

# Biyonik Adam Geliyor!...

*Bu yıl altı bedensel özürlü, omuriliğe yerleştirilecek küçük bir elektronik devre sayesinde yeniden yürüme-ye başlayacak. Takma koldan yapay retina tabakasına kadar birçok organ, kas ve sinirlerle irtibatlandırılmış elektronik devre (çip) aracılığıyla hareket etme becerisi kazanacak. Bunlar, BIYONİK DEVRİM'in ayak sesleri olmalı!...*

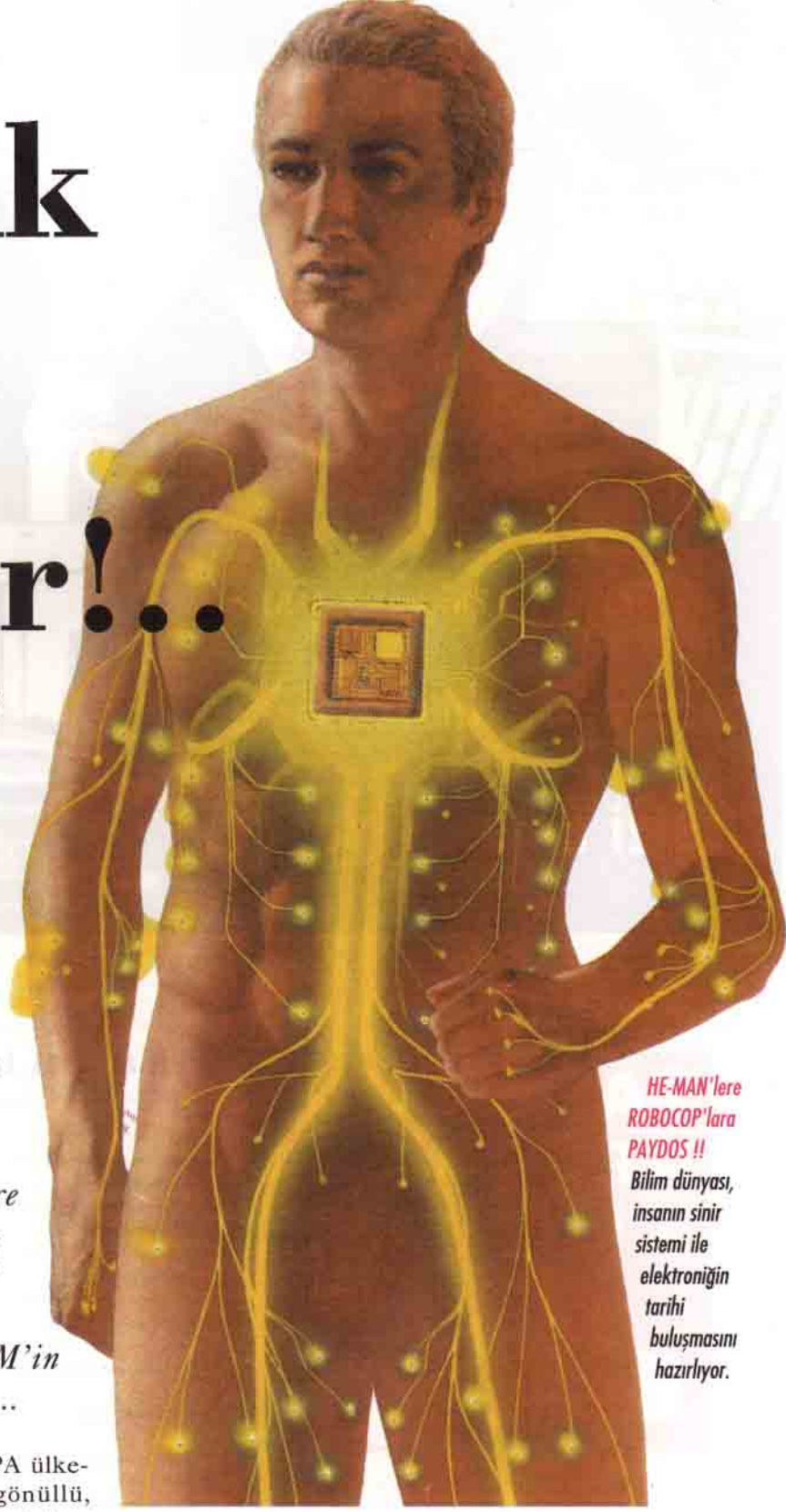
**A**LTI AVRUPA ülkelerinden altı gönüllü, bir süredir çok özel bir operasyona hazırlanıyorlar. Hedef büyüleyici... Bedensel özürlü birine, kaybettiği yeteneğini kısmen de olsa yeniden kazandırmak. Organlarından birini kaybeden insanın, bu yüzden beyni ile vücudu arasında ortaya çıkan uyumsuzluğu gidermek.

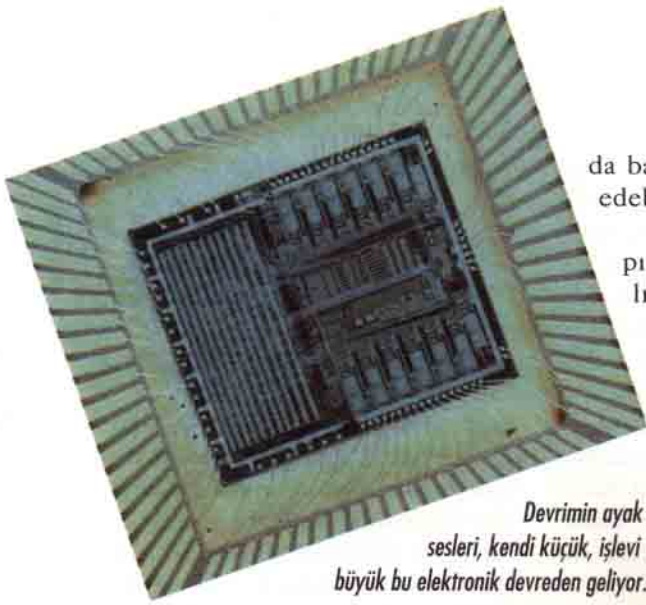
Uzmanlar, bunun için Eylül ayını bekliyorlar. Eylül'de gerçekleştirilecek Eurêka adlı araştırma programı, belden alt kısmı tutmayan altı hastanın omuriliğine elektro-

nik bir devre yerleştirilmesini öngörüyor. Amaç, hastaların ayağa kalkabilmelerini ve bastonla yürüyebilmelerini sağlamak.

Program için seçilen hastaların tamamı, bir kaza sonucu bel kemiği hasar görmüş ve bu yüzden alt tarafına felç gelmiş kişiler. Program 1992'de başlatıldı. Her hastanede, iki doktorun sorumluluğunda birimler oluşturuldu. Üç yıl süren çalışmalar bugün artık son aşamaya gelmiş durumda. Eylül ayında, özel oluşturulmuş bir cerrahi ekip, şu anda

**HE-MAN'lere  
ROBOCOP'lara  
PAYDOS !!  
Bilim dünyası,  
insanın sinir  
sistemi ile  
elektronikğin  
tarihi  
buluşmasını  
hazırıyor.**





*Devrimin ayak sesleri, kendi küçük, işlevi büyük bu elektronik devreden geliyor.*

altı ayrı klinikte gözlem altında tutulan hastaları ameliyat edecek. Gözlem, ameliyattan sonra dokuz ay daha devam edecek ve alınan sonuçlara göre bir dizi hastaya da aynı operasyon uygulanacak.

Avrupa'da 1994 rakamlarıyla 300 000 dolayında felçli olduğu tahmin ediliyor. Fransa'da bu rakam 36 000 kadar. Bu hastaların yaş ortalaması 31... Bütün vakalarda omurilik az ya da çok zarar görmüş durumda. Yani, beyinle kaslar arasındaki bilgi ve komut iletişimi kesilmiş. Bu durumda, hastanın belin alt kısmındaki hiçbir organı, beyinsel komutlara cevap vermediği gibi refleks de üretmiyor. Sorun, bu bölgedeki kaslara, bir şekilde komut iletme ve bu komuta uymalarını sağlama sorunu. Sinir sisteminin kalbi, beyinde ve omurilikte yatıyor. Beyinsel komutlar kaslara, sinirler kanalıyla iletiliyor. Kesilen bir sinir, kendini yenileyebiliyor. Bu yüzden kopan bir parmak yerine dikiliyor ve zamanla eski işlevini kazanabiliyor. Ancak omurilikte bir zedelenmenin, henüz çaresi yok. Bugüne kadar yapılan bütün omuriliği nakilleri başarısızlıkla sonuçlandı. Özellikle Rusya'da gelişmiş olan sinirlerin gerdirilerek uzatılmasıyla ilgili bir yöntem de olumlu sonuç vermedi. İşte bu yüzden de tıp bilimi, "Biyonik Adam'a" yöneldi.

Eurêka programının gönüllüleri, aylardır özel bir hazırlık sürecinden geçiyorlar. Onlara, bir yandan kaslarını güçlendirme yöntemleri öğretilirken, bir yandan

da baston aracılığıyla hareket edebilme yolları anlatılıyor.

Kas gelişimi, vücuda yapılandırılan elektrodlar aracılığıyla deri altına elektrik iletilmesine dayanıyor. Hastanın ayakta durabilmesi için de özel bir makine üretilmiş. Makine, 12 adet elektrikli motoru olan bir tür yürüyüş aleti. Sağ ve sol bacak için ayrı ayrı olmak üzere, motorların 2'si kalça'yı, 2'si dizi, 2'si de topukları hareket ettirecek şekilde monte edilmiş. Hasta, motorlara, bastonda bulunan düğmelerle komut veriyor. Motorlar bir elektronik beyine bağlı. Makine'nin vücutla ilişkisi, bel ve bacaklarda kayışla sağlanıyor.

Sıra geldi operasyona. Hastaya tam olarak ne yapılacak? Öncelikle ameliyatın fazla yarabereye yol açmaması için özel bir cerrahi yöntem düşünülüyor. Omuriliğe ulaşmak için küçük bir pencere açılacak ve nakil endoskopi ile yapılacaktır. Peki hastaya ne nakledilecek? Parçayı, bir elektronik kutu olarak düşünmek mümkün. Bu kutudan çıkan 40 kadar çok ince ve yalıtılmış elektrik kablosu, 20 dolayında elektrodu besliyor. Kibrit kutusu büyüklüğündeki kutu, insan bünyesine uyum gösterebilecek şekilde seramikten

yapılmış. Kutunun içinde bir düzener var. Düzenegin kalbini, bu proje için özel olarak üretilmiş küçük bir elektronik devre oluşturuyor. Devrenin etrafında kondansatörler ve rezistanlar var. Omuriliğe yerleştirilen devre ile vücudun dışındaki bir bobin, transformatör biçiminde irtibatlandırılıyor. Elektrik enerjisi ya da komut bu sayede aktarılıyor. Vücudun dışındaki bobin, bastondaki düğmelerden komut alıyor. Bu komutlar, yine vücudun dışındaki küçük bir elektronik beyin tarafından (yandaki fotoğrafta hastanın bel kısmında) alınıp, elektromanyetik dalgalar halinde omuriliğe yerleştirilen devreye aktarılıyor. Bu devre ise, kaslara elektrik akımı yoluyla komut gönderiyor. Ayağa kalkma, yürüme ya da merdiven çıkma eylemleriyle ilgili bütün kaslar, kalça ile diz arasındaki bölgede yer alıyor. Yürüme hareketinin asıl motoru kalçadır. Bu yüzden, yukarıda anlatılan yöntemle, iki bacağı da takma olan bir insanın bile yürümesi mümkün.

Burada bir soru akla geliyor. Deriye yapılandırılan elektrodlar kanalıyla kasların uyarılması, hareket için neden yeterli?

Burada bir soru akla geliyor. Deriye yapılandırılan elektrodlar kanalıyla kasların uyarılması, hareket için neden yeterli?

*Elektronik devre ve elektrodları. Devreden çıkan komutlar, bir anlamda yapay sinir sayılabilecek elektrodlar aracılığıyla kaslara ulaştırılıyor.*





*Bu protezler, mekanik ve vücutla uyumlu olmasa da, kastan gelen doğal komutla hareket ediyor.*

terli olmuyor? Aslında bu yolla hastaya yürüme imkanı sağlanıyor, ancak, hareket çok yorucu ve çok mekanik oluyor. Sebebi ise, bu yolla sadece birkaç kas uyarılabiliyor. Ayrıca, uyarıların şiddeti insan derisi için sorun yaratabiliyor.

Sonuç olarak yöntem, bir tür "elektrikle uyarma", ancak bunu, benzer iki teknikten ayırmak gerek. Birincisi, protez organlardan birinin dıştan aldığı bir bilgiyi (ses ya da görüntü) beyne aktarmak. Bu teknikte hedef, görme ya da duyma duyusunu kaybetmiş birinin, dış dünya ile yeniden iletişim kurabilmesi. İkinci teknik ise, bir kas ya da sinirden gelen bilgiyi, bir makineyi ya da bir takma kolu harekete geçirmek için "elektrik komut" haline getirmek. Bunun için, beynin sinirleri harekete geçiren bölgesine ya da sinirlerin üzerine bir elektrod yerleştirmek gerekiyor. Bu yolla, irade ile (volonté) hareket eden bir takma kol sizi hiç şaşırtmasın. Üstteki fotoğrafta görülen protez el, küçük elektrikli motor aracılığıyla kolayca hareket edebiliyor. Bütün sorun, hareketi, irade ile aynı anda, yani beyinden gelen komutla ve birçok kasın birlikte uyumuyla gerçekleştirebilmek. Hareketin bu yüzden biraz mekanik olması doğal. Çünkü, bir bardağın ele alınma eylemi sırasında

onlarca kas (birden ve uyumlu biçimde) harekete geçer. Üstelik komut ile uygulama arasındaki zaman dilimi çok küçüktür. Bir elektroensefalogram'ın, çok sayıda sinirden gelen uyarıları kaydetmesi ve bunları toplu bir komuta dönüştürmesi pek mümkün değildir. Bu yüzden hareket düzenli ve vücudun genel ritmi ile uyumlu olmaz.

Sonuç olarak, sinirler yerine, bir kası doğrudan kumanda altına almak daha akılcı bir yol görülüyor. Bunun için, ya kasın üstüne ya da sinirin yakınına bir elektrod yerleştirmek yeterli.

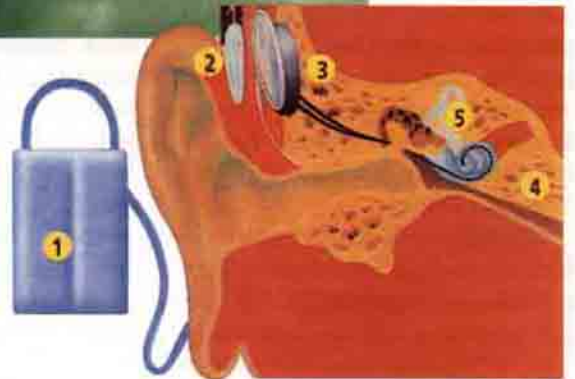
Uygun yöntem, kasın üzerine yerleştirme. Çünkü sinirden geçen bilgi ve komutun yoğunluğu fazla olduğu zaman, elektrodun bunları algılayıp yorumlaması güç. Bir kasın hareketlerinin algılanması ise çok daha kolay. Kol ya da el protezi, dirsek, avuç ve başparmak uzantısına yerleştirilmiş motorlar aracılığıyla hareket ettiriliyor. Kas'tan gelen hareket komutu, vücudun proteze en yakın olan bölgesine yerleştirilmiş birkaç elektrod aracılığıyla, önce elektronik beyne, oradan da takma kol ya da bacadaki motorlara aktarılıyor. Burada motorların, protezi harekete geçirmedeki hız ve becerisi önem kazanıyor.

Kol, bacak ve el protezleri, bugün artık mükemmel yakın sonuç veriyorlar. Şimdi sıra, uyarılmış kaslardan alınacak komutla, protezi daha geniş ve vücutla uyumlu bir hareket yelpazesine kavuşturmakta.

Buraya kadar "BIYONİK ADAM"ı ayağa kaldırdık, protezlerini yani takma el, kol ve bacaklarını hareket ettirmeyi öğrettik. Biyonik Adam'ın parçalarını takmaya devam ediyoruz. Sırada O'na bazı duyu'ları kazandırma var. Önce "işitme".

Hemen hemen bütün işitme engellilerde, kulaktaki hasar ne olursa olsun işitme siniri sağlamdır. Sinir hücrelerine ulaşılabilirse, bu siniri elektrikle uyarmak mümkündür. Tekniği biraz açıklayalım. (Altta ki şema) Mikrofon kanalıyla gelen ses bir çözümleyiciye aktarılır. Mikrofon ve çözümleyici, sigara paketi büyüklüğünde cepte taşınabilir bir kutuda(1) bulunur. Çözümleyici sesi, frekans biçiminde kodlar ve radyo dalgaları aracılığıyla kulağın arka kısmında (dışta) bulunan bir vericiye(2) aktarır. Verici de bu frekansları, kulağın iç kısmına doğru hemen deri altına yerleştirilmiş küçük bir elektronik devreye(3) gönderir. Devre bunları alır, kodlarını çözer ve işitme sinirinin al-

gılayabileceği elektrik sinyallerine dönüştürür. Bu sinyaller ise, elektronik devreden çıkan elektrod- lar kanalıyla(5) iç kulaktaki "salyangoz" bölgesinde bulunan işitme sinirine(4) ulaştırılır. "Küp gibi" denilebilecek



türden bir özürülü artık duymaktadır. Hem de tıp tarihinde bir "ilk" sayesinde. Bu teknik, insanın sinir sistemi ile dış dünyanın (elektro-niğin) ilk doğrudan temasıdır.

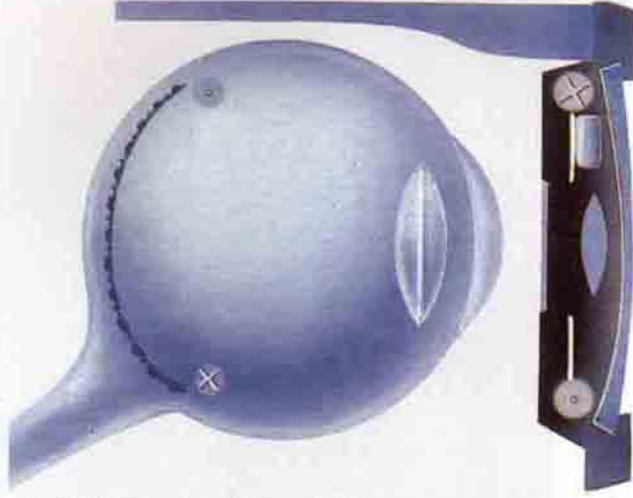
"Biyonik Adam"ımızın artık kulakları da duyuyor. Şimdi sıra gözlerde.

Sorunun özü "retina tabakasında" yatıyor. Acaba yapay retina tabakası yapılabilir mi? Önce doğa-lımı inceleyelim. Retina tabakası, 5 kat değişik nitelikli sinir hücre-sinden oluşur (görüntüyü alanlar, renkleri ayırdedenler ve bilgiyi görme sinirine ulaştıran boğumlu hücreler). Retina tarafından alınıp yorumlanan görüntü bilgileri, 500 bin dolayında liften oluşan görme siniri aracılığıyla beynin görme bölgesine ulaştırılır.

Bu denli duyarlı ve ince parçaları olan bir organla, insan vücudu dışından elektronik temas kurmak son derece güçtür. Üstelik, görme siniriyle teknik teması sağlayan elektrodlar, hücreden çok, hücrelerarası iletişimi sağlayan ince lifleri ya da hücre arası plakaları etkilerler. Bilimadamları, bu kadar hassas bir organla, bu denli ince bir ortamda teknik temas kurmak için silisyumdan yararlanmayı düşünüyorlar. Yöntem, bir elektronik devrenin silisyum tabakası içinde sinir hücresi yetiştirmeye dayanıyor. Reutlingen'de, Alman Doktor Nisch, böyle bir elektronik devre geliştirdi. Silisyum tabakası içine yerleştirilmiş hücrede gelişen sinir ucu, tabaka üzerindeki yiv boyunca gelişmesini sürdürdü. Kanalı zemini, sinirin gelişimini

kolaylaştırmak amacıyla altın, platin ya da iridyum tabakasıyla kaplı (alttaki fotoğraf ve şema).

Münih'teki Max-Planck Enstitüsü'nden Peter Fromherz, bu tür bir elektronik devrenin silisyum tabakasına yerleştirdiği canlı sinir hücresiyle, devrenin elektrodları arasında temas kurmayı başardı. Elektrodlar bir süre hücreyi uyarmayı sürdürdüler, ancak iletişim önce zayıfladı sonra da



kesildi. Çünkü sinir, "yabancı"dan korunmak için zamanla kasılıyor ve büzülmeye başlıyordu. Tavuk gözünün retinasından alınan bir parça sinir dokusuyla yapılan bir başka deneyde de, hücrelerin yaklaşık yarısı elektrodlarla temasa geçmeyi reddettiler.

Bilim, canlı sinir hücresiyle elektronığın uyumlu buluşmasını gerçekleştirmekten henüz uzak, ancak umutsuz değil. Yapay retina tabakasına yönelik çalışmalar bunun bir örneği (üstteki şema). Üzerinde elektrodlar bulunan ve

silisyum ya da polimerden yapılmış çok ince bir zar, retina tabakası üzerine yerleştirilir(4). Bir gözlüğe monte edilmiş ışık sinyalleri alıcısı(1), bu sinyalleri bir verici(2) kanalıyla, gözün içine yerleştirilmiş alıcıya(3), kodlanmış elektrik akımı halinde ulaştırır. Bu bilgi, retina'ya yerleştirilmiş silisyum zarının elektrodları aracılığıyla da görme sinirine(5)

uyarı olarak aktarılır. Bu yolla, görme özürülü birinin, ışık huzmesi ya da bazı ışık noktaları görebildiği kanıtlanmıştır. Geriye iki sorun kalıyor. İlki, göze yerleştirilen yabancı maddelerin organda yapacağı tahribatin önlenmesi

ve dokunun bunları reddetmemesinin sağlanması. İkinci ise, elektrodlarla, daha çok sayıda sinir hücresiyle iletişim kurabilecek "uyarı güç ve yoğunluğunu" kazandırmak.

Bunlar da başarılılınca, "BİYONİK ADAM"ımız artık görüyor olacak. Estetik cerrahi ise, nasıl olsa artık sınır tanımıyor!.. Bilim de öyle...

Bu yazıda anlatılanlar, hayal gücünüzün sınırlarını biraz zorlamış olabilir, çünkü bazı teknik ve yöntemler şimdilik sadece araştırma - deneme aşamasında. Bir zamanlar araştırma konusu olan bazıları ise, bugün artık olağan operasyonlara dönüşmüş durumda. Bu yüzden, bugün insanlığının refah ve mutluluğuna katkı yapan küçük günlük kolaylıklardan en ileri teknolojik gelişmelere kadar hemen her yeni buluşun, yaratıcı ve bilime inanan ancak "hayal dünyası geniş, düşle-ri sınır tanımayan"ların eseri olduğu unutulmamalı.

Kaynak  
Science et Vie, Aralık 1994

Kunter Kunt



*Sinir hücresi silisyum içinde gelişiyor ve sinir ucu veriyor.*