

# BİLGİ MADDEYE DÖNÜŞÜYOR

Aydın ARITAN

Geçen yazlarımızda önce "çok kısa süreli hafıza"yı, sonra da "kısa süreli hafıza"yı incelemiştik. Dış dünyadan gelen uyarıların ilk önce elektriksel impulslar olarak beyine geldiklerini, iyonların oluşturduğu bu elektriksel akımın beyinde tanınmış bir frekans bulamadığı takdirde yaklaşık yirmi saniye sonra sönüp gittiğini, yani "unutulduğunu" görmüştük. Hafıza işleminin ikinci safhasını ise, "kısa süreli hafıza" meydana getirir. Bu ikinci safha yaklaşık yirmi dakika sürer ve bir geçiş aşamasıdır. Elektriksel biçimde gelen uyarılar, bu zaman zarfında kimyasal bir değişime uğrayarak, protein haline dönüşebilirse, uzun süreli olarak kaydedilme imkânına kavuşurlar.

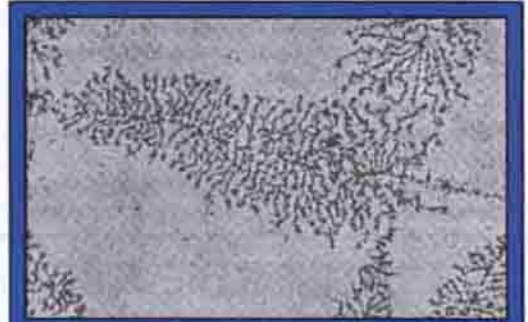
## UZUN SÜRELİ HAFIZA (Beyne kaydedilme işlemi)

"Uzun süreli hafıza"ya geçiş, işte böyle bir maddesel değişime bağlıdır. Şu anda, sanırsız birçoğunuz "Mademki, beyin hücreleri de vücudumuzdaki diğer hücreler gibi çalışıyor; o halde bütün hücreler beyin hücresi olabilir. Hatta teorik olarak küçük parmağımızla bile düşünmemiz gerekir" diye içinizden düşünmüşsünüzdür. Çok da yanlış sayılmaz bu. Çünkü sonuç olarak hepimiz, tek bir hücreden ve onun birbirinin eşi olan iki ayrı parçaya bölünmesinden bedenlenmiş durumdayız. Daha sonra görev bölümlerine göre, bölünmeler değişmiş, ama genlerin dağılımı hep aynı kalmıştır.

Normal bir vücut hücresi ile beyin hücresi arasında iki temel farklılık bulunur: Bunlardan birincisi, beyin hücrelerinin RNA üretimine geçebilmeleri için gerekli uyarıyı kendilerine uzak hücrelerden, hatta dış organlarımızdan (beş duyumuzdan) almasıdır. Algılarımızla gelen impulslar, bir beyin hücresini RNA üretimine geçmesi için uyandırabilirler. Böylelikle bu impulsların beyinde maddesel bir değişime yol açmaları ve hafızaya kaydedilmeleri mümkün olur. Oysa normal hücreler böyle işlemezler. Onların çalışma programları bambaşkadır. RNA üretimine geçebilmek için gereken uyarıyı, kendi hücrelerinin içinde daha önceden kayıtlı bulunan genlerden ve onların oluşturduğu kimyasal etkenlerden alırlar.

İkinci farklılık, protein sentezinin değerlendirilme biçiminde yatar. Hem beyin hücresi hem de normal hücre, RNA aracılığı ile adeta bir matbaa makinesi gibi, art arda protein üretmeye başlar. Ama bunların kullanılış yerleri çok farklıdır. Normal hücrelerde üretilen proteinler, bilinen görevlerini yerine getirirler. Yani hücrede genetik olarak kodlanmış biçimde bulunan emirleri, eyleme dönüştürürler. Başka bir deyişle enzim rolünü üstlenerek, tek tek moleküllere etki eder ve çeşitli metabolizma reaksiyonlarının yerine getirilmesini sağlarlar.

Ancak beyin hücreleri bölünmedikleri, gelişmedikleri ve metabolizma reaksiyonlarına çok az katıl-



Resimde, faaliyette olan gen ipkikçiklerinin orijinal fotoğrafı görülmüyor. Amerika Atan Meekal Oakridge'deki Biyoloji Bölümü tarafından çekilen bu sansasyonel resimde, genlerin etrafında art arda koparılan RNA-matrisleri de görülmekte. Fotoğraf elektrik mikroskopuyla 20 bin kere büyütülmüştür.

100 bin kere büyütülmüş olsa bu fotoğrafta gerçek ribozomlar görülmüyor. Her hücrede bunlardan diplesesi, üçü bir könye gibi yan yana dizili durumda bulunur ve bir protein sentezisi gibi çalışır.



dıkları için, üretilen bu proteinler bambaşka bir işte kullanılırlar. Nöronların ve onların uzantılarının, hatta sinapsların içlerine kadar yerleşerek, buralarda bir "tanınma levhəsi" görevini üstlenirler. Yerleştikleri hücrenin dış yüzeyini değişikliğe uğratırlar ve böy-

lece gelen yeni sinyallerin yönlendirilmelerini sağlarlar. Kısaca beyin hücrelerinde üretilen bu proteinler "tanınma molekülü" haline gelirler. Artık istenildiğinde, sinyaller yollayarak ve belirli yollardan giderek onlara ulaşmak mümkündür. Onlar aracılığı ile hücreleri aktive edip, harekete geçirmek imkanı doğar ve hatta bu "tanınma molekülleri" kendi sinyallerini bile hücre çekirdeğine gönderebilir. Böylelikle bütün beyin hücreleriyle bilinçli bir iletişim ve haberleşme ağı kurulmuş olur. Düşünmek ve hatırlamak için gereken temel sağlanmıştır artık.

Bu açıklamaların ışığı altında, "çok kısa süreli" ve "kısa süreli" hafızanın varlık sebebinin de açıklanabiliriz. "Çok kısa süreli hafıza"daki enformasyon, yirmi saniye sonra "kısa süreli hafıza"ya aktarılır. Bu ikinci safha, yaklaşık yirmi dakika süren RNA matrisinin ortaya çıkması ile bağlantılıdır. Eğer bu arada üretilen proteinler "uzun süreli hafıza" denen safhaya geçebilirlerse, yani kendilerine beyin hücreleri ağı içinde bir yer edinebilirlerse, enformasyon kaydedilmiş olur. RNA matrisi ise taşıyıcılık görevi sonrasında, dağılır ve parçalanır. Otomobil kazası örneğinde olduğu gibi, herhangi bir şok durumu, RNA matrisinin oluşumunu ve protein üretimini engellerse, enformasyon bu proteinlere aktarılamamış olur. RNA matrisi de bir süre sonra dağılacağı için, o enformasyon hiçbir zaman hafızaya kaydedilemez ve unutulur.

Yukarıda anlattıklarımızı ispatlayabilmek için hayvanlar üzerinde birçok deneyler yapılmıştır. Bunlardan farelerle yapılmış olan bir tanesini anlatalım. Göteborg Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiş bu deneyde, farelere ip üzerinde yürümeleri öğretilmek istenmiş. Önceleri farelerin hepsi ipten düşmüş ve alttaki gerilli ağına içine yuvarlanmışlar. İpte en uzun süreyle kalanlardan bir kısmı mükâfatlandırılmış. Diğer fareler ise, herhangi bir başarıdan bağımsız olarak yemlendirilmiş. Sonuçta ortaya üç ilginç nokta çıkmış:

1) Fareler ancak mükâfatlandırıldıkları zaman ipte yürümelerini öğrenebilmekteymişler.

2) İpte yürümeyi beceren farelerin beyinlerinde diğerlerine oranla % 12 kadar fazla miktarda RNA bulunmuş.

3) Bu becerikli farelerin beyinlerinde yer alan RNA'nın temel yapısında, amino asitlerin dizilişinin değişmekte olduğu görülmüş. Yani beceri gösterme çabası içinde olan farelerin, beyin hücreleri içindeki genlerin ana kotlarının, değişik ve daha önce kullanılmayan bölümleri de kullanılıp, devreye girmişler.

Bir de değişik yönde yapılan deneyler var. Yine farelere beyin hücrelerinde RNA sentezini artıran bazı bileşikler enjekte edilmiş. Bu farelerin, ilaç almayanlara oranla çok daha çabuk ve doğru biçimde öğrenebildikleri gözlenmiş. Aynı deney çok dikkatli davranılmak kaydıyla yaşlı insanlar üzerinde yapılmış.



1. Resim, bir sindirgi üzerinde, beyindeki sinir hücrelerini gösteriyor. Beynimizde bunlardan 15 milyarı adet bulunmaktadır.

2. Her hücrenin içinde yer alan DNA ikili sarmalı, içinde bir gen paketini barındırır (Resimde 18 milyon kez büyütülmüşünü görüyoruz).

3. Bir öğrenme olayı sırasında bu spiral, aldığı uyaran impulsları sonucunda belirli yerlerde açılır.

4. DNA'nın bu bölümleri, RNA kopyalarının ortada çoğalır. Kopya edilmesini sağlarlar. Böylece enformasyon "kısa süreli hafıza"ya geçmiştir.





5. İlk RNA kopyası matristen ayrılırken, matrisa makinesindeki baskı olayı gibi, onu diğerleri takip eder.

6. RNA kopyaları hücre çekirdeğinden çıkarak, hücre plazması (sitoplazma) içinde yer alan ribozomlara doğru yönelirler.

7. Bu sırada taşıyıcı maddeler aracılığı ile RNA'ya

ya yaklaşan amino asitler, kotlarına uygun olan biçimde, şeridin üzerindeki yerlerini alırlar. Böylelikle enformasyon "uzun süreli hafıza"ya doğru yola çıkmış olur.

8. Ribozomda geçen amino asitler uzun bir protein molekülü haline gelmişlerdir. Ribozomdan çıktıktan sonra protein zinciri, RNA matrisinden ayrılır.

RNA sentezini geliştiren ilaç alan deneklerin, özellikle optik alandaki hatırlama fonksiyonlarında büyük bir gelişme olduğu görülmüş. Ancak burada unutulmaması gereken bir nokta var. Dikkat ve hatırlama gücünün suni olarak artırılması, beyne gereksiz enformasyonların dolması sonucunu verir. Unutma olmaması ve gereksiz enformasyonların elenmemesi halinde, öğrenmek ve düşünmek, beyin için karmaşıklaşır; bir yük haline gelir.

## ALGILANANLARIN KESİN KAYDA GEÇİRİLMESİ

Üç aşamalı hafıza sürecini genel bir örnekle anlatmak istersek, fotoğraf filmi çekimini izlemek yeterli olur. "Çok kısa süreli hafıza" resmin fosforlu bir plâka üzerindeki yansımalarına benzer. Bir görünür ve ardından yok olur. "Kısa süreli hafıza" resmin çekilmesi ve negatife kaydedilmesidir. Bu negatifi "fikse etmeden" makineden çıkarır ve gün ışığına tutarsak, bütün resimler "yanar". Eğer anılar, yani uyarılar ve enformasyonlar RNA matrisi tarafından kopya edilip, protein haline dönüşerek beyne "fikse edilmezlerse", solar giderler ve unutulurlar. Fotoğraf filminin negatifi banyo ederek, bundan hemen po-

zitif bir kopya basar ve özel banyodan geçirirsek (ki bunu proteinlerin oluşmaları ve beyin hücreleri arasına yerleşmeleriyle eş anlamlı tutabiliriz), çıkan karta basılı fotoğraf, artık unutulmadan saklanabilir.

Yaşlanan insanların hafızalarının zayıflığından söz edilir. Genellikle böyleleri eski hatıraları daha iyi hatırlarlar da, yeni öğrenilenleri hemen unutuverirler. Yukarıdaki bilgilerin ışığında, bunu da anlamak mümkündür. Beyin gençken kaydedilenler hiç unutulmazlar; çünkü kesin olarak kayda geçirilmişlerdir. Oysa bir süre önce öğrenilenler, yaşlı kimsenin zekâ ve bedensel düzeyinden bağımsız olarak unutulurlar. Bunun nedeni, yaşlılıkla beraber azalan protein sentezidir. Protein üretiminin yavaşlaması ve azalması "uzun süreli hafıza"nın kesin kayıt yapabilme gücünü düşürür.

## HİPNOTİZMA VE HATIRLAMA (Unutmanın iki türü)

Hafızanın işleyiş biçimini inceledikten sonra, unutmanın iki ayrı türünü de gözden geçirmek gerekir. Bir uyarının ya da öğrenilen bir enformasyonun daha sonra hatırlanmaması iki türlü olur.

Bunlardan birincisi, uyarının "çok kısa süreli hafıza"da elenmesi veya "kısa süreli hafıza"ya geçtikten sonra, protein sentezinin gerçekleşmemesi üzerine, kesin kaydı yapılmaması ile ortaya çıkan ve hiçbir zaman "uzun süreli hafıza"ya geçmemiş olanların unutulmasıdır.

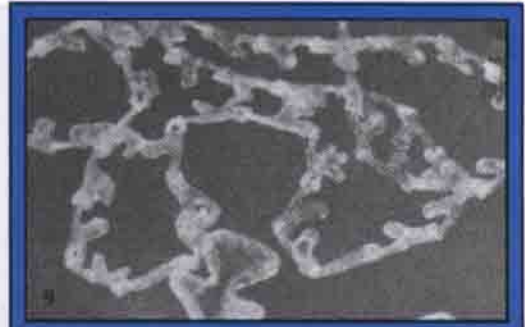
Unutmanın ikinci türü ise, "uzun süreli hafıza"ya geçip, kaydı yapılan enformasyonların "sonradan hatırlanamaması" ya da "yerinin yeniden bulunamaması"dır. Bu konuda araştırmalar yapan uzmanlar, yetişkin bazı kimselere okul dönemleri ile ilgili sorular sormuşlar ve cevapları kaydetmişler. Daha sonra aynı kişiler kendi istekleri ile hipnotize edilerek, aynı sorular tekrarlanmış. Görülmüş ki, sonra verilen cevaplar, uyanık haldekilere oranla çok daha detaylı ve kapsamlı olmuş. Yani birçok ayrıntı aslında hafızaya kaydedilmiş olduğu halde, normal zamanda bunları hatırlamak mümkün olamamaktadır.

Bu olayın çeşitli sebepleri olabilir. Bunlar psikolojik kökenli olabilecekleri gibi, fizyolojik etkilere bağlı olarak da ortaya çıkabilirler. Ama hatırlayamamanın sebebi, mutlaka biyolojik bir oluşumun eksikliğine dayanır. Bilindiği gibi, beyin hücreleri arasındaki bağlantı ağının birleşme noktalarında sinapslar bulunur. Sinapslar içinde yer alan ve iyonların bir hücreden diğerine geçişini sağlayan "Transmitter" maddeler bu yolla impulsların iletilmesini sağlarlar. Herhangi olumsuz bir etki ve stres durumu, bu "Transmitter"lerin hareketlerini engellerse, sinapslar bloke edilmiş olurlar. Böylelikle o bölümdeki kanallar çalışmaz, çağrışım gerçekleşmez ve hatırlama sağlanamaz. Bütün bunlar biz hiç farkına varmadan olur. Biz sadece "hatırlayamadığımızı" farkederiz. Aslında bu unutmalar insanların psikik yönden dengeli bir hayat sürmelerine de yardımcı olurlar. Ama bazen de "bilinç altı" etkiler yaratarak, hayatımızı belirli biçimlerde etkilerler. Psikiyatristler çeşitli metotlarla (ki hipnotizma bunlardan biridir), gün ışığına çıkmayan hafıza bölümlerini inceleyerek problemlere çözüm bulmaya çalışırlar.

"Sonradan hatırlayamama" konusundaki bir diğer etken, beyin hücreleri arasındaki sinirsel bağlantı ağının bazı bölümlerinin, diğerlerine oranla daha gelişmiş olmasıdır. Bazı hatlar (belki çok kullandıkları, belki kayıt sırasında çok yönlü etkilerle desteklendikleri için) daha kolaylıkla devreye girerler ve impulslar hemen buradan akarlar, bu hatta bağlı çağrışım modelleri ile rezonansa geçerler. Böylece belki beyin ağının aynı hücrelerinden, ama farklı uzantılar ve kollardaki hatlardan geçmesi gereken impulslar, oralara hiç gidemezler. Bu bölümlerde yer alan ve kesin kaydedilmiş olan enformasyonlar da hiç gün ışığına çıkmamış olur.

## ENFORMASYONUN ÇOK KANALLI OLARAK KAYDEDİLMESİ

Bütün bu anlatılanların öğrenmek konusundaki önemini de şöyle özetleyebiliriz: Bizzat yaşadığımız



9. Protein zinciri adeta bir yamak şeklini alarak, hücreler arasında kendine bir yer edinir. Artık hücre membranını (dış yüzeyini) ve daha sonraki impulslara iletilmelerini yönlendirici bir enformasyon merkezi haline gelmiştir.

10. Böylelikle algılanan impuls, "uzun süreli hafıza"ya kesin olarak kaydedilmiş olur. Kısaca, enformasyon bir "madd" haline dönüşmüştür.

11. Bir hatırlama anında, hücrenin aktive edilmesi ile kayıtlarda saklanan bu enformasyon, tekrar hafızaya çağrılır.

şeyleri, bir kerelik tekrarla bile her zaman hatırlanabilir nitelikte kaydetmek mümkündür. Oysa sadece duyulan ya da okunan bir şeyi tek seferde kaydedip, sonra da hatırlamak daha zordur. Bu sebeple aynı enformasyonu tekrar tekrar "çok kısa süreli hafıza"ya göndermek gerekir. Bu arada beyin, gelen bu yeni enformasyonu eski hafıza kayıtları ile karşılaştırıp, çağrışım yolunu açmaya çalışır.

Burada önemli olan nokta, enformasyonun "tek kanallı kaydı"ndan "çok kanallı kaydı"na geçiş ya-



## ÇEVRE KORUYUCU SPREYLER

"CFC" ve halojen madde üretimi-tüketimi ile ilgili aldığı sıkı tedbirlerle çevre koruma konusundaki duyarlılığını somut olarak dünyaya duyuran Almanya, çevre koruma konusunda yeni bir adım daha attı.

Frankfurt'taki bir enstitüde görevli bilim adamları, hidrojen kullanımına dayanan ve çevre koruyucu özelliğine sahip bir sprej sistemi geliştirdiler. Söz konusu yeni sistemin işlev açısından "CFC" ve propan-bütan karışımli maddeleri aratmayacak nitelikte bir alternatif olduğu ifade edilmektedir.

Konuyla ilgilenen şirketler, yeni sprej sistemini bir an önce piyasaya sürebilmek için yaptıkları yoğun çalışmalarını aralıksız olarak sürdürmektedirler.

Her türlü sprej kullanımı için elverişli olacak olan yeni sprej kutusunda hidrojen, bir metalhidritin içinde muhafaza edilecektir. Metalhidritlerin en önemli özelliği, çok küçük hacimlerde yüksek kon-

santrel hidrojen saklayabilmesidir. Diğer bir özelliği de, sprej kutusu içerisinde bulunan maddeleri kutu tamamıyla boşalınca kadar sabit basınçla püskürtebilmesidir.

Sprej kutusu üretiminde eski bir yöntem olan pompalı sistemde yukarıda belirtilen uçucu gazlara ihtiyaç duyulmamakta, fakat diğer yandan buna bağlı olarak ne yazık ki, püskürtme basıncı çok düşük ve düzensiz olmaktadır.

Hidrojen deposu, genelde sprej kutusunun içine yerleştirilir, fakat istendiği takdirde kutunun dışına ayrı bir birim olarak bağlanması da mümkündür.

Yeni sprej kutusunun diğer bir özelliği de tekrar tekrar kullanılabilir ve günümüzde kullanılan sprejlerden çok daha emniyetli olmasıdır.

Hepimizin de bildiği gibi diğer uçucu maddeler, püskürtülecek maddeyle birlikte dışarı sızarak yanma tehlikesi oluşturmaktadır. Yeni sprej sisteminde ise, hidrojenin dışarı sızması mümkün değildir. Sprej kutusunun tahrip olması sonucunda dışarı sızacak olan hidrojen, havada hemen incelendiği için hiçbir şekilde yanma tehlikesi oluşturmayacaktır.

**Hobby'den çev.: Recep ÖZTOP**

pabilmektir. Görülen, duyulan, hissedilen, tat alınan, kokusu farkedilen, tutulan ve hareket eden bir şeyin ya da olayın hafızaya kaydı, tüm bu etkenleri kapsayan ve geniş bir ağa hitap eden şekilde gerçekleşir. Yani çok yönlü, çok kanallı bir kayıt yapılmış olur. Tabii ki, sonradan bu olayın çağrışımını yapmak, yani onu hatırlamak, kolay olacaktır. Tek kanallı bir kayıta ise tek çare, aynı şeyi tekrarlamak ve böylece kaydedilmesini sağlamaya çalışmaktır. "İşsel yaşantı" haline dönüşen şeyler, daha iyi öğrenilir ve her istenildiğinde de "hatırlanır".

**Şimdi bu bölümde altını çizmemiz gereken noktaları belirleyelim:**

- Enformasyonların kesin kaydı, protein moleküllerinin, beyin hücrelerinin ve onların sinirsel bağlantılarından oluşan ağı içinde kendilerine bir yer bulmaları ile gerçekleşir.

- Beyin hücreleri normal hücrelere göre iki farklı özelliğe sahiptir.

1. Beyin hücreleri dıştan algılanan ya da içten, ama kendilerine uzak hücrelerden gelen uyarılara tepki gösterir. Normal hücreler, kendi içlerindeki kodlanmış programlara göre çalışırlar.

2. Beyin hücreleri protein sentezini, enformasyonların hafızaya kaydedilmesinde kullanır. Normal hücrelerde proteinler, kodlanmış programları harekete geçirme görevini yaparlar.

- Öğrenme ve becerme isteği içinde bulunan beyinlerde RNA üretimi artar, genlerdeki ana kodların kullanılmayan bölümleri de kullanılmaya başlar.

- Yaşlılıktaki unutma, protein sentezinin azalmasından olur.

- Kesin kaydedilen enformasyonların "yeniden hatırlanamaması" ya sinapsların bloke edilmelerinden ya da beyindeki sinirsel bağlantı ağının bazı bölümlerinin daha gelişmiş olmasındandır.

- "Çok kanallı" kaydedilen enformasyonlar, "tek kanallı" kaydedilenlere oranla daha az tekrarla öğrenilir, sonra da daha kolay hatırlanır.

- Bir uyarının beyne kaydedilmesi şu bölümlerde gerçekleşir.

1. Uyarı elektriksel olarak gelir ve 20 saniye kadar dolanır: "Çok kısa süreli hafıza".

2. Elektriksel uyarı, kimyasal bir değişime yol açar ve bu 20 dakika kadar sürer: "Kısa süreli hafıza".

3. Kimyasal değişim sırasında enformasyonu taşıyan protein molekülleri oluşur ve değişim biter: "Uzun süreli hafıza".

4. Proteinler beyin ağında kendilerine bir yer bulup, yerleşirler: "Kayıt".

- Kayıt, elektriksel - kimyasal - maddesel aşamalarından geçerek tanımlanır.

- Hatırlama ise çağrışımlara dayanır. Yeni gelen bir enformasyona cevap, ne elektriksel, ne kimyasal, ne de maddesel değil, holografik bir dalga boyu biçiminde olur. Eğer bu enformasyonla, eskiler bir rezonansa girerlerse, yeni enformasyon, bilinen yollardan geçerek kaydedilir. □