

SPORTİF PERFORMANS AÇISINDAN NÖRO-GERİBİLDİRİM

Abdurrahman AKTOP¹

Funda SEFEROĞLU¹

ÖZET

Klinik bir uygulama olarak bilinen nöro-geribildirim biyolojik geribildirim disiplini çerçevesinde beyin dalgalarının eğitilmesi ile uğraşan psikofizyolojik bir uygulamadır. Nöro-geribildirim antrenmanları uzun yıllardır bilim adamlarının üzerinde durduğu bir yöntemdir. Son yıllarda sportif performans arttırmak amacı ile de kullanılan bu yöntem ilgi giderek artmaktadır. Sportif performans geliştirilmesi ve sporunun en iyi performansını sürekli sergileyebilmesi için en iyi performans sırasındaki psikolojik ve zihinsel süreçlerin farkına varılması önem taşımaktadır. Biyolojik geribildirim ve nöro-geribildirim gibi uygulamalar ile bu süreçlerin görsel olarak sporcuya sunulması ve en iyi performans anındaki psikolojik ve zihinsel süreçlere istemli olarak tekrar ulaşılması hedeflenmektedir. Yapılan çalışmalarda nöro-geribildirim antrenmanlarının uyarılmışlık düzeyi, kaygı gibi psikolojik verilerin yanı sıra okçuluk, dans ve yüzme gibi spor branşlarında da performansı olumlu etkilediği bildirilmiştir. Spor bilimleri alanındaki bu son gelişmelerin ülkemizde de yaygınlaşması ülkemiz sporunun gelişimi açısından büyük önem taşıdığı düşünülmektedir. Bu derlemenin amacı; nöro-geribildirim antrenmanlarının yöntemi, çıktıkları gibi teknik ayrıntılı gereklilikleri ve spor bilimleri alanında kullanımını hakkında bilgi vermek, sporunun performansına olan olumlu etkilerini yazılı kaynaklarda yer alan çalışma sonuçları ile özetlemek ve yurt dışında kullanılan bu yöntemin ülkemiz sporunda da yaygın bir şekilde kullanılabilmesi için önerilerde bulunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Duyu-Motor ritim, EEG-biyolojik geribildirim, spor

NEUROFEEDBACK IN TERMS OF SPORTIVE PERFORMANCE

ABSTRACT

Neurofeedback, which is known as a clinic application, is a psychophysiological application which deals with the training of brain waves in biofeedback discipline. For many years, scientists have focused on neurofeedback training method. In recent years, interest in this method which is used with the aim of increasing sportive performance has been increasing. Recognizing the cognitive and psychological process during the best performance is very important for the athletes to show their best performance and improve their sportive performance. The aim of biofeedback and neurofeedback applications is to present these processes to athletes visually and to voluntarily reach the cognitive and psychological process during best performance again. Researches show that, neurofeedback trainings improve the psychological parameters such as arousal level and anxiety as well as performance in swimming, dance and archery. These recent developments in sport science are very important for sport development in our country. The purpose of this review is to inform researchers, coaches and athletes about neurofeedback training techniques, methods, outputs and applications in sport sciences, to summarize the positive effects with evidences in literature and lastly to provide some suggestions about this method that is used in other countries so that it can also be used widely in our country.

Keywords: Sensory-Motor rhythm, EEG biofeedback, sport

¹Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Sorumlu yazar; E mail: fundaz@akdeniz.edu.tr

GİRİŞ

Spor bilimleri alanında performansı arttırmaya yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmaların amacı, daha az hata ve daha çok verim ile verilen görevleri tamamlayarak bireylerin daha iyi sonuçlar elde etmelerini sağlamaktır [1]. Sporcular performanslarını geliştirebilmek, daha kuvvetli, hızlı ve donanımlı olabilmek için sürekli bir arayış içindedirler. Ekipmanlardaki teknolojik gelişmeler ve fiziksel antrenmanlar modern sporlarda bu performans arttırma talebini büyük ölçüde karşılayabilmektedir. Ancak, güçlü bir beden başarılı bir sportif performans artışını yalnızca belirli bir düzeye taşıyabilmektedir. Motivasyon, konsantrasyon ve zihinsel dayanıklılık olmadan başarıya ulaşabilmek mümkün olamadığı için sporun psikolojik yanı göz ardı edilmemelidir [2]. Spor psikolojisi girişimleri motivasyonu (amaç oluşturma, destekleme) arttırmak, fizyolojik tepkileri kontrol altına alabilmek (gevşeme, enerjileme, becerileri otomatikleştirebilme), zihinsel tepkileri kontrol edebilmek (uyarılmışlık, dikkat, düşünememe) ve stres altında performansı sergileyebilmek (müsabaka öncesi hazırlık, kritik anlarda ki performans, zihinsel toparlanma) amacı ile yapılmaktadır. Teknikler gevşeme, psikofizyolojik değerlendirme, Biyolojik Geribildirim (BGB), Nöro-Geribildirim (NGB), bilişsel toparlanma, imgeleme ve simülasyon uygulamalarını içermektedir. Bu çalışmaların odak noktası sporcuların, müsabaka gibi stres altındaki durumlarda da yüksek performansı otomatik olarak sergileyebilmelerini sağlamaktır. Bu girişimlerin rutin olarak uygulanması ile yüksek performans da otomatik hale gelmektedir [3]. Yıllık antrenman planlarının son yıllarda içine alınan psikolojik (zihinsel) hazırlık antrenmanları alt birimleri içerisinde NGB antrenmanlarına da yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar ile NGB Antrenmanlarının dikkat eksikliği ve hiperaktivite [4-7], epilepsi [8-10], otizm [11], duygusal travmalar [12], inme [13], kulak çınlaması tedavisi [14] ve sağlıklı bireylerin bilişsel, fiziksel ve sportif performansın geliştirilmesinde [15] önemli rol oynamaktadır.

NGB kullanımı son yıllarda ciddi derecede artış göstermektedir. Ayrıca davranış ve bilişsel işlevleri arttırdığı da öne sürülmektedir. Bazı antrenmanlardan daha iyi zihinsel yönetim sağlamakta, kişisel farkındalığı arttırmakta ve zihinsel performansı, dikkati ve hafızayı etkilemektedir. Ayrıca yaratıcılığı, atletik ve akademik performansı da geliştirmektedir [16]. Türkiye’de klinik çalışmalarda kullanılmaya başlanan NGB’in spor bilimlerinde kullanımı henüz gelişmemiştir. Ancak yurtdışında son yıllarda bu alandaki çalışmalar artış göstermektedir [17-24]. Bu derleme Türkiye’de yapılacak olan çalışmalara ışık tutması amacı ile bu alanda yapılan çalışmaların özetlerini ve NGB antrenmanlarının uygulama esaslarını içermektedir.

Nöro-Geribildirim

Teknik olarak geribildirim (feedback), çıkışın, kaynağa tekrar geri döndürülerek, hatanın düzeltilmesinin sağlanması ya da bir karşılaştırma yapılarak çıkışın belirli bir istek yönünde yeniden şekillendirilmesinin sağlanması anlamını taşır. BGB, kişiye ait farkında olunmayan normal veya anormal fizyolojik olaylar hakkında, genellikle elektronik cihazlarca ve sıklıkla görsel ve işitsel sinyaller üreterek bilgi veren, kişinin bu bilgileri kullanarak vücut fonksiyonlarının (el sıcaklığı, ter bezleri aktivitesi, solunum sürati, kalp atışı sürati, kan basıncı ve beyin dalgaları paternleri) farkında olmasını ve bu fonksiyonlarını istemli olarak değiştirebilmesini sağlayan bir sistemdir. NGB ise, BGB disiplini çerçevesinde beyin dalgalarının eğitilmesi ile uğraşır [25].

NGB’nin tarihi farklı bir amaçla başlanan bilimsel bir araştırmada yeni ve özel bir şeyi keşfetmeye dayanır. 1960’lı yılların başında A.B.D. hava kuvvetleri, savaş uçakları roket yapımı sırasında görev

alan personelde epileptik atak benzeri etkilerin görülmesi üzerine konuyu araştırması amacı ile Sterman ve arkadaşlarına başvurmuştur. Sterman ve arkadaşları nedeni araştırmak amacı ile bir seri deneye başlamışlardır. Bu deneyler sırasında da deney hayvanı olarak kedileri kullanmışlar ve 9mg/kg'lık toksik maddenin bütün hayvanlarda epileptik atak oluşturduğunu saptamışlardır. Ancak ilginç bir şekilde bir grup kedi bu %100'lük epileptik doza karşı direnç göstermiş ve epileptik atak geçirmemiştir. Bunun üzerine bu kedi grubunu incelemeye alan Sterman ve arkadaşları, epileptik atak geçirmeyen kedilerin daha önce Duyu-motor ritim (DMR) NGB eğitimi adlı bir deneyde kullanıldığını tespit etmişlerdir. Bu bulgular uzun süre şartlı DMR eğitimi alan kedilerin nöbet eşiğinin yükselmiş olabileceğini göstermiştir. Bu hipotez üzerine yapılan çalışmada, DMR eğitimi alan hayvanların %25'i epileptik nöbetlerden tamamen korunurken, %75'inde kontrol grubuna göre 2 misli daha geç sürede nöbet geliştirdiği belirlenmiştir. İlerleyen yıllarda yapılan araştırmalar, kobaylar için geçerli olan bu sonucun, insanlar için de geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Epilepsi hastalığı olan insanlara DMR beyin dalgalarını arttırmaları öğretilerek ve bu hastalığa bağlı olarak geçirdikleri nöbetlerin azaldığı görülmüştür. Bu konuda ilk bilimsel yayın 1972 yılında Streman ve Friar tarafından yayınlanmıştır [26].

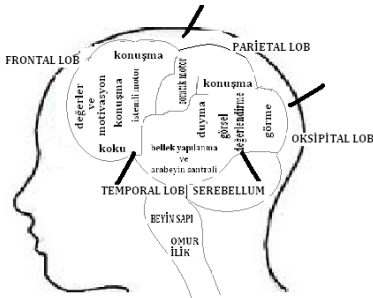
NGB beyin-bilgisayar bağlantısını içeren bir tekniktir. Bilgisayar bağlantısı bireyin beyin elektriksel aktivitesini monitöre aktararak bireye anlık görsel geribildirim sağlar. Beynin farklı lezyonlarındaki beyin dalgalarının yarattığı elektriksel aktivite yükseklik (amplitüd birimi mikrovolt [μV]), hız (saniyedeki döngü, frekans, birimi hertz [Hz]) ve şekil (morfolojisi) olarak ölçülür. Sporcu NGB sayesinde bu beyin dalgalarını görerek onları kontrol etmeyi öğrenir ve böylece dikkatini, odaklanma yeteneğini ve hislerini kontrol ederek performansını arttırır. NGB çıkış noktası araştırma laboratuvarları olmasına rağmen bilgisayar ve donanımların geliştirilmesi ile son zamanlarda, hekimler, psikolojik danışmanlar ve antrenörler tarafından da kullanılabilir olmuştur [2].

Nöro-Geribildirim Parametreleri

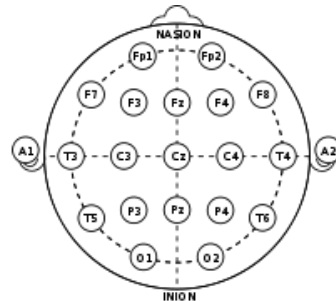
Nöro-geribildirim antrenmanı uygulamalarında dikkat edilmesi gereken birçok unsur vardır. Bu unsurlardan montaj, hedef alınan frekans, nöro-geribildirim antrenmanın içeriği ve seans miktarı en önemlilerindedir ve her antrenmanda gözden geçirilmelidir.

Nöro-Geribildirim Montajı

Kayıt alınması için standart elektrot yerleşim bölgesi Jasper tarafından 1958'de yayınlanmış ve uluslararası 10-20 sistemi olarak literatüre geçmiştir (şekil 1). şekil 1'de Elektroensefalogram (EEG) kaydı için elektrot yerleşim noktaları ve bunların uluslararası isimleri görülmektedir. Her lob kendi baş harfi ve sağ/ sol taraf çift/ tek sayı ile isimlendirilmiştir. Merkez noktalar ise center (C) olarak isimlendirilmiştir. şekil 2'de ise beyin bölgelerinin katıldığı fonksiyonlar gösterilmektedir [16].



şekil 1. Uluslararası 10-20 sisteminde elektrot yerleşim noktaları



şekil 2. Beyin bölgelerinin katıldığı fonksiyonlar

Birçok elektrotun saçlı deriye belirli bir sistematikte yerleştirilmesine montaj denmektedir. Montaj monopolar ve bipolar olmak üzere iki farklı şekilde düzenlenebilir. Monopolar montajda aktif elektrot saçlı deride iken topraklama ya da referans elektrot ise kulak memesi gibi aktif olmayan bir bölgeye yerleştirilir. Bu montaj şekli aktif elektrotun bulunduğu beyin bölgesindeki elektriksel aktiviteyi ve elektriksel aktivitede meydana gelen değişimleri ölçmek amacı ile yapılır. Bipolar montajda ise monopolar montajın aksine iki aktif elektrot bulunmaktadır. İki beyin bölgesinin aktivasyonları arasındaki farkların incelendiği durumlarda kullanılır. Eğer amaç tek bir beyin bölgesini antrene etmek ya da antrenmanın tek bir bölgeye etkisini ölçmek ise monopolar montaj tercih edilmelidir. Bunun dışında, eğer amaç iki farklı bölgenin senkronizasyon seviyesi ise bunun içinde etkili olan bipolar montajdır [16].

EEG Frekans Bileşenleri

Beyin dalgaları, canlı beyinde nöro-kimyasal aktivitenin yarattığı düşük frekanslı elektriksel aktivitedir [26]. Önceleri EEG dalgalarının korteksteki nöronların aksiyon potansiyellerinin toplamı olduğu sanılmıştı. Daha sonra, derin anestezide ve hipokside aksiyon potansiyellerinin kaybolduğu fakat yavaş EEG potansiyellerinin devam ettiği görüldü. EEG dalgalarının oluşumuna aksiyon potansiyellerinin de katkısı vardır fakat bu çok azdır. Saçlı deriden kaydedilen kaba potansiyellerin büyük çoğunluğunu dikine olarak yerleşmiş bulunan piramidal hücrelerin aynı anda aktive edilmeleri (senkronizasyon) sonucu görülen postsinaptik potansiyeller meydana getirmektedir. Bu potansiyeller ortaya çıkıp cebirsel toplama tabii tutulurken hücre dışı alandan geçen akım EEG potansiyellerini doğurur. Yukarıda belirtildiği gibi kaba potansiyellerin gerçek şekli ve biçimi postsinaptik potansiyellerin yerine ve şekline bağlıdır [27]. Beyin dalgaları çeşitli frekanslarda meydana gelir. Bazıları hızlıdır ve bazıları epeyce yavaştır. Bu EEG bantlarının klasik isimleri delta, teta, alfa, beta ve gammadır. Bunlar saniye veya hertz (Hz) başına döngüler halinde ölçülür [28]. Bu dalgalar genel net bir ayırım ile gruplandırılarak fizyolojik durumları temsil eder [29]. Ayrıca, farklı zihinsel ve somatik işlevler ya da odaklanmış dikkat, derin uyku, dalgalılık, yorgunluk gibi durumlar ile ilişkilendirilir (tablo 1). Tablo 2'de ise bu bölgelerden alınan sinyallerin frekans aralıklarına göre anlamlandırılması yer almaktadır [2].

Tablo 1. EEG bantları ve ilişkilendirildikleri durumlar [2]

Ritim	Aralık	Durum
Delta	0.5-4 Hz	Derin uyku
Teta	4-8 Hz	Uyku sersemliği
Alfa	8-12 Hz	Rahatlamış, gözler kapalı farkındalık durumu
Beta	13-35 Hz	Uyanık, uyarılmış olma durumu, yoğun zihinsel aktivite
Gama	+35 Hz	Bilişsel ve motor fonksiyonlar

Tablo 2. EEG sinyallerin frekans aralıklarına göre anlamlandırılması [2]

FREKANS BANDLARI	Cz ve FCz Korelasyonları
1-3Hz Delta	Uykunun 4. Seviyesindeki baskın aktivitedir. Elektrot kayması, göz hareketleri ya da göz kırpması işlem hatası sırasında görülen deltadır. Bazı beyin hasarı ve öğrenme bozukluklarında da uyanıklıkta EEG'de artış görülebilir.
4-5Hz Düşük Teta	Dikkat etmeme, uykulu hallerde alınan Teta.
6-7Hz Yüksek Teta	İçsel uyum, belki yaratıcı ama bu mental düzeyde ortaya çıkardığı fikirleri uzun süre geçtikten sonra tekrar çağırılmaz.
8-10Hz Düşük Alfa	İçsel uyumluluk. Bazı meditasyon türleri sırasında artış gösterir.
11-12Hz Yüksek Alfa	Aşırı hazır olunmuşluk ve genel farkındalık ile bağdaştırılır. Genellikle zona ulaşmış elit sporcularda görülür. Yüksek zeka, yüksek doruk alfa frekans ve amplitüdü (dinlenmede) ile beyin dalgalarının senkronizasyonun bozulduğu durumdur.
13-21Hz Beta	Betanın genel bandıdır. Dikkat eksikliği ve hiperaktivite hastalığının değerlendirilmesinde ki Teta/Beta oranı protokolünde kullanılır.
12-15Hz Duyu Motor Ritim (DMR) duyu motor şerit boyunca ölçüldüğü zaman (C3, Cz, C4)	Motor çıktının engellenmesi ve duyuşal girdinin kombinasyonu içeren odaklanmış ve uyarılmış mental durum ile bağdaştırılmaktadır. Rahatlama durumu ile kaygının düşmesi ve bağışıklılık fonksiyonun etkilendiği ve uyarıldığı durumlardır.
16-20Hz Beta	Aktif problem çözme ve bilişsel ya da motor aktivite ile bağdaştırılmaktadır. Birçok kişi düşünme ve problem çözmenin 16-18Hz ile ilişkilendiğini, daha yüksek betanın ise öğrenme ve profesyonelleşme ile ortaya çıktığını savunmaktadır.
19-22Hz Yüksek Beta	Duyuşal hassasiyet durumları (bazı sebeplerden dolayı meydana gelen kaygı) ile ilişkilendirilmektedir. Genellikle bu durumda sporcular çok zor çalışabilmektedir.
23-36Hz Yüksek Beta	Beynin meşgul olma durumu ile bağdaştırılmaktadır. Birçok düşüncenin bilişsel olarak işlendiği ya da negatif düşüncelerin yoğun olduğu süreçtir. Elit sporcularda dikkatin dağıldığını gösteren önemli nokta olabilir. 20s ve üstü sürelerden görülen bu dalga aile öyküsünde alkolizm ya da kötü alışkanlıklar ile bağdaştırılabilmektedir.
40Hz (dik ritim) Gama	Dikkat ve bilişsel fonksiyonlar ile direkt ilişkili olan etkin ritimdir. Ritimdeki artış öğrenme bozukluklarına yardımcı olabilmektedir. Ritmin 40Hz'e çıkması denge ölçerin tekrar dengeye dönmelerini sağlar.
45-58Hz	Genellikle saçlı deri, çene ve boyun kaslarında meydana gelen refleksif hareketler sonucu meydana gelir. EMG engelleme aralığıdır. (Asya, Avrupa ve Avustralya'da engelleme aralığı 53-59Hz'dir.)
60Hz (Avrupa, Asya ve Avustralya'da ki 50Hz)	Genellikle elektriksel girişimdir.

NGB farklı protokollerden oluşmaktadır. Teta ritmi, Alfa ritmi, Alfa/Teta oranı, Yavaş Kortikal Potansiyeller (Slow Cortical Potentials) ve DMR çalışmalarıdır. Farklı protokoller farklı etki mekanizmaları ile etkileşim içerisindedirler. Alfa ritmi, 8,5-12,5 Hz'de yapılan çalışmalardır ve kısa süreli hafıza ile ilişkilendirilmektedir. Teta ritmi, 3-7 Hz' çalışmalarıdır. Uyarılmışlığın değerlendirildiği çalışmalar kullanılan bir protokoldür [30]. Alfa/teta oranı, 8-12 Hz/4-8 Hz'de yapılan çalışmalardır.

Yaratıcılık ve well-being (sağlık) çalışmalarında kullanılmaktadır [31]. Yavaş kortikal potansiyeller (YKP); genelde klinik çalışmalar da tanılama ve tedavi için kullanılmaktadır [8]. DMR çalışmaları; 12-15 Hz'de yapılan çalışmalardır ve duyumotor ve somotomotor beceriler ile ilişkilendirilmiştir [32-34]. DMR eğitiminde amaç DMR [12-15 Hz]'lerin amplitüd sayılarını arttırmaktır. Antrenman süresince kişilerden mümkün olduğunca sık ve uzun süre görsel uyarının boyutunu arttırmaları gerektiği talimatı verilir. Buradaki artış DMR amplitüd sayısındaki artış temsil eder [35].

Nöro-Geribildirim Yöntemi

Nöro-geribildirim uygulamalarında ilk olarak bir frekans seçilir ve daha sonra nöro-geribildirim uygulanan bireye beyin bölgesindeki bu frekans ile ilgili geribildirim verilir. Bu geribildirim işitsel, görsel ya da hem görsel hem işitsel olabilir [16]. Spor bilimleri alanında nöro-geribildirim ilk kullanıldığı çalışma olan Landers ve arkadaşlarının çalışmasında [17], hareketli barlar ile yalnızca görsel geribildirim tekniği kullanılmıştır. Ancak Vernon ve arkadaşlarının yaptığı derlemede, NGB'in dikkat eksikliği ve hiperaktivite üzerine etkisini inceleyen çalışmaların büyük çoğunluğunda görsel ve işitsel geribildirim kombinasyonlarının kullanıldığı belirtilmiştir. Yazarlar görsel ve işitsel geribildirim birlikte kullanıldığı çalışmaların bireylerin psikofizyolojik durumlarında daha etkili olduğunu bildirmektedir [36].

Nöro-Geribildirim Antrenman Sayısı ve Süresi

Yapılan çalışmalarda nöro-geribildirim seanslarında en çok farklılık gösteren parametreler seans sayıları ve seans süreleridir. Spor bilimleri alanında yapılan çalışmalarda seans süreleri 15 dk. ile 1 saat arasında değişmektedir. Seans sayıları ise yine spor bilimleri alanında uygulanan protokollere bağlı olmakla birlikte en az 10-15 seans arasındadır. Ancak Fritson ve arkadaşları sağlıklı bireylerde NGB antrenmanının etkisinden söz edilebilmesi için en az 20 seanslık NGB antrenmanının uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir [37].

Spor Bilimlerinde Nöro-Geribildirim Antrenmanları

Spor bilimlerinde NGB kullanımı Alman fizikçi Hans Berger'in 1929'da yayınlanmış olan çalışmasına dayanır. Berger sistematik olarak beyin dalgalarının doğasını belgelemiş ve buna literatürdeki anlamı elektriksel beyin yazılımları olan EEG adını vermiştir [2].

Spor Bilimlerinde EEG kullanımı; EEG'nin ilk ve son ölçümleri, görüntülenmiş hareket, spor ortamı simülasyonları ve yüklenme sırasında EEG başlıkları altında incelenmektedir. Görüntülenmiş hareket çalışmaları; uygulanan hareket sırasında motor korteksteki aktivasyonun incelendiği çalışmalardır. Yüzücülerde yarışmanın imgelenmesi antrenmanlarında kullanılmış ve alfa aktivitesinin genel olarak sol oksipital ve C3 (pre central) alanlarında farklılığı görülmüştür. Spor ortamı simülasyonları çalışmaları; spor ortamlarındaki çevresel durumlar sırasında kortikal aktivasyondaki değişimlerin incelendiği çalışmalardır. Örneğin dalışta, Yüksek Basınç Sinirsel Sendromu semptomları ile nöral ilişkiyi, ortamın simülasyonu ile test ederek dalış sırasında karşılaşılabilecek sorunların giderilmesi amaçlanmıştır. Uyku ve yükseklik çalışmaları da simülasyon çalışmalarıdır. Yüklenme sırasında EEG çalışmalarında ise, genel olarak bisiklet ergometresi kullanılmıştır. Çalışmalarda; kısa dönem akut çalışmalar ile orta şiddetli yüklenme sırasında prefrontal kortekste indirgenmiş aktivite ve düşük bilişsel performans gözlemlenmiştir. EEG'nin ilk ve son ölçümlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, boks branşında ve futbolda kafa vuruşu sonrasında meydana gelen travmaların neden olduğu kortikal aktivasyon farkları incelenmiştir. Ayrıca, okçuluk, golf ve atıcılık gibi spor branşlarında iyi ve kötü performansın karşılaştırıldığı ideal kortikal aktivitelerin saptandığı çalışmalar da bulunmaktadır [1].

2005-2006 sezonu Avrupa ve Dünya kupasında AC Milan futbol takımının performansı spor bilimciler tarafından incelenmiş ve başarılarını etkileyen girişimlerin NGB ve BGB antrenmanlarına bağlanmıştır. Bruno Demichelis 'Mind Room' (Zihin Odası) olarak belirlediği Milan modelini İngiltere Chelsea kulübü futbol takımına da uygulamıştır [38]. Zihin Odası modelinde meditasyon, fizyolojik rahatlama ve imgeleme tekniklerini kullanarak sahadaki rahatlık, uyarılmışlık ve odaklanmışlığı kontrol altına almak amaçlanmıştır. Bu antrenmanlar ve fizyolojik kayıtlar için multi-model BGB ve NGB sistemi kullanılmış [39].

Zihin odası tekniğinde kullanılan spesifik bilgiler gizli tutulmaktadır. Ancak uygulamaların bazı içerikleri bildirilmektedir. Performans öncesi durum antrenmanlarında; sporcular meditasyon, imgeleme ve duyarlılığı azaltma tekniklerini kullanmış, aynı zamanda psikofizyolojik yanıtları görüntülenmiş ve antrene edilmiştir. Optimal fonksiyonellik aralığını yakalamak için fizyolojik değerlendirme antrenmanlarında; EEG, EMG, ısı, kalp atım hızı, kan basıncı ve solunum fonksiyonları değerlendirilerek, bu değerlendirmeler rahatlama ve meditasyon antrenmanlarında rutin olarak kullanılmıştır. Böylelikle kişiye en uygun performans için yakalaması gereken aralıklar öğretilmiştir. Duyarlılığı azaltma, hatayı başarıya çevirme antrenmanlarında ise; kişi, fonksiyonelliğin yakalamayı öğrendikten sonra kendisine ait oyun sahası içerisindeki görüntülerini izlemektedir. Kişiyi sahadaki son performansı izletilir. Bu süreçte kişi hatalarını izlerken vücut yanıtları görüntülenir ve rahatlama sağlayıp normale dönüncüye kadar aynı performans tekrar izletilir. Ayrıca kişiden aynı sakinlikle penaltı gibi kritik pozisyonları imgelemesi istenir. Bu simülasyon çalışması sporcunun stresli ya da farklı ortamlara alışmasına olanak sağlar. Öz konuşma girişimleri; en uygun performans için sporcu otomatik olarak performans göstermelidir. İdeal olarak bu durum düşünme olmadan otomatik olarak hareketin uygulandığı durumdur ve antrenmanın önemli bir kısmıdır. Düşünmenin olmadığı bu durum özellikle EEG frekansları ile saptanabilmektedir. EEG kayıtları ile golf, atıcılık gibi bireysel sporlarda kötü ve iyi performansı ayırt etmek mümkündür. Bu alanda yapılan çalışmalar, yüksek performans için sol hemisferde alfa aktivitesinin (sağ baskın kişilerde F7, T4 ve T3 bölgelerinden alınan) artması ve T3'ten alınan 12Hz aktivitesinin (meşgul beyin) baskılanması gerektiğini göstermektedir. Bu antrenmanların amacı da bu yüzden alfa aktivitesini arttırıp, özellikle 12 Hz aktivitesini azaltmak olmalıdır [3]. Wilson ve Peper (2011)'in vaka çalışmasında, uluslar arası düzeyde sporcu olan, kortta duygularını kontrol etme problemi yaşayan ve bunun sonucunda da puan kayıpları yaşayan 15 yaşında bir tenis oyuncusunu ele almışlardır. Sporcuya Cz bölgesindeki DMR aktivitesini arttırarak ve tetayı azaltarak uyarılmışlığını azaltılmasının amaçlandığı bir NGB antrenman stratejisi uygulamışlardır. 3 ay sonrasında sporcu turnuvalarda ilk üçe kadar yükselmiş ve kendini kontrol etmede büyük aşamalar kaydetmiştir. Bu vaka çalışması ile birlikte de görülüyor ki neyin nasıl antrene edildiği büyük önem taşımaktadır. Antrenman protokolleri mekanik bir formül değildir ve kişiye göre adapte edilmelidir [39].

Dünyada ki birçok profesyonel ve olimpiik spor kulüpleri BGB ve NGB'in temellerini zihinsel antrenman programlarına adapte etme sürecindedir [38]. Uluslararası düzeyde spor bilimleri alanında yapılan NGB antrenman tekniğinin kullanıldığı çalışmaların derlemesi tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Sporcu Gruplarda Yapılan Nöro-Geribildirim Çalışmaları

Yayın	Araştırma grubu	NGB antrenman protokolü	Seans	Uygulanan testler	Karşılaştırmalar ve bulgular	Sonuç
Landers ve ark. 1991 [17]	24 okçu Doğru GB-n=8 Yanlış GB-n=8 Kontrol-n=8	T ₃ -T ₄ bölgesi doğru GB (sol hemisferde düşük frekanslı aktivite) yanlış GB (sağ hemisferde düşük frekanslı aktivite)	30 dk * 10 seans	NGB öncesi ve sonrası EEG kayıtlı 27 ok atışı	Doğru GB uygulanan gruptaki okçuların atış performansını arttırdığı, yanlış GB uygulanan grup performansının düştüğü ve kontrol grubunda bir değişim yok	NGB doğru şekilde uygulandığı takdirde okçuların performansını geliştirmektedir.
Singer 2004 [18]	3 dansçı	T ₃ -T ₄ bölgesi	30 dk * 20 seans	Durumluluk kaygı envanteri	Her seans ve dans performansı öncesi ve sonrası kaygı envanteri uygulanmış ve puanlarda anlamlı düşme görülmüştür.	NGB antrenmanının dansçılarda durumluluk kaygıyı azaltmaktadır.
Cherapkina 2012 [19]	3 farklı beceri düzeyinde ve 30 farklı braiştan 321 sporcu	F ₁ -F ₂ /P ₃ -P ₄ bölgelerinde alfa aktivitesi artırma antrenmanı	1 saat * 15 seans	EEG kaydı	Düşük ve yüksek beceriye sahip sporcuların cinsiyetleri arasındaki EEG aktiviteleri karşılaştırılmış ve yalnızca düşük beceri seviyesindeki sporcuların erkeklerinin sol hemisfer alfa aktivitesi bayanlardan yüksek bulunmuş. NGB alan bireyler arasında ise cinsiyetler arasında farka rastlanmamıştır.	Sporcuların NGB antrenmanlarına yanıt başarılarının yalnızca cinsiyetten değil, cinsiyet, beceri ve spor branşının türünün birleşiminden etkilenmektedir.
Strizkova O. ve ark. 2012 [20]	28 ileri düzeyde jimnastik sporcusu 14=denek 14=kontrol	Sol hemisferde alfa ritim arttırmaya yönelik antrenman	1 saat * 15 seans	EEG, EKG, Antrenman, kondisyon düzeyinin öz bildirim ile tahmini, kaygı envanteri, Romberg testi.	Ön testten son teste EEG alfa ritiminde kontrolden farklı olarak artış gözlenmiştir. Antrenman grubunda Antrenman ve kondisyon düzeyinin öz bildirim ile tahmini ve Romberg testi bazı parametrelerinde kontrol grubuna göre fark bulunmuş.	NGB karmaşık koordine hareketlerin hafızaya alınmasını hızlandırır ve vestibüler stabilizasyon ile vestibüler kondisyonun kontrol edilebilirliğini artırır.

Tablo 3 (devamı)

<p>Strizkova T. ve ark. 2012 [21]</p>	<p>88 bayan jimnastikçi Foliküler faz=38 Ovulasyon fazı=27 Luteal faz =23</p>	<p>F₁-P₃ bölgelerinde alfa aktivitesi arttırma antrenmanı</p>	<p>30dk * 15 seans</p>	<p>EKG, EEG, EMG, Vücut ısısı, Romberg testi</p>	<p>Ovulasyon fazında NGB alan grubun parametreleri diğer gruplara göre anlamlı derecede farklı bulunmuş.</p>	<p>Ovulasyon döneminde alınmaya başlanan NGB antrenmanları hormonal aktiviteler nedeni ile daha verimli olmaktadır.</p>
<p>Shaw ve ark. 2012 [22]</p>	<p>11 bayan jimnastikçi</p>	<p>T₃-C₂ bölgelerinde teta/DMR antrenmanı</p>	<p>15 dk * 10 seans</p>	<p>Denge tahtası performansı Beşli Likert ölçeği ile sakinlik, odaklanma, güven ve enerji düzeyi Kalp atım hızı, EEG</p>	<p>Denge performansında artış gözlenmiş Likert ölçeği ile yapılan testlerden yalnızca enerji düzeyinde gelişme görülmüş Kalp atım hızında değişiklik görülmemiş C₂ bölgesi 12 Hz/DMR aktivitesinde azalma görülmüş</p>	<p>NGB antrenmanları jimnastik performansını olumlu yönde etkilemektedir.</p>
<p>Paul ve ark. 2012 [23]</p>	<p>24 okçu 12=kontrol 12=antrenman</p>	<p>C₂ bölgesinde DMR antrenmanı</p>	<p>20 dk * 12 seans</p>	<p>Kalp Atım Hızı EEG Algı Performans Yarışma öncesi ve sonrası heyecan ve uyarılmışlık seviyesi</p>	<p>NGB alan grup bireylerinin kontrol grubundan anlamlı derecede farklı olarak DMR/Teta oranında, yarışma öncesi heyecan seviyesi ile yarışma öncesi ve sonrası uyarılmışlık düzeylerinde azalma görülmüş</p>	<p>NGB antrenmanının okçuların psikofizyolojik ve EEG parametrelerini kontrol altına alarak performanslarını olumlu olarak etkilemektedir.</p>
<p>Fardnia ve ark. 2012 [24]</p>	<p>20 yüzücü 10=kontrol 10=antrenman</p>	<p>C₃-C₄ Artan DMR Azalan yüksek beta Artan düşük beta</p>	<p>45 dk * 12 seans</p>	<p>SCAT (yarışmasal kaygı envanteri)</p>	<p>Ön testten son teste NGB antrenmanı alan grupta kontrol grubundan anlamlı derecede farklı olarak azalma var.</p>	<p>NGB antrenmanlarının elit düzeydeki yüzücülerin kaygı düzeyleri üzerinde olumlu etkisi vardır.</p>

Araştırma sonuçları düşük ve yüksek performansla sahip olan sporcular arasında psikofizyolojik açıdan farklılıklar olduğunu göstermektedir. 2011 yılına kadar çok az sayıda çalışmada psikofizyolojik antrenman girişimi uygulanmıştır. Laboratuvar çalışmaları dışında uygulanan çalışmaların çıktıları genellikle anekdotlar şeklindedir. Çünkü profesyonel kulüpler sonuçların gizliliğini korumaktadırlar. NGB antrenman girişimini içeren çalışmalar genelde sporcu olmayan bireyler üzerinde uygulanmaktadır. 2000'li yıllara kadar NGB antrenman girişimini kullanan tek çalışma Landers ve arkadaşlarının 1991 yılında yapmış olduğu çalışmadır [38]. Bu çalışmada 24 kız-erkek okçu doğru geribildirim (düşük frekans beta aktiviteli sol hemisfer), yanlış geribildirim (düşük frekans beta aktiviteli sağ hemisfer) ve geribildirim almayan kontrol olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Ön ve son testlerde bireylere T3 ve T4 bölgesinden EEG kaydı ile birlikte 27'şer atış yaptırılmıştır. Çalışma sonunda doğru geribildirim uygulanan gruptaki okçuların atış performansını arttırdığı, yanlış geribildirim uygulanan grup okçularının performansının düştüğü ve kontrol grubunda bir değişim olmadığı gözlenmiştir [40].

Bunların yanı sıra NGB'nin kullanıldığı doruk (peak) performans çalışmaları da yapılmaktadır. NGB antrenmanı ile sporcular, öğrenciler ve yöneticiler beynin en yüksek performans bölgesini bulmayı öğrenebilirler temelinden yola çıkmıştır. Yakın zamanda yapılan çalışmalarla, nörolojik doruk performansı tanımlanmış ve atletlerin yarış sırasında performanslarının doruk noktasını yakalamaları sağlanmıştır. NGB amatör ve profesyonel olimpiyat atletleri tarafından kullanılmakta ve 'beyin Software'i olarak tanımlanmaktadır. Beyin fonksiyonlarını görmek için QEEG yöntemi kullanılmakta ve EEG eğitimi, beyin dalgalarının hangi optimal seviyelerinin atletik performansı arttırmada etkili olduğuna dair karar vermekte yardımcı olmaktadır. Araştırmalar iki önemli dalga olan alfa ve yüksek (peak) alfa dalgalarının 'zone' u yakalamalarında önemli olduğunu göstermiştir. Hasta bireyler üzerinde yapılan çalışmalar, alfa dalgalarını arttırarak dikkat ve konsantrasyonun arttığını, odaklanma problemlerinin azaldığını gösteren çalışmalara öncülük etmiştir. Landers ise bu yöntemi spor ortamına taşıyan ilk araştırmacıdır. Çalışmalarını okçular üzerinde yapmış ve sol hemisfer alfa dalgası çalıştığı zaman sporcuların hedefi şaşırmadıkları veya daha az şaşırtdıklarını rapor etmiştir. Alfa dalgasının etkileri golfçular, okçular, basketbolcular ve atıcılar üzerinde de görülmüştür. Araştırmacılara göre, alfa dalgası arttırıldığı zaman atletlerin mental manipülasyonları gelişmektedir [26].

NGB uygulamalarında cinsiyetler arasında da farklar olduğunu savunan araştırmalar bulunmaktadır. Çalışmalara göre özellikle amatör ve sedanterlerde bu farklar ortaya çıkarken elit düzeydeki sporcularda görülmemektedir. Düşük düzeyde beceri gerektiren spor branşı sporcu erkeklerin özellikle alfa-teta ve beta bandı serabral aktivitelilerinin sağ ve sol hemisferde bayan sporculara göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir [19]. Sporcular motorik, psikolojik ve anatomik açıdan, sedanter bireylerden farklıdır. Ayrıca sporcuların beyin mekanizma ve yapıları da yine sedanter bireylere göre farklılık göstermektedir. Bu farklılıkların genetik mi, öğrenmeye bağlı mı yoksa yoğun egzersize bağlı olarak mı değiştiği bilinmemektedir. Ancak büyük olasılıkla bu farklılık bu üç unsurun etkileşimi sonucu oluşmaktadır [33].

Dinlenme sırasında gözler kapalı şekilde alınan EEG kayıtlarında, oksipital ve parietal loblardaki delta ve teta ritmi ile alfa ritminin amplitüdü elit sporcularda amatör ve sedanterlere göre daha yüksektir. Elit sporcuların yalnızca hassasiyetlerinde değil, algı, önsezi ve karar verme mekanizmalarında da gelişme görülmektedir [40].

Antrenman amaçları farklı olduğundan dolayı BGB ve NGB hastalarda ve sporcularda farklı protokoller ile uygulanmaktadır. Sporcular performanslarını geliştirmek için antrenman yaparken,

hastalar semptomlarını engellemek için antrenman yapmaktadırlar. Sporcular ve hastalara uygulanan BGB ve NGB antrenman seansları da birbirinden farklıdır. Bu fark özellikle uygulanan seansın amacı ve uygulandığı ortamda gözlenmektedir. Spor psikolojisindeki NGB ve BGB uygulamalarının amacı performansı geliştirmektir. Antrenman sporcuların iyi ve kötü performans sergilediği zaman arasındaki his ve davranış farkını açıklamak, problem çözmeyi içerir. Ancak odak nokta kötü performans değil optimal performansı yakalamak olmalıdır. Örneğin bir sporcu, çıkış sırasında sinirli ve gergin ise, BGB ve NGB bu bireysel süreci tanımlamak için kullanılır ve sporcuya en iyi performansı sergilemek için yakalaması gereken durum öğretilir. Yarışma sırasında bireyin neden endişeli olduğuna değil; yüksek performans için yakalanılacak duruma odaklanılmalıdır. Sporcular hastalar ile karşılaştırıldıklarında NGB ve BGB'de daha hızlı başarıya ulaşabilmektedirler. Çünkü sporcular hastalara göre daha yüksek motivasyona sahiptirler ve becerilerini spora daha hızlı transfer edebilmektedirler. Ayrıca yapılan çalışmanın yararını anladıklarında katılımda daha gönüllüdürler. BGB ve NGB antrenmanlarının başarıları birçok dış ve iç faktörlerden etkilenebilmektedir. Seanslar içinde kısa öğrenme programlarının kullanılması seansın etkinliğini kolaylaştırır ve sporcuyu antrenmanın sonuçlarının sorumluluğunu üstlenmesini sağlar [39].

Spor psikolojisi uygulamaları, sporcuda gelişen kaygı, stres, heyecan ve odaklanma problemi gibi sorunları ortadan kaldırarak, kişinin maksimal performansını sergileyebilmesine yardımcı olmayı içerir. Spor bilimlerindeki NGB çalışmaların birçoğu genel olarak performans etkisine bu açıdan yaklaşmışlar ve bu sorunları NGB antrenmanları ile ortadan kaldırarak performansı en yüksek seviyeye ulaştrabilmeyi amaçlamışlardır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda kaygı üzerine NGB antrenmanlarının etkisi çelişkili sonuçlar vermektedir. T3-T4 bölgesine uygulanan 30dk*20 seanslık NGB antrenmanı ile dansçılarının kaygı envanteri puanlarında anlamlı düşme görölmüştür [26]. 45dk*12 seans olarak uygulanan C3-C4 artan DMR, azalan yüksek beta ve artan düşük beta NGB antrenmanı protokollerinin elit yüzücülerin kaygı düzeyleri üzerine olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir [24]. Diğer bir çalışmada ise, 60dk*15 seanslık sol hemisferde alfa ritim antrenmanın bayan jimnastikçilerin kaygı envanteri puanlarına bir etkisi olmadığı ancak kondisyon düzeyinin öz bildirim ile tahmini, bellek gibi psikososyal parametrelerini olumlu etkilediği belirtilmektedir [20]. Bu çelişkili sonuçların deneklerin farklı spor branşlarında olmasından ya da uygulanan protokollerin farklılığından kaynaklandığını söylemek mümkündür. NGB antrenmanlarında beynin hangi bölgesinin ve hangi EEG dalgasının eğitileceği amaca uygunluk açısından önemli bir husustur. Bayan cimnastikçilerin mensturasyon döngüsü içerisinde meydana gelen farklı hormonal etkilerinde NGB antrenmanlarını etkilediği ve ovulasyon dönemindeki bayanlarda NGB antrenmanlarının daha etkin olduğunu belirtir çalışmalar bulunmaktadır [21].

NGB antrenmanlarının psikofizyolojik parametreleri etkilediğini belirten birçok çalışma vardır. Psikofizyolojik olarak iyi duruma gelen sporcuların performansında artış beklenmesi doğal bir durum olmaktadır. Daha iyi odaklanabilen bir okçunun daha iyi atış yapması ya da optimal kaygı düzeyine sahip bir futbolcunun penaltıyı daha rahat atarak gole çevirme olasılığının yükselmesi gibi. 2012 yılında yapılan yalnızca iki çalışmada direkt olarak performans ölçümü yapılmış ve Cz bölgesinden DMR protokolü uygulanmıştır. 15dk*10 ve 20dk*12 seanstan oluşan bu çalışmalarda antrenmanların hem cimnastikçiler hem de okçuların performanslarını artırdığı gözlenmiştir [22,23].

SONUÇ

Son 40 yıldır spor ve egzersiz psikolojisi büyük bir gelişim göstererek, hem araştırma hem de uygulama açısından spor bilimlerinde önemli bir yere sahip olmuştur. Antrenman bilimleri ile ilgili literatür, sportif hazırlığın “fiziksel”, “teknik”, “taktik” ve “psikolojik” hazırlıklardan oluştuğunu savunmaktadır. Bu hazırlık periyotlarının birbirlerine iyi bir şekilde bağlanması ve birbirleriyle etkileşimi, antrenman yapısının kalitesini ve sportif hedeflere ulaşılmasını belirlemektedir [41].

Psikolojik hazırlık birçok farklı tekniği içermektedir. Psikofizyolojik yaklaşım, spor performansının gizli kalan yönlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için, son yıllarda daha yoğun bir şekilde kullanılan psikolojik hazırlık tekniğidir. Aslında psikofizyoloji, insan davranışlarının psikolojik süreçlerini açığa çıkaran birçok fizyolojik ölçümleri içermektedir [42]. Psikofizyolojik uygulamaların temelini biyolojik geribildirim oluşturmaktadır. Biyolojik geribildirim (BGB) poligraf, bilgisayar ve diğer fizyolojik ekipmanları kullanarak, bireyin birçok fizyolojik değişkenini (kalp atım sayısı, kas gerilimi, beyin aktivitesi gibi) olumlu etkilemesi için antrene edilmesidir. Nöro-geribildirim (NGB) ise, BGB disiplini çerçevesinde beyin dalgalarının eğitilmesi ile uğraşır. Günümüze kadar yapılan çalışmalara bakıldığında spor bilimlerinde NGB antrenmanları farklı protokollerden oluşmaktadır. Teta ritmi, Alfa ritmi, Alfa/Teta oranı, Yavaş Kortikal Potansiyeller (Slow Cortical Potentials) ve DMR çalışmalarıdır [29]. Son yıllarda spor bilimlerinde sıklıkla kullanılmaya başlayan NGB antrenmanları zihinsel yönetim sağlamak, kişisel farkındalığı arttırmakta ve zihinsel performansı, dikkati ve hafızayı etkilemektedir. Ayrıca yaratıcılığı, atletik ve akademik performansı da geliştirmektedir. Türkiye’de klinik çalışmalarda kullanılmaya başlanan NGB’in spor bilimlerinde kullanımı henüz gelişmemiştir.

Spor bilimleri alanında NGB antrenmanının etkisini ortaya koyan çalışma sayısı oldukça azdır. Derleme sürecinde ulaşılan çalışmaların çoğunun 2012 yılında yayınlanan makaleler olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde, NGB’nin ilk olarak yalnızca görsel geribildirim sunularak kullanıldığı, ancak hem görsel hem de işitsel geribildirim kullanmanın daha etkili olacağı söylenebilir. Yapılan çalışmalarda NGB seanslarının çok farklılık gösterdiği, seans sürelerinin 15dk ile 1 saat arasında değiştiği, seans sayılarının ise 10-15 seans arasında değiştiği ancak sağlıklı bireylerde NGB antrenmanının etkisinden söz edilebilmesi için en az 20 seanslık uygulamanın gerektiği bildirilmiştir. NGB antrenmanı etkileri cinsiyet, beceri düzeyi, branş türü ve hormonal etkiler gibi faktörlerle birlikte incelenmiş, NGB antrenmanına yanıtın cinsiyet, beceri düzeyi ve spor branşı birleşiminden etkilendiği ve hormonal aktivitelerin NGB antrenmanı verimini etkileyeceği ortaya konulmuştur. Bu çalışmaların 2’si okçuluk, 1’i dans, 3’ü jimnastik, 1’i yüzme ve 1 çalışmada ise farklı spor branşları ile uğraşan sporcular üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda ise NGB antrenmanlarının kaygı düzeyi, sportif performans, benlik kavramı ve bazı bilişsel fonksiyonlar üzerine olumlu etkisi olduğu ifade edilebilir.

Bu derleme sonucunda son yıllarda spor bilimleri alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanan NGB antrenman yöntemlerinin tanıtılması amaçlanmıştır. Sportif performansın geliştirilmesi ve sporcunun en yüksek performansını sürekli sergileyebilmesi için en iyi performans sırasındaki psikolojik ve zihinsel süreçlerin farkına varılması önem taşımaktadır. BGB ve NGB gibi uygulamalar ile bu süreçlerin görsel olarak sporcuya sunulması ve en üst performans anındaki psikolojik ve zihinsel süreçlere istemli olarak tekrar ulaşılması hedeflenmektedir. Spor bilimleri alanındaki bu son gelişmelerin ülkemizde de yaygınlaşması ülkemiz sporunun gelişimi açısından büyük önem taşıdığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Thompson T, Steffert T, Ros T, Leach J, Gruzelier J. EEG applications for sport and performance. *Methods*. 2008; 45: 279-288.
2. Strack BW, Linden MK, Wilson VS. Biofeedback and neurofeedback applications in sport psychology. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2011.
3. Wilson VE, Peper E, Moss D. 'The mind room' in Italian soccer training: the use of biofeedback and neurofeedback for optimum performance. *Biofeedback*. 2011; 34: 79-81.
4. Arns M, Ridder S, Strehl U, Breteler M, Coenen A. Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clinical EEG Neuroscience*. 2009; 40: 180-189.
5. Fuchs T, Birbaumer N, Lutzenberger W, Gruzelier JH, Kaiser J. Neurofeedback Treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2003; 28: 1-12.
6. Kropotov JD, Ponomarev VA, Grin'-Yatsenko VA. EEG-Biocontrol method in treating the attention deficit hyperactivity disorder in children. *Human Physiology*. 2001; 27:496-504.
7. Le'vesque J, Beauregard M, Mensour B. Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit/ hyperactivity disorder: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*. 2006; 394: 216-221.
8. Kotchoubey B, Strehl U, Uhlmann C, Holzapfel S, Koenig M, Froescher W, Birbaumer N. Modification of slow cortical potentials in patients with refractory epilepsy: a controlled outcome study. *Epilepsia*. 2001; 42: 406-416.
9. Monderer RS, Harrison DM, Haut S R. Neuro feedback and epilepsy. *Epilepsy and Behavior*. 2002; 3: 214-218.
10. Serman MB, Egner T. Foundation and practice of neuro feedback for the treatment of epilepsy. *Applied Psychophysiology Biofeedback*. 2006; 31:21-35.
11. Kouijzer MEJ, De Moor JMH, Gerrits BJL, Buitelaar JK, Van Schie HT. Long-term effects of neuro feedback treatment in autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2009; 3: 496-501.
12. Raymond J, Varney C, Parkinson LA, Gruzelier JH. The effects of alpha/theta neuro feedback on personality and mood. *Cognitive Brain Research*. 2005; 23: 287-292.
13. Doppelmayr M, Nosko H, Pecherstorfer T, Fink A. An attempt to increase cognitive performance after stroke with neurofeedback. *Biofeedback*. 2007; 35: 126-130.
14. Dohrmann K, Weisz N, Schlee W, Hartmann T, Elbert T. Neurofeedback for treating tinnitus. *Progress in Brain Research*. 2007; 166: 473-485.
15. Hanslmayr S, Sauseng P, Doppelmayr M, Schabus M, Klimesch W. Increasing individual upper alpha power by neurofeedback improves cognitive performance in human subjects. *Applied Psychophysiology Biofeedback*. 2005; 30: 1-10.
16. Vernon D. Human potential exploring techniques used to enhance human performance. Routledge. 2009.
17. Landers DM, Petruzzello SJ, Salazar W, Crews DJ, Kubitz KA, Gannon TL, Han M. The influence of electro cortical biofeedback on performance in pre-elite archers. *MSSE*. 1991; 23: 123-129.
18. Singer K. The effect of neurofeedback on performance anxiety in dancers. *Journal of Dance Medicine and Science*. 2004; 8: 78-81.
19. Cherapkina L. The neurofeedback successfulness of sportsmen. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2012; 7: 116-127.
20. Strizhkova O, Cherapkina L, Strizhkova T. Neurofeedback course applying of high skilled gymnasts in competitive period. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2012; 7: 185-193.
21. Strizhkova T, Cherapkina L, Strizhkova O. Laws of neurofeedback influence on condition of highly skilled gymnasts-women. *Journal of Human Sports and Exercise*. 2012; 7: 194-201.
22. Shaw L, Zaichkowsky L, Wilson W. Setting balance: using biofeedback and neurofeedback with gymnasts. *Journal of Clinical Sport Psychology*. 2012; 6: 47-66.
23. Paul M, Ganesan S, Sandhu J S, Simon J V. Effect of sensory motor rhythm neurofeedback on psycho-physiological electro-encephalographic measures and performance of archery players. *İbnosina Journal Medicine and Biomedical Sciences*. 2012; 4:32-39.
24. Fardnia M, Shojaci M, Rahimi A. The effect of neurofeedback training on the anxiety of elite female swimmers. *Annals of Biological Research*. 2012; 3: 1020-1028.
25. Oğuz H, Dursun E, Dursun N. Tibbi rehabilitasyon. Nobel Tıp Kitapevleri. 2004.

26. Sürmeli T. Beynin iyileştirme gücü; neurofeedback ve QEEG'nin psikiyatride önemi. Nobel Tıp Kitapevleri. 2010.
27. Yıldız A B. Beyin dalgaları ile öğrenme ve hafıza arasındaki ilişkinin incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2006.
28. Hammond D C. What is neurofeedback: an update. *Journal of Neurotherapy*. 2011; 15: 305-336.
29. Olton S D, Noonberg A R. *Biofeedback: clinical applications in behavioral. Medicine* Prentice-Hall. 1980.
30. Vernon D. Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. *Applied Psychophysiology Biofeedback*. 2005; 30: 347-64.
31. Boynton T. Applied Research using alpha/theta training for enhancing creativity and well-being. *Journal of Neurotherapy*. 2001; 5: 5-18.
32. Egner T, Gruzelier JH. EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. *Clinical Neurophysiology*. 2004; 115: 2388-2395.
33. Egner T, Gruzelier JH. Ecological validity of neurofeedback: modulation of slow wave EEG enhances musical performance. *NeuroReport*. 2003; 14: 1221-1224.
34. Egner T, Zech TF, Gruzelier JH. The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram. *Clinical Neurophysiology*. 2004; 115:2452-2460.
35. Doppelmayr M, Emily W. Effects of SMR and Theta/Beta neurofeedback on reaction times spatial abilities and creativity. *Journal of Neurotherapy*. 2011; 15: 115-129.
36. Vernon D, Frick A, Gruzelier J. Neurofeedback as a treatment for ADHD: A methodological review with implications for future research. *Journal of Neurotherapy*. 2004; 8: 53-82.
37. Fritson K K, Wadkins T A, Gerdes P, Hof D. The impact of neurotherapy on college students' cognitive abilities and emotions. *Journal of Neurotherapy*. 2007; 11: 1-9.
38. Perry F D, Shaw L, Zaichkowsky L. Biofeedback and neurofeedback in sports. *Biofeedback*. 2011; 39: 95-100.
39. Wilson W, Peper E. Athletes are different: factors that differentiate biofeedback/neurofeedback for sport versus clinical practice. *Biofeedback*. 2011; 39: 27-30.
40. Babiloni C, Marzano N, Iacoboni M, Infarinato F, Aschiere P, Buffo Pet al. Resting state cortical rhythms in athletes: a high resolution EEG study. *Brain Research Bulletin*. 2010; 81: 149-156.
41. Blumenstein B, Lidor R, Tenenbaum G. Sport psychology and the theory of sport training: an integrated approach psychology of sport training. Meyer & Meyer Sport Ltd. 2007.
42. Blumenstein B, Bar-Eli M, Tenenbaum G. editors. *Psychophysiology and athletic performance brain and body in sport and exercise*. Collins, 2012.