

YAŞAYAN ELEKTRİK DOKU

Bu kitap, size beyinlerimizin kendi devrelerini sürekli olarak nasıl yeniden yapılandırıldığını ve bunun hem yaşamımız hem de geleceğimiz için ne anlama geldiğini anlatacaktır.

Türümüzün gezegen üzerinde keşfettiği onca nesne arasında, beyinlerimizin karmaşıklığına rakip olabilecek hiçbir şey yoktur. İnsan beyni "nöron" (sinir hücresi) adı verilen seksen altı milyar hücreden oluşur. Bunlar, bilgiyi yer değiştiren voltaj tepecikleri biçiminde hızla ileri geri taşıyan hücrelerdir. Nöronlar, orman benzeri girift bir ağ yapısı içinde birbirleriyle sıkı bağlantılar oluşturmuşlardır. Başımızın içindeki nöronlar arası bağlantıların sayısı ise yüzlerce trilyonu bulur (yaklaşık 0,2 katrilyon). Durumu daha iyi kavramak için şöyle düşünebilirsiniz Bir milimetre küplük beyin korteksi dokusu içindeki bağlantıların sayısı, dünya üzerinde yaşayan bütün insanların sayısının yirmi katıdır.

Ancak beyni ilginç yapan, bileşenlerinin sayısı değil, o bileşenlerin birbiriyle girdikleri etkileşim şeklidir.

Beyindeki bağlantıların oluşturduğu incelikli örüntü -yani devreler sistemi- hayat doludur: Nöronlar arasındaki bağlantılar durmaksızın tomurcuklanır, ölür ve yeniden düzenlenir. Siz, geçen yılın bu anında olduğunuzdan farklı bir kişisinizdir artık; çünkü beyninizdeki devasa dokuma, kendini yeni bir şeye dönüştürmüştür.

Bir şey öğrendiğinizde (*örneğin, sevdiğiniz restoranın konumunu, patronunuzla ilgili bir dedikoduyu, radyodaki o bağımlılık yapıcı yeni şarkıyı*) beyniniz fiziksel değişime uğrar. Maddi bir başarı yakaladığınızda, toplumsal bir fiyasko ya da duygusal bir uyanış deneyimlediğinizde de aynı şey olur. Basket topunu her fırlatışınızda, bir meslektaşla anlaşmazlığa her düşüşünüzde, yeni bir şehre uçtuğunuzda, nostaljik bir fotoğrafa baktığınızda ya da sevdiğiniz birinin tatlı sesini duyduğunuzda, beyninizdeki devasa ve girift ormanlar, bir an öncesinde olduklarından biraz daha farklı bir şeye dönüşmüşlerdir artık. Bu değişimlerin toplamı anılarımızı, yaşamımızın ve duygularımızın çıktısını oluşturur, Beyindeki bu sayısız değişim dakikalar, aylar ve yıllar içinde birikerek, "siz" dediğimiz varlığı oluşturur.

En azından şimdiki "siz". Çünkü dün, az da olsa farklıydınız. Yarın ise yine bir başka kişi olacaksınız.

Hayatın Öteki Gizemi

Francis Crick 1953'te bir gün, Eagle and Child Pub'a hızla dalmış ve irkilen müşterilere, James Watson'la birlikte az önce hayatın sırrını keşfettiklerini duyurmuştu. Bilimciler, DNA'nın ikili sarmal yapısını çözümlemişlerdi. Bu, bilimin büyük pub çıkartmalarından biriydi.

Ama Watson ve Crick'in, sırrın ancak *yarısını* keşfettikleri ortaya çıktı. Diğer yarısını ise DNA'nın baz çiftleri dizisinde bulamayacağınız gibi, ders kitaplarında da bulamazsınız. Ne şimdi ne de sonra.

Çünkü diğer yarı, çevrenizi sarmış durumda. Dünyayla ilgili deneyimleriniz, nesnelere dokunma ve tadı, sarılma ve öpüşmeler, araba kazaları, konuştuğunuz dil, yaşadığımız aşklar bu yarının içinde.

DNA, hayat hikayenizin bir parçasıdır ama bir parçasıdır. Hikâyenin kalanı, deneyimleriniz ve çevrenizle ilgili zengin ayrıntıları kapsar.

Bunların hepsi beyin hücreleriniz ve aralarındaki bağlantıların oluşturduğu uçsuz bucaksız mikroskobik dokuyu biçimlendirecektir. *Siz* olarak düşündüğümüz şey, içine küçük bir uzay ve zaman numunesinin döküldüğü bir deneyimler kabıdır. Yerel kültür ve teknolojiyi

duyularımız aracılığıyla özüksersiniz. Kim olduğunuz, içinizdeki DNA kadar çevrenize de bağıdır.

Genetiğimiz, basit bir hikâyeyi öne çıkarıyor: *Esnemez ve sabit bir donanım yerine, çevresindeki dünyaya uyum sağlayabilen bir sistem inşa et.*

Hayatın heyecanı kim olduğumuzla değil, kime dönüşme sürecinde olduğumuzla ilgilidir. Benzer şekilde beyin sihiri de onu oluşturan parçalardan çok, parçaların dinamik, enerjik ve canlı bir doku oluşturmak üzere kendilerini durmaksızın yeniden dokumalarında yatar.

BİR TUTAM DÜNYA EKLEYİN **İyi Çalışan Bir Beyin İçin**

Beyin boş bir levha olarak değil aksine, beklentilerle önceden donanmış olarak yaşama başlar.

1990'ların başlarında Kaliforniya'daki bazı araştırmacılar lise mezunları ile üniversite mezunlarının beyinlerini karşılaştırmak için otopsilerden yararlandılar. Bulguları, hayvanlarla yapılan çalışmalardakiyle benzerlik gösteriyordu: Dilin anlaşılmasıyla ilgili bir alan, üniversite eğitimi almış kişilerde daha belirgin dendritler içermekteydi.

Öyleyse alacağımız ilk ders, beyin ince yapısının, maruz kaldığı ortamı yansıttığıdır. Ve bu sadece dendritlerle ilgili de değildir. Deneyimler, moleküler ölçekteki ayrıntılardan genel beyin anatomisine kadar beyin ölçülebilir olan neredeyse bütün ayrıntılarında değişimlere neden olur.

Deneyim Şart

Einstein neden *Einstein'dı*? Genetik önemliydi elbette ama tarih kitaplarındaki yerini alması, yaşadığı tüm deneyimler sayesinde: çelloyla tanışması, son sınıftaki fizik hocası, âşık olduğu bir kızın onu reddetmesi, çalıştığı patent ofisi, çözebildiği için büyük övgü topladığı matematik problemleri, okuduğu hikayeler ve milyonlarca başka deneyim. Bunların hepsi, sinir sistemini, Albert Einstein olarak bildiğimiz biyolojik düzeneğe doğru yönlendirmişti.

Her yıl, onun potansiyeline sahip ama maruz kaldıkları kültürel yapı, ekonomik koşullar ya da aile yapısından dolayı yeteri kadar pozitif geribildirim alamayan binlerce çocuk çıkar sahneye. Ve bizler onlara Einstein demeyiz.

Önem taşıyan tek şey DNA olsaydı çocukları yararlı deneyimlerle donatıp kötülerinden koruyacak anlamlı toplumsal program oluşturulması için pek bir neden kalmayacaktı. Ama beyin, doğru yönde gelişmek için doğru ortama ihtiyaç duyar.

Milenyumun başlarında insan Genomu Projesi'nin ilk taslağı tamamlandığında, karşımıza çıkan ilk büyük sürprizlerden biri, insanların yalnızca yirmi bin kadar gene sahip olduğuydu. Biyologlar bu sayı karşısında şaşırıp kalmışlardı: Beynin ve vücudun karmaşıklığı düşünülduğünde, gerekli gen sayısının yüz binleri bulacağı varsayılmıştı.

Öyleyse 86 milyon nöronuyla inanılmaz bir karmaşıklık sergileyen beyin, bu kadar küçük bir yönergeler kitapçığıyla nasıl ortaya çıkıyor? Yanıt, genomun uyguladığı akıllıca bir stratejide yatıyor: İnşaata tamamlama ve ince işleri bırak, dünya deneyimleri yapsın.

Sonuç olarak insanlar şaşılacak ölçüde eksik kalmış bir beyinle doğar; yapımı tamamlamak için dünyayla etkileşim şarttır.

Beynin esnekliği, yaşamımızdaki olayların, kendilerini doğrudan bu nöral dokuya dahil etmesine olanak tanır. Tabiat Ana'nın kurguladığı harikulade bir numaradır bu; çünkü beyin sadece o küçük gen kümesinin tohumlarından yola çıkarak dil öğrenmemizi, bisiklete

binmemizi, kuantum fiziğini kavramamızı mümkün kılması, bu sayededir. DNA'mız bir şablon değil, gösteriyi başlatan ilk domino taşıdır.

Bu açıdan bakıldığında, neden yaygın bazı görme sorunlarının (**derinliği doğru algılayamamak gibi**) gözlerden görme korteksine ulaşan etkinlik örüntülerindeki dengesizlikten kaynaklandığını anlamak zor değildir. Sözelimi, içe ya da dışa şaşılıkla doğan bebeklerde iki gözün etkinlikleri, normal hizalanmış gözlerde olduğu gibi birbiriyle iyi bir uyum içinde değildir. Sorun çözülmezse çocukta normal üç boyutlu görüş-yani iki gözün gördükleri arasındaki küçük farklardan yola çıkarak derinliği belirleme becerisi- gelişmeyecek ve gözlerden biri, sıklıkla körleşme noktasına kadar zayıflayacaktır.

Demek ki korteks bağlantılarının ayrıntılı düzenlenişinde genetik talimatlar anca küçük bir rol oynuyor. Başka türlü olamazdı ki zaten: Yirmi bin gen ve 200 trilyon bağlantının varlığında, ayrıntılar nasıl önceden belirlenebilirdi ki? Böyle bir model asla çalışmazdı. Nöron ağlarının düzgün gelişmek için asıl ihtiyaç duydukları şey, dünyayla etkileşimdir.

Artık biliyoruz ki beyin, kendine biçim vermek için çevresinden yardım alır. Ama bu dünyayı tam olarak nasıl çeker içine-hele de yuvalandığı bu karanlık mağaranın derinlerinden?

Bir insan kolunu yitirdiğinde ve sağır olduğunda ne olur? Kör bir insan, gerçekten de daha mı iyi işitir? Ve tüm bunların neden rüya gördüğümüzle ne ilgisi olabilir?

İÇ DIŞIN AYNASIDIR Her Şey Zamanlamada

Tipik bir nörona yakından bakalım. Bu nöron, dokunmak üzere on bin komşusuna uzanacak ama komşuların hepsiyle aynı derecede güçlü bağlar kuramayacaktır. Bağların gücü zamanlamaya bağlıdır. Eğer bu nöron bir zirve değere ulaştıktan hemen sonra ona bağlı bir nöron da ulaşırsa, aralarındaki bağ güçlenecektir.

Kuralı şöyle özetleyebiliriz: *Birlikte ateşlenen nöronlar, birbirlerine bağlanırlar.*

Yeni bir beynin yeni kurulmakta olan mahallesinde, vücuttan gelen sinirler geniş bir dallanma alanı oluşturur, ama diğer nöronlarla yakın zamanlama içinde etkinlik gösterdikleri yerlerde kalıcı kökler salarlar. Bu eşzamanlılık, bağlarını da güçlendirir. Mangal partileri düzenlemezler belki ama daha fazla nörotransmitter (**sinirsel iletici olarak da adlandırılan kimyasallar**) salar ya da bu kimyasalları karşılayabilecek daha fazla reseptör (almaç) oluştururlar. Aralarındaki bağı güçlendiren de budur.

Körlerin müzikte yıldızlaşmalarının garantisi yoktur ama beyinlerinin yeniden düzenlenmesinin vardır. Bunun sonucu olarak kusursuz müzik kulağı körlerde çok daha fazla görülür ve bu kişiler müzikal bir sesin çok küçük kesirlerle inip çıkışını belirlemede de görebilen kişilerden on kata kadar daha başarılıdırlar. Bunun nedeni, dinlemeye adanmış beyin alanlarının daha fazla olmasından ibaret. Yakınlarda yapılan bir deneyde görme yetisine sahip olan ve olmayan kişilerin bir kulakların kapatılmış ve odadaki seslerin geldiği yönü göstermeleri istenmişti. Sesin yerini belirlemek, her iki kulaktan gelen sinyallerin karşılaştırılmasını gerektirdiğinden, katılımcıların hepsinin acı birer mağlubiyet yaşayacağı tahmin edilmişti. Görebilen kişilerde sonuç bu oldu gerçekten de. Ama kör katılımcılar genel olarak seslerin konumlarını belirlemede başarılıydılar. Neden mi? Çünkü dışkulaktaki kıkırdak (**sadece tek kulakta bile olsa**), biçimi sayesinde sesleri incelikli şekilde çeşitli yönlere yansıtarak konumlan hakkında ipucu verir; ama yalnızca, kişinin bu sinyalleri yakalama konusunda yüksek duyarlılığa sahip olması koşuluyla. Görme yetisine sahip kişilerde sese ayrılmış beyin alanları daha az olduğundan, incelikli ses bilgilerini ayıklama becerileri yeterince gelişmemiştir.

Ses konusundaki bu yüksek düzeyli yetenek, körler arasında yaygındır.

Önemli noktaları açıklamak için hep görme sisteminden yararlandık ama korteksteki alan dağıtımı her yerde gerçekleşir. İşitme duyası kaybolduğunda "işitsel" beyin bölgeleri başka duyuları temsil etmeye başlar örneğin. Buna bağlı olarak, sağır kişilerin çevresel görüş dikkatlerinin daha iyi olması ya da kullandığımız aksanı *görebilmeleri* çok da şaşırtıcı değildir. Bu kişiler, dudak okumada o kadar iyidirler ki ülkenin neresinden olduğunuzu bile anlayabilirler. Benzer şekilde, kol ya da bacağını amputasyonla kaybeden bir kişide, amputasyon noktasındaki duyu keskinleşir.

Dokunma, artık daha az baskıyla da algılanabilir hale gelmiştir ve birbirine yakın konumlu iki dokunuş, tek yerine ayrı iki dokunuş olarak hissedilir. Beyin, kalan hasarsız bölgelere artık daha fazla alan ayırdığından, algının çözünürlüğü yükselir.

Beyin alanlarının yeniden düzenlenmeye tabi oluşu, eskinin “önceden belirlenmiş beyin alanları” paradigmasının yerine, daha esnek bir model koyar ortaya. Buna göre alanlar, farklı işlevleri yerine getirmek üzere yeniden görevlendirilebilir. *Görme* korteksi nöronlarını özel kılan bir şey yoktur örneğin. Bunlar, işler haldeki gözlere sahip insanların nesne kenarlarını ya da renkleri işlemelerini sağlamada rol almış nöronlardır yalnızca. Aynı nöronlar, körlerde başka türden bilgileri de pekâlâ işleyebilirler.

Rüya Görmenin Gezegenin Kendi Etrafında Dönüşüyle Ne İlgisi Var?

Nörobilimde çözülememiş bilmecelerden biri, beynin neden rüya gördüğüdür. Nedir bu tuhaf gece sanrılarında olup biten? Bunların bir anlamı var mı, yoksa hepsi tutarlı bir hikâyeye arayışındaki gelişigüzel nöral etkinliklerden mi ibaret?

Şunu bir düşünün: Beyin arazisi için ara vermeksizin süren bu kıran kırana rekabet ortamında görme sistemi, kendine özgü bir sorunla baş etmek zorundadır. Dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönüşü, her döngüde sistemi ortalama on iki saatlik bir karanlığa boğar. ***(Sözünü ettiğimiz bu durum, elektrikle kutsanmış günümüz için değil, türümüzün evrimsel tarihinin %99,999'u için geçerlidir.)*** Duyusal yoksunluğun, komşu bölgeleri alan ele geçirmeye ittiğini biliyoruz. Öyleyse görme sistemi bu adaletsiz dezavantajla nasıl başa çıkar? Oksipital korteksi gece boyunca etkin tutarak.

Rüya görmenin, görme korteksini komşu alanlarca işgal edilmekten kurtardığını öne sürüyoruz. Gezegenin dönüşü sonuçta dokunma, işitme, tat ya da koku alma becerinizi hiçbir şekilde etkilemez; karanlıkta sıkıntı çeken, yalnızca görmedir. Bunun bir sonucu olarak görme korteksi kendini her gece diğer duyular tarafından ele geçirilme tehlikesiyle karşı karşıya bulur. Sınırlardaki değişimin akıl almaz hızda gerçekleştiğini de göz önüne aldığımızda, korkunç bir tehlikeden söz ediyoruz demektir. Rüya, görme korteksinin kendini işgalden kurtarmak için başvurduğu bir yoldur.

Daha iyi anlamak için duruma biraz uzaktan bakalım. Uyuyan bir kişi, rahatlamış ve kendini dünyaya kapamış izlenimini verse de beyni aslında elektriksel olarak tümüyle aktiftir. Gecenin çoğu boyunca rüya görülmez ancak REM (***hızlı göz hareketleri***) uykusu sırasında özel bazı değişimler kendilerini gösterir. Kalp atışlarının ve solunumun hızı artar, küçük kaslarda seçirmeler oluşur, beyin dalgaları küçülüp hızlanır.

Bu, rüyaların görüldüğü uyku aşamasıdır. REM uykusu, beyin sapında yer alan ve "pons" olarak bilinen yapıdaki belirli bir nöron grubunca tetiklenir.

Bu nöronlarda artan etkinliğin iki sonucundan *birincisi*, başat kas gruplarının felçli hale gelmesidir.

İnce ayarlı nöral devreler, rüya sırasında vücudu kıpırtısız tutar. Bu ince ayar, rüya uykusunun biyolojik önemini de destekler niteliktedir: Ardında önemli bir işlev barındırmasa muhtemelen evrimleşmeyecek bir devre sistemidir bu. Kasların devre dışı kalması ise beynin, vücudu hareket ettirmeksizin dünya deneyimlerini simüle etmesini mümkün kılar.

İkinci sonuç, asıl önemli olanıdır: Voltaj tepeciklerini taşıyan dalgalar, beyin sapından oksipital kortekse yol alırlar. Tepecikler bu ulaştıklarında etkinlik "görsel" olarak deneyimlenir. *Ve görürüz*. Rüyaların kavramsal ya da soyut değil, resimsel ve filmsel oluşları etkinlikten kaynaklıdır.

Bu iki sonucun birleşimi rüya görme deneyimini biçimlendirir: Elektrik dalgalarının oksipital korteksi istilası görme sistemini etkin tutarken, kas felci de kişinin bu deneyimle uyumlu hareketler yapmasını engeller.

Varsayımımıza göre, görsel rüyaların ardındaki devrelerin varlığı rastlantısal değildir. Aksine, gezegen karanlığa gömüldüğünde işgali engellemek için görme sistemi etkinlik patlamaları üreterek alanı için mücadele etmeye zorlanır. Oksipital korteksin kendini savunmak için kullandığı bu sistem, duyuşsal alanlar için süregiden bu **rekabet** karşısında evirilmiştir. Ne de olsa görme- eyleminin içerdiği kritik işlevsel bilginin akışı, günün yarısı boyunca kesilmektedir. Öyleyse rüyalar, nöral plastisite ile gezegen dönüşünün elbirliğiyle ortaya çıkardıkları tuhaf bir ürün olabilir.

Körlerde nasıl işler rüyalar? Beyinleri karanlığa umursamadığına göre, hiç rüya görmemeleri mi beklenmelidir? Yanıt çok şey anlatır bize.

Doğuştan (*ya da çok küçük yaşta*) kör olanların rüyaları herhangi bir görsel unsur taşımaya da bu kişiler, *başka* duyularla ilgili deneyimler yaşayabilirler: yeniden düzenlenmiş bir salonda yollarını dokunarak bulmaya çalışmak ya da tuhaf hayvan bağırışları işitmek gibi.

Sonuç olarak, doğuştan körlerde oksipital etkinlik var olmakla birlikte, bu etkinlik *görsel olmayan* bir şekilde deneyimlenir. Başka bir ifadeyle, normal koşullarda genetik yapımız gereği, karanlıkla gelen adaletsizlikle mücadelenin en iyi yolu, geceleri oksipital loba etkinlik dalgaları göndermektir ve bu, körlerin beyinleri için de geçerlidir- her ne kadar ana amaç geçerliliğini yitirmiş olsa da. Bu arada, görüşünü yedi yaşından *sonra* kaybedenlerde rüyalarındaki görsel içeriğin, daha önce kaybedenlere göre daha fazla olması da dikkate değerdir. Bu durum, genç yaşta kör olanlarda oksipital lobun diğer duyularca tam olarak ele geçirilmediği, dolayısıyla deneyimlerindeki görsel unsurların da daha fazla olduğu gerçeğiyle tutarlıdır.

Türler arasında yapılacak bir karşılaştırma, bu konuda bize çok şey söyleyecektir. İnsan, Dağ gelinciği ve ornitorenk gibi bazı memeliler *tam gelişmemiş* doğarlar: yani doğduklarında ne yürüebilir ne yiyecek bulabilir ne vücut ısılarını denetleyebilir ne de kendilerini savunabilirler.

Bazı memeliler de (*örneğin, kobay, koyun ve zürafa*) doğduklarında *gelişmiş* durumdadır.

Hepsi de dişleri, kürkleri ve açık haldeki gözleriyle doğan bu hayvanlar vücut ısılarını düzenleyebilir, doğduktan sonra bir saat içinde yürüebilir ve katı yiyeceklerle beslenebilirler. Tam gelişmemiş halde doğan hayvanların REM uykusunda geçirdikleri sürenin-sekiz kata varabilen bir farkla- çok daha fazla, bu farkın da özellikle yaşamın birinci ayında belirgin olması, bu konuda önemli bir ipucu sağlar. Bizim yorumumuza göre, plastisite bakımından yüksek düzeydeki bir beyin dünyaya geldiğinde, işleri dengede tutmak için sürekli bir mücadele vermek zorundadır. Büyük ölçüde tamamlanmış bir beynin ise gece kavgalarına karışmak için öyle pek de fazla gerekçesi yoktur.

Bunun dışında, yaşla birlikte REM uykusunda görülen düşüşe de dikkat çekelim. Bütün memeli türleri uykularının belirli bir oranını REM evresinde geçirirler ve bu oran yaşlandıkça düşer. REM insan bebeklerinde toplam uyku süresinin yarısını, yetişkinlerde yalnızca %10-20'sini alır. Yaşlılarda bu oran daha da düşüktür. Türler arasında görülen bu eğilim, bebek beyninin çok daha "plastik" olduğunu, dolayısıyla alan rekabetinin daha da önem taşıdığı gerçeğiyle tutarlıdır.

Bazı gezegenler (*özelikle de kırmızı cüce yıldızların çevresinde dolananlar*) yıldızlarına bakan yüzleri hep aynı kalacak şekilde sabitlenirler; öyle ki gezegenin bir yüzü sürekli olarak gündüzü, diğeri de geceyi yaşar. Bu gezegenlerdeki yaşam formlarının bizimkine uzaktan bile olsa benzeyen canlı devreli beyinlere sahip olduklarını varsayarsak, tahminen gündüz yüzeyinde yaşayanlar bizim gibi görebilecek ama rüya *görmeyeceklerdir*. Aynı öngörü kendi çevrelerinde çok hızlı dönen gezegenlere de uyarlanabilir. Gece süresinin, kortikal işgal süresinden kısa olması durumunda, rüya görmeye yine gerek kalmayacaktır. Sonuçta, bundan binlerce yıl sonra, belki de düşler aleminde evrensel azınlık olup olmadığımızı nihayet anlayabileceğiz.

Doğa, yeni bir vücut planını her denemek istediğinde beynin genetiğini yeniden yazmak zorunda değildir. Yapacağı tek şey, beynin kendini ayarlamasına izin vermektir. Bu ise şu noktayı vurgular: Beyin bir dijital bilgisayardan çok farklıdır.

GİRDİLERİ SARMALAMAK

Bir buçuk kiloluk beyin dokunuz, çevrenizdeki dünyanın herhangi bir bölümünü doğrudan işitmez ve görmez. Kafatasınız içinde karanlık ve sessiz bir mahzene hapsedilmiş durumdadır.

Görebildiği tek şey, faklı veri kabloları boyunca akıp duran elektrokimyasal sinyallerdir. Ve kullanabileceği bütün malzeme de bundan ibarettir.

Beyin verinin nereden geldiğini ne bilir ne de umursar. Nasıl bir bilgi gelirse gelsin, onu kullanmak için çözüm arayışına girer sadece.

Bu da beyne çok verimli bir makine niteliği kazandırır. Genel amaçlı bir bilgi işlem aygıtıdır beyin. Eldeki sinyalleri emer ve onlara ne yapacağını -neredeyse tümüyle optimal biçimde- belirler.

Bu noktada böyle bir stratejinin Tabiat Ana'yı farklı türden girdi kanallarını kurcalamak üzere serbest bırakacağını öne sürüyorum.

Buna Patates Kafa evrim modeli adını verdim. Bu ismi kullanmamın nedeni, bildiğimiz ve sevdiğimiz bütün alıcılarımızın (*gözlerimiz, kulaklarımız ya da parmak uçlarımız gibi "sensörlerin"*) aslında; çevresel tak-çalıştır aygıtlarından ibaret oluşunu vurguluyor olması. Gerekli parçaları yerine takıyorsunuz ve işte, her şey hazır. Aldığı verilerle ne yapacağına karar vermekse beynin işi.

Sonuç olarak, Tabiat Ana'nın yeni duyarlar üretmek için yeni çevresel aygıtlar geliştirmesi yeterlidir. Bir başka ifadeyle, beynin işleme ilkelerini bir kez çözdükten sonra dünyanın farklı enerji kaynaklarından bilgi toplayacak farklı türden girdi kanallarıyla oynayabilir.

İyi Titreşimler

Dokunma sisteminden yararlanmak için birçok neden var önümüzde. Mesela, protez bacak taktırmış kişilerin bunlarla yürümek için inanılmaz ölçüde çalışmaları gerektiği pek bilinmez. Protezler artık yüksek kaliteyle üretildiğine göre, bunlarla yürümek neden bu kadar zordur peki? Nedeni sadece protez bacağın *nerede* olduğunu bilmememizdir. Sağlam bacağımız beyne muazzam miktarda veri aktarmakta, onu bacağın konumu, dizin ne kadar bükülmüş olduğu, bileğin ne kadar basınca maruz kaldığı, ayağın eğim ve açısı vb. konusunda bilgilendirmektedir. Ama iş protez bacağına gelince, sessizlikten başka bir şey yoktur ortada: Beyin bacağın konumuyla ilgili herhangi bir bilgiye sahip değildir. Bu sorunun üstesinden gelmek için protez bacağına basınç ve açı alıcıları yerleştirip buradan Neosensory Vest cihazına veri akışı sağladık. Sonuç olarak, bunu kullanan bir kişi, protez konumunu neredeyse normal bir bacakmış gibi hissedebiliyor ve yürümeyi hızla öğrenebiliyor.

Aynı teknik, sağlam ama duyusunu kaybetmiş (**Parkinson hastalığı ve birçok başka bozuklukta olduğu gibi**) bir bacağa sahip kişiler için de kullanılabilir. Bunun için, hareket ve basıncı ölçecek alıcıları bir çorabın içine yerleştiriyoruz ve verileri Buzz bilekliğine aktarıyoruz. Bu tekniği kullanan kişi, ayağının nerede olduğunu, ağırlığını o ayağa verip vermediğini, üzerine bastığı yüzeyin düz olup olmadığını anlayabiliyor.

Fareler renk köründür... ama fotoreseptörlerini, onlara renkli görüş verecek şekilde genetik mühendisliğine tabi tutmadığınız sürece. Fazladan bir genle fareler şimdi farklı renkleri algılayıp ayırt edebiliyorlar.

Aynı şey, normalde iki tip renk reseptörüne sahip, dolayısıyla da kırmızı-yeşil renk körü olan sincapmaymunlarıyla da yapılabilir. İnsanlarda bulunan fazladan bir renk fotoreseptörü kazandırdığınızda bu maymunlar da renk deneyimini insandaki düzeyiyle yaşayabiliyorlar.

Daha doğrusu, *tipik* bir insandaki düzeyiyle. İnsan dişilerinin küçük bir oranının yalnızca üç değil, dört tip renk fotoreseptörü taşıdığı anlaşıldı.

Bu ise beyinlerinin bütün bilgiyi yeni bir duyuusal deneyim tipine dönüştürmede kullanabildiği anlamına geliyor. Bu insanlar daha fazla sayıda özgün yeni renk ve yanında da bunların karışımlarını deneyimleyebiliyorlar. Çünkü düzeneğe yeni bir çevresel aygıt takıldığında, işlevini sürdüren bir beyinde yararlı bilgiler de seslerini duyurabiliyor.

Evrimsel özelliklerin gelişmek için izledikleri uzun yolun sonunda iki gözümüzün başımızın önüne konumlanmış olması bize dünyayı 180 derecelik bir görme açısıyla izleme olanağı tanıyor. Ama atsineğinin bileşik gözleri, ona neredeyse 360 derecelik bir görüş sağlamış. Öyleyse modern teknolojiye, sinek görüşünün keyfini sürmemizi sağlayacak bir itki verebilir miyiz?

Fransa'daki bir ekibin, *FlyVIZ* adlı cihazla yaptığı da işte tam olarak bu. FlyVIZ, kullanıcılarına 360 derecelik görüş açısı sağlayan bir kask. Sistem, kaskın üzerine takılan ve bütün sahneyi tarayarak onu kullanıcının gözleri önündeki bir ekrana sıkıştıran bir kameradan ibaret. FlyVIZ'in tasarımcıları, kullanıcıların kaskı ilk taktıklarında (**bulantı verici**) bir uyum süreci geçirdiklerinden söz ediyorlar. Ama bu, şaşılacak ölçüde kısa sürüyor: Kaskı on beş dakika kadar taktıktan sonra kullanıcı, çevresindeki herhangi bir noktaya tutulmuş bir nesneyi kavrayabiliyor, yaklaşmakta olan birinden kaçınabiliyor, hatta bazen arkasından atılmış bir topu bile tutabiliyor.

Peki, ya 360 derecelik görüşle kalmayıp size normalde görünmez olan nesnelere de hissedebilirsiniz? Sözelimi karanlıkta çevrenizi sarmış birkaç kişinin konumunu?

Yeni Bir Duyu Merkezi Kazanmak

2015'teki TED konferansında Scott Novich ile "TED" etiketiyle gönderilen bütün tweet'lerin izini algoritmik olarak sürdük. Bu işlem sırasında yüzlerce tweet'i bir araya getirdikten sonra, onları bir duygu (*sentiment*) analiz programına yükledik. Bu bize olumlu (**"muhteşem", "ilham verici" gibi**) ve olumsuz (**"sıkıcı", "aptalca" gibi**) tweet'leri sınıflayacak büyük bir sözcük dağarcığından yararlanma olanağı tanımıştı.

İstatistik özetleri Vest'e gerçek zamanlı olarak aktarıldı. Salondaki duygu durumunu ve zamanla gösterdiği değişimi *hissedebiliyordum*. Bu, bana tek bir insanın normalde ulaşabileceğinden daha büyük bir şeyin deneyimi yaşattı: yüzlerce insanın topluca oluşturduğu bir duygu durumuna erişim sağlamak.

Bir siyasetçinin on binlerce insana hitap ederken böyle bir aygıtı takmak istemesi şaşırtıcı olmaz çünkü bu şekilde açıklamalarından hangilerinin olumlu karşılandığı, hangilerinin geri tepildiği konusunda anlık bir kavrayış geliştirebilecektir.

Büyük düşünmek istiyorsanız etiketleri boş verin ve gezegendeki bütün güncel tweet'lerin doğal dil işleme süreçlerini ele alın: Saniyede bir milyon tweet'i sıkıştırıp bu "özeti" Vest aracılığıyla aktarabiliyorsunuz sözgelimi. İşte gezegenin bilincine bağlandınız demektir.

Ortalıkta dolaşırken birden Washington'daki siyasi bir skandalı ya da Brezilya'daki orman yangınlarını, belki de Ortadoğu'daki yeni bir çatışmayı algılayabilirdiniz. Bu sizi-duyusal anlamda- daha dünyevi kılacaktır.

Bu arada, kendini dünyanın bilincine bu şekilde bağlamak *isteyecek* çok fazla kişi çıkacağını ileri sürmüyorum. Ancak ilkesel kanıttan öğrenebileceğimiz çok şey var. Duyusal ekleme olgusu söz konusu olduğunda, şu ana kadar karşılaştığımız bütün normal sınırların çok ötesinde düşünmemizi sağlayan bir özgürlük elde edebileceğimizin altını çiziyor.

Bana, bu veri akışlarını bir bilgisayara bağlamak dururken, neden bir insanı bağlamak üzerinde yoğunlaştığımı soranlar oluyor. Sonuçta iyi bir nöral ağ örüntü tanıma konusunda insandan daha başarılı olmaz mı?

Her zaman değil. Bilgisayarların, örüntü tanımada büyük marifetler sergileyebilseler de *insanlar* için önemli olanı belirleme konusunda özel bir yetenekleri yoktur. Aslına bakılırsa sıklıkla insanlar bile kendileri için önemli olanı önceden bilmez. Bu nedenle örüntü belirleme rolünü insanın üstlenmesi, bir nöral ağın sağlayacağından daha geniş bir mercek ve daha büyük esneklik sağlayacaktır.

Rene Descartes zamanının önemli bölümünü, kendisini çevreleyen *gerçek* gerçekliği nasıl anlayabileceğini düşünerek geçirmişti. Neticede duyularımızın bizi sıklıkla yanılttığını, rüyalarımızın uyanıklıktaki deneyimlerimizle karışabildiğinin farkındaydı. Kötü ruhlu bir iblisin onu düzenli olarak kandırmadığından, çevresindeki dünyayla ilgili yalanlara boğmadığından nasıl emin olabilirdi? 1980'lerde felsefeci Hilary Putnam bu soruyu bir üst seviyeye şöyle yükseltti: "*Fıçıdaki bir beyin miyim ben?*" Bilim insanları beyninizi vücudunuzdan ayırmış olsa ve bir kitabın ellerinizde bıraktığı hissi, derinizin sıcaklığını, ellerinizin görünüşünü inanmanızı sağlayacak şekilde korteksinizi uyarsa nereden anlayabilirdiniz? Bu soru, 1990'larda "*Matrix'te mi yaşıyorum?*" biçimine dönüştü. Günümüzdeki eşdeğeri ise şöyle: "*Bir bilgisayar simülasyonu muyum ben?*"

Eskiden bu *tür* soruların yeri, felsefe sınıflarıydı ama artık nöro-bilim laboratuvarlarına da sızmış durumdalar.

Bir de nanorobotik var. Atomlar düzeyindeki bir kesinlikle üç boyutlu baskı yapılabildiğini düşünün. Bu şekilde, özünde mikroskobik birer robot olan karmaşık moleküller tasarlanıp üretilir.

Teoride, bu şekilde basılan yüz milyar robot küçük bir kapsüle sığdırılıp yutulduğunda, kan-beyin bariyerini aşır tasarlanma amaçlarına bağlı olarak nöronlarla etkileşim kurabilir, nöronlar her etkinleştğinde sinyal iletip nöronları etkinleşmeye zorlayacak sinyalleri alabilirler. Bu şekilde, beyindeki milyarlarca nöronu okumak ve üzerlerine yazmak mümkün olur. DNA'da kodlama yapmak yoluyla proteinlerden biyonanorobotlar üreterek genetik yaklaşımları geliştirmek de mümkündür. Beyne bilgi aktarmada yararlanılabilecek birçok yaklaşım vardır aslında. Önümüzdeki yıllarda tahminen her nöronun tek tek okunup denetlenebildiği bir aşamaya ulaşacağız.

Bu noktada beyinlerimiz, yelekler ya da bilekliklere gereksinim bile duymaksızın, doğrudan birer duyusal pekiştirme aygıtı konumuna gelecek.

Ama temel bir soru hâlâ yanıtlanmayı bekliyor: Yeni bir girdi, nasıl bir *his* uyandıracak?

Yeni Bir Renk Hayal Etmek

Kafatasının karanlık mahzeninde oturan beyin için erişime açık olan tek şey, özelleşmiş hücreleri arasında koşturup duran elektrik sinyalleridir. Doğrudan ne bir şey görür ne bir şey işitir ne de bir şeye dokunabilir.

Hızla ileri geri savrulan voltaj atımlarına sahne olan bir beyin dokusu parçasını izleseydik ve ben de size gördüğünüz şeyin görme korteksi mi, işitme korteksi mi, yoksa somatosensoryel korteksi mi olduğunu sorsaydım, bana cevap veremezsiniz. *Ben de söyleyemezdim size. Çünkü hepsi aynı görünür.*

Bu durum, nörobilimde henüz yanıt bulmamış bir soruyu da beraberinde getiriyor. Görme, neden kokudan bu kadar farklı şekilde *hissedilir*? Ya da tattan? Neden dalgalanan bir çam ağacının güzelliğini, beyaz peynirin tadıyla asla karıştırmazsınız? Ya da parmak uçlarınızdaki zımpara kağıdının verdiği hissi taze espresso'nun kokusuyla?

Nedenin, bu alanların genetik yapısında yattığı düşünülebilir belki: İşitmeyle ilgili bölgeler, dokunmayla ilgili bölgelerden farklıdır. Ama daha yakından bakıldığında bu varsayımın işe yaramadığı anlaşılır.

Görme yetinizi kaybedecek olursanız normal koşullarda görme korteksi adını verdiğimiz beyin bölgesi, dokunma ve işitme tarafından ele geçirilecektir. Devrelerin yeniden düzenlemeye tabi olduğu bir beyin söz konusuysa, "**görme**" korteksinde görmeyle ilgili temel bir özellik bulunduğunu iddia etmek zordur.

Bu da alternatif bir varsayıma, bir duyuyla ilgili -kualia olarak da bilinen- öznel deneyimin, verilerin yapısıyla belirlendiği düşüncesine götürüyor bizi.

DAHA İYİ BİR VÜCUT İÇİN

Havacılığın ilk zamanlarında pilotlar, uçan makinelerini kendi vücutlarının uzantısı haline getirmek için ipler ve kaldıraçlardan yararlanırlardı.

Günümüz pilotlarının yaptığı da bundan farklı bir şey değildir: Pilotun beyni, uçağın kendi parçası olarak temsil edildiği bir model oluşturur. Aynı şey piyano virtüözleri, zincirli testere kullanan oduncular ve dron pilotları için de geçerlidir: Beyinleri, kullanılan aygıtları denetlenmesi gereken doğal vücut eklentileri olarak bütüne dahil eder. Bu şekilde, kör bir insanın değneği sadece vücudundan uzağa değil, beyin devrelerinin içine kadar uzanır.

Bunun, insanlığın yakın geleceği için ne anlama geldiğini bir düşünün. Bir robota belirli bir uzaklıktan, sadece beyin etkinliklerinizle kumanda edebileceğinizi hayal edin sözgelimi. Böyle bir durumda, hareket etmenize bile gerek olmayacak, hareketi *düşünmeniz* yetecektir.

Robot, kolunu kaldırmasını istediğiniz anda kaldıracak, çömelmesini, tek ayak üzerinde dönmesini ya da zıplamasını istediğinizde, zihinsel komutunuzu gecikmeden ve hatasız yerine getirecektir. Kulağa bilimkurgu gibi gelse de hazırlıklar başladı bile.

Yeni vücutlar denemek için illa protezlere ya da beyin ameliyatlarına ihtiyacımız yok. Gelişmekte olan robot-avatar alanı, kullanıcının uzaktaki bir robota kumanda ederek, robotun gördüğünü görüp hissettiğini hissetmesini sağlıyor. Şu anda var olan en karmaşık yapay ellerden biri olan Shadow Hand'i ele alalım. Eldeki her parmak ucu, verilerini kullanıcının taktığı dokunsal eldivene geribildirimle aktaran alıcılarla donatılmış. Kullanıcı ağ aracılığıyla veri göndererek, Londra'daki bir robot ele Silikon Vadisi'nden kumanda edebiliyor. Bunun dışında afet ya da felaket sonrasında hizmet göreceği avatarlar üzerinde çalışanlar var. Hedef, deprem, terör saldırıları ya da yangın bölgelerine, uzakta ve güvenli bir konumdaki, kullanıcılar tarafından yönlendirilen robotlar göndermek. Tuhaf vücutlu avatarlar kullanan insanların varlığından henüz haberim yok ama bu pekâlâ mümkün: Beyin kayak, trambolin ya da pogo sopalarını kullanmayı nasıl öğreniyorsa tuhaf ve harikulade bir avatar vücutla arayüz bağlantısı kurmayı da öğrenebilir.

Avatar-robotik alanı az sayıda insana genişletilmiş ya da tuhaf vücutları deneme olanağı sunacak olsa da bunun inanılmaz ölçüde pahalı olacağı kesin. Neyse ki farklı vücut planlarını

denemenin daha iyi bir yolu da var: sanal gerçeklik. Simüle edilmiş bir alanda, vücut planınız üzerinde büyük değişiklikler yapabilirsiniz. Üstelik anında ve uygun maliyete.

Sanal gerçeklik dünyamızda bir aynaya baktığınızı düşünün. Kolunuzu kaldırıyorsunuz ve aynadaki sanal avatarınızın da kolunu kaldırdığını görüyorsunuz. Boynunuzu eğiyorsunuz; avatarınız da eğiyor. Şimdi de farz edin ki avatarın yüzü sizinki değil, Etiyopyalı bir kadının, Norveçli bir adamın, Pakistanlı bir erkek çocuğun ya da Koreli bir büyükannenin yüzü. Beynin "kendilik" ya da "öz" saptamasını nasıl yaptığını gördüğümüz az önceki bölümde öne sürülen nedenlerle (*Ne yaptığını denetleyebiliyorsam o zaten ben'im*) artık farklı bir vücuda yerleştiğinize ikna olmanız, aynanın önünde birkaç dakika hoplayıp zıplamanıza bakar sadece.

Bundan sonra o sanal dünyada farklı bir kişi olarak dolaşabilir, yaşamı değişime uğramış bir kimlikle deneyimleyebilirsiniz. Öz-kimlik olgusu, şaşkıncı derecede esnektir. Araştırmacılar son yıllarda, farklı bir insanın yüzüne bürünmenin, empatiyi nasıl pekiştirdiği üzerinde çalışıyorlar.

Ama yeni bir yüz edinmek, işin yalnızca başı. Sıra dışı vücutları kapsayan sanal gerçeklik çalışmaları, 1980'lerin sonunda, bir şifreleme kazası sonucu başlamıştı. Bir bilim insanının, bir liman işçisinin avatarını kullandığı sırada programcılardan biri, ölçekleme katsayısına fazla sayıda sıfır ekleyince avatarın kolu yanlışlıkla devasa boyutlara (kabaca bir inşaat vinci büyüklüğüne) fırlamıştı. Bilimcinin her şeye rağmen bu megakolu hassas ve verimli biçimde çalıştırabilmesi ise herkesi şaşırtmıştı.

Bu gelişme araştırmacıların, hangi tür vücutların avatar olarak kullanılabileceği üzerine kafa yormaya itti.

Sonsuz Sayıda Vücut Planı, Tek Beyin

Beyin karşısına çıkabilecek bütün ortamlar ya da vücut planlarına uyum sağlayabilir mi peki?

Muhtemelen birkaç yüz yıl sonra, Ay ya da Mars yüzeyinde doğan bebeklere tanık olacağız. Bu bebeklerden farklı yerçekimi sınırlandırmalarına tabi olacaklarından vücutları da olasılıkla farklı biçimde gelişecek ve hayatlarının sürdürmek için farklı vücut eklentilerinden yararlanacaklar. Uzak geleceğin nörobilimcileri ise onların vücutları ve beyin gelişimleri üzerinde çalışacak ve bebeklerin, bu gelişimin sonucu olarak başka yönlerden de (bellek, biliş ve bilinçli deneyimler gibi) farklı olup olmayacağını sorgulayacaklar.

Canlı devre olgusunun ilkelerini öğrendiğimizde, bunun endüstri kolları için taşıyacağı anlamı bir düşünün. Sözgelimi, bir araba üreticisinin, motoru yalnızca bir kez tasarlamakla yetinip, motorun kendini bulunduğu araca en uygun biçimde ayarlayacağı varsayımıyla, onu istediği araç tipine (*çim biçme makinesi, triportör, kamyon, uzay aracı*) takmasıyla elde edilecek avantajları ele alabilirsiniz. Ve satış sonrasında alıcının araca yeni özellikler eklediğini (*paletler ya da geri çekilebilir bacaklar gibi*) ve bunlardan nasıl yararlanılacağını aracın kendisine bıraktığını hayal edin.

İnsanların, doğuştan sahip oldukları etten robotlar yerine daha iyi ve daha dayanıklı bir donanımın keyfini sürebileceği biyonik bir çağa adım atıyoruz. Bundan bir milyon yıl sonra, görsek tanıyamayacağımız torunlarımız tarafından incelemeye alındığımızda, belki de tarihimiz içinde bulunduğumuz şu nokta, ağır ilerleyen gelişim sürecimizden kendimizi çıkarıp vücudumuzun geleceğini yönlendirmeye başladığımız dönem olarak görülecek. Biyonik uygulamaların giderek yaygınlaştığına tanık olacağız. Torunlarımızın torunları, bacakları işlev görmediğinde oturup kalmayacak, kolları kesildiğinde yardım kabul etmeyecekler. Onun yerine beyinlerinin, onları nasıl denetleyeceğini bir şekilde bulacağının bilinciyle vücutlarını yapay kol ve bacaklarla donatacaklar.

Hem kol hem de bacakları felç olan (paraplejik) kişiler ise düşünceleriyle kumanda ettikleri dış iskelet giysilerinin içinde dans edebilecekler.

Kaybolan işlevlerin tekrar yerine konmasından öte, motor becerilerini geleneksel biyolojik sınırların ötesine de taşıyabilecekler.

Torunlarımız, kendilerini vücutlarının belirlediği sınırlar içine hapsetmek zorunda kalmayacak, denetleyebildikleri ne varsa onların yardımıyla evrenin bir köşesinden diğerine uzanabilecekler.

ANLAMLILIK NEDEN ANLAMLIDIR?

Beynin girdilere bağlı olarak kendini nasıl yeniden düzenlediğini gördük; ancak beyin kanallarına akan her bilgi, aynı derecede önem taşımaz.

Beynin kendisini nasıl bir ayarlamadan geçirdiği, zamanınızı neyle geçirdiğinizle çok yakından ilişkilidir.? Eğer ornitoloji (kuşbilim) doğrultusunda bir kariyer değişikliğine gitmeye karar verirsiniz nöral kaynaklarınızın çoğu kuşlar arasındaki ince farkları (kanat şekli, göğüs rengi, gaga büyüklüğü gibi) öğrenmenize adanacaktır. Oysa daha önceleri, kuşların beyindeki nöral temsili olasılıkla daha kaba bir sonuca yol açmaktaydı (*Bu bir kuş mu, uçak mı?*).

Kemancı Itzhak Perlman'la ilgili bir rivayete göre, bir konser sonrasında hayranlarından biri ona şöyle der: “*Böyle çalabilmek için ömrümü verirdim.*”

Perlman yanıtı: “*Ben de verdim zaten.*”

Perlman, her sabah yataktan 05.15'te kalkıyor. Duş ve kahvaltıdan sonra, dört buçuk saatlik sabah çalışmasına başlıyor. Öğle yemeği ve bir egzersiz seansından sonra, bir dört buçuk saat daha sürecek olan öğle sonrası çalışmasına geliyor sıra. Konser günlerini saymazsak bu rutini her gün izliyor Perlman. Konser günleri ise programda yalnızca sabah çalışması var.

Beyin devreleri, sonunda yaptığımız şeyleri yansıtır hale geldiğinden, üst seviyedeki bir müzisyenin korteksi de ölçülebilir biçimde farklı olan bir özelliğe bürünecektir. Öyle ki beyin görüntülerinde bile ayırt edebilirsiniz bunu. Görüntülemeyle ilgili eğitim almamış olsanız da. Eğer el hareketlerinde rol oynayan motor korteks bölgesine dikkatle bakarsanız şaşırtıcı bir bulguyla karşılaşacaksınız: Müzisyenlerin kortekslerinde, müzisyen olmayanlarda görülmeyen ve Yunan alfabesindeki omega harfini andıran bir kıvrım vardır. Çalgıyla yapılan ve binlerce saati bulabilen çalışmalar, müzisyen beyinine farklı bir biçim verir.

Bulgular bununla da kalmıyor. Sanatlarına adanmışlıkları, saatler süren çalışmalar ve yorucu seyahat temposu kemancı Perlman ve piyanist Vladimir Ashkenazy'yi ortak bir noktada birleştirse de beyinleri birbirinden o kadar farklı görünüyor ki hangi beynin kime ait olduğunu rahatlıkla çıkarabiliyorsunuz.

Perlman gibi yaylı çalgı sanatçılarında omega işareti genel olarak yalnızca bir yarım kürededir çünkü ayrıntılı hareketleri yapan, sol elin parmaklarıdır. Sağ elin işi ise yalnızca yayı teller üzerinde hareket ettirmekten ibarettir. Buna karşılık Ashkenazy gibi bir piyanistte omega işaretini her iki yarım kürede bulmak mümkündür çünkü her iki el de tuşlar üzerinde çok incelikli örüntüler sergilemektedir. Kortekse şöyle bir bakmakla tarama aygıtı içinde ne tip bir müzisyenin yatmakta olduğunu tahmin edebilirsiniz.

Beynin yeniden düzenlenme biçimi daha da fazlasını söyler bize. Hangi elin *daha çok* ya da *daha az* iş yaptığını yansıtmakla kalmaz bazen *ne* yaptığını da açıklar.

Serena ve Venus Williams gibi profesyonel tenisçiler, maçın harareti içinde doğru hamlelerin (*step, omuz dönüşü, backhand, hücum, gerileme, nişan alma, smaç gibi*) otomatik olarak yapılabilmesi için yıllarını çalışarak geçirir ve hareketleri beyin bilinçdışı devrelerine kazımak için binlerce saat harcarlar. Maçı salt üst düzey bilişsel işlevlerle yürütmeye çalışmak, kazanma şanslarını epeyce düşürecektir. Zaferlerini, beyinlerinin aşırı çalıştırmış ve eğitilmiş düzenekleri işleyebilmesine borçludurlar.

On bin saat kuralını duymuşsunuzdur belki. Kural ister sörfçülük ister mağaracılık ister saksafon çalma, herhangi bir beceride uzmanlaşabilmek için bu kadar saat boyunca alıştırmayı yapmanız gerektiğini söyler. Tam olarak kaç saat gerektiğini belirlemek imkânsız olsa da genel fikir doğrudur: Beynin yeraltı haritalarını gün yüzüne çıkarmak için muazzam sayılarla tekrar yapmanız gerekir.

Yoğun alıştırmaların nöral etkileri yalnızca keman çalmak, tenis raketi savurmak ya da tırmık kullanmak gibi motor çıktılar için değil girdiler için de geçerlidir. Sözgelimi, final sınavları için üç ay boyunca çalışan tıp öğrencilerinin beyinlerindeki gri madde hacmi o kadar değişir ki bu değişim beyin taramalarında çıplak gözle bile seçilebilir. Benzer değişimler, yetişkinlerin bir ayna aracılığıyla tersten okumayı öğrenmeleri sırasında da gerçekleşir. Dahası, Londra'daki taksi şoförlerinde uzamsal navigasyon ile ilgili beyin alanları, nüfusun kalanından gözle görünür biçimde farklıdır. Bu kişilerde hipokampusun bir bölgesi her iki yarımkürede de genişlemiştir. Bu bölge, dış dünyanın içsel haritalarını oluşturmada rol oynar.

Zamanınızı neyle geçirdiğiniz, beyninizdeki değişimleri belirler. Yediğinizden fazlasınızdır aslında; bir anlamda sindirdiğiniz bilginin kendisine dönüşürsünüz.

İşte, Polgar kardeşlerin dünya satranç şampiyonlarına dönüşmeleri de böyle olmuştur. Başarılarının sırrı, satranç becerisini kodlayan bir gen değildi. Bu sır durmaksızın alıştırmayı yapmalarında, beyinlerinde atlar, kaleler, filler, piyonlar, şahlar ve vezirler için güç ve hareket örüntüleri kodlayacak yollar kazınmalarında yatıyordu.

Sonuç olarak beyin, içinde bulunduğu dünyayı yansıtır.

Biraz evvel vurgulandığı gibi, Londra'nın taksi şoförleri, Londra sokaklarını içeren haritayı olduğu gibi ezberlemek zorunda olmalarıyla meşhurdur. Bu iş için aylarca çalışıyorlar ve daha önce de söylediğim gibi, bunun bir sonucu olarak beyin yapılarında fiziksel değişiklikler ortaya çıkıyor.

Ancak ilginçtir, bu şoförlerle ilgili çalışmanın ilk yayımlandığı 2000 yılından beri, bu ölçüde bir ezber işine gerek kalmadı. Şimdilerde Londra'nın bütün sokaklarını ve daha genel olarak da gezegeni kaplayan sokaklar ağını ezberleme işini Google'a bırakmak daha kolay.

Anlaşıldığına göre, güncel yapay zekâ algoritmaları için ilinti ya da anlamlılığın bir önemi yok: Neyi ezberlemelerini istersek onu ezberliyorlar.

Bu, yapay zekanın yararlı bir özelliği olsa da insan zekasına pek de benzememesinin nedeni aynı zamanda. Yapay zekâ hangi problemlerin ilginç ya da belirli bir durumla ilintili olduğuyla ilgilenmez; ona yüklediğimiz her şeyi ezberler sadece. İster bir milyar fotoğrafta atı zebraadan ayırt etsin ister gezegen üstündeki bütün havaalanlarından uçuş verilerini izlesin yapay zekanın, istatistiksel bağlam dışında neyin önemli olup neyin olmadığına dair bir algısı yoktur.

1980'lerde yazar Isaac Asimov, televizyon muhabiri Bill Moyers ile bir söyleşi gerçekleştirmişti. Asimov'un, geleneksel eğitim sisteminin sınırlarını berrak biçimde görebildiği açıktı: Günümüzde insanların öğrenme diye söz ettikleri olgu, size dayatılan bir şeydir. Sınıfta herkes aynı şeyi aynı günde, hızla öğrenmeye zorlanır. Ama herkes farklıdır. Ders gerçekte kimileri için fazla hızlı, kimileri için fazla yavaş, kimileri için de yanlış yönde ilerlemektedir.

Asimov, bireyselleştirilmiş eğitim yaklaşımını benimsemişti. Ayrıntıları görememiş olsa da gözlerini geleceğe doğru kısmış ve internetin varlığını öngörmüştü.

Bill ve Melinda Gates gibi adaptif (uyarlanabilir) öğrenmeyi yaygınlaştırma hedefleri, ilginin tetiklenmesine odaklanan bu çerçeveden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Burada temel fikir, her bir öğrencinin bilgi durumunu hızla belirleyen ve ona bundan sonra ne öğrenmesi gerektiği konusunda talimat veren yazılımlar geliştirmektir. *“Her öğrenciye bir öğretmen”* durumuna benzer şekilde, bu yaklaşım da her öğrenciyi doğru yolda tutmaya yardımcı olarak, bulunduğu belirli noktada ilgisini çekecek materyali ona sunar.

Asimov, Gates ve birçok başka kişi gibi ben de eğitim konusunda internet kullanımına iyimser bakanlardanım. İnternet, öğrencilerin kafalarında beliren sorular için anında yanıt bulmalarını sağlarken, çözümü merak çerçeveleri içinde sunmaktadır. Bu *ne olur ne olmaz* bilgisi ("**belki bir gün gerekir**" düşüncesiyle bir yığın gerçeğin öğrenildiği durum) ile tam zamanında bilgisi (bilginin, yanıtı aramaya başlar başlamaz alındığı durum) arasındaki belirgin farktır. Genel olarak, doğru nöromodilatör karışımına ulaşabilmemiz yalnızca ikincisiyle mümkün olur.

Çinlilerin şöyle bir deyişi vardır: "**Bir bilgeyle geçirilecek bir saat, bin kitaptan fazlasına değer.**" Bu kavrayış, internetin sunduklarının eskilerdeki karşılığıdır aslında: Öğrenmekte olan kişi, öğrenme sürecini bilfiil yönlendirdiğinde (bilge kişiye, yanıtını bulmaya çalıştığı soruyu olduğu gibi sorarak), anlamlılık ve ödül molekülleri de ortamda belirecek, beynin yeniden yapılanmasına izin verecektir. İlgisiz bir öğrencinin üzerine olguları yığmanın, taştan bir duvarda delik açmak için çakıl fırlatmak ya da Fred Williams'a tenisi özümsetmeye çalışmaktan farkı yoktur.

Buradan hareketle eğitimin oyunlaştırılması da kapıyı büyük olanaklara aralar. Adaptif (**uyarlanabilir**) yazılımlar, öğrencileri zorlandıkları noktada çalışmaya devam etmeye iter; ki, bu noktada doğru yanıtı bulmak çileden çıkarıcı olsa da mümkündür. Öğrenci yanıtı ulaşamazsa sorular aynı düzeyde kalacak, doğru yanıtı bulursa zorlaşacaktır. Öğretmenin rolü hâlâ vardır: temel kavramları öğretmek ve öğrenme sürecinde kılavuzluk etmek. Esas olarak beynin devrelerini nasıl uyarlayıp bağlantılarını nasıl yeniden yazdığından yola çıkarsak nörobilimin verileriyle uyumlu bir sınıfın, öğrencilerin kendi tutkularının çizdiği yolda ilerleyerek, insanlığın uçsuz bucaksız bilgi yumağına daldıkları bir sınıf olacağını söyleyebiliriz.

Eğitimin geleceği olumlu görünüyor ama yine de yanıtlanması gereken bir soru var: Beyin, devrelerini deneyimler ışığında kurduğuna göre, ekrana bakarak büyümenin nöral sonuçları ne olabilir?

Kazanan, artık en konuşkan ya da ikna edici kişi değil, telefonunu en büyük hızla çıkarıp sorulan soruyu anında "google'layan" kişidir.

Şimdilerde, yanıtını buluverdiğimiz bir sorudan diğerine geçtiğimiz tartışmalar artık daha hızlı ilerliyor. Hatta kendi kendimize kaldığımız zamanlarda bile bir Wikipedia sayfasına girdiğimizde, sonu olmayan bir öğrenme zincirinde buluyoruz kendimizi. Bir bağlantıdan diğerine, sonra diğerine atlıyor ve altı atlayış sonrasında bir bakıyoruz ki bilmediğimiz farkında bile olmadığımız şeyler öğrenmekteyiz.

Bu durumun yarattığı büyük avantaj, basit bir gerçekten kaynaklanıyor aslında: beynimizde çakan bütün yeni fikirlerin, daha önce öğrenilmiş girdilerin bir karışımından doğuyor olması ve günümüzde, her zaman olageldiğinden çok daha fazla girdi almamız.

Bugünün çocukları, sunduğu zenginlikler açısından eşi görülmemiş bir zamanda yaşıyor artık: Sahip olduğumuz bilgi küresinin çapı patlarcasına büyüyor ve büyürken yeni kapıları aralıyor. Genç beyinler, şimdi birbirinden tümüyle farklı alanların gerçeklerini karşılaştırarak, önceki dönemlerde hayal bile edilemeyecek yeni fikirler üretme fırsatını buluyorlar. Bu durum, insan bilimselliğinin üssel artışını kısmen de olsa açıklıyor: Şu ana kadar görülmemiş bir hızla iletişim kurabildiğimiz gibi, görülmemiş sayıda kaynak karışımına da sahibiz. İnternetin getireceği toplumsal ve siyasi sonuçların neler olacağı açık değil belki; ama nörobilimin perspektifinden bakıldığında, kapılar çok daha zengin bir eğitim düzeyine aralanacak gibi görünüyor.

Beklenmedik Olanı Beklemeye Ayarlanmak

Bitkinin güneş ışığını, bakterinin şekeri aradığı gibi, beyin de bilgi arar. Dünyadan çekip alacağı verileri azamiye çıkarmak için devrelerini sürekli değiştirmeye çalışan beyin, bu süreçte dış dünyanın, kendi öngörülerine karşılık gelen bir iç modelini kurar. Dünya beklentilerine uygun davrandığında, enerji tasarrufuna gider.

Futbolcuları hatırlayalım. Amatörlerin etkinliği oldukça fazlayken, profesyonellerinki azdı.

Bunun nedeni, profesyonellerin dünya hakkındaki öngörü ve beklentilerini doğrudan devrelerine kazımış olmaları, amatörlerinse makul bir tahminde bulunabilmek için çırpınıp durmalarıydı.

Beyin, temelde bir öngörü makinesidir ve kendini sürekli yeniden yapılandırmasına güç veren de budur. Dünyanın genel durumunun bir modelini kurarak isabetli beklentiler oluşturmak, dolayısıyla beklenmedik olana karşı azami ölçüde tetikte kalmak üzere kendine biçim verir.

Öyleyse bir sonraki soruya hazırız demektir: Bunca şey nasıl oluyor da beyindeki hücreler düzeyinde yürütülüyor?

DEĞİŞİMİN KIYISINDA DengeDE DURMAK

İyi Bir Ölümün Yararları

Michelangelo'yu bir heykel üzerinde çalışırken düşündüğümüzde, mermerden şaheserini aşama aşama geliştirdiğini, her parmağa, burna, alna, dökülen giysilere tek tek biçim verdiğini hayal etmek kolaydır. Ama unutmayın, işe dev bir mermer kütleyle başlamıştır sanatçı. Eserleri bir şey eklemesiyle değil, taşı yerinden parça parça çıkarmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu şaheserlerinin temelinde yatan, o koca kütlede zaten var olan olasılıkları keşfetmesi olmuştur.

Bu, beynin daha uzun bir zaman ölçeğinde yararlandığı ilkenin aynısıdır. Nöronlar ne de olsa yaşamlarını sürekli ait oldukları yeri aramakla geçirirler. Duyargalarını çıkarmış durumdadırlar hep. İyi bir cevap aldıklarında yola devam ederler ama yüz bulamadıklarında şanslarını yakınlardaki diğer nöronlarla denerler. Herhangi bir olumlu geribildirim almadıkları bir noktaya geldiklerindeyse belirli bir yere ait olmadıkları mesajını sonunda kabul etmek zorunda kalırlar.

Hücre ölümünün iki yolu vardır. Yeterince besin alamadıklarında (örneğin, bir damarın tıkanması dokuyu kana aç hale getirdiğinde), yangıya neden olan (*enflamatuvar*) kimyasallar dışarı sızarak bol hasara yol açar ve hücreleri inceliksiz denebilecek bir ölüme götürür. Bu süreç "nekroz" olarak bilinir. "Apoptozis" olarak anılan ikinci yol ise hücrelerin planlı intiharıdır. Dükkâmı bile isteye kapatır, işlerini yoluna sokar ve kendi kendilerini tüketirler. Hücrenin apoptozis sonucu ölümü kötü bir şey olmamak bir yana, aynı zamanda sinir sistemini biçimlendirme sürecini yönlendiren motordur.

Embriyonik gelişim sırasında perdeli bir elden tam biçimlenmiş parmaklara giden yol, hücreleri eklemekten değil, yontup çıkarmaktan geçer. Aynı ilke beyin için de geçerlidir. Gelişim sırasında üretilen nöronlar, ihtiyacın %50 kadar fazlasıdır. Bu nedenle kitlesel ölüm, sürecin standart bir uygulamasıdır.

Kanser, Yoldan Çıkmış Plastisiteye mi İşaret Eder?

Kanser süreci kabaca şöyle özetlenebilir: Bir hücre, defalarca bölünmesine neden olan bir mutasyon geçirir. Bu kontrolden çıkmış çoğalmanın sonucunda bir tümör haline gelir ve sistemin geri kalanını tehlikeye atar.

Ancak kanser gerçekte bundan daha karmaşıktır. Bir tümörde, sağkalım için savaşan milyarlarca hücre vardır ve tümör hücreleri birbirlerinden çok farklı olabilirler. Tıpkı beyinde

olduğu gibi, hayatta kalabilmek için aralıksız bir rekabet içinde olmaları gerekir. Ortamdaki besinler sınırlı olduğundan, yaşam bu mücadeleye bağlıdır. Tipik kanserlerde hücrenin geçirdiği mutasyon, ona bu ölüm kalım savaşında az da olsa bir avantaj, dolayısıyla da komşuları karşısında hafif bir rekabet üstünlüğü sağlar. Ancak bu yeni mutant hücre kendini bir kez kopyalamaya görsün, artık kendi hücreleri de birbirleriyle savaşmaya başlayacaktır. Dolayısıyla yeni avantajlar sağlayacak yeni mutasyonlar da ortaya çıkabilir ve yeni kuşak eskisine göre yine biraz güçlenir. Bu hücreler çarpışmaya, evrimleşmeye ve daha iyi savaşçılar haline gelmeye devam eder ve tümör sonunda konakçısı öldürür.

ESKİ KÖYE YENİ ADET **Birçok Kişi Olarak Doğmak**

Genç beyinler, bir bakıma dünyanın beş bin yıl önceki hali gibidir: Farklı olaylar, sınırları birçok farklı yöne itme kapasitesine sahiptir. Ama günümüzde, binlerce yıllık tarihin sonunda dünyanın haritaları da daha bir yerleşmiş gibidir artık. İnsanların kılıçlarını sallayıp tüfeklerini ateşledikleri yüzyılların ardından bölgesel sınırlar artık değişime direnç göstermektedir. Gezgin eşkıya sürüleri ve atlı fatihlerin yerini artık Birleşmiş Milletler ve uluslararası savaş kuralları almıştır.

Ülke ekonomileri artık yağmalanabilir hazinelere değil, enformasyon ve uzmanlığa giderek daha bağımlı hale gelmektedir. Bunun da ötesinde, nükleer silahlanma, çatışma olasılığını daha ürkütücü boyutlara taşır. Dolayısıyla ticari tartışmalar ve göçmenlikle ilgili çekişmelerin varlığında bile ülkeler arasındaki sınırların değişme olasılığı düşüktür.

Beynin olgunlaşması da gezegeninkine benzer. Sınır savaşlarıyla geçen yılların sonunda, nöral haritalar artık kademeli olarak sabitlenmeye başlamıştır. Bu nedenle beyin hasarı, daha yaşlı kesim için son derece tehlikeliyken, gençlerde bu tehlike daha düşüktür. Yaşlı bir beyin, yerleşik alanlara kolay kolay yeni görevler atayamaz; oysa savaşlarına henüz başlamış bir beyin, haritalarını yeniden kurgulama şansına hâlâ sahiptir.

Uyarlanabilirlik ve verimlilik arasında bir ödün ilişkisi vardır: Beyniniz belirli işlerde uzmanlaşırken, diğerlerinin üstesinden gelme gücünü giderek kaybeder.

Dünyaca ünlü kemancı Itzhak Perlman'ın hikayesine dönersek: Hayranlarından biri ona kendisi gibi keman çalabilmek için ömrünü verebileceğini söylediğinde Perlman, **“Ben de verdim zaten,”** yanıtını vermişti. Perlman, bu yanıtla yaşamın bir gerçeğine parmak basıyordu: Bir şeyde başarı göstermek, kapıyı başka şeylerin üzerine kapamak anlamına gelir. Yalnızca tek bir hayata sahip olduğunuzdan, kendinizi adadığınız şey, sizi belirli yollarda yürümeye itecek, diğerleri sizin için sonsuza kadar yürünmemiş yollar olarak kalacaktır.

İşte tam da bu nedenle, bu kitaba filozof Martin Heidegger'e ait, en sevdiğim alıntılardan biriyle başladım: **“Her insan birçok kişi olarak doğar, bir kişi olarak ölür.”**

Beyin de benzer şekilde, nöral ağlar arasında birçok olası yolla işe başlar; zamanla bu yollardan en çok kullanılanlarından ayrılmak zorlaşır. Kullanılmamış yollar giderek incelik ve başarı yakalayamamış nöronlar kepenkleri kapatarak intihar ederler. Onlarca yıl süren deneyimlerle beyin sonunda çevresini fiziksel olarak temsil eder duruma gelir ve kararlarınız geriye kalan, sağlamlaştırılmış yolları izler. Bunun avantajı, problemlere yıldırım hızıyla çözümler üretebilmenizken dezavantajı, bu problemlerin üzerine dizginsiz, yapılandırılmamış yaratıcılıkla yürümenin artık daha zor olmasıdır.

Kullanılabilecek yollar için azalan olasılıklar bir yana, daha yaşlı beyinlerin daha az esnek olmalarının ikinci bir nedeni vardır: Değişim gerçekleşse bile yalnızca küçük noktalarda gösterir kendini. Bebek beyni ise aksine, bu değişimi geniş alanlar boyunca yaşar. Asetilkolin ve benzeri yayın sistemlerinden yararlanan bebekler, bildirimleri beynin bütünü içinde dağıtarak yol ve bağlantıların değişmesine olanak tanır. Beyinlerinin değişebilirlik özelliği her bölge için geçerli olup tıpkı bir Polaroid fotoğraf gibi yavaş yavaş odaklanır. Yetişkin beyinde

değişen ise her seferinde küçük parçalardır. Beyin, öğrendiklerine tutunabilmek için bağlantılarının çoğunu sabitleyerek korurken, esneklik özelliğini yalnızca küçük alanlarla sınırlı tutar.

Sizin için yeni olan bir ülkeye gitmiş dikkatli bir gezginseniz ülkenin sunduğu görüntüleri içinize çeker ve böylece daha fazla yenilik deneyimler, daha fazla öğrenir ve dikkatinizin dağılım alanını geniş tutarsınız. Sonuçta evinizdeyken çok az şeye dikkat edersiniz; her şey fazlasıyla öngörülebilirdir. Yolculuğa çıktığınızda, bütün bilinciniz harekete geçer. Bu açıdan bakılırsa bir şeyle fazlaca meşgul olup ona dikkatimizi verdiğimizde, bir anlamda yeniden bebekliğimize döneriz.'

Bebeklerle yetişkinler arasındaki farkları görmek kolaydır ama birinden diğerine gerçekleşen nöral dönüşümler düz bir çizgide ilerlemez. Süreç, daha çok kapanıveren bir kapıya benzer. Bir kez kapandı mı, büyük ölçekli değişimlerin sonu gelmiş demektir.

Hassas Dönem

İletişim kurma becerisini kazanmak, ayrıca dilin aksan gibi daha incelikli yönlerini yakalamak, belirli bir zaman aralığında mümkündür.

Oyuncu *Mila Kunis*, Amerikan İngilizcesini konuşmasında belirgin bir aksan algılanmaksızın konuşur ve bu nedenle birçok kişi onun Ukrayna'da doğup büyüdüğünü, yedi yaşına kadar da tek kelime İngilizce konuşmadığını bilmez. Buna karşılık, yirmili yaşlarının başından beri Hollywood ve Amerikan sinemacılığıyla temas halinde olan *Arnold Schwarzenegger'in* Avusturya aksanından kurtulması pek mümkün görünmüyor çünkü İngilizce konuşmaya, beyni açısından fazla geç başlamış.

Genelde, yeni bir ülkeye ilk yedi yılınız içinde giderseniz hassas dönemin pencereleri hâlâ açık olacağından, bu yeni dilde ülkenin vatandaşları kadar akıcı konuşabilirsiniz. Ülkede yaşamaya sekiz ila on yaşları arasında başlarsanız uyum süreciniz biraz daha zor olsa da buna oldukça yaklaşırsınız. Ama oraya taşındığınızda onlu yaşlarınızı Arnold gibi geride bırakmışsanız, akıcı konuşma düzeyiniz de olasılıkla düşük kalır ve geçmişinizi ele veren aksandan kurtulamazsınız. Konuşma açısından farklı bir kültürle bütünleşme beceriniz, sadece on yıl kadar açık duran bir kapıdan geçmenize bakar.

Göz hizalanması bozuk olarak doğan çocuklara yardımcı olabilmek adına, rekabet ilkelerinden nasıl yararlanabileceğimize daha önce değinmiştik. Bunun bir yolu, sağlam gözü bir süreliğine kapatıp zayıf göze kaybettiği alanı yeniden kazanmak için mücadele şansı tanımaktır. Ama sağlam gözün kapatılması işinin, hassas dönemde, yani kabaca ilk altı yıl içinde gerçekleşmesi önemlidir: yoksa geç kalınmış demektir. Göz, bundan sonra kurtarılamaz. Altı yaştan sonra beyindeki toprak yollar otoyola dönüşmüş ve artık değiştirilemez hale gelmiştir. Aynı şeyler körlük için de geçerlidir.

Son tahlilde: Dil öğrenme, görebilme, sosyal etkileşim kurabilme, normal yürüyebilme becerileri ve normal bir sinirsel gelişim, çocukluğun erken yıllarıyla sınırlıdır. Belli bir noktadan sonra bu beceriler kaybolur. Beynin en işe yarar bağlantıları kurabilmesi için doğru girdileri doğru zaman aralığında alması gerekir.

Yavaş yavaş azalan esnekliğin bir sonucu olarak, çocuklukta yaşadıklarımızın üzerimizdeki etkisi büyüktür. Buna ilginç bir örnek olarak, bir insanın boy uzunluğu ile aldığı maaş arasındaki ilişkiye bakabiliriz. Amerika'da uzunluğa eklenen her bir inç (*2,5 santimetre*), net maaşta %1,8'lik bir artışa karşılık gelir. Peki, neden? Çoğunluğa göre bu durum işe almada uygulanan ayrımcılığın bir sonucudur: Herkes, verdiği hükmedici izlenimden dolayı uzun kişiyi işe almak ister. Ama bunun daha derin bir nedeni olduğu anlaşılıyor.

Bir erkeğin gelecekteki maaşının en iyi göstergesi, *on altı yaşındayken* sahip olduğu boy uzunluğudur ve bundan sonra ne kadar uzadığı, sonucu değiştirmez. Bu sonucu nasıl

çıkarıyoruz? Durum, insanların beslenme tiplerindeki farkların bir etkisinden kaynaklanıyor olabilir mi? Hayır. Araştırmacıların yedi ve on bir yaştaki boy uzunluğu ile beslenme ilişkilendirdikleri bir çalışmada, etkinin o kadar güçlü olmadığı anlaşılmıştı.

İşçiliğin devreye girdiği meslekler ya da sanatsal mesleklerde bu etki daha azdır. Gelişme döneminde insanların size nasıl davrandığı, özsaygı, kendine güven ve liderlik açısından duruşunuzu belirlemede büyük rol oynar.

Aristoteles'in iki bin dört yüz yıl önce belirttiği gibi, "*Çocuklukta kazandığımız alışkanlıklar ufak bir fark değil, farkın tamamını yaratır.*"

Hassas dönem kavramını açıklamak için aniden kapanan kapı benzetmesinden yararlanmıştım. Şimdi bu benzetmeyi bir sonraki aşamaya taşıyabiliriz. Bir değil, birçok kapıdır söz konusu olan.

Kapılar Farklı Hızlarla Kapanır

Beyin ilk günlerinde etkiye o kadar açıktır ki kimi zaman başı belaya bile girebilir. Sözelimi, yumurtadan çıkan kaz yavrusu, gördüğü ilk hareketli nesneye ebeveyni gözüyle bakar. Bu birçok durumda işe yarar bir stratejidir çünkü gözünün ilk çarptığı şey çoğunlukla annesidir zaten. Ama yanlış koşullarda pekâlâ yanılabilir de. 1930'lu yıllarda zoolog Konrad Lorenz¹, kazların kendisini "**mühürlemeleri**" (*imprinting*)² için hiç de fazla çaba harcamak zorunda kalmamıştı; kaz yavruları yumurtadan çıktıktan sonra, o kısacık plastisite aralığında ortalıkta belirivermesi, yavruların onu bir ebeveyn gibi görüp peşinden koşturmaları için yetip de artmıştı bile.

Onca Yıldan Sonra

Fizikçi Alan Lightman, otuz beş yaşında olduğu 1984'te *The New York Times*'e kısa bir yazı yazmıştı. "***Elapsed Expectations***" (***Geçip giden Beklentiler***) başlığını taşıyan yazıda, artık kemikleştiğini hissettiği zihninden yakınmaktaydı: "*Sporcular gibi, bilim insanlarının da en verimli ve üretken oldukları zaman, gençlik yıllarıdır. Isaac Newton yerçekimi yasasını bulduğunda 20'li yaşlarının başlarında, Albert Einstein özel görelilik kuramını biçimlendirdiğinde 26 yaşındaydı. James Clerk Maxwell ise elektromanyetik kuramı ortaya koyup kırsaldaki evine çekildiğinde 35 yaşındaydı. 35 yılı devirdiğim birkaç ay öncesinde, fizikteki kariyerimi gözden geçirdiğim tatsız ama karşı konulmaz düşüncelere daldım. Bu yaşa ya da en fazla bir iki yıl sonrasına kadar, en yaratıcı başarılarınızı ortaya koymuş ve görünür kalmışsınızdır. Ya bu malzemeye sahipsinizdir ve onu kullanmışsınızdır ya da geçmiş olsun.*"

Bu yakınmalar, yaşlanmakta olanlar için çok tipiktir. Ama neyse ki beyin plastisitesi yıllar içinde azalsa da var olmayı sürdürür.

Canlı bağlantılılık, yalnızca gençlerin tadını çıkardığı bir ayrıcalık değildir. Nöronlar düzeyindeki yeniden yapılanma, bütün yaşamımız boyunca devam eden bir süreçtir: Fikirler üretir, yeni bilgileri toplar, insan ve olayları hatırlarız. Evet, esnekliği azalmıştır belki ama Roma evrim geçirmeye devam etmektedir. Kent, yirmi yıl önceki kent değildir. Heykellerin arasına baz istasyonları ve internet kafeler serpilmiştir artık.

İşlevsiz unsurları değiştirmek zor olsa da kent daha ince noktalarda yeni koşullara göre ilerleme kaydeder. Tıpkı mimarisi büyük ölçüde yerine oturmuş bir kütüphanenin içeriğinde gerçekleştirilen değişimler gibi.

Sonuç olarak, aktif bir zihinsel yaşamın çok yaşlılarda dahi yeni bağlantıları teşvik ettiğini söyleyebiliyoruz.

²**Mühürleme (*imprinting*)**: hayvanlarda doğumdan ya da yumurtadan çıktıktan hemen sonra ortaya çıkan ve belirli bir birey (hayvan veya insan) ya da nesnenin ebeveyn olarak görüldüğü, uzun dönemli bir davranış. (ç.n.)

Demek ki öğrenme her yaşta gerçekleşebiliyor. Peki, beyin olgunlaştıkça bu süreç neden yavaşlıyor? Nedenlerden biri, çok sayıda kapının kapanmış olması. Ama duruma bakmanın bir yolu daha var. Beyindeki değişikliklerin, içsel model ile dış dünyada olup bitenler arasındaki *farklarla* yönlendirildiğini unutmayın. Dolayısıyla beyin, yalnızca beklenmedik bir durum karşısında değişim geçirir. Yaş alıp dünyanın kurallarını *(ev yaşamınızdaki beklentilerden, sosyal çevrenizde karşılaştığınız davranışlara ve tercih ettiğiniz yiyeceklere kadar)* çözümlmeye başladıkça, yeni uyarılar karşısında giderek daha az zorlanan beyniniz, bu nedenle yerine yerleşmeye başlar.

Ülkelerin yerlerine yerleşme biçiminde de karşılaşırsınız bu örüntüyle. Herhangi bir ülkedeki anayasal değişiklikleri ele alalım: Değişikliklerin büyük bölümü başlangıçta, ülkenin, kendisini yönetmede yararlanacağı stratejileri öğrenmekte olduğu sırada gerçekleşir. Anayasanın artık yerine oturmuş olduğu daha sonraları, değişiklikler de seyrelir. Sözelimi, ABD Anayasası'nda değişikliklerden on ikisi, ilk on üç yılda gerçekleşmişti, izleyen yirmi yıllık dönemlerin tamamında değişikliklerin azami sayısı dörtte kaldı ve çoğu dönemde herhangi bir değişiklik yapılmadı. 1992'de onaylanan Yirmi Yedinci Yasa Değişikliği, gerçekleşen son değişikliktir ve Anayasa o zamandan bu yana olduğu gibi kalmıştır. Ülkeler dünyaya uyum süreçlerini bu şekilde, yavaş yavaş hafifletirler: Başlangıçtaki yoğun değişim dönemi, yerini ülkenin işlevsellik için ihtiyaç duyduğu yerleşik ve işler bir modele bırakır.

Aynı şekilde, beyin *"katlaşması"* da dünyayı anlamadaki başarısını yansıtır. Nöral ağların yerlerine daha derinlemesine yerleşmelerinin nedeni kaybolan işlevler değil, dünyayı çözümlenmede göstermiş oldukları başarıdır. Öyleyse bir çocuğun plastisitesine bir daha sahip olmak ister misiniz gerçekten? Online çıkan her şeyi soğuran süngerimsi bir beyin insana cazip gelse de yaşam oyunu büyük ölçüde kuralları çözümlenmekle ilgilidir.

Ya yaşam boyu biriktirdiğiniz anılar?

Beyin plastisitenizi yenileyecek bir kapsül yutabildiğinizi farz edin: Bu size nöral devreler ağını yeniden programlama olanağını sağlıyor;

öyle ki yeni dilleri artık hızla öğrenebiliyor, konuşmada yeni aksanlar kazanıyor ve fizikle ilgili yeni bakış açılarına sahip oluyorsunuz. Ama bunun bedelini, daha önce yaşamış olduklarınızı unutarak ödüyorsunuz. Çocukluk anılarınız siliniyor ve üzerlerine yeni şeyler yazılıyor. İlk sevgiliniz, Disneyland'e ilk gidişiniz, anne babanızla kurduğunuz etkileşim: hiçbirinin, uyanınca sönen bir rüyadan farkı kalmıyor. Buna değer mi sizce?

HATIRLAR MISIN ...

TILLIE OLSEN'in ölmekte olan bir büyükanneyle ilgili çizdiği portre, çocukluk anıları zengin ve erişilebilir kaldığı halde, yakın geçmişe ait anıları yok olan bir kadını anlatır. Demanslı birini tanıdıysanız bu örüntüyü fark etmişsinizdir.

Nörolojide fark edilmiş en eski örüntülerden biridir bu. Bu gözlem, eski anıların yenilerinden daha kararlı olduğunu gözlemlediğinde şaşırın Fransız psikolog Theodule Ribot tarafından 1882'de literatüre geçirilmişti. Bugün Ribot yasası olarak bilinir ve hayatlarının sonuna yaklaşmakta olan bazı insanların neden tekrar çocukluk dillerine döndüklerini açıklar.

Albert Einstein 1955'te New Jersey'nin Princeton kentindeki bir hastanede ölmek üzereyken son sözlerini söylemişti. Büyük fizikçinin ne dediğini herkes merak ediyor ama hiçbir zaman bilemeyeceğiz. Nedeni, o esnada yanında bir hemşire olmaması değil, sözleri Almanca, yani anadilinde söylemiş olmasıydı. Gece hemşiresi yalnızca İngilizce bildiğinden, Einstein'ın son sözleri kaybolup gitti.

Ribot'nun, bu bellek örüntüsünün tuhaflığı karşısında duyduğu heyecana şaşmamak gerek çünkü diğer depolama sistemleri böyle çalışmaz. Kurumsal bellek, eski yönetim dönemlerini unuttur; eğitim kurumları daha çok yakın geçmişteki eğilimlere odaklanır; kent

yönetimleri de geçmiş yüzyılların başarısını düşünmek yerine, elde ettikleri son başarılar hakkında böbürlenip dururlar,

Öyleyse beyin neden ters yoldan yapar bu işi? Neden eski anılar giderek sağlamlaşır? Arka planda çalışan ilkeleri anlamak, bize kritik ipuçları sağlayacaktır. Böylece canlı devre kavramının en önemli yönlerinden birine geçiyoruz: bellek fenomeni.

Gelecekteki Kendinizle Konuşmak
Ayrılık saati gelip çatmadan,
Haydi çabuk, ilacınla yetiş bana Bellek! Matthew Arnold

Memento filminde, Leonard Shelby kısa dönemli belleği uzun dönemli belleğe dönüştürme yeteneğini kaybetmiştir (bu durum “anterograd amnezi” ya da “ileriye dönük bellek kaybı” olarak bilinir). Beş dakikalık bir zaman aralığında ne olup bittiğini hatırlasa da öncesindeki her şey sönüp gitmektedir. Bu nedenle görevini unutmamak için önemli bilgileri doğrudan derisine dövme olarak işletir. Bu, onun için zamansal bir çizgi üzerinde kendisiyle konuşmanın bir yoludur.

Hepimiz Leonard Shelby’ye benzeriz ama bizler o kritik *neredeyim ben* bilgisini derimize değil, nöral devrelerimize kazırız. Gelecekteki kendimiz, neler yaşadığımızı ve buna göre ne yapılacağını ancak böyle bilebiliriz.

Özellikle son zamanlarda yapay nöral ağlar alanı büyük hız kazandı. Alanın yükselişinde rol oynayan etkense yeni teorik gelişmelerden çok, kazanılmış olan muazzam bilgisayımsal güç.

Bu güç, devasa yapay ağların milyonlar ya da milyarlarca birimle simüle edilmesine olanak tanıyor. Ağlar ise dünyadaki en iyi satranç ve Go oyuncularını alt etmek gibi muazzam başarılar gerçekleştirmiş durumda.

Ancak yarattıkları bu heyecana karşın, yapay ağların beyin çalıştığı gibi çalışması için henüz uzun bir yol var önümüzde. Bunlar akıllara durgunluk veren etkileycilikte olsalar da verilen görevlerde yapılan yer değiştirmeler karşısında (*sözgelimi, kedileri köpeklerden ayırt etme görevi yerine kuşları balıklardan ayırt etme görevi*) son derece başarısızlar. Yapay ağlar beyinden esinlenmiş oldukları halde ancak kendi basitleştirilmiş yollarında ilerlemeye devam edebiliyorlar. Beynin sihri (*yapay nöral ağların yapamadığı şeyleri yapması*) anlamak için belleğin gerçek, biyolojik yüzüyle üstesinden gelmek zorunda olduğu şeyler ve yararlandığı numaralara dikkatle bakmamız gerekiyor.

Anıların Düşmanı Zaman Değil, Başka Anılardır

Beynin karşı karşıya olduğu ilk sorun, uzun ömürlü oluşudur. Hayvanlar değişken ve zorlayıcı ortamlarda yaşadıklarından, yeni bilgileri bir süreklilik içinde yıllar boyunca almak zorundadırlar. Ancak ömür boyu öğrenme, iki durum arasında kurulan dengeyi korumaya, yani eski verileri korurken bir yandan yenilerini edinmeye bağlıdır. Yapay nöral ağlarda “*eğitim aşaması*”nda -ve genellikle milyonlarca örnek eşliğinde- gerçekleştirilen öğrenme, ardından “*hatırlama*” aşamasıyla sınırlanır. Ancak hayvanların böyle bir lüksü yoktur. Yaşadıkları süre boyunca anın gereklerine uygun olarak bir yandan öğrenip bir yandan hatırlamak zorundadırlar.

Belleği tıka basa dolu yapay ağlar, sonunda bir bellek çamuruna dönüşür. Daha önce kazanılmış anılar, sistemdeki yeni etkinliklerle bulanıklaşır ve bu o kadar hızlı olur ki izlediğiniz bir tiyatro oyununda birinci sahnenin sonuna geldiğinizde, oyunun başlangıcını hatırlamazsınız bile. Bu sorun kararlılık/plastisite ikilemi olarak bilinir: Beyin, bir yandan

üzerine yeni bilgiler alırken bir yandan da öğrendiklerini nasıl saklar? Anıların bir şekilde korunması gerekir ama zamanın getirdiği tahripten değil, diğer anıların işgalinden.

Yapay nöral ağlar bellek çamuru sorunundan mustarip olsalar da gerçek beyinler değildir. Yeni bir kitap okuduğunuzda belleğiniz eşinizin adını silmez, yeni bir sözcük öğrendiğinizde genel sözcük dağarcığınız daha kötüye gitmez.

Beynin bir şekilde eski anılara kilit vurup ikilemi böylece aşabiliyor olması, bize tablonun, bir ağdaki sinapsları sadece güçlendirip zayıflatmaktan ibaret olmadığını söyler. Devreye giren başka şeyler de vardır.

Kararlılık/plastisite ikilemine getirilecek ilk çözüm, bütün sistemin aynı anda değişmediğinden emin olmaktır. Esneklik, ilinti temelinde yalnızca küçük noktalarda açılıp kapanıyor olmalıdır. Ve böylece, ağdan her etkinlik geçtiğinde değil, yalnızca uygun yer ve zamanlarda öğrenme mümkün olur. Bu özgüllük, ağın bellek çamuruna düşüşünü yavaşlatır çünkü sinaptik gücü yalnızca önemli bir şey olduğunda, sözcelimi, yeni bir meslektaşın adını duyduğunuzda, ailenizle ilgili bir haber aldığımızda ya da en sevdiğiniz dizinin yeni sezonunun yayınlandığını öğrendiğinizde değiştirir.

Zamansal Ölçeklerin Etkileşimi

“Anılar yaşamı güzelleştirir ama yaşamı çekilir kılan, yalnızca unutmaktır.” Balzac

Bundan birkaç yıl önce yazar Stewart Brand, bir uygarlığı anlamak için birbirleriyle eşzamanlı ancak farklı hızlarla çalışan birçok katmanı ele almak gerektiğini ileri sürmüştü. Moda hızla değişir örneğin, ama bir alandaki ticari arayışlar görece yavaş seyrediyor. Altyapının (*cadde ve binalar gibi*) değişimi ise daha kademelidir. Bir toplumun bağlı olduğu kural ve yasalar (yani yönetimi), durumu değişim rüzgarlarına karşı kararlı tutmaya çalıştıklarından, çok yavaş bir uyarlamadan geçerler. Kültür ise derin bir hikâye ve gelenek temelinde, kendi zaman çizelgesine uygun olarak telaşa kapılmaksızın ilerler. En alt katmanda, yüzyıllar ya da binyıllar ölçeğinde ağır ağır yürüyen doğa vardır.

Her zaman fark edilmese de bütün katmanlar birbiriyle etkileşim halindedir. Daha hızlı olanları, biriktirdikleri yeniliklerle yavaş katmanlara yol gösterir; yavaş katmanlarsa hızlı katmanlara denetim ve yapı sağlar.

Bir kültürün sahip olduğu güç ve direncin kaynağı, sistemin katmanlarından herhangi biri değil, bunların birbirleriyle kurdukları etkileşimdir.

Hıza göre katmanlara ayırma ilkesi, beyni ele alırken de işe yarar. Beynin hız katmanları modadan yönetime, yönetimden doğaya değil, hızlı biyokimyasal zincirlerden gen ifadesindeki değişimlere doğru uzanır.

Bir astronot, yörüngede geçirdiği uzun bir yolculuktan döndüğünde, kapsülden çıktığı gibi Starbucks'ın yolunu tutmaz. Önce dünyanın yerçekimi koşullarında nasıl yürüyeceğini, neredeyse sıfırdan hatırlaması gerekir. Ama bu yeniden öğrenme süreci hızlıdır; yeniden bebekliğe dönmesine gerek yoktur. Hatta uçuştan hemen sonra gösterdiği performans, beyindeki birikimin derinliğini de gün yüzüne çıkarır ve yeniden yürümeyi ne kadar hızlı öğreneceği konusunda doğru bir öngörü sağlar.

Belleğin Bin Bir Çeşidi

İlk bakışta sandığımızın aksine, bellek tek bir şey değildir ve birçok alt tipten oluşur.

En geniş sınıflamayla “kısa dönemli bellek” (bir telefon numarasını, onu tuşlayacak süreyle hatırlayabilmeniz) ve “uzun dönemli bellek” (iki yıl önceki tatilinizde neler yaptığınızı hatırlamanız) vardır bir kere.

Uzun dönemli bellek, kendi içinde “bildirimsel bellek” (*isimler ve olayların hatırlanması gibi*) ve “bildirimsel olmayan bellek” (*bisiklete binmek gibi yapabildiğiniz ama nasıl yaptığınızı dile getiremediğiniz şeyleri kapsar*) şeklinde ayrılır.

Bildirimsel olmayan bellek kategorisi de bazı alt tipler içerir. On parmak klavye kullanmayı hatırlamanızın ya da bir gofret ambalajının açıldığını duyduğunuzda tükürük salgılamanızın ardındaki neden, bu alt tiplerle açıklanır.

KURT İLE MARS KÂŞİFİ

Düşünün ki bacağı kapana sıkışan bir kurt, bacağı kemirir ve yoluna topallayarak da olsa devam eder. Bunu bir de Mars keşif aracı *Spirit*'te olanlarla karşılaştırın.

Araç kızıl gezegenin yüzeyine 4 Ocak 2004'te indikten sonra, yüzeyde yıllarca başarıyla gezindi. Ancak 2009'un sonlarında, ağırlığı iki yüz kiloya yaklaşan araç toprağa saplanıp kaldı. Kıpırdayamamasının bir nedeni, sağ tekerleğinin artık çalışmamasıydı. Mars topraklarında öylece kalakalan *Spirit'in* güneş panelleri, güneşe yönlenebilir değildi. Araç sonunda gücünü kaybetti ve kış süresince onarılmaz hasarlar aldı. 22 Mart 2010'da Dünya'ya son şarkısını ışınlatarak kapandı.

Spirit, yine de programlanmış ömür uzunluğunu kahramanca aşmayı başarmıştı. Ama onun yerine, gezegende ancak birkaç yıl yaşadıkten sonra kemik yığınının dönüşecek bir insan kolonisi göndermiş olsaydık acımız çok daha büyük olurdu.

Bu sözlerim, NASA'nın olağanüstü mühendislik başarısına bir eleştiri olarak alınmamalı. Sorun, hâlâ sabit donanımlı robotlar üretiyor olmamız. Günümüz robotlarından biri bir tekerlek, dingil ya da kartının bir parçasını kaybedecek olursa oyun bitti demektir. Ama hayvanlar aleminin dört bir yanındaki canlılar, hasar aldıkları halde yollarına devam edebilirler. Topallar, vücutlarını sürükler, zıplar ve bir zaafi diğerine tercih etmek suretiyle hedeflerine doğru yol almak için ellerinden gelen her şeyi yaparlar.

Kapana kısılmış kurt, kendi bacağı kemirerek kurtulur. Beyni bu sıra dışı vücut planına uyum sağlar çünkü kendisini yeniden emniyete alması, ödül sistemleri için *anlam* taşır. Kurdu yiyeyeğe, barınağa ve sürünün desteğine ihtiyacı vardır. Dolayısıyla beyin onu o noktaya taşıyacak bir çözümü ne yapıp edip bulacaktır.

Keşif aracı ile kurt arasındaki bu fark, “*bilgi*” ile “*amacı olan bilgi*” arasındaki farka karşılık gelir. Kapana kısılmış kurt, *Spirit*'ten farklı olarak azimle yönelir hedefe. Hedef ise tehlikeden kaçıp güvenle sığınabileceği bir yer bulmaktır.

Tabiat Ana, kurt beyninin devrelerini sabitlemenin anlamsız olduğunu bilir. Vücut planları değişir. Çevre değişir. Beceri ve olanaklar ile eylemler arasındaki karmaşık ilişki değişir. Önceden tanımlanmış bir devreler ağı yerine, her şeyi gerektiği anda optimize edebilen, kendini ayarlayarak hedeflerine etkili biçimde ulaşabilen infotropik bir sistem inşa etmek daha iyi bir plandır. Bazı hedefler uzun dönemli (*sağkalım gibi*), bazıları da kısa dönemlidir (kaçan geyiği yakalamak için kuşatma stratejisi belirlemek gibi). Hangisi olursa olsun beyin, kendini bu hedeflere yönelebileceği şekilde ayarlar.

Öyleyse hasar gören robotlar, çalışmaya devam edebilmek için neye gereksinim duyardı? Değişikliğe uğramış bir vücut planını yönlendirme becerisi yanında, yeme, sosyalleşme ve hayatta kalma arzusunun.

Bunlar elde olduğunda, tekerleklerini kaybettiklerinde ya parçaları hasar gördüğünde, devrelerinin geri kalanını başlanan işi bitirmek için kendilerini ayarlayabilirdi. Mars keşif aracının saplanan tekerleğini kesip atabildiğini ve hareketi kalan tekerleklerine aktarabildiğini bir düşünün.

Peki, canlı devre ilkelerini, ürettiğimiz aygıtların bünyesine katmaya nasıl başlayabiliriz?

Birinci yol, Tabiat Ana'nın zaten geliştirmiş olduğu şeyleri taklit etmektir. Örnek olarak, mağaralarda yaşayan kör bir balık olan Meksika tetrasının vücudunu kaplayan alıcıları ele alalım: Balık, su basıncı ve akışını algılayarak çevresini saran zifiri karanlık sulardaki yapıları deşifre edebilir. Bu balıktan esinlenen Singapurlu mühendisler, alıcıların yapay örneklerini denizaltılar için üretmişlerdir. Sonuçta, sualtı araçlarındaki ışıklar çok fazla enerji tükettikleri gibi, ekosistemlere zarar da verirler. Meksika tetrasından esinlenerek yapılan küçük ve düşük güçteki alıcılar dizisiyle umut edilen, sudaki dalgalanmalar aracılığıyla karanlıkta "görmek"tir.

Acılarla yapılan biyomimikri (*doğayı taklit*) çalışmaları harika bir başlangıçtır ama yalnızca bir başlangıçtır. Asıl zorluk, yeni tak-çalıştır aygıtlarını bünyesine katabilecek bir sinir sistemi tasarlamaktır.

Canlı devrelerin keşif araçları, arabalar, çipler ve şebekelere getireceği avantajların ötesinde, biyolojinin mimari gibi alanları yeniden tanımlayacağı günleri görmeyi de umuyorum. Şu anda var olan en muhteşem yapılarımız, doğanın yaratıları (*nöronun etkileyici yapısından beyinciğin benzersiz tasarımına ya da kolların kıvrak dansına kadar*) yanında soluk kalıyor. Peki, mimarlar da biyolojiden esinlense?

Banyolarındaki trafiğin yoğunluğunu algılayarak daha fazla musluk tapası, klozet ve kanalizasyon borusunun hızla üretimini sağlayacak çekici ve itici maddeler salabilen bir bina düşünün. Ya da gözünüzün önüne kendi mimarisinin farkında olan ve sinir sistemini yapılan değişikliklere uygun biçimde ayarlayabilen bir ev getirin: Yeni bir oda eklendiğinde havalandırma boruları ve elektrik kabloları odaya doğal bir şekilde uzanıyor.

Evin beyni yeni bir ayarlamadan geçerek, evin görünüşüyle ilgili yeni bir duyum geliştiriyor. Benzer şekilde, evin bir bölümü kaza sonucu hasar gördüğünde, kaynaklar da dinamik biçimde yeniden yapılandırılıyor: Hasar gören mutfak, daha büyük olan eski haliyle gördüğü işlevleri daha küçük bir alanda sürdürmek için tezgâh alanını ve elektronik eşyaları yeniden düzene sokuyor. İleride hayalet buzdolabı ağrısıyla baş etmek zorunda kalsak da en azından duvarları dökülen demode evlerle uğraşmak zorunda kalmayacağız.

Ve düşünün ki birbirlerinden aldıkları işaretlerle kendilerini bir yapı oluşturacak şekilde düzenleyebilen (*tıpkı tek haldeki nöronların gruplaşarak daha büyük çekirdekler oluşturmaları gibi*) tuğlalar yapmayı başardık. Ya da açı değiştirip dönebilen ve böylece aldıkları güneş ışığını, gölge oranını, su erişimlerini ve maruz kaldıkları rüzgâr miktarını dinamik olarak optimize eden binalar. Belki de yangın tehlikesi belirdiği ya kıyı çizgisi uzun bir zaman aralığında değiştiğinde ayaklanıp daha iyi bir noktaya yerleşebilecek türden yer değiştirebilir binalar yapabileceğiz. Canlı devre olgusunu daha iyi kavramaya başladıkça mühendisliğin gösterebileceği gelişmelerin ucu bucağı yok.

Son olarak şunu da belirtelim: Kendini yapılandırabilen aygıtların geleceği, onarımları konusundaki anlayışı da değiştirecektir. İnşaat işçileri ya da araba tamircilerini şaşırtacak durumlar ender çıkar ortaya. Binanın ya da motorun bir bölümünün hasar görmesi, aşağı yukarı öngörülebilir sonuçlar doğurur. Genç nörologlarsa aksine, kendilerini sıklıkla tereddüt ve kendine güvensizlik içinde bulur.

Uzak gelecekteki torunlarımızın Endüstri Devrimi tarihine baktıktan sonra şu soruyu soracaklarını tahmin ediyorum: Sadece doğanın milyar yıllık biyoloji devriminin dört bir yanımızı sarmış ilkelerini taklit etmek varken, bu sıçramayı yapmak için neden bu kadar beklendi?

Öyleyse, teknolojimizin elli yıl sonra neye benzeyeceğini soran bir gence şöyle diyebilirsiniz: "Yanıt, tam olarak gözlerinin arkasında."

Canlı devre olgusu, doğanın insanın ağzını açık bırakan bir numarası olmaktan fazlasıdır; belleği, esnek zekayı ve uygarlıkları mümkün kılan temel bir numaradır.

Canlı devre kavramı, ister istemez düşünme biçimimizin de standart bir parçası haline gelecek, çevremizdeki dünyayı anlamaya çalıştıkça, beynin rolünü de artan bir açıklıkla göreceğiz.

1990'ların ortasında Amerika'da işlenen suçlarda gerçekleşen ani inişi düşünün. Bir tahmine göre bu düşüş tek bir yasal unsura, araçların kurşunlu benzinden kurşunsuz benzine geçişini zorunlu kılan Temiz Hava Yasası'na bağlıydı. Buna göre havada daha az kurşun olması, yirmi üç yıl içinde suçların önemli oranda düşmesine neden olmuştu. Havadaki yüksek kurşun oranlarının, bebeklerin beyin gelişim sürecinde sorunlara yol açarak, daha dürtüsel davranışlara ve uzun dönemli düşünmede yetersizliğe neden olabildiğini artık biliyoruz.

Peki, kurşun düzeyleri ile suç arasındaki ilişki bir tesadüf mü? Muhtemelen değil. Kurşunsuz benzine farklı zamanlarda geçiş yapan farklı ülkelerin hepsinde suç oranının yaklaşık yirmi üç yıl sonra -yani büyürken daha az kurşuna maruz kalan çocukların yetişkinliğe adım attığı sıralarda- düştüğü gözlenmiştir. Varsayımın gerçekten doğru olması, Temiz Hava Yasası'nın, suçla mücadelede Amerika tarihindeki diğer bütün politikalarından daha etkili olduğu anlamına gelir.

Üzerinde daha fazla araştırma yapılması gerekse de bu varsayım, canlı devre oluşturma sürecinin moleküller, hormonlar ve zehirli maddelerce etkilenebileceğini vurguluyor. Beyin plastisitesinin önemi konusunda kuşkuya kapıldığımız olduysa, emin olun ki kolları bireyden topluma kadar uzanıyor.

Canlı devrelerimiz sayesinde, her birimiz gerçekte birer zaman ve uzay gemisiyiz. Dünyanın belirli bir noktasına iner ve o noktanın ayrıntılarını emeriz. Temelde dünyada geçirdiğimiz zamanı kaydeden birer kayıt cihazına dönüşürüz.

Kendinizden daha yaşlı biriyle tanışıp fikirleri ve dünya görüşü karşısında afalladığımızda, onu, kendi zaman penceresini ve kendi deneyimlerini kaydeden bir cihaz olarak düşünüp empati kurmaya çalışabilirsiniz. Unutmayın ki günün birinde sizin beyniniz de sizden daha sonraki kuşağı çileden çıkararak, zamanın kemikleştirdiği o fotoğrafa dönüşecektir.

İşte size kendi gemimden bir cevher: Hatırlıyorum da 1985'te **"We Are the World"** adında bir şarkı çıkmıştı. Afrika'daki yoksul çocuklar için para toplamak amacıyla yazılan şarkı, düzinelerce tanınmış müzisyenin katılımıyla kaydedilmişti. Şarkının teması, herkesin mutluluk ve refahı için her birimize sorumluluk düştüğü şeklindeydi.

Şarkıya şimdi dönüp baktığımda, bir nörobilimci olarak ister istemez başka bir anlam daha çıkıyor benim için. Yaşamımız süresince, genellikle hep bir *ben* ve bir de *dünya* olduğunu düşünerek yol alırız. Ama bu kitapta gördüğümüz gibi, kim olduğumuz, etkileşim kurmuş olduğumuz her şeyin bir sonucudur: çevremizin, deneyimlerimizin, dostlarımızın, düşmanlarımızın, kültürümüzün, inanç sistemimizin, yaşadığımız dönemin... hepsinin birden. **"Kendi kendinin efendisi olmak"** veya **"bağımsız düşünür"** gibi ifadeler prim versek de aslında kendimizi içine gömülü olduğumuz zengin ortamdaki ayrılmamıza olanak yoktur.

Dış dünyanız olmadan, *siz* de yoksunuzdur. İnançlarınız, benimsediğiniz dogmalar ve tutkularınız, bu dış tarafından biçimlendirilir: dıştan içe; tıpkı mermerden beliren bir heykel gibi. Canlı devrelerimiz sayesinde, her birimiz dünyanın ta kendisiyizdir aslında.

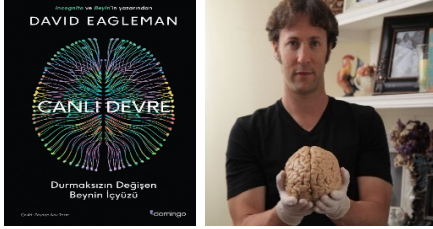
KAYNAKÇA

CANLI DEVRE- “Livewired”-*Durmaksızın Değişen Beynim İçyüzü*

David EAGLEMAN (*)

Çeviri: Zeynep Arık TOZAR

Domingo Yayınları-I. Basım: Temmuz 2021 (320 sayfa)



***David M. EAGLEMAN (1971 Doğumlu-50 yaşında):** Üniversite eğitimini İngiliz ve Amerikan Edebiyatı üzerinde yaptıktan sonra Nörobilim dalında doktorasını tamamladı. Bilimsel araştırmaları *Science*, *Nature* gibi prestijli yayınlarda yer aldı. New York Times'ın en çok satan yazarlarından biridir. Nörobilimci olan **Eagleman** kâr gütmeyen bir kurum olan Bilim ve Hukuk Merkezinin başkanlığını yapmaktadır. Stanford Üniversitesinde Yardımcı Profesör olarak görev yapmaktadır. Beyin, zaman algısı gibi konular üzerine yaptığı araştırmalar ile ünlüdür.

****Daha önce de Ülkemizde Nisan 2013'de yayınlanan “INCOGNITO-Beynin Gizli Hayatı”** adlı kaynakça kitabı olarak el altında bulunması gereken okunası eserini (20 dilde yayınlanmıştır.) ben de adresi mevcut dost ve arkadaşlarımla 2013 yılında 12 sayfa halinde paylaşmıştım.

****Diğer çok satan ve Mayıs 2016'da ülkemizde ilk baskısı yapılan, “BEYİN-Senin Hikâyesi (The Brain: The Story of You)”** kitabının da 25 sayfalık özetini de 18 Haziran 2016'da yayınlamıştım.

****Yine ülkemizde ilk basımı Nisan 2019'da yapılan 1 Haziran 2020'de 20 sayfalık bir özet olarak adresi bende olanlara gönderdiğim “YARATICI TÜR-Fikirler Dünyayı Nasıl Yeniden Yaratıyor? The Runaway Species”** eseri de kayıtlarınızda yoksa seve seve paylaşabilirim. Halit YILDIRIM