

# Beyin uyarımı ve spor

## İbrahim Atif Oğuz



2002'de Malatya'da doğdu. İlk ve orta eğitimini Malatya'da tamamladı. 2020 yılında Malatya Fen Lisesinden mezun oldu. Hâlen İstanbul Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesinde lisans eğitimine devam ediyor.

## Doç. Dr. Erol Yıldırım



1977'de Malatya'da doğdu. İlk, orta, lise ve üniversite eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2000 yılında İstanbul Üniversitesi (İÜ) Psikoloji Bölümünden mezun oldu. İÜ'de Klinik Kognitif Nörobilim yüksek lisansı ve Adli Bilimler doktorası yaptı. Uzunca bir süre İstanbul Adli Tıp Kurumu Başkanlığında klinik nöropsikolog olarak çalıştı. Çalışma alanları klinik nöropsikoloji, adli nöropsikoloji ve bilişsel nörobilimdir. Dr. Yıldırım, hâlen İstanbul Medipol Üniversitesi Psikoloji Bölümünde öğretim üyesidir.

**B**eynin kafa üzerinden elektriksel veya manyetik uyarımı yoluyla gerçekleştirilen nöromodülasyon en genel anlamda; tedavi, araştırma ve performans artırma bakımından ele alınmaktadır. Bu yazıda girişimsel olmayan beyin uyarımının sporcularda fiziksel ve zihinsel performansı artırması konusu ele alınacaktır. Elektronik spor açısından beyin uyarımı değerlendirilecek, bu meselelerin etik ve yasal yönü ele alınacaktır. Buradan itibaren yazının devamında girişimsel olmayan beyin uyarımının kısaltması olarak NIBS (Noninvasive Brain Stimulation) kullanılacaktır.

### Sporcu Performansını NIBS ile Arttırmak Nasıl Mümkün?

Günümüzde spor alanında rekabetin artması ve bu rekabetin verdiği psikolojik baskı sonucu sadece kas gücünün değil, zihinsel performansın artırılması da önemli hâle gelmiştir. Bu baskı nedeniyle sporcular yeni teknikler kullanarak performans artırma yoluna başvurmaktadır. Sportif müsabakalarda beynin faaliyetini etkileyerek zihinsel performansı arttıran tekniklere "nöro-doping" denmektedir. NIBS'la gerçekleştirilen nöromodülasyon uygulamaları nöro-doping yöntemlerinden biridir ve sporun geleceğinde oldukça belirleyici olacağı belirtilmektedir (1). Çünkü atletik müsabakalarda performans için esas olan motor öğrenme, kas gücünün artırılması,

motivasyonun artırılması, yorgunluğun azaltılması ve hatta belli motor becerilerin öğrenme hızının artırılması beyin uyarımı ve nöral sürüklenme ile de mümkündür (2). Günümüzde spor sadece kas gücüne veya dayanıklılığına dayanan faaliyetler olarak değil, daha geniş bir yelpazede ele alınmakta, tümüyle zihinsel performansa dayalı sporlar da bulunmaktadır.

### Zihinsel Yetiler ve Yetenekler

Sportif müsabakalarda zihinsel yetiler dayanıklılık ve fiziksel kapasite kadar önemli bir hâle gelmiştir. NIBS; karar verme (3), dikkat (4) ve çalışma belleği (5, 6) gibi bilişsel süreçlerin iyileştirilmesinde ve geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu bilişsel yetiler birçok spor dalında sporcuların odaklanma ve doğru aksiyon alma becerileri üzerinde etkilidir. Sporcuların bu bilişsel yetileri geliştirmesi performanslarında artışa yol açabildiğinden (7, 8) NIBS sporcular için fark yaratabilecek bir imkân sunabilir. Lakin sporcuların performansında bilişsel yetilerin rolü ile alakalı araştırma sayısı şimdilik yeterli sayıda olmadığından hemen akla gelen birçok soru bile tam cevaplanmış değildir (9).

### Motor Öğrenme ve Beceri Kazanımı

Motor öğrenme, sporcuların performans artırımında ve yeni beceriler kazanımında kritik bir öneme sahiptir. Temel motor becerilerin geliştirilmesi spordaki başarı potansiyelini arttıran

faktörlerdendir (10). Özellikle çocukluk döneminde geliştirilen motor beceriler, spora özgü temel hareket kalıplarını geliştirdiği için gelecekteki potansiyel başarıyı belirler (11).

Nöromodülasyon tekniklerinin motor öğrenme ve beceri kazanımını sağladığı çalışmalarda gösterilmiştir (12). Bir çalışmada primer motor kortekse tek seferlik anodal transkraniyal doğru akım (tDAU, İng. tDCS) uygulamasının çeşitli motor görevlerde performans artırıcı etki yaptığı görülmüştür (13) ancak tek seanslık bu uygulamaların etkilerinin uzun süre devam etmediği gözlemlenmiştir. Reis ve arkadaşları (14), NIBS'in yeni ve zorlu bir motor beceriyi öğrenme üzerindeki uzun süreli etkisini araştırmışlardır. Her biri on iki katılımcıdan oluşan gruplardan birine anodal tDAU, diğerinde de plasebo etkisi göstermesi için inaktif tDAU uygulamışlardır (gerçekte beyin uyarımı yapılmamıştır). Her iki grup da aynı beceri seviyesinde başlamasına rağmen deney sonunda gerçekten uyarım verilen grubun beceri seviyesindeki artışın anlamlı derecede daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak primer motor korteks üzerine NIBS uygulamanın beceri kazanımını arttırdığı görülmektedir.

Colzato ve arkadaşları tDAU, tAAU ve nöro-geribildirim kas gücü, hareket algısı, motor öğrenme ve kas yorgunluğu üzerindeki etkisi ile ilgili on beş çalışmayı derlediklerinde (2) uyarım



vermek için bazı çalışmalarda motor korteks hedeflenmiş, diğerlerinde frontal, temporal, oksipital ve pariyetal loblarda farklı yerler hedef alanlar olarak seçilmiş olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların bir tanesinde etki olmadığı belirtilmiş, diğerlerinde ise; görsel-motor koordinasyonda, hareket algısında, hedefi tutturmada, örtük motor öğrenmede, sıralama öğrenmede, kas dayanıklılığında artma ve kas yorgunluğunda azalma rapor etmişlerdir. On beş çalışmanın bulguları ayrı ayrı değerlendirildiğinde; tAAU veya nöro-geribildirim yoluyla sağlanan nöral sürüklenmenin motor becerilerin öğrenilme hızını arttırdığı ve motor sıralama öğrenmesini kolaylaştırdığı, böylece müsabakalarda sporcuların optimal performans sergileyebildikleri sonucuna varmışlardır. Motor kortekse anodal uyarım yapıldığında hem kas dayanıklılığının arttığı hem de yorgunluğun azaldığı rapor edilmiş, çalışmada bu bulgu yorucu aktiviteler sırasında tDAU uygulamanın performansı arttıracacağı şeklinde yorumlanmıştır. Sol temporal korteksin uyarımının otonom sinir sistemi kontrolüne etki ettiği, bu alana uygulanan tDAU'nun bisikletçilerde algılanan eforu ve nabızı azaltırken "zirve güç çıkışı"nı arttırdığı belirtilmiştir. Yine bu derlemede sol dorsolateral prefrontal kortekse kataldal uyarımın sözel çalışma belleği-

ni baskıladığı, bunun da açık kontrol stratejilerini bozarak golf oyuncularının örtük motor öğrenme becerilerini arttırdığı belirtilmektedir. tDAU uygulamasının sporcular için çok önemli olan kas gücü, hareket algısı, motor öğrenme ve yorgunluk üzerinde olumlu etkisi olduğu gösterilse de hâlen üst düzey sporcularda tavan etkisi görülüp görülmeyeceğinin çalışılması gerektiği belirtilmektedir (2). Bir diğer araştırmada (15) ise sol motor kortekse alfa ve beta frekansında (10 ve 20 Hz) verilen tAAU uyarımlarının seçmeli reaksiyon zamanı görevinde performansı arttırdığı gösterilmiştir.

#### **Dayanıklılık ve Fiziksel Kapasite**

Fiziksel kapasite ve atletik performansın artırılmasına yönelik NIBS uygulamalarının potansiyeli zamanla daha dikkat çekici hale gelmiştir (16). Kas gücünün artırılması, dayanıklılık ve kas yorgunluğunu daha hızlı atlatılması gibi konularda nöromodülasyon uygulamaları pozitif etkisi ile diğer geleneksel yöntemlere göre ön plana çıkmaya başladığı belirtilmektedir (17). tDAU'nun fiziksel performans üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaları derleyen bir çalışmada 28 makale incelenmiştir (18). Bu çalışmaların uygulama protokollerinin birbirinden farklı olmasına rağmen çoğunda motor

Günümüzde spor alanında rekabetin artması ve bu rekabetin verdiği psikolojik baskı sonucu sadece kas gücünün değil, zihinsel performansın artırılması da önemli hâle gelmiştir. Bu baskı nedeniyle sporcular yeni teknikler kullanarak performans arttırma yoluna başvurmaktadır. Sportif müsabakalarda beynin faaliyetini etkileyerek zihinsel performansı arttıran tekniklere "nöro-doping" denmektedir.



korteksin uyarıldığı, uyarımın fiziksel görevden önce uygulandığı, uyarımın 20 dakika boyunca ve 2mA şiddetinde verildiği ve aktif elektrotun genelde 35 cm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir. Bu incelemedeki en temel bulgu tDAU'nun fiziksel performans üzerindeki etkisine dair birbirine zıt ve oldukça farklı bulguların rapor edilmesidir. Derleme kapsamındaki çalışmaların yarısından çoğu tDAU'nun fiziksel performansı arttırdığını rapor ederken yine aynı oranda makale tDAU'nun kuvvet, güç ve anaerobik çalışma kapasitesini arttırdığını göstermektedir. NIBS'in sporcu performansıyla ilgili çalışmalar genellikle amatörlerle yapıldığı için katılımcıların performanslarında bariz bir artış görülebiliyorken elit sporcular hâlihazırda insan bedeninin fiziksel sınırlarına yaklaştıkları için nöro-doping'in faydasının çok az görülebileceği veya görülmeyebileceği belirtilmektedir (1).

### **Elektronik Spor'da NIBS'in Kullanımı**

Sportif müsabakalarda nöromodülasyon uygulamalarının kullanımı hem geleneksel sporlarda hem de dijital sporlarda (e-spor) ayrı ayrı ele alınabilir. Fiziksel veya zihinsel gayret gerektiren tüm etkinlikler, diğer genel ilkeleri de karşıladığında spor kabul edildiğinden satranç, briç, Go, Çin satrancı ve dama da sporun dalları olarak kabul edilmektedir. Bunlarda olduğu gibi

zihinsel gayret gerektiren video oyunları da artık e-spor kabul edilmekteyse de neyin spor olup olmadığı hâlen tartışmalıdır. E-Spor video oyunlar üzerinden yapılan bireysel veya takım hâlindeki müsabakalarla ve takım, lig, turnuva gibi bileşenleriyle sporun alt bir kategorisidir ve sporun temel özelliklerinin elektronik sistemler aracılığıyla karşılandığı, oyuncuların girdilerinin ve e-spor sisteminin çıktılarının insan-bilgisayar arayüzleriyle sağlandığı bir spor türüdür (19). Türkiye E-Spor Federasyonu (TESFED), elektronik bir cihaz vasıtasıyla çevrim içi veya çevrim dışı ortamda gerek bireysel gerekse takım hâlinde katılım gösterilen her türlü aktiviteyi e-spor olarak tanımlamaktadır.

1970'li yıllarda fiziksel olarak bir arada olmayı gerektiren video oyun müsabakaları, bu sektördeki teknolojik gelişmeler ilerledikçe artık ekipler hâlinde, bireysel veya çok oyunculu olarak, çevrim içi veyahut müsabaka alanında bizzat bulunarak oynanan ve aynı anda yüz milyonlarca canlı izleyicisi olan, uluslararası turnuvaların düzenlendiği, çeşitli alt türleri olan müsabakalar hâline gelmiştir. Ülkeler buna kayıtsız kalmamış ve 2010'lu yıllardan itibaren e-sporu resmî spor branşı olarak kabul edilmeye başlamış ve lisanslı oyuncular profesyonel olarak turnuvalarda yer almışlardır. Türkiye'de de ilk olarak 2011'de Dijital Oyunlar Federasyonu

nu kurulmuş, 2014 yılında Gençlik ve Spor Bakanlığı lisans vermeye başlamış ve 2015'te ilk ulusal resmî turnuvasını organize etmiştir. Daha sonra 2018 yılında Spor Genel Müdürlüğüne bağlı olarak e-spor federasyonu (TESFED) kurulmuş, arkasından da Türkiye, 2019'da Avrupa E-Spor Federasyonuna 12 ülkeyle kurucu üye olarak dâhil olmuştur.

E-Spor, oyuncuların klavye, fare veya oyun konsolu kullanımı ile gerçekleştirildiği için oyunda başarı, algılama hızı, el becerisi, el-göz uyumu, odaklanmış dikkat, hızlı ve istikrarlı tepki ve hızlı karar verme gerektirmektedir. E-sporla ilgili bir derlemede (20) nöromodülasyon uygulamalarının hangi becerileri geliştirdiğine dair araştırmalar ele alınmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır: E-spor oyuncularının bir dakikada 400 kereye kadar tuşlara bastığı dikkate alındığında geliştirilmesi gereken özelliklerden biri el becerisidir. Premotor ve motor korteks alanlarına uygulanan standart veya yüksek çözünürlüklü tDAU tek yanlı veya iki yanlı el becerilerinde artış sağlamaktadır. Ayrıca tDAU uygulandığında e-sporla fiziksel dayanıklılık artmakta ve yorgunluk azalmaktadır. Tüm bunlara karşın tDAU'nun uyarana karşı verilen tepkinin hızında gerçek bir artışa sebep olup olmadığı konusunda çelişkili bilgiler rapor edilmiştir. Yine birçok çalışmada e-spor için gerekli olan motor öğrenme ve motor

becerilerin kazanılması sürecinin nöromodülasyon uygulamaları ile hızlandırılabilirliği gösterilmiştir. E-spor oyuncularının uzunca süre aynı pozisyonda kaldıkları için fiziksel dayanıklılık önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalar nöromodülasyon uygulamalarının sporcularda fiziksel dayanıklılığı arttırılabildiği göstermiştir.

### Nöro-Doping Etik veya Yasal mıdır?

E-spor müsabakalarında oyuncuların psikoaktif uyarıcı madde kullandıkları genel kabul görmektedir. Bu maddeler konsantrasyonu arttırmakta, tepki süresini kısaltmakta ve yorgunluk hissini azaltmaktadır. Parkinson hastalığında kullanılan Selegiline'in duygu durumu ve motivasyonu arttırıcı özellikleri nedeniyle e-spor oyuncuları arasında popüler olduğu bildirilmektedir. Kimi oyuncular ise anksiyete giderici ilaçlar alarak oyunun baskısı altında sakin kalabilmeyi hedeflemektedirler. Hatta eski şampiyonlardan biri gazeteye "stimülanların abartılı kullanımı" nedeniyle yarışmalara katılmama kararı aldığı demecini vermiştir. Resmî e-spor kuruluşları doping mahiyetindeki bu maddelerin alınmasını yasaklamaya başlamışlardır.

Dünya Anti-Doping Ajansı (WADA) fiziksel performansı arttıran psikoaktif madde veya diğer yöntemleri şu üç kriterden en az ikisini karşıladığı zaman yasaklamaktadır: 1) Spordaki performansı artırma potansiyeli olması, 2) Atletlerin sağlığını riske sokuyor (veya sokabilme potansiyeli) olması, 3) Sporun ruhuna zarar vermesi. tDAU'nun ilk koşulu, hatta belki de tüm koşulları karşılıyor olmasına karşın WADA henüz tDAU'yu yasaklamamaktadır (18).

NIBS'in doping olup olmadığı tartışmalıdır. Çünkü nöro-dopingin tespiti için nörotransmitter ve ilgili metabolitlerin konsantrasyonunu manyetik rezonans spektroskopisi (MRS) ile ölçmek belki mümkün ama çeşitli sebeplerle bu yöntem işe yarar görünmemektedir. En başta bu pahalı bir işlem olup farkın tespit edilebilmesi için bu analizin müsabaka öncesi ve sonrası yapılması gerekir. Bu yöntem tüm beyni taramadığı için sınırlı bölgelere bakılmaktadır ve en önemlisi beyindeki değişimin sportif performansın etkisinden ayırt edilmesi pek mümkün olmayacağından yanlış pozitif olasılığı yüksektir.

Hatta tespit edilemiyor olması nöro-dopingin yasaklanmaması gerektiğine dair bir gerekçe olarak etik tartışmalarda öne sürülmektedir (1). Bu konuda bazı araştırmacılar daha esnek olup nöro-iyileştirmenin spor antrenmanları sırasında uygulanmasının hem ilkesel hem de pratik gerekçelerle etik kabul edilmesi gerektiğini savunmaktadır (1). Bilişsel performansı gerektiren satranç gibi zihin sporlarında bırakın NIBS uygulamalarını, bilişsel performansı psikoaktif maddelerle arttırmayı yasaklamak için bile henüz erken olduğu belirtilmektedir. İddia sahipleri laboratuvar ortamında yapılan ve ekolojik geçerliliği düşük bilişsel testlerin karmaşık bilişsel görevlerle aynı olmadığını, zihin sporlarının doğası gereği daha az mekanik olduğu için fiziksel sporlara benzetilmemesi gerektiğini belirtirken zihin sporlarıyla ilgili bu durumun eğitim ve iş yaşamı için de geçerli olduğunu ifade etmektedir (21). Nöromodülasyon tekniklerinin sportif alanda etkilerinin tam olarak anlaşılması ve güvenli bir şekilde uygulanması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca bu tür tekniklerin sporcular üzerindeki uzun vadeli etkileri ve potansiyel riskleri değerlendirmek önemlidir. Spor alanında nöromodülasyon uygulamaları, uzmanların ve spor hekimlerinin gözetiminde yapılmalıdır (22, 23).

### Kaynaklar

- 1) Davis, N.J., "Neurodoping: Brain Stimulation as A Performance-Enhancing Measure", *Sports Med Auckl NZ*, 2013; 43:649–53.
- 2) Colzato, L.S., Nitsche, M.A., Kibele, A. Noninvasive Brain Stimulation and Neural Entrainment Enhance Athletic Performance—a Review. *J Cogn Enhanc*, 2017; 1:73–9.
- 3) Ouellet, J., McGirr, A., Van Den Eynde, F., Jollant, F., Lepage, M., Berlim, M.T. Enhancing decision-making and cognitive impulse control with transcranial direct current stimulation (tDCS) applied over the orbitofrontal cortex (OFC): A randomized and sham-controlled exploratory study. *J Psychiatr Res*. 2015; 69:27–34.
- 4) Miler, J.A., Meron, D., Baldwin, D.S., Garner, M. The Effect of Prefrontal Transcranial Direct Current Stimulation on Attention Network Function in Healthy Volunteers. *Neuromodulation Technol Neural Interface*, 2018; 21:355–61.
- 5) Jausovec, N., Jausovec, K., Pahor, A., The Influence of Theta Transcranial Alternating Current Stimulation (TACS) On Working Memory Storage and Processing Functions. *Acta Psychol (Amst)*, 2014; 146:1–6.
- 6) Ke, Y., Wang, N., Du, J., Kong, L., Liu, S., Xu, M. et al. The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Working Memory Training in Healthy Young Adults. *Front Hum Neurosci*, 2019; 13:19.

7) Walsh, V. Is Sport the Brain's Biggest Challenge? *2014; 24: R859–60.*

8) Yarrow, K., Brown, P., Krakauer, J.W. Inside the Brain of An Elite Athlete: The Neural Processes That Support High Achievement in Sports, *Nat Rev Neurosci*, 2009;10:585–96.

9) Walton, C.C., Keegan, R.J., Martin, M., Hallock, H. The Potential Role for Cognitive Training in Sport: More Research Needed, *Front Psychol*. 2018;9:1121.

10) Jukic, I., Prnjak, K., Zoellner, A., Tufano, J., Sekulic, D., Salaj S. The Importance of Fundamental Motor Skills in Identifying Differences in Performance Levels of U10 Soccer Players, *Sports*. 2019; 7:178.

11) Kirk, M.A., Rhodes, R.E. Motor Skill Interventions to Improve Fundamental Movement Skills of Preschoolers with Developmental Delay, *Adapt Phys Act Q*. 2011; 28:210–32.

12) Nitsche, M.A., Schauenburg, A., Lang, N., Liebetanz, D., Exner C., Paulus, W. et al. Facilitation of Implicit Motor Learning by Weak Transcranial Direct Current Stimulation of the Primary Motor Cortex in the Human, *J Cogn Neurosci*. 2003; 15:619–26.

13) Antal, A., Nitsche, M.A., Kincses, T.Z., Kruse, W., Hoffmann, K., Paulus, W. Facilitation of Visuo-Motor Learning by Transcranial Direct Current Stimulation of The Motor and Extrastriate Visual Areas in Humans, *Eur J Neurosci*. 2004; 19:2888–92.

14) Reis, J., Schambra, H.M., Cohen, L.G., Buch, E.R., Fritsch, B., Zarahn, E. et al. Noninvasive Cortical Stimulation Enhances Motor Skill Acquisition Over Multiple Days Through an Effect on Consolidation., *Proc Natl Acad Sci*. 2009; 106:1590–5.

15) Pollok, B., Boysen, A.C., Krause, V. The Effect of Transcranial Alternating Current Stimulation (TACS) At Alpha and Beta Frequency on Motor Learning, *Behav Brain Res*. 2015; 293:234–40.

16) Edwards, D.J., Cortes, M., Wortman-Jutt, S., Putrino, D., Bikson, M., Thickbroom, G. et al. Transcranial Direct Current Stimulation and Sports Performance, *Front Hum Neurosci*. 2017; 11:243.

17) Angius, L., Hopker, J., Mauger, A.R. The Ergogenic Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Exercise Performance, *Front Physiol*. 2017,8.

18) Angius, L., Pascual-Leone, A., Santarnecchi, E. Brain stimulation and physical performance. *Prog Brain Res*, 2018; 240:317–39.

19) Hamari, J., Sjöblom, M., What Is Esports and Why Do People Watch It? *Internet Res*. 2017; 27:211–32.

20) Zhuang, W., Yin, K., Zi, Y., Liu, Y., Non-Invasive Brain Stimulation: Augmenting the Training and Performance Potential in Esports Players, *Brain Sci*. 2020;10.

21) Mihailov, E., Savulescu, J., Social Policy and Cognitive Enhancement: Lessons from Chess, *Neuroethics*, 2018; 11:115–27.

22) Davis, N.J. Transcranial Stimulation of The Developing Brain: A Plea for Extreme Caution, *Front Hum Neurosci*, 2014;8.

23) Grosprêtre, S., Ruffino, C., Lebon, F. Motor Imagery and Cortico-Spinal Excitability: A Review, *Eur J Sport Sci*. 2016; 16:317–24.