri köprüleyen bağlantıların aynı zamanda sol kol hareketi üretmesi gerekecektir. Dolayısıyla böylesi bir organizmanın iki uzvuyla da simetrik jestler gerçekleştirmesi beklenecektir; ya da eğer organizmaya bir dereceye kadar gürültü sızarsa sözlü bir emre karşılık olarak rastgele bir biçimde sol veya sağ el kaldırılabilir.

Şaşırtıcı bir şekilde simetrik organizmaların kavramsal sınırları hayvanlar ve çocuklara dair yapılan deneysel gözlemlerle örtüşmektedir. Hiçbir çocuk tanıdık bir nesnenin adını söylemekte hiçbir sıkıntı çekmemektedir; nesne yeni bir açıdan görülüyor olsa bile. Bir topu sağ elinde tutan hiçbir çocuk onu fırlatmak için sol kolunu hareket ettirmez! Ancak başlangıçta tüm çocuklar "b" ve "d" harflerini birbirinden ayırmada ve sağ ve sol ellerini etiketlemede zorluklar yaşamaktadır.

Özetle, her ne kadar bir miktar yüzeysel görünse de öğrenme süresince simetrisini etkin olarak koruyan simetrik bir beyin kavramı ilgiyi hak etmektedir. Görünüşe göre bu kavram sağ ve solla uğraşırkenki kimi bilişsel sınırlarımızı yakalamaktadır. Ancak Corballis ve Beale'ın öne sürdüğü gibi, loblar arası aktarımın sağ-sol zıtlığını dayattığına dair herhangi bir kanıt var mıdır? Devam etmekte olan tartışmalar hiç de göründüğü kadar safça geometrik ve biyolojiyle bağlantısız değildir. Çeşitli deneylerin sonuçları simetri algısını beynin simetrisiyle bağdaştırmaktadır.

Tek Nöron Simetrisi

Nörofizyoloji simetri algısının nöral temeli üzerinde çalışmaya henüz yeni yeni başlamıştır, ama eldeki veriler ayna simetriye zaten alt temporal korteksteki –yani insanlardaki "beynin posta kutusu"nun bulunduğu alandaki- nöronlar tarafından çıkartılan birincil sabitlerden biri olarak işaret

etmektedir. Daha önce de belirttiğim gibi alt temporal korteksteki nöronlar, bakış açısındaki değişimlerden bağımsız olarak, belirli görsel nesneleri tercih etme eğilimindedir. Örneğin Jennifer Aniston'ın yüzünü tercih eden bir nöron bu görüntünün retinadaki boyutu veya konumundan bağımsız olarak bu tercihine bağlı kalmaktadır. Yakın zamanlarda, nörofizyologlar bu nöronlardan bazılarının aynı zamanda ayna simetri için de sabit olduğunu bildirmiştir:[14] bu nöronların çeşitli görüntülere verdikleri tepkilerin profili, bu görüntüler sağ-sol değişimine maruz bırakıldığında bile aynı kalmaktadır.

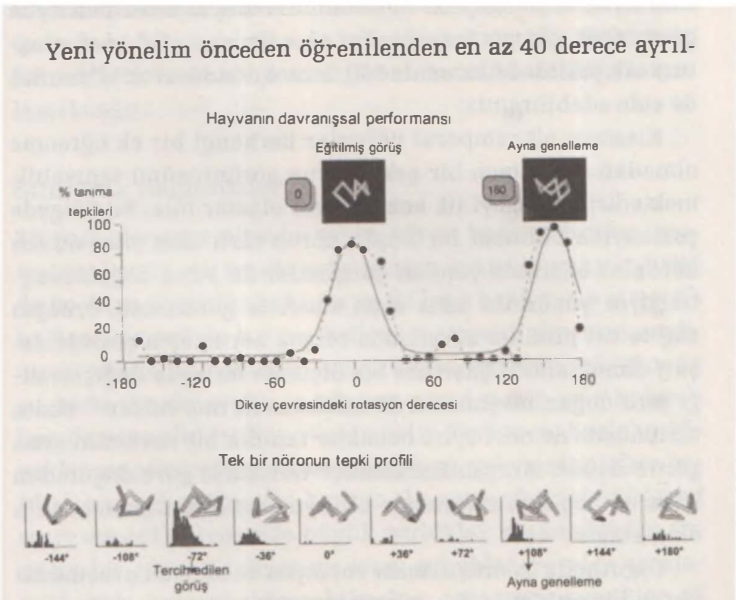
Önemli bir biçimde bu nöronlar aynı zamanda genellikle dikey değişimlerden çok yatay değişimlere karşı daha fazla değişmezlik göstermektedir. Örneğin bir nöron "p" şekli için ateşleniyorsa aynı zamanda bu şeklin sol-sağ aksındaki ayna görüntüsü ya da "q" şekli için de güçlü bir biçimde deşarj olmakta; ama aynı nöronun dikey aks üzerinde simetrik olan şekillere de aynı biçimde karşılık vermesi gerekmemektedir. Diğer bir deyişle, bu nöron "p"yi "b"den ayırt edebilirken "p"yi "q"dan ayırt edememektedir.

Alt temporal nöronlar algısal değişmezliği ortaklaşa kurmaktadır: bize boyutu ve konumuna bakılmaksızın bir nesneyi tanıma imkânı vermektedirler. Sonuç olarak yeni elektrofizyolojik veriler sol ve sağ karşıtlığının ventral görsel sistemimiz tarafından sistematik olarak ihmal edilen birbiriyle ilgisiz ayrışmalar arasında da rol oynadığına işaret etmektedir.

Eğer Corballis ve Beale'ın kuramı doğruysa ayna değişmezliğinin öğrenilmesine gerek yoktur. Bu değişmezlik bizim loblar arası bağlantılarımızın geometrisine içkin olan yapısal sabitlere aittir. Nörofizyolog Nikos Logothetis'in çalışmaları[15] bu hipotezi güçlü bir biçimde desteklemektedir. Logothetis, makak maymunlarını kıvrılmış kâğıt ataşlarına benzeyen sıra dışı üç boyutlu şekilleri –rastgele açılarla katlanmış karışık çizgi parçalarını– tanımak üzere eğitmiştir

[14] Rollenhagen & Olson, 2000; Baylis & Driver, 2001.
[15] Logothetis, Pauls & Poggio, 1995.

(Şekil 7.4). Ortaya çıkarmak istediği şey maymunların farklı açılardan gördüklerinde de bu çizgileri tanımaya devam edip etmeyecekleridir. Logothetis, eğitim sırasında maymunların her bir nesneyi özünde sabitlenmiş yalnızca tek bir açıdan görmesini sağlamak konusunda dikkatli davranmıştır; dikey aks çevresindeki en küçük bir rotasyon, bir derinlik algısı yaratmıştır. Ama değişmez tanımanın sağlanması için asgari düzeydeki bu maruz kalış yeterli midir? Logothetis, bu soruya cevap vermek için ilgisiz şekillerin dikkat dağıtıcı diğer görüntüleriyle birlikte nesnenin olası tüm görünüşlerini hayvana göstermiştir.



Şekil 7.4. Belirli bir şekille eğitimin ardından primatların görsel sistemi bu şekli ayna görüntüsüne genellemektedir. Bu deneyde, bir maymuna, telkafes bir nesnenin belirli bir bakış açısından görüntüsünü tanıması öğretilmiştir. Sonrasındaysa hayvan, aynı nesnenin çeşitli açılardan görüntüleriyle test edilmiştir (üstteki grafik). Maymun, nesneyi, nesne hem eğitim aldığı açıyla hem de bu özgün görüntünün ayna görüntüsüne karşılık gelen 180 derecelik bir rotasyonla verilen açıyla sunulduğunda tanımıştır. Öğrenmenin ardından, nöronlar hem özgün nesneye hem de onun ayna görüntüsüne karşılık vermiştir (alttaki grafik) (Logothetis, 1995'ten sonra).

dığında maymunların tanımak üzere eğitilmiş oldukları nesneyi tanımada başarısız oldukları ortaya çıkmıştır. Ancak rotasyon 180 dereceye geldiğinde tanıma da aniden fırlamıştır. Alt temporal nöronlar da buna paralel biçimde davranmıştır: birçok nöron, bir nesne öğrenmiş oldukları yönelimde sunulduğunda azami miktarda deşarj olmuş, ama nesne kabaca 40 veya 50 derece döndürüldüğünde ateşlenmeyi bırakmıştır. Ancak bu nöronlardan bazıları, açı 180 dereceye ulaştığında güçlü bir biçimde deşarj olmaya geri dönmüştür. Neden 180 derece? Bu açı yarım dönüşe karşılık gelmektedir ve kâğıt ataşı gibi tel biçimli nesnelerin bu açıya sahip görüntüleri, başlangıçtaki nesnenin neredeyse tamamen ayna görüntüsü gibi görünmektedir; eğer bir ataşı "b" harfi oluşturacak şekilde bükerseniz 180 derece döndürerek "d" harfini de elde edebilirsiniz.

Kısacası alt temporal nöronlar herhangi bir ek öğrenme olmadan da bilinen bir şeklin ayna görüntüsünü tanıyabilmektedir; o nesneyi ilk kez görüyor olsalar bile. Bu bölgede çok sayıda bulunan bir başka nöron türü olan yüze odaklı nöronlar üzerinde yapılan çalışmalar da bunu doğrulamıştır. Aynı yüzün iki adet ayna-simetrik görüntüsü, örneğin sağ ve sol profiller karşısında birçok nöron aynı şekilde deşarj olmaktadır.[16] Şaşırtıcı bir biçimde bu ayna değişmezliği yeni doğan maymunlarda halihazırda mevcuttur.[17] Bizim türümüzde de dört aylık bebekler tanıdık bir nesnenin ayna görüntüsünü tanıyabilmektedir.[18] Görünüşe göre doğumdan itibaren hepimiz esrarengiz bir ayna simetri algısına sahip olmaktayız.

Logothetis'in araştırması rotasyon ve simetri arasındaki ilginç bir zıtlığa işaret etmektedir. Görünüşe göre rotasyon değişmezliği görsel sistemimizin başlangıçtaki yeterliğine ait değildir. Bir nesne ters çevrildiğinde onun neye benzediğini öğrenmemiz gerekmektedir. Görünüşe göre bu aşamada görsel sistemimiz üç boyutlu şekillere dair herhangi derin

[16] Perrett, Mistlin & Chitty, 1989.
[17] Rodman, Scalaidhe & Gross, 1993.
[18] Bornstein, Gross & Wolf, 1978.

bir bilgiden yoksundur: yalnızca görmüş olduğu iki boyutlu görüşlere bel bağlamaktadır. Bu durumda simetrinin bu kuraldan sıyrılıyor oluşu daha da ilginç hale gelmektedir.

Hem makaklar hem de insanlar üzerinde yapılan beyin görüntüleme deneyleri erken bir aşamadaki görsel kortekste simetriye karşı olağanüstü bir duyarlılığı yakın zamanlarda ortaya çıkarmıştır. Rastgele konmuş noktalardan oluşan bir bulutun orta yerine simetrik olarak dağıtılmış birkaç noktanın konması, oksipitotemporal korteksin yanal bölgelerindeki etkinliği çarpıcı biçimde artırmaktadır. Simetriyi fark etme yetisi bu artırılmış ateşlemeyle doğrudan ilintilidir.[19] Her ne kadar evrim bizi simetrik nokta şablonlarını görmek üzere hazırlamamış olsa da bu noktalar en ufak bir simetri belirtisinde hızla ateşlenen görsel devre sistemimizde çınlamaktadır.

Simetrik Bağlantılar

Simetri algısının altında yatan nöron bağlantılarının geometrisi henüz çok sayıda araştırmaya konu olmamıştır. Belki de Beale ve Corballis haklıdır ve iki lobu bağlayan o simetrik bağlantılar setiyle korpus kallozum simetri algısının anahtarını elinde tutmaktadır. Ancak güçlü verilerin yokluğunda şu anda yapabileceğimiz tek şey parça parça ama anlamlı kanıtlar temelinde fikir yürütmektir. Pavlov ve Beale'ın köpekler ve güvercinler üzerindeki öncü çalışmalarından halihazırda bahsettim. İki hayvan da ayna görüntü çiftlerini ayırt etmeyi öğrenmede büyük zorluklar yaşamaktadır. Örneğin bir güvercin dikey ve yatay çubuklar (— ve |) arasındaki farkı kolayca öğrenebilmekte, ama aynı çubuklar 45 derece eğilerek bir ayna görüntü çiftine dönüştürüldüğünde (/ ve \ ) çok kötü bir performans göstermektedir. Ancak hem Pavlov'un hem de Beale'ın belirttiği gibi korpus kallozum zarar gördüğünde lezyon bu görevi daha da *kolay* hale getirmektedir ve bu durum loblar arası bağlantıların simetri algısına gerçekten de katkıda bulunduğuna işaret etmektedir.

[19] Sasaki vd, 2005.

Ama bu bağlantıların rolü tam olarak nedir? Farklı deneyler korpus kallozum yoluyla loblar arasında gerçekleşen bilgi aktarımının görsel boşluğu bir eldiven gibi ters döndürdüğünü, dolayısıyla sağ ve solu da ters yüz ettiğini doğrulamaktadır. Harvard'dan Nancy Mello 1960'larda güvercinlerin simetri algısı hakkında uzun süredir unutulmuş olan bir dizi makale yayınlanmıştır.[20] Bu kuş türü faydalı bir anatomik özgünlük sergilemektedir: memelilerde gerçekleşenin aksine güvercinin sağ gözü yalnızca sol lobdaki görsel alanlara, sol göz de simetrik olarak özellikle sağ göze yansıma yapmaktadır. Bu da bir göz kapatılarak görsel bilginin yalnızca bir loba girmesinin sağlanabileceği anlamına gelmektedir.

Mello, güvercinleri ∧ ve ∨ veya ◁ ve ▷ gibi iki görüntüyü yalnızca bir gözlerini kullanarak ayırt etmek üzere eğitmiştir. Güvercinler şekillerden birini değil de diğerini gagaladıklarında ödüllendirilmiştir. Ayırt etme oturtulduktan sonra Nancy Mello, bunun diğer gözde nasıl genellendiğini incelemiştir. Sürpriz! Güvercinler görüntü çiftleri dikey simetriye sahip olduğunda (∧ ve ∨) hâlâ başarılı bir performans göstermektedir, ama sağ-sol simetrisinde (◁ ve ▷) sistematik olarak başarısızlığa uğramışlardır. Yatay simetride rastgele olandan bile daha başarısız olmuşlardır! Sağ gözüyle gördüğü ◁ şeklini gagalamak üzere eğitilen güvercin, bu şekil sol gözde sunulduğunda sistematik olarak ▷ şeklini gagalamıştır. Yani öğrenilmiş görsel bilgi kesinlikle iki lob arasında seyahat etmektedir; ama tıpkı Corballis ve Beale'ın modelinde öngörüldüğü gibi aktarım, sol ve sağı sistematik olarak tersine çevirmektedir.

Bir yıl sonra benzer bir araştırma bize yakın bir türle, yani makak maymunlarıyla yapılmıştır. Londra Üniversitesinden [*University College London*] John Noble, ilk önce optik kiazmaya zarar vermiş, böylece de güvercinlerde olduğu gibi her bir gözü tam karşıt loba yansıma yapmaya zorlamıştır. Sonrasındaysa hayvanları tek gözlerini kullanarak simetrik nesneleri ayırt etmek üzere eğitmiştir. Son olarak da

[20] Mello, 1965, 1966, 1967.

diğer gözdeki genellemeyi sınamıştır. Noble da kafa karıştırıcı bir ayna görüntü genellemesi gözlemlemiştir. Kısa süreli bir rastgele karşılık verme döneminin ardından hayvanlar rastgeleden *daha kötü* bir performans sergilemeye başlamıştır. Tıpkı güvercinler gibi onlar da yanlış şekli veya üzerinde eğitim gördükleri şeklin ayna görüntüsünü seçmiştir.

Daha sonraki deneylerde Noble, görsel bilgi aktarımının ya korpus kallozumdan ya da ön komissür denen bir başka telcik yumağından geçerek gerçekleştiğini göstermiştir. İki yumak da kesildiğinde ayna aktarım kaybolmuş, ama yumaklardan biri dokunulmadan bırakıldığında devam etmiştir. Yaptığı son bir deneyde Noble, öğrenme döneminden sonra ama diğer gözü sınamadan önce loblar arası bağlantıları sökmüştür. Ayna çevirimi yine de gözlemlenmiştir; buysa ayna çevrimin öğrenme aşamasında korpus kallozuma dayandığına, ama sınama aşamasında bunu yapmadığına işaret etmiştir.

Noble, maymunda her öğrenme dönemine diğer lobda bir ayna öğrenmenin eşlik ettiği sonucuna varmıştır. Bu mekanizmanın hayvanlarla insanların sağ-sol ayrımında yaşadığı özgün zorlukları nasıl açıklayabileceğini belirtmiştir. Ayna öğrenme binoküler görüşte her bir lobun dış dünyaya ait hem birincil bir görsel girdiyi hem de ikincil bir ayna görüntüyü almasını sağlamaktadır. Gözlemlenen sahne simetrik olduğunda iki temsil de birbiriyle aynıdır ve birbirlerini artırmaktadır. Ancak "b" ve "d" gibi asimetrik girdileri ayırt etmemiz gerektiğinde bu iki dahili temsil birbiriyle rekabete girişmektedir. Birincil temsiller kazansa bile beyinde gerçekleşen bu çatışma öğrenmeyi yavaşlatmaktadır.

Eğer bu akıl yürütme doğruysa loblar arası bağlantıların hassas anatomik düzenini simetrik bir ilkenin yönetmesi gerekmektedir. Bire bir yansımalar görsel alanların simetrik kısımlarını doğrudan bağlantılandırmalıdır. Eldeki durum da budur[21] ve Corballis ve Beale'ın modeli için daha ileri bir kanıt teşkil etmektedir. Loblar arası bağlantıların

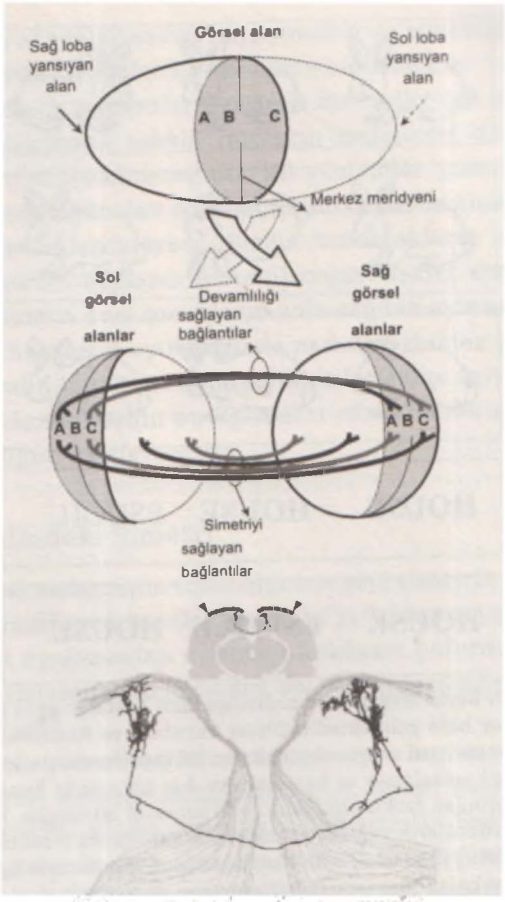
[21] Abel, O'Brien & Olavarria, 2000; Houzel, Carvalho & Lent, 2002; Olavarria & Hiroi, 2003.

geometrisinin güzellik açısından bir kelebeğin kanatlarından aşağı kalır yanı yoktur tabii ki. Sol görsel kortekste yer alan bir nöron ilk önce beyin yüzeyine dikey ilerleyen, sonra da kallozal telciklere katılan ve karşı loba ulaşan bir akson göndermektedir. Ardından bu akson beyindeki başlangıç noktasına tam olarak simetrik olan bir konuma doğru aniden ilerlemektedir (Şekil 7.5). Bu tür nöronlar sıçanların ve farelerin birincil görsel alanında, makak maymunlarının da ikincil görsel alanında görülmüştür. Bu nöronların işlevi bilinmemektedir; ama görünüşe göre geometrileri, görsel girdilerin ayna görüntülerinin yaratılmasına ideal biçimde uygundur ve simetrik nesnelerin algılanmasını kolaylaştırmaktadır.

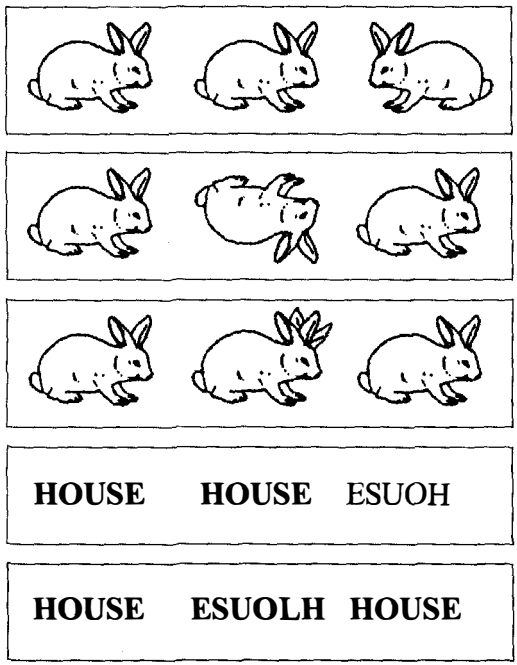
Eğer bu simetrik bağlantılar zaman zaman ihmal edilmişse bunun sebebi onların iki lobu birbirine bağlayan bağlantıların yalnızca bir kısmını teşkil ediyor oluşudur. Loblar arası telciklerin oluşturduğu büyük yumak simetrik değildir, ama görsel dünyanın beyindeki iki temsilinin birleştirilmesi görevini yerine getirmektedir. Ünlü bir bilmeceye de cevap vermektedir: nesnel olarak konuşacak olursak, görsel dünya her biri farklı bir lob tarafından kodlanan iki yarıya bölünmüşken biz neden tek bir entegre görsel dünya algılarız (*bkz*: Şekil 7.6)? Bu anatomik ayrımcılığın aksine loblar arası bağlantılar, dünyanın işlevsel devamlılığının tadilinde temel bir rol oynamaktadır. Birleştiren bağlantılar süreksizlik alanında (dikey orta çizgi) yoğunlaşmakta ve sol ve sağ lobun benzer görsel konumları nokta nokta kodlayan kısımlarını bağlantılandırmaktadır.

Jaime Olavarria ve meslektaşları tarafından Seattle'da yapılan araştırmalar, iki lobu birbirine bağlayan birleştirici bağlantıları gerektiren görsel devamlılık ilkesiyle daha büyük oranlarda simetrik yansımalar gerektiren simetri ilkesi arasındaki gelişimde gerçekleşen bir rekabeti ortaya çıkarmıştır.[22] Simetrik bağlantılar doğumda oldukça fazladır; muhtemelen kimyasal çekimin gradyanları tarafından oluşturulmuşlardır. Ancak hayatın ilk birkaç gününde bunların

[22] **Bkz:** Olavarria & Hiroi, 2003, ve oradaki referanslar.



Şekil 7.5. Devamlılık ve ayna simetri, iki lobdaki görsel bağlantıların mimarisini düzenleyen ana ilkelerdir. Olavarria vd'nin sıçanlarla yapılan çalışmasından (2003) esinlenilen üstteki şema, yalnızca merkezdeki küçük bir örtüşmeyle görsel alanın sol yarısının sağ loba, sağ yarısının da sol loba yansıdığı gerçeğini hatırlatmaktadır. Eğer görsel sahnede herhangi bir devam sorunu algılamıyorsak, bu, aynı noktayı kodlayan kortikal bölgeleri bağlayarak görsel alanın işlevsel devamlılığını sağlayan loblar arası bağlantılar sayesindedir. Bu "dikili" bağlantılar yalnızca retinanın merkez bölgesiyle ilgilenmektedir; ayrıca simetrik de değildirler, ötelenme yüzünden kaymışlardır. Ancak dış kenarlarda bile, görsel alanın simetrik noktalarını bağlayan başka loblar arası bağlantılar da vardır. Bunlar muhtemelen simetri algısında ve ayna genellemede özel birer rol oynamaktadır. Alttaki şekil, bunların zarif geometrisini betimlemektedir: sıçanın birincil görsel korteksindeki tek bir nöron, sol ve sağ loblardaki simetrik bölgelere yansımaktadır (Houzel vd, 2002'den sonra).



Şekil 7.6. Bir beyin lezyonunun ardından kimi hastalar ayna görüntüleri ayırt edemez hale gelmektedir. Oliver Turnbull ve Rosaleen McCarthy (1996), bu hastaların uzamsal yönelimlerini incelemek için bir "bir tanesini ele" testi tasarlamış ve hastalardan, her bir sırada hangi görüntünün diğerlerinden farklı olduğunu belirlemesini istemiştir. Hasta R. J., farklılık görüntülerin sağ-sol yöneliminde yattığında sistematik olarak başarısız olmuş (üst sıra), ama sözcük ve harf yönelimiyle ilgili olanlar da dahil geri kalan tüm testlerde başarılı olmuştur (alt sıra).

sayıları kayda değer miktarda azalmaktadır. Bu budama işlemi sayesinde görsel alanın sürekliliğini sağlayan birleştirici bağlantılar üstünlük kurma eğilimindedir.

İlginç bir biçimde bu budama sürecinin gerçekleşmesi için çevreye maruz kalmaya gerek olmayabilir. Nöron etkinliğinin retina üzerinde gezinen spontane dalgaları, sağ ve sol lobdaki nöronlara aynı retina konumunu kodlamalarını daha rahimdeyken bile söylemektedir. Birleştirici bağlantılar sıçanlarda yavruların gözleri açılmadan birkaç gün önce kurulmaktadır. Dahası bu bağlantılar spontane retina etkinliği bozulduğunda düzensiz hale gelmektedir. Bu durumda

birleştirici aksonlar yarışı kaybetmekte ve simetrikleştirici bağlantılarda bir fazlalık gözlemlenebilmektedir.

Bu biyolojik gözlemler üzerinde bu kadar çok ayrıntıya değinmiş olmamın sebebi bunların gelişimsel disleksiyle fazlasıyla ilgili olabileceğidir. Bu gözlemler gebeliğin son aylarında ve doğumdan sonraki ilk birkaç ayda sinaptik budamada gerçekleşen erken dönem bozuklukların çok fazla simetrik görsel bağlantı üretebileceğine işaret etmektedir. Bu aşırı simetri bazı çocukların solu sağdan ayırmada veya "b" ve "d" harflerini ayırt etmede neden zorluklar yaşadığını açıklayabilir mi? Bu konuyu derinlemesine tartışmadan önce, ilk olarak beynin bu ayrımları nihai olarak nasıl gerçekleştirdiğini inceleyeceğim.

Uyku Halindeki Simetri

Eğer görsel sistemimiz öğrendiği her şeyi simetrik yapsaydı biz de sürekli ayna hatalar yapar, "p"yi "q"dan veya sağ ayağımızı sol ayağımızdan ayırmayı imkânsız bulurduk. Neyse ki görsel sistemimizin bir kısmı sol ve sağ arasındaki ayrımı korumaktadır.

Bir grup yazar[23] sanki neredeyse aynı beynin içinde iki farklı görsel sisteme sahipmişiz gibi görsel korteksimizin iki ana işlevsel akıma ayrıldığını belirtmiştir. Benim şimdiye kadar yoğunlaşmış olduğum ventral hat, değişmez nesne tanımaya odaklanmaktadır. Bu hat görüntü kimliğine, şekle ve renge hayli duyarlıdır; ama boyutu ve sağla sol da dahil uzamsal yönelimi göz ardı etmektedir. Ancak parietal korteks boyunca ilerleyen ve öncelikli olarak uzay ve hareketle ilgilenen ikinci bir görsel hat, diğer adıyla dorsal hat vardır. Bu hatta belirli bir nesneyle nasıl etkileşime geçeceğimizi belirleyen tüm değişkenler, yani uzaydaki uzaklık, konum, hız ve yönelimin yanında o nesnenin renginin veya kati doğasının hiçbir önemi yoktur. David Milner ve Mel Goodale bu temel değişimi iki sözcükle özetlemektedir: ventral akım "ne"yle, dorsal akım da "nasıl"la ilgilenir.

[23] Özellikle bkz: Ungerleider & Mishkin, 1982; Goodale & Milner, 1992.

Goethe'nin Faust'u, "Önce eylem vardı!" der. Eğer sağı soldan ayırmayı başarabiliyorsak bunu muhtemelen "nasıl" hattına borçluyuzdur. Tıpkı çocuklar gibi biz de sağ elimizin yazma, çizme gibi işler için kullanıldığını biliriz; ya da Roman Katolik ailelerde istavroz çıkarmak için! "Nasıl" sisteminin sağı soldan ayırabiliyor olması gerekmektedir, çünkü bu bilgi motor jestler için hayati öneme sahiptir. Bir tencere bize sağımızdan veya solumuzdan uzatıldığında aynı jesti kullanmayız: yönelime duyarlı olan ventral sistemimiz bize iki durumda da bunun aynı mutfak gereci olduğunu söylese bile dorsal hattımız jestlerimizi nesne yönüne otomatik olarak uyarlamaktadır. Aynı zamanda tamamen sanal jest ve hareketleri hayal etmemizi sağlayan da yine dorsal sistemdir. Nesneleri ne zaman zihnimizin gözüyle evirip çevirsek, bir harita okusak veya iki görüntünün aynı nesneyi farklı açılardan gösterdiğine kanaat getirsek bu sisteme dayanırız.

Özetle beynimizde sanki iki görsel uzman yaşıyormuş gibidir. Benim "toplayıcı" diyeceğim ilki nesneleri tanıyıp etiketlemekte, ama uzaydaki konum ve yönelime ya çok az ilgi göstermekte ya da hiç ilgi göstermemektedir. İkincisi, yani "el işçisi"yse hareket etmekte, kıyaslamakta, manipüle etmektedir; ama uğraştığı nesneyi tanımlamaktan acizdir.

İki görsel sistemimiz genellikle birbirleriyle bizim iş bölümünün farkına varamayacağımız kadar yakın bir iş birliği içinde çalışmaktadır. Ancak beyin hasarları bu dahili bölünmeleri zaman zaman ortaya çıkarmaktadır. İskoç araştırmacı Oliver Turnbull, beyinlerindeki hasarlar kimi zaman iki görsel sistem arasında jiletle kesilmiş gibi ayrıştırmaları tetiklemiş onlarca hasta üzerinde çalışmıştır. Örneğin bir kafa travması yaşamış olan Bay D. M.'yi ve sağ temporoparietal bölgesinde çoklu inmeden şikayetçi Bayan L. G.'yi ele alalım.[24] Turnbull bu hastalara farklı yönlere doğrultulmuş tanıdık nesnelerin resimlerini göstermiştir: baş aşağı bir helikopter, dik duran bir kanguru, 90 derece döndürülmüş bir telefon ve benzeri. Turnbull, hastalardan bu nesnelerin isimlerini söylemelerini istediğinde D. M. feci bir başarısızlığa

[24] Turnbull, 1997; Turnbull, Beschin & Della Sala, 1997.

uğrarken L. G. görece daha iyi bir performans göstermiştir. Nesnelerin doğru konumlarında olup olmadığına karar vermeleri istendiğindeyse tam tersi gerçekleşmiştir: D. M. artık tanıyamaz halde olduğu nesnelerde bile kusursuz bir performans gösterirken L. G. bunu yapamamıştır. D. M.'de ventral "ne" hattı ciddi biçimde hasar görmüşken L. G.'de artık işlemez durumda olan, dorsal "nasıl" hattıdır.

Nesne kimliği ve yönelim arasındaki aynı ayrışma makak maymunlarında da gerçekleşmektedir. Ventral temporal korteksteki lezyonlar hayvanın bir daire veya çarpı gibi basit şekilleri bile ayırt etmesini engellemektedir, ama şekil yönelimi (örneğin "6" ve "9" veya "b" ve "d") üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir. Dorsal parietal hatta oluşan bir lezyonun ardındansa tam tersi olmaktadır: küçük bir çocuğa çok benzeyen hayvan "a"yı "b"den ayırabilmekte, ama "b"yi "d"den ayıramamaktadır.[25]

Dorsal "nasıl" hattı, düzeni henüz yeni yeni anlaşılmaya başlanan çoklu devrelere ayrıştırılabilir. Kimi bölgeler el hareketleriyle ilgiliyken başka bölgeler göz hareketlerini programlamakla ve daha da başka bölgeler de uzamsal ilişkilerin farklı tiplerini kodlamakla ilgilenmektedir. Uzaklık, boyut, sayı, şekil, hareket ve yönelim değişkenlerinin her biri parietal korteksin kısmen ayrık alt bölgelerine bağlıdır. Özellikle de sağ parietal bir lezyonun ardından hastanın sağ ve solu ayırma yetisini seçici olarak kaybetmesi sıra dışı değildir. Bu tür bir lezyon, ventral oksipitotemporal "ne" sistemimiz tarafından işlenen uyku halindeki simetriyi açığa çıkarmaktadır.

Oliver Turnbull ve Rosaleen McCarthy, ikna edici ilk "ayna körlüğü" sendromu vakalarından birini koroner tromboza* bağlı olarak iki yönlü parietal lezyonlardan şikayetçi, altmış bir yaşındaki R. J. isimli hastada tanımlamıştır.[26] R. J. bir nesne ve onun ayna görüntüsü arasında *hiçbir* fark göremediği gerçeği konusunda katı bir biçimde ısrarcıydı. İki

[25] Walsh & Butler, 1996.

* Koroner tromboz: Atardamarda kan pıhtılaşması –çn.

[26] Turnbull & McCarthy, 1996.

resim üst üste konduğunda görüntülerin kusursuz bir dizilişe sahip olmadığını kabul ediyordu. Ama resimler birbirlerinden ayrıldığında onların arasında herhangi bir fark göremiyordu. "Yaptıklarınızdan, bu ikisinin birbirinden farklı olması gerektiğini biliyorum," diyordu, "ama bir buna bir de diğerine baktığımda bana ikisi de aynı görünüyor."

Turnbull ve McCarthy, bu tuhaf patolojiyi keşfetmek için R. J.'ye birbiriyle neredeyse aynı üç görüntü sunmuş ve ondan bu üç görüntü içinde diğer ikisiyle bağdaşmayan görüntüyü ayırt etmesini istemiştir. R. J. nesne kimliğindeki en ufak değişiklikleri bile, örneğin dört kulaklı bir tavşan gibi, fark etmede bir zorluk yaşamamıştır. Aynı şekilde baş aşağı duran bir tavşanı da ayırt edebilmiştir. Ancak şaşırtıcı bir biçimde sola doğru bakan bir grup tavşanın arasında sağa doğru bakan tek tavşanı ayırt edememiştir (Şekil 7.6). O günden bugüne başka "ayna körlüğü" vakaları da bildirilmiştir.[27] Onlardan ister hayvan çizimleriyle, ister araç gereçlerle, isterse de tamamen yeni telden bozma nesnelerle uğraşmaları istensin, hastalar bir nesneyi onun ayna görüntüsünden ayırt etmeleri istendiğinde çaresizdir. Dorsal parietal lezyonları, onları sağ ve sola dair herhangi bir bilgiden yoksun kılmaktadır ve görünüşe göre dokunulmamış ventral görsel sistemleri de yönelime karşı kördür.

Aynayı Kırmak

Ancak ayna körlüğüne bir istisna teşkil eden ve bizi de konumuzun özüne geri getiren bir şey vardır: okuma. Ayna körlüğüne sahip hastalar okuma yaparken sağ ve solu ayırmada hiçbir zorluk yaşamamaktadır. Hepsi de harflerin ve sözcüklerin normal mi yoksa ayna görüntüyle mi yazıldığını ayırt edebilmektedir. Araya giren kişi tek tek harfleri (SEVGİ-İƎVƎS), bütün olarak sözcüğü (FİNCAN-NACNİF) tersine çevirdiğinde veya ikisini birden yaptığında (HASRET-HAƧЯƎT

[27] Davidoff & Warrington, 2001; Priftis, Rusconi, Umilta & Zorzi, 2003. Ayrıca bkz: Feinberg & Jones, 1985; Riddoch & Humphreys, 1988; Davidoff & Warrington, 1999; Warrington & Davidoff, 2000.

), bu hastalar listenin dışında bırakılması gereken harfleri belirlemede hiçbir zorluk yaşamamaktadır. Her ne kadar sahip oldukları lezyonlar yüzünden onlar ☜ veya ☞ gibi sözlü olmayan şekiller arasında *hiçbir* fark göremeseler de, bu farklılıkların hepsi en az bizim için olduğu kadar onlar için de barizdir.

Bu basit gerçek, okumanın özel kurallara tabi olduğunu doğrulamaktadır. Deneyimli okuyuculardaki ventral hattın bir kısmı ayna-görüntü genellemesini unutmaktadır. Okumanın ilk aşamalarında bizler dorsal sistemin "b" ve "d" gibi harfleri birbirinden ayırmasına ihtiyaç duymaktayız. Asıl ventral sistemimiz bize bu iki görüntünün aynı şekli temsil ettiğini söylese de bir harfin sağa veya sola "baktığını" bize söyleyen yapı budur. Ancak ventral sistemimiz aşamalı olarak simetriyle ilişiğini kesmeyi öğrenmektedir. Sistem "b" ve "d"yi aynı nesnenin iki farklı görüntüsü olarak algılamayı bırakmaktadır. Son olarak da ayna çevrimleri genellemeyi bırakan ayrı nöron popülasyonlarına onları devretmektedir. Bu asimetrik harf algılayıcılar, yalnızca uygun yönelime sahip sözcükler için geçerli olan ayrıntılı okuma istatistiklerinin çıkartılması için birer giriş noktası görevi görmektedir. Böylece oksipitotemporal korteks, görsel sözcük tanıma için asimetrik bir nöron hiyerarşisi edinmektedir. Kendisine komşu olan ve sağ-sol değişimlerini genellemeye devam eden nesne veya yüz tanıma bölgelerinin aksine okuma mimarimiz ayna görüntüleri karıştırmayı bırakmaktadır.

Görünüşe göre bu simetri bozma işlemi yalnızca yazılı karakterler için gerçekleşmektedir. O zaman bile yalnızca yazı sisteminin kendisi güçlü bir biçimde asimetrikse faydalı olmaktadır. Durum her zaman böyle değildir. Örneğin Mısır hiyeroglifleri iki yönde de, hem sağdan sola hem de soldan sağa, yazılabilmektedir. İkinci durumda, karakterlerin hepsi tersine çevrilmektedir. İnsan figürleri ve hayvanlar okumanın yönüne işaret etmektedir: başları her zaman satırın başlangıcına dönüktür. Benzer bir biçimde antik Yunanca da "bustrofedon" ile (tam anlamıyla, "öküz sabanları") yazılmıştır: bir satır soldan sağa, diğer satır da onun ayna

görüntüsüyle sağdan sola doğru yazılmıştır. Yani ne Mısırlılar ne de Yunanlar ventral görsel sistemlerinin simetrisini bozma ihtiyacı duymuştur. Elbette, insan görsel sistemi  ve  gibi şekillere kendiliğinden aynıymış muamelesi yapmasaydı, bu kültürlerin ilginç çift yönlü yazı sistemleri de muhtemelen asla benimsenemeyecekti. Günümüzde bazı yazı sistemleri katı bir simetri bozumunu dayatmamaktadır. Çincede  ve  veya  ve  gibi bizdeki "b" ve "d"ye karşılık gelebilecek ayna çift halinde birtakım karakterler vardır. Tamilce gibi başka yazı sistemleri yalnızca ,  veya  gibi ayna karışıklığına izin vermeyen, zarif kıvrımlı harflere dayanmaktadır. Bu kültürel farklılık, azalmış algısal yeterliğe yol açmaktadır: Tamilce okuyucuları ayna görüntüleri kolaylıkla karıştırmakta ve örneğin  şeklinin içinde bir üçgenin  var olduğunu düşünmektedir.[28]

Bozuk Simetri mi, Gizli Simetri mi?

Latin alfabesini okuyabilen ve "b"yi "d"den ayırabilen insanlarda bile simetri algısının hiç tamamen kaybolup kaybolmadığı noktası belirsizdir. Görsel sistemimiz gerçekten de sözcüklerin ayna görüntülerini genellemeyi bırakmakta mıdır? Ya da biz farkında olmasak bile aynalama yine de gerçekleşmekte midir? Samuel Orton, deneyimli bir okuyucunun sağ lobunun bile harfleri ters olarak temsil etmeye devam edebileceğini öne sürmüştür. Orton'ın bildiği kadarıyla okumayı öğrenmek yalnızca sözcüklerin doğru yönelimine odaklanmayı gerektirmektedir. Her ne kadar göze çarpmasa da sözcüklerin ayna görüntüleri bu baskın olmayan lobda yine de mevcuttur. Ayna kırılmamıştır, yalnızca gizlenmiştir.

Okuduğumuz sözcüklerin ayna görüntülerinin biz bilinçsiz olsak da bize musallat olduğu fikri ilk bakışta göründüğü kadar saçma olmayabilir. Görsel işlemenin ilk aşamalarında harfler anlamsız şekillerden başka bir şey değildir. Beynimiz onları tanımadan önce belki de biz onları okurken bile bu şekiller muhtemelen herhangi başka bir görsel imaj gibi iş-

[28] Danziger & Pederson, 1998.

lenmektedir. Bu durumda loblar arası aktarımın onları hâlâ bir eldiven gibi tersine çevirmesi gerekmektedir. Elbette, ayna sözcüklerle karşılaştığımız zamanlarda biz de çaresiz değiliz. Biraz çabayla onları harf harf çözümlemeyi başarabiliriz. Bu durum, daha derin bir görsel sözcük biçimi sistemine herhangi bir erişim olmadığında bile harflerin ayna görüntülerde tek tek tanınmasının mümkün olduğuna işaret etmektedir.

Birçok anekdot ters yazı için uyumlanmış uyku halindeki programları motor seviyede barındırdığımızı göstermektedir. Eğer yazıyı tersten yazmayı denerseniz çok büyük bir ihtimalle başarısız olursunuz; ama sanki üstten görebilecekmişsiniz gibi bir masanın altına yerleştirilmiş bir kâğıda tersten yazmayı deneyin; uygun ayna jestlerin oldukça doğal geleceğini göreceksiniz. Gerçekten ters yazı sayılamayacak kadar kolay gelebilir, ama eğer elinizi filme kaydedip tersten oynatırsanız elinizin sağdan sola doğru yazmak için gereken hakiki hareketleri gerçekleştirdiğini göreceksiniz. Benzer şekilde sağ eliniz doğru yönde yazarken sol eliniz eş zamanlı olarak ayna biçiminde yazabilir. Ayna yazı (sağlak insanlar için) genellikle sol elle daha kolaydır; bu da loblar arası aktarımın olumlu bir rol oynadığı hipotezini doğrulamaktadır.

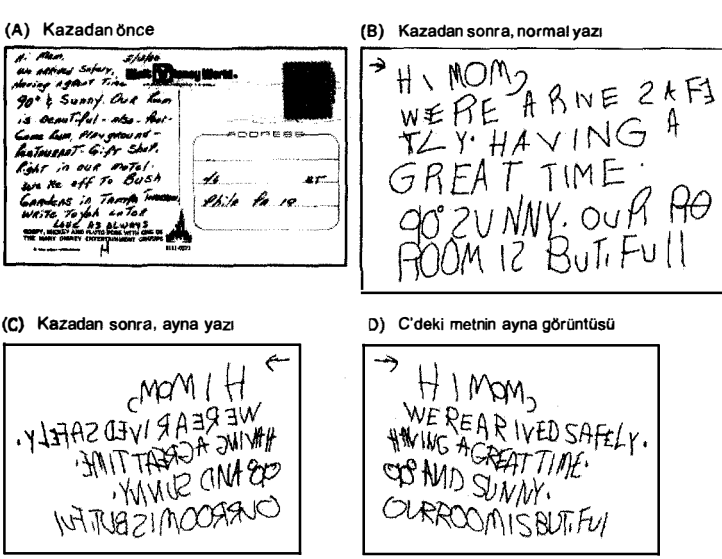
Ancak ayna okuma ve yazmanın faal olmayan temsili için en ikna edici destek yine beyin lezyonlu hastalardan gelmektedir. Yaklaşık kırk hemiplejik hastadan biri, ayna yazının geçici bir delilini sergilemektedir. Bu ilginç belirti, neredeyse her zaman hemipleji sağlak bir hastayı sol eliyle yazmak zorunda bıraktığında ortaya çıkmaktadır. Birçok durumda bu bozukluk okumayı değil yazmayı etkilemektedir: hasta yazmış olduğu ayna sözcükleri okumada genellikle başarısız olmaktadır. Ancak beyin hasarından sonra ayna okuma ve yazmanın ikisinin de ortaya çıktığı birkaç kayda değer vaka vardır.

Bir trafik kazasının kurbanı elli bir yaşında Amerikalı bir kadın olan Bayan H. N.'nin durumu buna bir örnektir.[29] Kazanın ardından Bayan H. N. frontal lob metabolizmasındaki

[29] Gottfried, Sancar & Chatterjee, 2003.

çift yanlı düşüşe bağlı olarak ılımlı dikkatsizlik, planlama ve hafıza sorunları yaşamaya başlamıştır. Ancak kendisinin asıl şikayeti artık okuyup yazamıyor olmasıdır. Bir gün arabasıyla yolda giderken dur işaretlerinin "RUD" [STOP-POTS] dediğini fark etmiştir. Kadın aniden kendisi için ayna okuma ve yazmanın normal yazmadan daha kolay olduğunun farkına varmıştır. Bu şaşırtıcı iddia laboratuvar deneyleriyle de doğrulanmıştır. Kullandığı ele bakılmaksızın Bayan H. N.'nin yazısının soldan sağa doğru yazdığında hatalarla dolu olduğu görülmüştür. Ancak kadın ters yönde yazdığında her ne kadar biraz acemice de olsa yazısı iyileşmiştir (Şekil7.7).

Daha da şaşırtıcı olansa sözcükler ters çevrildiğinde Bayan H. N.'nin okumasının daha hızlı ve daha doğru hale gelmiş olmasıdır. Kendisinden sağdan sola doğru yazılmış bir sözcüğü tanıması istendiğinde bunu yapması bir saniye, daha doğrusu tam da sürmesi gerektiği kadar sürmüştür. Ancak sözcük düzgün yazıldığında aynı görevi gerçek-



Şekil 7.7. Beyin lezyonuna sahip kimi hastalar, aniden ayna görüntüde **okuyup** yazmaya başlamaktadır. Bu şekilse hasta N. H.'nin trafik kaza**sından** önceki ve sonraki yazı örneklerini göstermektedir (Gottfried vd, **2003'te**n sonra).

leştirmesi iki buçuk saniye sürmüştür ve bu da öncekinden dört faktör kadar daha yavaştır. Aynı bulgulara bilgisayar ekranında yakılıp söndürülen sözcüklerle de ulaşılmıştır. Bu testte bilgisayar ekranında saniyenin dörtte biri gibi bir zaman diliminde gösterilen sözcükleri gören Bayan H. N. bu sözcüklerin İngilizce olup olmadığına karar vermede hiçbir sıkıntı yaşamamıştır. Siz de denerseniz bunun oldukça hızlı bir performans olduğunu görebilirsiniz:

repihc
thgilot
rotsap

Hayli tuhaf bir biçimde, sözcükler soldan sağa doğru düzgün yazıldığında süre yarım saniyeyi geçene dek kadının tepkileri rastgele biçimde gelmiştir. Bayan H. N.'nin geçirdiği kaza,kendisinin okuma ve yazmasını ciddi biçimde bozmuş ve aynı zamanda başlangıçta farkında olmadığı ayna sözcüklerin faal olmayan temsillerini de ortaya çıkarmıştır.

Bayan H. N. vakası kesinlikle müstesna değildir. Bir avuç benzer vaka nörobilim dergilerinde bildirilmiştir; ancak ne yazık ki bunların sayısı bu durumun altında yatan beyin mekanizmaları hakkında güçlü çıkarımlar yapılmasına yetecek miktarda değildir.[30] Beyin lezyonları genellikle, kafa yaralanmalarına sıkça bağlı olarak yayılmakta ve zayıf bir biçimde yerelleşmektedir; bu ender ayna-okuma sendromunun ortaya çıkması için muhtemelen beynin çeşitli bölgelerinin eş zamanlı olarak etkilenmiş olması gerekmektedir. Ayrıca ayna-görüntü performansının normal okuyucularınkine yaklaştığı iddiası da abartı olarak görülebilir. Aslına bakılırsa hastaların ayna-yazısı genellikle acemicedir ve daha çok çocuk okurlarda görülen harf harf çözümlemeye benzer bir şekilde hastaların hepsi ayna sözcükleri yavaş okuma eğilimindedir.

[30] Streifler & Hofman, 1976; Heilman, Howell, Valenstein & Rothi, 1980; Wade & Hart, 1991; Lambon-Ralph, Jarvis & Ellis, 1997; Pflugshaupt vd, 2007.

Bayan H. N.'nin davranışı üçüncü bir ilginç ipucuna işaret etmektedir: her ne kadar kendisi görece iyi okumuşsa da ayna okuma sırasında şu tip düzensiz sözcükleri okumada başarısız olmuştur:

nemow
lenoloc
roihc

Görünüşe göre kadın yalnızca yavaş yazıbirimden sesbirime giden hattı kullanarak okuyabilmektedir.

Özetle, bu gözlemler, ayna okurların normal okuma devrelerinin bir kısmını kaybettiğine işaret etmektedir. Tahminime göre ayna okurlarda beyindeki lezyonlar yazılı sözcük tanımanın paralel mekanizmalarını yok etmektedir. Dolayısıyla hastalar sözcükleri zahmetli bir biçimde çözümleyebilmek için henüz dokunulmamış olan harf tanıma birimlerine başvurmaktadır. Eğitimli insanların beyinlerinde sözcüklerin ayna görüntülerini nasıl tanıyacağını unutmamış olan tek şey muhtemelen harf tanımanın bu seviyesidir. Hastaların bu seviyeyi korumuş olması, tempoları yavaş olsa ve düzenleme hataları harf harf çözümleme stratejisini ele verse bile, onların ters sözcükleri neden hâlâ okuyabiliyor olduğunu açıklayacaktır.

Ancak bu açıklama okumayı harf harf yapan beyin lezyonlu hastaların büyük bir çoğunluğunun ayna okuma yeteneğinden neden mahrum olduğunu açıklamada yine de başarısız olmaktadır. Bir başka bileşene gerek vardır; bana kalırsa bu bileşenin de ikinci bir bozuklukla, uyarıcının uzamsal düzenini algılamadaki bir yetersizlikle ilgisi bulunmaktadır. Ayna okurların çoğu okumanın dışında uzamsal yönelim bozuklukları sergilemektedir. Örneğin bir hasta sağla soğu karıştırmış ve Avustralya'yla Birleşik Krallık'ın haritalarının ayna görüntüsünü çizmiştir.[31] Bir başkasıysa bir saatin ön yüzünü nasıl çizeceğini unutmuş ve görünüşe göre zaman ve sayı kavramlarını da kaybetmiştir: bu hasta Perşembe'nin Cuma'dan sonra geldiğini ve kendisinin kırk

[31] Lambon-Ralph, Jarvis & Ellis, 1997.

dördüncü doğum gününü kırk üçüncü doğum gününün takip edeceğini iddia etmiştir![32] Daha önce de bahsedildiği gibi Bayan H. N.'nin görünürde hiçbir uzamsal bozukluğu yoktur, ama kadın bir strateji planlamakta ve ona bağlı kalmakta sıkıntı yaşamaktadır.

Bu tür uzam ve strateji bozukluklarının ayna okumada bir rolü olabilir. Biz bir okuma yaparken beynimizin parietal ve frontal bölgeleri, önce gözlerimizi yönlendirmek ve sonra da okuma için hedef bir bölge seçebilsinler diye görsel alanlarımıza yukarıdan aşağıya dikkat sinyalleri göndermek gibi oldukça önemli uzamsal işlemler gerçekleştirmektedir. Tahminimce bu alanlardan birinin hasar görmesi okumanın yönünü değiştirerek onu bozabilir. Sonuç olarak da hastalar ya sözcüklerin sağ taraflarından başlayarak ya da sadece var olan ama çoğumuzda gizlenmiş olan ayna temsillere dikkat ederek anormal stratejiler benimsemektedir. Bu açıklama deneyimli okuyucuların uygunsuz yönelime sahip sözcüklerin temsillerini göz ardı etmeyi öğrenmek için seçici dikkati kullandığı şeklindeki Orton'ın önerisini hatırlatmaktadır. Ayna okumaya sahip hastalar bu temel uzamsal dikkat mekanizmasını kaybetmiştir.

Bu olguyu tam olarak açıklayamasak bile ayna okuma, okumanın gizlenmiş yönlerine dair yeni bilgileri gün ışığına çıkarmaktadır. Her birimizin içinde bir ayna okur yatıyor olabilir; ama bu sessiz yeterlik yalnızca belirli, çoklu ve henüz tanımlanmamış beyin hasarları onu faaliyete geçirdiğinde kendisini göstermektedir.

Simetri, Okuma ve Nöron Geri Dönüşümü

Özetle, çocuk beynindeki okuma devreleri, onları kullanışlı kılan birçok özellik barındırmaktadır, ama bunlardan biri zararlıdır: ayna görüntüleri genellemek. Maymunlarda ve güvercinlerde halihazırda mevcut olan bu kadim özellik, okuma ve yazmaya başlayan çocukların neden ayna hatalar yaptığını açıklamaktadır. Çocuklar "b" ve "d" harflerini sanki

[32] Streifler & Hofman, 1976.

bu harfler aynı nesnenin farklı açılardan görülen halleriymiş gibi görmektedir.

Kişinin deneyimli bir okuyucu olmak için ayna aşamasının ötesine geçmesi gerektiğini düşünüyorum; ayna-görüntü genelleme gibi kendiliğinden bir yeterliği "unutmak" zorundayız. Ama nasıl? Sol ve sağ arasındaki ayrım muhtemelen uzayda jestleri programlayan dorsal görsel hatta başlamaktadır. Çocuklar harfleri takip ederken her bir harfi farklı bir jestle bağdaştırmaktadır. Bu uzamsal motor öğrenme, aşamalı olarak sözcük tanıma için ventral görsel hatta aktarılmaktadır. Küçük yaştaki okuyucular harf yönelimine dikkat etmeyi öğrenmektedir. Harfleri, uzayda dönebilen üç boyutlu şekillerden ziyade, iki boyutlu kıvrımlar olarak görmeye başlamaktadırlar. Aşamalı olarak da harf gruplarını tespit etmede uzmanlaşmaktadırlar. Bigramların, yazıbirimlerin ve biçimbirimlerin bu temsili özellikle sol lobda ve yalnızca düzgün, soldan sağa yönelime sahip olarak görülen harfler için gelişmektedir.

Bu noktada simetri kaybolmaktadır. Deneyimli okuyucu normal yazıdaki harflerin istatistiğine dair zengin bir bilgi haznesine sahip olmakla birlikte özünde ayna okumadan habersizdir. Başlangıçtaki bu yeterlikten geri kalan tek şey harflerin ayna görüntülerinin okuma sistemine artık faydası dokunmayan, uyku halinde, bilinçsiz bir temsilidir.

Normal bir çocuğun ayna-görüntü genellemesini unutmasının birkaç ay sürmesi nöron geri dönüşümü hipotezini güçlü bir biçimde desteklemektedir. Eğer beyin, herhangi bir yapıdan mahrum, ama kültürel ortamındaki her şeyi özümseme yetisine sahip boş bir levha olsaydı, ayna okumayı öğrenmek için hiçbir sebep olmazdı. Beynin, çevresinde asla görmediği ve normal okuma için faydasız olan ayna temsilleri nasıl öğrendiğini hayal etmek güçtür. Öte yandan geri dönüşüm, beyindeki bölgelerin diğer işlerde kullanılmak üzere dönüştürülmeden önce halihazırda evrimden miras aldığı öncül yapılara sahip olduğunu belirtmektedir. Beyindeki her bir bölge okuma tarafından yalnızca kısmen bozulmuş malların ve yükümlülüklerin bir portföyüyle işe başlamaktadır.

İnsan kültürü, var olan biyolojik eğilimler temelinde çalışmaktadır ve onların yeni kullanım biçimlerine nasıl uyumlandırıldığını keşfetmek zorundadır.

Şaşırtıcı Bir Ayna Disleksi Vakası

Okuma üzerine bu tür bir görüş, çocukların öğrenme yetersizliklerine bir miktar ışık tutabilir. Bölüm 6'da da belirttiği gibi disleksiklerin çoğunluğunda okuma eksiklikleri konuşma seslerinin işlenmesindeki çekirdek bir bozukluktan kaynaklanmaktadır. Ancak aynı zamanda başka, daha az sayıdaki çocuğun muhtemelen bir birincil görsel bozukluktan şikayetçi olduğunu da ifade etmiştim. Bu durumlarda çocukların sorunu, en azından kısmen, simetrinin unutulmasına bağlı olabilir.

İnsanlar genellikle disleksik bir çocuğun yalnızca okuma bozukluğuna sahip olmadığına, aynı zamanda sağı soldan ayırmada da başarısız olduğuna inanmaktadır. Aslına bakılırsa harf yönelimi "p"yi "q"yla veya "b"yi "d"yle sıklıkla karıştıran çok sayıda disleksik çocuk için gerçekten de belirli zorluklar oluşturmaktadır.[33] Ancak bunlar yalnızca disleksik olanlarda değil, tüm çocuklarda var olan sorunlardır. Dahası bunlar yalnızca geçicidir. Ayna hatalar yediyle on yaş arasında, çocuklar harfleri tanımayı öğrenirken zirveye ulaşmakta, sonrasındaysa kaybolmaktadır. Disleksik çocukların ayna okuma yetisine bir grup olarak sahip oldukları söylenemez. Bunların çoğunda görsel zorluklar baskın bir rol oynuyor gibi görünmemektedir.[34] Ortaya çıkan geçici görsel bozukluklar da yalnızca merkezi bir fonolojik eksikliğin sonucu olabilir: eğer *b* ve *d* sesbirimleri arasındaki farkı çözemiyorsam, "b" ve "d" ayna şekillerinin farklı harfleri ifade ettiğini anlamam daha uzun süre alacaktır. Yalnızca şans eseri olarak ayna harflerin telaffuzu da kafa karıştırıcı olabilmektedir, çünkü bu harflerin hepsi de benzer sesbirimleri

[33] Wolff & Melngailis, 1996.

[34] Liberman vd, 1971; Fischer, Liberman & Shankweiler, 1978; Wolff & Melngailis, 1996.

ifade etmektedir (hepsi de ses yolundaki hava akışının aniden durdurulmasıyla üretilen "patlamalı" ünsüzlerdir). Bu zorluklar kümesinin fonolojik bozukluklara sahip çocuklar için belirli sorunlar yaratması şaşırtıcı değildir.

Ancak birkaç nadir vakada, sol-sağ karışıklığı gerçekten de disleksinin asıl sebebi gibi görünmektedir. Amerikalı psikolog Michael McCloskey'nin oldukça etraflı bir biçimde incelediği, A. H. olarak tanınan genç kadının durumunda, bunun çarpıcı bir örneği bulunabilir.[35] A. H.'nin yetersizliği çok geç bir zamanda, kadın yirmilerinin ortalarındayken teşhis edilmiştir. O dönemlerde kendisi Johns Hopkins Üniversitesinde başarılı bir psikoloji lisans öğrencisidir. McCloskey'nin gelişimsel disleksi üzerine verdiği derslerden birinin sonunda A. H. kendi çocukluğunun da okuma ve aritmetikte çektiği ciddi zorluklarla mahvolduğunu McCloskey'e anlatmıştır. McCloskey, kızı birtakım bilişsel testlere tabi tutmaya karar vermiş ve büyük bir ilhama sahip olmuştur! Bu başarılı öğrencinin disleksinin nadir ve büyüleyici bir türüne sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Görünüşe göre A. H.'nin okuma sorunları, özünde, okuma sürecinin tüm seviyelerinde uzamsal bir karışıklıktan kaynaklanmaktadır. Hastanın harfleri tek tek okurken yaptığı hataların hepsi neredeyse sadece uzamsal çevrimlerden oluşmaktadır. Örneğin bir "p"yi bir "q"yla ve bir "m"yi bir "w"yla karıştırmaktadır. Ancak ilginç bir biçimde kimliği uzamsal yönelimine bağlı olmayan "g" veya "k" gibi diğer harflerin neredeyse hiçbirinde yanılgıya düşmemiştir. Bayan A. H. sözcükleri okurken tek tek harfleri yine tersine çevirmiş, ama aynı zamanda harf dizisi içindeki konumlarını da karıştırmıştır (Şekil 7.8): "snail" sözcüğü, "nails"a dönüşmüştür. Son olarak da cümle seviyesinde, özellikle sözcük sırası bağlam tarafından sıkıca kısıtlanmadığında bunu da sıklıkla ters yüz etmiştir.

Görünüşe göre A. H. uzamsal ilişkilerin dalgalanmayı asla bırakmadığı, istikrarsız bir görsel dünyada yaşamaktadır. Harfler etrafta süzülmekte, birçok sözcüğü anlamsız di-

[35] McCloskey vd, 1995; McCloskey & Rapp, 2000.

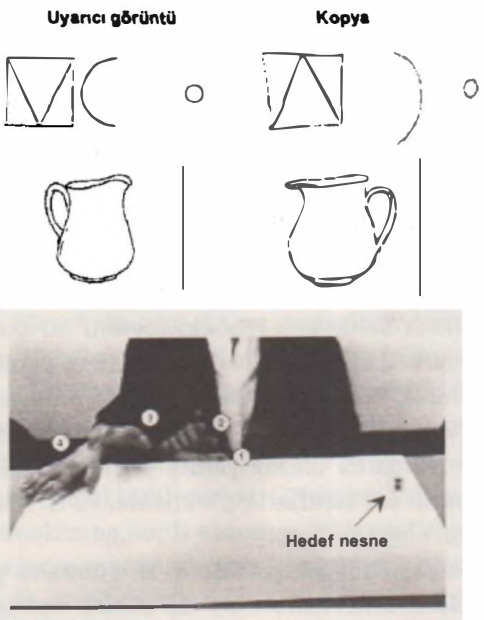
zilere dönüştürmektedir. "Brain" gibi basit bir sözcük bile "drain" veya "brian" gibi bir muhtemel devrinim ve anagramlar dizisine dönüşmüştür. A. H. bu belirsizlikleri yalnızca bağlama dayanarak çözebilmektedir. McCloskey, hastasının zihinsel karışıklığının sınırlarını göstermek için, "Borsa halkın aglısıdnan dir güçlü biçmide etkilemnektedir,"* gibi harf ve sözcük sırası karıştırılmış cümleler okutmuştur. A. H. bu cümleleri kolayca okumakla kalmamış, onları kendiliğinden düzeltmiş ve hiç tereddüt etmeden cümlelerin yüzde 60'ının kusursuz biçimde normal olduğunu ilan etmiştir! Tüm hayatı boyunca bu bozuklukla yaşamış olan kız, uzamsal görüşünün çarpıcı istikrarsızlığının farkında değildir.

A.H.'nin bozukluğu okumayla sınırlı değildir. Kız basit bir çizimin düzgün bir kopyasını yapma yetisinden bile yoksundur. Bir görüntüyü kopyaladığında sonucun ayna çevrime sahip olması ihtimali yüzde 50'dir (Şekil 7.8). Kendisinin okul kayıtları da bu türden birçok çevrimi zaten göstermektedir. Başkent Washington'daki Phillips Collection Modern Sanat Müzesine sanat sınıfıyla birlikte yaptığı bir okul gezisinde A. H., Renoir'ın nehir kenarındaki sevimli bir *guinguette*'te (açık hava kafesi) eğlenen cilveli genç kız ve erkekleri gösteren bir resmini, *Tekne Gezintisinde Öğle Yemeği*'ni, çizmiştir. Yaptığı çizim çoğunlukla şapkalara odaklanmıştır, ama kız onları sistematik olarak yanlış yerleştirmeyi başarmıştır: asıl resmin sol tarafında görünenler A. H.'nin çiziminde sağ taraftadır (ve tam tersi).

Daha da şaşırtıcı bir şekilde A. H. gündelik yaşamın en yaygın jestlerinden bazılarında da zaman zaman ayna hatalar yapmıştır. Basit bir kavrama testi, birileri onun önüne ahşap bir küp yerleştirirken gözlerini kapamasını gerektirmiştir. Sinyali duyar duymaz da gözlerini açması ve küpü mümkün olduğunca çabuk bir biçimde kavraması gerekmiştir. Sahneyi kaydeden video kamera, büyüleyici bir olguyu da yakalamayı başarmıştır (Şekil 7.8): denemelerin üçte ikisinde, kızın eli başlangıçta ters tarafa uzanmıştır! Sadece

* Cümlenin deneyde kullanılan orijinal hali: "The stock market is storngly affected dy dercebtions the the of pulbic." –çn.

Uyarıcı sözcük	Okuma tepkisi
dog	bog
bone	done
pig	dig
star	tars
rib	rip
sun	nuns
skirt	skit
dust	dusk



Şekil 7.8. Görünüşe göre nadir vakalarda disleksi, görsel sistemin simetrisindeki bir aşırılıktan kaynaklanmaktadır. Bu şekil, genç bir disleksik kadın olan Bayan A. H.'nin bazı uzamsal bozukluk belirtilerini betimlemektedir. Bu genç kadının okuma hataları (üstte) çoğunlukla b, d, p ve q gibi ters çevrilebilir harflerle ilgilidir, ama aynı zamanda harflerin sırası ve daha da nadir olarak diğer harflerin kimliği tarafından da etkilenmektedir. A. H., kopyalama girişiminde bulunduğu çizimlerin, özellikle de sol-sağ aksında bulunanların (ortada) yönelimlerini sıklıkla tersine çevirmiştir. Nesneyi hızlıca kavrama girişiminde bulunduğundaysa (altta), bu çok pozlu fotoğrafta da görüldüğü gibi, eli çoğunlukla nesnenin tam olarak simetrik konumuna uzanmıştır (McCloskey vd, 1995 ve 2000'den sonra).

bunun ardından el doğru yöne dönmüştür. A. H. bu kavrama testinde sağ ile solu öylesine sık karıştırmaktadır ki gösterdiği performans rastgele karşılık vermesi halinde göstereceğinden daha kötüdür. Ne var ki bu hareketinin yalnızca başlangıçtaki yönü yanlıştır: diğer tüm değişkenler –açı, uzaklık ve hız– uygundur. A. H. açıkça, aşırı seçici bir uzamsal tersinme sorununa sahiptir. Görünüşe göre görsel sistemi, sanki şeytani bir ruh onu Alice'in ayna-dünyasında yaşamaya zorlamış gibi, sağ ve solu sürekli olarak ters çevirmektedir.

Michael McCloskey ve meslektaşları A. H.'yle yaptıkları çalışma süresince tesadüfi olarak hastalarına nasıl yardımcı olabileceklerini de keşfetmiştir. Hedef nesne hareket ettiğinde, titrediğinde veya saniyenin onda birinden daha az bir süre için sunulduğunda kızın performansı yükselmiştir. Döngüler halinde saniyede on kez titreyen harfler, sözcükler ve sözcük öbekleri kızın okuma seviyesini normal bir seviyeye çekmeye yetmiştir. Bu olgu gizemliliğini korumaktadır; elbette hızlı görsel işlemenin "magno-hücresel" hattının bozukluğundan disleksinin kaynaklandığı şeklindeki baskın görüşle de doğrudan çatışma halindedir.[36] Titreşim A. H.'de öylesine etkili olmuştur ki kız titreşen bir ışık altında okumaya başlamıştır!

A.H. vakası bilimsel literatürde disleksi üzerine yazılmış her şeye karşı öylesine müstesnadır ki cevapladığından daha fazla soru yaratmıştır. Disleksik olarak etiketlenmiş kaç çocuk aslında onun gibi uzamsal algıdaki birincil bir bozukluğa sahiptir? Diğer disleksikler de titreşen ışıklardan faydalanabilir mi? Her şeyden öte görsel dünyanın bu gizemli ayna çevrimini hangi bozukluk mekanizması açıklayabilir? A. H. uzayda nesneleri konumlandıran ve sağı soldan ayıran dorsal hatta gerçekleşen bir erken dönem lezyonuna mı sahiptir? Yoksa bu kızın bozukluğu belki de korpus kallozumdaki ayna-görüntü bağlantılarında bir aşırılık sorununa sahip ventral hattan mı kaynaklanmaktadır? Ya da belki de sorunun kaynağı varsayımsal bir "unutma eksikliği"dir: oku-

[36] Galaburda & Livingstone, 1993; Demb, Boynton & Heeger, 1997; Demb, Boynton, Best & Heeger, 1998; Demb, Boynton & Heeger, 1998; Stein, 2001.

manın edinimi sırasında kusurlu bir sinaptik tasfiye mekanizması bir sözcükle o sözcüğün ayna görüntüsünü birbirinden ayırt edemeyen küçük bir çocuğun görsel sistemine onu mahkum etmiştir. Şüphesiz ki beyin görüntüleme bu açık sorulara bir miktar ışık tutacaktır.

Son tahlilde, A. H.'nin hayret verici durumu görsel-mekânsal dikkatin okumanın normal gelişimi için devasa öneme sahip olduğunu bize hatırlatmaktadır.[37] İyi çözümleme yetileri yalnızca harfler ve konuşma sesleri arasındaki işbirliğinden kaynaklanmamaktadır; aynı zamanda harfler de düzgün yönelime sahip şekilde, uygun uzamsal konumda ve doğru bir sol-sağ sırasıyla öğrenilmelidir. Küçük yaştaki okuyucuların beyninde harflerin ve sözcüklerin kimliğini tanıyan ventral görsel hatla onların uzaydaki konumlarını kodlayan ve göz hareketleriyle dikkati programlayan dorsal hat arasında bir işbirliğinin olması gerekmektedir. Bu aktörlerden herhangi biri tökezlediğinde okuma yüzükoyun yere serilmektedir.

Hem dorsal hem de ventral hatların okuma için eğitilmesinin gerekmesi, motor hareketleri vurgulayan öğretim yöntemlerinin olağanüstü başarısını açıklayabilir. İlk olarak İtalyan psikolog Maria Montessori tarafından başlatılan yöntemi izleyen okul öncesi eğitim kurumlarında çocukları okumaya hazırlayan etkinliklerden biri zımpara kâğıdından büyük büyük kesilmiş harflerin dış hatlarını takip etmek şeklindedir. Çocuklara bunun, vuruşların çiziliş sırasına özellikle dikkat ederek, soldan sağa doğru yapılması öğretilmektedir. Bu etkinlik jestleri, dokunuşu, görüşü ve uzay algısını da beraberinde getirmektedir. Çocukların her zaman soldan sağa doğru giden asimetrik bir hatta maruz bırakılmasıyla ventral görsel hattaki simetri bozma işlemi şüphesiz basitleştirilmektedir. Fransız psikolog Edouard Gentaz, normal çocuklarda bu çok algılı yöntemin tek başına klasik fonolojik ve görsel eğitimden daha etkili olduğunu deneysel olarak göstermiştir.[38]

---

[37] Valdois, Bosse & Tainturier, 2004; Bosse, Tainturier & Valdois, 2007.

[38] Gentaz, Colé & Bara, 2003.

Çoklu algı çalışmaları, gelecek için yepyeni bir çalışma alanı yaratmaktadır. Belki de beyin görüntüleme, dokunsal yöntemin ventral ve dorsal hatları birbirine bağlayan işlevsel bağlantıları geliştirdiğini gösterebilir. Aynı zamanda uzamsal ve dokunsal harf keşfi de görsel kaynaklı okuma bozuklukları çeken çocuklara yardımcı olabilir. Dokunma temelli bir müdahale yöntemi belki de A. H.'nin okumasını ilerletmesine olanak sağlayacaktır. Okuma bilimi ilerledikçe bizim de yalnızca insan beyninin okuma için nasıl dönüştüğünü daha iyi anlamakla kalmayacağımıza inanıyorum. Bu yeni bilgiler çocuğun beynine en uygun biçimde uyarlanmış daha iyi öğretim ve rehabilitasyon tekniklerinin zaman içinde gelişmesine olanak sağlayacaktır.

Bölüm 8

BİR NÖRONLAR KÜLTÜRÜNE DOĞRU

Okuma. kültürel öğrenme ve beyin arasındaki etkileşimlerin doğasına yepyeni bir pencere açar. Nöron geri dönüşümü modeli, okumanın dışındaki kültürel icatlara doğru da genişlemelidir. Aynı zamanda matematik, sanat ve din de binlerce yıl süren kültürel evrim tarafından bizim primat beyinlerimize uyumlanmış kısıtlı araçlar olarak yorumlanabilir. Ancak çözülmemiş anahtar bir soru vardır: bir kültür yaratmış ve dolayısıyla da beyin devrelerinin yeni kullanım alanlarını idrak edebilmiş tek tür neden insanlardır? Ben, "bilinçli bir nöronal çalışma alanının", yani engin bir kortikal bağlantılar sisteminin genişlemesinin, zihinsel nesnelerin yeni amaçlar için esnek bir biçimde yeniden düzenlenmesine olanak sağladığını öne sürüyorum.

Kütüphanenin bünyesinde tüm kitapların bulunduğu ilan edildiğinde, buna gelen ilk tepki muazzam bir neşeydi. Herkes kendini bir sırrın, el değmemiş bir hazinenin efendisi gibi görüyordu.

–Jorge Luis Borges, "Babil Kütüphanesi"

Tanrı var olsaydı, bir kütüphane olurdu.

–Umberto Eco

Okuyucu beyninin içine doğru yaptığımız yolculuğun sonuna yaklaşırken bizim okumamızı sağlayan şeyin yalnızca talihin bir cilvesi olduğu iyice gün yüzüne çıkmaktadır. Eğer kitaplar ve kütüphaneler bizim türümüzün kültürel evriminde baskın bir rol oynamışsa bunun sebebi beynin esnekliğinin primat görsel sistemimizi bir dil aletine dönüştürmemize izin vermiş olmasıdır. Okumanın icadı beynimizdeki devrelerin bir okuma aygıtına dönüşmek üzere mutasyona uğramasına yol açmıştır. Edindiğimiz şey yeni ve neredeyse büyülü bir yetidir: "gözlerimizle ölüleri dinleme" kapasitesi. Ama okumanın mümkün olmasının tek sebebi görsel duvar yazılarını konuşma sesleri ve anlamlarla bağlantılandırmayı öğrenebilen kortikal alanları miras almış olmamızdır.

Belki de şaşırtıcı olmayan bir şekilde beyin devrelerimizin okumaya mükemmel olmayan bir biçimde uyumlandığı ortaya çıkmıştır. Zayıf görsel çözünürlük, abartılı bir öğrenme eğrisi ve ayna simetriye karşı sinir bozucu bir eğilim geçmiş evrimimize tanıklık etmektedir. Ne yazık ki evrim beyin devrelerimizin bir gün sözcük tanıma için geri dönüştürüleceğini öngörmemiştir. Ama kusurlu donanımımız, antik Sümer'den beri, nesillerce yazıcının bu devrelerden fayda-

lanmanın yollarını bulmasını engelleyememiştir. Bu katipler çağlar boyunca gerçekleşen yenilenmeleri bu sayfa üzerindeki işaretlerin sizin beyninizle konuşmasına imkân sağlayan etkili yazı sistemleri tasarlamıştır.

Okuma Paradoksunu Çözümlemek

Bu kitabın ilk sayfalarında özünde bu yeti için tasarlanmamış olan beyinde yazının icadının nasıl ortaya çıkmış olabileceğini sorgulamaktaydım. Değişmemiş bir genoma sahip insan primatı, nasıl olup da bir kitap kurduna dönüşmüştür? Her ne kadar okuma yalnızca birkaç bin yıldır bizimle birlikteyse de tüm yetişkin okuyucuların beyinlerinin ince ayarlı birer okuma mekanizmasıyla donanmış olduğunu keşfettiğimizde, benim okuma paradoksu adını verdiğim gizem bulutu yalnızca daha da kalınlaşmıştır.

Ortada bir paradoks olmadığını artık biliyoruz. İnsan beyni hiçbir zaman okuma için evrilmemiştir. Biyolojik evrim kördür ve hiçbir ilahi mimar da biz bu kitabı okuyabilelim diye beynimize devreler döşememiştir! Gerçekleşmiş olan tek evrim kültürel olandır; okumanın kendisi, beyin devrelerimize uyarlanmış bir biçime doğru aşamalı olarak evrilmiştir. Yüzyıllar süren deneme ve yanılmanın ardından tüm dünyadaki yazı sistemleri benzer çözümler üzerinde birbirlerine yaklaşmıştır. Hepsi de ventral görsel sistemde depolanmaya yetecek kadar basit olan ve dil alanlarımızla bağlantı halinde bulunan bir dizi şekle dayanmaktadır. Kültürel evrim yazı sistemlerimizi öylesine iyi ayarlamıştır ki bu sistemlerin başlangıç seviyesindeki bir okurun nöron devrelerini işgal etmesi günümüzde yalnızca birkaç yıl almaktadır. "Nöron geri dönüşümü" fikriniyse özünde farklı işlevlere tahsis edilmiş olan kortikal alanları yazının kısmen veya toptan işgal edişini tanımlamak için ortaya atmıştım.

Ayrıntıların önemli olduğuna inandığım için beyin devrelerimizin işleyiş biçimini enine boyuna araştırdım. Umarım okurlar lafı uzattığım için beni affeder, ama oldukça somut koşullar altında beyin işlevinin iki temel yönünü betimle-

mek istedim. İlk amacım kültürel edinimin genel öğrenme mekanizmalarına dayanmadığını, işlevi katı bir biçimde tanımlanmış önceden var olan belirli nöron devrelerine sıkı sıkıya bağlı olduğunu göstermekti. Konu okuma olduğunda giderek artan isabetliliğe sahip bu devreleri anlamaya başlıyoruz. Artık bunların değişmez nesne tanıma için tüm primatlarda var olan görsel hatlara ait olduklarını biliyoruz. Bu devrelerin zengin dahili yapısı ve kısmen sahip olduğu yeni şekilleri öğrenme kapasitesi kabul edilebilir yazı sistemlerine bir sınır koymaktadır.

İlkinden hareketle değinmek istediğim ikinci noktaysa insan kültürlerinin sosyal bilimciler tarafından ileri sürüldüğü gibi engin birer sonsuz çeşitlilik ve rastgele yaratıcılık alanı olmadığıdır. Beynin yapısı kültürel yapıları sıkı bir biçimde kontrol etmektedir. *Homo sapiens*'in icat kapasitesi sonsuz değildir; aksine sınırlı nöronal yapı setimiz tarafından daraltılmıştır. Eğer insan kültürleri bereketli bir çeşitlilik görüntüsü sunuyorsa bunun sebebi, temel kültürel özelliklerin sınırlı seçilimlerinin çoklu kombinasyonlarından yüksek miktarlarda kültürel formun doğabilmesidir.

Konu okuma olduğunda, varsayımsal kültürel sabitler somut ve gerçektir. Çince karakterlerden alfabeye tüm yazı sistemleri morfo-fonolojik bir ilkeye dayanmaktadır; hepsi de eş zamanlı olarak sözcük köklerini ve fonolojik yapıları temsil etmektedir. Aynı zamanda tüm dünyada paylaşılan ve ilk olarak Marc Changizi tarafından keşfedilen (*bkz*: Bölüm 4) küçük bir görsel şekiller envanterine de dayanmaktadırlar. Yazının görünüşteki çeşitliliğinin altında geniş bir evrensel ve nörolojik açıdan sınırlı özellikler yelpazesi yatmaktadır.

Kültürel Formların Evrenselliği

Bu kapanış bölümünde, okumanın kültürel icatların nöronal mimarimiz tarafından sınırlandırılma biçimine dair birçok örnekten yalnızca biri olduğu fikrini savunacağım. Eğer nöron geri dönüşümünü diğer insan etkinliklerine doğru genişletirsek onlara karşılık gelen beyin mekanizmalarıyla nöron

geri dönüşümünü bağlantılandırabiliriz. Bu tür bir bağlantı, insanın kültürel icatlarının kapsamını belirleyen nöronal kısıtlılıkları anlamamızı sağlayacaktır. Günümüzde böyle bir beklenti uzak gibi görünse de günün birinde tüm insan kültürünün (aile, toplum, din, müzik, sanat vb de dahil) temel bileşenlerini listeleyebilir ve bunların her birinin beyin yetilerimizin geniş kümesiyle nasıl bir ilişki içinde olduğunu anlayabiliriz.

İlk sıçrama tahtaları geçtiğimiz otuz yıl içinde Fransız nörobiyolog Jean-Pierre Changeux tarafından yerleştirilen[1] bu tür bir "nöronlar kültürü"nün yeşermesini dört gözle bekliyorum. İnsan kültürünün çeşitli boyutlarının isabetli bir açıklaması şu anda avcumuzun içindedir. Bu "nöro-antropolojik" bakış açısından, her bir kültürel özellik toplu kombinasyonları kültürel temsillerin alabileceği çoklu formları açıklayabilecek iyi tanımlanmış nöron devreleriyle nihai olarak bağlantılı olacaktır. Ancak kültürel geleneklerin tek bir gene, moleküle veya nöronlar kategorisine doğrudan ve safça indirgenmesini savunmadığımı da belirtmeliyim. Okumada da olduğu gibi köprü görevi gören bir dizi yasa, en nihayetinde kültürel yapıları onlarla ilintili beyin ağlarına bağlamalıdır. Bu köprü yasalar insan psikolojisini aradan çıkarmak yerine bünyesine dahil etmelidir. Aynı zamanda insan topluluklarını şekillendiren tarihi, siyasi ve ekonomik güçleri de içermelidirler.

Bu bakış açısı göz korkutucu olabilir, ama o noktaya ulaşacağımızı düşünen tek kişi de ben değilim. Kimi meslektaşlarım; beşeri bilimler, psikoloji ve nihai olarak da beyin bilimleri arasındaki bilgi birliğine[2] yönelik benzer ve olumlu argümanlarını ifade etmiştir. Kültürel göreliğin sınırlarını zorla vurgulayan ilk bilim insanlarından biri dilbilimci Noam Chomsky'dir:

> [Yaygın kanıya göre] hayvanların kimi alanlardaki olağanüstü başarısını ve başka alanlardaki beceri

[1] Changeux & Danchin, 1976; Changeux, 1983; Changeux & Connes, 1989; Changeux, 2002.

[2] Wilson, 1998.

> eksikliğini açıklayan şey yine hayvanların içgüdülerinin zenginliği ve özgüllüğüdür ve halbuki bu tür eklemli içgüdüsel yapılardan yoksun olan insanlar, böylesi sınırlamalar olmadan düşünmekte, konuşmakta, keşfetmekte ve anlamakta özgürdür, diye argüman devam eder. Hem problemin mantığı hem de günümüzde anlamaya başladıklarımız, hayvanlar aleminde insanın konumunu belirlemenin doğru yolunun bu olmadığına işaret etmektedir.[3]

Chomsky'nin bu satırları yazmasından birkaç yıl önce, 1974'te, Fransız antropolog Dan Sperber "birikmiş etnografik kayıtlardan ortaya çıkan görüntünün nasıl hiç de sonsuz çeşitliliğin değil, görünüşte rastgele bir biçimde kısıtlanmış bir dizinin fazlasıyla girift çeşitlemelerinin bir parçası olduğunun" altını çizmiştir.[4] Kültürel çeşitliliğin kısıtlı bir evrensel zihinsel yapılar dizisini gizlediği hipotezi elbette ilk önce yapısal antropolojinin babası olan Claude Levi-Strauss tarafından ileri sürülmüştür. Kendisinin kuramı bilişsel antropolog Donald Brown'ın yaptığı araştırmayla yakın bir zamanda büyük ölçüde doğrulanmıştır. Brown, *Human Universals* [İnsani Tümeller][5] isimli kitabında tüm kültürler tarafından paylaşılan dört yüze yakın özellikten oluşan bir liste sunmaktadır. Bu evrensel özellikler renk ve sayıların kullanımından bölgeciliğe, yüz ifadelerine, müzikal yaratıcılığa, oyunlara, yasal sistemlere ve çok daha fazlasına uzanan bir yelpazeye sahiptir.

Bu temel kültürel özelliklerin kökeni nedir? Sperber bunların insan beyninin kökten modüler yapısından kaynaklandığını öne sürmektedir.[6] Jerry Fodor'un hipotezini[7] detaylandırmak adına, Sperber belirli bir yeterlik alanının benimsenmesi ihtiyacına karşılık olarak evrilmiş bir özelleşmiş "birimler" toplamı olarak zihni tanımlamaktadır. Sperber'e göre her bir birim kendisinin evrimini hareketle

---

3 Chomsky, 1986.

4 Sperber, 1974.

5 Brown, 1991.

6 Sperber & Hirschfeld, 2004; ayrıca bkz: Atran, Medin & Ross, 2005.

7 Fodor, 1983.

geçiren durumla sınırlı, dar bir uygulama alanıyla işe başlamaktadır. Ancak bu alan daha büyük bir girdi yelpazesini çevrelemek üzere genişletilebilmekte ve böylece de tamamen yeni tetikleyici uyarıcıların kültürel icadına yer bırakmaktadır.

Yüz tanıma bunun iyi ve somut bir örneğidir. Yüzlere karşı görsel yeterlik tüm insanlarda bebeklik çağının erken bir döneminde ortaya çıkmaktadır. Bu özellik kimilerinin "yüz birimi"[8] dediği özelleşmiş bir görsel alanla ilişki halindedir. Bu birimin "uygun alanının" veya sahip olduğu biyolojik işlevin onun işlemesini sağladığı bilginin yalnızca insan yüzlerinden oluştuğu varsayılmaktadır; bu birim bu uyarıcı dizisi için evrilmiştir, çünkü bunun uzmanlığı bize evrimsel bir üstünlük sağlamıştır. Ama yüz tanıma aygıtımız aynı zamanda bir heykel veya fotoğrafın görüntüsü, eriyen karlarda görülen İsa'nın yüzünün görüntüsü veya astronomların Mars'ın yüzeyinde gördüğü (aslında bir dağın gölgesi olan) devasa insan yüzü görüntüsü gibi gerçekte yüz olmayan nesneler için de ateşlenmektedir. İnternet "smiley"leri ve diğer "emoticon"lar (☺) gibi minimal şekil düzenlemeleri bile bu aygıtı tetikleyebilmektedir. Sperber'in çerçevesinden ister doğal ister yapay olsun tüm bu uyarıcılar, birimin "asıl alan"ına veya varsayımsal yüz biriminin girdi şartlarına uyan asgari bilgiye aittir.

Sperber'e göre insan yaratıcılığına yer bırakan ve insan kültürleri tarafından faydalanılan şey tam olarak zihin birimlerimizin asıl alanıyla uygun alanı arasındaki tutarsızlıktır. İnsanlar, diğer insanların ilgisini çekmek için çeşitli kültürel nesneler icat etmektedir. Tek amaçları beyin birimlerini olabilecek en beklenmedik ve çekici biçimde kışkırtmaktır. İnsan kültürünün evrensel bir biçimde sahip olduğu porteler, heykeller, karikatürler, maskeler, makyajlar ve dövmeler yaratma eğilimi muhtemelen yüz tanıma birimimizin sınırlarında oynanan bir tür kültürel oyunun ürünüdür. Elbette bu kültürel eserler her zaman için insan yüzünü taklit etmemektedir; bu eserler insan yüzünün özelliklerini, yüz

[8] Kanwisher, McDermott & Chun, 1997.

modülünü gerçek bir yüzden daha güçlü bir biçimde etkinleştiren bir görüntüye veya etnologların tabiriyle bir "süper uyaran"a doğru artırmaktadır. Bir kültürel aygıt bir süper uyarıcıya dönüşmek adına uygun hale getirildikten sonra üreme verimliliğini artırmakta ve bir insan grubunda zihinsel bir salgın gibi yayılabilmektedir.

Nöron Geri Dönüşümü ve Beyin Birimleri

Apaçık bir benzerlik ve hatta belirli bir bütünleyicilik, Dan Sperber'in uygun alan ve asıl alan karşıtlığı kavramını benim nöron geri dönüşümü hipotezime bağlamaktadır. İki görüş de evrim tarafından öngörülemeyen bir kültürel nesnenin beyin mimarimiz içindeki yerini nasıl bulduğunu vurgulamaktadır. Bu nesnenin bunu yapabilmesinin tek sebebi beynimizdeki devrelerin normal çalışma şartlarında muhafaza edilen öğrenilebilir zihinsel formlar envanterine ait olmasıdır.

Sperber'in konumuyla ilgili tek kuşkum öğrenme ve beyin esnekliğinin kültürel tümellerin kökenindeki rolünü hafife alma eğiliminde olmasına yöneliktir. Her ne kadar kendisi tüm birimleri "öğrenme içgüdüleri", yani sıkıca kablolanmış aygıtlardan ziyade yeni bilgiyi edinen makineler, şeklinde tanımlasa da bunların yalnızca görece kısıtlanmış bir küre içerisinde öğrenme yetisine sahip olduğunu vurgulamaktadır. Elbette bu birimlerin esnekliği Sperber'in doğuştan gelen nöronların hazır bir listesinin insan kültürlerinin evrensel özelliklerini açıklayacağı şeklindeki argümanında temel bir rol oynamaktadır: kuramsal olarak, tüm insanlar insanın evrimi tarafından belirlenmiş birimlerden oluşan aynı sabit düzene sahiptir.

Sperber'in kuramından ortaya çıkan kültür görüşü indirgemeci gibi görünebilir. Eğer bu düşünce çizgisini izlersek her bir insan kültürü önceden kurulmuş serebral birimleri uyarmaya yarayan akıllıca gerçekleştirilmiş bir avuç numaradan ibarettir. Okuma, kültürel icadın bu tanımın çok daha ötesine geçtiğine işaret etmektedir. Bu icat yalnızca görsel

sistemimizin uyarılmasıyla ortaya çıkmamıştır. Yazma bilişsel yetilerimizi çarpıcı bir biçimde genişleterek uygun bir "kültürel devrim" için gerekli şartları hazırlamıştır. Çocuk beyninin en esnek olduğu yaşta okumaya maruz kalması, tek bir birimin girdilerinin salt bir yeniden yönlendirilmesinin çok daha ötesine geçen insan bilişselliğinin muazzam bir biçimde yeniden düzenlenmesine yol açmaktadır.

"Birim" kavramına çok sıcak bakmadığımı da eklemeliyim. Bu terim bilişsel işlevleri beynimizin yüzeyini kapladığı varsayılan sabit hücrelere hapsetmektedir. Kortikal gerçeklik çok ama çok daha çeşitli, bol ve esnektir. Jean-Pierre Changeux, yaşamın ilk yıllarında gerçekleşen ve çocuğun beynindeki çeşitlilik ve bolluğu yaratan sinaps patlamalarının altını çizmiştir. Her ne kadar beyin devreleri doğumda halihazırda düzenlenmişse de görünüşe göre bu devreler katı bir biçimde tek bir alana tahsis edilmek yerine yalnızca bu alanın edinimini kolaylaştırma eğiliminde olabilmektedir. Belirli bir bilişsel kısıtlamanın seçici baskısı altında evrilen beyin devreleri bolca sahip oldukları bağlantılar sayesinde oldukça farklı işlevler için de dönüştürülebilmektedir.

Bu nöron geri dönüşümü mekanizması Sperber'in birimsel hipotezini olağanüstü ölçüde zenginleştirmektedir. Katı olmaktan çok uzak olan serebral işlemcilerimizin dış hatları, bir esneklik bileşeni de taşımaktadır. Özellikle yoğun bir eğitim uygulayan ve çocukların beynini çok küçük yaşlarda kültürel nesnelere maruz bırakan kültürlerde bunların işlevleri de değişebilir. Esneklik, sabit bir birimler listesinin çok daha ötesine geçen bir kültürel çeşitliliğe olanak sağlamaktadır. Dahası İnternet veya bilgisayar faresi gibi devrim yaratan buluşlar muhtemelen beynimizdeki alet çantasının tam potansiyelini keşfetmekten fazlasıyla uzak olduğumuzu göstermektedir.

Son olarak muhtemelen kültürel icatlar üzerinde uzmanlaşmak için gereken kortikal geri dönüşüm miktarının bir işlevi olarak, bu icatların ortaya çıkma hızı ve kolaylığının büyük bir çeşitlilik gösterdiğini de kabul etmemiz gerekmektedir. Tanım gereği tüm düşünce nesneleri, beyin devreleri-

mize sığabilecek öğrenilebilir temsiller zarfına sığmaktadır. Ancak bunlardan bazıları diğerlerine göre daha karmaşık değişimler gerektirebilmektedir. Dünyadaki tüm kültürlerde yüzler, dövmeler ve maskeler bol miktarda bulunmaktayken okuma, matematik ve müzik, eşitsiz karmaşıklık ve değişken yayılmanın yakın zamanlardaki buluşlarıdır. Bu buluşları öğrenmek için gereken erken yaşta verilen yoğun eğitim onların, var olan beyin devrelerimiz üzerine ne dereceye kadar sinaptik yeniden düzenleme uygulayacaklarını da açığa çıkarmaktadır. Bu kültürel nesnelerin hepsi eşit oranda erişilebilir değildir; belirli kimi kortikal nişler uygun hale gelmeden önce beynimiz kültürel basamakta birkaç ortalama adım atmak zorunda kalıyor olabilir.

Bir Kültürel Sabitler Listesine Doğru

Hırsla yürütülen çağdaş araştırma programları insan kültürünün müzik, din, sanat, matematik ve bilim gibi en dikkat çekici yanlarını irdelemeye başlamıştır. Bu araştırmalar bu yaratılarla ilintili beyin devrelerini tanımlamayı ve onların varsayılan filogenetik ve epigenetik öncüllerini incelemeyi amaçlamaktadır. Hızlıca yapılan bir gözden geçirme, kayda değer ilerlemelerin yolda olduğu çeşitli alanları açığa çıkarmaktadır.

Doğal Bilimler

Tüm kültürlerde, bitkilerin ve hayvanların sınıflandırılmasına yönelik bir ilgi vardır.[9] Scott Atran ve Dan Sperber, bu taksonomi merakını canlılar hakkındaki bilginin edinimine özelleşmiş varsayımsal bir "yöre biyolojisi" birimiyle ilişkilendirmektedir. Bu tür bir birime sahip olmak bir türün beslenme şablonlarını, sağlığını ve çevreyle genel uyumunu etkileyerek o türün hayatta kalmasında kilit bir rol oynuyor olabilir. Gelişimsel psikoloji, beyin görüntüleme ve nöropsikoloji bebeklerde erken gelişmiş bir şekilde ortaya çıkan ve

[9] Atran, 1990; Berlin, 1992.

kimi beyin lezyonları tarafından yok edilen hayvanlara ve bitkilere dair bu beyin özelleşmesini ortaya çıkarmaya başlamıştır.[10]

Matematik

Birtakım başka laboratuvarlarla birlikte benim kendi laboratuvarım da matematiksel nesnelerin beyinde nasıl basit bir biçimde bağlandığı üzerine çalışmalar yapmıştır.[11] Tüm kültürler hem aritmetik hem de geometride var olan azami miktarda bir dizi soyut matematiksel kavramı paylaşmaktadır. Bu kavramlar erken çocukluk döneminde hiçbir türden formal eğitim söz konusu değilken ortaya çıkmaktadır. Bunun en önemli örneği sayı kavramıdır. Anadilinde beşten daha ileri sayılar için isim bulunmayan, Amazonlu eğitimsiz bir çocuk bile yirmi ile kırk nokta arasındaki farkı anlayabilmekte, onları sıralayabilmekte ve hatta bu noktaları yaklaşık toplama ve çıkarmalarla kombin edebilmektedir.[12] Temel aritmetik üzerine bu çekirdek yeterlik herhangi bir insan bebek, çocuk veya yetişkinde nesnelerin sayılarına duyarlı iki lobda yer alan bir bölgenin bulunabileceği parietal loblarla ilintilidir.[13] Dahası bugün, makak maymunlarının beyinlerinin görünüşe göre zihinsel aritmetik sırasında etkin olan insan parietal bölgesinin net bir homoloğu olan bir konumunda, belirli sayıdaki nesnelere göre ayarlanmış nöronlar bulunduğunu bilmekteyiz.[14] Yiyecek öğelerinin ve kendi türlerinin diğer üyelerinin izini sürme gibi hayvanların hayatta kalması için apaçık gerekli olan iki işlevde, sıklıkla "saf matematiğin" zirvesi olarak görülen sayı kuramının köklerinin bulunduğunu düşünmek keyiflidir.

Sayılar ve beyin üzerine yapılan araştırmalar matemati-

---

10 Caramazza & Shelton, 1998; Chao, Haxby & Martin, 1999; Pouratian vd, 2003.

11 Dehaene, 1997; Butterworth, 1999.

12 Pica, Lemer, Izard & Dehaene, 2004; Dehaene, Izard, Pica & Spelke, 2006.

13 Dehaene, Piazza, Pinel & Cohen, 2003; Cantlon, Brannon, Carter & Pelphrey, 2006.

14 Nieder & Miller, 2004.

ğin nasıl da insan zihninin temel ve evrensel yeterliklerine dayandığını örneklendirmektedir. Matematiğin nihai temelleri geçmiş evrimimizden miras aldığımız ve yazılı ve sözlü sembollerin yardımıyla yeni biçimlerde yeniden birleştirmeyi öğrendiğimiz uzay, zaman ve sayının yapılandırılmış zihinsel temsillerinde yatmaktadır.

Sanat

Tüm toplumlar pratik kullanımı bariz olmaktan çok uzak pahalı dekoratif yaratılar olan "sanat" işlerini üretmektedir. Jean-Pierre Changeux, kitaplarında ve College de France'ta "nöroestetik" üzerine verdiği derslerde (2003-2005) özellikle de resim ve müzik başta olmak üzere sanat biçimlerine nörobiyolojik değerler vermeyi önermiştir.[15] "Çoklu evrimlerin bir sentezi" olarak beynimiz, sanat eserleri tarafından ortaya çıkarılan karmaşık duygusal tepkileri açıklayabilecek geniş bir zihinsel temsiller seçkisine ev sahipliği yapmaktadır. Nöronal açıdan bakıldığında, bir resim beyindeki sayısız alana iletilen birçok parçaya ayrıştırılmaktadır. Bu bölgelerin her biri de bu sanat eserinin bir özelliğini işlemektedir: renk, doku, yüzler, eller, duygu ifadesi. Bir sanat eseri beyne yayılmış durumdaki birden fazla işlemciyi yeni, eş zamanlı ve ahenkli bir biçimde uyardığındaysa bir şahesere dönüşmektedir.

Buna benzer fikirler Amerikalı nörolog Vilayanur Ramachandran tarafından da öne sürülmüştür. Ramachandran, "sanatın amacı ... yalnızca gerçekliği betimlemek veya temsil etmek değil ... özgün nesne tarafından etkinleştirilebilecek aynı nöron mekanizmaları daha güçlü bir biçimde etkinleştirmek adına büyütmek için ... onu artırmak, aşmak ve hatta *bozmaktır*"[16] demiştir. İngiliz nörofizyolog Semir Zeki'ye göre "sanatçılar bir bakıma, kendilerine özgü tekniklerle beyni inceleyen nörologlardır."[17] Zeki, sanat biçimlerinin kısmen

[15] Changeux, 1994.
[16] Ramachandran, 2006.
[17] Zeki, 2000.

farklı beyin devreleriyle ilişkilendirilebileceğini öne sürmektedir: fovizm beynimizin V4 renk alanını uyarmakta ve kinetik sanat MT/V5 hareket alanımızın sınırlarını zorlamaktadır ve saire. Dahası yetenekli sanatçıların eserlerinde, onları izleyenlerin aldığı zevki sürekli olarak yenileyen çok sayıda yorum saklıdır.

Changeux, bunu bir adım ileri götürmektedir. Kendisi, özgün bir sanat biçimi yaratmak için çeşitli beyin sistemlerinin sadece uyarılmasının yeterli olmadığını düşünmektedir. En sevilen sanat eserleri yalnızca izleyicileri hipnotik hareketler veya şaşırtıcı renklerle büyüleyen "süper-uyarıcılar" değildir; her ne kadar bu tanım kimi çağdaş sanat akımları için geçerli olsa da! Bir şaheser her şeyden önce ahenk yaymalıdır. Bireysel parçalar ve resmin bütünü arasındaki tutarlılık hissinin, yani Changeux'nun sanatsal yaratının özüne yerleştirdiği *consensus partium*un nöronal temelleri üzerine daha henüz müzik için yeni yeni çalışılmaya başlanmıştır.[18] Burada kullanılan haliyle müzikal tonlardaki ahenk kavramının kısıtlı bir fiziksel tanımı vardır. Oktavlar ve beşli aralıklardaki perde farkına karşı sahip olunan temel bir duyarlılık, tüm bebeklerde halihazırda var olan kültürel bir tümeldir. Görünüşe göre bu özellik, uyumsuz tonlar acı verici bir biçimde titreyen ve vuran ritimleri tetiklerken uyumlu akorların tutarlı ve senkronize nöron etkinliği yarattığı birincil işitsel alan seviyesinde ortaya çıkmaktadır. Resim veya heykeldeki ahenk de bir şaheser tarafından kışkırtılan yayılmış haldeki çoklu beyin alanlarındaki bir tür aşama senkronisiyle benzer bir biçimde açıklanabilir mi? Nöroestetik, nörobilimin henüz çok yeni ve ihtilaflı bir alanı olduğu için bu soruya verilecek açık bir cevabımız bulunmamaktadır.

Din

Daha da ihtilaflı bir alan nörobilimin insanların dine dönük evrensel eğilimine ışık tutup tutamayacağı hususudur. Din-

[18] Wallin, Merker & Brown, 2000.

sel düşüncenin izleri, varsayılan evrimsel ve nörobiyolojik köklerine dek sürülebilir mi? Yakın zamanda yayımlanan üç kitap[19] dinin evrenselliği ve bin yıllık durağanlığına dair bilişsel ve hatta "nöroteolojik" açıklamaları geliştirmektedir.

Daniel Dennett, Richard Dawkins'in özgün memetik açıklamasının ayrıntılarına inmektedir. Dennett, dil ve taklit yoluyla kültürel geçiş kapasitemizin "mem" adı verilen parazitik zihinsel temsillerin ortaya çıkışına zorunlu olarak yol açtığını öne sürmektedir. Bu zihinsel nesneler konaklarına faydalı olmak zorunda değildir; gereken tek şey bir zihinden diğerine geçişi kolaylaştıran etkili birer "çoğaltıcı" olmalarıdır. Dinler, zihinsel temsillerin kendi kendilerini yeniden üreten bir birleşiminden başka bir şey değildir, ancak tek bir ayırt edici özellikleri vardır: inançlı insanlara bu dinlere kör bir biçimde inanmamanın ve onları sadık ve sebatlı bir biçimde yaymamanın günahkârlık olduğu şartını koşan, tam da bu dinlerin içeriğidir.

Pascal Boyer, dini fikirlerin yayılma kolaylığını açıklayan temellerine daha derinlemesine eğilmektedir. Sperber gibi o da bu "zihinsel salgınlar"ın, beynimizde önceden var olan zihinsel birimlerde yankı bulduğunu varsaymaktadır. Din, nesnelerin amaç yönetiminde bir davranışla hareket ettiğini gördüğümüzde nedensel bir etmen çıkarımını yapmamızı sağlayan nedensel çıkarım, sosyal zekâ ve ahlak duygusu için işlev gören bilişsel birimlerin sırtına binmiş bir tür parazittir. Özünde, der Boyer, beynimizdeki kablolar çevremizde yüce bir tasarım, amaç ve ahlak aramamız için döşenmiştir.

Son olarak Scott Atran da insanların doğaüstüne eğilimini açıklamaya yoğunlaşmaktadır. Atran'ın bakış açısına göre görünmez atalar, düşünen ağaçlar, yaşayan ölüler, kötü niyetli nesneler veya büyülü sopalar gibi doğaüstü yaratıklar onları aşırı biçimde çekici yapan eşsiz bir kombinasyon sunmaktadır. Bunlar bir tarafta doğal dünyayı (yerleri, nesneleri, hayvanları, insanları) ayrıştırmada kullandığımız doğuştan gelen zihinsel kategorilerle birebir örtüşmekte, ama öte yandan bazı kategorilerin temel kurallarını ihlal

[19] Atran, 20002; Boyer, 2002; Dennett, 2006.

etmektedir. Bu çelişki tarafından uygulanan manyetik etki, bu tamamen hayali kavramları neden bu kadar çekici bulduğumuzu açıklamaktadır. Bu kavramlar hem çocuk hem de yetişkin beyni için hayli etkili birer süper-uyarıcıdır. Tıpkı iki yüzlü Roma tanrısı Janus gibi bir yüz onların zihinsel birimlerimize girmesine izin verirken, diğeri dikkatimizi ve hafızamızı artırmaktadır. Kinetik sanatın beynimizin hareket alanını uyararak bizi büyülemesine benzer bir şekilde doğaüstü düşünceler de beyinde yerleri, nesneleri, hayvanları ve insanları kodlayan alanlar için büyüleyici birer tuzak yemidir.

Tüm bu evrimsel açıklamalar inandırıcı gelmekle birlikte aynı zamanda açıklamayı hedefledikleri toplumsal ve kültürel olguların karmaşıklığında da yetersiz kalmaktadır. Bu açıklamaların, sanat ve dinin gizemlerini nihai olarak psikoloji ve beyin görüntüleme araçları kullanılarak üzerinde çalışılabilecek standart bilişsel olgularla ilişkilendirme girişimlerini yalnızca övebilirim. Ne var ki bunlar bana her zaman Rudyard Kipling'in, devenin bir hörgüce veya kaplanın da noktalara nasıl sahip olduğunu anlatan "kıssadan hisse"lerini* hatırlatmaktadır. Kipling'in hikâyeleri gibi dine ve sanata dair kuramlar da şu anda nesnel deneylerden büyük oranda uzak duran tahmini mekanizmalara dayanmaktadır. Buna karşın okumanın belki de en ilginç yönü, altında yatan nöron mekanizmalarının özenli tasnifine halihazırda elverişli olmasıdır. Her ne kadar yüksek seviye ve insana özel bir icat olsa da okuma, iyi tanımlanmış ve yeniden üretilebilir beyin devreleriyle ilişkilidir. Gelecekteki deneysel ilerlemelerin nöroestetik ve nöroteolojiyi de nihai olarak aynı bilimsel kesinlik seviyesine getirmesini sabırsızlıkla bekliyorum.

---

* Yazarın özgün dilde "just-so story" olarak kullandığı bu terim, ismini Rudyard Kipling'in çocuklar için yazdığı hikâyelerden oluşan "Just So Stories" ("İşte Öyle Hikâyeler") isimli kitabından alıyor. Kitapta bir devenin bir hörgüce nasıl sahip olduğu, büyük balinanın neden küçük balıkları avladığı, denizdeki gelgitlerin nasıl oluştuğu vb gibi doğal olgular, doğaüstü hikâyelerle açıklanıyor. Dilimize uygun bir çeviri olması açısından, bu terim "kıssadan hisse" olarak çevrilmiştir --çn.

Neden Kültürel Tek Tür Biziz?

İnsan kültürlerinin her büyük özelliğinin evrimsel geçmişimizden miras aldığımız belirli serebral birimler veya işlemcilerle ilişkili olduğu hipotezi, bir adet büyük itirazla karşılaşmaktadır. Diğer primatlarla hepsini olmasa da birçok işlemciyi paylaşıyorsak, engin ve oldukça gelişmiş kültürler oluşturan tek tür neden biziz?

Hayvan kültürlerinin kapsamı üzerine yakın zamanda yapılan tartışmaların aksine *Homo sapiens* kültürel alanda gerçekten de tek türdür. Onlarca yıl sabırla sürdürülen etolojik gözlemler, en yakın kuzenlerimiz olan şempanzelerdeki otuz dokuz otantik "kültürel" özellikten oluşan bir listeye ulaşmıştır. Kültür, aynı türe mensup hayvan gruplarında çeşitlilik gösteren, nesilden nesile aktarılan ve yerel ortamdaki çeşitliliklerin basit bir sonucu olmayan bir davranış olarak tanımlanmaktadır.[20] Şempanze kültürünün destekçileri Tanzanya Mahale'deki şempanzelerin burunlarını bir çubukla karıştırdığı veya Afrika'daki yedi bölgeden dördünde el çırpmanın bir başka şempanzenin dikkatini çekmek için kullanıldığı şeklindeki gerçekleri muzaffer bir biçimde "kültürel" birer özellik olarak adlandırmaktadır. Bu gözlemlerin önemini inkâr etmiyorum; bunlar insan türünün eşsizliğini tanımlamaya hizmet etmekte ve onu bilinçsiz taklit ve toplumsal aktarımın klasik mekanizmalarıyla bağdaştırmaktadır. Ancak hayvan kültürlerinin nadirliği ve içeriklerinin kıtlığı, en küçük insan grubunun bile kendiliğinden geliştirdiği muazzam kültürel gelenekler listesiyle keskin bir ayrım oluşturmaktadır.

Grafik sanatlar bu durumda özellikle öğreticidir. İster kaya, ister çamur, isterse de insan vücudu üzerine olsun, herhangi bir tür çizim veya oyma pratiği uygulamayan insan topluluğu neredeyse yoktur. Bu sanat formları üzerinde, örneğin Chauvet mağarasında bulunan (bugünden 32 bin yıl önce çizilmiş) kaya resimlerinin de kanıtladığı gibi, üst Paleolitik çağda yaşamış atalarımız tarafından oldukça büyüleyici bir biçimde uzmanlaşılmıştır. Eskimolar ve Kızılderililer

[20] Whiten vd, 1999; Byrne vd, 2004.

de dahil çok sayıda kültürde çizim, özellikle sayı belirtmek için çabucak sembolik bir anlam kazanmıştır. Tam kapsamlı yazıysa günümüzden üç bin yıl önce, birbirinden ayrı en az dört bölgede ortaya çıkmıştır (Sümer, Mısır, Çin ve Mezoamerika). Buna karşın hiçbir maymun veya büyük insansı maymun türü, özgün tek bir sembol sistemi yaratamamıştır.

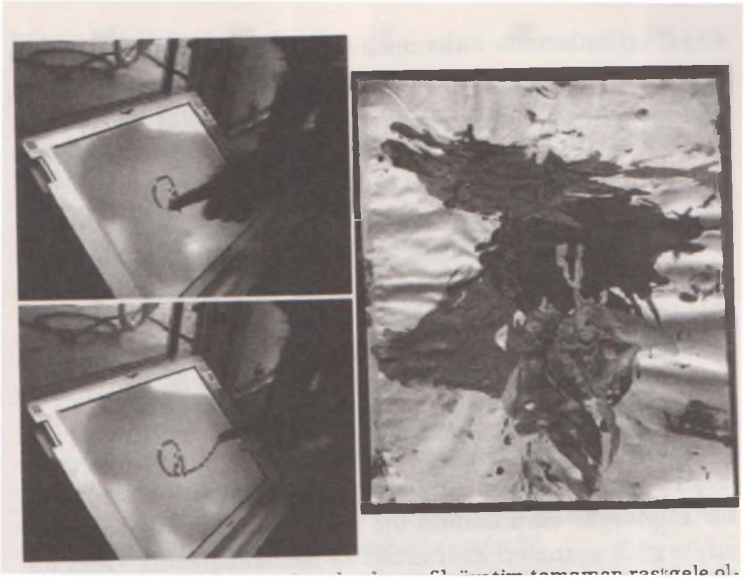
İnsan olmayan primatlardaki şaşırtıcı grafik icat eksikliğinin sebebi herhangi bir önemsiz görsel veya motor kısıtlılık değildir. Eline bir çizim pedi verildiğinde bir yaşındaki bir şempanze de noktalar, çizgiler ve kıvrımlar üretebilmektedir.[21] Japon maymun araştırmacısı Testuro Matsuzawa'ya göre şempanzeler "içkin bir çizim güdüsüne sahip gibi görünmektedirler." Ped, ekranda hiçbir iz bırakmamak üzere programlandığında maymunlar onu kullanmayı bırakmakta ve bu da "gözle görülen izlerin denekler için bir tür pekiştirici değerinin olduğuna" işaret etmektedir. O halde neden ellerine çizim ve boyama araç gereçleri verilen şempanzeler iletişimsel veya göndergesel herhangi bir amaçtan yoksun gibi görünen rastgele birkaç renk yamasından daha fazlasını yaratmamaktadır? (*bkz*: Şekil 8.1) Eğer kültürel buluşlar insanların diğer primatlarla paylaştığı beyin mekanizmalarının geri dönüştürülmesiyle ortaya çıkıyorsa, o halde insanlarla şempanzelerin kültürel yetileri arasındaki çelişkinin açıklanması gerekmektedir.

İnsana Özgü Esneklik mi?

Bu çıkmaz için çeşitli çözümler önerilmiştir. Bunlardan biri, insan beynine, kuzenlerimiz olan şempanzelerinkinden daha büyük bir esneklik bahşedildiğini vurgulamaktadır. İnkâr edilemez bir şekilde *Homo sapiens*i diğer primatlardan ve hatta atamız *Homo erectus*tan bile ayıran en çarpıcı özelliklerden biri bizim gelişmemiş ve hayli esnek bir beyinle doğmamızdır.[22] Diğer primatlarla kıyaslandığında insanın do-

[21] Boysen, Berntson & Prentice, 1987; Tanaka, Tomonaga & Matsuzawa, 2003.

[22] Coqueugniot vd, 2004.



Şekil 8.1. İnsan olmayan primatlarda grafik üretim tamamen rastgele olmasa da çarpıcı biçimde azdır. 13 aylık bir şempanze, bir yazı tahtasını kontrol etmeyi ve temel kıvrımları takip etmeyi öğrenmiş, ama çizimler yoluyla fikirler iletme yetisini hiçbir zaman geliştirememiştir (solda, Tanaka vd, 2003'ten sonra). Sağdaki "kompozisyon"sa Kamerun'daki Mefou Orman Barınağı'nda yarı bağımsız olarak yaşayan ve kendisine sulu boyayla bir kanvas sağlanan yetişkin bir şempanze tarafından ortaya çıkarılmıştır (© Kanada İnsansı Maymunlar Birliği).

ğumu beyin gelişiminin tamamlanmış olmaktan fazlasıyla uzak olduğu bir zamanda gerçekleşmektedir. Beyin nörolojik olarak hâlâ gelişmemiştir ve sinaptik olgunlaşma birkaç yıl daha sürecektir.

Uzatmalı esneklik muhtemelen türümüzün geniş bir çevresel şartlar çeşitliliğini benimseme yeteneğine katkıda bulunsa da kültürel icat eğilimimizde baskın bir rolünün olduğundan şüphelenmekteyim. Görünüşe göre şempanzelerin kültürel eserler geliştirmesini engelleyen sınırlayıcı etken öğrenme değildir. Aslına bakılırsa çok sayıda deney primat beyninin soyut öğrenme ve hatta yeni etkinliklere doğru radikal bir dönüşüm için fazlasıyla kabiliyetli olduğunu göstermektedir. Nikos Logothetis ve Yasushi Miyashita tarafından da gösterildiği gibi makak maymunları bile

doğal ortamlarında daha önce hiç karşılaşmadıkları kıvrım ve fraktallerin rastgele şekillerini tanımayı öğrenmektedir. Bölüm 3'te gördüğümüz gibi bu tür bir eğitim makakların bu yeni şekiller için seçici hale gelen görsel korteksinde bulunan birçok nöronun ayarı radikal biçimde değişmektedir.[23] Farklı araştırmacılar şempanzeleri ve makak maymunlarını Arapça sayıların şekillerini tanımak, bu sayıları hızlıca sıralamak ve karşılık geldikleri miktarla ilişkilendirmek üzere bile eğitmiştir.[24]

Maymunlar aynı zamanda araçları manipüle etmeyi de öğrenebilmektedir. Tokyo Üniversitesinden Atsushi Iriki ve meslektaşları maymunlara çeşitli nesnelere ulaşmaları için uzun bir tırmık kullanmayı öğretmede hiçbir sorun yaşamamıştır. Maymunlar bu görevde öylesine başarılı olmuştur ki bir bilgisayar ekranındaki bir geri bildirim videosu yardımıyla gizli nesneleri kavramayı da başarmışlardır.[25] Alet öğrenme, ön parietal korteksin küçük bir bölgesinde çok büyük değişimlere yol açmıştır: nöronal alıcı bölgeler genişlemiş, nörotropik etkenler ifade edilmiş ve beynin uzak arka tarafındaki alanlarla olan bağlantıları artmıştır. İnsan beyniyle olan benzerlikler, bu bölgenin yazı da dahil öğrenilmiş el hareketleri için insanda bulunan ağın bir habercisi olabileceğine işaret etmektedir.

Kısacası, sembol öğrenme gibi insan benzeri yetilerin işlevsiz durumdaki halleri açık bir biçimde diğer primat türlerinde de var olsa da hiçbiri bu kültürel sembolleri kendisi keşfetmemiştir. Maymun beyni sembolleri ve aletleri edinebildiğinden, insan olmayan primatlarda kültürel yenilik eksikliğinin sorumlusu azaltılmış beyin esnekliği olamaz. Eksik olan şey öğrenme yeteneği değil, kültürel nesneleri icat etme ve aktarma yetisidir.

---

23 Logothetis, Pauls & Poggio, 1995.

24 Matsuzawa, 1985; Washburn & Rumbaugh, 1991; Kawai & Matsuzawa, 2000.

25 Iriki, 2005.

Diğer Zihinleri Okumak

İnsan beyninin kültürel aktarıma "ön-uyarlanımlı" olduğu öne sürülmüştür. Michael Tomasello, bu görüşü açıkça savunmaktadır:

> İnsanlar kültüre biyolojik olarak diğer primatların olmadığı biçimlerde uyumludur. İnsanların ve onların en yakın akrabalarının sosyal öğrenme yetileri sistematik olarak karşılaştırıldığında aradaki fark da net bir biçimde görülmektedir. İnsan bebekler bir yaş civarında diğer kişileri de kendisi gibi amaçlı birer etmen olarak algılayıp onlarla ortak dikkat etkileşimlerinde bulunmaya başladığı için insanın kültüre uyarlanımı da kendini bu yaşlarda apaçık belli etmeye başlamaktadır. Sonrasında bu algı küçük çocukların kültürlerinin birikmiş bilgilerini kazanabilmeleri için eşsiz güce sahip bazı kültürel öğrenme biçimlerini edinmelerine olanak sağlamaktadır.[26]

Tomasello'ya göre türümüzün tekilliği, beyindeki bir "zihin kuramı" biriminin, yani başkalarının amaç ve inançlarının zihindeki temsillerinin yakın zamandaki genişlemesine bağlı olarak, eşsiz kültürel aktarım yeteneğine dayanmaktadır. Bu beyin sistemi kültürel yayılmayı en az üç farklı biçimde etkilemektedir. İlk olarak; yetişkinlerin çocuklarının bilgi sınır ve kapsamlarını betimlemesini sağlamakta ve böylece onları pedagojik stratejileri öğretmeye ve hatta tasarlamaya güdülemektedir. İkincisi; "zihin kuramı" yetişkinlerin iletişimsel ve pedagojik amaçlarını çocukların anlamasına olanak tanımaktadır; çocuklar yetişkinleri körü körüne değil, onların amaçlarını adamakıllı anlayarak taklit etmektedir.[27] Son olarak da zihin kuramı, insan türünün her bir üyesine kendini temsil etme, kendi zihinsel durumlarına dikkat gösterme ve onları yeni kültürel icatların tasarımı yoluyla istediği gibi manipüle etme yetilerini bahşetmektedir.

Onlarca deney çok küçük çocukların başkalarının iletişimsel niyetlerine karşı olağanüstü bir duyarlılığa sahip ol-

[26] Tomasello, 2000b, s. 37; ayrıca bkz: Tomasello, 2000a; Tomasello vd, 2005.
[27] Gergely, Bekkering & Kiraly, 2002.

duğunu göstermektedir. Bu amaç paylaşımı dilin ediniminde kilit bir rol oynamaktadır.[28] Yaygın kanının aksine çocuklar sözcükleri o sözcüklere karşılık gelen nesnelerle birlikte tekrar ederek öğrenmemektedir. Yeni bir sözcük duyduklarında konuşan kişinin neye atıfta bulunduğunu öğrenmek için o kişinin bakışlarını takip etmektedirler. Yalnızca konuşan kişinin zihninde ne olduğunu anladıktan –ve bilgisi ve yeterliği hakkında çeşitli ipuçlarını da dikkate aldıktan– sonra söylenen sözcüğe bir anlam yüklemektedirler. "Zihinsiz" durumlarda, örneğin bir hoparlör yalnızca bir nesneyle sabit bir ilişkiye sahip bir sözcüğü tekrar ettiğinde, hiçbir öğrenme gerçekleşmemektedir. Kültürel aktarım diğer zihinleri de dikkate almayı gerektirmektedir.

Tomasello'ya göre insanların başkalarının zihinsel durumlarına karşı eşsiz duyarlılığı, ani ve beklenmedik bir mutasyondan kaynaklanmamaktadır. Niyetlerin, inançların ve amaçların ilkel bir temsili, bütün bir büyük insansı maymunlar cinsinde halihazırda mevcuttur. Ancak bu temsil insanlarda artırılmıştır ve kendisine, duyguları ve etkinlikleri diğer insanlarla paylaşma gibi özel bir güdü eşlik etmektedir. Tomasello'ya göre katı bir biçimde konuşacak olursak, bu insan yeterliklerinin hiçbiri bizi bir kültür geliştirme üzere önceden belirlememektedir. Ancak bir noktada kritik bir kültür artırıcı aygıtlar kütlesine ulaşılmaktadır. Her bir yeni buluşun karşılık olarak diğerlerinin sosyal gruba iletimini sağladığı bir "kültürel mandal etkisi" ortaya çıkmaktadır. Akıllı taklit ve etkin pedagoji de nihai olarak kültürel temsilleri birkaç nesil boyunca istikrarlı hale getirmektedir.

Tomasello'nun hipotezi her ne kadar ilginç olsa da, insanın kültürel alanının sıra dışı genişlemesini yalnızca kısmen açıklayabilmektedir. Bu hipotez kültürün, bir insan grubunun merkezindeki tek bir yenilikten neredeyse bir salgın halinde yayılışını açıklamakta ve en baskın kültürel özelliklerimizin (ateş, çiftçilik, hayvancılık, şehirler, yazı, kanun sistemi...) istikrarlı ve hatta geri döndürülemez karakterini izah etmektedir. Ne var ki kültürel buluşu tetikleyen ilk kı-

[28] Tomasello, Strosberg & Akhtar, 1996.

vılcım hakkında da birkaç şey söylemektedir. Şüphesiz ki insan türü kültürü yaymada özellikle yeteneklidir; ama zaten onu en başta *yaratan* tek tür de kendisidir. *Homo sapiens*, hayvanlar aleminde eşi benzeri bulunmayan, küçük bir çocuk oyun oynarken gözlemlendiğinde de apaçık ortaya çıkan bir hayal gücüne sahiptir. Tomasello'nun sosyal aktarım hipotezi kültürel yaratıcılığın kendisi hakkında temelde sessiz kalmaktadır.

Küresel Bir Nöronal Çalışma Alanı

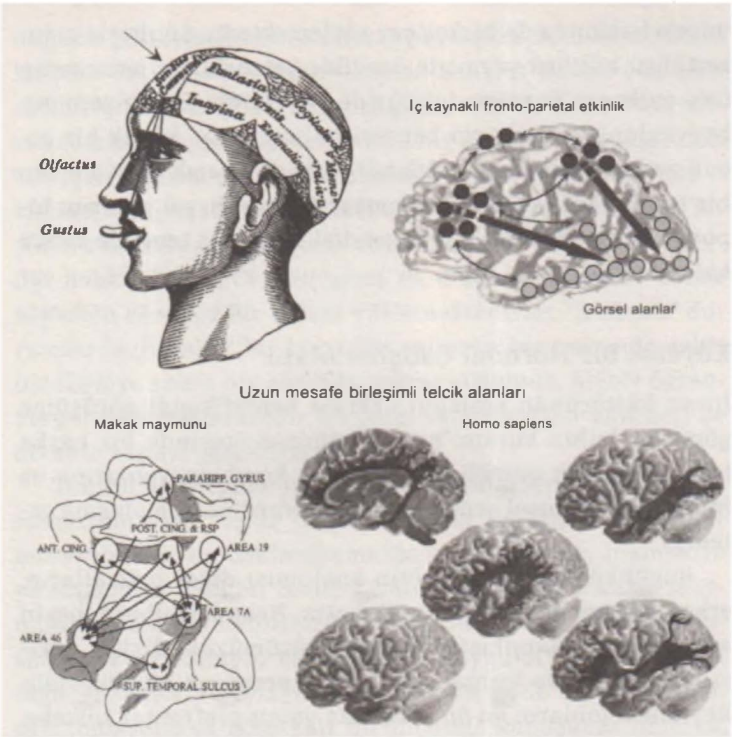
İnsan kültürünün eşsizliği üzerine benim kendi görüşüme göre, bir "zihin kuramı"nın gelişiminin ötesinde bir başka tekil değişiklik gereklidir: yeni fikir kombinasyonlarına ve bilinçli bir zihinsel sentezin detaylandırılmasına ulaşma yeteneği.

Bugünkü insanın beyninin anatomisi diğer primatların, erken dönem insansıların ve hatta Neandertallerin beyin anatomisiyle karşılaştırıldığında türümüzün dikkat çekici bir özelliği de frontal lobumuzun orantısız büyümesidir. Beyindeki lobların en ön kısmında yatan prefrontal korteks, aynı zamanda alt parietal ve ön temporal bölgeleri de içeren engin ilintili alanlar şebekesinde kilit bir oyuncudur. Bu bölgeler insanlarda makak maymunlarında olduğundan kırk kat daha büyüktür.[29]

İnsan beyninde gerçekleşmiş olan belki de en kayda değer dönüşüm, frontal lobun altında yatan telcik yumaklarının genişlemesidir; bunlar beyin veya vücut hacmindeki genel bir değişimin ardından düzeltildiğinde bile insanlarda herhangi başka bir primat türünde olduğundan daha büyüktür.[30] Alt prefrontal korteksi oksipital kutba bağlayan bağlantı gibi kimi uzun mesafe bağlantılar yalnızca insanlarda var olabilmektedir (Şekil 8.2). İnsandaki prefrontal nöronlar bağlantısallıktaki bu muazzam artışa karşı açık bir uyumlanma göstermektedir: gelen girdileri alan dallantılı

[29] Van Essen vd, 2001.

[30] Van Essen vd, 2001; Schoenemann, Sheehan & Glotzer, 2005.



Şekil 8.2. Okuma, insan türünün sıra dışı yaratıcılığının örneklerinden yalnızca biridir. Yeni kültürel kullanımlar için kortikal ağlarını geri dönüştürmeyi başaran tek tür neden *Homo sapiens*tir? Beş duyunun birleşiminin düşlem ve buluşu desteklediği bir beyinsel merkezi ifade eden Aristotelesçi "sağduyu" kavramı, başka birçok beyin alanında ortaya çıkan bilgileri prefrontal ve parietal korteklerde bir araya getiren ve esnek bir biçimde birleştiren, özellikle insanlarda gelişmiş olan uzun mesafeli telcik alanlarının modern çağdaki keşfinde bir yankı bulmaktadır. Bu ağlar, aralıksız iç kaynaklı kendiliğinden etkinliğin merkezidir. Jean-Pierre Changeux'le öne sürdüğümüz iddia, bu yukarıdan aşağıya etkinliğin, yukarıdan aşağıya giden duyusal girdilerle buluştukça dış dünyaya bilinçli bir erişim sağladığı ve zihinsel keşif ve icatlar için artırılmış bir kapasiteyi desteklediği yönündedir.

ağaçları daha gürdür ve sinaptik temasların sayısı da diğer primatlarda olandan çok daha fazladır.[31] Görünüşe göre bir nöron kategorisi olan dev iğsi hücre yalnızca *Homo sapiens*-

[31] Elston, Benavides-Piccione & DeFelipe, 2001.

te ve diğer büyük insansı maymunlarda mevcuttur.[32] Bu nöronlar frontal lobun ön singulat korteks denen bir kısmında konumlanmakta ve aşırı uzunluktaki aksonları beynin diğer uzak bölgelerine göndermektedir.

Bağlantısallıktaki bu devasa artışın arkasında yeni bir işlevsellik olmalıdır. Jean-Pierre Changeux ve ben, bunun beynin çeşitli alanlarından gelen girdileri iletme ve ortak kortikal çalışma alanında birleştirme görevi gördüğünü öne sürmekteyiz. Zihinsel senteze bir kez ulaşıldığında farklı bağlantılar da bilgiyi bütün beyne yayabilmektedir.

Primat beyninin çoğu büyük oranda birimseldir; her biri kendi girdilerine, dahili yapısına ve çıktılarına sahip olan özelleşmiş bölgelere bölünmüştür. Ancak prefrontal korteks ve diğer ilintili alanlar farklıdır; bunlar çok daha çeşitli kortikal sinyaller yaymakta ve almaktadır ve dolayısıyla da daha az özelleşmiş olma eğilimindedirler. Sahip oldukları çapraz bağlantılar beynin birimselliğini bozmakta ve korteksin aktarım bant aralığını muazzam biçimde genişletmektedir. Bu sistemin azami genişlemesine insan beyninde ulaştığını keşfetmek de şaşırtıcı değildir. Benim önerim, ana işlevi bilgiyi birleştirmek, karşılaştırmak, yeniden birleştirmek ve sentezlemek olan büyük ölçekli bir "nöronal çalışma alanı"yla bu evrimin sonuçlanacağı yönündedir. Verinin bölünmesini engellemeye katkıda bulunmakta ve davranışımızın geçmiş veya mevcut deneyimlerimizden gelen bilgilerin herhangi bir kombinasyonuyla yönlendirilmesine bu olanak sağlamaktadır. Tüm yüksek seviye alanlarla olan bağlantıları sayesinde prefrontal korteksimiz, bütün bir algılar ve anılar dizisi tarafından beslenen dahili bir düşünüş için alan yaratmaktadır. Kabaca ifade edecek olursak "bilinçli düşünce" dediğimiz şey yalnızca bu küresel nöronal çalışma alanı içerisindeki bilginin manipülasyonundan ibaret olabilir.

Frontal lob ve en yüksek zihinsel beceriler arasında bir bağlantı kurma girişimim kesinlikle yeni değildir. Geçtiğimiz otuz yıl boyunca Alexander Luria, François Lhermitte ve Tim Shallice gibi nöropsikologlar kadar Patricia Goldman-

[32] Nimchinsky vd, 1999.

Rakic ve Joaquim Fuster gibi fizyologlar tarafından da bir bağlantının varlığı öne sürülmüştür. Tüm bu bilim insanları, frontal lobda oluşan bir hasar her ne kadar temel ve otomatikleşmiş davranışlara dokunmasa bile bunun bilinçli yansımanın düzeninde ve karmaşık amaç yönetimli eylemlerin planlanmasında zorluklara yol açtığını fark etmiştir. Yirminci yüzyılın başlangıcında İtalyan nörolog Leonardo Bianchi'nin yaptığı öncü lezyon çalışmaları, bu bilim insanının frontal loba "zihinsel sentez organı" demesine yol açmıştır. Bianchi insanlarda özellikle bolca bulunan frontal lob bağlantısallığının, işitsel ve görsel duyuların bir karşılaşmasını ve konuşma kavrama ve üretim sistemlerine hızlı bir bağlantıyı nasıl desteklediğinin altını çizmektedir.[33]

Tarihte daha da geriye baktığımızda, zihinlerimizin bir *sensus communis* veya "sağduyu"ya,* yani duyu organlarından gelen girdileri tutarlı ve anlaşılır bir temsil halinde bir araya topladığımız özel bir bilinç formuna sahip olduğu fikrini de Aristoteles ve Galen'e borçluyuz. Onuncu yüzyılda yaşamış olan İbn Sînâ, her ne kadar beyin korteksinin kendisinden ziyade beyindeki nişlere (ventriküller) işaret etmişse de, bu yeteneği beynin ön kısmıyla ilişkilendirmiştir:

> Hayvanların dahili algı becerilerinden biri de beynin ön ventrikülünün ön kısmında konuşlanmış olan düşlem duyumu, diğer deyişle *sensus communis*tir. Bu duyum, beş duyudan gelen tüm biçimleri alır ve bu duyulardan da ona aktarır. Ardından da *sensus communis*in algılanan nesnenin yokluğunda bile tek tek beş duyudan aldığı şeyi muhafaza eden beynin ön ventrikülünün arka kısmında konumlanmış temsil becerisi gelir. ... Bunun sonrasında da hayvan ruhuyla ilişkili olan "duyarlı düşlem" ve insan ruhuyla ilişkili olan "mantıksal düşlem" gelir. Bu beceri beynin orta ventrikülünde konumlanmıştır.[34]

Bu paragrafta İbn Sînâ, hayvanlarda bulunduğuna ama insanlarda daha gelişmiş olduğuna inandığı üç kabiliyeti

---

[33] Bianchi, 1921.

* Sağduyu: İng. "common sense) –çn.

[34] Finger'dan, 1994, s. 19.

frontal loba bahşetmektedir: beş duyunun *sentezi*, nesnenin kendisi ortadan kalktıktan sonra bile sentezi "zihinde" tutabilen *hafıza* ve algıyı zenginleştiren, mantıkla birleştiğinde bir hedefe ulaşmanın yeni yollarını kavrayabilen *düşlem*. İlginç bir sağduyuyla bu fikirler, frontal lobun işlevi hakkında nörobilim tarafından yapılan üç büyük buluşu öngörmüştür:

- Prefrontal nöronlar fazlasıyla çok kiplidir. Deneyler bu nöronların ister duyuştan, ister görüşten, isterse de dokunuştan kaynaklansın, mevcut hedefle ilintili tüm bilgiyi toplayabilme kabiliyetine sahip olduğunu göstermektedir. Beyne gelen girdiler arasında yolu prefrontal kortekse düşmeyen bir girdi yoktur.
- Prefrontal nöronlar algılanan nesne kaybolduktan sonra bile etkin kalabilme gibi olağanüstü bir yetenek sergilemektedir. Birkaç on saniye boyunca yoğun bir biçimde ateşlenebilmekte ve temelde bilginin ihtiyaç duyduğu kadar uzun bir süre boyunca geçmiş bir zamanın işe yarar anısını saklayabilmektedirler.
- Prefrontal bölgeler, etkinliği herhangi bir duyusal girdinin yokluğunda bile sürekli olarak dalgalanan, beyin çapında bir ağ içerisinde çalışmaktadır. Bu dalgalanmayı bilinç ve düşlemin kendiliğinden akışıyla ilişkilendirmek cezbedici bir düşüncedir.[35] Bir gönüllü hareketsiz bir biçimde görüntü taramasına girdiğinde ve kendisinden herhangi bir görevi yerine getirmesi istenmediğinde beyin durgun kalmamakta, öngörülemez bir eşgüdümlü haller dizisinden geçmektedir.[36] Etkinlik her anda, her biri birbirinden ayrık parietal, temporal veya oksipital lobların belirli bölgeleriyle bağlantıda olan frontal korteks kısımlarında ortaya çıkmaktadır. Bu ağların iç kaynaklı etkinlikleri, insandaki bilinçli hareketsizlik halini işaretlemektedir; sadece de derin uykuda, anestezide ve komada yok olmaktadır.[37]

[35] Dehaene & Changeux, 2005.
[36] Raichle vd, 2001; Laufs vd, 2003; Fox vd, 2006.
[37] Laureys, 2005.

Özetle insan beyninde iyi gelişmiş yoğun bir uzak mesafe bağlantılar ağı vardır. Bu bağlantılar beyindeki diğer işlemcilerden ortaya çıkan bilgilerin karşılaşmasına, sentezine ve dağıtımına olanak sağlayan küresel bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Sonrasındaysa yeni fikirlerin sınanmasını sağlayan kendiliğinden bir dalgalanma sınırı bu sisteme bahşedilmektedir. Ben, bu küresel çalışma alanı ağının yakın zamandaki genişlemesinin, dönüşümsel bilincin ortaya çıkışı ve insanlardaki kültürel icat yeterliğiyle yakından ilişkili olduğuna inanıyorum.

Doğrusu, prefrontal kortekste ve diğer çalışma alanlarında ortaya çıkan kendiliğinden dalgalanmalar bu kitapta da anlatılmış olan nöron geri dönüşümü işlemine potansiyel bir nöron mekanizması sağlamaktadır. Bu alanların olasılıksal etkinlikleri, beyin işlemcilerimizin içeriklerinin birleştirilebileceği çeşitli yolların kalıcı bir biçimde keşfedilmesinin yolunu açabilir. Başka herhangi bir primattan daha geniş bir yukarıdan aşağıya bağlantılar ağına sahip olan türümüz rastgele bir fikir yumağı seçip onunla oynayabilmektedir. Nihai olarak bu fikirler yeni ve öngörülmemiş birer kullanıma da dönüştürülebilir. Küresel nöronal çalışma alanımız içerisinde sınırsız sayıda düşünceyi bilincimize getirebilir ve onları dilediğimiz şekilde yeniden birleştirebiliriz. Benim öne sürdüğüm iddia, türümüzün yeni kültürel nesneleri harmanlamak şeklindeki bu özel yetisinin sırrının bu nöronal erime potasında yattığı yönündedir.

Fazlasıyla önemli bir nokta da bilinçli beyin etkinliğinin, olasılıksal biçimde dalgalanmakla birlikte, rastgele hareket etmemesidir. Toplum seviyesinde olduğu kadar bireysel bir beynin içerisinde de seçilim mekanizmaları en ilginç, en kullanışlı veya bazen de en şaşırtıcı veya bulaşıcı fikir kombinasyonlarını istikrarlı hale getirmektedir. Dorsolateral prefrontal korteks, bu tür bir sınıflandırma için oldukça donanımlıdır. Bu bölge, orbitofrontal ve singulat korteks ile amigdala ve bazal ganglia gibi beyin ortası çekirdeklerine yerleşmiş değerlendirme ve ödül devrelerinden gelen öncelikli nöronal yansımaların alıcısıdır.

Benim beyindeki devrelerin prefrontal korteks tarafından keşfedilmesi hipotezim şüphesiz ki Dan Sperber'in kültürlerin beyin birimlerindeki çeşitlilik sınırıyla oynadığı fikrini anımsatmaktadır. Ancak prefrontal korteksin himayesi altında çoklu beyin işlemcilerindeki bir sentezin olasılığı Sperber'in modelini kayda değer miktarda zenginleştirmektedir. Kortikal geri dönüşüm tek bir birim için yeni girdiler bulmaktan ibaret değildir. Her şeyden öte *Homo sapiens*te doruğa ulaşan uzak mesafe bağlantılar ağı, aksi halde iletişim kurmakta başarısız olacak çoklu beyin işlemcilerinin karşılaşmasını sağlamaktadır. Kanımca yenilik genellikle bu tür bağlantılardan ve alanlar arası metaforlardan ortaya çıkmaktadır.[38] Özellikle de okumanın icadı yalnızca görsel sistemimizi etkili bir biçimde uyarmış olan bir dizi işaretin yaratılmış olmasından ibaret değildir. Bu icat her şeyden önce bu işaretlerin, konuşma dilinin işitsel, sessel ve sözcüksel temsilleriyle *işbirliği* yapmasına dayanmaktadır. Eğer diğer büyük insansı maymunlar bu fikirle hiçbir zaman karşılaşmamışsa bunun muhtemel sebebi onların beyin mimarisinin bizimkinin aksine bu yeni kombinasyonların sınanmasına izin vermemiş olmasıdır.

Çok sayıda araştırmacı, farklı yollar izleyerek de olsa, bizim türümüzün düşünceleri bir araya getirmek gibi bir yeteneğinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Diğer türler tüm bilgi kaynaklarını aynı esneklik derecesiyle bütünleştirme yetisine sahip değildir. Bütünleşme çocuklarda bile prefrontal korteksin tam olarak gelişmesinin öncesinde sınırlıdır. Çocukların uzamsal bilgisi Harvard Psikoloji Bölümünden dostum ve meslektaşım olan Elizabeth Spelke tarafından incelenmiştir. Kendisinin çalışması beş veya altı yaşından küçük çocuklarda arama davranışının birimsel ve zayıfça bütünleşik olduğunu ileri sürmektedir. Küçük çocuklar gizli bir nesneyi ararken bir duvarın rengini kendilerine rehber edinebilmekte, sahip oldukları konum duygusu da odanın hangi tarafına bakmaları gerektiğini onlara söylemektedir; ama çocukların "yeşil duvarın solu" gibi birleşimsel bir kavramı

[38] Matematik alanında benzer bir hipotez için bkz: Nunez & Lakoff, 2000.

betimlemesi yalnızca altı yaşından sonra gerçekleşmektedir. Sıçanlar gibi diğer türler yetişkin olduklarında bile böylesine bir bütünleşme aşamasına erişememektedir.[39] Görünüşe göre iki ayrı betimi ("nerede" ve "ne") bir araya getirebilme yeteneğimiz dille bağlantılıdır ve dolayısıyla da yalnızca insana özgüdür.[40]

Londra Çocuk Sağlığı Enstitüsünden Annette Karmiloff-Smith, çocuğun bilişsel gelişiminin "birimselliğin ötesi"ne gitmekten oluştuğunu öne süren bir kuram geliştirmiştir.[41] Çocuğun beyninde prefrontal korteksin de dahil olduğu bir parça, özelleşmiş birimler içerisine gömülmüş olan daha eski dolaylı bilgiyi doğrudan ve soyut bir biçimde yeniden tanımlamayı öğrenmektedir. Alfabetik ilkenin edinimi, dahili yeniden tanımlamaya güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bebekler her ne kadar dolaylı da olsa sesbirimlere dair bir miktar bilgiye doğumda sahiptir. Bu gömülü bilginin bilinçli bir biçimde çıkarılıp tam bir sesbirimsel farkındalığa, yani sesbirimleri bilinçli bir biçimde temsil ve manipüle etme yetisine dönüşmesiyse ancak alfabenin doğrudan öğreniminden sonra gerçekleşmektedir. Bu alanda zihinsel sentez, bilinçli temsil ve kültürel icat açık bir biçimde el ele yürümektedir.

İnsan icadının diğer birçok sahası da benzer bir analize tabi tutulabilir. Matematik konusunda, önceki kitabım olan *The Number Sense*'te, matematiğin icadının nasıl sayı, uzay ve zaman gibi alanlar arasında bağlantılar ve metaforlar kurulmasına dayandığına değinilmiştir.[42] Sanatsal yaratı alanında Jean-Pierre Changeux, beyin işlemcileri arasındaki ahenkli bir sentez arayışını sanatın tam da özü olarak görmektedir. Son olarak, arkeolog Steven Mithen de tamamen farklı bir bakış açısından, geride kalan birkaç milyon yıllık insan evrimi sırasında atalarımızdan bize bırakılmış olan araç gereçler üzerine bir çalışma yoluyla aynı çıkarıma ulaşmaktadır. Mithen, türümüzün başardıklarının zihnimizin

---

[39] Cheng & Gallistel, 1986; Hermer & Spelke, 1996.

[40] Ancak ihtilaflı veriler için bkz: Gouteux, Thinus-Blanc & Vauclair, 2001.

[41] Karmiloff-Smith, 1992.

[42] Dehaene, 1997.

özelleşmiş zekâsının çoklu "şapellerinin" her türden düşüncenin istikrarsızca dolaşabileceği tek bir "katedrale" sıkıştırılmasına olanak sağlayan bir mutasyondan ortaya çıktığını öne sürmektedir.[43]

Kısacası basit bir fikrin etrafında bir fikir birliği oluşmaktadır: türümüzün beyninin zihinsel yeniden birleştirme için özel bir hüneri vardır. Küresel bir çalışma alanının evrimi onun, nöron geri dönüşümü tarafından mümkün kılınan kültürel bilişsel nişten en uygun biçimde faydalanmasını sağlamaktadır. Antik beyin işlemcilerini kullanmanın ve yenilikçi kurallar bulmak için birbirlerine bağlamanın radikal bir biçimde yeni yollarını bulan tek tür insandır. Prefrontal korteksimiz ilkel bir "Turing makinesi" gibi işlemektedir. Yavaş çalışmakta ve sıklıkla hatalar yapmakta, ama oluşturduğu yeni sentezler özgün bir biçimde yaratıcı olabilmektedir. Binlerce yıl süren kültürel aktarım boyunca birikmiş olan icatları türümüzün biyolojik evrimden miras aldığı yeterliklerin çok ötesine geçmektedir. Gelecek nesillere aktarmanın boynumuzun borcu olduğu ikinci bir miras sisteminin vücut bulmuş hali olan okuma, birçok kültürel hazinenin arasında açık arayla en değerli mücevherimizdir.

[43] Mithen, 1996.

SONUÇ: OKUMANIN GELECEĞİ

> Göz yoluyla düşünceleri zihinle etkileşime geçirme sanatı olan yazı, dünyanın muhteşem icadıdır. Kesinlikle en ham ve genel kavranışının bile altında yatan büyüleyici analiz ve kombinasyon yelpazesiyle büyüktür; tüm zaman ve mekân menzillerinde ölülerle, var olmayanlarla ve doğmamışlarla konuşmamızı sağladığı için büyük, çok büyüktür ve yalnızca doğrudan faydalarıyla değil, diğer bütün icatlara yaptığı yardımla büyüktür.
>
> —Abraham Lincoln

Okuma, insan evriminin hem sonucu hem de onun kültürel patlamasındaki ana aktörlerden biridir. Bu zihin "katedralinin", yani prefrontal korteksimizin, genişlemesi türümüzün yazıyı bulmasını sağlamıştır. Bu buluş da karşılık olarak zihnimizi keskinleştirmiştir. Yazının uygulanması Francisco de Quevedo'nun deyimiyle "gözlerimizle ölüleri dinleme" ve geçmişteki düşünürlerin fikirlerini paylaşmamızı sağlayan ek bir harici hafızayı bize bahşetmiştir. Bu açıdan bakıldığında okuma ilk "zihin protezidir"[1]: bir antik katipler zincirinin bizim primat beynimize uyumladığı bir protez.

Okumanın nörobilimi, her çocuğun beyninin okuma için geri dönüştürülebilecek nöron devreleri barındırdığını göstermektedir. Bu ilerleme sayesinde disleksik çocuklar ve okuryazar olmayan yetişkinler için bile umut vardır. Beynin esnekliği, alternatif serebral hatların kullanımı sırasında disleksinin genellikle gözden kaçmasına sebep olmaktadır. Okumanin küçük çocuklarda nasıl geliştiğine, somut bilişsel temellere sahip okuma yazılımlarının ortaya çıkışına ve bunların çocukların beynine göre ayarlanmasına dair gittikçe büyüyen kavrayışımız okumanın bir çile gibi geldiği insanlar için umut tazeleyecektir.

---

[1] Anne Fagot-Largeault, Collège de France konferansı, 13 Ekim 2006.

Bir nokta net olmalıdır: ben ne nörobilimin **tüm dil öğ**renme sorunlarını silip süpüreceğini, ne de bilişsel **bilim**ciler tarafından tasarlanmış bilgisayarların yakın zamanda gerçek öğretmenlerin yerine geçeceğini iddia ediyorum. Benim mesajım daha ılımlıdır: birazcık bilimin yardım edemeyeceği hiçbir şey yoktur. Ebeveynler ve eğitimcilerin okumanın çocuğun beyninde neleri değiştirdiğine dair daha iyi bir anlayışa sahip olması gerekmektedir. Çocukların görsel ve dil alanları, eğitimin uzman bir okuma cihazına dönüştürdüğü olağanüstü bir makine oluşturmaktadır. Kanımca, bu devrelere dair gittikçe artan bilgi miktarı öğretmenlerin yükünü büyük oranda hafifletecektir.

Nörobilimin deneysel psikoloji ve pedagojik araştırmaların yerini alması gerektiğini de iddia etmiyorum. Benimki gibi beyin görüntüleme laboratuvarlarında okuma üzerine yapılan beyin görüntüleme protokollerini belirleyenler psikologlardır. Sınıflarda denetim öğretmenlerdedir. Zekice çizimler, alıştırmalar ve yaratıcı etkinliklerle çocuğun okumaya olan ilgisini artırmaktan tek başlarına öğretmenler sorumludur. Sınıf dinamikleriyle başa çıkmak benim derin bir saygı duyduğum pedagojik bir uzmanlık gerektirmektedir. Ancak ne öğretmenlerin ne de psikologların güncel bilimsel bulguları göz ardı etmemelerinin onlar için zararlı olacağına inanıyorum. Günümüzde nörobilim, okuyan birisinin beyninin çalışma biçimine ve onu farklı öğretim yöntemlerine karşı neyin daha az veya daha fazla açık kıldığı konusuna önemli bir ışık tutmaktadır.

Umudum, zaman içinde öğretim, psikoloji ve nörobilim üzerine yapılan araştırmaların birleşik tek bir okuma bilimi ortak paydasında buluşması yönündedir. Okumanın nasıl öğretilmesi gerektiği bu yeni bilimin hedef alması gereken ilk soru olacaktır. Çocuklarımızın okumayı gözyaşları içinde kalmadan da öğrenebilmelerini sağlayacak ilkelerin tanımlanması gerekecektir. Okullarda deney sınıflarının ve araştırma laboratuvarlarının kurulmasıyla okuma öğretimine yeni bir yaklaşım kazanılabilir. Bu tür şartlar uygun pedagojik deneylere olanak sağlayacaktır. Öğretmenler ve

araştırmacılar geleceğin öğretim yöntemlerini tasarlamak için işbirliği içinde çalışabilir. Yeni birçok sorunun yanıtlanması gerekecektir. Yazma, harf tanımayla eş zamanlı olarak mı öğretilmelidir? Çok küçük bir yaşta olsa bile çocukların kısa cümleler veya kısa paragraflar yazmaları faydalı mıdır? Çocuğun dikkatini "b" ve "d" gibi simetrik harflerin tuzağına dolaysız biçimde çekerek vakit kazanır mıyız? Bu soruların hazır birer cevabı yoktur. Yapıcı çözümlere ve ilginç pedagojik ilerlemelere ulaşmamızı sağlayacak tek şey ortaklaşa ve titizlikle yürütülen keşifler olacaktır.

Ancak okuma öğretimine dair kimi soruların cevaplanmış olduğu da inkâr edilemez. Bütünselci dil yaklaşımının etkisiz olduğunu artık bilmekteyiz: Harflerle konuşma sesleri arasındaki uyuşmanın doğrudan ve erken dönemde öğretilmesi sosyoekonomik arka planlarına bakılmaksızın tüm çocuklar için faydalıdır. Bu, sınıflarda yapılmış olan deneylerle desteklenmiş ve gayet iyi yapılandırılmış bir gerçektir. Dahası bu gerçek, okurun beyninin çalışma biçimine dair mevcut anlayışımızla da tutarlıdır. Deneyleme veya pedagojik bağımsızlık bahanesiyle bu noktaya geri dönmek okumanın edinimi açısından korkunç olacaktır.

Okuryazarlığın mekanizmaları üzerinde bilimsel bir fikir birliği oluştukça okuma öğretimi de gerçek bir "nöropsikopedagoji"nin, yani öğretmen özerkliğinin korunduğu ama öğretimin etkili eğitim stratejileri için pragmatik arayışları hedeflediği, bütünleşik ve birikimsel bir yaklaşımın başat örneği haline gelebilecektir.

Bilim talepkâr bir kavram olan *deneyleme*yle öğretmenleri tanıştırarak öğretime katkıda bulunabilir. Deney yapmak, son dakikada karar verilen belirsiz fikirleri sınamak anlamına gelmemekte, sabırlı ve özenli bir tasarım gerektirmektedir. Yenilikçi öğretim stratejileri oluşturulmadan önce var olan tüm bilgi kaynakları gözden geçirilmelidir. Deney yapmak aynı zamanda herhangi bir buluşun bir kontrol durumuyla (farklı bir gün, farklı bir alıştırma, farklı bir sınıf...) karşılaştırılarak değerlendirilmesi anlamına da gelmektedir. Deneylemenin okuma öğretimine önemli katkılar sağlayaca-

ğına olan güvenim tamdır. Ancak bu vaadin başarılabilmesi için yalnızca güncel bilişsel keşiflere değil, okuma öğretiminin asıl uzmanları olan öğretmenler tarafından biriktirilmiş engin deneyimlere de özen ve dikkatle yaklaşılmalıdır.

Ne yazık ki eğitim reformunun yasa yapıcılar ve siyasetçiler için hâlâ kullanışlı bir seçim platformu işlevi gördüğü bir dünyada yaşamaktayız. Eğitim politikaları okul yönetimlerinin hevesleriyle savrulup durmaktadır. Kararlar genellikle iyi niyetli ideolojilerle temellendirilmekte, ama mantıklı düşüncenin yokluğunda iyi niyetler de sıklıkla büyük oranda yanlış yönlendirilmiş öğretim pratiklerine dönüşmektedir. İlerici solcular, çocukları çözümleme ve imla öğretimi tiranlığından koruduğu ve çocukların kendi tempolarıyla öğrenmesi gerektiği bahanesiyle bütünselci dil yaklaşımını desteklemiştir. Benzer bir anlayışla kimi öğretmenler hâlâ genlerimiz ve beyin yapımızın öğrenme üzerinde uyguladığı kısıtlamaların "sağcı" olduğunu düşünmektedir. Bu tür tutumların, okumanın edinimine dair somut gerçeklerle pek bir ilgisi yoktur.

Okul yöneticilerinin sezgilerinin dikkatlice birikmiş bilimsel bilgiyle yer değiştirmesini kabul edemem. Herkes birkaç basit gerçeği kabullenmelidir. Okuma hızımızdaki çeşitliliklere rağmen tüm çocuklar benzer beyinlere sahiptir. Sahip oldukları beyin devreleri sistematik yazıbirim-sesbirim uyuşmaları için gayet iyi ayarlanmıştır ve onlara herhangi bir metni okuyabilme özgürlüğünü verebilecek tek yöntem olan sebilimden kazanç sağlayabilmek için gereken her şeye sahiptirler. Sınıf boyutu konuyla büyük oranda alakasızdır; yirmi veya daha fazla öğrenciden oluşan geniş sınıflarda bile titizlikle planlanmış öğretim yöntemleri tüm çocuklar tarafından kullanılabilir. Ancak riskli çocukların hemen tespit edilmesi ve böylelikle disleksi için etkili ve standart inceleme testlerinin geliştirilmesi temel öneme sahiptir. Erken teşhis geçici olarak da olsa bu çocukların pekiştirilmiş fonolojik eğitime sahip özel okuma sınıflarına yönlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Son olarak başlangıç seviyesindeki okurlar için çözümleme her ne kadar gerekli olsa da kelime

haznesinin zenginleştirilmesi de bir o kadar önemlidir. Bir çocuk, özellikle de imkânları az olan bir ortamdan veya İngilizcenin ikinci dil olarak kullanıldığı bir aileden geliyorsa, bu dilin biçimbilimini (önekler, sonekler ve sözcük kökleri) öğrenmelidir.

Bu fikirler basit, açık ve uygulanması kolaydır. Bunlar, gelecek nesillere aktaracağımız en sıra dışı yetenek olan okumanın biliminin ilk filizleridir:

> "Okuma ki keyif ve fayda verir, hem haz hem yol göstericidir, kişinin arzu etmesi gereken her şey onda mevcuttur."
>
> —Jacques Amyot, 1513-1593

KAYNAKÇA

FAYDALI GENEL KAYNAKLAR

Cavallo, G., & Chartier, R. (1999). *A history of reading in the West.* Boston: Massachusetts Üniversitesi Yayınları.

Changeux, J. P. (2004). *The physiology of truth: Neuroscience and human knowledge.* Cambridge, MA: Belknap Yayınları.

Coulmas, F. (1989). *The writing systems of the world.* Oxford: Blackwell.

Corballis, M. C., & Beale, I. L. (1976). *The psychology of left and right.* New York: Erlbaum.

DeFrancis, J. (1989). *Visible speech: The diverse oneness of writing systems.* Honolulu: Hawaii Üniversitesi Yayınları.

Ellis, A. W. (1984). *Reading, writing and dyslexia: A cognitive analysis.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Jean, G. (1992). *Writing: The story of alphabets and scripts.* Londra: Thames & Hudson.

Manguel, A. (1997). *A history of reading.* New York: Penguin.

Miles, T. R., & Miles, E. (1999). *Dyslexia: A hundred years on* (2. baskı). Buckingham, UK: Açıköğretim Yayınları.

Mithen, S. (1996). *The prehistory of the mind: The cognitive origins of art, religion and science.* Londra: Thames & Hudson.

Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1994). *Images of mind.* New York: Scientific American Kitaplığı.

Rayner, K., Foorman, B. R., Perfetti, C. A., Pesetsky, D., & Seidenberg, M. S. (2001). How psychological science informs the teaching of reading. *Psychological Science in the Public Interest* 2:31-74.

Rayner, K., & Pollatsek, A. (1989). *The psychology of reading.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Robinson, A. (1995). *The story of writing: Alphabets, hieroglyphs and pictograms.* Londra: Thames & Hudson.

Shaywitz, S. (2003). *Overcoming dyslexia.* NewYork: Random House.

Snowling, M. (2000). *Dyslexia.* Oxford: Blackwell.

Snowling, M. J., & Hulme, C. (Ed.). (2005). *The science of reading: A handbook.* Oxford: Blackwell.

AYRINTILI REFERANSLAR

Abel, P. L., O'Brien, B. J., & Olavarria, J. F. (2000). Organization of callosal linkages in visual area V2 of macaque monkey. *Journal of Comparative Neurology* 428:278- 293.

Aghababian, V., & Nazir, T. A. (2000). Developing normal reading skills: Aspects of the visual processes underlying word recognition. *Journal of Experimental Child Psychology* 76(2):123-150.

Ahissar, M., & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in Cognitive Sciences* (10):457-464.

Ahissar, M., Protopapas, A., Reid, M., & Merzenich, M. M. (2000). Auditory processing parallels reading abilities in adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(12):6832-6837.

Allison, T., McCarthy, G., Nobre, A. C., Puce, A., & Belger, A. (1994). Human extrastriate visual cortex and the perception of faces, words, numbers and colors. *Cerebral Cortex* 5:544-554.

Allison, T., Puce, A., Spencer, D. D., & McCarthy, G. (1999). Electrophysiological studies of human face perception. I: Potentials generated in occipitotemporal cortex by face and non-face stimuli. *Cerebral Cortex* 9(5):415-430.

Altmann, G. T. (2002). Statistical learning in infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(24):15250-15251.

Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). A connectionist multiple-trace memory model for polysyllabic word reading. *Psychological Review* 105(4):678-723.

Arguin, M., Fiset, S., & Bub, D. (2002). Sequential and parallel letter processing in letter-by-letter dyslexia. *Cognitive Neuropsychology* 19:535-555.

Atran, S. (1990). *Cognitive foundations of natural history.* New York and Cambridge, UK: Cambridge Üniversitesi Yayınları (2002).

In gods we trust: The evolutionary landscape of religion. New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.

Atran, S., Medin, D. L., & Ross, N. O. (2005). The cultural mind: Environmental decision making and cultural modeling within and across populations. *Psychological Review* 112(4):744-776.

Baker, C., Behrmann, M., & Olson, C. (2002). Impact of learning on representation of parts and wholes in monkey inferotemporal cortex. *Nature Neuroscience* 5(11):1210- 1216.

Baker, C. I., Liu, J., Wald, L. L., Kwong, K. K., Benner, T., & Kanwisher, N. (2007). Visual word processing and experiential origins of functional selectivity in human extrastriate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(21):9087-9092.

Barkow, J. H., Cosmides, L., & Tooby, J. (Ed.). (1992). *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture.* New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.

Baylis, G. C., & Driver, J. (2001). Shape-coding in IT cells generalizes over contrast and mirror reversal, but not figure-ground reversal. *Nature Neuroscience* 4(9):937-942.

Beale, I. L., Williams, R. J., Webster, D. M., & Corballis, M. C. (1972). Confusion of mirror images by pigeons and interhemispheric commissures. *Nature* 238(5363):348- 349.

Beauchamp, M. S., Lee, K. E., Argall, B. D., & Martin, A. (2004). Integration of auditory and visual information about objects in superior temporal sulcus. *Neuron* 41(5):809- 823.

Beaulieu, C., Plewes, C., Paulson, L. A., Roy, D., Snook, L., Concha, L., & Phillips, L. (2005).

Imaging brain connectivity in children with diverse reading ability. *Neuroimage* 25(4):1266-1271.

Bellenger, L. (1980). *Les méthodes de lecture* (2. baskı). Paris: Fransa Akademik Yayınları.

Benasich, A. A., & Tallal, P. (2002). Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment.*Behavioral and Brain Research* 136:31-49.

Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: time course and scalp distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience* 11:235-260.

Berlin, B. (1992). *Ethnobiological classification: Principles of categorization of plants and animals in traditional societies.* Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Besner, D. (1989). On the role of outline shape and word-specific visual pattern in the identification of function words: NONE. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 41:91-105.

Bhatt, R. S., Hayden, A., Reed, A., Bertin, E., & Joseph, J. (2006). Infants' perception of information along object boundaries: Concavities versus convexities. *Journal of Experimental Child Psychology* 94(2):91-113.

Bianchi, L. (1921). *La mécanique du cerveau et la fonction des lobes frontaux.* Paris: Louis Arnette.

Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review* 94(2):115-147.

Biederman, I., & Bar, M. (1999). One-shot viewpoint invariance in matching novel objects. *Vision Research* 39(17):2885-2899.

Biederman, I., & Cooper, E. E. (1991). Evidence for complete translational and reflec- tional invariance in visual object priming. *Perception* 20(5):585-593.

Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S., Rao, S. M., & Cox, R. W. (1999). Conceptual processing during the conscious resting state: A functional MRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 11(1):80-95.

Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S., Springer, J. A., Kaufman, J. N., & Possing, E. T. (2000). Human temporal lobe activation by speech and nonspeech sounds. *Cerebral Cortex* 10(5):512-528.

Binder, J. R., McKiernan, K. A., Parsons, M. E., Westbury, C. F., Possing, E. T., Kaufman, J. N., & Buchanan, L. (2003). Neural correlates of lexical access during visual word recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15(3):372-393.

Binder, J. R., Medler, D. A., Westbury, C. F., Liebenthal, E., & Buchanan, L. (2006). Tuning of the human left fusiform gyrus to sublexical orthographic structure. *Neuroimage* 33(2):739-748.

Binder, J. R., & Mohr, J. P. (1992). The topography of callosal reading pathways. A case-control analysis. *Brain* 115:1807-1826.

Bitan, T., & Karni, A. (2003). Alphabetical knowledge from whole words training: Effects of explicit instruction and implicit experience on learning script segmentation. *Brain Research Cognitive Brain Research* 16(3):323-337.

Blackmore, S. J. (1999). *The meme machine.* Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları. [*Mem Makinesi*, çev: Nil Şimşek, Alfa Bilim Dizisi, 2011]

Bokde, A. L., Tagamets, M. A., Friedman, R. B., & Horwitz, B. (2001). Functional interactions of the inferior frontal cortex during the processing of words and word-like stimuli. *Neuron* 30(2):609-617.

Booth, J. R., Burman, D. D., Meyer, J. R., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., & Mesulam, M. M. (2002). Functional anatomy of intra- and cross-modal lexical tasks. *Neuroimage* 16(1):7-22.

Booth, M., & Rolls, E. (1998). View-invariant representations of familiar objects by neurons in the inferior temporal visual cortex. *Cerebral Cortex* 8(6):510-523.

Bornstein, M. H., Gross, C. G., & Wolf, J. Z. (1978). Perceptual similarity of mirror images in infancy. *Cognition* 6(2):89-116.

Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis. *Cognition* 104(2):198-230.

Bouma, H. (1973). Visual interference in the parafoveal recognition of initial and final letters of words. *Vision Research*13(4):767-782.

Boyer, P. (2002). *Religion explained: The evolutionary origins of religious thought.* New York: Temel Kitaplar.

Boysen, S. T., Berntson, G. G., & Prentice, J. (1987). Simian scribbles: A reappraisal of drawing in the chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology* 101(1):82-89.

Bradley, L., & Bryant, P. (1983). Categorizing sounds and learning to read: A causal connection. *Nature* 30:419-421.

Bradley, L., & Bryant, P. E. (1978). Difficulties in auditory organization as a possible cause of reading backwardness.*Nature* 271:746-747.

Braibant, J.-M., & Gérard, F.-M. (1996). Savoir lire: Une question de méthodes? *Bulletin de psychologie scolaire et d'orientation* 1:7-45.

Brambati, S. M., Termine, C., Ruffino, M., Stella, G., Fazio, F., Cappa, S. F., & Perani, D. (2004). Regional reductions of gray matter volume in familial dyslexia. *Neurology* 63(4):742-745.

Breier, J. I., Gray, L., Fletcher, J. M., Diehl, R. L., Klaas, P., Foorman, B. R., & Molis, M. R. (2001). Perception of voice and tone onset time continua in children with dyslexia with and without attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Experimental Child Psychology* 80(3):245-270.

Breier, J. I., Gray, L. C., Fletcher, J. M., Foorman, B., & Klaas, P. (2002). Perception of speech and nonspeech stimuli by children with and without reading disability and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Experimental Child Psychology* 82(3):226-250.

Brincat, S. L., & Connor, C. E. (2004). Underlying principles of visual shape selectivity in posterior inferotemporal cortex. *Nature Neuroscience* 7(8):880-886.

Brown, D. (1991). *Human universals.* New York: McGraw-Hill.

Brown, W. E., Eliez, S., Menon, V., Rumsey, J. M., White, C. D., & Reiss, A. L. (2001). Preliminary evidence of widespread morphological variations of the brain in dyslexia. *Neurology* 56(6):781-783.

Brunswick, N., McCrory, E., Price, C. J., Frith, C. D., & Frith, U. (1999). Explicit and implicit processing of words and pseudowords by adult developmental dyslexics: A search for Wernicke's Wortschatz? *Brain* 122:1901-1917.

Brysbaert, M. (1994). Interhemispheric transfer and the processing of foveally presented stimuli. *Behavioural Brain Research* 64(1-2):151-161.

Büchel, C., Price, C. J., & Friston, K. (1998). A multimodal language region in the ventral visual pathway. *Nature*394(6690):274-277.

Burton, M. W., Small, S. L., & Blumstein, S. E. (2000). The role of segmentation in phonological processing: an fMRI investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience* 12(4):679-690.

Butterworth, B. (1999). *The mathematical brain.* Londra: Macmillan.

Byrne, R. W., Barnard, P. J., Davidson, I., Janik, V. M., McGrew, W. C., Miklosi, A., & Wiessner, P. (2004). Understanding culture across species. *Trends in Cognitive Sciences* 8(8):341-346.

Calvet, L.-J. (1998). *Histoire de l'écriture.* Paris: Hachette.

Cantlon, J. F., Brannon, E. M., Carter, E. J., & Pelphrey, K. A. (2006). Functional imaging of numerical processing in adults and 4-y-old children. *PLoS Biology* 4(5):e125.

Caramazza, A. (1996). The brain's dictionary. *Nature* 380:485-486 (1998). The interpretation of semantic category-specific deficits: What do they reveal about the organization of conceptual knowledge in the brain? *Neurocase* 4:265-272.

Caramazza, A., & Hillis, A. E. (1991). Lexical representation of nouns and verbs in the brain. *Nature* 349:788-790.

Caramazza, A., Laudanna, A., & Romani, C. (1988). Lexical access and inflectional morphology. *Cognition* 28:297-332.

Caramazza, A., & Shelton, J. R. (1998). Domain-specific knowledge systems in the brain: The animate-inanimate distinction. *Journal of Cognitive Neuroscience* 10:1-34.

Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read?*Cognition* 91(1):77-111.

Castro-Caldas, A., Miranda, P. C., Carmo, I., Reis, A., Leote, F., Ribeiro, C., & Ducla-Soares, E. (1999). Influence of learning to read and write on the morphology of the corpus callosum. *European Journal of Neurology* 6(1):23-28.

Castro-Caldas, A., Petersson, K. M., Reis, A., Stone-Elander, S., & Ingvar, M. (1998). The illiterate brain: Learning to read and write during childhood influences the functional organization of the adult brain. *Brain* 121(Pt 6):1053-1063.

Catani, M., Jones, D. K., Donato, R., & Ffytche, D. H. (2003). Occipito-temporal connections in the human brain. *Brain*126(Pt 9):2093-2107.

Cestnick, L. (2001). Cross-modality temporal processing deficits in developmental phonological dyslexics. *Brain and Cognition* 46(3):319-325.

Changeux, J. P. (1983). *L'homme neuronal.* Paris: Fayard.

———. (1994). *Raison et plaisir.* Paris: Odile Jacob.

———. (2002). *L'homme de vérité.* Paris: Odile Jacob.

Changeux, J. P., & Connes, A. (1989). *Matière à pensée.* Paris: Odile Jacob.

Changeux, J. P., & Danchin, A. (1976). Selective stabilization of developing synapses as a mechanism for the specification of neuronal networks. *Nature* 264:705-712.

Changizi, M.A., & Shimojo, S. (2005). Character complexity and redundancy in writing systems over human history.*Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272(1560):267-275.

Changizi, M. A., Zhang, Q., Ye, H., & Shimojo, S. (2006). The structures of letters and symbols throughout human history are selected to match those found in objects in natural scenes. *American Naturalist* 167(5):E117-139.

Chao, L. L., Haxby, J. V., & Martin, A. (1999). Attribute-based neural substrates in temporal cortex for perceiving and knowing about objects. *Nature Neuroscience* 2(10):913-919.

Chen, Y., Fu, S., Iversen, S. D., Smith, S. M., & Matthews, P. M. (2002). Testing for dual brain processing routes in reading: a direct contrast of Chinese Character and Pinyin reading using fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*14(7):1088-1098.

Cheng, K., & Gallistel, C. R. (1986). A purely geometric module in the rat's spatial representation. *Cognition* 23:149-178.

Cheour, M., Ceponiene, R., Lehtokoski, A., Luuk, A., Allik, J., Alho, K., & Naatanen, R. (1998). Development of language-specific phoneme representations in the infant brain. *Nature Neuroscience* 1(5):351-353.

Cheung, H., & Chen, H. C. (2004). Early orthographic experience modifies both phonological awareness and on-line speech processing. *Language and Cognitive Processes* 19:1-28.

Chomsky, N. (1980). *Rules and representations.* Oxford: Basil Blackwell.

———. (1986). *Knowledge of language: Its nature, origins, and use.* Westport, CT: Prae ger.

———. (1988). *Language and the problems of knowledge.* Cambridge: MIT Yayınları. [*Bilgi Sorunları ve Dil*, çev: Veysi Kılıç BGST Yayınları, 2009]

Cohen, L., & Dehaene, S. (1995). Number processing in pure alexia: the effect of hemispheric asymmetries and task demands. *Neurocase* 1:121-137.

———. (2000). Calculating without reading: Unsuspected residual abilities in pure alexia. *Cognitive Neuropsychology*17(6):563-583.

———. (2004). Specialization within the ventral stream: The case for the visual word form area. *Neuroimage*22(1):466-476.

Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M. A., & Michel, F. (2000). The visual word form area: Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain* 123:291-307.

Cohen, L., Henry, C., Dehaene, S., Martinaud, O., Lehéricy, S., Lemer, C., & Ferrieux, S. (2004). The pathophysiology of letter-by-letter reading. *Neuropsychologia* 42(13):1768-1780.

Cohen, L., Jobert, A., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2004). Distinct unimodal and multimodal regions for word processing in the left temporal cortex. *Neuroimage* 23(4):1256-1270.

Cohen, L., Lehéricy, S., Chochon, F., Lemer, C., Rivaud, S., & Dehaene, S. (2002). Language-specific tuning of visual cortex? Functional properties of the visual word form area. *Brain* 125(Pt 5):1054-1069.

Cohen, L., Lehéricy, S., Henry, C., Bourgeois, M., Larroque, C., Sainte-Rose, C., Dehaene, S., & Hertz-Pannier, L. (2004). Learning to read without a left occipital lobe: Right-hemispheric shift of visual word form area. *Annals of Neurology* 56(6):890-894.

Cohen, L., Martinaud, O., Lemer, C., Lehéricy, S., Samson, Y., Obadia, M., Slachevsky, A., & Dehaene, S. (2003). Visual word recognition in the left and right hemispheres: Anatomical and functional correlates of peripheral alexias.*Cerebral Cortex* 13:1313- 1333.

Coltheart, M., & Coltheart, V. (1997). Reading comprehension is not exclusively reliant upon phonological representation. *Cognitive Neuropsychology* 14:167-175.

Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, J.T., & Besner, D. (1977). Access to the internal lexicon. In Dornic, S. (Ed.),*Attention and performance* VI (s. 535-555). Londra: Akademik Yayınlar.

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001).

DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review* 108(1):204-256.

Coqueugniot, H., Hublin, J. J., Veillon, F., Houet, F., & Jacob, T. (2004). Early brain growth in *Homo erectus* and implications for cognitive ability. *Nature* 431(7006):299-302.

Corballis, M. C., & Beale, I. L. (1976). *The psychology of left and right.* New York: Erlbaum.

———. (1993). Orton revisited: Dyslexia, laterality, and left-right confusion. In Willows, D., Kruk, R. S. & Corsos, E. (Ed.), *Visual processes in reading and reading disabilities.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Corballis, M. C., Macadie, L., Crotty, A., & Beale, I. L. (1985). The naming of disoriented letters by normal and reading-disabled children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 26(6):929-938.

Cornell, J. (1985). Spontaneous mirror-writing in children. *Canadian Journal of Experimental Psychology* 39:174-179.

Coslett, H. B., & Monsul, N. (1994). Reading with the right hemisphere: Evidence from transcranial magnetic stimulation. *Brain and Language* 46:198-211.

Coslett, H. B., & Saffran, E. M. (1989). Evidence for preserved reading in "pure alexia." *Brain* 112:327-359.

Coslett, H. B., Saffran, E. M., Greenbaum, S., & Schwartz, H. (1993). Reading in pure alexia: The effect of strategy. *Brain* 116:21-37.

Coulmas, F. (1989). *The writing systems of the world.* Oxford: Blackwell.

Cytowic, R. E. (1998). *The man who tasted shapes.* Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Damasio, A. R. (1989a). The brain binds entities and events by multiregional activation from convergence zones. *Neural Computation* 1:123-132.

———. (1989b). Time-locked multiregional retroactivation: A systems-level proposal for the neural substrates of recall and recognition. *Cognition* 33:25-62.

Damasio, A. R., & Damasio, H. (1983). The anatomic basis of pure alexia. *Neurology* 33:1573-1583.

Damasio, H., Grabowski, T. J., Tranel, D., Hichwa, R. D., & Damasio, A. R. (1996). A neural basis for lexical retrieval. *Nature* 380(11 April 1996):499-505.

Danziger, E., & Pederson, E. (1998). Through the looking glass: Literacy, writing systems and mirror-image discrimination. *Written Language and Literacy* 1:153-167.

Davidoff, J., & Warrington, E. K. (1999). The bare bones of object recognition: Implications from a case of object recognition impairment. *Neuropsychologia* 37(3):279- 292.

———. (2001). A particular difficulty in discriminating between mirror images. *Neuropsychologia* 39(10):1022-1036.

Dawkins, R. (1989). *The selfish gene.* Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları. [*Gen Bencildir*, çev. Asuman Müftüoğlu, TUBITAK Yayınları, 2007]

———. (1996). *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design.* New York: W. W. Norton. [*Kör Saatçi*, TUBITAK Yay., çev: Feryal Halatçı ,2010]

de Haan, M., Johnson, M. H., & Halit, H. (2003). Development of face-sensitive event-related potentials during infancy: a review. *International Journal of Psychophysiology* 51(1):45-58.

DeFrancis, J. (1989). *Visible speech: The diverse oneness of writing systems.* Honolulu: Hawaii Üniversitesi Yayınları.

Dehaene, S. (1995). Electrophysiological evidence for category-specific word processing in the normal human brain.*NeuroReport* 6:2153-2157.

———. (1997). *The number sense.* New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.

———. (2005). Evolution of human cortical circuits for reading and arithmetic: The "neuronal recycling" hypothesis. In Dehaene, S., Duhamel, J. R., Hauser, M., & Rizzolatti, G. (Ed.). *From monkey brain to human brain* (s. 133-157). Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Dehaene, S., & Changeux, J. P. (2005). Ongoing spontaneous activity controls access to consciousness: A neuronal model for inattentional blindness. *PLoS Biology* 3(5):e141.

Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron* 56(2):384- 398.

Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: A proposal. *Trends in Cognitive Sciences* 9(7):335-341.

Dehaene, S., Izard, V., Pica, P., & Spelke, E. (2006). Core knowledge of geometry in an Amazonian indigene group. *Science* 311:381-384.

Dehaene, S., Jobert, A., Naccache, L., Ciuciu, P., Poline, J. B., Le Bihan, D., & Cohen, L. (2004). Letter binding and invariant recognition of masked words: Behavioral and neuroimaging evidence. *Psychological Science* 15(5):307-313.

Dehaene, S., Le Clec'H, G., Poline, J. B., Le Bihan, D., & Cohen, L. (2002). The visual word form area: A prelexical represen-

tation of visual words in the fusiform gyrus. *NeuroReport* 13(3):321-325.

Dehaene, S., Naccache, L., Cohen, L., Le Bihan, D., Mangin, J. F., Poline, J. B., & Riviere, D. (2001). Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature Neuroscience* 4(7):752-758.

Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology* 20:487-506.

Dehaene-Lambertz, G. (1997). Electrophysiological correlates of categorical phoneme perception in adults.*NeuroReport* 8(4):919-924.

Dehaene-Lambertz, G., & Baillet, S. (1998). A phonological representation in the infant brain. *NeuroReport* 9(8):1885-1888.

Dehaene-Lambertz, G., & Dehaene, S. (1994). Speed and cerebral correlates of syllable discrimination in infants. *Nature* 370:292-295.

Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S., & Hertz-Pannier, L. (2002). Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science* 298(5600):2013-2015.

Déjerine, J. (1892). Contribution à l'étude anatomo-pathologique et clinique des différentes variétés de cécité verbale. *Mémoires de la Société de Biologie* 4:61-90.

Del Cul, A., Baillet, S., & Dehaene, S. (2007). Brain dynamics underlying the nonlinear threshold for access to consciousness. *PLoS Biology* 5(10):e260.

Demb, J. B., Boynton, G. M., Best, M., & Heeger, D. J. (1998). Psychophysical evidence for a magnocellular pathway deficit in dyslexia. *Vision Research* 38(11):1555-1559.

Demb, J. B., Boynton, G. M., & Heeger, D. J. (1997). Brain activity in visual cortex predicts individual differences in reading performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94(24):13363-13366.

———. (1998). Functional magnetic resonance imaging of early visual pathways in dyslexia. *Journal of Neuroscience*18(17):6939-6951.

Dennett, D. (1978). *Brainstorms.* Cambridge, MA: MIT Yayınları.

———. (2006). *Breaking the spell: Religion as a natural phenomenon.* New York: Viking.

Desimone, R., & Gross, C. G. (1979). Visual areas in the temporal cortex of the macaque. *Brain Research* 178(2-3):363-380.

Deutsch, G. K., Dougherty, R. F., Bammer, R., Siok, W. T., Gabrieli, J. D., & Wandell, B. (2005). Children's reading performance is

correlated with white matter structure measured by diffusion tensor imaging. *Cortex* 41(3):354-363.

Devlin, J. T., Jamison, H. L., Matthews, P. M., & Gonnerman, L. M. (2004). Morphology and the internal structure of words. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(41):14984-14988.

Di Virgilio, G., & Clarke, S. (1997). Direct interhemispheric visual input to human speech areas. *Human Brain Mapping* 5:347-354.

Ding, G., Peng, D., & Taft, M. (2004). The nature of the mental representation of radicals in Chinese: A priming study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 30(2):530-539.

Downing, P. E., Jiang, Y., Shuman, M., & Kanwisher, N. (2001). A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science* 293(5539):2470-2473.

Eckert, M. (2004). Neuroanatomical markers for dyslexia: a review of dyslexia structural imaging studies. *Neuroscientist* 10(4):362-371.

Eckert, M. A., Leonard, C. M., Richards, T. L., Aylward, E. H., Thomson, J., & Berninger, V. W. (2003). Anatomical correlates of dyslexia: Frontal and cerebellar findings. *Brain* 126(Pt 2):482-494.

Eden, G. F., Jones, K. M., Cappell, K., Gareau, L., Wood, F. B., Zeffiro, T. A., Dietz, N. A., Agnew, J. A., & Flowers, D. L. (2004). Neural changes following remediation in adult developmental dyslexia. *Neuron* 44(3):411-422.

Eden, G. F., VanMeter, J. W., Rumsey, J. M., Maisog, J. M., Woods, R. P., & Zeffiro, T. A. (1996). Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging. *Nature* 382(6586):66-69.

Ehri, L. C., Nunes, S. R., Stahl, S. A., & Willows, D. M. M. (2001). Systematic phonics instruction helps students learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Review of Educational Research* 71:393-447.

Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z., & Shana han, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly* 36:250-287.

Ehri, L. C., & Wilce, L. S. (1980). The influence of orthography on readers' conceptualisation of the phonemic structure of words. *Applied Psycholinguistics* 1:371-385.

Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P. W., & Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science* 171:303-306.

Ellis, A. W. (2004). Length, formats, neighbours, hemispheres, and the processing of words presented laterally or at fixation. *Brain and Language* 88(3):355-366.

Ellis, A. W., Young, A. W., & Anderson, C. (1988). Modes of word recognition in the left and right cerebral hemispheres. *Brain and Language* 35(2):254-273.

Elston, G. N., Benavides-Piccione, R., & DeFelipe, J. (2001). The pyramidal cell in cognition: A comparative study in human and monkey. *Journal of Neuroscience* 21(17):RC163.

Fagot-Largeault, A. (2006). *Vivre le handicap et ses prothèses.* Collège de France Konferansı.

Feinberg, T., & Jones, G. (1985). Object reversals after parietal lobe infarction—a case report. *Cortex* 21:261-271.

Ferrand, L. (2001). *Cognition et Lecture: Processus de base de reconnaissance des mots écrits chez l'adulte.* Bruxelles: DeBoeck université.

Ferrand, L., & Grainger, J. (1992). Phonology and orthography in visual word recognition: Evidence from masked non-word priming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 45(3):353-372.

———. (1993). The time course of orthographic and phonological code activation in the early phases of visual word recognition. *Bulletin of the Psychonomic Society* 31:119-122.

———. (1994). Effects of orthography are independent of phonology in masked form priming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 47(2):365-382.

Fiebach, C. J., Friederici, A. D., Muller, K., & von Cramon, D. Y. (2002). fMRI evidence for dual routes to the mental lexicon in visual word recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14(1):11-23.

Fiez, J. A., Balota, D. A., Raichle, M. E., & Petersen, S. E. (1999). Effects of lexicality, frequency, and spelling-to-sound consistency on the functional anatomy of reading. *Neuron* 24(1):205-218.

Fiez, J. A., & Petersen, S. E. (1998). Neuroimaging studies of word reading. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95(3):914-921.

Finger, S. (1994). *Origins of neuroscience: A history of explorations into brain function.* New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.

Fischer, F. W., Liberman, I. Y., & Shankweiler, D. (1978). Reading reversals and developmental dyslexia: A further study. *Cortex* 14(4):496-510.

Fiser, J., & Biederman, I. (2001). Invariance of long-term visual priming to scale, reflection, translation, and hemisphere. *Vision Research* 41(2):221-234.

Fiset, D., Arguin, M., Bub, D., Humphreys, G. W., & Riddoch, M. J. (2005). How to make the word-length effect disappear in letter-by-letter dyslexia. *Psychological Science* 16(7):535-541.

Fisher, S. E., & Francks, C. (2006). Genes, cognition and dyslexia: Learning to read the genome. *Trends in Cognitive Sciences* 10(6): 250-257.

Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind.* Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Fox, M. D., Corbetta, M., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., & Raichle, M. E. (2006). Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(26):10046-10051.

Friederici, A. D., Opitz, B., & von Cramon, D. Y. (2000). Segregating semantic and syntactic aspects of processing in the human brain: An fMRI investigation of different word types. *Cerebral Cortex* 10(7):698-705.

Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In Patterson, K. E., Marshall, J. C., & Coltheart, M. (Ed.), *Surface dyslexia: Cognitive and neuropsychological studies of phonological reading* (s. 301-330). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Fu, S., Chen, Y., Smith, S., Iversen, S., & Matthews, P. M. (2002). Effects of word form on brain processing of written Chinese. *Neuroimage* 17(3):1538-1548.

Gaillard, R., Del Cul, A., Naccache, L., Vinckier, F., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). Nonconscious semantic processing of emotional words modulates conscious access. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(19):7524-7529.

Gaillard, R., Naccache, L., Pinel, P., Clemenceau, S., Volle, E., Hasboun, D., Dupont, S., Baulac, M., Dehaene, S., Adam, C., & Cohen, L. (2006). Direct intracranial, fMRI, and lesion evidence for the causal role of left inferotemporal cortex in reading. *Neuron* 50(2):191-204.

Gaillard, W. D., Balsamo, L. M., Ibrahim, Z., Sachs, B. C., & Xu, B. (2003). fMRI identifies regional specialization of neural networks for reading in young children. *Neurology* 60(1):94-100.

Galaburda, A. M., & Livingstone, M. (1993). Evidence for a magnocellular deficit in developmental dyslexia. In Tallal, P., Galaburda, A. M., Llinas, R., & Von Euler, C. (Ed.), *Temporal information processing in the nervous system: Special reference*

to dyslexia and dysphasia (s. 70-82). New York: New York Academy of Sciences.

Galaburda, A. M., LoTurco, J., Ramus, F., Fitch, R. H., & Rosen, G. D. (2006). From genes to behavior in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience* 9(10):1213-1217.

Galaburda, A. M., Menard, M. T., & Rosen, G. D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91(17):8010-8013.

Galaburda, A. M., Sherman, G. F., Rosen, G. D., Aboitiz, F., & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive patients with cortical anomalies. *Annals of Neurology* 18(2):222-233.

Gathers, A. D., Bhatt, R., Corbly, C. R., Farley, A. B., & Joseph, J. E. (2004). Developmental shifts in cortical loci for face and object recognition. *NeuroReport* 15(10):1549- 1553.

Gauthier, I., Curran, T., Curby, K. M., & Collins, D. (2003). Perceptual interference supports a non-modular account of face processing. *Nature Neuroscience* 6(4):428- 432.

Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W. (2000). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience* 3(2):191-197.

Gauthier, I., Tarr, M. J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C. (1999). Activation of the middle fusiform "face area" increases with expertise in recognizing novel objects. *Nature Neuroscience* 2(6):568-573.

Gentaz, E., Colé, P., & Bara, F. (2003). Evaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la lecture pour les enfants en grande section de maternelle: Une étude sur la contribution du système haptique manuel. *L'Année Psychologique* 104:561-584.

Georgiewa, P., Rzanny, R., Gaser, C., Gerhard, U. J., Vieweg, U., Freesmeyer, D., Mentzel, H. J., Kaiser, W. A., & Blanz, B. (2002). Phonological processing in dyslexic children: a study combining functional imaging and event related potentials. *Neuroscience Letters* 318(1):5-8.

Georgiewa, P., Rzanny, R., Hopf, J. M., Knab, R., Glauche, V., Kaiser, W. A., & Blanz, B. (1999). fMRI during word processing in dyslexic and normal reading children. *Neuroreport* 10(16):3459-3465.

Gergely, G., Bekkering, H., & Kiraly, I. (2002). Rational imitation in preverbal infants. *Nature* 415(6873):755.

Geschwind, N. (1965). Disconnection syndromes in animals and man. *Brain* 88:237- 294.

Goigoux, R. (2000). Apprendre à lire à l'école: Les limites d'une approche idéovisuelle. *Psychologie Française*45(235-245).

Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neuroscience*15:20-25.

Goswami, U. (1986). Children's use of analogy in learning to read: A developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology* 42:73-83.

Goswami, U., Gombert, J. E., & de Barrera, L. F. (1998). Children's orthographic representations and linguistic transparency: Nonsense word reading in English, French, and Spanish. *Applied Psycholinguistics* 19:19-52.

Gottfried, J. A., Sancar, F., & Chatterjee, A. (2003). Acquired mirror writing and reading: Evidence for reflected graphemic representations. *Neuropsychologia* 41(1):96-107.

Gould, J. L., & Marler, P. (1987). Learning by instinct. *Scientific American* 256 (January): 74-85.

Gould, S. J. (1992). *The panda's thumb: More reflections in natural history.* New York: W. W. Norton.

Gould, S. J., & Vrba, E. S. (1982). Exaptation: A missing term in the science of form. *Paleobiology* 8(1):4-15.

Gouteux, S., Thinus-Blanc, C., & Vauclair, J. (2001). Rhesus monkeys use geometric and nongeometric information during a reorientation task. *Journal of Experimental Psychology: General* 130(3):505-519.

Grabowski, T. J., Damasio, H., & Damasio, A. R. (1998). Premotor and prefrontal correlates of category-related lexical retrieval. *Neuroimage* 7(3):232-243.

Grainger, J., Granier, J. P., Farioli, F., Van Assche, E., & van Heuven, W. J. (2006). Letter position information and printed word perception: The relative-position priming constraint. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 32(4):865-884.

Grainger, J., & Jacobs, A. M. (1996). Orthographic processing in visual word recognition: A multiple read-out model.*Psychological Review* 103(3):518-565.

Grainger, J., & van Heuven, W. (2003). Modeling letter position coding in printed word perception. In Bonin, P. (Ed.),*The mental lexicon* (s. 1-24). New York: Nova Bilim Yayıncıları.

Grainger, J., & Whitney, C. (2004). Does the huamn mnid raed wrods as a wlohe? *Trends in Cognitive Sciences*8(2):58-59.

Grainger, J., & Ziegler, J. (2007). Cross-code consistency effects in visual word recognition. In Grigorenko, E. L., & Naples, A. J. (Ed.), *Single-word reading: Biological and behavioral perspectives* (129-158). New York: Erlbaum.

Grill-Spector, K., Kushnir, T., Hendler, T., Edelman, S., Itzchak, Y., & Malach, R. (1998). A sequence of object-processing stages revealed by fMRI in the human occipital lobe. *Human Brain Mapping* 6(4):316-328.

Grill-Spector, K., & Malach, R. (2001). fMR-adaptation: A tool for studying the functional properties of human cortical neurons. *Acta Psychologica (Amsterdam)* 107(1- 3):293-321.

Grill-Spector, K., Sayres, R., & Ress, D. (2006). High-resolution imaging reveals highly selective nonface clusters in the fusiform face area. *Nature Neuroscience* 9(9):1177- 1185.

Grigorenko, E. L. (2003). The first candidate gene for dyslexia: Turning the page of a new chapter of research.*Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(20):11190- 11192.

Ha Duy Thuy, D., Matsuo, K., Nakamura, K., Toma, K., Oga, T., Nakai, T., Shibasaki, H., & Fukuyama, H. (2004). Implicit and explicit processing of Kanji and Kana words and non-words studied with fMRI. *Neuroimage* 23(3):878-889.

Habib, M. (2000). The neurological basis of developmental dyslexia: An overview and working hypothesis. *Brain*123(Pt 12):2373-2399.

Hagoort, P., Indefrey, P., Brown, C., Herzog, H., Steinmetz, H., & Seitz, R. J. (1999). The neural circuitry involved in the reading of German words and pseudowords: A PET study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 11(4):383-398.

Hammond, P., & Hughes, P. (1978). *Upon the pun: Dual meaning in words and pictures.* Londra: W. H. Allen.

Hanley, J. R., & Kay, J. (1996). Reading speed in pure alexia. *Neuropsychologia* 34(12):1165-1174.

Hannula-Jouppi, K., Kaminen-Ahola, N., Taipale, M., Eklund, R., Nopola-Hemmi, J., Kaariainen, H., & Kere, J. (2005). The axon guidance receptor gene ROBO1 is a candidate gene for developmental dyslexia. *PLoS Genetics* 1(4):e50.

Harm, M. W., & Seidenberg, M. S. (1999). Phonology, reading acquisition, and dyslexia: Insights from connectionist models. *Psychological Review* 106(3):491-528.

———.(2004). Computing the meanings of words in reading: Cooperative division of labor between visual and phonological processes. *Psychological Review* 111(3):662- 720.

Hasson, U., Harel, M., Levy, I., & Malach, R. (2003). Large-scale mirror-symmetry organization of human occipito-temporal object areas. *Neuron* 37(6):1027-1041.

Hasson, U., Levy, I., Behrmann, M., Hendler, T., & Malach, R. (2002). Eccentricity bias as an organizing principle for human high-order object areas. *Neuron* 34(3):479-490.

Haxby, J. V., Gobbini, M. I., Furey, M. L., Ishai, A., Schouten, J. L., & Pietrini, P. (2001). Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science* 293(5539):2425-2430.

Haxby, J.V., Ishai, I. I., Chao, L. L., Ungerleider, L. G., & Martin, I. I. (2000). Object-form topology in the ventral temporal lobe: Response to I. Gauthier (2000). *Trends in Cognitive Sciences* 4(1):3-4.

Heilman, K. M., Howell, G., Valenstein, E., & Rothi, L. (1980). Mirror-reading and writing in association with right-left spatial disorientation. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 43(9):774-780.

Helenius, P., Tarkiainen, A., Cornelissen, P., Hansen, P. C., & Salmelin, R. (1999). Dissociation of normal feature analysis and deficient processing of letter-strings in dyslexic adults. *Cerebral Cortex* 9(5):476-483.

Hermer, L., & Spelke, E. (1996). Modularity and development: The case of spatial reorientation. *Cognition* 61(3):195-232.

Houzel, J. C., Carvalho, M. L., & Lent, R. (2002). Interhemispheric connections between primary visual areas: Beyond the midline rule. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 35(12):1441-1453.

Hubbard, E. M., Arman, A. C., Ramachandran, V. S., & Boynton, G. M. (2005). Individual differences among grapheme-color synesthetes: Brain-behavior correlations. *Neuron* 45(6):975-985.

Humphrey, N. K., & Weiskrantz, L. (1969). Size constancy in monkeys with inferotemporal lesions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 21(3):225-238.

Humphreys, G. W., Evett, L. J., & Quinlan, P. T. (1990). Orthographic processing in visual word identification. *Cognitive Psychology* 22:517-560.

Hutzler, F., Ziegler, J. C., Perry, C., Wimmer, H., & Zorzi, M. (2004). Do current connectionist learning models account for reading development in different languages? *Cognition* 91(3):273-296.

Intriligator, J., Hénaff, M. A., & Michel, F. (2000). Able to name, unable to compare: The visual abilities of a posterior split-brain patient. *NeuroReport* 11(12):2639-2642.

Iriki, A. (2005). A prototype of Homo-Faber: A silent precursor of human intelligence in the tool-using monkey brain. In Deheane, S., Duhamel, J. R., Hauser, M., & Rizzo latti, G. (Ed.), *From monkey brain to human brain* (s. 133-157). Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Ishai, A., Ungerleider, L. G., Martin, A., & Haxby, J. V. (2000). The representation of objects in the human occipital and temporal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience* 12(Suppl 2):35-51.

Ishai, A., Ungerleider, L. G., Martin, A., Schouten, J. L., & Haxby, J. V. (1999). Distributed representation of objects in the human ventral visual pathway. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96(16):9379-9384.

Ito, M., & Komatsu, H. (2004). Representation of angles embedded within contour stimuli in area V2 of macaque monkeys. *Journal of Neuroscience* 24(13):3313-3324.

Ito, M., Tamura, H., Fujita, I., & Tanaka, K. (1995). Size and position invariance of neuronal responses in monkey inferotemporal cortex. *Journal of Neurophysiology* 73:218-226.

Jacob, F. (1977). Evolution and tinkering. *Science* 196(4295):1161-1166.

Jacquemot, C., Pallier, C., Le Bihan, D., Dehaene, S., & Dupoux, E. (2003). Phonological grammar shapes the auditory cortex: A functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience* 23(29):9541-9546.

Jared, D., & Seidenberg, M. S. (1991). Does word identification proceed from spelling to sound to meaning? *Journal of Experimental Psychology: General* 120:358-394.

Jobard, G., Crivello, F., & Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Evaluation of the dual route theory of reading: A metanalysis of 35 neuroimaging studies. *Neuroimage* 20(2):693- 712.

Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience* 17:4302-4311.

Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity.* Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Kawai, N., & Matsuzawa, T. (2000). Numerical memory span in a chimpanzee. *Nature* 403(6765):39-40.

Kellman, P. J., & Spelke, E. S. (1983). Perception of partly occluded objects in infancy. *Cognitive Psychology* 15:483-524.

Kilgard, M. P., & Merzenich, M. M. (1998). Cortical map reorganization enabled by nucleus basalis activity. *Science*279(5357):1714-1718.

Kitterle, F. L., & Selig, L. M. (1991). Visual field effects in the discrimination of sine-wave gratings. *Perception and Psychophysics* 50(1):15-18.

Klingberg, T., Hedehus, M., Temple, E., Salz, T., Gabrieli, J. D., Moseley, M. E., & Poldrack, R. A. (2000). Microstructure of temporo-parietal white matter as a basis for reading ability: evidence from diffusion tensor magnetic resonance imaging [see comments]. *Neuron* 25(2):493-500.

Klüver, H., & Bucy, P. C. (1937). Psychic blindness and other symptoms following bilateral temporal lobectomy in rhesus monkey. *American Journal of Physiology* 119:352- 353.

Kolinsky, R., Morais, J., Content, A., & Cary, L. (1987). Finding parts within figures: A developmental study. *Perception*16(3):399-407.

Kolinsky, R., Morais, J., & Verhaeghe, A. (1994). Visual separability: A study on unschooled adults. *Perception*23(4):471-486.

Kotz, S. A., Cappa, S. F., von Cramon, D. Y., & Friederici, A. D. (2002). Modulation of the lexical-semantic network by auditory semantic priming: an event-related functional MRI study. *Neuroimage* 17(4):1761-1772.

Koyama, S., Kakigi, R., Hoshiyama, M., & Kitamura, Y. (1998). Reading of Japanese Kanji (morphograms) and Kana (syllabograms): A magnetoencephalographic study. *Neuropsychologia* 36(1):83-98.

Kraebel, K. S., West, R. N., & Gerhardstein, P. (2007). The influence of training views on infants' long-term memory for simple 3D shapes. *Developmental Psychobiology* 49(4):406-420.

Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience* 5(11):831-843.

Kujala, T., Karma, K., Ceponiene, R., Belitz, S., Turkkila, P., Tervaniemi, M., & Naatanen, R. (2001). Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(18):10509-10514.

Kuo, W. J., Yeh, T. C., Duann, J. R., Wu, Y. T., Ho, L. T., Hung, D., Tzeng, O. J., & Hsieh, J. C. (2001). A left-lateralized network for reading Chinese words: A 3 T fMRI study. *NeuroReport* 12(18):3997-4001.

Kuo, W. J., Yeh, T. C., Lee, C. Y., Wu, Y. T., Chou, C. C., Ho, L. T., Hung, D. L., Tzeng, O. J., & Hsieh, J. C. (2003). Frequency effects of Chinese character processing in the brain: An event-related fMRI study. *Neuroimage* 18(3):720-730.

Lachmann, T., & Geyer, T. (2003). Letter reversals in dyslexia: Is the case really closed? A critical review and conclusions. *Psychology Science* 45:50-70.

Lambon-Ralph, M. A., Jarvis, C., & Ellis, A. W. (1997). Life in a mirrored world: Report of a case showing mirror reversal in reading and writing and for non-verbal materials. *Neurocase* 3:249-258.

Larson, K. (2004). *The science of word recognition,* http://www.microsoft.com/typography/ctfonts/WordRecognition.aspx.

Laufs, H., Krakow, K., Sterzer, P., Eger, E., Beyerle, A., Salek-Haddadi, A., & Kleinschmidt, A. (2003). Electroencephalographic signatures of attentional and cognitive default modes in spontaneous brain activity fluctuations at rest. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(19):11053-11058.

Laureys, S. (2005). The neural correlate of (un)awareness: Lessons from the vegetative state. *Trends in Cognitive Sciences* 9:556-559.

Lavidor, M., Babkoff, H., & Faust, M. (2001). Analysis of standard and non-standard visual word format in the two hemispheres. *Neuropsychologia* 39(4):430-439.

Lavidor, M., & Ellis, A. W. (2002). Word length and orthographic neighborhood size effects in the left and right cerebral hemispheres. *Brain and Language* 80:45-62.

Le Bihan, D., Urayama, S., Aso, T., Hanakawa, T., & Fukuyama, H. (2006). Direct and fast detection of neuronal activation in the human brain with diffusion MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(21):8263-8268.

Lee, C. Y., Tsai, J. L., Kuo, W. J., Yeh, T. C., Wu, Y. T., Ho, L. T., Hung, D. L., Tzeng, O. J., & Hsieh, J. C. (2004). Neuronal correlates of consistency and frequency effects on Chinese character naming: An event-related fMRI study.*Neuroimage* 23(4):1235-1245.

Lee, K. M. (2004). Functional MRI comparison between reading ideographic and pho nographic scripts of one language. *Brain and Language* 91(2):245-251.

Leff, A. P., Crewes, H., Plant, G. T., Scott, S. K., Kennard, C., & Wise, R. J. (2001). The functional anatomy of single-word reading in patients with hemianopic and pure alexia. *Brain* 124(Pt 3):510-521.

Leppanen, P. H., Richardson, U., Pihko, E., Eklund, K. M., Guttorm, T. K., Aro, M., & Lyytinen, H. (2002). Brain responses to changes in speech sound durations differ between infants with and

without familial risk for dyslexia.*Developmental Neuropsychology* 22(1):407-422.

Lerner, Y., Hendler, T., Ben-Bashat, D., Harel, M., & Malach, R. (2001). A hierarchical axis of object processing stages in the human visual cortex. *Cerebral Cortex* 11(4):287-297.

Leroi-Gourhan, A. (1983). *Le fil du temps.* Paris: Fayard.

———. (1993). *Gesture and speech.* Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Levi-Strauss, C. (1958). *Anthropologie structurale.* Paris: Plon.

Levy, I., Hasson, U., Avidan, G., Hendler, T., & Malach, R. (2001). Center-periphery organization of human object areas.*Nature Neuroscience* 4(5):533-539.

Liberman, I. Y., Shankweiler, D., Orlando, C., Harris, K. S., & Berti, F. B. (1971). Letter confusions and reversals of sequence in the beginning reader: Implications for Orton's theory of developmental dyslexia. *Cortex* 7(2):127-142.

Lissauer, H. (1890). Ein fall von seelenblindheit nebst einem beitrage zur theorie dersel ben. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten* 21:222-270.

Logothetis, N. K., Pauls, J., & Poggio, T. (1995). Shape representation in the inferior temporal cortex of monkeys.*Current Biology* 5(5):552-563.

Longtin, C.-M., Segui, J., & Hallé, P. A. (2003). Morphological priming without morphological relationship. *Language and Cognitive Processes* 18:313-334.

Lukatela, G., Frost, S. J., & Turvey, M. T. (1998). Phonological priming by masked nonword primes in the lexical decision task. *Journal of Memory and Language* 39:666-683.

McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: Expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences* 7:293-299.

McCandliss, B. D., Curran, T., & Posner, M. I. (1993). Repetition effects in processing visual words: A high density ERP study of lateralized stimuli. *Neuroscience Abstracts* 19:1807.

McCarthy, R. A., & Warrington, E. K. (1990). *Cognitive neuropsychology: A clinical introduction.* San Diego: Akademik Yayınlar.

McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review* 88:375-407.

McCloskey, M., & Rapp, B. (2000). A visually based developmental reading deficit. *Journal of Memory and Language*43:157-181.

McCloskey, M., Rapp, B., Yantis, S., Rubin, G., Bacon, W., Dagnelie, G., Gordon, B., Aliminosa, D., Boatman, D. F., Badecker, W., John-

son, D. N., Tusa, R. J., & Palmer, E. (1995). A developmental deficit in localizing objects from vision. *Psychological Science* 6:112-117.

McConkie, G. W., & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics* 17:578-586.

McConkie, G. W., & Zola, D. (1979). Is visual information integrated across successive fixations in reading?*Perception and Psychophysics* 25(3):221-224.

McCrory, E. J., Mechelli, A., Frith, U., & Price, C. J. (2005). More than words: A common neural basis for reading and naming defic its in developmental dyslexia? *Brain* 128(Pt 2):261-267.

McMonnies, C. W. (1992). Visuo-spatial discrimination and mirror image letter reversals in reading. *Journal of the American Optometric Association* 63(10):698-704.

Malach, R., Levy, I., & Hasson, U. (2002). The topography of high-order human object areas. *Trends in Cognitive Sciences* 6(4):176-184.

Manguel, A. (1997). *A history of reading.* New York: Penguin.

Mann, V. A. (1986). Phonological awareness: The role of reading experience. *Cognition* 24(1-2):65-92.

Marcus, G. F., & Berent, I. (2003). Are there limits to statistical learning? *Science* 300(5616):53-55; author reply 53-55.

Marcus, G. F., Vijayan, S., Bandi Rao, S., & Vishton, P. M. (1999). Rule learning by seven-month-old infants. *Science*283(5398):77-80.

Marinkovic, K., Dhond, R. P., Dale, A. M., Glessner, M., Carr, V., & Halgren, E. (2003). Spatiotemporal dynamics of modality-specific and supramodal word processing. *Neuron* 38(3):487-497.

Marks, L. E. (1978). *The unity of the senses.* New York: Akademik Yayınlar.

Marshall, J. C., & Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia: A psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research* 2:175-199.

Martin, A., Wiggs, C. L., Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (1996). Neural correlates of category-specific knowledge.*Nature* 379:649-652.

Martinet, C., Valdois, S., & Fayol, M. (2004). Lexical orthographic knowledge develops from the beginning of literacy acquisition. *Cognition* 91(2):B11-22.

Matsuzawa, T. (1985). Use of numbers by a chimpanzee. *Nature* 315(6014):57-59.

Maurer, D., Pathman, T., & Mondloch, C. J. (2006). The shape of boubas: Sound-shape correspondences in toddlers and adults. *Developmental Science* 9(3):316-322.

Maurer, U., Brem, S., Bucher, K., & Brandeis, D. (2005). Emerging neurophysiological specialization for letter strings. *Journal of Cognitive Neuroscience* 17(10):1532-1552.

Maurer, U., Brem, S., Kranz, F., Bucher, K., Benz, R., Halder, P., Steinhausen, H. C., & Brandeis, D. (2006). Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read. *Neuroimage* 33(2):749-758.

Maurer, U., Bucher, K., Brem, S., & Brandeis, D. (2003). Altered responses to tone and phoneme mismatch in kindergartners at familial dyslexia risk. *NeuroReport* 14(17):2245-2250.

Mayall, K., Humphreys, G. W., Mechelli, A., Olson, A., & Price, C. J. (2001). The effects of case mixing on word recognition: evidence from a PET study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 13(6):844-853.

Mayall, K., Humphreys, G. W., & Olson, A. (1997). Disruption to word or letter processing? The origins of case-mixing effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 23(5):1275-1286.

Mazoyer, B. M., Dehaene, S., Tzourio, N., Frak, V., Syrota, A., Murayama, N., Levrier, O., Salamon, G., Cohen, L., & Mehler, J. (1993). The cortical representation of speech. *Journal of Cognitive Neuroscience* 5:467-479.

Mechelli, A., Gorno-Tempini, M. L., & Price, C. J. (2003). Neuroimaging studies of word and pseudoword reading: consistencies, inconsistencies, and limitations. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15(2):260-271.

Mehler, J., Jusczyk, P., Lambertz, G., Halsted, N., Bertoncini, J., & Amiel-Tison, C. (1988). A precusor of language acquisition in young infants. *Cognition* 29: 143-178.

Mello, N. K. (1965). Interhemispheric reversal of mirror-image oblique lines following monocular training in pigeons. *Science* 148:252-254.

Mello, N. K. (1966). Interocular generalization: A study of mirror-image reversal following monocular discrimination training in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 9(1):11-16.

———. (1967). Inter-hemispheric comparison of visual stimuli in the pigeon. *Nature* 214(84):144-145.

Meng, H., Smith, S. D., Hager, K., Held, M., Liu, J., Olson, R. K., Pennington, B. F., DeFries, J. C., Gelernter, J., O'Reilly-Pol, T., Somlo, S., Skudlarski, P., Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Marchione, K., Wang, Y., Paramasivam, M., LoTurco, J. J., Page, G. P., & Gruen, J. R. (2005). DCDC2 is associated with reading disability and modulates neuronal development in the brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(47):17053-17058.

Merzenich, M. M., Jenkins, W. M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S. L., & Tallal, P. (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science* 271(5245):77-81.

Miozzo, M., & Caramazza, A. (1998). Varieties of pure alexia: The case of failure to access graphemic representations. *Cognitive Neuropsychology* 15:203-238.

Mishkin, M., & Pribram, K. H. (1954). Visual discrimination performance following partial ablations of the temporal lobe. I. Ventral vs. lateral. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 47(1):14-20.

Mithen, S. (1996). *The prehistory of the mind: The cognitive origins of art, religion and science.* Londra: Thames & Hudson.

Miyashita, Y. (1988). Neuronal correlate of visual associative long-term memory in the primate temporal cortex. *Nature*335(6193):817-820.

Molko, N., Cohen, L., Mangin, J. F., Chochon, F., Lehéricy, S., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2002). Visualizing the neural bases of a disconnection syndrome with diffusion tensor imaging. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14:629-636.

Mondloch, C. J., & Maurer, D. (2004). Do small white balls squeak? Pitch-object correspondences in young children.*Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience* 4(2):133-136.

Montant, M., & Behrmann, M. (2000). Pure alexia. *Neurocase* 6:265-294.

Morais, J., Bertelson, P., Cary, L., & Alegria, J. (1986). Literacy training and speech segmentation. *Cognition* 24:45-64.

Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition* 7:323-331.

Morrison, R. E., & Rayner, K. (1981). Saccade size in reading depends upon character spaces and not visual angle.*Perception and Psychophysics* 30(4):395-396.

Mozer, M. C. (1987). Early parallel processing in reading: A connectionist approach. In Coltheart, M. (Ed.), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (s. 83-104). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Naatanen, R., Lehtokoski, A., Lennes, M., Cheour, M., Huotilainen, M., Iivonen, A., Vainio, M., Alku, P., Ilmoniemi, R. J., Luuk, A., Allik, J., Sinkkonen, J., & Alho, K. (1997). Language-specific phoneme representations revealed by electric and magnetic brain responses. *Nature* 385(6615):432-434.

Naccache, L., & Dehaene, S. (2001). The priming method: Imaging unconscious repetition priming reveals an abstract representation of number in the parietal lobes. *Cerebral Cortex* 11(10):966-974.

Naccache, L., Gaillard, R., Adam, C., Hasboun, D., Clémenceau, S., Baulac, M., S., D., & L., C. (2005). A direct intracranial record of emotions evoked by subliminal words. *Proceedings of the National Academy of Sciences*102:7713-7717.

Nakamura, K., Dehaene, S., Jobert, A., Le Bihan, D., & Kouider, S. (2005). Subliminal convergence of Kanji and Kana words: Further evidence for functional parcellation of the posterior temporal cortex in visual word perception. *Journal of Cognitive Neuroscience* 17(6):954-968.

Nakamura, K., Honda, M., Okada, T., Hanakawa, T., Toma, K., Fukuyama, H., Konishi, J., & Shibasaki, H. (2000). Participation of the left posterior inferior temporal cortex in writing and mental recall of Kanji orthography: A functional MRI study. *Brain* 123(Pt 5):954-967.

Nation, K., Allen, R., & Hulme, C. (2001). The limitations of orthographic analogy in early reading development: Performance on the clue-word task depends on phonological priming and elementary decoding skill, not the use of orthographic analogy. *Journal of Experimental Child Psychology* 80(1):75-94.

National Institute of Child Health and Human Development. (2000). *Report of the National Reading Panel. Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction (NIH Publication No. 00-4769).* Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Nazir, T. A., Ben-Boutayab, N., Decoppet, N., Deutsch, A., & Frost, R. (2004). Reading habits, perceptual learning, and recognition of printed words. *Brain and Language* 88(3):294-311.

Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: The cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences* 24(9):508-511.

Nieder, A., Diester, I., & Tudusciuc, O. (2006). Temporal and spatial enumeration processes in the primate parietal cortex. *Science* 313(5792):1431-1435.

Nieder, A., & Miller, E. K. (2004). A parieto-frontal network for visual numerical information in the monkey. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(19):7457-7462.

Nimchinsky, E. A., Gilissen, E., Allman, J. M., Perl, D. P., Erwin, J. M., & Hof, P. R. (1999). A neuronal morphologic type unique to humans and great apes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96(9):5268-5273.

Niogi, S. N., & McCandliss, B. D. (2006). Left lateralized white matter microstructure accounts for individual differences in reading ability and disability. *Neuropsychologia* 44(11):2178-2188.

Nobre, A. C., Allison, T., & McCarthy, G. (1994). Word recognition in the human inferior temporal lobe. *Nature*372(6503):260-263.

Nunez, R. E., & Lakoff, G. (2000). *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being.* New York: Basic Books.

Olavarria, J. F., & Hiroi, R. (2003). Retinal influences specify corticocortical maps by postnatal day six in rats and mice. *Journal of Comparative Neurology* 459(2):156- 172.

O'Regan, J. K. (1990). Eye movements and reading. *Reviews of Oculomotor Research* 4:395-453.

Orton, S. T. (1925). "Word-blindness" in school children. *Archives of Neurology and Psychiatry* 14:581-615.

Orton, S. T. (1937). *Reading, writing, and speech problems in children.* New York: Norton.

Paap, K. R., Newsome, S. L., & Noel, R. W. (1984). Word shape's in poor shape for the race to the lexicon. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 10(3):413-428.

Pacton, S., Perruchet, P., Fayol, M., & Cleeremans, A. (2001). Implicit learning out of the lab: The case of orthographic regularities. *Journal of Experimental Psychology: General* 130(3):401-426.

Pammer, K., Hansen, P. C., Kringelbach, M. L., Holliday, I., Barnes, G., Hillebrand, A., Singh, K. D., & Cornelissen, P. L. (2004). Visual word recognition: The first half second. *Neuroimage* 22(4):1819-1825.

Paracchini, S., Thomas, A., Castro, S., Lai, C., Paramasivam, M., Wang, Y., Keating, B. J., Taylor, J. M., Hacking, D. F., Scerri, T., Francks, C., Richardson, A. J., Wade-Martins, R., Stein, J. F., Knight, J. C., Copp, A. J., Loturco, J., & Monaco, A. P. (2006). The chromosome 6p22 haplotype associated with dyslexia reduces the expression of KIAA0319, a novel gene involved in neuronal migration. *Human Molecular Genetics* 15(10):1659-1666.

Parviainen, T., Helenius, P., Poskiparta, E., Niemi, P., & Salmelin, R. (2006). Cortical sequence of word perception in beginning readers. *Journal of Neuroscience* 26(22):6052-6061.

Pascalis, O., de Haan, M., & Nelson, C. A. (2002). Is face processing species-specific during the first year of life?*Science* 296(5571):1321-1323.

Pascalis, O., & de Schonen, S. (1994). Recognition memory in 3- to 4-day-old human neonates. *NeuroReport*5(14):1721-1724.

Pascalis, O., Scott, L. S., Kelly, D. J., Shannon, R. W., Nicholson, E., Coleman, M., & Nelson, C. A. (2005). Plasticity of face processing in infancy. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(14):5297-5300.

Patterson, K., & Kay, J. (1982). Letter-by-letter reading: Psychological descriptions of a neurological syndrome.*Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 34:411-441.

Paulesu, E., Demonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C. D., & Frith, U. (2001). Dyslexia: Cultural diversity and biological unity. *Science* 291(5511):2165-2167.

Paulesu, E., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. J. (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature* 362:342-345.

Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M., Gallagher, A., Morton, J., Frackowiak, R., & Frith, C. D. (1996). Is developmental dyslexia a disconnection syndrome? Evidence from PET scanning. *Brain* 119:143-157.

Paulesu, E., McCrory, E., Fazio, F., Menoncello, L., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cotelli, M., Cossu, G., Corte, F., Lorusso, M., Pesenti, S., Gallagher, A., Perani, D., Price, C., Frith, C. D., & Frith, U. (2000). A cultural effect on brain function. *Nature Neuroscience* 3(1):91-96.

Pelli, D. G., Farell, B., & Moore, D. C. (2003). The remarkable inefficiency of word recognition. *Nature* 423(6941):752-756.

Pena, M., Maki, A., Kovacic, D., Dehaene-Lambertz, G., Koizumi, H., Bouquet, F., & Mehler, J. (2003). Sounds and silence: An opti-

cal topography study of language recognition at birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(20):11702-11705.

Perea, M., & Lupker, S. J. (2003). Does jugde activate COURT? Transposed-letter similarity effects in masked associative priming. *Memory and Cognition* 31(6):829-841.

Peressotti, F., & Grainger, J. (1999). The role of letter identity and letter position in orthographic priming. *Perception and Psychophysics* 61(4):691-706.

Perfetti, C., & Bell, L. (1991). Phonemic activation during the first 40 ms of word identification: Evidence from backward masking and masked priming. *Journal of Memory and Language* 30:473-485.

Perrett, D. I., Mistlin, A. J., & Chitty, A. J. (1989). Visual neurones responsive to faces. *Trends in Neuroscience*10:358-364.

Perry, C., Ziegler, J., & Zorzi, M. (2007). Nested incremental modeling in the development of computational theories: The CDP+ model of reading aloud. *Psychological Review* 114(2):273-315.

Petersen, S. E., Fox, P. T., Posner, M. I., Mintun, M., & Raichle, M. E. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature* 331(6157):585-589.

———.(1989). Positron emission tomographic studies of the processing of single words. *Journal of Cognitive Neuroscience* 1:153-170.

Petersen, S. E., Fox, P. T., Snyder, A. Z., & Raichle, M. E. (1990). Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli. *Science* 249:1041- 1044.

Petersson, K. M., Silva, C., Castro-Caldas, A., Ingvar, M., & Reis, A. (2007). Literacy: A cultural influence on functional left-right differences in the inferior parietal cortex. *European Journal of Neuroscience* 26(3):791-799.

Pflugshaupt, T., Nyffeler, T., von Wartburg, R., Wurtz, P., Luthi, M., Hubl, D., Gutbrod, K., Juengling, F. D., Hess, C. W., & Muri, R. M. (2007). When left becomes right and vice versa: Mirrored vision after cerebral hypoxia.*Neuropsychologia* 45(9):2078-2091.

Pica, P., Lemer, C., Izard, V., & Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science* 306(5695):499-503.

Pinel, P., Dehaene, S., Riviere, D., & Le Bihan, D. (2001). Modulation of parietal activation by semantic distance in a number comparison task. *Neuroimage* 14(5):1013- 1026.

Pinker, S. (2002). *The blank slate: The modern denial of human nature*. Londra: Penguin.

Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review* 103(1):56-115.

Polk, T. A., & Farah, M. J. (2002). Functional MRI evidence for an abstract, not perceptual, word-form area. *Journal of Experimental Psychology: General* 131(1):65-72.

Polk, T. A., Stallcup, M., Aguirre, G. K., Alsop, D. C., D'Esposito, M., Detre, J. A., & Farah, M. J. (2002). Neural specialization for letter recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14(2):145-159.

Pollatsek, A., Bolozky, S., Well, A. D., & Rayner, K. (1981). Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. *Brain and Language* 14(1):174-180.

Posner, M. I., & McCandliss, B. D. (1999). Brain circuitry during reading. In Klein, R. M., & McMullen, P. A. (Ed.), *Converging methods for understanding reading and dyslexia* (s. 305-337). Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Posner, M. I., Petersen, S. E., Fox, P. T., & Raichle, M. E. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science* 240:1627-1631.

Pouratian, N., Bookheimer, S. Y., Rubino, G., Martin, N. A., & Toga, A. W. (2003). Category-specific naming deficit identified by intraoperative stimulation mapping and postoperative neuropsychological testing: Case report. *Journal of Neurosurgery* 99(1):170-176.

Price, C. (1998). The functional anatomy of word comprehension and production. *Trends in Cognitive Sciences*2:281-288.

Price, C. J., & Devlin, J. T. (2003). The myth of the visual word form area. *Neuroimage* 19:473-481.

Price, C. J., Gorno-Tempini, M. L., Graham, K. S., Biggio, N., Mechelli, A., Patterson, K., & Noppeney, U. (2003). Normal and pathological reading: Converging data from lesion and imaging studies. *Neuroimage* 20(Suppl 1):S30-41.

Price, C. J., Moore, C. J., Humphreys, G. W., & Wise, R. J. S. (1997). Segregating semantic from phonological processes during reading. *Journal of Cognitive Neuroscience* 9:727-733.

Price, C. J., Wise, R. J. S., & Frackowiak, R. S. J. (1996). Demonstrating the implicit processing of visually presented words and pseudowords. *Cerebral Cortex* 6:62-70.

Priftis, K., Rusconi, E., Umilta, C., & Zorzi, M. (2003). Pure agnosia for mirror stimuli after right inferior parietal lesion.*Brain* 126(Pt 4):908-919.

Prinzmetal, W. (1990). Neon colors illuminate reading units. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 16(3):584-597.

Prinzmetal, W., Treiman, R., & Rho, S. H. (1986). How to see a reading unit. *Journal of Memory and Language*25:461-475.

Puce, A., Allison, T., Asgari, M., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1996). Differential sensitivity of human visual cortex to faces, letterstrings, and textures: A functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience* 16:5205-5215.

Pugh, K. R., Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Constable, R. T., Skudlarski, P., Fulbright, R. K., Bronen, R. A., Shankweiler, D. P., Katz, L., Fletcher, J. M., & Gore, J. C. (1996). Cerebral organization of component processes in reading. *Brain* 119(Pt 4):1221-1238.

Pulvermuller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. *Nature Reviews Neuroscience* 6(7):576-582.

Quartz, S. R., & Sejnowski, T. J. (1997). The neural basis of cognitive development: A constructivist manifesto.*Behavioral and Brain Sciences* 20(4):537-556; discussion 556-596.

Quiroga, R. Q., Reddy, L., Kreiman, G., Koch, C., & Fried, I. (2005). Invariant visual representation by single neurons in the human brain. *Nature* 435(7045):1102-1107.

Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(2):676-682.

Raij, T., Uutela, K., & Hari, R. (2000). Audiovisual integration of letters in the human brain. *Neuron* 28(2):617-625.

Ramachandran, V. S. (2005). *The artful brain.* New York: Fourth Estate.

Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001a). Psychophysical investigations into the neural basis of synaesthesia.*Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 268(1470):979-983.

Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001b). Synaesthesia—a window into perception, thought and language.*Journal of Consciousness Studies* 8:3-34.

Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology* 13(2):212-218.

Ramus, F. (2004). Neurobiology of dyslexia: A reinterpretation of the data. *Trends in Neurosciences* 27(12):720-726.

Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 44(5):712-722.

Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain* 126(Pt 4):841-865.

Rastle, K., Davis, M. H., Marslen-Wilson, W. D., & Tyler, L. K. (2000). Morphological and semantic effects in visual word recognition: A time-course study. *Language and Cognitive Processes* 15:507-537.

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin* 124(3):372-422.

Rayner, K., & Bertera, J. H. (1979). Reading without a fovea. *Science* 206(4417):468-469.

Rayner, K., Foorman, B. R., Perfetti, C. A., Pesetsky, D., & Seidenberg, M. S. (2001). How psychological science informs the teaching of reading. *Psychological Science* 2:31-74.

Rayner, K., Inhoff, A. W., Morrison, R. E., Slowiaczek, M. L., & Bertera, J. H. (1981). Masking of foveal and parafoveal vision during eye fixations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*7(1):167-179.

Rayner, K., McConkie, G. W., & Zola, D. (1980). Integrating information across eye movements. *Cognitive Psychology*12(2):206-226.

Rayner, K., & Pollatsek, A. (1989). *The psychology of reading.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Rayner, K., Well, A. D., & Pollatsek, A. (1980). Asymmetry of the effective visual field in reading. *Perception and Psychophysics* 27(6):537-544.

Read, C., Zhang, Y. F., Nie, H. Y., & Ding, B. Q. (1986). The ability to manipulate speech sounds depends on knowing alphabetic writing. *Cognition* 24(1-2):31-44.

Reicher, G. M. (1969). Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material. *Journal of Experimental Psychology* 81:274-280.

Rey, A., Jacobs, A. M., Schmidt-Weigand, F., & Ziegler, J. C. (1998). A phoneme effect in visual word recognition. *Cognition* 68(3):B71-80.

Rey, A., Ziegler, J. C., & Jacobs, A. M. (2000). Graphemes are perceptual reading units. *Cognition* 75(1):B1-12.

Richardson, U., Leppanen, P. H., Leiwo, M., & Lyytinen, H. (2003). Speech perception of infants with high familial risk for dyslexia differ at the age of 6 months. *Developmental Neuropsychology* 23(3):385-397.

Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1988). Description of a left-right coding deficit in a case of constructional apraxia.*Cognitive Neuropsychology* 5:289-315.

Riesenhuber, M., & Poggio, T. (1999). Hierarchical models of object recognition in cortex. *Nature Neuroscience*2:1019-1025.

Rissman, J., Eliassen, J. C., & Blumstein, S. E. (2003). An event-related fMRI investigation of implicit semantic priming. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15(8):1160- 1175.

Robertson, L. C., & Lamb, M. R. (1991). Neuropsychological contributions to theories of part/whole organization.*Cognitive Psychology* 23(2):299-330.

Robinson, A. J., & Pascalis, O. (2004). Development of flexible visual recognition memory in human infants.*Developmental Science* 7(5):527-533.

Rodd, J. M., Davis, M. H., & Johnsrude, I. S. (2005). The neural mechanisms of speech comprehension: fMRI studies of semantic ambiguity. *Cerebral Cortex* 15(8):1261- 1269.

Rodman, H. R., Scalaidhe, S. P. O., & Gross, C. G. (1993). Response properties of neurons in temporal cortical visual areas of infant monkeys. *Journal of Neurophysiology* 70:1115-1136.

Rollenhagen, J. E., & Olson, C. R. (2000). Mirror-image confusion in single neurons of the macaque inferotemporal cortex. *Science* 287(5457):1506-1508.

Rolls, E. T. (2000). Functions of the primate temporal lobe cortical visual areas in invariant visual object and face recognition. *Neuron* 27(2):205-218.

Rossion, B., Kung, C. C., & Tarr, M. J. (2004). Visual expertise with nonface objects leads to competition with the early perceptual processing of faces in the human occipito temporal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(40):14521- 14526.

Rubenstein, H., Lewis, S. S., & Rubenstein, M. (1971). Evidence for phonemic coding in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 10:645- 657.

Rubin, G. S., & Turano, K. (1992). Reading without saccadic eye movements. *Vision Research* 32(5):895-902.

Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review* 89(1):60-94.

Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*274(5294):1926-1928.

Sakai, K., & Miyashita, Y. (1991). Neural organization for the long-term memory of paired associates. *Nature*354(6349):152-155.

Sakurai, Y., Ichikawa, Y., & Mannen, T. (2001). Pure alexia from a posterior occipital lesion. *Neurology* 56(6):778-781.

Sakurai, Y., Momose, T., Iwata, M., Sudo, Y., Ohtomo, K., & Kanazawa, I. (2000). Different cortical activity in reading of Kanji words, Kana words and Kana nonwords. *Brain Research Cognitive Brain Research* 9(1):111-115.

Sakurai, Y., Takeuchi, S., Takada, T., Horiuchi, E., Nakase, H., & Sakuta, M. (2000). Alexia caused by a fusiform or posterior inferior temporal lesion. *Journal of the Neurological Sciences* 178(1):42-51.

Salmelin, R., Service, E., Kiesila, P., Uutela, K., & Salonen, O. (1996). Impaired visual word processing in dyslexia revealed with magnetoencephalography. *Annals of Neurology* 40(2):157-162.

Sary, G., Vogels, R., & Orban, G. A. (1993). Cue-invariant shape selectivity of macaque inferior temporal neurons.*Science* 260(5110):995-997.

Sasaki, Y., Vanduffel, W., Knutsen, T., Tyler, C., & Tootell, R. (2005). Symmetry activates extrastriate visual cortex in human and nonhuman primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(8):3159-3163.

Sasanuma, S. (1975). Kana and Kanji processing in Japanese aphasics. *Brain and Language* 2(3):369-383.

Schmandt-Besserat, D. (1996). *How writing came about.* Austin: Texas Üniversitesi Yayınları.

Schoenemann, P. T., Sheehan, M. J., & Glotzer, L. D. (2005). Prefrontal white matter volume is disproportionately larger in humans than in other primates. *Nature Neuroscience* 8(2):242-252.

Schoonbaert, S., & Grainger, J. (2004). Letter position coding in printed word perception: Effects of repeated and transposed letters. *Language and Cognitive Processes* 19:333-367.

Schwartz, E. L., Desimone, R., Albright, T. D., & Gross, C. G. (1983). Shape recognition and inferior temporal neurons.*Proceedings of the National Academy of Sciences* 80(18):5776-5778.

Segui, J., & Grainger, J. (1990). Priming word recognition with orthographic neighbors: Effects of relative prime-target frequency. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 16(1):65-76.

Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming.*Psychological Review* 96(4):523-568.

Seidenberg, M. S., Petersen, A., MacDonald, M. C., & Plaut, D. C. (1996). Pseudohomophone effects and models of word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 22:48-62.

Seidenberg, M. S., Tanenhaus, M. K., Leiman, J. M., & Bienkowski, M. (1982). Automatic access of the meanings of ambiguous words in context: Some limitations of knowledge-based processing. *Cognitive Psychology* 14:489-537.

Selfridge, O. G. (1959). Pandemonium: A paradigm for learning. In Blake, D. V., & Utt ley, A. M. (Ed.), *Proceedings of the Symposium on Mechanisation of Thought Processes* (s. 511-529). Londra: H. M. Kırtasiye Ofisi.

Sere, B., Marendaz, C., & Herault, J. (2000). Nonhomogeneous resolution of images of natural scenes. *Perception*29(12):1403-1412.

Seymour, P. H., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology* 94(Pt 2):143-174.

Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure.* Cambridge, UK: Cambridge Üniversitesi Yayınları.

Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*55(2):151-218; discussion 219-226.

Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning: A direct test of the self-teaching hypothesis.*Journal of Experimental Child Psychology* 72(2):95- 129.

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., Constable, R. T., Marchione, K. E., Fletcher, J. M., Lyon, G. R., & Gore, J. C. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological Psychiatry* 52(2):101-110.

Shaywitz, S. (2003). *Overcoming dyslexia.* New York: Random House.

Shaywitz, S. E., Escobar, M. D., Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., & Makuch, R. (1992). Evidence that dyslexia may represent the lower tail of a normal distribution of reading ability. *New England Journal of Medicine* 326(3):145-150.

Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Constable, R. T., Mencl, W. E., Shankweiler, D. P., Liberman, A. M., Skudlarski, P., Fletcher, J. M., Katz, L., Marchione, K. E., Lacadie, C., Gatenby, C., & Gore, J. C. (1998). Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95(5):2636-2641.

Shelton, J. R., Fouch, E., & Caramazza, A. (1998). The selective sparing of body part knowledge: A case study.*Neurocase* 4:339-351.

Shuwairi, S. M., Albert, M. K., & Johnson, S. P. (2007). Discrimination of possible and impossible objects in infancy.*Psychological Science* 18(4):303-307.

Sigman, M., & Gilbert, C. D. (2000). Learning to find a shape. *Nature Neuroscience* 3(3):264-269.

Sigman, M., Pan, H., Yang, Y., Stern, E., Silbersweig, D., & Gilbert, C. D. (2005). Top-down reorganization of activity in the visual pathway after learning a shape identification task. *Neuron* 46(5):823-835.

Silani, G., Frith, U., Demonet, J. F., Fazio, F., Perani, D., Price, C., Frith, C. D., & Paulesu, E. (2005). Brain abnormalities underlying altered activation in dyslexia: A voxel based morphometry study. *Brain* 128(Pt 10):2453-2461.

Simon, O., Mangin, J. F., Cohen, L., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2002). Topographical layout of hand, eye, calculation, and language-related areas in the human parietal lobe. *Neuron* 33(3):475-487.

Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Bergman, E., & Papanicolaou, A. C. (2000). Cerebral mechanisms involved in word reading in dyslexic children: A magnetic source imaging approach. *Cerebral Cortex* 10(8):809-816.

Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Castillo, E. M., & Papanicolaou, A. C. (2002). Brain mechanisms for reading words and pseudowords: An integrated approach. *Cerebral Cortex* 12(3):297-305.

Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Mouzaki, A., & Papanicolaou, A. C. (2001). Age-related changes in regional brain activation during phonological decoding and printed word recognition. *Developmental Neuropsychology* 19(2):191-210.

Simos, P. G., Fletcher, J. M., Bergman, E., Breier, J. I., Foorman, B. R., Castillo, E. M., Davis, R. N., Fitzgerald, M., & Papanicolaou, A.

C. (2002). Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. *Neurology* 58(8):1203-1213.

Siok, W. T., Perfetti, C. A., Jin, Z., & Tan, L. H. (2004). Biological abnormality of impaired reading is constrained by culture. *Nature* 431(7004):71-76.

Smith, L. B. (2003). Learning to recognize objects. *Psychological Science* 14(3):244-250.

Son, J. Y., Smith, L. B., & Goldstone, R. L. (2008). Simplicity and generalization: Short-cutting abstraction in children's object categorizations. *Cognition* 108(3):626-638.

Southgate, V., Csibra, G., Kaufman, J., & Johnson, M. H. (2008). Distinct processing of objects and faces in the infant brain. *Journal of Cognitive Neuroscience* 20(4):741-749.

Sperber, D. (1974). Contre certains a priori anthropologiques. In Morin, E. & Piatelli-Palmarini, M. (Ed.), *L'unité de l'homme: Invariants biologiques et universaux cul turels* (s. 491-512). Paris: Le Seuil.

———. (1996). *Explaining culture: A naturalistic approach.* Londra: Blackwell.

Sperber, D., & Hirschfeld, L. A. (2004). The cognitive foundations of cultural stability and diversity. *Trends in Cognitive Sciences* 8:40-46.

Sperling, J. M., Prvulovic, D., Linden, D. E., Singer, W., & Stirn, A. (2006). Neuronal correlates of colour-graphemic synaesthesia: an fMRI study. *Cortex* 42(2):295-303.

Spoehr, K. T., & Smith, E. E. (1975). The role of orthographic and phonotactic rules in perceiving letter patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 104(1):21-34.

Sprenger-Charolles, L., & Siegel, L. (1997). A longitudinal study of the effects of syllabic structure on the development of reading and spelling skills in French. *Applied Psycholinguistics* 18:485-505.

Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., & Bonnet, P. (1998). Reading and spelling acquisition in French: The role of phonological mediation and orthographic factors. *Journal of Experimental Child Psychology* 68(2):134-165.

Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia* 7(1):12-36.

Streifler, M., & Hofman, S. (1976). Sinistrad mirror writing and reading after brain concussion in a bi-systemic (oriento-occidental) polyglot. *Cortex* 12:356-364.

Stuart, M. (1990). Processing strategies in a phoneme deletion task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*42:305-327.

Swinney, D. A., Onifer, W., Prather, P., & Hirshkowitz, M. (1979). Semantic facilitation across sensory modalities in the processing of individual words and sentences. *Mem Cognit* 7(3):159-165.

Taft, M. (1994). Interactive activation as a framework for understanding morphological processing. *Language and Cognitive Processes* 9:271-294.

Tagamets, M. A., Novick, J. M., Chalmers, M. L., & Friedman, R. B. (2000). A parametric approach to orthographic processing in the brain: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 12(2):281-297.

Tallal, P., & Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends in Neurosciences* 29(7):382-390.

Tamura, H., & Tanaka, K. (2001). Visual response properties of cells in the ventral and dorsal parts of the macaque inferotemporal cortex. *Cerebral Cortex* 11(5):384-399.

Tan, L. H., Liu, H. L., Perfetti, C. A., Spinks, J. A., Fox, P. T., & Gao, J. H. (2001). The neural system underlying Chinese logograph reading. *Neuroimage* 13(5):836-846.

Tan, L. H., Spinks, J. A., Gao, J. H., Liu, H. L., Perfetti, C. A., Xiong, J., Stofer, K. A., Pu, Y., Liu, Y., & Fox, P. T. (2000). Brain activation in the processing of Chinese characters and words: A functional MRI study. *Human Brain Mapping*10(1):16-27.

Tanaka, K. (1996). Inferotemporal cortex and object vision. *Annual Review of Neuroscience* 19:109-139.

———. (2003). Columns for complex visual object features in the inferotemporal cortex: Clustering of cells with similar but slightly different stimulus selectivities. *Cerebral Cortex* 13(1):90-99.

Tanaka, M., Tomonaga, M., & Matsuzawa, T. (2003). Finger drawing by infant chimpanzees (Pan troglodytes). *Animal Cognition* 6(4):245-251.

Tarkiainen, A., Cornelissen, P. L., & Salmelin, R. (2002). Dynamics of visual feature analysis and object-level processing in face versus letter-string perception. *Brain* 125(Pt 5):1125-1136.

Tarkiainen, A., Helenius, P., Hansen, P. C., Cornelissen, P. L., & Salmelin, R. (1999). Dynamics of letter string perception in the human occipitotemporal cortex. *Brain* 122(Pt 11):2119-2132.

Tarr, M. J., & Gauthier, I. (2000). FFA: A flexible fusiform area for subordinate-level visual processing automatized by expertise. *Nature Neuroscience* 3(8):764-769.

Tarr, M. J., & Pinker, S. (1989). Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology* 21(2):233-282.

Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(5):2860-2865.

Temple, E., Poldrack, R. A., Protopapas, A., Nagarajan, S., Salz, T., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. (2000). Disruption of the neural response to rapid acoustic stimuli in dyslexia: Evidence from functional MRI.*Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(25):13907-13912.

Temple, E., Poldrack, R. A., Salidis, J., Deutsch, G. K., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. (2001). Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: an fMRI study. *NeuroReport*12(2):299-307.

Terepocki, M., Kruk, R. S., & Willows, D. M. (2002). The incidence and nature of letter orientation errors in reading disability. *Journal of Learning Disabilities* 35(3):214- 233.

Thompson-Schill, S. L., D'Esposito, M., & Kan, I. P. (1999). Effects of repetition and competition on activity in left prefrontal cortex during word generation. *Neuron* 23(3):513-522.

Thorpe, S., Fize, D., & Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *Nature* 381(6582):520-522.

Tokunaga, H., Nishikawa, T., Ikejiri, Y., Nakagawa, Y., Yasuno, F., Hashikawa, K., Nishimura, T., Sugita, Y., & Takeda, M. (1999). Different neural substrates for Kanji and Kana writing: a PET study. *NeuroReport* 10(16):3315-3319.

Tomasello, M. (2000a). *The cultural origins of human cognition.* Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları.

———. (2000b). Culture and cognitive development. *Current Directions in Psychological Science* 9:37-40.

Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences* 28(5):675-691; discussion 691-735.

Tomasello, M., Strosberg, R., & Akhtar, N. (1996). Eighteen-month-old children learn words in non-ostensive contexts.*Journal of Child Language* 23(1):157-176.

Torgesen, J. K. (2005). Recent discoveries on remedial interventions for children with dyslexia. In Snowling, M. J. & Hulme, C. (Ed.), *The science of reading: A handbook* (s. 521-537). Oxford: Blackwell.

Tsao, D. Y., Freiwald, W. A., Tootell, R. B., & Livingstone, M. S. (2006). A cortical region consisting entirely of face-selective cells. *Science* 311(5761):670-674.

Tsunoda, K., Yamane, Y., Nishizaki, M., & Tanifuji, M. (2001). Complex objects are represented in macaque inferotemporal cortex by the combination of feature columns. *Nature Neuroscience* 4(8):832-838.

Turing, A. M. (1952). The chemical basis of morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 237:37-72.

Turkeltaub, P. E., Flowers, D. L., Verbalis, A., Miranda, M., Gareau, L., & Eden, G. F. (2004). The neural basis of hyperlexic reading: an FMRI case study. *Neuron* 41(1):11-25.

Turkeltaub, P. E., Gareau, L., Flowers, D. L., Zeffiro, T. A., & Eden, G. F. (2003). Development of neural mechanisms for reading. *Nature Neuroscience* 6(7):767-773.

Turnbull, O. H. (1997). A double dissociation between knowledge of object identity and object orientation.*Neuropsychologia* 35:567-570.

Turnbull, O. H., Beschin, N., & Della Sala, S. (1997). Agnosia for object orientation: Implications for theories of object recognition. *Neuropsychologia* 35(2):153-163.

Turnbull, O. H., & McCarthy, R. A. (1996). Failure to discriminate between mirror-image objects: A case of viewpoint-independent object recognition? *Neurocase* 2:63-72.

Tzourio-Mazoyer, N., De Schonen, S., Crivello, F., Reutter, B., Aujard, Y., & Mazoyer, B. (2002). Neural correlates of woman face processing by 2-month-old infants. *Neuroimage* 15(2):454-461.

Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In Ingle, D. J., Goodalem M. A., & Mansfie ld, R. J. (Ed.), *Analysis of visual behavior* (s. 549-586). Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Valdois, S., Bosse, M. L., & Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia* 10(4):339-363.

van Atteveldt, N., Formisano, E., Goebel, R., & Blomert, L. (2004). Integration of letters and speech sounds in the human brain. *Neuron* 43(2):271-282.

Van Essen, D. C., Lewis, J. W., Drury, H. A., Hadjikhani, N., Tootell, R. B., Bakircioglu, M., & Miller, M. I. (2001). Mapping visual cortex in monkeys and humans using surface-based atlases. *Vision Research* 41(10-11):1359-1378.

Van Orden, G. C., Johnston, J. C., & Hale, B. L. (1988). Word identification in reading proceeds from spelling to sound to meaning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 14(3):371-386.

Vandenberghe, R., Nobre, A. C., & Price, C. J. (2002). The response of left temporal cortex to sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14(4):550-560.

Vandenberghe, R., Price, C., Wise, R., Josephs, O., & Frackowiak, R. S. (1996). Functional anatomy of a common semantic system for words and pictures. *Nature* 383(6597):254-256.

VanRullen, R., & Thorpe, S. J. (2002). Surfing a spike wave down the ventral stream. *Vision Research* 42(23):2593-2615.

Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 45(1):2-40.

Vinckenbosch, E., Robichon, F., & Eliez, S. (2005). Gray matter alteration in dyslexia: Converging evidence from volumetric and voxel-by-voxel MRI analyses. *Neuropsychologia* 43(3):324-331.

Vinckier, F., Dehaene, S., Jobert, A., Dubus, J. P., Sigman, M., & Cohen, L. (2007). Hierarchical coding of letter strings in the ventral stream: Dissecting the inner organization of the visual word-form system. *Neuron* 55(1):143-156.

Vinckier, F., Naccache, L., Papeix, C., Forget, J., Hahn-Barma, V., Dehaene, S., & Cohen, L. (2006). "What" and "where" in word reading: Ventral coding of written words revealed by parietal atrophy. *Journal of Cognitive Neuroscience* 18(12):1998-2012.

Vogels, R., & Biederman, I. (2002). Effects of illumination intensity and direction on object coding in macaque inferior temporal cortex. *Cerebral Cortex* 12(7):756-766.

Vogels, R., Biederman, I., Bar, M., & Lorincz, A. (2001). Inferior temporal neurons show greater sensitivity to nonaccidental than to metric shape differences. *Journal of Cognitive Neuroscience* 13(4):444-453.

Vuilleumier, P., Henson, R. N., Driver, J., & Dolan, R. J. (2002). Multiple levels of visual object constancy revealed by event-related

fMRI of repetition priming. *Nature Neuroscience* 5(5):491-499.

Wade, J. B., & Hart, R. P. (1991). Mirror phenomena in language and nonverbal activities—a case report. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 13(2):299-308.

Wallin, N. L., Merker, B., & Brown, S. (2000). *The origins of music.* Cambridge, MA: MIT Yayınları.

Walsh, V., & Butler, S. R. (1996). The effects of visual cortex lesions on the perception of rotated shapes. *Behavioural Brain Research* 76(1-2):127-142.

Wang, S. H., & Baillargeon, R. (2008). Detecting impossible changes in infancy: a three-system account. *Trends in Cognitive Sciences* 12(1):17-23.

Warrington, E. K., & Davidoff, J. (2000). Failure at object identification improves mirror image matching.*Neuropsychologia* 38(9):1229-1234.

Warrington, E. K., & Shallice, T. (1980). Word-form dyslexia. *Brain* 103:99-112.

———. (1984). Category-specific semantic impairments. *Brain* 107:829-854.

Washburn, D. A., & Rumbaugh, D. M. (1991). Ordinal judgments of numerical symbols by macaques (*Macaca mulatta*). *Psychological Science* 2:190-193.

Weekes, B. S. (1997). Differential effects of number of letters on word and nonword naming latency. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 50:439-456.

Weiskrantz, L., & Saunders, R. C. (1984). Impairments of visual object transforms in monkeys. *Brain* 107(Pt 4):1033-1072.

Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development* 7:49-63.

White, S., Milne, E., Rosen, S., Hansen, P., Swettenham, J., Frith, U., & Ramus, F. (2006). The role of sensorimotor impairments in dyslexia: A multiple case study of dyslexic children. *Developmental Science* 9(3):237-255; discussion 265-239.

Whiten, A., Goodall, J., McGrew, W. C., Nishida, T., Reynolds, V., Sugiyama, Y., Tutin, C. E., Wrangham, R. W., & Boesch, C. (1999). Cultures in chimpanzees. *Nature* 399(6737):682-685.

Whitney, C. (2001). How the brain encodes the order of letters in a printed word: The SERIOL model and selective literature review. *Psychonomic Bulletin and Review* 8(2):221-243.

Wilson, A. J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S. K., Cohen, L., & Cohen, D. (2006). Principles underlying the design of "The Number Race," an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*2(1):19.

Wilson, E. O. (1998). *Consilience: The unity of knowledge*. NewYork: Knopf.

Wolff, P. H., & Melngailis, I. (1996). Reversing letters and reading transformed text in dyslexia: A reassessment.*Reading and Writing* 8:341-355.

Wong, A. C., Gauthier, I., Woroch, B., DeBuse, C., & Curran, T. (2005). An early electrophysiological response associated with expertise in letter perception. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience* 5(3):306-318.

Wydell, T. N., & Butterworth, B. (1999). A case study of an English-Japanese bilingual with monolingual dyslexia.*Cognition* 70(3):273-305.

Xu, B., Grafman, J., Gaillard, W. D., Ishii, K., Vega-Bermudez, F., Pietrini, P., Reeves-Tyer, P., Di Camillo, P., & Theodore, W. (2001). Conjoint and extended neural networks for the computation of speech codes: The neural basis of selective impairment in reading words and pseudowords. *Cerebral Cortex* 11(3):267-277.

Yoncheva, Y. N., Blau, V. C., Maurer, U., & McCandliss, B. D. (2006). *Strategic focus during learning impacts the neural basis of expertise in reading.* Poster presented at the Association for Psychological Science Convention, New York, May 25-28.

Zali, A., & Berthier, A. (Ed.). (1997). *L'aventure des écritures: Naissances.* Paris: Bibliothèque nationale de France.

Zeki, S. (2000). *Inner vision: An exploration of art and the brain.* New York: Oxford Üniversitesi Yayınları.

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: a psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin* 131(1):3-29.

Zoccolotti, P., De Luca, M., Di Pace, E., Gasperini, F., Judica, A., & Spinelli, D. (2005). Word length effect in early reading and in developmental dyslexia. *Brain and Language* 93(3):369-373.

Zorzi, M., Houghton, G., & Butterworth, B. (1998). Two routes or one in reading aloud? A connectionist dual-process model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24:1131-1161.

DİZİN

Agrafi 320, 322
Adam, Nicolas 292
akrofonik ilke 250-1
Aksonlar 277-8, 334-5, 411, 413
Allen, Woody 35
Allison, Truett 113
aleksi:
  yarı 118-21
  saf (sözel körlük) 82-91, 98, 312-3
Alfabe 18-9, 23-4, 226, 244-7, 249-54, 273-4, 393-4
  Yapay 296-8
  İcadı 226, 228-9, 231-2, 237-54
alfabetik ilke 312-4, 323-4, 331-2, 417-8
Almanca 57-61, 303-5
alt boylamsal yumak 139-40
alt temporal korteks 168-70, 174-6, 182-3
Ambrose 45
amigdala 416-7
Amyot, Jacques 424
Anagramlar 126-8
Aniston, Jennifer 174, 175, 177, 181, 191, 192, 362
Anlam 149-56, 288
  için esas sorun 155-6
  okumada sözcüksel hat 27, 45-54, 61-6, 142-8
  gel-git dalgası etkisi 155-61
araba uzmanları 281-2
aralıklı kodlama şeması 174-5
Aramca 252
Arapça 34, 83-4, 229, 231, 250-2
Aritmetik 400-1
Aristoteles 414
Aro 304, 445, 459
Asetilkolin 338-9
Asurlular 227-8
Aşkın Çabası Boşuna 51, 261
Atran, Scott 399, 403
Auckland Üniversitesi 356
Augustinus 45
Avrupa Birliği 60-1
Avusturyalı 305
ayna simetri, *bkz.* simetri, ayna
Aynanın İçinden (Carroll) 344

"Babil Kütüphanesi" (Borges) 391
Babilliler 227-8
bağdaştırıcı okuma 292-3, 296-7
Baker, Chris 189
Barlow, Horace 174
bazal ganglia 416-7
Beale, Ivan 356
Beaulieu 328, 329, 427
Behrmann, Marlene 189
Berger, Hans 110
Berkeley, George 21
Beşinci Enneadlar (Plotinus) 242
beyin(ler) 164-224
  çalı gibi 92-5
  kültür ve 21-6, 129-36, 159-63, 194-7, 228-9 *ayr. bkz.* kültür
  disleksi ve 307, 309-10, 318-28, 336-42
  yerleştirilen elektronlar 110-6, 156-7

evrim ve *bkz.* evrim
çocukların 146-8, 257-9
sol lobu 107-10, 116-21, 146, 148, 222-3, 274-5, 351-61, 364-71
- in posta kutusu alanı, *bkz.* posta kutusu alanı
-daki uzun mesafeli bağlantılar 415-7
-ın büyük peyzajları 100-1
zihin ve 336-7
-ın gelişimi üzerine kavram yanılgıları 335-7
-deki birimler 396-9, 409-13, 416-8
-deki paralel işleme 27, 65-70, 74-9, 163, 177-9, 267-8, 293-5
Esnekliği 21-3, 188-95, 202-3, 218-9, 227-8, 257-61
okumanın edinimi ve 255, 267-77, 286-7
-de bolca bulunan yollar 65-6, 74-5, 336-7
-in sağ lobu 109-10, 116-21, 132, 351-61, 364-71
gelişimde genlerin rolü 335-7
-in sıralı modeli 93-5
simetri ve 351-61
yazının gelişimi ve 227-9
beyin görüntüleme 15-9, 80, 94-6, 121-4, 421-2
bigramlar ve 214-5
boyut değişmezliği ve 124-20, 203-4
ve merkeziyle çevrel görüntüler 218-21
çocuklar ve 269-71
difüzyon manyetik rezonans görüntüleme 120-4, 139-40
ve okumanın ikili hat modeli 144-8
disleksi ve 318-28, 336-42
elektro-ensefalografi 109-10, 118-9
fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme 98-103, 106-112, 114-24, 151-6
dil farklılıkları ve 161-2
posta kutusu alanı ve 97-109, 116-25, 132-7
harf dizileri ve 132-6
-ın kısıtlılıkları 140-2
manyetik rezonans görüntüleme 87-90, 121-5, 318-28
doğa bilimleri ve 399
pozitron yayılım tomografisi 96-101
okumanın edinimi ve 269-74
uzamsal değişmezlik ve 415-6
simetri ve 362-5
sinestezi ve 285-6
görsel uzmanlık ve 281-2
görsel değişmezlik ve 177-8
beyin hasarları 61-3, 94-6
-den kaynaklı kategoriye özel bozukluklar 154-6
bilinçli düşünme ve 414
korpus kallosum ve 118-21
doğa bilimleri ve 399
saf alekside 81-91, 94-5
simetri ve 271-82
Bianchi, Leonardo 414
Biçimbirimler 40-4, 57-8, 65-6, 266-8
sahte- 210-1
Biederman, Irving 13, 185, 350
bilgisayar yazılımı:
karakter tanıma 72-6, 93-4
disleksi rehabilitasyonu için 338-42
bigram nöronlar 203-11
bigramlar 43-4, 201, 203-11, 213-9, 269-70, 288, 304, 306, 382-3
bilinç dışı okuma 123-30
bilinç dışı tetikleme 49-50, 126, 151-2
Bilinçlilik 411-8
bilinçsiz, *bkz.* subliminal okuma, subliminal tetikleme
binoküler görüş 188-92, 367-8
birincil görsel korteks 169-70, 174-6

Blackmore, Susan 197
Borges, Jorge Luis 391
Bouma, Herman 292
Bouma 292-5
Boyer, Pascal 403
Brébeuf, Georges de 45
Britanya:
-da disleksi, 318-20
-da yazım, 55-6, 303-4
Broca alanı 94-6, 98, 140-4, 271-4
Broca, Paul 98
Brown, Donald 395
Browne, Thomas 280
Brodmann, Korbinian
Brown hareketi 119,121
Bucy, Paul 166
Butler 346, 373, 466
bütün olarak dil yöntemi 17-8, 103, 105, 255, 288-301, 421-3
-nin yetersizliği 296-301
bütüncül algı 134-7, 281-2
büyükanne hücreler 173-6

California 289, 290, 350
Cang Jie 279
Carroll, Lewis 344
Carvalho 367, 442
Castles, Anne 265
Castro-Caldas, Alexandre 273
Cattell, James McKeen 292
Champollion, Jean-François 243
Changeux, Jean-Pierre 13, 394, 398, 401, 412, 413, 418
Changizi, Marc 232, 234, 236, 393
Chatterjee 377, 440
Chomsky, Noam 394
Churchill, Winston 308
Claparède, Edouard 292
Cohen, David 110
Cohen, Laurent 87, 89, 91, 116, 119, 210, 223
Colorado Üniversitesi 310
Coltheart, Max 265
Conan Doyle 49
Connecticut Üniversitesi 334
Corballis, Michael 356
Cornell, James 346
Corneille, Pierre 67
cüceler 68-9, 355-6

çalışma alanı 390
çift ünlüler 54
Çince
beyin ve 100-1, 217-8
disleksi ve 319-21
-'nin evrimi 243-6
'nin bütüncül tanınması 134-7
'yi okumayı öğrenmek 57-8
'nin icadına dair efsane 278-9
ayna okuma ve 344-5
'deki anlam ve fonetik birimler 57-8, 217-8, 233-4, 248
Pinyin 134-6, 161-2, 264-5, 304, 306
öncül harfler ve 183-4
görsel aralık ve 34
çivi yazısı 243-50
çizim 237-9, 252, 405-6
şempanzelerin yaptığı 404-6
ayna ters 385-7
çocuklar:
kültür ve 197-8
entegrasyon ve 416-8
-da dil edinimi 409-10
matematik ve 400-1
konuşma sesleri ve 409-10
-da sinestezi 285-7
-ın görüşü 189-92
-ın kelime bilgisi 258-60
-da okumanın edinimi, *bkz.* okumanın edinimi; okuma eğitimi

Dale, Anders 142
d'Alembert 238
Damasio, Antonio 154
Danca 110

Darwin, Charles 20, 165, 345
Dawkins, Richard 20, 197, 403
DCDC2 geni 332-5
Decroly, Ovide 292
DeFries, John 310
Déjerine, Joseph-Jules 7, 80, 81, 82, 87, 122
Delahaye, Ernest 283
dendritler 277-8, 334-5, 411, 413
Dennett, Daniel 403
Descartes, René 31, 93
Desimone, Robert 170
Devlin, Joe 13, 151
Diderot 238
difüzyon manyetik rezonans görüntüleme 120-4, 139-40
dil:
'in edinimi 409-10
Çocuklarda 257-60
ayr. bkz. konuşma dili; yazı dili, yazı sistemleri
dil sürçmeleri 263-5
dilbilim 258-60
Din 402-5
Disfazi 314-5
disleksi 16-8, 25-6, 52-3, 60-1, 307-42
'deki işitsel bozukluklar 313-7, 330-2
'nin biyolojik birliği 318-22
beyin ve 397-10, 318-28, 336-42
derin (sesbilimsel) 61-5
'yi tanımlayan özellikler 309-11
'nin erken teşhisi 424
ve diller arasındaki farklılıklar 318-22
hızlı adlandırma testleri ve 342
'nin genetik bileşimi 307-14, 318-9, 331-6
grafomotor 320, 322
sol temporal lob ve 307, 319-27, 350-1
posta kutusu alanı ve 320-8
erkeklerde ve kadınlarda 331-2
ayna hatalar ve 343-5, 382-8
birkaç yıl boyunca izlemek 313-4
nöron göçü ve 326-37
çocuk sayısıyla 309-10
'deki fonolojik zorluklar 310-9, 320-8, 341-2
için rehabilitasyon stratejileri 314-7, 335-42
'nin kemirgen modelleri 329-46
'nin tek nedenli görülüşü 329-35
yüzey 63-5
'deki görsel zorluklar 316-9, 327-8, 331-2, 335-6, 382-4
Displazi 327-8
doğa bilimleri 399
Doğa kitabı 278-9
doğal seçilim 19-20
Doğal Teoloji (Paley) 19
doğaüstü 402-5
Doğrusal B 233-4
dorsal yol 271-5, 381-2, 387-9
Duyular 414
DYX1C1 geni 332-5

Ea 227
Eco, Umberto 391
Eğitim 16-7, 318-9
zihin/beyin ikiliği ve 336-7
ayr. bkz. okumanın öğretimi
Eden, Guinevere 13, 271
eksaptasyon 195-7
el yazısı 35-8, 213-4
elektro-ensefalografi (EEG) 109-12, 118-9
Elektrotlar 110-6, 156-7
eller 277-8
Epilepsi 113-5, 223-4, 330-1
Eroin 336-7
eş anlamlılar 144-6, 151-3
eşsesliler 48-52, 56-9
sahte- 158-9
Evrim 16-24, 163-9, 179-84, 188-97, 396-401, 419-20

kusurlar ve 345-9
yoluyla yeti kaybı 276-8
'deki nöron geri dönüşümü, *bkz.* nöron geri dönüşümü
dinsel düşünce ve 402-5
simetri ve 350-2, 358-9, 364-5
Exner bölgesi 320, 322

Farah, Martha 124
Faust 73, 215, 372, 445
Fareler 329-35
Feynman, Richard 283
Finlandiya 313, 314
Fince 40-1, 305
Fodor, Jerry 395
fonetik yazı sistemi 55-61
fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) 98-101, 106-112, 114-24, 151-6
fonolojik (derin) disleksi 61-5
fonolojik sözlük 65-6
fraktal şekiller 191-3
Fransızca 14, 22, 54, 55, 58, 218, 256, 267, 302, 334
disleksi ve 318-22, 326-7
Frith, Uta 13, 261, 267, 272
Fuster, Joaquim 414
frontal lob genişlemesi 410-6

Galaburda, Albert 13, 321, 327, 330, 332
Galen 414
Galileo 279
Ganeş 227
"Garabet Meleği" (Poe) 47
Gauthier, Isabel 281, 282
Genler 22-5, 188-90
disleksi ve 307-14, 331-6
ve gelişimde katılık 335-6
sinestezi ve 285-6
Gentaz, Edouard 388
Georges Dandin (Molière) 35
Geometri 400-1
Geschwind, Norman 93
Gesture and Speech (Leroi-Gourhan) 239
Girit 233
glia hücreleri 330-1, 334-5
Goethe 372
Goldman-Rakic, Patricia 413
Goodale, Mel 371
Goswami 218, 262, 305, 440, 467
Gottfried 377, 378, 440
Gould, Stephen Jay 20, 195, 345, 347
görsel agnozi (psişik körlük) 166-9
görsel korteks 88-9, 271-3
-teki dorsal yollar 271-5, 381-3, 387-9
Birincil 169-70, 174-6
-te özelleşme 103-9
yazı ve 228-9, 240-2
görsel sistem 23-5, 354-5
görsel sözcük oluşum alanı, *bkz.* posta kutusu alanı
görüntüler 149-52
merkezi ve yanal 218-21
disleksi ve 323-5
yüzler, *bkz.* yüzler *ayr. bkz.* nesneler; görsel sistem
Gözler 27-36
ikili görüş ve 189-92
ayr. bkz. retina
Grainger, Jonathan 13, 206
Gross, Charles 170
Güney Amerika 199, 240
Güney California Üniversitesi 350

Habeşçe 250-1
Hafıza 414-6
Görüntü 184-8, 349-51
simetri ve 349-51, 356-7
yazma ve 227-9, 248, 274-7
Halgren, Eric 142
halk biyoloji birimi 399
Hangul Korecesi 231-2

harfler:
'in çözümlenmesi 73-6
sayılar ve 83-4
yazı tipleri ve 35-8, 172-3
değişmezlik ve *bkz.* değişmezlik
posta kutusu alanı ve *bkz.* posta kutusu alanı
ve nesneler için nöron kodu 180, 182-3
çiftleri (bigramlar) 43-4, 201-19
öncül- 183-9
saf aleksi (sözel körlük) ve 82-91
'in sesleri, *ayr. bkz.* okumada fonolojik hat
ayr. bkz. sözcükler
Harvard Psikoloji 417
Harvard Tıp 327
Harvard Üniversitesi 463
Hasson, Uri 219, 220
Haxby, Jim 107
hayal gücü 415-6
Hayatımın erken dönemleri: Göçebe bir memuriyet 308
hayvan izleri, 278-80
hayvan kültürleri, 404-6
Hebb, Donald 69
Helsinki Üniversitesi 110
hızlı dizilimsel görsel sunum (RSVP) 34-6
Hindu 227
Hiroi 367, 368, 451
History of Reading, The (Manguel) 28
Hintçe yazıtlar 229, 231, 252
Hintliler 404-5
hiperleksi 223-4
hiyeroglifler 240-8, 374-6
Houzel 367, 369, 442
"How the Alphabet Was Made" (Kipling) 229
Huang 279
Hubbard, Ed 13, 284
Hubel, David 169
Human Universals (Brown) 395
Hume, David 21
Huxley'e Mektup (Darwin) 165
hücre birleşmeleri 69-70

Introduction to the Symbol of the Faith (Luis of Granada) 279
Iriki, Atsushi 408

İbn Sînâ 414
İbranice
-deki harf farklılıkları 39-40
iğsi kıvrım 102-3, 107
iki anlamlı sözler 48-9
İncil 33, 227
İnsanın Türeyişi (Darwin) 165
İnsan ve Hayvanlarda Duyguların İfadesi (Darwin) 165
inestezi 282-7
İngilizce 161-2, 258-60
İnuitler 404-5
İtalyanca
disleksi ve 318-22, 326-7
işaret dili 238-9

Jacob, François 195
Japonca 8, 22, 79, 137, 138, 161, 162, 232, 322
beyin alanları ve 110-5
Kana yazısı 136-9, 152-3, 161-2
Kanji yazısı 136-9, 152-3, 161-3, 229-32
ayna yazım ve 344-5
'daki *r* ve *l* sesleri 148, 258-60

Kafiye 144-6, 264-5
Kana 137, 138, 139, 152, 161, 218, 230, 232, 322, 441, 444, 450, 458, 463
Kandinsky 283

Kanji 137, 138, 139, 152, 161, 162, 218, 231, 232, 322, 441, 444, 450, 458, 463
karakterler:
Çince, *bkz.* Çince
ayr. bkz. harfler
karakter tanıma yazılımı 72-6
Karmiloff-Smith, Annette 418
kelime bilgisi 67, 258-60, 288, 424
kelime oyunları 48-9
kemik oymaları 238-9
KIAA0319 geni 332-5
Kiril yazısı 252
Kipling, Rudyard 229, 404
Klingberg 328, 329, 444
Klüver, Heinrich 166
Klüver-Bucy sendromu 166-8
Kodlar 365-7
komşu sözcükler 75-8
konuşma dili 45-6, 149-50, 416-7
alfabe ve 253-4
-yle yazı diliyle arasındaki boşluk 51-7
-deki sesteşler 48-51, 56-9, 64-5
çocuklar ve 257-8
okumada fonolojik hat 27, 44-54, 61-6, 142-50
yazım ve 47-57
korpus kallozum 88-9, 118-22, 222-3, 274-5, 334-5
simetri ve 348-9, 356-9, 364-7
korteks 29-30, 78-9, 89-90, 103, 105, 217-9
'teki eğilimler 218-24
'teki bağlantılar 139-44
'teki kıvrımlar 100-1, 326-8, 331-5
'in birimselliği 411, 413
'in esnekliği 189-90
yazma ve 226
köşeli kıvrım 88-94, 151-2
kripto-düalizm 336-7
kuş uzmanları 281-2
kültür(ler) 17-26, 129-36, 159-63, 194-201, 390-419
hayvanlar ve 404-6
'de sanat 400-7
beynin esnekliği ve 406-8
beyindeki birimler ve 396-9
'ün çeşitliliği 21-6, 159-63, 229-30, 392-6
küresel nöronal çalışma alanı ve 410-9
'ün öğrenimi 195-7
'de matematik 390, 399-401
'de doğa bilimleri 399
nöron geri dönüşümü ve 390-9
okuma ikilemi ve 392-4
'de din 390, 402-5
ve başkalarının zihinsel durumlarına karşı hassasiyet 407-11
sinestezi ve 284-5
'deki biçimlerin evrenselliği 393- 405
kültürel cazibeler 197-8
kültürel salgın 198-9
küresel nöronal çalışma alanı 410-9

Lamarck, Jean-Baptiste 197
Landolt, Edmund 81
Latince 252
Lavoisier, Antoine-Laurent 96
Le Bihan, Denis 13, 100
Lederer, Richard 49
Lent 367, 442
Leroi-Gourhan, André 239, 241
Levi-Strauss, Claude 395
Lhermitte, François 413
Lincoln, Abraham 420
Lissauer, Heinrich 166, 168
Lisensefali 334-5
Lityum 336-7
Joe Turco 334
Locke, John 21
Logothetis, Nikos 362, 407
Lolita 15
Londra Üniversitesi [University College London] 366

LoTurco 333, 439, 449
Luis, Granadalı 279
Luria, Alexander 413
Lyytinen, Heikki 13, 313
magno-hücresel yol 330-1
mağara resimleri 237-40, 252, 405-6
makak maymunları 163-75, 362-8, 372-3, 407-8, 411, 413
Malach, Rafi 219
Manguel, Alberto 28, 74
manyetik rezonans görüntüleme (MRI) 87-90, 121-5, 140, 142, 273-5, 318-20, 326-8
  difüzyon 120-4, 139-40
  fonksiyonel 98-103, 106-10, 112, 114-24, 151-6, 169-71
Marduk 227
Marinkovic, Ksenija 142
Marler, Peter 190
manyeto-ensefalografi (MEG) 109-11, 133-4, 140-4, 146, 148
Maymunlar 163-75, 362-8, 372-3
  ayna simetri ve 362-8, 372-3
  aletler ve 407-8
Matematik 399-401
Matsuzawa, Testuro 406
McCandliss, Bruce 14, 296
McCarthy, Gregory 113
McCarthy, Rosaleen 370, 373
McClelland, Jay 69
McCloskey, Michael 384, 387
McConkie, George W. 31
McCrory, Eamon 324
Mello, Nancy 366
Messiaen, Olivier 283
Metafizik Düşünceler (Descartes) 31-33, 93
Mezoamerika 406
Mezopotamya 19, 240, 249
Memler 197-8, 402-3
Mısır 19, 227, 241, 242, 247, 249, 275, 375, 406
Milano Üniversitesi 318
Milner, David 371
Mishkin, Mortimer 167
Mithen, Steven 418
Miyashita, Yasushi 14, 191, 407
Mikrokıvrımlar 327-8
Miyelin 140
Miyop 335-6
Mona Lisa (Leonardo da Vinci) 349, 350, 357
Mondrian, Piet 285
Morais, José 263, 264
Montessori yöntemi 102-3, 300-1, 387-9
Montreal Nöroloji Enstitüsü 100-1
morfojenler 220
motor korteks 93-4
Much Ado About Nothing (Shakespeare)
Musa 227
Müzik 400-2
  'te eğitim 277-8, 316-7

Nabokov, Vladimir 15, 81, 256
Nabu 227
Nakamura 14, 105, 137, 138, 152, 218, 441, 450
Nancy Kanwisher 13, 116
nesneler 166-74
  değişmezlik ve *bkz.* değişmezlik
  ayr. bkz. görsel sistem
Noble, John 366
Notlar (Darwin) 165
nöro-psikopedagoji 422-3
nöroestetik 401-5
nöron geri dönüşümü 16-7, 22-4, 192-8
  kültür ve 390-9
  ayna yazım ve 345-7
  simetri ve 345-7, 381-3
  sinestezi ve 284-6
  yazı ve 227-31, 234-8
nöronlar
  bigramlar ve 203-10, 217-8
  'da hücre birleşmeleri 69-70
  yüze özel 173-9
  frontal lob genişlemesi ve 411, 413

dev iğsi hücreler 411, 413
büyükanne hücreler 173-9
hiyerarşisi 177-9
arasındaki engelleyici bağlantılar 211-2
arasındaki yanal bağlantılar 211-3
göçü (ektopi) 307, 326-37
sayısı 276-8
okumada gerekli olan sayıda 213-8
nesne tanıma ve 168-74, 178-83
parietal 277-8
prefrontal 415-6
öncül harfler ve 183-9
okuma ve 200-4
'ın alıcı bölgeleri 169-70, 175-8, 201-5, 209-15
bolluk ve 277-8
tekrar ve 124-5
uzamsal tolerans ve 203-4
simetri ve 354-6, 359-71
arasındaki sinapslar 60-70, 277-8, 285-6, 326-7
sözcük ağaçları ve 210-4
nöron ağı modelleri 64-6, 69-72
nöron hiyerarşisi 177-8
nöronal alfabe 178-83
nöroteoloji 402-5
nötrinolar 205-7
Number Sense, The (Dehaene) 1, 418

oksipital kutup 88-9, 91, 93-4, 110, 112
oksipitotemporal alan 175-61, 323-4
okuma:
belirsizlikler ve 73-9, 213-4
hayvan *izi takibi ve 278-80*
kortikal eğilimler ve 218-24
yönü 34, 100-3
-nın geleceği 420-4
-nın mekaniği 27-79
için nöronlar 200-4
için gerekli nöron sayısı 213-8
-da sesbirimsel (yazımdan sese) hat 27, 44-54, 61-6, 142-50, 158-63
Subliminal 123-30
görsel sistem ve 23-4, 222-3, 269-74
okumanın edinimi 16-8, 23-5, 148-50, 192-5, 255-306
beyin ve 255, 267-9
-nin bilgisayar simülasyonu 217-8
Avrupa dilleri arasındaki farklılıklar 303-5
lob değişimi ve 223-5
posta kutusu alanı ve 255-7, 269-73
-nin nöron ağı modelleri 64-6, 69-72
nöron geri dönüşümü modeli ve 256-60, 280-2, 420-2
-de ortografik aşama 255, 260-1, 267-8
-de sesbirimsel aşama 255, 260-1, 269-70
-de piktoral aşama 255, 260-2, 269-70
-de kuralların gelişimi 266-8
-de kendi kendine öğrenme 297-8
sinestezi ve 282-7
okuma eğitimi 102-5, 286-306
disleksi rehabilitasyonu ve 307, 314-7, 335-42
Montessori yöntemi 102-3, 300-1, 387-9
-de bütünselci dil yöntemi 17-8, 103, 105, 288-91, 421-3
okuma sorunları
ayr. bkz. disleksi
okumada fonolojik (yazımdan sese) hat 27, 44-54, 61-6, 142-50
okumada sözcüksel hat 27, 45-54, 61-6, 142-8
okumanın ediniminde piktoral aşama 260-3, 269-73
okumanın ediniminde fonolojik aşama 260-8

okumanın ediniminde ortografik aşama 255, 260-1, 267-8
okumanın edinminde logografik (piktoral) aşama 255, 260-3, 269-71
okur-yazar olmamak 273-8, 288, 419
doğal işaretler hakkında 278-9
Olavarria, Jaime 368
Olmec 241
Olson, Carl 189
On Emir 227-8
ortografi 244-6
Orton, Samuel 271, 352, 376

Öğrenme 189-93, 200-1, 217-9
kültürel 195-7
okumak, *bkz.* okumanın edinimi
öğrenme yetersizlikleri 16-7, 309-10, 421-2
ayr. bkz. disleksi
Öğretim 16-7, 318-9
zihin/beyin ikiliği ve 336-7
ayr. bkz. okuma öğretimi
ön ek yeri 366-7
ön insula 274-5
ön parietal korteks 407-8
öncül harfler 183-9
Özgürlük Heykeli 349-50

Paley, William 19
pandaların başparmağı 345-9
paralel işleme 27; 65-70, 74-9, 177-9, 293-5
parietal korteks 271-3
Parker, Dorothy 78
Paulesu, Eraldo 14, 218, 318, 326, 327
Pauli 206
Pauls 172, 189, 362, 408, 446
Pavlov 348, 365
Pedagoji 198-9, 260-1, 409-10
Pedagoji Sözlüğü (Adam) 292
Pennsylvania Üniversitesi 292
Perrett, David 170
Petersen, Steve 96, 103
Phaedrus (Platon) 227, 242, 275
Piaget, Jean 292
Pinker, Steven 349
Piktogramlar 239-50
Platon 227, 242, 275
Plotinus 242, 243
planum temporale 146-50
Poe, Edgar Allan 47
Poggio 172, 178, 189, 362, 408, 446, 457
Polk, Thad 124
Posner, Michael 14, 96
posta kutusu alanı (görsel sözcük oluşum alanı; sol oksipitotemporal alan) 80-163, 200-1
boyut değişmezliği ve 123-32
Çince ve 134-7
kortikal zincirleme tepkime ve 139-44
kültür ve 129-36
disleksi ve 320-8
lob değişmesi ve 223-5
görüntüleme teknikleri ve 97-109, 116-38, 160-2
Japonca ve 136-9
harf sesleri ve 146-50 *ayr. bkz.* okumada fonolojik hat 'nın konumu 100-5, 270-3
nesne tanıma ve 168-9, 218-9
saf aleksi (sözel körlük) ve, 82-91, 98
okumanın edinimi ve 255-7, 269-73
bilinç dışı okuma ve 123-30
simetri ve 362-3
gel-git dalgası etkisi ve 155-61
sözcük anlamı ve *ayr. bkz.* okumada sözcükler hat
yazı ve 240-2, 248-50
pozitron yayılım tomografisi (PET) 96-101, 273-4

prefrontal korteks 119, 121, 410-3, 415-20
Premack, David 198
Pribram, Karl 167
Puce, Aina 106
Pugh, Ken 271
Pulvermuller, Friedmann 155
primatlar:
-ın beyni, *bkz.* beyin
Şempanzeler 25, 404-8
-da öğrenme 407-8
maymunlar, *bkz.* maymunlar
psikoloji 421-2
beyin bilimleri ve 336-7
çevre ve 345-7
Proto-Siniatik yazı 249-51
psişik körlük 166-9

Quevedo, Francisco de 15, 420

Racine 67
Raichle, Marcus 96, 99
Ramachandran, Vilayanur 286, 401
Ramus, Franck 14, 317
Rapp 384, 446
Rayner, Keith 31
Reicher, Gerald 74, 293
Renoir, Pierre-Auguste 385
Rimbaud, Arthur 282
Rolls 172, 173, 175, 176, 428, 457
Rumelhart, David 69
RNA müdahalesi 334-5
ROBO1 geni 332-5

saatçi benzetmesi 19-20, 23-4
Sackler Enstitüsü 270-1, 296-7
saf aleksi (sözel körlük) 82-91
Sağduyu 412, 414
Sami diller 244, 249-54
Sanat 390, 400-2, 404-7, 417-8
Sancar 377, 440
Saussure, Ferdinand de 155
sayı(lar) 239-42
kavramı 400-1
telefon 149-50, 276-7
'ın okunması 83-4, 132-6
Number Sense, The (Dehaene)
sayılar, okuması 83-4, 132-6
sayma ve 239-42
Schmandt-Besserat, Denise 240
Selfridge, Oliver 67
Sembolizm 238-9
sentez, zihinsel 414, 417-9
Sesbirimler 52-4, 64-6, 253-68, 286-91, 298-305, 312-4
sesbirimsel farkındalık 263-7, 271-2
disleksikler ve 312-3
sesler 17-8, 103, 105, 296-300
sesteşler 57-8
Sevillalı Isidore 45
Seymour 304, 305, 459
Shakespeare, William 51, 192
Shallice, Tim 413
Shaw, George Bernard 52
Shaywitz, Bennett 14
Shaywitz, Sally 271
Shimojo, Shinsuke 232
Silani 321, 326, 328, 460
Simos, Panagiotis 157
Sıçanlar 329-35
simetri, ayna 343-89
beyin simetrisi ve 351-61
disleksi ve 312-3, 343-5, 351-2, 382-8
evrim ve 343, 350-2, 358-9
loblar arası bağlantılar ve 364-71
ayna yazım ve okuma 377-82
nöronlar ve 354-6, 359-71
okuma ve 374-83
görsel süreklilik ve 367-71
sinapslar 69-70, 277-8, 285-6
sol oksipitotemporal alan, *bkz.* posta kutusu alanı
Solgun Ateş (Nabokov) 81, 256
sözcük birimleri hiyerarşisi 40-5, 65-6, 77-8

sözcük üstünlük etkisi 74-5, 293-4
sözel körlük (saf aleksi) 82-91, 98
sözcükler:
-in çözümlemesi 73-8
arasındaki farklar 39-41
-deki yazıbirimler 27, 41-4, 74-8, 298-306
-in yazımında ayna çevrim hataları 25
saf aleksi (sözel körlük) ve 82-91
Sözlükler 67
zihinsel 65-7
Spelke, Elizabeth 14, 417
Sperber, Dan 14, 197, 199, 395, 397, 399, 417
Spooner 264
Strefosimboli 354-5
Susa 240
Sümerler 240-50, 264-5, 391

Şempanzeler 25, 164-6, 404-8
tarafından yapılan çizimler 405-7
şekil alfabesi 183-9

Taksonomi 399
takvim sistemi 240-1
Talairach, Jean 101
Talamus 29-30, 330-2
Tamil 230
Tamura 170, 171, 443, 462
Tanaka, Keiji 170, 179, 216, 251
Tanifuji, Manabu 181
Tarkiainen, Antti 110
Tarr, Michael 282, 349
tarih öncesi 237-41
Tekne Gezintisinde Öğle Yemeği 385
Teksas Üniversitesi 157
Temple 315, 322, 340, 341, 444, 463
Tesla, Nikola 283
telaffuz 44-53
temporal lob 166-8, 182-3
disleksi ve 307, 319-27
TEO alanı 182-3
tesadüfen olmayan özellikler 184-8, 192, 194
Testosteron 331-2
Tokyo Üniversitesi 191, 408
Tomasello, Michael 409
Tomonaga 406, 462
Trends in Cognitive Sciences 426, 430, 434, 438, 442, 445, 446, 447, 461, 466
Turing, Alan 220
Turnbull, Oliver 370, 372, 373
Türkçe 1, 2, 41, 77, 78
Türkiye 55

Ugarit 252
Ulusal Okuma Paneli 289-90
Ulusal Sağlık Enstitüleri 107-9
Uluslararası Fonetik Alfabe 54, 233-4
uydurma sözcükler 61-4
uzmanlar ve uzmanlık 281-2

ünsüz harf 54-6
dizileri 132-4
"Ünlüler" (Rimbaud) 9, 252, 282, 283
üst temporal lob 146-50

V1 alanı 182-3, 202-3, 211-2
V2 alanı 182-3, 202-3
V4 alanı 116-7, 202-4, 284-6
V8 alanı 203-4, 214-5
ventral yol 371-5, 381-3, 387-9, 392-3
ventriküller 414
Vinckier, Fabien 13, 210
Vogels, Rufin 186
Voltaire 55, 56
Vygotsky, Lev 339
voksel temelli morfometri 326-7

Wallon, Henri 292
Walsh 346, 373, 466
Washington, George 349
Weizmann Enstitüsü 218-9
Wernicke alanı 93-4, 140, 142
West, Mae 49
Whitney, Carol 206
Wiesel, Torsten 169

yakınsama alanları 154-5
Yale Üniversitesi 113, 271
yalın yazı sistemi 243
yangın söndürme tüpü 179-83, 188-92
yazı dili, yazı sistemleri 149-50, 256-7, 392-3
  -nde alfabe 18-9, 23-4, 226, 244-54
  çift yönlü 372-6
  beyin kısıtlılıkları ve 227-9
  sayma ve 239-42
  -nin gelişimi 18-9, 23-4, 114, 116, 198-201
  -nin çeşitliliği 229-31
  -yle konuşma dili arasındaki boşluk 51-7
  el yazısı 35-8
  fonetik – sistemi 54-8
  piktogramlar ve 239-50
  -nin evrensel özellikleri 228-32
yazı tipleri 35-8
Yazım 144-6, 248, 288, 297-8, 309-10
  sesbirimsel işleme ve 266-7
  reformu 54-61
  ses ve 47-57, 144-6
Yumru 240-1
Yunanca 305, 376
Yunanlar 250-4
yüz modülü 396-7
yüzler 106-16, 178-82, 260-3
  'e özel nöronlar 173-9, 364-5
  yazılı semboller ve 241-2

zaman döngüleri 240-1
Zapotec 241
Zeki, Semir 401
zihin:
  beyin ve 336-7
  kuramı 409-10
zihnin protezi 420

ALFA Bilim Dizisi



ATOMLARIN DANSI
Evren Hakkında Bilmeniz Gereken Her şey
Marcus Chown / çev. İmge Tan



MEM MAKİNESİ
Genetik Evrimin Devamı Olarak Kültürel Evrim
Susan Blackmore / çev. Nil Şimşek / Önsöz: Richard Dawkins



ŞAKANIN ARDINDAN
Postmodernizmin Bilimsel, Felsefi ve Kültürel Eleştirisi
Alan Sokal /
çev. Gülsima Eryılmaz



DÜŞÜNCENİN KÖKENİ
Beynimiz Nasıl Çalışır
Andrew Koob /
çev. Nilgün Güngör



BÜYÜK BULUŞLAR
Tıp Alanında 10 Önemli Buluş
Jon Queijo / çev. Elsin Duru



İNANAN BEYİN
İnançları Doğru Gibi Kurgulama ve Pekiştirme Süreci
Michael Shermer /
çev. Nurettin Elhüseyni



UZAYIN ve ZAMANIN DOĞASI
İçinde Yaşadığımız Evrenin Gerçekliği
Stephen Hawking & Roger Penrose / çev. Umur Daybelge



VİRÜS GEZEGENİ
Yaşam ve Ölüm Veren Ezeli Yoldaşlar
Carl Zimmer /
çev. Müzeyyen Aykaç



101 SORUDA KUANTUM
Göremediğiniz Dünya Hakkında Bilmeniz Gerekenler
Kenneth W. Ford /
çev. Barış Gönülşen



MEMETİK EVRİM
Nasıl Düşündüğünüz Üzerine Yeni Bir Kuram
Robert Aunger / çev. Sinem Çevik



EMPATİK BEYİN
Ayna Nöronlarının Keşfi İnsan Doğasını Anlama Yetimizi Nasıl Değiştirdi?
Christian Keysers /
çev. Aybey Eper



SEVİŞEN BEDEN
Her Yönüyle Kadın ve Erkek Cinselliği
Sharon Moalem / çev.
Begüm Turgut



NASIL YAŞARIZ NEDEN ÖLÜRÜZ
Hücrelerin Bilinmeyen Yaşamı ve Evrimi
Lewis Wolpert /çev. Cansu Bilgici, Tufan Göbekçi



HAZZIN BİLİMİ
Sevdiğimiz Şeyleri Neden Sevdiğimiz Hakkında Yeni Bilim
Paul Bloom / çev. Ahmet Birsen



MADDE ve BİLİNÇ
Zihin Felsefesine Güncel Bir Bakış
Paul M. Churchland / çev. Berkay Ersöz / Önsöz: Saffet Murat Tura



ÜÇ ADIMDA EVREN
Güneş'imizden Karadeliklere, Kara Enerji'den Kara Madde'ye Evrenin Gizemi
David Garfinkle & Richard Garfinkle / çev. Deniz Guliyeva Tarcan



DOST ve DÜŞMAN BAKTERİLER
Dünyanın Neden Bakterilere İhtiyacı Var?
Anne Maczulak /
çev. Burcu Münevveroğlu



YAPAY MAYMUN
Teknoloji İnsan Evrimini Nasıl Değiştirdi?
Timothy Taylor /
çev. Nimet Aylin Muhaddisoğlu



RASTLANTI VE ZORUNLULUK
Modern Biyolojinin Doğa Felsefesi
Jacques Monod /
çev. Elodie Eda Moreau



ARŞİMET'İN EL YAZMALARI
Dünyanın En Önemli El Yazmasının Ortaya Çıkışı
Reviel Netz & William Noel /
çev. Zennur Anbarcıoğlu



BENİM GÖZÜMDEN DÜNYA
Albert Einstein /
çev. Demet Evrenosoğlu



SINIRLARIN ÖTESİ
Beyin ve Makineyi Birbirine Bağlayan Yeni Nöroloji ve Değişen Hayatlarımız
Miguel Nicolelis /
çev. Kerem Çiftçioğlu



URANYUM SAVAŞLARI
Nükleer Çağı Başlatan Bilimsel Rekabet
Amir D. Aczel / çev. Barış Gönülşen



ÇOKLU EVRENLER
Kuantum Fiziğinin Evrenleri
John Gribbin /
çev. Emin Karabal



İLK ŞEMPANZE
İnsanın Kökeninin Arayışı
John Gribbin /
çev. Özge Kelekçi



KÜLTÜRÜN DARWİNCİLEŞMESİ
Memetik Biliminin Değerlendirmesi
Robert Aunger /
çev. Ayça Sağlam



TÜKETİMİN EVRİMİ
Cinsiyet, Statü ve Tüketim
Geoffrey Miller /
çev. Gülçin Vardar



FİZİK YASALARI ÜZERİNE
Richard P. Feynman /
çev. Nermin Arık



NEDEN SİZDEN BAŞKA HERKES İKİYÜZLÜDÜR
Evrim ve Modüler Akıl
Robert Kurzban /
çev. Zafer Avşar



DARWİN ve EVRİM TEORİSİ
Evrimi Anlamak İçin Binbir Hayvan Hikayesi
Marc Giraud /
çev. Özgü Berksoy



BÜYÜK PATLAMANIN IŞIĞI
Zamanın Başlangıcından Gelen Mesaj
Marcus Chown /
çev. Çiğdem Çevrim



SON MODA SAÇMALAR
Postmodern Aydınların Bilimi Kötüye Kullanmaları
Alan Sokal & Jean Bricmont /
çev. Barış Gönülşen



21. YÜZYIL İÇİN EINSTEIN
Bilim, Sanat ve Modern Kültüre Bıraktığı Miras
Peter L. Galison, Gerald Holton ve Silvan S. Schweber
çev. Nursel Yıldız



GÜVENEN BEYİN
Nörobilim Ahlak Hakkında Bize Ne Anlatır?
Patricia S. Churchland
çev. Yelda Türedi



BEYİN
Beynin Yapısı, Görevi ve Bozuklukları Üzerine Resimli Bir Rehber
Rita Carter /
çev. Güneş Kayacı



HAYATIN KÖKLERİ
İlk Canlılar Nasıl Oluştu?
Mahlon B. Hoagland
çev. Şen Güven



ÜÇÜNCÜ ŞEMPANZE
İnsan Türünün Evrimi
Jared Diamond
çev. Çağatay Tarhan



BAY TOMPKİNS'İN SERÜVENLERİ
Kuantumun Şaşırtıcı Dünyası
George Gamow
çev. Tuncay İncesu



EMİNİM ŞAKA YAPIYORSUNUZ BAY FEYNMAN
Meraklı Bir Şahsiyetin Maceraları
Richard P. Feynman /
çev. Tuncay İncesi



KARA DELİKLER ve BEBEK EVRENLER
Stephen Hawking /
çev. Nezihe Bahar



BİRAZ KUANTUMDAN ZARAR GELMEZ
Evren Hakkında Kışkırtıcı Bir Kılavuz
Marcus Chown /
çev. Taylan Taftaf



BİLİMSEL GERÇEKÇİLİK ve ZİHNİN ESNEKLİĞİ
Paul M. Churchland /
çev. Ekrem Berkay Ersöz



CEVİZ KABUĞUNDAKİ EVREN
Stephen Hawking
çev. Kemal Çömlekçi



FEYNMAN'IN KAYIP DERSİ
David L. Goodstein/
Judith R. Goodstein
çev. Zekeriya Aydın



BAŞKALARININ NE DÜŞÜNDÜĞÜNDEN SANA NE
Richard Feynman
çev. Lale Aykent Tunçman-Tuna Aykent Tunçman



ZAMANIN RESİMLİ KISA TARİHİ
Stephen Hawking /
çev. Barış Gönülşen



ZAMANIN KISA TARİHİ
Stephen Hawking /
çev. Barış Gönülşen



ÇİPLER, KLONLAR VE 100 YAŞ ÖTESİ YAŞAM
Biyolojik Bilimler Bizi Ne Kadar Uzaklara Götürecek
Joyce A. Schoemaker-Paul J.H. Schoemaker / çev. Aybey Eper



DERİN BASİTLİK
Kaos, Karmaşa ve Yaşamın Ortaya Çıkışı
John Gribbin /
çev. Arda Barişta-Alkım Kızıltuğ



HAYVANLAR NE İSTER?
Hayvan Bilinci, Hayvan Refahı ve İnsanın Esenliği
Marian Stamp Dawkins /
çev. Çağatay Tarhan



ALTI KOLAY PARÇA

Richard P. Feynman /
çev. Zekeriya Aydın



DÜNYA DIŞI YAŞAMLA İLK TEMAS
Astrobiyoloji hakkında merak ettiğiniz her şey
Marc Kaufman /
çev. Aybey Eper



DARWIN'İN TEHLİKELİ FİKRİ
Evrim ve Hayatın Anlamı

Daniel C. Dennett /
çev. Aybey Eper-Bahar Kılıç



BİLİM KURGULARI
Bilimsel Temellere Dayanan Gelecek Tasarımları

Gerard't Hooft /
çev. Tufan Göbekçin



BEYNİN ÖTESİ
Beden ve Çevre, Hayvan ve İnsan Zihnini Nasıl Şekillendirir
Louise Barrett /
çev. İlkay Alptekin Demir



KÖKEN AĞACI
Primat Davranışı İnsanın Toplumsal Evrimi İçin ne Söyleyebilir?
Frans B.M. de Waal /
çev. Dilek Eylül Dizdaroğlu



ERWİN SCHRÖDİNGER VE KUANTUM DEVRİMİ
John Gribbin /
çev. Prof. Dr. Bahattin Mehmet Baysal



KÜLTÜR
Önde Gelen Bilim İnsanları Toplum, Sanat, İktidar ve Teknolojiyi Tartışıyor
John Brockman /
çev. Ferhat İyidoğan



ZİHİN

Editör: John Brockman /
çev. Zeynel Gül-Beyza Bilal



ALBERT EINSTEIN-MILEVA MARİĆ AŞK MEKTUPLARI

Jürgen Renn ve Robert Schulmann /
çev. Nursel Yıldız



BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROGRAMLARININ METODOLOJİSİ

Imre Lakatos/
çev. Duygu Uygun



ALTI ZOR PARÇA

Richard P. Feynman /
çev. Zekeriya Aydın

Stanislas Dehaene

beyin nasıl okur?

Okumanın Bilimi ve Evrimi

Washington Post
Yılın En İyi Bilim Kitabı, 2009

Library Journal
Yılın En İyi Bilim-Teknik Kitabı, 2009

Okuma eylemi öylesine kanıksanmıştır ki bunun ne kadar müthiş bir beceri olduğunu unuturuz. Beyaz bir kâğıt üzerindeki birkaç siyah işaret nasıl olup da bütün bir anlamlar evrenini tetikler? Bu merak uyandıran çalışmanın konusu, göz ve zihnin yazılı sembolleri sese, müziğe ve anlama dönüştürerek, düşünceyi ortaya çıkaran karmaşık ortaklığıdır. Fransız nörobilimci Stanislas Dehaene, kitabında onlarca yıl süren beyin görüntüleme çalışmalarının okumanın gizemini nasıl çözdüğünü ve bileşenlerini nasıl ortaya çıkardığını gözler önüne sermekte. Dehaene asla basite indirgemiyor; tüm hikâyeyi anlatmak için gereken zamanı harcıyor ve bu hikâyeyi edebi bir dille anlatıyor. *Beyin Nasıl Okur*? insanların düşünüş biçimini açıklamaya ve bilişsel yetilerimizin altyapıları hakkında bir içgörü sağlamaya da yönelik.

"Önde gelen nörobilimci Stanislas Dehaene aynı zamanda harika bir yazar olduğu için şanslıyız. *Beyin Nasıl Okur*? bilişsel, kültürel ve nörolojik olanı zarif ve ilgi uyandıran bir biçimde bir araya getiriyor. Bu kitap devrim niteliğinde bir çalışma."

–Dr. Oliver Sacks

"Dehaene'in ustalıklı kitabı hem bir keyif hem de bilimsel olarak net."

–*Nature*

ALFA
Ticarethane Sokak, No: 15, 34110
Cağaloğlu, Fatih - İstanbul
T. 0212 513 3420 (pbx)
F. 0212 519 3300
www.alfakitap.com

BİLİM NÖROBİLİM
ISBN: 978-605-106-891-6
9 786051 068916