

EĞİTİMİN BİYOTEKNOLOJİK TEMELLERİ(*)

Doç. Dr. Veysel SÖNMEZ(**)

Öğrenme, fiziksel uyarımlar sonucu beyinde oluşan biyo-kimyasal bir değişme biçiminde tanımlanabilir. İstendik davranışlar, nitelik ve incelik olarak belirlendikten sonra, bunların insana, organizmaya kazandırılmasına geçilir. İnsanın, organizmanın çevresinde istendik davranışları sağlayacak belli uyarıcılar oluşturulur, yani çevre ayarlamasına gidilir. Bu uyarıcılar, insan ya da organizmanın sinir sisteminde belli biyo-kimyasal değişimlere neden olur. Bu durum, öğrenme olarak tanımlanabilir.

Tüm organizmalar, genetik malzemenin nesilden nesile geçmesini sağlayan **kromozonlara** sahiptir. Kalıtsal moleküller ise **nükleik asitler**dir. Genelde kalıtsal nükleik asit DNA'dır. Bir insan kromozonunda yay şeklinde sarılmış çok uzun bir DNA molekülü bulunur. DNA molekülü, bir ip merdiveninin kenarları ve küçük basamakları gibi ufak yapı bloklarından oluşur. Bu bloklara **nükleotidler** denir. Nükleotidler dört türdür. Purin bazlarından **adenin** ve **timin**, Primindin bazlarından **sitozin** ve **guanin**'dir. DNA ve Histon miktarları bütün hücrelerde aynıdır. Kalıtsal bilgi bu dört farklı nükleotidin belli bir sıralanması sonucu oluşur.

BEYNİN ÖZELLİKLERİ VE YAPISI

İnsan beyni (bilme işlemine katılmıyor gibi görünen serebellum'un dışında) **nöron** denilen yaklaşık **10 milyar** devre elamanını içerir. **Serebellum** da serebral korteksin altında, kafanın arkasında yer alır. O da **10 milyar** nörona sahiptir. Beyindeki her nöron için kabaca **10 tane GLial** (yapışkan) hücre vardır. Bunlar, nöronların kuruluşunda bir tür yapı iskeleti görevini yerine getirirler. İnsan beyinde ortalama **bir nöron bin ile onbin** arasında değişen **Sinapsa**, ya da bitişik nöronlarla

(*) Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi tarafından 15-16 Mayıs 1989 tarihinde tertiplenen "Fen ve Yabancı Dil Öğretmenlerinin Yetiştirilmesi" konulu uluslararası sempozyumda sunulan bildiri.

(**) Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi

bağlantıya sahiptir. Her sinaps, bir soruya Evet (1), ya da Hayır (0) olarak yanıt verirse, 10 milyar nöron, 10^3 sinapsla çarpılırsa, 10 trilyon BİT, 10^4 le çarpılırsa 100 trilyon BİT'lik bir kapasiteye sahip olur.

İnsan beyni yaklaşık 10^{13} sinapslık bir rakamla nitelendirilmektedir. İnsan beyninin alacağı farklı haller de (Evet-Hayır) 2 olduğundan, 2'nin 10 trilyon kere kendisiyle çarpılmasından yanıtlama sayısı hesaplanabilir. Bu sayı, tüm evrendeki elektron ve netronlardan daha fazladır. Buna karşılık insanın ortalama veri işleme hızı saniyede 100 BİT'tir. 60 yılda : 2×10^{11} : 200 milyar BİT'tir. Bu sonuç, insanın beyninin çok küçük bir kısmını kullandığının kanıtı sayılabilir.

Mac Lean (1973 : 71), beyni, birbirine bağlı üç bilgisayar olarak ele aldı. Bunların her birinin kendi özel zekası, özneliği, kendi yer ve zaman kavramı, belleği, motor ve diğer işlevleri vardır. Beynin bu üç bölümünü, **SİNİRSEL ŞASE** (nöral) ve **R KOMPLEKSİ** (sürüngen), **ORGANSAL SİSTEM**, **NEOKORTEKS** olarak adlandırıldı.

1. Sinirsel Şase ve R Kompleksi

Bir insan beyni, içten dışa doğru gelişir. Kaba bir anlatımla ilk gelişen kısım Sinirsel Şase ve R Kompleksidir. İkinci olarak Organsal Sistem, üçüncü olarak Neokorteks ve en son Beyin Zarı gelişir. Sinirsel Şasede kalp atışlarının düzenlenmesi, kan dolaşımı ve soluk alma, çoğalma, kendini koruma ile ilgili basit sinirsel mekanizmalar bulunur. R Kompleksinde ise saldıran davranışlar, çevre belirlemede ritüel hareketler, sosyal hiyerarşi gibi özellikleri düzenleyen yapılar vardır. Beynin bu en eski bölümünde sinir lifleri bulunur.

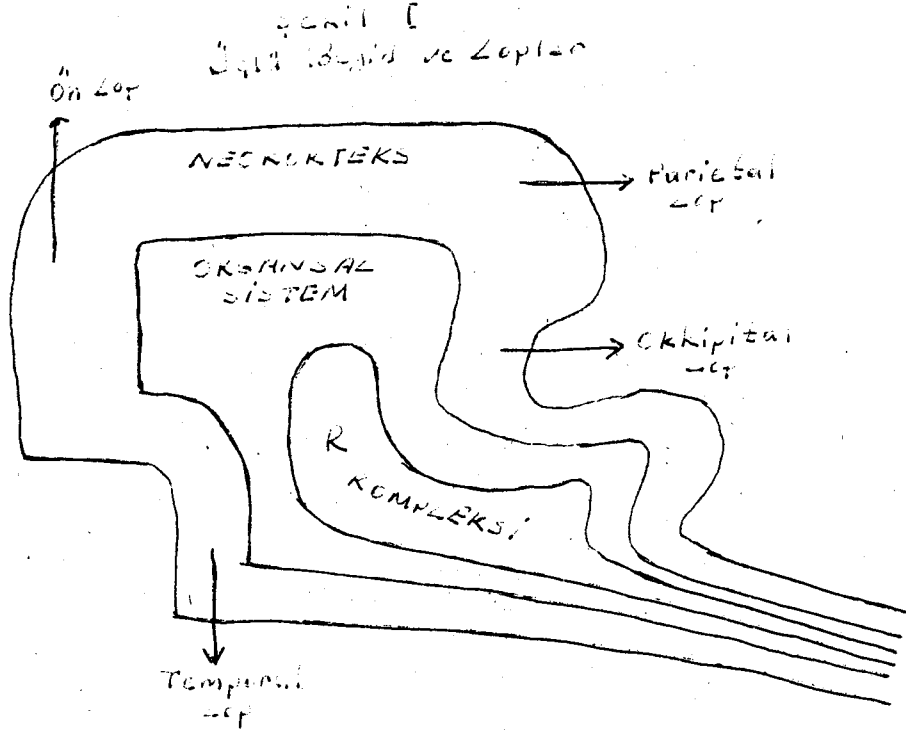
2. Organsal Sistem

Duyuşsal alanla ilgilidir. Korku, nefret, çöşku, türküntü, sevinç, kaygı vb. ilgili duyguların oluştuğu bölgedir. Organsal sistemin içinde **Aigdala** adlı badem şeklinde küçük bir parça bulunmaktadır. Bu parça korku ve saldırganlıkla yakından ilgilidir. Organsal endokrin sistemdeki **pitüiter**, **amigdala** ve **hipotalamus** duyu belirleyici bir rol oynar. Bunu da küçük hormon benzeri proteinlerle gerçekleştirir. Sözel gelişimi pitüiter proteini ACHt (adrenokortikotropik hormon) görsel bellek, kaygılanma ve dikkat süresi gibi değişik zihinsel işlevler yönünden etkili olabilir.

3. Neokorteks

Bilme işlevinin olduğu yerdir. **Ön Loplarda** ilgi, merak, iki ayak üzerinde durma, bilim, geleceği kestirme, ahlâk, sanat, felsefe ile ilgili değerler, yani uygarlık bu loplarda üretilir. **Görme**, **Okkipital Lop'un**, **İşitme** ve **duyma Temporal Lop'un**, **Okuma**, **harita yapma** yön bulma **Parietal Lop'un** işlevleridir.

Şekil 1 (Üçlü Beyin ve Loplar)

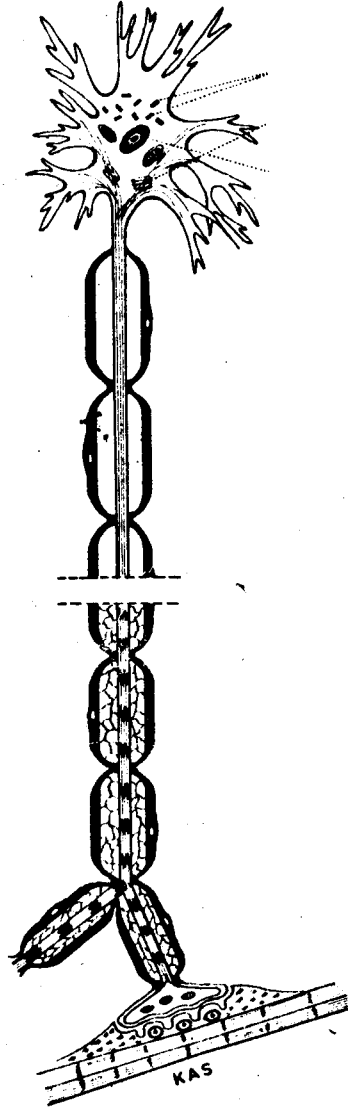


BEYNİN İŞLEYİŞİ ve BİLGİNİN TAŞINMASI

Canlı, yaşamını sürdürmek için **GİRDİYE** (haber alma, besin vb.), **İŞLEME** (karar verme verileri işleme vb.), **ÇIKTIYA** (ürün, ya da davranış ortaya koyma) ve **DÖNÜTE** (Feedback'e) gereksinimi vardır. Bu iş, insanda büyük oranda beyin ve sinir sistemi tarafından yürütülür. Beyinde Serebellumla beraber 20 milyar sinir hücresinin olduğu tahmin edilmektedir. Sinir sistemi, son derece farklılaşmış özel yapı şekilleri ve davranışları olan milyarlarca sinir hücresinden bunları belli bir düzende tutmak, beslenmelerini sağlamak, oluşan elektrik akımının gereksiz kaçaklar yapmasını önlemekle görevli destek dokudan oluşmaktadır.

Bir sinir hücresi Şekil 11'de görüldüğü gibi iki çeşit uzantıdan ve bir gövdeden meydana gelmiştir.

Şekil 11
Sinir HÜCRESİ



Bir sinir hücrenin gövdesinin çapı 4-5 mikron ile 10 mikron arasında değişir. Etrafı zarla çevrili ve içi Stoplazma denen sıvıyla doludur. Ayrıca sinir hücrelerinde Nisal Cisimcikleri ve Nörofibril denilen lifler de vardır. Dendritler, çevredene gelen haberleri sinir hücresine taşır. Akson ise hücre gövdesinden çıkan, daha kalın

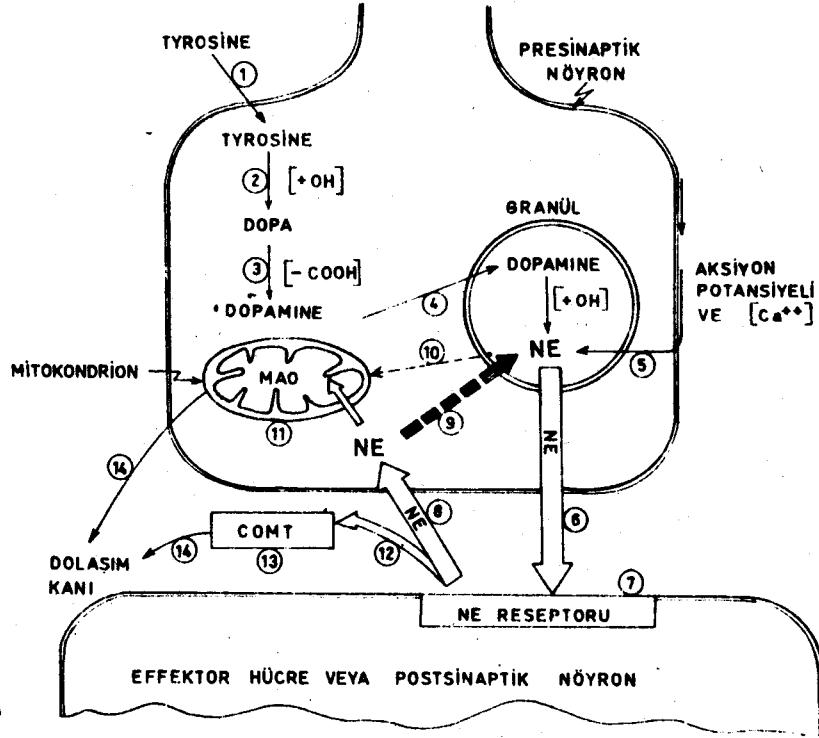
bir uzantıdır ve mesajların (bilgilerin) sonucunu çevreye, başka bir organa, ya da başka bir sinir hücresine ulaştırır. Hücreye pek çok mesaj gelir, fakat tek mesaj çıkar. Bu durum, gelen mesajların hücre içinde değerlendirildiğini gösterir. Akson ile sinir hücresi ya da sinir dendiriti arasındaki bu temas, bağlantı yerine **Sinaps** denir. Akson, mesajı götüreceği yere varınca bazı yapı değişikliklerine uğrar. Sözcüğü bir kasa emirleri götürüyorsa, sonunda dallara ayrılır ve her bir dal bir kas lifiyle bağlantı kurar. Baka bir sinir sistemine emir götürüyorsa, sonunda papuç ya da düğme gibi bir şişkinlik oluşturur ve diğer sinirin gödesiyle veya dendritiyle bağ kurar.

Sinir hücrelerinin dış yüzeyleri +, iç yüzeyleri (-) ile yüklüdür. 60-70 milivoltluk bir akım vardır. Mesaj (bilgi) bu elektrik akımıyla iletilmektedir. Sinir hücresi istirahat halinden faaliyet haline gelince **Sodyum (Na⁺)** iyonları dışardan hücre içine akar ve uyarılan nokta negatif yüklü olur. Diğer yanlar pozitif, uyarılan nokta negatif olunca, yeni bir elektrik akımı meydana gelir. Bu akım da hücrenin Aksonuyla gerekli yere taşınır. Uyarılma hali geçince, **sodyum** iyonları dışarı atılır, **Potasyum (K⁺)** iyonları içeri alınır ve hücre eski haline gelir. Mesaj tektir, yani ya 1 ya da 0'dır. Hareket halindeki bir sinir hücresi, gelen mesajı istirahata çekilebilir, ya da istirahat halindeki bir sinir hücresi harekete geçebilir. Yalnız her mesaj, diğer sinir hücresine iletilmeyebilir, çünkü her sinir hücresinin bir **uyarılma eşiği** vardır. Uyarılma eşiği aşılmıca, sinir hücresi harekete geçer.

Presinaptik hücrenin aksonu, Postsinaptik hücrenin zarında meydana gelen boşluk ya da çukur içerisine, o hücrenin zarına değmeyecek, fakat çok yaklaşacak biçimde yerleşir. Bu aralık asla değişmez. Aksonun ucundaki **Vezikül** ve **Granül**'de **Asetilkolin (Ach)** ya da **Norepinefrin (NE)** adı verilen bilgi taşıyan **Nörotransmitter** maddeler vardır. Akson yoluyla gelen elektrik akımı şeklindeki mesaj (bilgi) sinaps düğümüne ulaştınca, **Ach** ya da **NE** mesajı alıp dışarı çıkar. Aralığın karşı tarafına geçip, uygun alıcı (**reseptör**) bölgeye yerleşir. Bunların yapışması, ikinci sinir hücresinin zarında elektrik değişmesine neden olur. Bazı sinapslardaki **Ach** ya da **NE** adlı kimyasal maddeler, ikinci sinir hücresinin zarındaki pozitif elektrik yükünü negatife çevirir, yani o sinir hücresini uyarır. Bazısı da mesaja göre sinir hücresinin faaliyetini durdurur. Yani damlacıklar hem uyarma, hem de durdurma işini yapabilir. Bu damlacıklar kimyasal madde salgılar. Mesajı ileten kimyasal maddelerin bir kısmı, sinapsa geri döner, bir kısmı da parçalanıp kana karışır. Bu biyokimyasal işleyişi iki nörotransmitter **Asetilkolin** ve **Nörepinefrinde** görelim.

Şekil 3

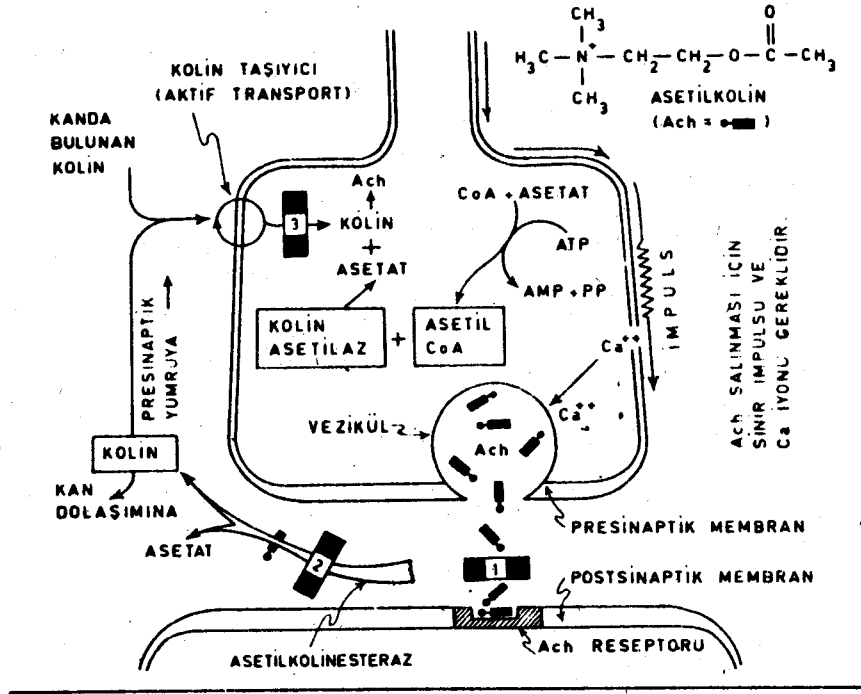
Nörepinefrin Mekanizması



1. Tyrosine kandan alınır. 2. Hidroksilasyon yoluyla DOPA'ya çevrilir. 3. Dekarboksilasyon ile DOPAMİN'e çevrilir. 4. DOPAMİN GRANÜL'ün içine girer. Hidroksilasyon ile NÖREPİNEFRİN (NE) oluşur. Ne, Granülden sitoplazmaya sızarsa, MONOAMİN OKSİDAZ (MAO) tarafından MITOKONDRIYA'da parçalanır (10). 5. ve Mesaj (bilgi-uyarıcı) gelince, Ca^{++} varlığında NE mesajı alıp sinir ucuna salınır. 7. Yani Post sinaptik nöronun Ne Reseptörüne yerleşir. Mesajı iletir. 8. Görevi biten NE, tekrar presinaptik nörona alınır. 9. Granül'e girer. 10-11. Sitoplazmada kalanlar MAO tarafından inaktive ediler. 12. Hücre dışında kalan NE'ler, COMT (Katakol O metil tramsperaz) tarafından inaktive edilir. 13. MAO ve COMT tarafından parçalanmış NE'ler, kan dolaşımına girer.

Şekil IV

Asetilkoli'nin Etki Şeması



1. Şemada görüldüğü gibi kanda bulunan Kolin hücreye alınır.

2. CoA Asetat, ATP ile ASETİL COA olur. 3. AsetilCoA Kolin Asetilaz'la sentezlenir ve ASETAT elde edilir. 4. ASETAT kandan alınan KOLİN'le birleşip ASETİLKOLİN (ACh) elde edilir. ACh, mitokondride sentezlenir. Hücre gödesinde yapılır. Akson yoluyla presinaptik yumruya gelir. 5. Mesaj (bilgi-uyarıcı) elektrik akımıyla gelir ve Ca⁺⁺ varlığında ACh mesajı alıp VEZİKÜL'e çıkar. 6. Postsinaptik hücrede ACh Reseptörüne yerleşir. Mesajı iletir. 7. ACh görevini yaptıktan sonra, Postsinaptik yapıda bulunan Asetilkolinesteraz tarafından derhal parçalanır, KOLİN ve ASETAT'a ayrılır. 8. KOLİN, Presinaptik hücre tarafından alınır ve ACh sentezinde kullanılır.

Bu veriler, öğrenmenin fiziksel uyarımlar sonucu beyinde oluşan biyo-kimyasal bir değişme olduğunu gösterir niteliktedir. Bunun için Proteinle RNA moleküllerinin sentezlenmesi gerekir. RNA'da deoksiribozun yerini **RIBO**, timinin yerini **URASIL** alır. **mRNA**, **rRNA** ve **tRNA** olmak üzere üç tür RNA'nın öğrenmeyi etkilediği bilinmektedir.

ÖĞRENME İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Birinci araştırma **KURTÇUKLAR** üzerinde yapılmıştır. Belli bir grup özdeş kurtçuk alınmıştır. Bunlardan bir grubuna güneş ışığından korkmama öğretilmiştir. güneş ışığından korkmamayı öğrenen bu grubun sinir sistemi elektron mikroskop altında incelenmiş, merkezi sinir sisteminin belli bölgelerinde yeni akson ve dendritlerin oluştuğu gözlenmiştir. Bu bölgedeki biyo-kimyasal yapı alınıp, hiç güneşe çıkmamış ikinci grup kurtçuğa enjekte edilmiştir. Bu enjekte edilen grup güneşe çıkarıldığında, birinci grubun gösterdiği korkma davranışlarını göstermedikleri gözlenmiştir. onların merkezi sinir sistemi elektron mikroskop altında incelendiğinde, birinci grubun merkezi sinir sisteminde oluşan yapının aynısının, ikinci grupta da olduğu bulunmuştur. Hiç güneşe çıkmayan üçüncü grubun merkezi sinir sistemi elektron mikroskop altında incelendiğinde, birinci ve ikinci grup kurtçuklarda görülen dendrit ve aksonların bu grupta bulunmadığı saptanmıştır.

İkinci araştırma Illionis Üniversitesinde William Greanough tarafından özdeş fareler üzerinde yapılmıştır. Bir grup fare **Magnetoensefalografi** denilen bir araca bağlanıyor. Bu araç, beyin haritasını çıkarmada kullanılıyor ve öğrenme sırasında, beyin hangi bölgesinde elektrik akımlarının yoğunlaştığını ve bilginin hangi bölgeye kodlandığını gösteriyor. Birinci grup fareler, bu araca bağlandıktan sonra, bir labirente hiç hata yapmadan yiyeceği bulma öğretiliyor. Ortalama 20 hatadan sonra, hiç hata yapmadan bu fareler yiyeceği buluyorlar. Magnetoensefalografi yardımıyla belirlenen öğrenmenin kodlandığı bölge açılıyor. Elektron mikroskop altında her bir farenin bu bölgesi incelendiğinde, yeni dendrit ve aksonların oluştuğu gözleniyor. Bu bölgede oluşan biyo-kimyasal yapı alınıp, hiç labirente girmeyen ikinci grup fareye enjekte ediliyor. Bu ikinci grup fare aynı labirente bırakılıyor. Ortalama üç hatadan sonra yiyeceği buluyorlar. Onların da beyin yapısı incelendiğinde, birinci grup farenin beyin yapısındaki dendrit ve aksonların aynı bulunduğu bulunuyor. Hiç labirente girmeyen farelerin beyin yapısında ise, bu özelliklere rastlanmıyor.

SONUÇ

Tüm bu verilere dayanarak öğrenmeyi, **fiziksel uyarımlar sonucu beyinde oluşan biyo-kimyasal bir süreç olarak tanımlayabiliriz**. Öğrenmeyi böyle ele aldığımızda, gelecekte tüm okul sistemlerinin değişebileceğini söyleyebiliriz. Bunun için insanın genetik yapısının tüm boyutlarıyla bilinmesi, hangi fiziksel uyarıcıların hangi tür öğrenmelere neden olduğunun açık seçik saptanması, biyo-kimyasal değişmelerin neler olduğunun, nasıl etkilendiklerinin belirlenmesi, insan yapısının tüm haritasının çıkarılması gerekmektedir. Bunlar sağlanırsa, öğrenme ya fiziksel

uyarımların denetimiyle, ya yapay olarak üretilmiş beyin hücrelerinin eklemesiyle, ya da biyo-kimyasal olarak olarak hazırlanan bilgi enjekte edilmesiyle gerçekleşebilir. Bunun "tek tip insan yetiştirme, canavarlar, katiller, başa çıkılamayacak canlılar vb. oluşturma gibi pek çok olumsuz ve tehlikeli sonuçları olabilir. Bunlardan korkmamalıyız, çünkü her bilimsel gelişmenin doğurduğu olumsuz sonuçlar vardır.

KAYNAKÇA

Aygen, Gülsen.

1988 "Suni Kromozomlar Dönemi Başladı." (Çeviri) **Scientific American** November : 1988.

Baykan, Asım.

1989 "Beynin Manyetik Haritası Yeni Teşhis Kolaylığı Getiriyor." (Çeviri) **Populer Science**. March : 1989.

Chusid, Joseph, G.

1973 **Correlative Neuroanatomy and Neurology**. California : Longe Medical Publ.

Demirsoy, Ali.

1979 **Yaşamın Temel Kuralları** (Genel Zooloji). Ankara : Hacettepe Üniversitesi. Discover.

1989 "The Mind in Motion" March.

Ganong, William F.

1977 **The Nervous System** California : Langie medical Publ.

Jacker, Corinne.

1964 **Man, Memory and Machines**. New York : A Dell Book.

Maclean, Paul D.

1973 **A Trium Concept of The Brain and Behavior**. Toronto : University of Toronto Press.

Sagan, Carl.

1977 **The Dragons of Eden** New York : Random House.

Science an Vie.

1989 Arpil.

Songar, Ayhan.

1979 **Beynimiz ve Sinirlerimiz**. İstanbul: Yeni Asır Yayınları.