

Beyin Dalgaları



İnsanın en iyi korunan organı olan beyin, kafatasının içerisinde bulunur ve yaklaşık 1,5 kilogram ağırlığındadır. Vücuttaki birçok sistemin kontrolü temelde beyin tarafından sağlanır. Kısaca, beyin vücudun ana kumanda merkezidir. Beyin, devre dışı kalırsa, yani beyin ölümü durumunda kas kontrolü yok olur, solunum durur ve tüm refleksler kaybolur. Buna ek olarak kısa süre içerisinde kalbin çalışması da durur. Yani, beynin ölmesi demek kişinin ölmesi demektir. Beynin içerisinde milyarlarca sinir hücresi birbirleriyle ve uzaktaki sinir hücreleriyle sürekli iletişim halindedir. Beyinde oluşan bir sinyal büyük bir hızla vücudun en uzak köşesine gönderilir. Sinir hücreleri, sinaps denilen bağlantılar sayesinde birbirleriyle haberleşir. Hücrede oluşan elektrokimyasal sinyal, sinaps aralığına gelince burada çok özel kimyasal moleküllerin salınmasına yol açar. "Nörotransmitter" denilen bu moleküller sayesinde sinyaller diğer sinire iletilir.

Sinir hücrelerinin ürettikleri elektrokimyasal sinyaller çevreye değişik frekanslarda dalgaların yayılmasına yol açar. Elle tutulmayan, gözle görülmeyen bu dalgalar bazı elektronik cihazlarca algılanabilmektedir. Kafatasına bağlanan elektrodlar aracılığıyla beyin yaydığı dalgalar elektroensefalogram (EEG) denen bir cihaza gönderilir. Bu cihaz, beynin gönderdiği en zayıf dalgaları dahi algılar. Beyin, saniyedeki titreşim sayısına (frekans) göre değişen, alfa, delta, gama, teta ve beta denilen farklı dalgalar yayar. Fiziksel ve zihinsel rahatlama durumunda yayılan alfa dalgaları saniyede 7-13 kez salınır. Saniyede 13-60 kez salınan beta dalgaları, kişinin kendisini gergin hissettiğinde, stresli olduğunda veya korktuğunda, yani alarm durumlarında yayılır. Teta dalgaları saniyede 4-7 atım yapar ve bilincin zayıfladığı durumlarda, uykuya geçerken veya uykunun ilk evrelerinde oluşur. Uykunun derin evresinde ortaya çıkan dalgaysa delta'dır. Saniyede 0,1-4 atım yapan bu dalgalar çok yavaş iletilir ve bilinç tam olarak kayb olduğunda oluşur. Gama dalgaları saniyede 30-50 kez titreşir. Bu dalganın, algılama, bilinç ve düşünce sırasında ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Beyin dalgalarının daha iyi anlaşılması ve ölçülebilmesi sayesinde son yıllarda bu dalgalara olan ilgi yoğun bir şekilde arttı. Bilgisayar yardımcıla beyin dalgalarının çözümlenmesi, bu dalgaların somut hareketlere dö-

nüştürülmesi ve insan vücudunun yararına kullanılması son yıllardaki araştırmaların odağını oluşturmaktadır. Kafaya yerleştirilen hassas elektrodlar sayesinde algılanan beyin dalgaları bilgisayara aktarılarak kişinin görebileceği şekle getirilebilir. Hangi durumda hangi tür dalga yaydığını gören kişi bunları kontrol ederek davranışlarını yönlendirebilmektedir. "Neurofeedback" denilen bu yöntem sayesinde kişinin vücudunu ve zihnini kontrol etmesi sağlanabilmekte ve bazı rahatsızlıklar tedavi edilmektedir. Uzun süreli stres, aşırı sinirlilik, uyku bozuklukları, unutkanlık gibi durumların tedavisinde bu yöntem kullanılmaktadır.

Saçlı deri üzerine yapıştırılan elektrodlar aracılığı ile bilgisayara gönderilen beyin dalgaları ekranda renkli barlara ve sayısal değerlere dönüşür. Bu program sayesinde kişi hangi durumda ne tür dalga yaydığını görerek, istediği dalgaları arttırıp istemediklerini azaltabilir. Bu konuda bilgisayar kişiye yardımcı olur. Kişinin, belirli bir davranış veya duygulanım durumunda yaydığı beyin dalgaları bilgisayara gönderildiğinde, eğer olumluysa bilgisayar puan verir veya güzel bir müzik çalarak bunları onaylar. Böylece kişi hem görsel hem işitsel hem de sayısal olarak bilgilendirilir. Ancak bilgisayarın onaylamadığı sinyaller algılanırsa alarm çalar veya kişi sözel olarak uyandırılır. Bu sayede kişinin, daha önce farkına varmadığı olumsuz düşünce ve hareketlerinin farkına varması sağlanır. Kişi, ödüllendirilen beyin dalgalarını arttırmaya, cezalandırılan beyin dalgalarınıysa baskılamaya çalışır. Tekrarlanan seanslar sayesinde kişi, zamanla beyin dalgalarını dolayısıyla davranışlarını kontrol etmeyi başarır. Kısaca, sık tekrarlanan beyin egzersizleriyle, doğru durumlarda doğru beyin dalgalarını üretmeyi öğrenir ve bu da kalıcı hale gelince daha işlevsel çalışan bir beyne sahip olur.

Neurofeedback tedavi yöntemi, beyin dalgalarının kalıcı olarak düzenlenmesini, buna bağlı olarak da beyin daha iyi çalışmasını sağlamaktadır. Bilgisayar, esas olarak bir araçtır ve kalıcı değişikliği belirleyen kişinin kendi gayretidir. Bu tedavi yöntemiyle sadece düşünce ve davranışları değil, vücudun tepkilerini kontrol etmeyi öğrenmek de mümkün olabilmektedir. Geri bildirim sağlayan bu cihazların yardımı ile kişi daha önce kontrol edemediği el ısısını arttırıp azaltmayı, kalp hızını ayarlamayı dahi öğrenebilir.

Beyin Dalgalarını Kullanmak

Beyinden yayılan dalgaları algılayan cihazlar ve buna bağlı olan bilgisayar programları aracılığıyla bu dalgaları şekillere veya sese dönüştürmek mümkün olabilmektedir. Bunun da ötesinde, bu dalgaları kullanarak bilgisayarda şekil çizmek, yazı yazmak hatta eşyaları hareket ettirmek de artık başarılabilmektedir. Yirmi birinci yüzyılın başlarında geliştirilen "Beyin-Bilgisayar İnterfaz Projesi" (Brain-Computer Interface Project-BCI), beyinden yayılan dalgaları kullanarak mekanik bir kumanda kolunu hareket ettirmeyi hedeflemiştir. Bu mekanik kumanda kolu, tekerlekli sandalye, bilgisayar klavyesi, hatta elektronik cihazları dahi kullanmak için düzenlenmiştir. Projenin hedefi, konuşma, yürüme, hareket etme gibi fiziksel engeli olan insanların başka insanlara ihtiyacı olmadan ihtiyaçlarını karşılamalarını sağlamak ve yaşam standartlarını arttırmaktır.

Bu amaçla geliştirilen cihazlar EEG elektrodlarıyla hareket sinyallerini bilgisayara iletir. Örneğin, kişi bir düğmeye parmağıyla bastığında beyinden yayılan dalgalar bilgisayarda algılanır. Her düğmeye bastığında yayılan aynı frekanstaki beyin dalgaları bilgisayar tarafından belirli bir ölçüye aydurlularak bir komut haline getirilir. Bir sonraki aşamada, kişi düğmeye basmayı sadece basmayı düşündüğünde oluşan dalgalar bilgisayarda doğrudan "düğmeye bas" komutunun oluşmasını sağlar. Bilgisayarda oluşan bu komut, mekanik bir kumanda koluna iletildiğinde bu kol düğmeye basar. Yani, kişinin bizzat düğmeye basmasına gerek kalmadan, diğer bir deyişle elini bile kımıldatmadan sadece düşünce gücüyle düğmeye basılabilir. Fiziksel engeli bulunmayan kişilerle yapılan ilk çalışmalarda, düşünce gücü kullanılarak %70-80 arasında bir doğrulukla komutlar yerine getirildi. Fiziksel engelli kişilerde yapılan çalışmalarda ise %55'e varan doğrulukta sonuçlar elde edildi.

Gelişen teknolojiyle birlikte beyin dalgalarını kullanarak birçok işlevi yerine getirmek mümkün hale geldi. Beyin dalgaları sayesinde, felçli ve konuşamayan insanların bilgisayarda yazı yazarak çevreyle iletişim kurması sağlandı. Kişinin, bilgisayar ekranında gördüğü harfleri "doğru-yanlış" şeklinde düşünmesi yeterli olabilmektedir. Doğru veya yanlış durumunda yayılan dalgalar bilgisayar tarafından algılanır. Ekranında kendisine gösterilen harfler, doğruysa ekranda kalır, yanlışsa silinir. Bu sayede kelimeler ve cümleler oluşturulabilmektedir. Ek olarak, bu teknoloji sayesinde, fiziksel engelli kişilerin hiçbir güç harcamadan, sadece beyin dalgalarıyla kumanda edebildikleri tekerlekli sandalyeler geliştirilmiştir.

Araştırmacılar son yıllarda daha da ileri giderek üç boyutlu hareketleri algılayan ve bunu robota aktaran sistemler geliştirdi. Kafaya yerleştirilen küçük elektrodlar, beynin hareket merkezlerinden yayılan dalgaları algılar. Parmaklarımızı veya ellerimizi hareket ettirdiğimizde meydana gelen sinyaller bilgisayar tarafından algılandığında, ona bağlı bir robot kola gönderilir. Robotun mekanik el ve parmakları da aynı şekilde hareket eder. Oluşan sinyaller standart şekle dönüştürüldükten sonra elimizi veya parmağımızı hareket ettirmeyi düşünmemiz bile robot kolu harekete geçirir. Fiziksel engelli in-

sanların yaşam kalitesini arttıracak bu teknolojinin geliştirilmesi sayesinde çok uzaktaki bir robotu dahi sadece düşünce gücüyle hareket ettirmek mümkün olacaktır.

Beyin dalgalarını algılayan cihazların çözünürlük düzeylerinin artırılması sayesinde bu sinyaller çok daha yüksek doğruluk derecesinde anlaşılacaktır. Beyinde aynı anda oluşan sayısız sinyalin çözülmesi ve hangisinin ne anlama geldiğinin belirlenmesi sayesinde insan beyni adeta bir kitap gibi okunabilecektir. Beyin dalgalarının algılanmasının yanı sıra, bunların diğer insanlara iletilmesi de artık mümkündür. Kısaca, beyin dalgaları sayesinde haberleşme gündeme gelmiştir. Beyin gücüyle haberleşme, diğer bir deyişle telepatinin, konuşma yetisi olmayan ilk insanlarda mevcut olan bir yetenek olduğuna dair görüşler vardır. İnsanlar konuşmaya başladıktan sonra bu yeteneğin gerileyerek kaybolduğu düşünülmektedir. Konuşmadan haberleşmek, diğer insanların düşüncelerini okuyabilmek günümüzde belki de birçok insanın hayallerinden birisidir. Gelişen teknoloji sayesinde yakın bir gelecekte bu hayalin de gerçekleşmesi oldukça yüksek bir olasılık olarak görülmektedir.

Kaynaklar

- Mason, S. G. ve G. E. Birch, "A Brain-Controlled Switch for Asynchronous Control Applications, IEEE Trans, *Biomedical Engineering* 47: 10 (2000); 1297-1307.
- Krusiński, D. J., Sellers, E. W., McFarland, D. J., Vaughan, T. M., J. R. Wolpaw, "Toward enhanced P300 speller performance," *J. Neurosci Methods* 15: 167(1) (Ocak 2008):15-21.
- Daly, J. J. ve J. R. Wolpaw, "Brain-computer interfaces in neurological rehabilitation," *Lancet Neurol.* 7: 11 (Kasım 2008):1032-43.
- Townsend, G., LaPallo, B. K., Boulay, C. B. ve diğerleri "A novel P300-based brain-computer interface stimulus presentation paradigm: Moving beyond rows and columns," *Clin Neurophysiol.* 121: 7 (Temmuz 2010): 1109-20.
- McFarland, D. J., Sarnacki, W. A. ve J. R. Wolpaw, "Electroencephalographic (EEG) control of three-dimensional movement," *J. Neural Eng.* 7: 3 (Haziran 2010): 036007
- Birbaumer, N., "Breaking the silence: brain-computer interfaces (BCI) for communication and motor control," 43: 6 (2006); 517-32.

