

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
FİZYOLOJİ DOKTORA PROGRAMI**

**DİKKAT EKSİKLİĞİ OLAN ÇOCUKLARDA NÖRO-GERİBİLDİRİM
UYGULAMASINA BAĞLI BİLİŞSEL ÖZELLİKLERİN
WECHSLER ÇOCUKLAR İÇİN ZEKÂ ÖLÇEĞİ İLE
RANDOMİZE TEK KÖRLÜ ARAŞTIRILMASI**

HAZIRLAYAN

RUKİYE ÖLÇÜOĞLU

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2022

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
FİZYOLOJİ DOKTORA PROGRAMI**

**DİKKAT EKSİKLİĞİ OLAN ÇOCUKLARDA NÖRO-GERİBİLDİRİM
UYGULAMASINA BAĞLI BİLİŞSEL ÖZELLİKLERİN
WECHSLER ÇOCUKLAR İÇİN ZEKÂ ÖLÇEĞİ İLE
RANDOMİZE TEK KÖRLÜ ARAŞTIRILMASI**

HAZIRLAYAN

RUKİYE ÖLÇÜOĞLU

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. İLKNUR KOZANOĞLU

ANKARA - 2022



Efsun'uma

TEŞEKKÜR

En başta tüm aşamalarda yanımda olan, bana öğrettiği bilimsel ve akademik tecrübelerin yanında manevi olarak da her daim yanımda duran, güveni ve güler yüzü ile desteğini hep hissettiğim değerli danışman hocam Prof. Dr. İlknur Kozanoğlu'na; tez savunma jürimde yapıcı önerileri ile tezime destek olan değerli hocalarım Prof. Dr. Neyhan Ergene, Prof. Dr. Ahmet Ergün, Prof. Dr. M. Kemal Gündüz, Prof. Dr. A. Arzu Yiğit ve Dr. Öğr. Üyesi A. Meltem Sevgili'ye; aktardığı tecrübelerle başarımda payı büyük olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nimet Ünay Gündoğan'a; hem eğitimim açısından hem de manevi anlamda beni her zaman destekleyen Biyofizik anabilim dalından değerli hocam Prof. Dr. Nizamettin Dalkılıç'a; tez yazma sürecimde ellerinden gelen her türlü yardımı sormama bile gerek kalmadan yapan, yokluğumdaki sonsuz anlayışları ile anabilim dalında benim görevlerimi de üstlenen sevgili çalışma arkadaşlarım Doç Dr. Burcu Köksal, Dr. Sevtap Kılınç ve Bio. Büşra Aksoy'a; tüm analizlerde özveriyle bıkmadan yorulmadan katkılarını esirgemeyen Biyoistatistik anabilim dalından değerli arkadaşım Ar. Gör. Eylem Gül'e; beni ben yapan annem ve babama ve tabii ki bana nefes olan, aş olan, her zaman dört bir yanımda olup bana kol kanat olan, kızımın biricik babası bu tezin gizli kahramanı sevgilim, canım, herşeyim, eşim Dr. Lütfü Tarkan Ölçüoğlu'na teşekkür ederim.

Son olarak onlarsız başarının mümkün olmadığı bu süreçte hiçbir karşılık beklemeden ayırdıkları vakit ve harcadıkları emek için Özem Özel Eğitim Merkezi çalışanlarına, özellikle klinik psikolog Dr. Mehmet Mıdık'a ve çalışmamızda gönüllü olan tüm çocuklar ve ailelerine sonsuz teşekkürler...

ÖZET

Ölçüoğlu R. Dikkat Eksikliği Olan Çocuklarda Nöro-geribildirim Uygulamasına Bağlı Bilişsel Özelliklerin Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği İle Randomize Tek Körlü Araştırılması. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Fizyoloji Doktora Programı Doktora Tezi, 2022.

Bu çalışmanın amacı, nöro-geribildirim (NGB) sistemi aracılığıyla yapılan eğitimin etkilerini, 8-12 yaş arası dikkat eksikliği olan 100 çocukta Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği-geliştirilmiş formu (WÇZÖ-R) ile bilişsel becerileri açısından sham kontrol grubuyla randomize tek körlü biçimde incelemektir. Bu amaçla, bir yıl süreyle (Mayıs 2021- Mayıs 2022) özel eğitim merkezine dikkat eksikliği tanılı olarak başvuran katılımcılardan rastgele örnekleme ile NGB eğitimi alacak deney grubu (n=50) ve simülasyon alan sham grubu (n=50) oluşturuldu. Katılımcıların yaş ortalaması 9,72 yıl olup, %74'ü erkekti. Çalışmanın ilk aşamasında her iki gruba da katılımcıların zihinsel performanslarını belirlemek için WÇZÖ-R testi ön test olarak uygulandı. Daha sonra deney grubunda beş ay boyunca haftanın 3 günü yarım saatlik seanslarla toplam 60 seanslık kantitatif elektroensefalogram (KEEG) tabanlı çok düşük frekans (ILF) NGB eğitimi verildi. Altıncı ayın sonunda son test olarak WÇZÖ-R tekrar uygulanarak, veriler SPSS v25.0 paket programı ile analiz edildi. Grup içi farklılıklar incelendiğinde hem deney grubu hem de kontrol grubu WÇZÖ-R'nin tüm alt testlerinde anlamlı farklılık gösterdi ($p<0,05$). Gruplar arası karşılaştırmada ise deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları arasında herhangi bir farklılık bulunamadı ($p>0,05$). Yalnızca sözel IQ içinde yer alan yargılama skorları kontrol ve deney grubunda anlamlı farklılık gösterdi ($p=0,045$). Bu yüzden, eğitim öncesi ve eğitim sonrası test skorlarının farkları alınıp gruplar arasında bu farklar karşılaştırıldığında ise sözel IQ, resim düzenleme, performans IQ ve total IQ açısından fark bulundu (sırasıyla $p=0,016$; $p=0,001$; $p<0,001$; $p=0,002$). Ek olarak, WÇZÖ-R'den alınan ön test puanlarına göre çalışmanın örnekleme IQ'lara göre kategorize edilerek gruplar arası farka bakıldı. Bu bağlamda, normal zekâ grubu (n=77) IQ'lara göre kategorize edilmeyen örnekleme yakın sonuçlar verse de (resim düzenleme $p=0,012$ ve performans IQ $p=0,020$), normal zekâ altı ve üstün zekâlı grupta farklılaşmalar görüldü. Normal zekâ altı gruptaki çocuklar (n=18) sınırda da olsa şifre alt testinde anlamlı sonuçlar verirken ($p=0,05$), üstün zekâlı grup (n=5) örneklem azlığından istatistiksel olarak analiz edilemedi. WÇZÖ-R testi açısından NGB uygulanan grubun kendi

içinde performans IQ ve toplam IQ yönünden zihinsel performanslarının artarak dikkat eksikliklerinin azaldığı klinik olarak saptandı. Literatürle uyuşan bu sonuç, eğitim öncesi ve eğitim sonrası test skorlarının farkları alınıp gruplar arasında bu farklar karşılaştırıldığında anlamlı olsa da, sham-grubu ile deney grubu arasındaki son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak doğrulanamadı. Gelecekteki çalışmalarda sonuçların klinik önemini göstermek için kontrol gruplarını da içeren daha geniş vaka serileri kullanılmasının ve uzun vadeli takiplerdeki belirtilerin değerlendirilmesinin faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Dikkat eksikliği, Nöro-geribildirim, WÇZÖ-R

Bu çalışma için, Başkent Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından KA21/246 numaralı araştırma projesi olarak 26.05.2021 tarihli 21/97 sayılı kararı ile Etik kurul Onayı alınmıştır.

ABSTRACT

Ölçüoğlu R. A Randomized Single-Blind Investigation of Cognitive Characteristics Due To Neurofeedback Application In Children With Attention Deficit By Using The WISC-R. Başkent University Health Sciences Institution, Department of Physiology, Physiology Programme Doctoral Thesis, 2022.

The aim of this study was to examine the effects of the neurofeedback (NFB) system in terms of cognitive skills by the Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised (WISC-R) in 100 children with attention deficit, between the ages of 8-12, with a randomized single-blind sham control group. For this purpose, the experimental group (n=50) to receive NFB training and the sham group (n=50) who received simulation were formed by random sampling from the participants who applied to the special education center with a diagnosis of attention deficit for one year (May 2021-May 2022). The average age of the participants was 9.72 years and 74% of them were men. In the first stage of the study, the WISC-R test was applied as a pre-test to determine the mental performance of the participants in both groups. Then, a total of 60 sessions of quantitative electroencephalography (QEEG) based infralow frequency (ILF) NFB training protocol was carried out in half-hour sessions, 3 days a week, for five months in the experimental group. At the end of the sixth month, WISC-R was applied again as a post-test and the data were analyzed with the SPSS v25.0 package program. When the within-group differences were examined, both the experimental group and the control group showed significant differences in all subtests of the WISC-R ($p<0.05$). In the comparison between the groups, no difference was found between the pretest and posttest scores of the experimental and control groups ($p>0.05$). Only the comprehension scores included in the verbal IQ differed significantly in the control and experimental groups ($p=0.045$). Therefore, when the differences between the test scores before and after the training were taken and these differences were compared between the groups, a difference was found in terms of verbal IQ, picture arrangement, performance IQ and total IQ ($p=0.016$; $p=0.001$; $p<0.001$; $p=0.002$, respectively). In addition, the sample of the study was categorized according to the IQs of the pre-test scores obtained from the WISC-R, and the difference between the groups was examined. In this context, although the normal intelligence group (n=77) gave close results to the sample that is not categorized according to IQs (picture arrangement $p=0.012$ and

performance IQ $p=0.020$), differences were observed in the under-normal intelligence and gifted groups. While the children in the under-normal intelligence group ($n=18$) showed significant results in the coding subtest ($p=0.05$), the gifted group ($n=5$) could not be statistically analyzed due to the small sample size. In terms of WISC-R, it was clinically determined that the mental performance of the NFB group increased in terms of performance IQ and total IQ, and attention deficits decreased. Although this result, which is in agreement with the literature, was significant when the differences between pre- and post-test scores were taken and these differences were compared between the groups, it could not be statistically confirmed in the post-test comparisons between the sham-group and the experimental group. We think that it may be useful to use larger case series including control groups and to evaluate symptoms in long-term follow-ups to demonstrate the clinical significance of the results in future studies.

Key Words: Attention deficit, Neurofeedback, WISC-R

Ethics committee approval was obtained for this study with the decision number 21/97 dated 26.05.2021 as a research project numbered KA21/246 by Baskent University Non-invasive Clinical Research Ethics Committee.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Dikkat Eksikliği/Hiperaktivite Bozukluğu.....	4
2.1.1. Tarihçesi ve tanımı.....	4
2.1.2. Tanı kriterleri.....	6
2.1.3. DEHB’de beyin yapıları.....	6
2.1.4. DEHB’de KEEG endofenotipleri.....	8
2.2. Wechsler Zekâ Ölçekleri.....	10
2.2.1. Zekânın tanımı ve Wechsler’in bakış açısı.....	11
2.2.2. Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği geliştirilmiş formu.....	12
2.3. Nöro-geribildirim.....	14
2.3.1. EEG ve KEEG kavramları.....	14
2.3.2. Nöro-geribildirim tanımı.....	16
2.3.3. Nöro-geribildirim tarihçesi.....	18
2.3.4. Nöro-geribildirim tedavi protokollerinin sınıflaması.....	20
2.3.5. Nöro-geribildirim teorisi ve etki mekanizması.....	24
2.3.6. Nöro-geribildirim sınırlılıkları ve metodolojik sorunları.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
3.1. Çalışma Grupları.....	30
3.2. Test Protokolü.....	31
3.2.1. Tasarım.....	31
3.2.2. Uygulama.....	32
3.2.3. Veri toplama araçları.....	37
3.2.4. Çalışmanın sınırlılıkları.....	37

3.3. İstatistiksel Analiz.....	38
4. BULGULAR.....	39
5. TARTIŞMA.....	50
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR	60

EKLER

**EK 1: Başkent Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Onayı**

EK 2: Bilimsel Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Seanslar boyunca uygulanan elektrot montajlarının özeti.....	32
Tablo 4.1. Deney ve kontrol grubunun ön test skorlarının karşılaştırılması	39
Tablo 4.2. Deney ve kontrol grubunun son test skorlarının dağılımlarının karşılaştırılması..	40
Tablo 4.3. Deney grubunda ön test-son test skorlarının karşılaştırılması.....	41
Tablo 4.4. Kontrol grubunda ön test-son test skorlarının karşılaştırılması.....	42
Tablo 4.5. Deney grubunda cinsiyete göre test skorlarının karşılaştırılması.....	43
Tablo 4.6. NGB eğitiminin cinsiyete göre ön test-son test skorlarının karşılaştırılması.....	44
Tablo 4.7. Deney ve kontrol gruplarında fark değişkenlerinin karşılaştırılması.....	45
Tablo 4.8. Normal zekâ altı (n=18) için deney ve kontrol gruplarında fark değişkenlerinin karşılaştırılması.....	46
Tablo 4.9. Normal zekâ (n=77) için deney ve kontrol gruplarında fark değişkenlerinin karşılaştırılması.....	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğunda beyin mekanizmaları.....	7
Şekil 2.2. Uluslararası 10-20 Elektrot Yerleştirme Sistemi.....	15
Şekil 2.3. Nöro-geribildirim Tekniği.....	17
Şekil 2.4. Nöro-geribildirim Hakkında Yayınlanmış Araştırma Makaleleri.....	20
Şekil 2.5. Nöro-Geribildirim Protokollerinin Sınıflandırılması.....	20
Şekil 2.6. Aktivasyon ve Gevşeme NGB Protokolleri.....	22
Şekil 3.1. NGB Uygulaması Hazırlık Aşaması.....	33
Şekil 3.2. KEEG Uygulaması.....	34
Şekil 3.3. KEEG Uygulaması Hazırlık Aşaması	36
Şekil 3.4. NGB Uygulaması	36
Şekil 4.1. Sözel Test Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı.....	49
Şekil 4.2. Performans Test Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı.....	49
Şekil 4.3. IQ Test Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AACAP	Amerikan Çocuk Akademisi Ve Ergen Psikiyatrisi
Ag-AgCl	Gümüş- gümüş klorür
APA	Amerikan Psikiyatri Birliği
CNV	Koşullu negatif varyasyonlar
DEHB	Dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğu
DMN	Varsayılan mod ağı
DSM	Mental Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı
EEG	Elektroensefalogram
EPSP	Eksitator postsinaptik potansiyel
ERP	Olayla ilgili potansiyel
FDA	Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi
fMRI	Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
Fp, F, C, T, P ve O	Prefrontal, frontal, sentral, temporal, parietal ve oksipital Kortikal bölgeleri
ILF	Çok düşük frekans
IPSP	İnhibitör postsinaptik potansiyel
IQ	Zekâ katsayısı
LORETA	Düşük çözünürlüklü tomografi
MRI	Manyetik rezonans görüntüleme
NGB	Nöro-geribildirim
ORF	Optimum yanıt (ödül) frekansı
PET	Pozitron emisyon tomografisi
KEEG	Kantitatif elektroensefalogram
RKÇ	Randomize kontrollü çalışma
SCP	Yavaş kortikal potansiyel
SMR	Sensorimotor ritim
SN	Belirginlik ağı
TBR	Teta/beta oranı
WÇZÖ-R	Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği-geliştirilmiş formu

1. GİRİŞ

On dokuzuncu yüzyılda zorunlu eğitimin ortaya çıkmasından bu yana, bazı çocukların dikkati toplamaya ve düzensiz motor davranışlardan kaçınmaya ilişkin kayda değer sorunları göze çarpmaktadır. Yirminci yüzyılın büyük bir bölümünde, minimum beyin hasarı, minimum beyin disfonksiyonu ve hiperkinezi veya hiperaktivite gibi adlandırmalar, bu tür eksiklikleri ve sorunları tanımlamak için tanı terimleri olarak kullanılmıştır. Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğunun (DEHB) genetiği, nörobiyolojik temelleri ve psikososyal bağınıları üzerine yapılan araştırmalar son yıllarda artış göstermektedir (1).

Zekâ testi, DEHB'li çocuklara yönelik değerlendirmelerin rutin bir bileşenidir. Bu testlerden, Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği (WÇZÖ) oldukça eski bir araştırma geçmişine sahip olup, klinikte de yaygın olarak kullanılmaktadır. Testin ilk versiyonundan bu yana klinik uygulamadaki değişiklikler ve araştırma bulguları dikkate alınarak ölçeğin yeni versiyonları geliştirilmiştir (2). Bu revizyonlar alt testler arasında bile çeşitli değişiklikleri, elemeleri ve yeni testlerin dâhil edilmesini içerir. WÇZÖ'nün ilk baskısında, tam ölçekli zekâ katsayısı (IQ) puanlarıyla birlikte bireyler arası farklılıkları belirlemek için sözel IQ ve performans IQ olmak üzere iki endeks puanı hesaplanır. Sonuçları yorumlamak için, indeksler arasındaki hem normatif hem de kişisel güçlü ve zayıf yönler belirlenir. WÇZÖ sonuçları, nöro-gelişimsel bozukluğu olan çocuklar için bireysel destek planları ve tedavi programları geliştirmeye yönelik alanlarda klinik olarak anlamlı bilgiler sağlamaktadır (3).

Beyin görüntüleme tekniklerinin gelişimiyle birlikte, beyindeki yapısal/işlevsel değişiklikler ve DEHB arasındaki ilişkiler ortaya çıkmaktadır. Bu yapı-fonksiyon ilişkisi, ayrıntılı beyin görüntüleme teknikleri ile nöropsikolojik testlerin bir arada kullanılmasıyla incelenebilir. Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu olan hastaların dinlenme durum elektroensefalogramlarında (EEG), özellikle teta dalgalarının fazlalığını içeren yüksek düzeyde kortikal aktivasyon, beta dalgalarının aktivitesinde azalma ve daha az sıklıkla düşük alfa dalgaları görülmektedir (4). DEHB tedavisinde nöro-geribildirim (NGB) klinik etkinliğinin ilk sonuçları, edimsel koşullandırma yoluyla alfa ritmini artırmanın hiperkinetik davranışı azalttığını öne sürmektedir (5). Diğer birçok çalışma takiben bu ilk raporları doğrulayarak, NGB'nin DEHB'nin ana semptomları üzerindeki etkilerini

araştırmaya devam etmiştir (6). Kantitatif elektroensefalogram (KEEG) ile de elde edilen bu veriler prognostik bir veri olarak değerlendirilerek NGB tedavi protokolüne ışık tutabilir. KEEG analizi, yalnızca uyarılma ve bölgesel aktivasyonu ayarlama ihtiyacını belirlemek için değil, aynı zamanda sinirsel bağlanabilirliği (nöroplastisite) belirlemek için de kullanılabilir. Beyin sistemlerinin DEHB'deki haritasını çıkarmakla elde edilen veriler, sadece klinik semptomlarla bu verileri bütünleştirmeye değil, aynı zamanda tedaviye yanıt mekanizmalarının anlaşılmasına da izin vermektedir (7).

Şu anda DEHB, Uygulamalı Psikofizyoloji ve Biyogeribildirim Derneği (Wheat Ridge, CO) tarafından onaylanan standartlara göre etkili tedavi statüsü kriterlerini karşılamak için yeterli araştırma bulunan iki NGB uygulamasından biridir. Diğer bir deyişle, düzey 4 etkinliğini belirlemek için hakemli dergilerde yayınlanan yeterli sayıda kontrollü çalışma bulunmaktadır (8). Bu konuda daha ayrıntılı bilgiler ve kesin kriterler, Yucha ve Montgomery (2008) tarafından açıklanmıştır (9). Çalışmalar, NGB'nin DEHB semptomlarını azaltmada uyarıcı ilaçlar kadar etkili olabileceğini desteklemektedir (10–12). Ek olarak literatürde zekâ, akademik performans ve davranış ölçümlerinde önemli gelişmeler olduğuna dair yayınlar da bulunmaktadır (13–15). Nöro-geribildirim uygulaması uzun süreli ve zahmetli bir iştir ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Elektroensefalogram parametreleri ile ölçülen öğrenme kanıtlarının yanı sıra öz düzenleme becerilerinin günlük yaşama aktarılması gerekliliği her zaman akılda tutulmalıdır (8). Ayrıca, küçük örneklem büyüklüğü, katılımcıların teşhis durumu, kontrol eksikliği veya plasebo prosedürleri, körleme tekniklerinin kullanılmaması, uygulama etkileri ve rastgele atamanın kullanılmaması gibi eksiklikleri ele almak için bu alanda ek çalışmalara ihtiyaç duyulduğu da açıktır (16).

Bu bağlamda, NGB'nin DEHB için etkili ve güvenilir bir tedavi olarak onaylanmadan önce alanda daha fazla kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmamızda kullanılacak olan çok düşük frekans (ILF) NGB sistemi aracılığıyla yapılan eğitimin etkileri, dikkat eksikliği olan çocuklarda WÇZÖ-R ile bilişsel becerileri açısından literatürde ilk kez sham grubu ile randomize tek körlü biçimde incelenecektir. Bu doğrultuda araştırmanın hipotezleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

H0: Dikkat eksikliği olan çocuklarda deney grubuna uygulanan NGB uygulaması WÇZÖ-R ölçeği bazında grup içinde bilişsel becerilerde bir değişiklik oluşturmamaktadır.

H1: Dikkat eksikliği olan çocuklarda deney grubuna uygulanan NGB uygulaması WÇZÖ-R ölçeği bazında grup içinde bilişsel becerilerde bir değişiklik oluşturmaktadır.

H0: Dikkat eksikliği olan çocuklarda kontrol grubuna uygulanan NGB simülasyonu WÇZÖ-R ölçeği bazında grup içinde bilişsel becerilerde bir değişiklik oluşturmamaktadır.

H1: Dikkat eksikliği olan çocuklarda kontrol grubuna uygulanan NGB simülasyonu WÇZÖ-R ölçeği bazında grup içinde bilişsel becerilerde bir değişiklik oluşturmaktadır.

H0: Dikkat eksikliği olan çocuklarda deney grubuna uygulanan NGB uygulaması ile sham grubuna uygulanan NGB simülasyonu WÇZÖ-R ölçeği bazında gruplar arası bir farklılık göstermemektedir.

H1: Dikkat eksikliği olan çocuklarda deney grubuna uygulanan NGB uygulaması ile sham grubuna uygulanan NGB simülasyonu WÇZÖ-R ölçeği bazında gruplar arası bir farklılık göstermektedir.

Araştırmanın ön verileri Ege Tıp Dergisi'nde 25/08/2022 tarihinde araştırma makalesi olarak kabul edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu

2.1.1 Tarihçesi ve tanımı

Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğunun tarihsel literatürü incelendiğinde, tanımlanan işlevsel bozuklukların klinik özellikleri, altında yatan kavramlar ve adlandırmalar zamanla değişse de erken dönem tasvirlerinin ve etiyolojik teorilerinin çoğu DEHB için modern tanı kriterleri ile tutarlılık göstermektedir. Aslında son 200 yılda birçok araştırmacının dikkatsizlik, hiperaktivite ve dürtüsellik semptomlarını daha önce tanımladığı görülmektedir. Bunlardan ilki DEHB'nin klinik tanı kriterlerini tam olarak karşılamasa da 1798 yılında yayımlanan kitabında dikkatin tanımını yapan Alexander Crichton'un açıklamalarıdır. Crichton söylemlerinde, DEHB alt tipinin dikkat eksikliği ile ilgili bazı semptomlarıyla tutarlı olsa da, herhangi bir hiperaktivite semptomundan bahsetmemektedir (17). On dokuzuncu yüzyılın başlarında ise Dr. Heinrich Hoffmann resimli bir çocuk kitabı yazmıştır. O yıllarda dikkat eksikliği ve hiperaktivite belirtileri bir psikiyatrik bozukluk olarak belirlenmediği için, Hoffmann, kitabında bir bozukluğu tanımlamayı düşünmeden bariz davranış gözlemlerini sunmuş görünmektedir. Kitaptaki betimlenen davranışsal özellikler DEHB tanı ölçütlerini oluşturmak için yeterli değildir. Bu bilgiler ışığında, Hoffmann'ın bir DEHB vakası tanımlayıp tanımlamadığı sonucuna varılamasa da, “Fidgety Phil” karakteri kitapta betimlenen davranışsal özellikler bakımından günümüz DEHB davranışlarına yakınlığından dolayı yaygın olarak kullanılan bir alegori haline gelmiştir (18).

George Frederic Still'in 1900'lerdeki dersleri ise, birçok yazar tarafından DEHB tarihinin bilimsel başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir (17, 19). Still'in tanımladığı belirtiler DEHB'nin bazı belirtileriyle uyumlu olsa da klinik olarak DEHB tanısı için yeterli değildir. Açıklamalarının bazı DEHB vakalarını içerip içermediğine bakılmaksızın, çalışmaları DEHB ile ilgili tarihsel fikirlerin analizinde yine de önemlidir. Still'in çocuklarda beyin hasarı ile olağandışı davranış arasındaki bağlantıyı göstermesi, DEHB'nin daha fazla kavramsallaştırılması konusunda oldukça etkili olmuştur (18). 1932'de Alman doktorlar Franz Kramer ve Hans Pollnow'un “hiperkinetik bebeklik hastalığı üzerine” tanımlamaları, DEHB'nin üç ana semptomunu ve iki ek Mental

Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı (DSM-IV-TR) kriterini karşılamaktadır. Özellikle, motor semptomların tanımları, mevcut sınıflandırma sistemiyle oldukça tutarlıdır. Böylece, Kramer ve Pollnow, günümüz DEHB kavramına çok benzeyen bir hiperkinetik hastalık kavramı oluşturmuşlardır (18).

1937'de ise Charles Bradley'nin hiperaktif çocuklarda uyarıcı ilaçların etkilerine ilişkin gözlemleri devrim niteliğindedir (20) ve psikiyatrik tedavide önemli bir keşif olarak kabul edilmektedir (21). Muhtemelen o dönemde davranış bozukluklarının biyolojik bir temeli olmadığı ve psikolojik müdahaleler gerektirdiği varsayımından dolayı herhangi birinin Bradley'nin gözlemlerini tekrarlaması ile uyarıcıların DEHB için yaygın olarak kullanılmaya başlanması için 25 yıldan fazla zaman geçmiştir (21).

Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu bilimsel tarihinde, ilk önceleri anormal davranışlar sergileyen çocuklarda beyin hasarı raporlarıyla karakterize edilse de (18), 1960'ların başlarında birkaç klinisyen: Birch, Herbert ve Rapin, çocukluk hiperaktivitesinin tek nedeni olarak beyin hasarı kavramını sorgulamaya başlamıştır. 1963 yılında Oxford Uluslararası Çocuk Nörolojisi Çalışma Grubu beyin hasarının sadece davranıştan çıkarılamayacağını belirtmiş ve “minimal beyin hasarı” teriminin “minimal beyin disfonksiyonu” ile değiştirilmesini önermiştir (18, 22).

Şimdi DEHB olarak adlandırdığımız durum, ilk olarak 1968 yılında Amerikan Psikiyatri Birliği'nin (APA) Mental Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabının ikinci baskısında (DSM-II) yer almıştır. Durumun tanımı, tanısal terminolojideki değişikliklere ve alt tiplerin tanımlanmasına uygun olarak, DSM'nin sonraki sürümlerinde değişmiştir (22). En son baskı olan DSM-V, çocuklarda (17 yaşından küçük) DEHB'yi, dikkat eksikliği veya hiperaktif ve dürtüsel alanlarda veya her ikisinde, altı veya daha fazla semptomun varlığı olarak tanımlamaktadır (23).

Sonuç olarak, tarihsel gelişimine bakıldığında DEHB başlı başına bir hastalık değildir, duygusal, psikolojik ve/veya öğrenme sorunlarının son ortak davranışsal yolunu temsil eden bir semptom grubu olarak tanımlanabilir (24). Kendine has bir genetik, biyolojik veya nörolojik patolojinin kanıtının olmaması, DEHB'nin nörodavranışsal bir hastalık olarak genel kabulünü engellemektedir (18). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu, sıklıkla diğer psikiyatrik bozukluklarla birlikte görülen ve birey, aile ve toplum için önemli bir yük oluşturan yaygın, bozucu bir durumdur (25).

Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu, gelişimsel olarak uygun olmayan dikkatsizlik ve/veya hiperaktivite/dürtüsellik belirtileriyle karakterize, işlevsellikte bozulmaya neden olan kronik bir nörogelişimsel bozukluktur (26). DEHB belirtileri tipik olarak erken çocukluk döneminde ortaya çıkar ve çoğu birey için belirtiler ve bozukluklar yetişkinlikte de devam eder (27).

2.1.2 Tanı Kriterleri

Mental Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı son baskısı olan Beşinci Baskıya (DSM-5) göre, DEHB için tanı kriterleri şunları içerir:

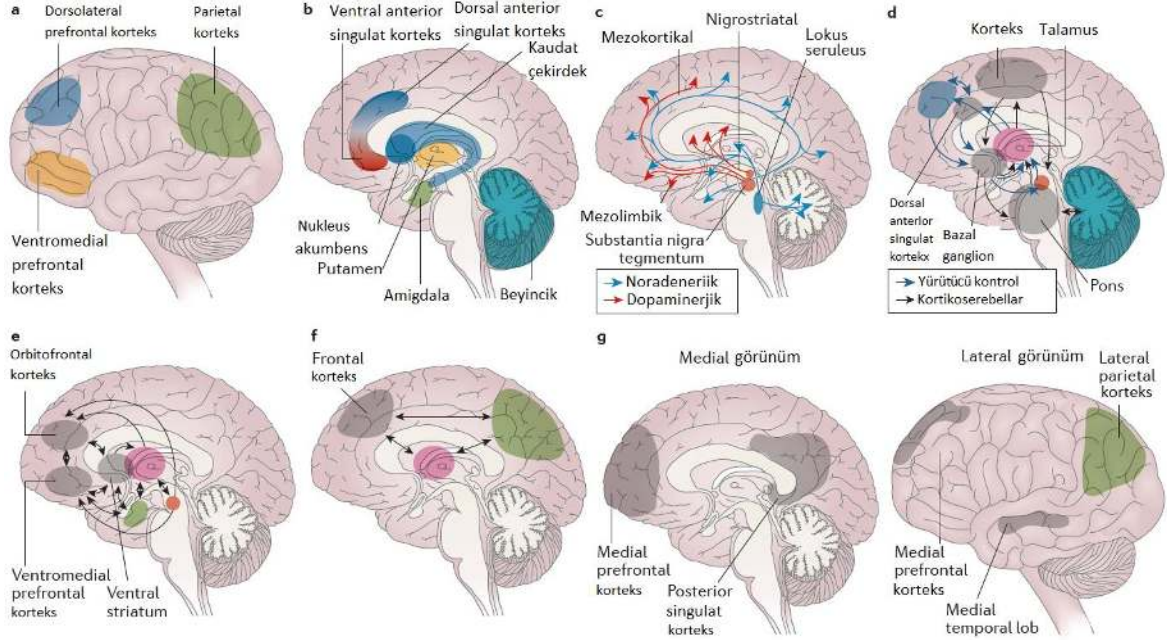
- (a) Bireyin gelişimi için aşırı olan ve en az 6 ay süren dikkatsizlik ve/veya hiperaktivite/dürtüsellik altı semptomunun (17 yaşında veya daha büyükse beş semptom) varlığı,
- (b) En az iki ortamda (örneğin ev ve okul) bazı semptomların varlığı,
- (c) Semptomların 12 yaşından önce başlaması,
- (d) Sosyal veya akademik/işle ilgili işlevsellikte ilişkili bozulma ve
- (e) Başka bir ruhsal bozuklukla daha iyi açıklanamayan belirtiler.

Semptom profiline dayanarak, bireye üç DEHB sunumundan birinin teşhisi konulabilir. Bunlar ağırlıklı olarak dikkatsiz sunum, ağırlıklı olarak hiperaktif/dürtüsel sunum veya birleşik sunumdur (26). Bozukluk, semptomların ciddiyetine ve bozulmaya göre hafif, orta veya şiddetli olarak sınıflandırılır (27).

2.1.3 Dikkat Eksikliği/ Hiperaktivite Bozukluğunda Beyin Yapıları

Beynin kortikal bölgelerinin DEHB’de rolü vardır. Dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğu semptomlarında tanımlanan spesifik beyin yapıları, karar verme ile ilgili lateral prefrontal korteks ve medial prefrontal korteks, özellikle dorsal anterior mid-singulat kortekstir (28). Ayrıca, bazı subkortikal yapılarda (bilateral kaudat, sol talamus, sağ hipokampus) ve beyin sapında nörogelişime bağlı epilepsi ve DEHB komorbiditesinde hacim ve kortikal kalınlıkta azalma saptanmaktadır (29). Özellikle DEHB için, inhibisyon

ve hafıza gibi yürütücü işlevlerle ilişkili frontal striato-talamik ve fronto-parieto-serebellar bölgelerdeki anormallikler de sağ putamen/anterior insula'da gri maddeyi azaltmaktadır (30, 31).



Şekil 2.1. Dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğunda beyin yapıları (32)

Yukarıdaki şekilde anatomik yerleşimleri gösterilen dorsolateral prefrontal korteks çalışma belleğiyle, ventromedial prefrontal korteks karmaşık karar verme ve stratejik planlamayla ve parietal korteks dikkatin yönelimiyle bağlantılıdır (Şekil 2.1.a). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu, beynin subkortikal yapılarını da içerir. Ventral anterior singulat korteks ve dorsal anterior singulat korteks, yürütücü kontrolün duygusal ve bilişsel bileşenlerine hizmet eder. Bazal ganglionlarla birlikte (nukleus akumbens, kaudat nükleus ve putamen), frontostriatal devreyi oluştururlar. Nörogörüntüleme çalışmaları, DEHB'li hastalarda bu yapıların tümünde amigdala ve serebelluma uzanan yapısal ve işlevsel anormallikler göstermektedir (Şekil 2.1.b). Beyindeki nörotransmitter devreleri de DEHB'de rol oynar. Dopamin sistemi, motor tepkilerin planlanması ve başlatılmasında, aktivasyonda, geçişlerde, yeniliğe tepkide ve ödülün işlenmesinde önemli bir rol oynar. Noradrenerjik sistem, uyarılma modülasyonunu, kortikal alanlarda sinyal-gürültü oranlarını, duruma bağlı bilişsel süreçleri ve acil uyarıların bilişsel olarak hazırlanmasını etkiler (Şekil 2.1.c). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu olan hastalarda yürütücü kontrol ağları etkilenir. Yürütücü kontrol ve kortikoserebellar ağlar, yürütme işlevini, yani

planlamayı, hedefe yönelik davranışı, inhibisyonu, çalışma belleğini ve şartlara esnek uyumu koordine eder. Bu ağlar, DEHB'li bireylerde, sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında, az aktiftir ve daha düşük içsel işlevsel bağlantıya sahiptir (Şekil 2.1.d). Ventromedial prefrontal korteks, orbitofrontal korteks ve ventral striatum, ödül beklentisine ve alınmasına yanıt veren beyin ağının merkezindedir. İlgili diğer yapılardan talamus, amigdala ve substantiya nigra'daki dopaminerjik nöronların hücre gövdeleri de oklarla gösterildiği gibi karmaşık bir şekilde etkileşime girer. DEHB'de ödüle karşı verilen davranışsal ve nöral cevaplar anormaldir (Şekil 2.1.e). Uyarı ağı bozulmuştur. Frontal ve parietal kortikal alanlar ile talamus, DEHB'li bireylerde kontrollere göre daha zayıf olan ve dikkat işleyişini destekleyen oklarla gösterilen uyarı ağında yoğun bir şekilde etkileşime girer (Şekil 2.1.f). Varsayılan mod ağı (“default mode network”-DMN), medial prefrontal korteks ve posterior singulat korteks ile lateral parietal korteks ve medial temporal lobdan oluşur (Şekil 2.1.g). DMN dalgalanmaları, harici olarak yönlendirilmiş görevler sırasında etkinleştirilen ağlardaki dalgalanmalarla 180 derece faz dışıdır ve muhtemelen kaynakları işlemek için karşıt süreçler arasındaki rekabeti yansıtır. Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu olan hastalarda DMN ve frontoparietal kontrol ağı arasındaki negatif korelasyon, bozukluğu olmayan kişilere göre daha zayıftır (32).

2.1.4 Dikkat Eksikliği/ Hiperaktivite Bozukluğunda KEEG Endofenotipleri

Seksen yıl öncesine dayanan EEG araştırmaları, DEHB'li çocuklarda beyin aktivitesinde çeşitli anormalliklerin varlığını ortaya koymaktadır. En yaygın bulgu, genellikle frontal bölgelerde yavaş dalga aktivitesinde bir artıştır. “Kortikal yavaşlama” bulguları, KEEG uygulayan çeşitli çalışmalarla tekrarlanmıştır. Kantitatif EEG, koşullar ve gruplar arasında veya normlara karşı istatistiksel karşılaştırmalar için ham EEG verilerini ilgili frekans bantlarına dönüştürmek için bilgisayarlı matematiksel algoritmalar (tipik olarak hızlı Fourier dönüşümü kullanan spektral analiz) uygular. Geleneksel olarak, 5 geniş frekans bandı üzerinde çalışılır, daha sonra her bir frekans bandındaki mutlak ve bağıl güç (yani toplam gücün yüzdesi) hesaplanmaktadır. Pediatrik EEG, gelişimsel olgunlaşma nedeniyle yetişkin EEG'sinden farklıdır. Düşük frekans bantlarındaki azalmalar yaşamın ilk yıllarında en belirgin olsa da yetişkinliğe kadar devam etmekte, bununla beraber hemodinamik dalgalanmalarda da paralel azalmalar gözlenmektedir. Ancak, bağıl alfa ve beta'daki artışlar tipik olarak ergenlik veya yetişkinliğe kadar devam etmektedir. Başlangıçta çoğu EEG ve KEEG çalışması, DEHB'li çocukların önemli bir grubunun,

sağlıklı çocuklar ve psikiyatrik kontrollerle karşılaştırıldığında, yüksek seviyelerde yavaş dalga (delta ve teta) aktivitesi gösterdiğini bildirmektedir. En güvenilir ölçü artan bağıl teta gücü iken, azalan bağıl alfa ve beta miktarları daha az tutarlı gözükmemektedir. Ayrıca teta/alfa ve teta/beta oranlarının DEHB ile kontrol çocuklarını ayırt etmede güvenilir ölçüler olduğu iddia edilmektedir (33).

Yukarıda bahsedilen beyin mekanizmalarından anlaşılabileceği gibi, DEHB'de talamik-kortikal-striatal sistemin düzensizliği hala tam olarak anlaşılamamış olsa da yollar arasındaki akıştaki değişikliklerin psikiyatrik semptomları nasıl etkileyebileceğine dair bir örnek sağlayabilir. Bununla birlikte, beynin belirli bölgelerinde DEHB ile ilişkili olan KEEG'de kayıtlı yüksek teta ve düşük alfa dalga boylarının, nöro-geribildirim tarafından operant koşullandırma yoluyla değiştirildiği, teta dalgalarının (dikkatsizlik durumu) yüksek alfa ve beta dalgalarına (dikkat durumu) dönüştürüldüğü düşünülmektedir (34). Aslında, psikiyatrik bozuklukların klinik pratiğinde, geçerliliği onaylanmış biyobelirteçler bulunmamaktadır (35). Kantitatif EEG analizi, nörofizyolojik veya psikiyatrik biyobelirteçleri bulmak için kullanılabilir. Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu için, tedavi etkilerini (farmakolojik veya NGB) izlemek, klinik kriterler ile KEEG'nin etkinliğini karşılaştırmak ve farklı gelişim çağındaki değişiklikleri izlemek için biyobelirteç araştırmasının önemine işaret edilmektedir. Daha önce de vurgulandığı gibi, alfa, beta ve teta dalgalarının frekansları, oranları veya veri taban karşılaştırmalarında bağıl veya mutlak frekanslarla DEHB arasında ilgi kurulabilir (36). Beta dalgaları, uyanık halde gözlenen yüksek frekanslı veya hızlı aktiviteye karşılık gelir; teta dalgaları yavaş aktivite ile ilişkilidir ve alfa ritimleri bu frekanslar arasındadır. Artan delta aktivitesi, DEHB için karakteristik olarak tanımlanmaktadır (37), ancak yine de bilişsel aktivite karmaşıklığının tüm frekansları karıştırdığına işaret edilmektedir (38). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu için spesifik potansiyel biyobelirteçler arasında en çok çalışılan ve tartışılan Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından onaylanan Nöropsikiyatrik EEG tabanlı değerlendirme yardımı (NEBA) olarak adlandırılan bir sistemde uygulanan artmış teta/beta oranı (TBR) olmuştur. Ancak, bu özelliğe sahip sonuçlar farklı çalışmalarda zaman içinde tutarlı olmamakla beraber; dahası, TBR'nin sadece çocuklukta karakteristik olduğu öne sürülmektedir (39). Genel anlamda ise, yavaş dalgalarla azalmış fronto-kortikal aktivite hala DEHB'nin KEEG'sinde bulunan belli bir karakteristik olarak gösterilmektedir (30, 40).

Bu arada, küme analizi kullanan çalışmalar, DEHB örneklerinde, diğerleri arasında kortikal bir hipoarousal alt tipi, olgunlaşma gecikmesini gösteren bir alt tip ve bir hiper-uyarılma alt tipini içeren farklı EEG tanımlı alt grupları bildirmektedir (33, 41). İlk endofenotip, artan toplam güce, bağıl bir tetaya ve araştırmacıların kortikal hipoarousal indeksi olarak kabul ettiği bir TBR'ye sahiptir. İkinci küme, artan yavaş dalga aktivitesi ve hızlı dalga aktivitesindeki eksiklikler ile karakterize edilmektedir; bu da merkezi sinir sistemi gelişiminde olgunlaşma gecikmesinin varlığını göstermektedir. Üçüncü küme ise aşırı beta aktivitesine sahiptir ve geçici olarak aşırı uyarılmış bir grup olarak etiketlenmektedir (42).

Bununla birlikte, daha yeni sonuçlar, teta ve beta oranının DEHB için basit ve güvenilir KEEG belirteçleri olarak hizmet edebileceği ve nörofizyolojik alt tiplere doğru büyük bir paradigma kaymasına yol açabileceğine dair şüpheler ortaya çıkarmaktadır. Gerçekten de klinik gruplar ve çalışmalar arasında artan kanıtlar, teta veya teta/beta artışının DEHB'nin spesifik bir belirteci olmadığını, ayrıca düşük uyarılmadan ziyade görev taleplerinin ardından bozulmuş aktivasyonla daha yakından ilişkili olabileceğini ve dolayısıyla biraz farklı düzenleme mekanizmalarını ima ettiğini göstermektedir (43–45). Sonuç olarak, KEEG sapma karakterizasyonuna yönelik alt gruplama veya kümeleme yaklaşımları, DEHB'yi heterojen bir bozukluk olarak daha iyi karakterize etmektedir (46). Çocukluktan yetişkinliğe DEHB'ye bağlı EEG frekans bantlarındaki değişikliklerin boylamsal kararlılığı da son yıllarda sorgulanmaktadır (43, 47). Bu kararlılık ile ilgili problemlerden dolayı sadece EEG frekans bantlarını incelemek yerine çeşitli ölçme araçlarını kullanarak tanılama ve değerlendirme yapılmaktadır. Özellikle zekâ testleri ve dikkat testleri bu süreçte sıklıkla kullanılan araçlardır. Ülkemizde klinik anlamda en sık kullanılan zihinsel performans değerlendirme aracı WÇZÖ, DEHB'nin değerlendirmesinde de önemli potansiyele sahiptir.

2.2. Wechsler Zekâ Ölçekleri

Zekâyı ölçmek hem teorik meraktan hem de toplumsal ihtiyaçtan ortaya çıkmıştır. Teorik merak, bireysel farklılıkları anlama arzusuyla ilgili iken, toplumsal ihtiyaç, pratik sorunları çözmek için bu anlayışın kullanılmasını içermektedir. Bu nedenle, zekâ ölçümünün evrimi boşluktan olmayıp, daha çok çeşitli paradigmaların (psikoloji, sosyoloji, psikometri ve hukuk gibi) gelişimindeki etkileşimle ilerlemiştir (48). Psikolojik

değerlendirme alanında, Wechsler ölçekleri en yaygın kullanılan bataryalardır. Wechsler ölçeklerinin tasarımında var olan kavramlar, yöntemler ve prosedürler o kadar etkili olmuştur ki, yarım yüzyıldan fazla bir süredir sahadaki test geliştirme ve araştırmaların çoğuna rehberlik etmiştir (49). Bu ölçeklerin hemen hemen her inceleyeni, önemli endişelerini dile getirenler de dâhil olmak üzere, insan zekâsının doğası ve bilişsel yeteneklerin yapısı hakkında bilimsel araştırmalar üzerinde sahip oldukları muazzam etkiyi kabul etmiştir. Wechsler ölçeklerinin güçlü yönleri, zayıf yönlerinden her zaman daha ağır basmış olsa da, eleştirmenler bu araçların bazı belirgin sınırlamalarını tespit etmişlerdir (50–52). Bununla birlikte, tarihsel bir perspektiften bakıldığında, David Wechsler'in ölçeklerinin entelektüel değerlendirme bilimine önemi, etkisi ve katkısı hem açık hem de derindir (53).

Wechsler zekâ ölçekleri dünya çapında birçok ülkede tercüme edilmiş, uyarlanmış ve standartlaştırılmıştır. Wechsler'in ilk testi, 1939'da Wechsler-Bellevue zekâ ölçeği adıyla yayınlanmıştır, ardından Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği (Wechsler 1949) geliştirilmiştir. Daha sonra WÇZÖ, WÇZÖ-R (Wechsler 1974), WÇZÖ-III (Wechsler 1991), WÇZÖ-IV (Wechsler 2003) ve WÇZÖ-V (Wechsler 2014) dâhil olmak üzere birkaç kez yenilenmiştir. Bu revizyonlar, alt testler arasında bile çeşitli değişiklikleri, elemeleri ve yeni testlerin dâhil edilmesini kapsamıştır (3). WÇZÖ'nün ilk baskısında, tam ölçekli IQ puanlarıyla birlikte bireyler arası farklılıkları belirlemek için sözel IQ ve performans IQ olmak üzere iki indeks puanı hesaplanmıştır. Çocuğun indeks profilindeki dalgalanmaların yorumlanması, hem normal popülasyondan (bireyler arası yaklaşım) aynı yaştaki akranlarına hem de çocuğun kendi (birey içi yaklaşım) genel yetenek düzeyine göre güçlü ve zayıf bilişsel işlev alanlarını belirlediğinden, WÇZÖ performansına ilişkin güvenilir ve anlamlı bilgiler sunar. WÇZÖ sonuçları, nörogelişimsel bozukluğu olan çocuklar için bireysel destek planları ve tedavi programları geliştirmeye yönelik alanlarda klinik olarak anlamlı bilgiler sağlar (54, 55).

2.2.1. Zekânın Tanımı ve Wechsler'in Bakış Açısı

Zekâ, akıl yürütme, planlama, problem çözme, soyut düşünme, karmaşık fikirleri kavrama, hızlı öğrenme ve deneyimlerden öğrenme yeteneğini içeren çok genel bir zihinsel yetenektir. Psikologlar, akıl yürütme ve problem çözmenin akıllı davranışın önemli noktaları olduğu görüşünde neredeyse hemfikirdir. İnsanın bilişsel yetenekleri hiyerarşik

olarak üç kademede (“stratum”) organize edilebilir. Kademe I'de, genel sıralı akıl yürütme, dil gelişimi, çağrışımsal bellek, uzamsal ilişkiler, konuşma sesini ayırt etme, düşünsel akıcılık, sayısal kolaylık ve seçim tepki süresi gibi belirli bilişsel yetenekler vardır. Kademe II'de akıcı zekâ, kristalize zekâ, genel hafıza ve öğrenme, geniş görsel algı ve geniş işitsel algı gibi birkaç geniş bilişsel yetenek vardır. Hiyerarşinin en üstünde ise genel zekâ (g) vardır. Bu, genel popülasyondaki zekâ değişkenliğinin yarısını oluşturur (56).

Wechsler zekâyı genel bir küresel varlık olarak tanımlar. Zekânın doğrudan test edilemeyeceğine, ancak yalnızca bir bireyin nasıl düşündüğü, konuştuğu, hareket ettiği ve farklı uyaranlara nasıl tepki verdiğinden çıkarılabileceğine inanmaktadır. Bu nedenle, zekânın bir kişinin akla getirebileceği kadar çok farklı zihinsel göreve sahip olduğunu araştırarak ortaya çıkarılabileceğini iddia eder. Wechsler, bu görevler için bilişsel bir hiyerarşiye inanmayarak, her görevin eşit derecede etkili olduğunu ve zekânın daha eksiksiz değerlendirilebilmesi için gerekli olduğunu vurgular (48).

Gelişmeler, bu bilimi, Wechsler ölçeklerinde yansıtılan IQ puanı gibi küresel bir zekâ tanımına özel odaklanmanın ötesine taşımıştır. IQ'nun yapısının bir dizi farklı ancak ilişkili bilişsel yeteneklere veya indekslere bölünmesi, araştırmacıların okuma, yazma ve matematikteki başarıyı belirli bilişsel yeteneklerle ilişkilendirmesine izin vermiştir (57). David Wechsler'in zekâ ölçekleri aracılığıyla entelektüel değerlendirme bilimine yaptığı katkılar dönüm noktasıdır. Klinisyen statüsü sayesinde, psikometrik değerlendirmeyi klinik değerlendirmeye değiştirmiştir. Böylece, Wechsler-Bellevue IQ testi, her biri beş veya altı ayrı alt test içeren sözel ve performans ölçeklerinden oluştuğu için, onun bu test serisi, teorinin profil yorumuna uygulanması için (örneğin, nöropsikolojik teori (58), Horn-Cattell Gf-Gc teorisi (59) ve çeşitli bilişsel ve psikolinguistik teoriler (55)) bir sıçrama tahtası haline gelmiştir. Ölçeklerinin üç IQ puanı vermesine ve çoklu alt testlerden oluşmasına rağmen, tanınmış bir g teorisyeni olarak bu ölçekleri ve görevleri yalnızca genel zihinsel yeteneği değerlendirmenin farklı yolları olarak değerlendirmiştir. Böylece, Wechsler ölçeklerinin geliştirilmesinin arkasındaki itici güç, kuşkusuz teorik olmaktan çok pratik ve kliniklidir (53).

2.2.2. Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği-Geliştirilmiş Formu

Amerikan Çocuk Akademisi ve Ergen Psikiyatrisi [AACAP] (60) gibi DEHB için ana uygulama kılavuzları, DEHB'li çocukların klinik değerlendirmesi için zekâ testi

önermiştir. Bunun en önemli nedeni, DEHB'li çocukların %70 kadarının eş tanıli öğrenme bozukluklarına sahip olmasıdır (61, 62) ve bireyin entelektüel düzeyine ilişkin bilgi, öğrenme bozukluklarının daha iyi anlaşılmasını kolaylaştırabilir (48, 63). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu için objektif tanısal testler bulunmamakla birlikte, DEHB'li çocuklarda bilişsel işlevi değerlendirmek için Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği (WÇZÖ) yaygın olarak kullanılmaktadır. Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu olan çocuklar, tipik gelişim gösteren çocuklara göre daha düşük zihinsel yetenek gösterirler (64). Bir meta-analiz çalışması, DEHB'li çocuklarda ortalama tam ölçekli IQ puanının karşılaştırma grubunun ortalamasının 7-10 puan altında olduğunu göstermiştir (65).

Sonuç olarak, Wechsler ölçeğini sunduğunda (Wechsler, 1939) şöyle yazmıştır: "Amacımız yepyeni bir test seti üretmek değil, mevcut herhangi bir kaynaktan, bir testin gereksinimlerini karşılayacak bir kombinasyonu seçmektir.". Wechsler Ölçeğinin yapısı, Wechsler'in ifadesine sadık kaldığını gösterir (66). WÇZÖ-R'da tek bir genel puan yerine üç ayrı IQ puanı, bir sözel IQ, bir performans IQ ve bir tam ölçek IQ vardır. Wechsler için tam ölçekli IQ, genel zihinsel yeteneğin ("g") bir indeksidir. Diğer bilişsel yetenek testleri incelendiğinde, Wechsler birçok yönden Esquirol (1828) ve Seguin (1866/1907) felsefelerini Cattell ve Terman'ın psikometrisi ile birleştirmiştir. Zekânın eşit bileşenleri olarak, sözel ölçek, bir kişinin dil yeteneklerinden (Esquirol'ün felsefesini ifade eden) kabaca yararlanırken, performans ölçeği, bir kişinin sözel olmayan ve motorik yeteneklerinden (Seguin'in görüşüne göre) kabaca yararlanmaktadır. Wechsler'in sözel görevler için ana fikirleri Stanford-Binet ve Ordu Grubu Sınavı Alfa'dan, performans görevleri için fikirler ise öncelikle Ordu Grubu Sınavı Beta'dan ve Ordu Bireysel Performans Ölçeği Sınavından gelmiştir (bu testler Birleşik Devletler askeri acemilerini değerlendirmek için geliştirilen istihbarat testleridir). Wechsler ölçekleri bir dizi revizyondan geçmesine rağmen, temel test yapısal olarak bozulmadan kalmıştır (48). WÇZÖ-R'da yer alan alt testler şunlardır (67):

- *Sözel Ölçek:* Genel Bilgi, Benzerlikler, Aritmetik, Sözcük Dağarcığı, Yargılama ve Sayı Dizisi (yedek)
- *Performans Ölçeği:* Resim Tamamlama, Resim Düzenleme, Küplerle Desen, Parça Birleştirme, Şifre ve Labirent (yedek)

2.3. Nöro-geribildirim

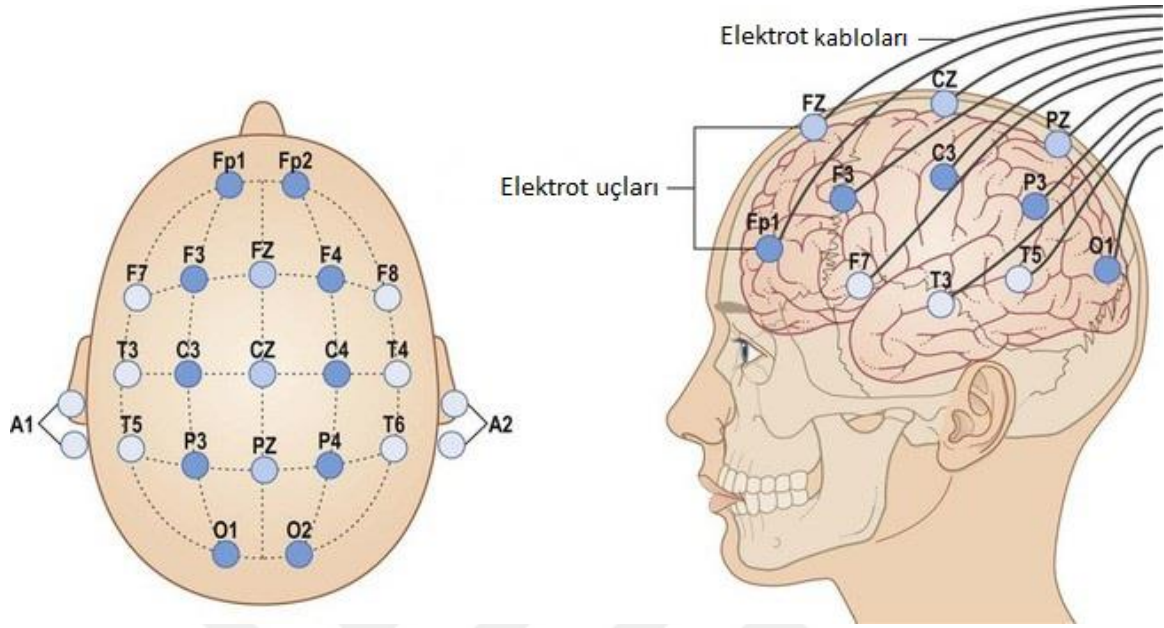
2.3.1. EEG ve KEEG Kavramları

İnsanlarda EEG, yaklaşık 90 yıl önce Alman bilim insanı Hans Berger tarafından keşfedildi. Elektroensefalogram, başın yüzeyine dik olarak yönlendirilmiş piramidal hücreleri temsil eden mikrodipollerin toplamıdır. Elektrik dipollerinin oryantasyonu, EEG'nin radyal kaynaklara duyarlı olduğu anlamına gelmektedir. Bu yüzden, özellikle yüzeye yakın olan giruslardaki radyal akımlar tarafından üretilir (68). Beynin, beyin omurilik sıvısında asılı duran jelatinimsi bir kütle olduğuna dikkat etmek önemlidir. Bu sıvı, beyin dokusu ile birlikte bir hacim iletkeni görevi görür ve bu nedenle kafa derisinde kaydedilen sinyalleri çok karmaşık hale getirir (69).

Kafa derisinde kaydedilen EEG, milyarlarca büyük kortikal nöron gruplarından gelen inhibitör postsinaptik (IPSP) ve eksitator postsinaptik (EPSP) alan potansiyellerinin toplamından oluşur. Kafa derisi üzerinden kaydedilen EEG'lerde gözlemlenen ritmik döngülerin, genellikle talamus ve korteks arasındaki nöral aktivitenin sonucu olduğu kabul edilir. Talamus, sinyalleri kortikal seviyeye ve inen-çıkan yollar arasındaki sinyalleri diğer birçok beyin bölgesine ileten merkezi bir subkortikal yapıdır. Ritmisite, talamustaki karmaşık geri bildirimin etkisiyle üretilir. Genel olarak kortikal ritmikliğinin, talamo-kortikal devre ile hem yerel hem de global kortiko-kortikal devre arasındaki karmaşık bir etkileşimden kaynaklandığına inanılmaktadır (69, 70).

Her EEG elektrot bölgesi, birden fazla EEG aktivitesinden gelen ritmik aktiviteyi kaydeder. Bu karmaşık sistemi tam olarak anlamak için elektrotların yerleştirilmesi için bir standart oluşturulmuştur. Bu sistem, 10–20 Uluslararası Elektrot Yerleştirme Sistemi veya 10–20 sistemi olarak adlandırılır (Şekil 2.2). Sistemin adlandırılması belirtilen kafatası konumları arasındaki toplam mesafenin %10 veya %20'sine elektrotların yerleştirilmesinden kaynaklanır. Yüzdeye dayalı bir sistemin kullanılması, kafatası boyutundaki farklılıklara izin vermektedir. Elektrotların adları, bulunduğu alanla ilişkili ilk harfi içerir: Fp, F, C, T, P ve O harfleri sırasıyla prefrontal, frontal, sentral, temporal, parietal ve oksipital kortikal bölgeleri ifade eder. Tek sayılar sol yarım küreyi gösterirken, çift sayılar sağ yarım küreyi göstermektedir. Kullanılan 21 elektrottan 19'u kortikal alanları

kaydeden kafa derisi bölgeleri için kullanılır ve 2 elektrot tipik olarak referans elektrotlar olarak kulak memelerine yerleştirilir (79, 80).



Şekil 2.2. Uluslararası 10-20 Elektrot Yerleştirme Sistemi (71)

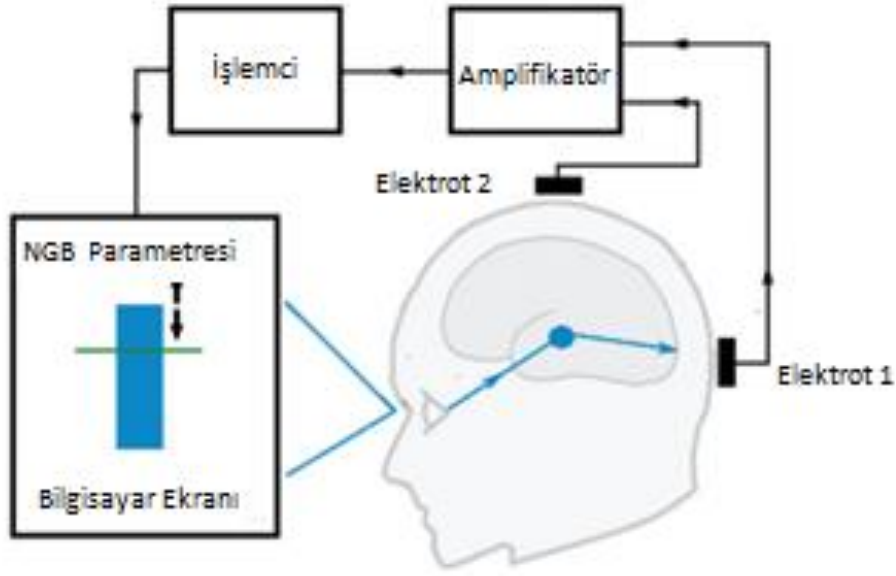
Elektroensefalogram 90 yıl önce keşfedilmiş olmasına rağmen, günümüzde araştırmalarda kullanımı hız kazanmıştır. Bunun nedenlerini sıralamak gerekirse: ilki, artefakt düzeltmede uzaysal filtreleme teknikleri, olayla ilgili potansiyellerin (“event related potential”–ERP) bağımsız bileşen analizi, dalgacık (wavelet) analizi, elektromanyetik tomografi gibi yeni EEG analiz yöntemlerinin yakın zamanda ortaya çıkmasıdır. İkincisi, modern EEG cihazlarının (manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve pozitron emisyon tomografisine (PET) kıyasla) görece ucuzluğuna dayanmaktadır. Üçüncü neden, spontane EEG dalgalarının oluşum mekanizmaları ve ERP bileşenlerinin işlevsel anlamı hakkındaki bilginin artmasına dayanır. Son olarak, EEG ve ERP sinyallerinin esas olarak diğer beyin görüntüleme teknikleriyle elde edilemeyen yüksek zamansal çözünürlüğüdür. EEG ve ERP, birkaç milisaniyelik zaman çözünürlüğü sağlarken, PET ve MRI birkaç saniye ile sınırlıdır (68).

Kantitatif EEG terimi, sayısallaştırılmış EEG’nin niceliksel sinyal analizini ifade eder. Fourier veya dalgacık analizinin kullanımı çoğunlukla frekans spektrumunu tahmin etmek için kullanılır. KEEG kullanan birçok çalışma, mutlak ve bağıl EEG gücü, koherens, tepe alfa frekansı ve asimetri gibi özelliklerin bireysel paternini bir referans veri tabanıyla

karşılaştırır. Veri tabanından istatistiksel sapmalar daha sonra klinik önem açısından incelenebilir (72). Böylece, insanlarda EEG aktivitesini ölçmek için bilgisayar yöntemleri, farklı psikiyatrik ve nörolojik durumlarla ilişkili benzersiz paternlere sahip olan tek değişkenli ve çok değişkenli profilleri tespit etmemize izin vermektedir (69). Modern biyolojik yönelimli psikiyatrinin amacı, işlemin biyolojik işaretini bulmak ve incelenen hastalıkta seçici olarak bozulduğunu göstermektir. Fonksiyonel MRI, EEG ve bilişsel ERP'ler son zamanlarda depresyon, şizofreni ve DEHB gibi beyin hastalıklarında yer alan nöronal devrelerin görüntülenmesi için kullanılmaktadır (68). Böylece, KEEG sonuçları aslında Berger'in EEG'deki anormal aktivitenin psikopatolojiyi yansıttığına dair orijinal fikrini desteklemeye devam etmiştir. Bu, psikofarmakolojideki, nörofizyolojik işleyişi (KEEG'de yansıtıldığı gibi) kimyasal yollarla değiştirerek, belirli davranışları değiştirebileceğimiz kavramıyla da ilgilidir (69). Korteksin işlevleri, tek nöronların bağımsız eylemlerinden ziyade nöron topluluklarının toplu davranışıyla belirlenir. Davranış da insan eylemlerinin planlanması, yürütülmesi ve ezberlenmesinde farklı roller oynayan çoklu beyin sistemleri tarafından belirlenir. Bu beyin sistemleri, sırasıyla genler ve bunların birbirleriyle ve çevre ile olan karmaşık etkileşimleri tarafından belirlenir. Dolayısıyla, genotipin aksine davranış, bir öznenin fenotipi olarak kabul edilebilir. Psikiyatride hastalığın biyolojik belirteçleri endofenotipler olarak bilinir hale gelmiştir. Başka bir deyişle endofenotip, fenotip ve genotip arasındaki yol boyunca ölçülebilir bir bileşeni ifade eder. Endofenotip, DEHB gibi karmaşık psikiyatrik hastalıkların araştırılmasında önemli bir kavramdır. Bunlar, bir bireyin belirli bir hastalığı veya davranışsal özelliği geliştirme veya gösterme sorumluluğunu indeksleyen kalıtsal nicel özelliklerdir (belirli frekans bantlarındaki EEG gücü veya ERP bileşenleri gibi) (68).

2.3.2. Nöro-Geribildirim Tanımı

Tanım olarak nöro-geribildirim, EEG tabanlı biyolojik geribildirim yoluyla kendi kendini düzenleme tekniğidir. Bu teknikte deneğin kafa derisinden kaydedilen bazı anlık EEG parametreleri görsel, işitsel veya dokunsal yöntemlerle deneğe sunulur (73). Kişinin, bu parametreleri daha verimli bir beyin işleyişi moduna çevirecek şekilde istemli veya istemsiz olarak değiştirmesi beklenir (74).



Şekil 2.3. Nöro-geribildirim Tekniği (74)

Yukarıdaki şekilde bu teknik şematik olarak gösterilmiştir (Şekil 2.3). İki elektrot bölgesi arasındaki voltaj farkı kafadan iki elektrot ile kaydedilir, yükseltilir (amplifiye edilir) ve mevcut EEG'den gerekli NGB parametresini çıkarmak için bir bilgisayar tarafından işlenir. Nöro-geribildirim parametresi, kişinin önünde bulunan bir bilgisayar ekranında sunulur. Bilgi akışı şeklinde şematik olarak oklarla gösterilmiştir. Akışın, beyin de bir parçası olduğu kapalı bir döngüde düzenlendiği görülebilir. Basit bir ifadeyle beyin, uyum sağlayacak bir konumda kendisine aynadan bakar (74).

Bu yöntem, hastanın belirli bir doğru zihinsel durumu koruyarak sürekli olarak belirli bir EEG değişikliği hedefine ulaşmayı amaçlar. Bunun için, geri bildirimi kullanmaya çalıştığı bilgisayarlı bir oyun benzeri formda sayısallaştırılmış genlikler gibi EEG'nin belirli özelliklerini kullanır. Bu doğru durumlar, KEEG ölçümleri tarafından normal beyin işleyişi durumu ile bağıntılı olduğu gösterilenlerdir. Bu nedenle, örneğin, KEEG bulguları, belirli bir beyin bölgesinde (normale kıyasla) teta-beta genliklerinin orantısız bir oranını ortaya çıkarırsa, kişi yalnızca daha normal bir teta/beta genlik oranı geliştirmek için “Pac-Man” gibi hareket halinde tutması gereken bir bilgisayar oyununu terapötik bir seans sırasında gerçekleştirir. Bir dizi seans boyunca, hasta tarafından bu doğru oranı korumanın kolaylığı genellikle artar ve dikkat yeteneklerinin psikometrik testinden sonra, puanlarda buna karşılık gelen bir iyileşme görülür. Stabilize bir etki elde etmek için gereken seans

sayısı hastadan hastaya değişiklik gösteriyor gibi görünmekle beraber, anekdot raporları, olumlu etkilerin yıllar içinde sabit kabul edildiğini göstermektedir (69).

Spektral analizin EEG'ye uygulanması, bazı beyin işlev bozukluklarında, belirli frekans bantlarındaki EEG genliğinin, bir grup sağlıklı denek için hesaplanan EEG genliğinden önemli ölçüde farklı olduğunu gösterir. Nöro-geribildirim, normallikten bu tür sapmaları düzeltmek için bir araç sağlar. Nöro-geribildirim, üç bilimsel gerçeğe dayanmaktadır. İlk olarak, EEG parametreleri belirli bir hastalıkta beyin fonksiyon bozukluğunu yansıtır. İkincisi, denek gönüllü olarak beyninin durumunu değiştirebilir, böylece değişiklikler parametrenin artması veya azalmasıyla ilişkilendirilebilir. Üçüncüsü, beyin bu yeni durumu ezberleyebilir ve sadece laboratuvar koşullarında değil, okul, ev gibi diğer ortamlarda da daha uzun süre saklayabilmektedir (68).

Bir NGB uygulayıcısı tarafından cevaplanması gereken ana sorular şunlardır:

- (1)Seçilecek NGB parametresi nedir?
- (2)Elektrotlar nereye yerleştirilmelidir?
- (3)Beynin hangi yöne uyum sağlaması gerekmektedir?

Bu soruların cevapları NGB protokolünü tanımlar. Ancak, Kropotov'un kitabında (74) yaptığı NGB protokol sınıflamasından önce daha iyi anlaşılabilmesi için nörogeribildirim tarihçesine değinmek gerekmektedir.

2.3.3. Nöro-Geribildirim Tarihçesi

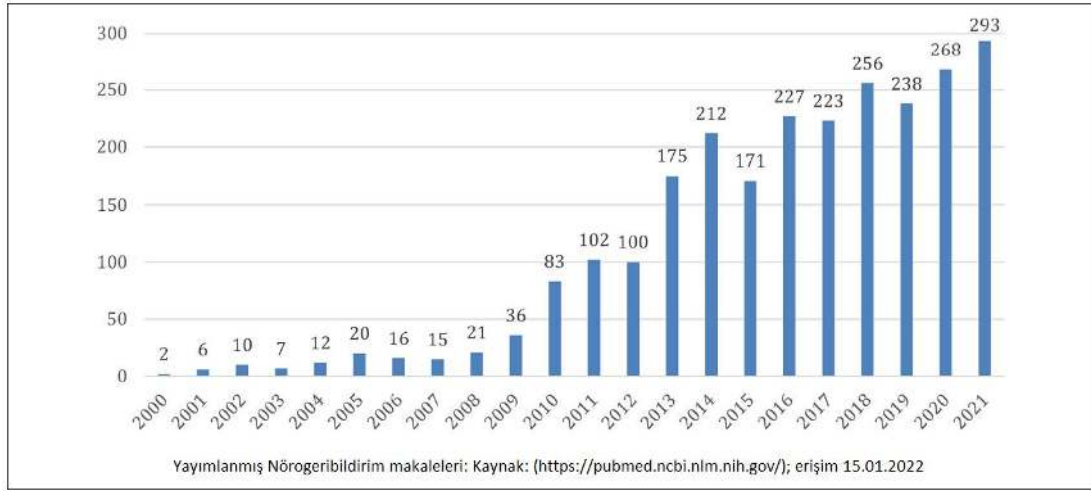
Modern nöro-geribildirim, Ivan P. Pavlov'un köpeklerde koşullu refleksleri incelemesiyle başladı. 1940'ların sonunda Pavlov'un öğrencisi Petr S. Kupalov, hayvanlarda durumsal koşullu refleksler yöntemini geliştirdi. Batı'da bu yöntem edimsel koşullanma olarak adlandırıldı. Bu yöntemde, dış uyaran değil hayvanın davranışsal tepkileri koşullu uyaran olarak hizmet eder. Geri bildirim kavramını ilk olarak 1930'larda ise Norbert Wiener ve Arturo Rosenbluth biyolojik sistemlerle ilgili tanımladılar. Takiben, Petr K. Anokhin canlı organizmaların kendi kendini düzenlemesinde geri bildirim fikrini formüle etti. 1960'larda ise Nikolay N.Vasilevsky ve Natalia V. Chernigovskaya, modern biyolojik geribildirim yöntemi için teorik ve pratik temel oluşturdular. Örneğin, teorik olarak NGB düzenlemesinin hücresel mekanizmaları konusundaki çalışmalar başlatılırken, pratikte kalp atış hızı değişkenliği temelinde bir biyolojik geribildirim

protokolü tasarlandı. Ek olarak, bazı nörolojik ve psikiyatrik hastalıkları tedavi etmek için biyolojik geri bildirim yöntemi de yine bu dönemde kullanmaya başlandı. Yaklaşık olarak aynı zamanda, Joe Kamiya, bir kişinin geribildirim varlığında kendi alfa ritmini kontrol edebileceğini gösterdi. Barry Stermann ise kedilerde koşullu refleksler üzerinde deneyler yaptı ve sonuçları epilepsi tedavisinde kullandı. Elektroensefalogram ve diğer fizyolojik parametreler aracılığıyla beynin kendi kendini düzenleme yöntemi 1969'da "biyolojik geri bildirim" olarak adlandırıldı. 1970'lerin sonunda, Niels Birbaumer ve çalışma arkadaşları, epilepsinin biyolojik geribildirim tedavisi için yavaş ("infraslow") elektriksel kortikal potansiyelleri kullanmaya başladılar (68, 74).

Bu dönem, biyolojik geri bildirimin tüm beyin hastalıkları için olası bir her derde deva olarak görüldüğü öfori dönemi idi. Ancak 1974'te, James Lynch ve meslektaşları tarafından yazılan bir makale, gözleri açıkken kendi alfa ritmini kontrol etmeyi öğrenen deneklerin, gözleri kapalıyken yapabileceklerinden daha fazla artıramadıklarını gösterdi. Aslında makale, insan yeteneklerinin sınırlamalarını göstermekte olsa da nöro-geribildirim popülarlığını yitirmesine neden oldu. Nöro-geribildirim o yıllarda kötü bir üne sahip olmasının birçok nedeni vardı. Bunlardan ilki klinik uygulamalarda kötüye kullanılmasıydı. Deneyim eksikliği, uygun bir protokol seçmek için nesnel kriterlerin olmaması (KEEG'nin kullanılmaması gibi), sağlam deneysel desteğin ve seçilen protokolün doğrulanması eksikliği de diğer sebepleri olarak sıralanabilir (74).

Joel Lubar 1970'lerde DEHB tedavisi için beta eğitiminin etkinliğini kanıtlayarak nöro-geribildirim araştırmalarına devam etti. Aynı yılın başlarında Roy John, yeni bir yaklaşım olarak NGB protokollerini oluşturmak için nörometri uygulaması geliştirdi. Nörometrinin arkasındaki fikir, bireysel bir EEG'nin parametrelerini sağlıklı bir kontrol grubu için hesaplananlarla nicel olarak karşılaştırmaktı. Devrim niteliğinde bir fikirdi çünkü o zamana kadar elektroensefalografide yalnızca ham EEG sinyallerinin görsel olarak incelenmesi altın standart olarak kabul ediliyordu. 1980'lerin ortalarında, iki yaklaşım – nöro-geribildirim ve nörometri- birleşerek şimdi nöroterapi olarak adlandırılan yeni bir yön oluşturdu. Düşük çözünürlüklü tomografi (LORETA) tabanlı ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) biyolojik geribildirim protokolleri başlatıldı (68, 74). Yirmi birinci yüzyılın başında, yavaş ("infraslow") elektriksel potansiyellere sahip bir NGB protokolü, Sue ve Siegfried Othmer tarafından yapılan klinik çalışmalardan sonra yeniden

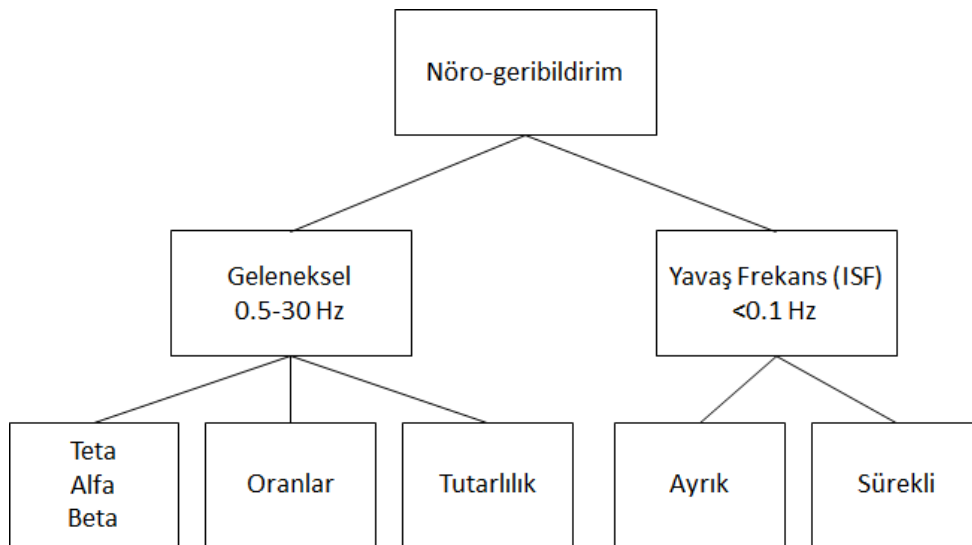
popülerlik kazandı (74). Böylece, bu konudaki yayınların sayısı son on yılda önemli ölçüde artmıştır (Şekil 2.4) (75).



Şekil 2.4. Nöro-geribildirim Hakkında Yayınlanmış Araştırma Makaleleri

2014 yılından günümüze doğru ise, Martijn Arns, Hartmut Heinrich ve Ute Strehl gibi araştırmacılar yarı aktif, aktif ve plasebo kontrol gruplarına odaklanan DEHB’li çocuklar için NGB uygulamasına ilişkin çalışmaları gözden geçirmişlerdir. Yapılan birçok çalışma ve derlemede, teta/beta, sensorimotor ve yavaş kortikal potansiyel NGB gibi standart protokollerin iyi araştırıldığı ve özgünlük gösterdiği sonucuna varılmıştır (76).

2.3.4. Nöro-geribildirim Tedavi Protokollerinin Sınıflaması



Şekil 2.5. Nöro-geribildirim Protokollerinin Sınıflandırılması

Kropotov, NGB protokol sınıflamasını geleneksel (0,5-30 Hz) ve yavaş frekans (<0,1 Hz) olarak ikiye ayırır (Şekil 2.5). Geleneksel olan, NGB parametresi olarak spektral EEG özelliklerini kullanır. Bu bağlamda,

- (1) Teta, alfa ve beta bantları gibi sabit veya bireysel olarak uyarlanmış frekans bantlarındaki EEG gücünü,
- (2) Farklı frekans bantlarındaki gücün oranlarını ve
- (3) Tutarlılık kavramlarını içerir.

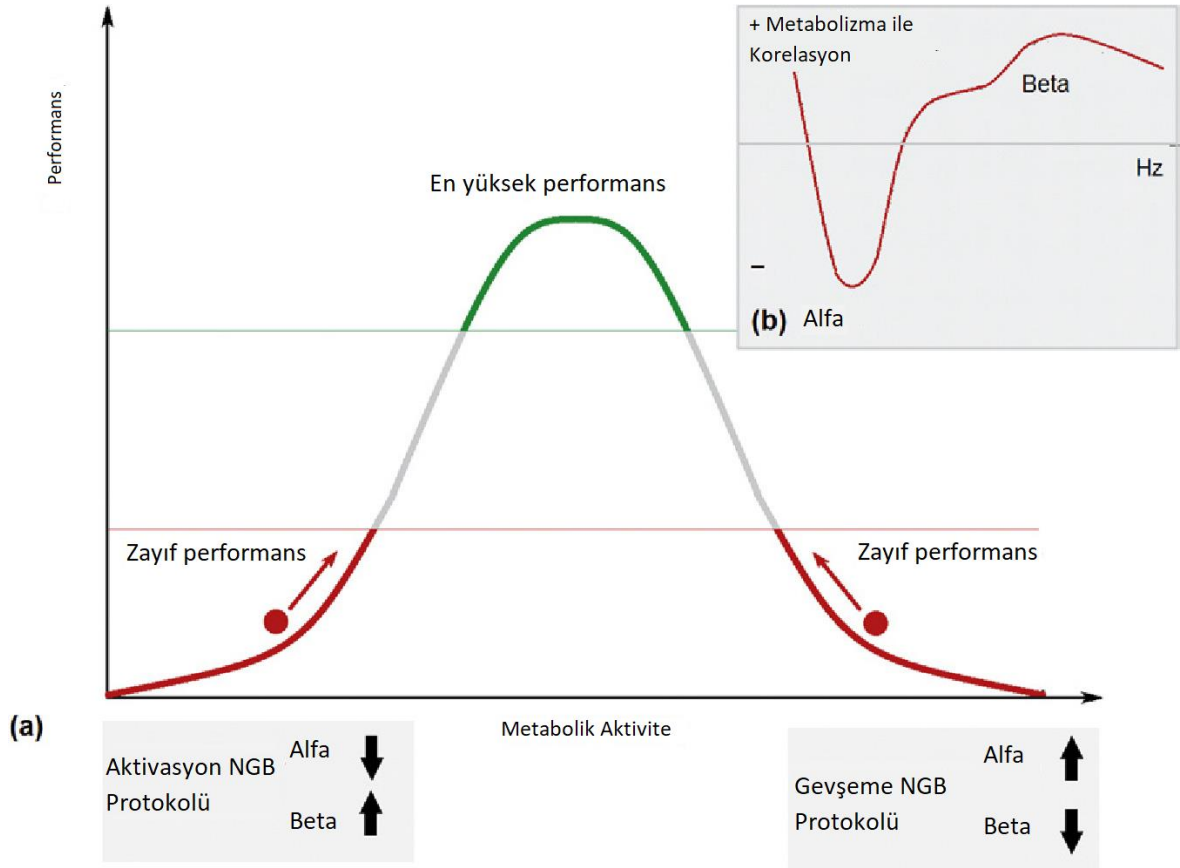
Yavaş frekans NGB ise, voltaj dalgalanmalarının fazını ya da genliğinin kendisini kullanır. Bu nöro-geribildirim,

- (1) Deneğe ayrı denemelerde kaydedilen potansiyelleri gönüllü olarak artırması veya azaltması talimatı verildiğindeki ayrık formu ve
- (2) Deneğin sadece NGB parametresi tarafından kontrol edilen bir bilgisayar oyununu izlerken ki sürekli formu olarak iki şekilde yapılır (74).

Literatürde bulunan araştırmalarda ve özel kliniklerde yapılan uygulamalarda çok sayıda NGB protokolünden bahsedilmiştir, ancak bu protokoller için altın bir standart yoktur. Araştırma ve ticari gruplar yapmış oldukları deneylerde çeşitli protokoller kullanmasına rağmen, bu protokollerin etkinliğinin kanıtlanması konusunda aynı özeni göstermemektedirler. Bu protokollerin bazılarına aşağıda yer verilmiştir.

Elektroensefalogram Tabanlı Gevşeme ve Aktivasyon Protokolleri

Bu protokoller, farklı frekans bantlarındaki EEG aktivitesi ile karşılık gelen kortikal lokasyonda PET veya fMRI tarafından ölçülen metabolik aktivite arasındaki korelasyona ilişkin veriler temelinde yapılır. Aktivasyon protokolleri, beta frekanslarında EEG gücünün arttırılmasını veya alfa frekanslarında EEG gücünün bastırılmasını içerir. Gevşeme protokolleri ise, alfa frekanslarında EEG gücünün arttırılmasını veya beta frekanslarında EEG gücünün inhibisyonunu içerir (Şekil 2.6) (74).



Şekil 2.6. Aktivasyon ve Gevşeme NGB Protokolleri

Elektroensefalogram Tutarlılık ve Sanal İntrakraniyal Protokolleri

Burada, NGB protokollerinin yapım yöntemlerinin, mevcut EEG'nin hızlı Fourier dönüşümü veya dijital filtrasyonu ile sınırlandırılmadığı vurgulanmalıdır. Tutarlılık veya komodülasyon gibi farklı kortikal konumlardaki EEG arasındaki korelasyonun bir ölçüsü olan diğer NGB parametreleri önerilmiştir. Diğer yaklaşım ise sanal intrakortikal alanlardan EEG kullanmaktır. Bu yaklaşımın mantığı, herhangi bir kafa derisi elektrotunun, geniş çapta dağılmış kortikal alanlardan aktivite alması gerçeğidir. Bu nedenle, lokal bir kortikal alandan NGB kullanmak istiyorsak, kafa derisi tarafından kaydedilen çoklu EEG'ler temelinde sanal bir yerel EEG hesaplamamızı sağlayan tomografik yöntemler uygulamamız gerekir. LORETA'ya dayalı NGB yöntemi ilk olarak 2004 yılında uygulanmıştır. Düşük çözünürlüklü elektromanyetik tomografinin amacı, girus ve sulkus dâhil olmak üzere korteksin yüzeyinde bulunan jeneratörlerin akım yoğunluğunu hesaplamak için bir araç sağlamaktadır (74).

Yavaş Kortikal Potansiyel (SCP) Nöro-geribildirimi

Bu protokol, tepe noktasında en büyük genliğe sahip korteksten kaydedilen yavaş negatif dalgalanmaların eşlik ettiği hazırlayıcı psikolojik operasyonların gözlemine dayanmaktadır. Bu dalgalanmalar, koşullu negatif varyasyonlar (“contingent negative variations”- CNV) olarak adlandırılan tek bir kavramla birleştirilir. Bazı araştırmalar, DEHB’li çocukların, sağlıklı kontrollere göre gecikmiş yanıt görevlerinde daha küçük genlikli CNV dalgaları uyandırdığını göstermektedir. Bu perspektiften, DEHB’deki bir NGB protokolü, Cz’deki yavaş aktiviteyi eğitmek olacaktır. Protokolün arkasındaki mantık, negatifliğe doğru Cz yavaş potansiyelini eğitmenin korteksin aktivasyonu (apikal dendritlerin uzun süreli depolarizasyonu nedeniyle kortikal nöronların artan ateşleme hızı) ile ilişkili olacaktır. Cz potansiyelini pozitifliğe doğru eğitmek karşılık gelen kortikal alanları inhibe eder. Bu protokolda, denekler gönüllü olarak Cz’den kaydedilen potansiyelin negatif ve pozitif kaymalarını üretmeyi öğrenirler (74).

Çok Düşük Frekans (ILF) Nöro-geribildirimi

Yukarıda bahsedilen SCP-NGB’nin herkese uyan tek tip protokolünün aksine, Sue ve Siegfried Othmer tarafından tasarlanan ILF-NGB protokolleri, hastaların klinik raporlarına dayanır ve farklı semptomlar için farklıdır. Siegfried Othmer’e göre onların yaklaşımı, sensorimotor ritim (SMR) eğitimi için orijinal Sterman protokolünün bir evrimiydi. Bu yüzyılın ilk yıllarında Sue Othmer, geliştirilmiş eğitim verimliliği için her kişinin eğitim frekanslarını optimize etmeye başlamıştır. Bu, tedaviye dirençli kişilerin ihtiyaçlarını karşılamak için daha düşük frekanslara doğru ilerlemeye yol açmıştır. Sonunda, bu ilerleme SCP alanında, yani 0.1 Hz’nin altında eğitimin benimsenmesine neden olmuştur. Yazarlar bu protokolü çok düşük frekans (“infralow frequency”-ILF) eğitimi olarak adlandırmaktadır. Ölçümün iki bölgedeki farklı kortikal aktivasyona duyarlı olduğu bipolar montaj kullanılır (77). Çok düşük frekans eğitimi, önceden ayarlanmış herhangi bir eşik olmaksızın sürekli bir eğitim protokolüdür. Beynin sinyale göre nerden geldiğini tanıdığı ve ardından sinyali doğal olarak düzenleyici şemasına dâhil ettiği sinyal takibini içerir. Beynin çalışması gereken tek ilgili bilgi, sinyalin gerçek zamanlı dinamikleridir. Ani sonuç tipik olarak kişinin dakikalar içinde gerçekleşen daha sakin durumlara doğru kayması olarak hissedilir (74).

Çok düşük frekans NGB eğitimine giriş, ilk olarak 2006 yılında yeni yazılımın kullanılmasının frekans aralığının 0,1 Hz'e genişletilmesine izin verdiği zaman gerçekleştirilmiştir. Çok düşük frekans-NGB'nin amacı, hastanın Optimum Yanıt Frekansını (ORF) ya da diğer bir deyişle ödül frekansını bulmak ve geliştirmektir. Bu süreç, hastanın seans sırasında maksimum sakin ve uyanık hissettiği frekansa aşamalı olarak hareket etmeyi içerir. Amaç, tek bir frekansa (ORF) odaklanarak olumlu özellikleri en üst düzeye çıkarmak ve semptomların şiddetini en aza indirmektir (78, 79). Frekans, standart edimsel koşullandırma modeli içinde eşik tabanlı genlik eğitimine izin vermek için çok düşüktür. Bu nedenle hastanın, kortikal aktivasyonun ince dalgalanmalardaki gelgitlerini ve akışını yansıtan düşük frekanslı sinyali izlemesi yeterlidir. Bu süreç doğrudan beceri öğrenmesi ile ilgilidir. Beyin, eylemlerinin sonuçlarını görür ve bu temelde ileriye dönük tepkisini iyileştirir. Öğrenilen beceri bir öz düzenlemedir ve sağlanan veriler doğrudan öz düzenleme süreci ile ilgilidir (78, 80, 81).

Çok düşük frekans eğitimi ile beynin, normal öz-düzenleme yanıtına uygun olarak, sinyal beklentisi ile gerçek sinyal arasında bir kapanış meydana getirmek üzere hareket ettiği daha natüralist bir model önerilmiştir (78, 82). Uyarılma düzenlemesinde ILF-NGB eğitimini içeren klinik sonuçlar ve teorik gözlemler, içsel kontrol ağlarımızı, belirginlik ağını ("salience network"-SN) ve varsayılan mod ağını ilişkilendirir. Çok düşük frekans-NGB'nin kavramsal varsayımlarının dolaylı doğrulaması, klinik etkinliğe dayalı olarak ampirik olarak türetilmiş elektrot yerleşimleri ile kortikal yüzeyden erişilebilen DMN merkezleri arasında bulunan uyumdan gelir (83, 84). Bunlar ayrıca, belirginlik ağına girdi olarak hizmet eden çok modlu ilişkilendirme alanlarıdır. Bu nedenle eğitim, Menon (2011) tarafından Psikopatolojinin Üçlü Ağ Modeli için tanımlanan üç ağdan ikisini içermektedir (75). Dinlenme durumu ağlarındaki işlevsel bağlantı, özellikle DMN olmak üzere öz düzenlemenin kalitesini yönetir. Bu nedenle, NGB'nin öncelikle DMN'yi hedeflediği iddia edilmektedir (78, 81).

2.3.5. Nöro-geribildirim Teorisi ve Etki Mekanizması

Bir nöromodülasyon prosedürü olarak EEG tabanlı NGB, üç temel bilimsel gerçeğe dayanmaktadır (74):

1. Beyin durumu ve beyin operasyonları, kafa derisinden kaydedilen EEG parametrelerinde nesnel olarak yansıtılır. Çok sayıda veri, uyku-uyanıklık

döngüsünde EEG modellerinin çarpıcı biçimde değiştiğini ve alfa, teta ve beta dalgalarının duyusal, bilişsel ve duygusal görevlerde farklı tepkiler verdiğini göstermektedir.

2. Nöro-geribildirim amacına ulaşmak için deneklerin aktif katılımını gerektiren protokoller durumunda, denek, seçilen EEG parametrelerini gönüllü ve seçici olarak değiştirebilir. Pasif protokoller durumunda “beyin” geri beslemeyi kendi etkinliğinin bir göstergesi olarak algılayabilir ve geri besleme devresine dâhil olabilir.
3. İnsan beyni, beynin istenen (ve dolayısıyla ödüllendirilen) durumunu hatırlamak için esnekliğe (plastisiteye) sahiptir. NGB seansları sırasında eğitim, başlangıçta çok fazla deneme yanılma ile zor olsa da beceri kazanıldığında asla unutulmaz.

Nöroplastisite, beynin deneyimlere yanıt olarak nöronları büyütme ve nöral bağlantıları değiştirme konusundaki benzersiz yeteneğini ifade eder. Nöroplastisite alanındaki görüntüleme çalışmaları, örneğin müzik, egzersiz veya meditasyon gibi aktivitelerde yapılan eğitimin beyin yapısı, işlevi veya her ikisi üzerinde nasıl kalıcı bir etkiye sahip olabileceğini göstermiştir (96). Bu nedenle tekrarlanan, aktiviteye bağlı deneyimler beyin üzerinde kalıcı bir etkiye sahip olabilir (87). Birleşen kanıtlar, NGB eğitimi yoluyla belirli bir osilasyon modelini güçlendirmenin, aynı modelin gelecekte daha kolay yeniden üretilme olasılığını arttırdığını göstermektedir (88). Bu, beynin belirli salınım kalıplarını, yani çalışma belleğinin engellenmesi ve güncellenmesi gibi bilişsel işlevlerin altında yatanları sergilemek üzere koşullandırılabilmesine dair NGB'nin temel önermesini destekler. Büyüyen nöroplastisite literatürü bize, bir çocuğun sinir sisteminin olgunlaşmasının ayrılmaz bir parçası olan, gelişim için hassas dönemler olduğunu bildirir (88, 89). Bu hassas dönemlerde beyin, yetişkinlikte azalmış iyileşme potansiyeline rağmen deneyim yoluyla değişime özellikle duyarlıdır. Bu nedenle, yürütücü işlevlerin ortaya çıkan aşamalarında NGB gibi tedavi olanaklarını göz önünde bulundurmamak, uzun vadeli işlev bozukluğunu hafifletmek için umut verici bir yoldur (90, 91).

Nöro-geribildirim yöntemi basitçe edimsel koşullanma ilkelerini takip ederek, dikkati sürdürme davranışını güçlendirecek ve bireyi sürekli uygulama yoluyla bu yeteneği geliştirmeye teşvik edecektir. Ayrıca, yaklaşan ödül beklentisi, sonunda beyinde fonksiyonel ve yapısal değişikliklere yol açabilecek dopamin salınımına neden olur. Bununla birlikte, NGB mekanizmaları tam olarak anlaşılmamıştır ve çok sayıda açıklayıcı

model vardır. Gevensleben ve ark. (92), bir dizi uyumlu varsayıma dayalı olarak, zıt kutupları temsil eden iki model sunmuştur. “Koşullandırma ve Onarım” modeli, daha geleneksel bir NGB görüşünü kapsar. Spesifik nedensel açıkları (deficit) hedef alan tek nedensel bir çerçeveye dayanmaktadır. Nöral açığın (deficit), kişinin bilinçli bir çabasını gerektirmeden, esas olarak örtük edimsel koşullandırma yoluyla NGB ile düzeltilebileceği varsayılmaktadır. Böylece altta yatan nöral açığın azaltılması semptomları da azaltmalıdır. Bu varsayımların aksine, “Beceri kazanımı” modeli, semptomları etkileyen çok sayıda faktörü dikkate alan biyopsikososyal bir model üzerine kuruludur. Burada, nöro-düzenlemenin açıkça ve çabayla öğrenilmesi gerekir, bu da düzenleyici bir beceri ile sonuçlanır. Kazanılan öz-düzenleme becerisinin kasıtlı olarak uygulanması sonucunda semptomlar (en azından başlangıçta) azalır. Bu varsayımların NGB'nin uygulanması üzerinde de etkisi olabilir (93).

Geleneksel fonksiyonel nörogörüntüleme, beyin aktivitesi ve davranış arasında bağıntılı ilişkiler kurar. Buna karşılık, işlevsel nörogörüntülemeyi içeren NGB, sınırlandırılmış bölgelerdeki nöral aktivitenin, fonksiyonel bağlantıların ve uzamsal-zamansal aktivite modellerinin bağımsız değişkenler olarak manipüle edilmesini sağlar ve böylece beyin aktivitesi ve beyin stimülasyonu ile karşılaştırılabilir davranış arasındaki ilişkiyi araştırmanın bir yolunu temsil eder. Nöro-geribildirim, intrakortikal nöronal senkronizasyon derecesi ile ilişkili olan EEG genliklerini kendi kendine düzenlemek için kullanılır. Nöro-geribildirimde girişimsel olmayan görüntülemenin en önemli avantajlarından biri, nöral aktivasyonun geri bildiriminin, beyin aktivasyonlarının uzaysal-zamansal modelinden belirli bir işleve dâhil olan tüm dağıtılmış beyin bölgeleri ağı üzerinden ölçülmesine izin vermesidir. Psikiyatrik ve nörolojik bozuklukların altında yatan beyin alanları (yani, fonksiyonel beyin ağları) arasındaki dinamik etkileşimlerdeki patolojik değişikliklerin biyobelirteçleri, NGB eğitimi için potansiyel hedefler olabilir. Bu nedenle, NGB ile bir ağ düzeyinde nöral dinamikleri modüle etme yeteneği, tek bir alanı veya anatomik olarak spesifik olmayan farmakolojik müdahaleleri içeren NGB'den daha etkili bir nöral düzenleme yöntemi olabilir (73). Peki kişiler gönüllü olarak hedef beyin sinyalleri üretmeyi nasıl öğrenmektedirler? Nöro-geribildirim ile ilgili geniş literatüre rağmen, öğrenme etkilerinin altında yatan mekanizmaları anlamak için teorik gelişmeler azdır. Bu kısmen, NGB araştırmalarının klinik deneyler yoluyla protokolleri doğrulamakla meşgul olmasından kaynaklanmaktadır. Nöro-geribildirim öğreniminin çağdaş teorileri kabaca üç sınıfa ayrılabilir: yüksek seviyeli, bilişsel ve nöral. Bu seviyelerin her biri, daha

fazla araştırma ve anlayış sağlayan içgörüler sağlar. Üst düzey teoriler büyük ölçüde genel ilkelerle ilgilidir ve çok çeşitli protokoller ve beyin ölçümleri arasındaki ortak noktaları belirlemek için çok uygundur. Bilişsel teoriler, NGB'yi biliş üzerindeki etkisi açısından açıklama eğilimindedir. Nöro-geribildirim öğreniminin bilişsel teorileri, araştırılan bilişsel alan tarafından zorunlu olarak sınırlıdır. Bununla birlikte, bilişsel işlev veya alt süreç ne kadar spesifik olursa, açıklama o kadar ayrıntılı olur. Teorilerin son sınıfı, sinirsel bir yaklaşım benimser ve farklı beyin bölgelerinin NGB öğrenmeye katkılarını ele alır (94).

Bu üç sınıfı da kapsayacak şekilde, çok aşamalı NGB öğrenme teorisi (95), NGB paradigmasının karmaşıklıklarını anlama çabalarına rehberlik etmek için geliştirilmiştir. Özellikle ilgi çekici olan, arka ve ön bölgeler üzerindeki alfa ve teta eğitim paradigmaları ve orta-merkezi SMR protokolüdür. Teori, her biri kendi zaman akışına ve altta yatan sinir ağına sahip olan üç aşama içerir. Teorinin ilk dile getirilmesinden bu yana tamamlanan araştırmalar sonucunda daha fazla iyileştirme ve genişletme yapılmıştır. En önemli uzantılardan biri, hemodinamik beyin tepkilerini kullanan NGB'nin açık bir şekilde ele alınmasıdır. Bununla birlikte, teoriyi doğrudan test eden çalışmaların yokluğu göz önüne alındığında, literatür sadece genel olarak NGB ile ilgili beyin bölgelerini değerlendirmek için dahil edilmiştir. Teorinin üç aşaması şunlardır: striatal öğrenme, talamik konsolidasyon ve interseptif homeostaz. Gönüllü NGB eğitimindeki ilk aşama, göreve en geniş anlamıyla nasıl yaklaşılabileceğini belirlemektir. Yani, katılımcılar belirli bir beyin salınımı oluşturmak için farklı stratejiler kullanabilirler. Nöro-geribildirim öğreniminin ilk aşaması, beyin dinamiklerini etkileyen ön beyin kalıplarının yüksek boyutlu bir uzayında bir arama ile karakterize edilir ve istenen ön kalıp, ödüle dayalı öğrenme yoluyla seçilir. İkinci aşama yani talamik konsolidasyonun ardındaki varsayım, talamus belirli beyin salınım kalıpları üretmek üzere uyarıldığında, talamusa gelen ve giden sinaptik bağlantının yeniden yapılandırılmasıdır. Bu talamik öğrenme, uyarıcı ve engelleyici nöron ağlarını yeniden dengelediği ve stabilize ettiği gösterilen engelleyici plastisiteyi içerir. Bu süreç, tek bir seansın ötesinde zaman alabilir ve uyku sırasında meydana gelen sinaptik süreçlere duyarlı olması muhtemeldir. Son aşama, interseptif homeostazın ise biraz açıklanmaya ihtiyacı vardır. Interseptif, vücudun iç durumunun öznel farkındalığıdır. Bir organ olarak beyin de farklı farkındalık içerikleriyle ilişkili farklı durumlara sahiptir. Teoride odaklanılan beyin durumlarıyla ilişkili içerik türleri, harici olarak atfedilebilir bir kaynağa sahip değildir. Bunlar duygu ve deneyimler olarak tanımlanan durumlardır. İfadenin ikinci kısmı, homeostaz, bu aşamanın henüz görev için kalibre edilmemiş olmasına rağmen kendi

kontrol döngüsüne sahip olduğunu vurgular. Her geri bildirim sağlandığında, beynin istenen bir durumda olması daha olasıdır. Sübjektif deneyim seviyesi, ödül sinyali ve dolayısıyla kalibrasyon hedefi haline gelir. Beyin durumu kalibrasyon noktasından uzaklaştığında, negatif geri besleme yoluyla hedef duruma dönüş gerçekleşir. Sağlıklı bireylerde bu termostat benzeri süreç önemsiz olabilirken, zihinsel bozukluğu olan hastalarda subjektif kalibrasyon noktası, bozuklukla ilişkili zayıflatıcı bir semptomun hafifletilmesi olabilir. Bu aşamaların bu sırayla başladığı varsayılır, ancak bir sonraki aşama başlamadan önce tamamlanacağı varsayılmaz. Tam tersine, üç aşama birbirine bağlı bir kapalı çevrim kontrol sisteminin bir parçasını oluşturur. Bu sistem, beyin dinamiğinin ayar noktalarını değiştirebilir ve yeni ayar noktalarını birden fazla zaman ölçeğinde koruyabilir (94–96).

2.3.6. Nöro-Geribildirim Sınırlılıkları ve Metodolojik Sorunları

Nöropsikolojik bozuklukların nedeninin sinir sisteminin disfonksiyonunda yattığı varsayımı, özellikle EEG bağlantı ve fMRI dinlenim-durum çalışmalarına rağbeti arttırmaktadır (97–99). Nöro-geribildirim tedavisinin hastalığa özgü elektrofizyolojik aktiviteyi değiştirebileceği fikri DEHB (100–103), epilepsi (104), OSB (105), depresyon ve anksiyete (106) gibi birçok nörolojik bozuklukta zaten test edilmiştir (107). Hatta NGB'nin alanındaki araştırmalar ve kullanımı, genç erişkinlerde ya da yaşlı popülasyonda hafıza yetenekleri (108–111) dikkat ve diğer bilişsel yetenek eğitimleri (109, 111–113) gibi sağlıklı nüfusa da genişlemiştir. Ayrıca, yöntem sporcularda performans eğitimini geliştirmek, yaratıcılığı geliştirmek veya mikrocerrahi becerileri optimize etmek için de kullanılır olmuştur (114–117). Ancak, geniş bir araştırma literatürüne ve çok çeşitli tedavi olasılıklarına rağmen, NGB üzerine yapılan birçok çalışma ya etkili bir sonuç göstermemektedir ya da az sayıda denek, küçük set eğitim seansları, kör olmayan veya randomize olmayan çalışma tasarımları gibi birçok sınırlamalar içermektedir. Bu nedenle, olumlu sonuçlara rağmen, bu çalışmalar yöntemin etkinliği konusunda sonuca izin vermemektedir. Son derleme makalelerinde ve meta-analizlerde de görüşler benzerdir (101, 102, 107, 118, 119).

Bilim topluluklarından NGB'nin terapötik etkisinin geçerliliğine gelen eleştiriler şu şekilde sıralanabilir (107, 117):

- Metodolojik problemler,

- Protokollerinin zayıf açıklamaları,
- Plasebo veya diğer spesifik olmayan faktörlerin etkisinin dışlanamaması,
- Standart protokollerin eksikliği,
- Elektrotların sayısı ve yerleşiminin yanı sıra geri bildirim bilgilerinin modalitesi ve zamanlaması, ödül türü, her seansın süresi ve tüm terapideki seans sayılarının tanımlanmaması,
- Beyin aktivitesinin düzenlenmesi ile ilgili NGB eğitiminin nasıl davranışsal değişikliklere neden olduğuna dair belirsizlik ,
- Yüksek frekanslarda antrenman yapan kişilerde beyin aktivitesi yerine kas aktivitesini kontrol etmeyi öğrenme,
- Nöro-geribildirim eğitimi sırasında yapılan davranışsal değişimin günlük yaşama nasıl genelleştirileceği sorunsalı,
- Nöro-geribildirim terapilerinin özgüllük miktarı; genellikle kör veya çift kör randomize kontrollü deney olmamaları,
- Deneğin içsel beklentileri veya plasebo etkisi,
- Tedavinin uzun vadeli etkileri,
- Dikkat düzeyi, bir kontrol odağı, refah ve motivasyon da dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir.

Yukarıdaki faktörlerden bazılarına açıklama getirmek adına planlanan bu çalışma tasarımı, çok düşük frekans-NGB tedavisinin kalitesini ve etkinliğini daha objektif kriterler bazında incelemek için katılımcıların iki gruba ayrıldığı simülasyon içeren sham-NGB ve KEEG tabanlı aktif ILF-NGB protokolü içermektedir. Her iki grupta da eğitimlere başlamadan önce ve bittikten sonra bilişsel testlerden en sık kullanılan WÇZÖ-R yapılarak alt boyutları ile DEHB’li çocukların profili ve eğitime verdikleri cevap ILF-NGB yöntemiyle literatürde ilk kez randomize tek körlü bir şekilde incelenmiştir. Her iki grupta da protokoller standardize edilerek 8-12 yaş aralığında olabildiğince yüksek tutulmaya çalışılan denek sayısı ile 100 DEHB’li çocuk hasta 20 haftalık bir süre boyunca 60 ILF-NGB seansından (haftada 3 seans) oluşan tedavi protokolüne veya simülasyon içeren birebir aynı seanslara alınmıştır. Kontrol grubunda deneğin içsel beklentisi veya plasebo etkisinin incelenebilmesi ve düzgün bir şekilde karşılaştırılabilmesi adına elektrotların sayısı ve yerleşiminin yanı sıra geri bildirim çeşitleri, ödül türü, her seansın süresi ve tüm terapideki seans sayılarının tanımlanması vb. takip eden gereç ve yöntem bölümünde detaylı bir biçimde açıklanmaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylandı (Proje no: KA21/246) (EK 1).

Çalışmada gerçekleştirilen uygulamalar ÖZEM Özel Eğitim Merkezi'nde yürütüldü.

3.1. Çalışma Grupları

Çalışma 74'ü erkek, 26'sı kız çocuk olmak üzere 100 kişi üzerinde yapıldı. Bu çalışma kapsamında çok düşük frekans- nöro-geribildirim eğitimi alacak deney grubu ve önceden kaydedilmiş EEG aktivitesine dayalı simülasyon geri bildirimi alacak sham kontrol grubu planlandı. Deney grubu 11 kız, 39 erkek çocuktan, sham grubu ise 15 kız, 35 erkek çocuktan oluştu.

Çalışmaya katılım koşulları Bilimsel Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu'nda verildi (EK 2). Dâhil edilme kriterleri:

1. 8-12 yaş arasında olmak,
2. DEHB tanısı için aşağıdaki DSM-V kriterlerini karşılamış olmak:
 - a. Bir ebeveynin, dikkatsizlik ya da hiperaktivitenin tek bir kategorisinde veya her iki kategorisinde de (birleşik tip) dokuz DEHB belirtisinden altısını en az iki ortamda fark etmesi
 - b. Lisanslı bir klinik psikolog tarafından tanının yapılandırılmış bir klinik görüşme ve bazı testler temelinde doğrulaması
3. Özem Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezine DEHB'nin alt tiplerinden dikkat eksikliği tanısı ile başvurmuş olmak,
4. Herhangi bir ilaç (örneğin, Ritalin, Concerta, Dexedrine veya Adderall) kullanımının ve komorbiditeyi engellemek adına tanılı başka bir psikiyatrik bozukluğun olmamasıdır.

Dışlama kriteri olarak herhangi bir IQ puanı kısıtlaması getirilmedi. Ancak,

1. 8 yaş altı ve 12 yaş üstü olanlar,

2. DEHB dışında herhangi bir önceki veya mevcut ciddi akli dengesizlik öyküsü (örn. duygudurum bozukluğu, anksiyete bozukluğu, psikotik bozukluk gibi) bulunanlar,
3. Nöbetler veya bilinç kaybıyla birlikte kafa travmasını içeren herhangi bir nörolojik hastalık öyküsü olanlar,
4. Bilinen herhangi bir kronik tıbbi hastalık veya durumu olanlar,
5. Konsantrasyonu ve aktivite düzeyini önemli ölçüde etkileyebilecek herhangi bir ilaç kullanan çocuklar dışlandı.

3.2. Test Protokolü

3.2.1. Tasarım

Bu çalışma, tek merkezli, nicel, prospektif bir çalışma olup, katılımcıların kendi öz-düzenlemelerine izin veren aktif nöro-geribildirim grubu (deney grubu n=50) ve randomize tek körlü nöro-geribildirim simülasyonu içeren sham grubu (kontrol grubu n=50) olarak tasarlandı. Çalışmanın aşamaları,

- Tanısal değerlendirme,
- Başlangıç değerlendirmesi (WÇZÖ-R ve KEEG içeren),
- KEEG tabanlı NGB ile plasebo NGB ve
- Son değerlendirmeyi (WÇZÖ-R ve KEEG tekrarı) içerdi.

Tanısal değerlendirme, çalışmadan bağımsız bir psikiyatrist tarafından konuldu. ÖZEM özel eğitim merkezine tanıılı gelen ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formuna onam verenler arasından katılımcılar seçildi. Başlangıç değerlendirmesinde bilişsel düzeyleri ölçülen ve KEEG'leri değerlendirilen katılımcılar NGB veya plasebo grupları olmak üzere randomize edildi. Çocuklar, bilgisayar tarafından oluşturulan rastgele sayılarla grupların her birine randomize edilerek, değerlendirmeler ve NGB ile ilgisi olmayan bir idari asistan tarafından atandı. Aileler, çocuklar ve öğretmenleri, çalışma süresi boyunca randomizasyon düzenine kör tutuldu. Her grup kendilerine tahsis edilen prosedüre 5 ay boyunca katıldı. Seanslar haftada üç kez olacak şekilde toplamda her grupta 60'ar seans gerçekleştirildi. Son değerlendirmede katılımcıların bilişsel düzey ölçümleri ve KEEG değerlendirmeleri tekrarlandı. Başlangıç ve son değerlendirmeler ile toplamda her bir gönüllü için 6 aylık sürede çalışma tamamlandı.

3.2.2. Uygulama

Oturumların Düzeni

Katılımcı çocuklar hem deney hem de sham grubunda aynı kurulumlara tabi tutuldu. Ara yüz programı, klinikteki sertifikalı uzman tarafından seçilen “Tropical Heat” jet ski video oyunu idi. Saçlı deriye uygulanacak üç adet Ag-AgCl elektrotlar aşağıdaki tabloda yer verildiği gibi yerleştirildi (Tablo 3.1). Uluslararası 10-20 Sistemi’ne göre, örneğin 1-15 arası seanslar aktif bölgeler T3-T4 ve toprak elektrot P4 olacak şekilde 30’ar dakikalık bipolar kayıtlar tasarlandı.

Tablo 3.1. Seanslar boyunca uygulanan elektrot montajlarının özeti

Seanslar	Aktif Bölge	Toprak Elektrot	Süre/Kayıt
1-15	T3-T4	P4	30 dk / bipolar
16-30	T3-Fp1	T4	30 dk / bipolar
31-45	T4-Fp2	T3	30 dk / bipolar
46-60	T4-P4	T3	30 dk / bipolar

*T3/T4: temporal, Fp1/fp2: prefrontal, P4: parietal alan

Elektrot bölgeleri cilt temizleme jeli (Nuprep®, Weaver and Company, ABD) ile aşındırıldıktan sonra, elektrotları kafaya sabitlemek ve uygun bir iletkenlik sağlamak için iletken EEG pastası (Ten20®; Weaver and Company, ABD) kullanıldı. Her bölge için empedanslar 5 kOhm'un altında tutuldu. Her iki grupta da çocuklara oyun ara yüzünün nasıl çalıştığına dair aynı talimatlar verildi. Elektrotlar yerleştirildikten ve donanım çalıştırıldıktan sonra, her çocuk video oyununu seans başına yaklaşık 30’ar dakika oynadı. Standardizasyonu sağlamak adına tüm uygulamalar aynı koşullar altında, aynı odada ve klinikteki aynı sertifikalı uzman tarafından gerçekleştirildi (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. NGB Uygulaması Hazırlık Aşaması

KEEG tabanlı aktif Nöro-geribildirim protokolü

Çalışmada uygulanan psikoeğitim ölçeğine ek olarak, KEEG ölçümü de yapıldı. Bu sonuçlar KEEG tabanlı NGB protokolünün oluşturulması için kullanıldı. Elektroensefalogram, 21 kanallı bir EEG sistemi (Mitsar, Ltd, St. Petersburg, Rusya) ile gözler kapalı ve gözler açık istirahat koşullarında, her periyot için en az üç dakika kaydedildi (Şekil 3.2). Nicel veriler WinEEG yazılımı kullanılarak elde edildi. Filtrelenmemiş EEG'nin aşırı genliği ve/veya aşırı yüksek ve yavaş frekans aktivitesi olan dönemler otomatik olarak işaretlendi ve daha ileri analizlerden çıkarıldı. Tüm elektrotlar 10-20 uluslararası standart montaj sistemine göre yerleştirildi, referans elektrotlar kulak memelerinde ve toprak elektrotu Fpz'de uygulandı (Şekil 3.3). İletken jel kullanılarak empedans 5 kOhm'un altında tutuldu. EEG için dışlama eşiği 100 mikrovoltta ayarlandı. Yavaş dalgalar için yüksek geçiş filtresi 0,53 Hz, hızlı dalgalar için alçak geçiş filtresi 30 Hz olarak ayarlandı. Elektriksel gürültünün etkisini azaltmak için Notch filtresi (45-55 Hz) kullanıldı. Kantitatif EEG verileri, çevrim dışı analiz için bir bilgisayarda saklandı ve her kayıt, artefaktları kontrol etmek için görsel olarak incelendi. Kaydın örnekleme hızı 500 Hz olup, amplifikatörler için giriş empedansı 200 MOhm ve A/D 14 bit hassasiyettedir.

Elektrot kapaklarında Electro-Cap (Electrocap International Inc.) tarafından yapılan altın elektrotlar kullanıldı.



Şekil 3.2. KEEG Uygulaması



Şekil 3.3. KEEG Uygulaması Hazırlık Aşaması

Nöro-geribildirim uygulamasında, ILF HD modülü içeren Cygnet® 2.0 (BEE Medic Inc., Almanya) nöro-geribildirim yazılımı kullanıldı. Bu yazılıma ait amplifikatör NeuroAmpII® (BEE Medic Inc., Almanya) ise iki kanallı bir EEG amplifikatörüdür (32 bit çözünürlük, 165 dB dinamik aralık ve bir Msps). Elektrotların lokalizasyonu, Susan Othmer tarafından geliştirilen ve klinik yanıtı dayalı parametre optimizasyonunu içeren NGB protokol kılavuzuna dayandırıldı (84). Ancak ek olarak, uygulanan protokol DEHB profillerine göre başlangıç değerlendirilmesindeki EEG'lere bakılarak KEEG tabanlı oluşturuldu. Görsel, işitsel ve dokunsal olarak 3 tip geribildirim oyuncak bir ayı, kablosuz kulaklık ve ekrandan izletilen oyundan oluşan deney düzeneği aracılığıyla verildi. Eşik ve belirlenen ödül otomatik olarak ayarlandı (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. NGB Uygulaması

Cygnet yazılımı, NeuroAmp amplifikatörü aracılığıyla elektrotlara bağlanarak, hastanın beyin dalgası aktivitesi hakkında gerçek zamanlı, anlık geri bildirim sağlandı. Donanım, kafa derisinden kaydedilen EEG sinyali yazılıma uygun dijital sinyallere dönüştürdü. Oyundaki animasyonlar ILF'nin genliğini yansıttı. Eğitim, hastaların ORF'sine yani ödül frekanslarına bağlı olarak yaklaşık 0.001-0.0175 Hz arasında seçilen çok düşük frekanslarda gerçekleştirildi. Nöro-geribildirim cihazı, ölçülen EEG aktivitesine dayalı

olarak video oyun kontrolörüne girişi modüle eden bir ara yüz üzerinden çalıştırıldı. Daha yüksek katılım oranları ile yani beyin referans aralığındaki dalgalara yaklaştığında jet skinin hızı arttırıldı, müziğin ritmi düzeldi ve oyuncak ayıcık titreşti, daha düşük oranlar ile referans değerlerden uzaklaştıkça da jet ski yavaşladı, müzik sesi kısıldı ve ayıcığın titremişimi durdu.

Çok düşük frekans-NGB cihazında yapılan işlemleri biraz ayrıntılı anlatmak gerekirse, sürekli EEG kaydı sırasında, geri bildirim sürecinin dinamik olarak değişen iki farklı bileşenini bir başka deyişle “inhibisyon” ve “sinyal”i oluşturmak için EEG'nin özellikleri neredeyse gerçek zamanlı olarak çıkarıldı. “İnhibisyon” bileşenini hesaplamak için, 1 ila 40 Hz aralığında sabit frekans adımlarındaki dokuz filtre bloğunun eşik üstü EEG güç yoğunlukları toplandı. Dokuz frekans bandının eşikleri, bir frekans bandının gerçek EEG güç yoğunluğunu zamanın yaklaşık %95'inde eşğin altında tutmak için ayrı ayrı ve dinamik olarak ayarlandı. Dinamik olarak uyarlanan eşik değerlere yönelik bu hesaplama yöntemi nedeniyle, bir EEG frekans bandında güç yoğunluğundaki ani bir artış, hemen eşik üstü değerlere ve dolayısıyla anında “inhibisyon” bileşeninde bir artışa yol açtı. “Sinyal” bileşenini hesaplamak için ise, “çok yavaş” bir frekans bandının EEG güç yoğunluğu çıkarıldı, NGB protokolünde kullanılan bu frekanslar 0,1 Hz'in altındaki frekanslar olarak tanımlandı. Buna göre, EEG'den “çok yavaş” “sinyal” bileşenini çıkarmak ve sürekli olarak sinyal gücünü belirlemek için yazılım aracılığıyla millihertz frekans aralığında bir alçak geçiren filtrenin kesim frekansı ayarlandı. Protokole göre, “sinyal” frekansının terapist tarafından ilk seanslarda kişinin maksimum sakin, dikkatli ve sinir sisteminin o anda olabileceği kadar ötimik olduğu duruma ayarlanması gerekir. Bu yüzden, optimum yanıt frekansının (ORF) ince ayarı daha sonra gönüllünün kendi durumuyla ilgili raporları veya terapistin gözlemleri temelinde yapıldı. Bu çalışmada, çok düşük sinyal için ORF, terapist tarafından hasta üzerinde stres, uyanıklık, iyi hissetme durumu ve gevşemesinin gözlemlenmesine dayalı olarak davranışsal belirtilerine bakılarak ilk 1-3 seans sırasında bireysel olarak belirlendi. Daha sonra, hastanın bireysel ORF'sine ayarlanan “sinyal” frekansı ile diğer seanslara devam edildi.

Plasebo Nöro-geribildirim

Nöro-geribildirimde, körlemenin mümkün olduğu en katı ve tek plasebo formu sham olarak adlandırılan sahte NGB'dir Çalışmamızda, sham NGB sırasında, katılımcı kendi performansıyla ilgili olmayan, ancak önceden kaydedilmiş EEG aktivitesine dayalı bir geri

bildirim aldı. Sham grubu, oyun seçimleri, geribildirim tipi, elektrot yerleşimleri, seansların süresi, ortam ve uygulayıcı olmak üzere tüm yönleriyle aktif NGB ile aynı yapıldı. Ayrıca, çalışmanın başlangıcında tüm katılımcılara bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalanırken bahsedildiği gibi kontrol gruplarında yaşanabilecek haksızlığın önüne geçmek adına, tüm çalışma tamamlandıktan sonra kontrol grubuna atanan katılımcılara aktif NGB protokolü uygulandı.

3.2.3. Veri toplama araçları

Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği-Geliştirilmiş Formu

Bu çalışmada DEHB teşhisleri, çalışmadan bağımsız bir psikiyatr tarafından konuldu. Çalışmaya dâhil olan katılımcılar ÖZEM özel eğitim merkezine tanılı gelen gruptan bilgilendirilmiş gönüllü olur formuna onam verenler arasından seçildi. Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu tanısı almış bu çocuklara, özel eğitim merkezinde çalışan ve testi uygulama eğitimi almış uzman klinik psikolog tarafından WÇZÖ-R uygulandı. Bu test, sözel ve performans olmak üzere iki bölümden oluşur. Her iki bölümde de toplam 6 alt test bulunmaktadır. Toplamda WÇZÖ-R, 2'si yedek olmak üzere 12 alt testten oluşmaktadır. Uygulamanın el kitabında belirtilenler doğrultusunda, sözel ve performans puanları elde edilirken 5'er alt test puanından yararlanılır. Çalışmamızda kullanılan alt testler, sözel bölüm için Genel Bilgi, Benzerlikler, Aritmetik, Sözcük Dağarcığı ve Yargılama olarak oluşturuldu. Performans bölümü için ise Resim Tamamlama, Resim Düzenleme, Küplerle Desen, Parça Birleştirme ve Şifre alt testleri kullanıldı. Toplam puan ise test yönergesindeki gibi sözel ve performans puanların toplamından hesaplandı. WÇZÖ-R'deki toplam, performans ve sözel bölümlerde belirtilen katsayıların ortalama değeri 100, standart sapması ise 15'tir. Her bir alt test için elde edilen standart puanların ortalaması 10, standart sapması ise 3'tür. Testin ülkemizdeki standardizasyonu ve uyarlaması Savaşır ve Şahin tarafından yapılmıştır (120).

3.2.4. Çalışmanın sınırlılıkları

IQ sınırlaması koymama, yeterli denek sayısına ulaşamama, diğer nöropsikolojik testlerin çalışmaya dâhil edilememesi gibi çalışmamızda çeşitli sınırlamalar vardı. Yeterince gönüllüye ulaşabilmek için, onam formunu kabul eden ebeveyni olan her çocuğu çalışmaya dâhil etmeye çalışırken IQ sınırlamasına dikkat etmek çalışmanın başında dikkat

ettiğimiz bir nokta olmadı. Güç analizi ile elde edilen sayının grup başına ancak yarısına ulaşabildik ki bu tip uygulama süreci uzun olan insan çalışmaları için iyi bir örneklemdi. Özellikle de korona kapanmalarının aktif olarak devam ettiği dönemde çalışmaya katılacak katılımcı bulabilmek çalışmayı sınırlayıcı en önemli faktör oldu. WÇZÖ-R dışında nöropsikolojik testlerin uygulamasına özel eğitim merkezinden ek izin alınamadı. Bu yüzden, WÇZÖ-R'nin alt boyutlarının incelenmesi ve KEEG değerlendirmesi çalışma planlamasında yeterli görüldü.

3.3. İstatistiksel Analiz

Test puanlarının normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk normallik testi ile incelenmiş normal dağılım varsayımı sağlanmadığından tanımlayıcı istatistik olarak ortalama $\pm$ std.sapma ve minimum-maksimum değerleri verildi. Test puanları açısından deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel açıdan farklılıkların incelenmesinde Mann Whitney U testi kullanıldı. NGB öncesi ve NGB sonrası test puanlarının karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. Tüm hipotez testlerinde I. Tip hata olasılığı $\alpha=0,05$ olarak belirlendi ve istatistiksel değerlendirmeler için SPSS v25.0 paket programı kullanıldı.

4. BULGULAR

Çalışmaya katılan 100 çocuğun 74'ü erkek, 26'sı kız çocuk idi. Tüm katılımcıların ortalama yaşı 9,72 ve standart sapması 1,14'tü. Çalışmaya katılanların minimum yaşı 8,1 ve maksimum yaşı ise 12,8 oldu. Kız çocuklarının yaş ortalaması deney grubunda 9,53, kontrolde 10,22 iken; erkek çocuklarının yaş ortalaması deney grubunda 9,61, kontrolde ise 9,70'tir. Deney ve kontrol grubunun yaş dağılımları benzerdir ($p=0,363$).

Deney grubunda kız çocukları $n=11$ (%22), erkek çocukları $n=39$ (%78) olup, kontrol grubunda ise kız çocukları $n=15$ (%30), erkek çocukları $n=35$ (%70)'dir. Deney ve kontrol grubunun cinsiyet dağılımları benzerdir ($p=0,362$).

Tablo 4.1. Deney ve kontrol grubunun ön test skorlarının karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Deney Grubu Ön Test		Kontrol Grubu Ön Test		Mann- Whitney U	Z	p değeri
	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min-Max)	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min-Max)			
Sözel IQ	91,98 $\pm$ 16,74	93 (47-146)	90,42 $\pm$ 14,42	92 (41-120)	1199	-0,354	0,723
Genel Bilgi	8,34 $\pm$ 2,95	9 (1-15)	8,24 $\pm$ 2,91	8,5 (1-13)	1244	-0,042	0,967
Benzerlikler	9,46 $\pm$ 2,96	10 (0-16)	9,36 $\pm$ 2,91	10 (0-17)	1201	-0,344	0,731
Aritmetik	7,84 $\pm$ 2,92	8 (1-16)	7,92 $\pm$ 2,82	9 (1-16)	1176,5	-0,522	0,601
Sözcük Dağarcığı	9,46 $\pm$ 3,21	10 (1-19)	9,34 $\pm$ 2,57	10 (1-19)	1171,5	-0,593	0,553
Yargılama	9,32 $\pm$ 3,09	9,5 (1-17)	8,64 $\pm$ 2,32	9 (1-12)	1029	-1,577	0,115
Performans IQ	97,80 $\pm$ 16,65	99 (58-131)	97,92 $\pm$ 20,71	99 (47-154)	1241,5	-0,059	0,953
Resim Tamamlama	9,92 $\pm$ 3,69	11 (2-18)	9,86 $\pm$ 3,52	11 (1-19)	1182	-0,475	0,635
Resim Düzenleme	10,34 $\pm$ 3,41	11 (3-19)	10,36 $\pm$ 3,86	11 (1-19)	1245,5	-0,031	0,975
Küplerle Desen	10,60 $\pm$ 2,74	10 (3-19)	10,24 $\pm$ 3,37	10 (0-18)	1218	-0,231	0,817
Parça Birleştirme	9,88 $\pm$ 3,53	11 (1-17)	10,50 $\pm$ 3,31	11 (3-19)	1170,5	-0,553	0,580
Şifre	9,34 $\pm$ 2,51	9 (4-16)	8,48 $\pm$ 3,06	9 (1-19)	1046,5	-1,422	0,155
IQ	95,62 $\pm$ 16,35	96,5 (52-141)	94,34 $\pm$ 17,08	96 (44-141)	1200	-0,345	0,730

Gruplar arası analiz sonucunun başlangıç değerlendirmelerinde, deney ve kontrol grubunun ön testlerine ilişkin sözel IQ, performans IQ ve total IQ skorları arasında fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.2. Deney ve kontrol grubunun son test skorlarının dağılımlarının karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Deney Grubu Son Test		Kontrol Grubu Son Test		U	Z	p değeri
	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min-Max)	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min-Max)			
Sözel IQ	94,18 $\pm$ 15,58	95,5 (50-133)	91,94 $\pm$ 14,93	93 (41-120)	1199	-0,354	0,409
Genel Bilgi	9,04 $\pm$ 3,02	10 (1-14)	8,74 $\pm$ 3,04	10 (1-13)	1244	-0,042	0,671
Benzerlikler	10,42 $\pm$ 2,68	10,5 (4-16)	9,96 $\pm$ 2,86	11 (0-17)	1201	-0,344	0,586
Aritmetik	8,86 $\pm$ 2,87	9 (1-19)	8,82 $\pm$ 2,87	9 (1-16)	1176,5	-0,522	0,657
Sözcük Dağarcığı	9,82 $\pm$ 3,21	10 (1-17)	9,68 $\pm$ 2,57	10 (1-19)	1171,5	-0,593	0,224
Yargılama	9,74 $\pm$ 3,32	10 (1-17)	9,24 $\pm$ 2,27	10 (2-14)	1029	-1,577	0,045*
Performans IQ	106,54 $\pm$ 17,15	107 (67-154)	101,66 $\pm$ 21,57	103 (48-155)	1241,5	-0,059	0,316
Resim Tamamlama	11,56 $\pm$ 3,41	12 (4-18)	11,06 $\pm$ 3,69	12 (2-19)	1182	-0,475	0,369
Resim Düzenleme	11,84 $\pm$ 3,41	12,5 (4-19)	11,16 $\pm$ 3,91	11 (1-19)	1245,5	-0,031	0,256
Küplerle Desen	12,16 $\pm$ 2,94	12 (4-19)	11,26 $\pm$ 3,68	12 (1-18)	1218	-0,231	0,168
Parça Birleştirme	11,18 $\pm$ 3,54	12 (2-17)	11,40 $\pm$ 3,45	12 (3-19)	1170,5	-0,553	0,835
Şifre	11,28 $\pm$ 2,70	11 (6-16)	10,14 $\pm$ 3,43	10,5 (1-19)	1046,5	-1,422	0,102
IQ	101,28 $\pm$ 16,26	103 (63-145)	97,52 $\pm$ 17,95	98 (44-141)	1200	-0,345	0,242

*: $p < 0,05$

Gruplar arası analiz sonucunun son değerlendirmelerinde, deney ve kontrol grubunun son testlerine ilişkin sözel IQ, performans IQ ve total IQ skorları arasında fark yoktur ($p > 0,05$). Ancak, yalnızca sözel IQ içinde yer alan yargılama skorları kontrol ve deney grubunda anlamlı farklılık göstermektedir ($p = 0,045$).

Tablo 4.3. Deney grubunda ön test-son test skorlarının karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Deney Grubu				Z	p değeri	r
	Ön Test		Son Test				
	Ortalama ± Standart Sapma	Medyan (Min-Max)	Ortalama ± Standart Sapma	Medyan (Min-Max)			
Sözel IQ	91,98 ± 16,74	93 (47-146)	94,18 ± 15,585	95,5 (50-133)	-4,845	<0,001*	0,685
Genel Bilgi	8,34 ± 2,95	9 (1-15)	9,04 ± 3,017	10 (1-14)	-3,812	<0,001*	0,539
Benzerlikler	9,46 ± 2,96	10 (0-16)	10,42 ± 2,673	10,5 (4-16)	-3,861	<0,001*	0,546
Aritmetik	7,84 ± 2,92	8 (1-16)	8,86 ± 2,871	9 (1-19)	-3,908	<0,001*	0,553
Sözcük Dağarcığı	9,46 ± 3,22	10 (1-19)	9,82 ± 3,212	10 (1-17)	-2,389	0,017*	0,338
Yargılama	9,32 ± 3,09	9,5 (1-17)	9,74 ± 3,325	10 (1-17)	-2,083	0,037*	0,295
Performans IQ	97,80 ± 16,66	99 (58-131)	106,54 ± 17,153	107 (67-154)	-6,122	<0,001*	0,866
Resim Tamamlama	9,92 ± 3,69	11 (2-18)	11,56 ± 3,406	12 (4-18)	-5,368	<0,001*	0,759
Resim Düzenleme	10,34 ± 3,41	11 (3-19)	11,84 ± 3,407	12,5 (4-19)	-5,729	<0,001*	0,810
Küplerle Desen	10,60 ± 2,74	10 (3-19)	12,16 ± 2,944	12 (4-19)	-4,993	<0,001*	0,706
Parça Birleştirme	9,88 ± 3,53	11 (1-17)	11,18 ± 3,544	12 (2-17)	-4,941	<0,001*	0,699
Şifre	9,34 ± 2,51	9 (4-16)	11,28 ± 2,696	11 (6-16)	-5,260	<0,001*	0,744
IQ	95,62 ± 16,35	96,5 (52-141)	101,28 ± 16,268	103 (63-145)	-6,168	<0,001*	0,872

*: $p < 0,05$

Grup içi değerlendirmeler incelendiğinde, deney grubunda eğitim öncesi ve eğitim sonrası test skorları tüm alt boyutlarda anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0,05$). Etki büyüklüklerine göre bakılırsa, en büyük artış performans IQ'da görünmektedir ($r = 0,866$; $p < 0,001$). Performans IQ'nun tüm alt testlerinde $r > 0,5$ olduğu için, büyük etki gösterdikleri saptanmıştır (bkz. Tablo 4.3). Sözel IQ ile genel bilgi, benzerlikler ve aritmetik alt testlerinde de büyük etki olduğu gözlenmiştir (sırasıyla $r = 0,685$, $r = 0,539$, $r = 0,546$ ve $r = 0,553$; $p < 0,001$). Diğer alt testlerden sözcük dağarcığı ($r = 0,338$; $p = 0,017$) ve yargılama ($r = 0,295$; $p = 0,037$) ise orta etki büyüklüğünde kalmıştır. Toplam IQ'ya yansıması da $r = 0,872$; $p < 0,001$ ile büyük etki oluşturmuştur.

Tablo 4.4. Kontrol grubunda ön test-son test skorlarının karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Kontrol Grubu				Z	p değeri	r
	Ön Test		Son Test				
	Ortalama ± Standart Sapma	Medyan (Min-Max)	Ortalama ± Standart Sapma	Medyan (Min-Max)			
Sözel IQ	90,42 ± 14,425	92 (41-120)	91,94 ± 14,93	93 (41-120)	-4,548	<0,001*	0,643
Genel Bilgi	8,24 ± 2,918	8,5 (1-13)	8,74 ± 3,04	10 (1-13)	-3,654	<0,001*	0,517
Benzerlikler	9,36 ± 2,905	10 (0-17)	9,96 ± 2,86	11 (0-17)	-4,182	<0,001*	0,591
Aritmetik	7,92 ± 2,82	9 (1-16)	8,82 ± 2,87	9 (1-16)	-4,247	<0,001*	0,601
Sözcük Dağarcığı	9,34 ± 2,568	10 (1-19)	9,68 ± 2,57	10 (1-19)	-2,308	<0,021*	0,326
Yargılama	8,64 ± 2,319	9 (1-12)	9,24 ± 2,27	10 (2-14)	-3,675	<0,001*	0,520
Performans IQ	97,92 ± 20,72	99 (47-154)	101,66 ± 21,57	103 (48-155)	-5,455	<0,001*	0,771
Resim Tamamlama	9,86 ± 3,517	11 (1-19)	11,06 ± 3,69	12 (2-19)	-4,796	<0,001*	0,678
Resim Düzenleme	10,36 ± 3,864	11 (1-19)	11,16 ± 3,91	11 (1-19)	-3,720	<0,001*	0,526
Küplerle Desen	10,24 ± 3,366	10 (0-18)	11,26 ± 3,68	12 (1-18)	-4,078	<0,001*	0,577
Parça Birleştirme	10,5 ± 3,309	11 (3-19)	11,40 ± 3,45	12 (3-19)	-3,987	<0,001*	0,564
Şifre	8,48 ± 3,059	9 (1-19)	10,14 ± 3,44	10,5 (1-19)	-4,850	<0,001*	0,686
IQ	94,34 ± 17,084	96 (44-141)	97,52 ± 17,96	98 (44-141)	-5,155	<0,001*	0,729

*: $p < 0,05$

Grup içi değerlendirmeler incelendiğinde, kontrol grubunda simülasyon öncesi ve sonrası test skorları tüm alt boyutlarda anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0,05$). Etki büyüklüklerine göre bakılırsa, en büyük artış yine performans IQ'da görünmektedir ($r = 0,771$; $p < 0,001$). Tüm performans alt testleri de aynı şekilde büyük etki göstermektedir (bkz. Tablo 4.4). Sözel IQ ile genel bilgi, benzerlikler, aritmetik ve yargılama alt testlerinde de büyük etki olduğu gözlenmiştir (sırasıyla $r = 0,643$, $r = 0,517$, $r = 0,591$, $r = 0,601$ ve $r = 0,520$; $p < 0,001$). Diğer alt testlerden sözcük dağarcığı ($r = 0,326$; $p = 0,021$) ise orta etki büyüklüğünde kalmıştır. Toplam IQ'ya yansımaları da $r = 0,729$; $p < 0,001$ ile büyük etki oluşturmuştur.

Tablo 4.5. Deney grubunda cinsiyete göre test skorlarının karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Ön Test			Son Test		
	Mann-Whitney U	Z	p değeri	Mann-Whitney U	Z	p değeri
Sözel IQ	207	-0,177	0,860	212	-0,059	0,886
Genel Bilgi	194,5	-0,474	0,636	206,5	-0,189	0,622
Benzerlikler	208	-0,155	0,877	202,5	-0,285	0,850
Aritmetik	171	-1,047	0,295	205,5	-0,215	0,775
Sözcük Dağarcığı	202,5	-0,303	0,762	196	-0,439	0,830
Yargılama	194,5	-0,478	0,633	208,5	-0,144	0,661
Performans IQ	189,5	-0,586	0,558	188,5	-0,609	0,102
Resim Tamamlama	203	-0,274	0,784	193,5	-0,495	0,953
Resim Düzenleme	197	-0,416	0,677	183,5	-0,732	0,621
Küplerle Desen	198	-0,402	0,688	170	-1,053	0,464
Parça Birleştirme	159	-1,312	0,189	167,5	-1,107	0,293
Şifre	127,5	-2,059	0,039*	145,5	-1,635	0,268
IQ	193,5	-0,493	0,622	198,5	-0,375	0,542

Deney grubunda, cinsiyete göre test skorlarının dağılımları incelendiğinde yalnızca şifre ön test skorlarında değişiklik vardır ($p=0,039$). Bu yüzden deney grubunda cinsiyete göre ayrı olarak ön test-son test karşılaştırmaları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. NGB eğitiminin cinsiyete göre ön test-son test skorlarının karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI		Ön Test		Son Test		Z	p değeri
		Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min-Max)	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min-Max)		
Kız (N=11)	Sözel IQ	96,18 $\pm$ 18,60	92 (62-133)	97,18 $\pm$ 18,29	93 (63-133)	-1,980	0,048*
	Genel Bilgi	8,64 $\pm$ 2,77	9 (3-12)	9,27 $\pm$ 2,87	10 (3-13)	-2,333	0,020*
	Benzerlikler	10,09 $\pm$ 3,14	9 (7-16)	10,73 $\pm$ 2,80	10 (8-16)	-2,070	0,038*
	Aritmetik	8,73 $\pm$ 3,10	9 (4-16)	8,91 $\pm$ 3,05	9 (5-16)	-0,302	0,763
	Sözcük Dağarcığı	10,36 $\pm$ 3,01	10 (5-17)	10,73 $\pm$ 3,10	10 (5-17)	-1,300	0,194
	Yargılama	10,09 $\pm$ 3,48	9 (3-17)	10,18 $\pm$ 3,57	10 (2-17)	-0,073	0,942
	Performans IQ	103,36 $\pm$ 18,13	96 (76-131)	110,36 $\pm$ 17,41	108 (90-136)	-2,937	0,003*
	Resim Tamamlama	10,00 $\pm$ 3,69	12 (2-13)	11,27 $\pm$ 3,29	12 (5-15)	-2,200	0,028*
	Resim Düzenleme	10,18 $\pm$ 2,75	10 (5-14)	11,45 $\pm$ 3,05	12 (5-15)	-2,889	0,004*
	Küplerle Desen	11,64 $\pm$ 3,50	10 (8-19)	13,09 $\pm$ 3,14	13 (7-19)	-1,973	0,049*
	Parça Birleştirme	11,55 $\pm$ 3,53	11 (7-17)	12,36 $\pm$ 3,47	11 (8-17)	-1,715	0,086
	Şifre	10,55 $\pm$ 2,42	10 (6-14)	12,55 $\pm$ 2,66	12 (8-16)	-2,623	0,009*
	IQ	100,73 $\pm$ 17,54	94 (74-136)	105,36 $\pm$ 16,67	104 (79-138)	-2,943	0,003*
Erkek (N=39)	Sözel IQ	90,79 $\pm$ 16,25	94 (47-146)	93,33 $\pm$ 14,89	96 (50-132)	-4,384	<0,001*
	Genel Bilgi	8,26 $\pm$ 3,02	9 (1-15)	8,97 $\pm$ 3,09	10 (1-14)	-3,186	0,001*
	Benzerlikler	9,28 $\pm$ 2,93	10 (0-15)	10,33 $\pm$ 2,67	11 (4-16)	-3,358	0,001*
	Aritmetik	7,59 $\pm$ 2,86	8 (1-16)	8,85 $\pm$ 2,86	9 (1-19)	-3,820	<0,001*
	Sözcük Dağarcığı	9,21 $\pm$ 3,26	10 (1-19)	9,56 $\pm$ 3,23	10 (1-15)	-2,045	0,041*
	Yargılama	9,10 $\pm$ 2,98	10 (1-15)	9,62 $\pm$ 3,29	10 (1-15)	-2,147	0,032*
	Performans IQ	96,23 $\pm$ 16,12	99 (58-122)	105,46 $\pm$ 17,15	107 (67-154)	-5,423	<0,001*
	Resim Tamamlama	9,90 $\pm$ 3,73	11 (2-18)	11,64 $\pm$ 3,48	12 (4-18)	-4,893	<0,001*
	Resim Düzenleme	10,38 $\pm$ 3,61	11 (3-19)	11,95 $\pm$ 3,53	13 (4-19)	-5,024	<0,001*
	Küplerle Desen	10,31 $\pm$ 2,46	10 (3-16)	11,90 $\pm$ 2,87	12 (4-16)	-4,599	<0,001*
	Parça Birleştirme	9,41 $\pm$ 3,42	11 (1-15)	10,85 $\pm$ 3,54	12 (2-16)	-4,589	<0,001*
	Şifre	9,00 $\pm$ 2,46	9 (4-16)	10,92 $\pm$ 2,63	11 (6-16)	-4,590	<0,001*
	IQ	94,18 $\pm$ 15,94	97 (52-141)	100,13 $\pm$ 16,18	102 (63-145)	-5,462	<0,001*

Erkeklerde NGB eğitimi alt test skorlarının hepsinde etkili olurken kız çocuklarında aritmetik, sözcük dağarcığı yargılama ve parça birleştirme test skorlarında etkili olmamıştır (sırasıyla p=0,763; p=0,194; p=0,942; p=0,086).

Tablo 4.7. Deney ve kontrol gruplarında fark değişkenlerinin karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Deney		Kontrol		Mann-Whitney U	Z	p değeri	r
	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min- Max)	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min- Max)				
f_Sözel IQ 2-1	2,20 $\pm$ 3,78	2 (-14-17)	1,52 $\pm$ 1,96	1 (-1-8)	907,5	-2,403	0,016*	0,090
f_Genel Bilgi2-1	0,70 $\pm$ 1,16	0,5 (-1-4)	0,50 $\pm$ 0,81	0 (-1-2)	1151	-0,736	0,462	0,000
f_Benzerlik 2-1	0,96 $\pm$ 1,85	1 (-3-9)	0,60 $\pm$ 0,83	1 (-1-3)	1157,5	-0,676	0,499	0,000
f_Aritmetik 2-1	1,02 $\pm$ 1,55	1 (-3-4)	0,90 $\pm$ 1,23	1 (-1-4)	1122,5	-0,903	0,366	0,240
f_Sözcük Dağarcığı 2-1	0,36 $\pm$ 1,14	0 (-4-3)	0,34 $\pm$ 1	0 (-1-4)	1167	-0,628	0,530	0,074
f_Yargılama 2-1	0,42 $\pm$ 1,63	0,5 (-5-4)	0,60 $\pm$ 1,14	0 (-1-6)	1230,5	-0,142	0,887	0,068
f_Performans IQ2-1	8,74 $\pm$ 11,26	6 (-2-78)	3,74 $\pm$ 3,26	4 (0-12)	679	-3,955	<0,001*	0,143
f_Resim Tamamlama 2-1	1,64 $\pm$ 1,44	2 (-1-5)	1,20 $\pm$ 1,43	1 (-1-7)	1013	-1,682	0,093	0,063
f_Resim Düzenleme 2-1	1,50 $\pm$ 1,05	2 (-1-4)	0,80 $\pm$ 1,34	0 (-2-5)	768	-3,426	0,001*	0,014
f_Küplerle Desen 2-1	1,56 $\pm$ 1,64	1 (-1-5)	1,02 $\pm$ 1,68	1 (-6-4)	1047,5	-1,430	0,153	0,396
f_Parça Birleştirme 2-1	1,30 $\pm$ 1,36	1 (-1-4)	0,90 $\pm$ 1,34	0 (-2-5)	1036,5	-1,535	0,125	0,168
f_Şifre 2-1	1,94 $\pm$ 1,78	2 (-2-6)	1,66 $\pm$ 1,67	2 (-1-5)	1126	-0,873	0,383	0,343
f_IQ 2-1	5,66 $\pm$ 4,28	4 (1-19)	3,18 $\pm$ 3,06	3 (-2-10)	798,5	-3,133	0,002*	0,154

Eğitim öncesi ve eğitim sonrası test skorlarının farkları alınıp gruplar arasında bu farklar karşılaştırıldığında sözel IQ, resim düzenleme, performans IQ ve total IQ açısından fark bulunmuştur (sırasıyla $p=0,016$; $p=0,001$; $p<0,001$; $p=0,002$).

Tablo 4.8. Normal zekâ altı (n=18) için deney ve kontrol gruplarında fark değişkenlerinin karşılaştırılması

WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Deney		Kontrol		Mann-Whitney U	Z	p değeri	r
	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min- Max)	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Medyan (Min- Max)				
f_Sözel IQ2-1	4,11 $\pm$ 6,07	3 (-5-17)	0,78 $\pm$ 1,30	0 (0-3)	17,5	-2,082	0,040*	0,491
f_Genel Bilgi2-1	0,67 $\pm$ 1,66	0 (-1-4)	0,44 $\pm$ 0,88	0 (0-2)	39	-0,168	0,931	0,040
f_Benzerlik 2-1	1,44 $\pm$ 3,24	1 (-3-9)	0,67 $\pm$ 0,71	1 (0-2)	35	-0,519	0,666	0,122
f_Aritmetik 2-1	1,56 $\pm$ 1,33	1 (0-4)	0,89 $\pm$ 1,27	0 (0-3)	27	-1,245	0,258	0,294
f_Sözcük Dağarcığı 2-1	0 $\pm$ 0,50	0 (-1-1)	0,44 $\pm$ 1,01	0 (0-3)	32	-1,032	0,489	0,243
f_Yargılama2-1	-0,44 $\pm$ 1,81	0 (-4-2)	0,33 $\pm$ 0,71	0 (0-2)	30,5	-0,947	0,387	0,223
f_Performans IQ2-1	10 $\pm$ 7,47	7 (3-26)	1,22 $\pm$ 1,92	0 (0-5)	4,5	-3,217	<0,001*	0,758
f_Resim Tamamlama 2-1	1,56 $\pm$ 1,51	1 (0-5)	0,67 $\pm$ 1,12	0 (0-3)	24	-1,542	0,161	0,363
f_Resim Düzenleme 2-1	1,67 $\pm$ 1	2 (0-3)	0,56 $\pm$ 1,33	0 (0-4)	15	-2,376	0,024*	0,560
f_Küplerle Desen 2-1	0,78 $\pm$ 1,39	1 (-1-4)	0,44 $\pm$ 0,73	0 (0-2)	35	-0,530	0,666	0,125
f_Parça Birleştirme 2-1	1,56 $\pm$ 1,42	2 (0-4)	0,56 $\pm$ 1,13	0 (0-3)	23,5	-1,659	0,136	0,391
f_Şifre 2-1	1,33 $\pm$ 1,22	1 (0-3)	0,22 $\pm$ 0,67	0 (0-2)	18	-2,269	0,050*	0,535
f_IQ 2-1	7,78 $\pm$ 6,70	5 (1-19)	1,22 $\pm$ 2,22	0 (0-6)	9	-2,842	0,004*	0,670

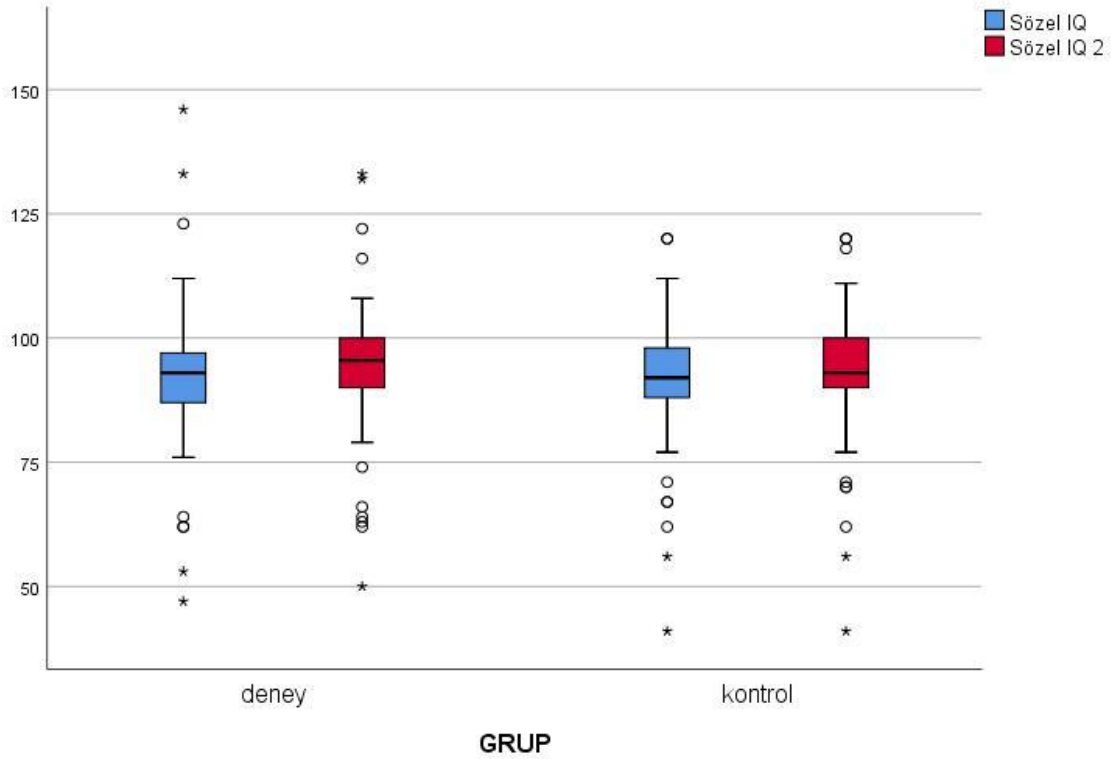
Normal zekâ altı grup için eğitim öncesi ve eğitim sonrası test skorlarının farkları alınıp gruplar arasında bu farklar karşılaştırıldığında sözel IQ, resim düzenleme, şifre, performans IQ ve total IQ açısından fark bulunmuştur (sırasıyla $p=0,040$; $p=0,024$; $p=0,050$; $p<0,001$; $p=0,004$).

Tablo 4.9. Normal zekâ (n=77) için deney ve kontrol gruplarında fark değişkenlerinin karşılaştırılması

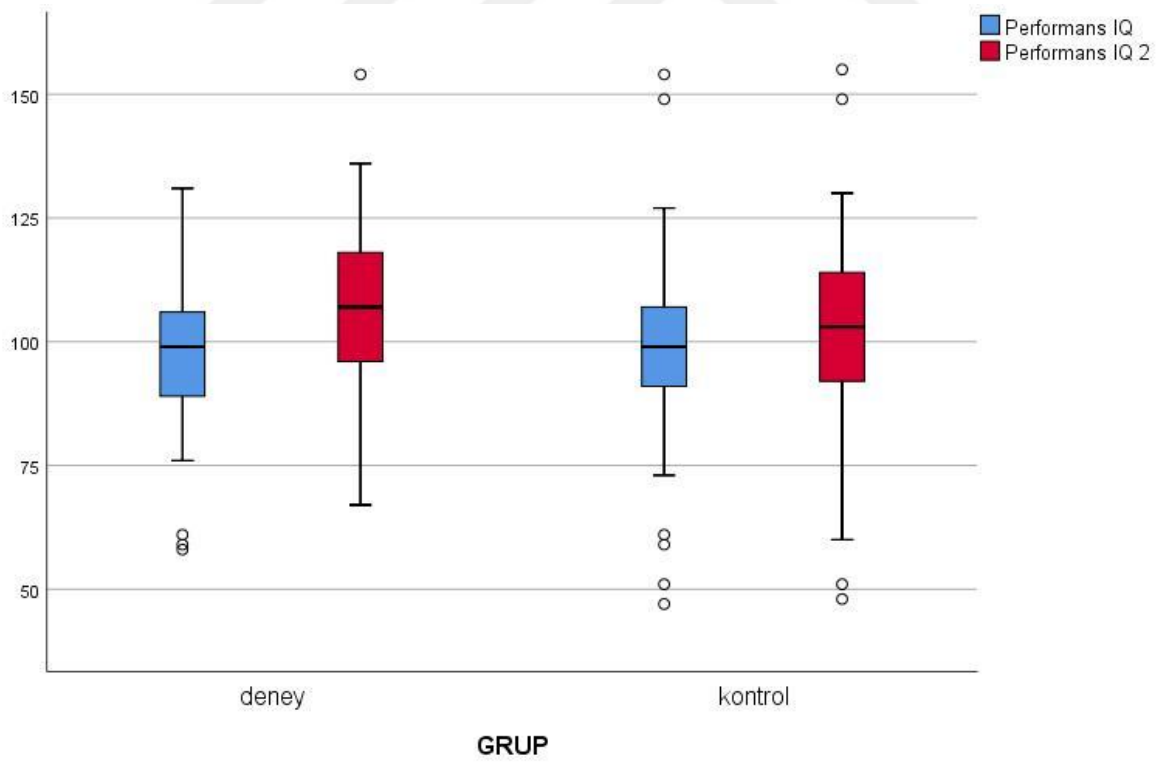
WÇZÖ-R TESTİ VE ALT BOYUTLARI	Deney		Kontrol		Mann-Whitney U	Z	p değeri	r
	Ortalama ± Standart Sapma	Medyan (Min- Max)	Ortalama ± Standart Sapma	Medyan (Min- Max)				
f_Sözel IQ 2-1	2,32 ± 1,60	2 (0-6)	1,77 ± 2,07	1 (-1-8)	564	-1,837	0,066	0,209
f_Genel Bilgi 2-1	0,76 ± 1,05	1 (-1-4)	0,54 ± 0,82	0 (-1-2)	652,5	-0,961	0,336	0,110
f_Benzerlik 2-1	0,74 ± 1,06	1 (-1-4)	0,62 ± 0,88	1 (-1-3)	707	-0,366	0,714	0,042
f_Aritmetik 2-1	0,92 ± 1,57	1 (-3-4)	0,95 ± 1,26	1 (-1-4)	703	-0,397	0,691	0,045
f_Sözcük Dağarcığı 2-1	0,58 ± 1,03	0 (-2-3)	0,33 ± 1,03	0 (-1-4)	623,5	-1,277	0,202	0,146
f_Yargılama 2-1	0,82 ± 1,27	1 (-2-4)	0,69 ± 1,24	0 (-1-6)	661	-0,859	0,390	0,098
f_Performans IQ2-1	6,82 ± 4,62	6 (-2-20)	4,49 ± 3,21	4 (0-12)	514,5	-2,323	0,020*	0,265
f_Resim Tamamlama 2-1	1,74 ± 1,46	2 (-1-4)	1,36 ± 1,50	1 (-1-7)	612,5	-1,347	0,178	0,153
f_Resim Düzenleme 2-1	1,50 ± 1,08	2 (-1-4)	0,90 ± 1,37	1 (-2-5)	502	-2,514	0,012*	0,287
f_Küplerle Desen 2-1	1,79 ± 1,66	2 (-1-5)	1,21 ± 1,84	1 (-6-4)	612	-1,339	0,180	0,153
f_Parça Birleştirme 2-1	1,29 ± 1,31	1 (-1-4)	1,03 ± 1,40	1 (-2-5)	656,5	-0,893	0,372	0,102
f_Şifre 2-1	2,13 ± 1,91	2 (-2-6)	2,08 ± 1,64	2 (-1-5)	728,5	-0,129	0,897	0,015
f_IQ 2-1	5,42 ± 3,52	4,5 (1-16)	3,79 ± 3,03	3 (-2-10)	554	-1,920	0,055	0,219

Normal zekâ grubu için eğitim öncesi ve eğitim sonrası test skorlarının farkları alınıp gruplar arasında bu farklar karşılaştırıldığında resim düzenleme ve performans IQ açısından fark bulunmuştur (sırasıyla p=0,012 ve p=0,020).

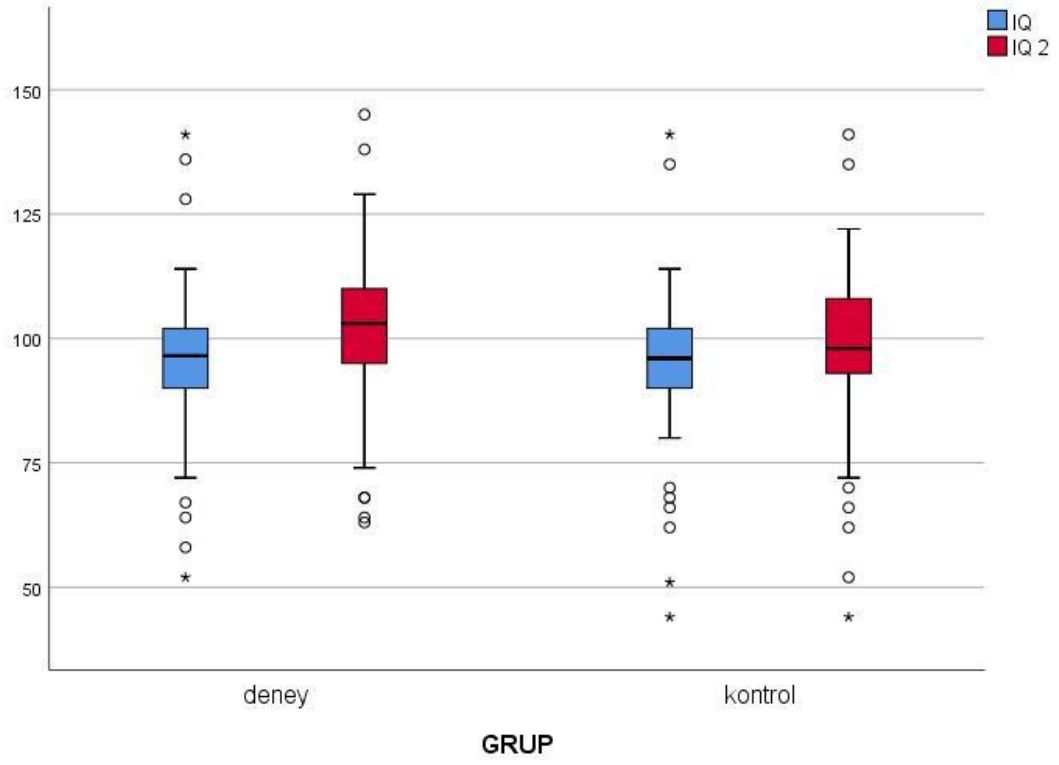
Üçüncü grup olan üstün zekâlı grubun eğitim öncesi ve eğitim sonrası test skorlarının farkları alınıp gruplar arasındaki bu farklara örneklem büyüklüğünün yetersizliğinden dolayı bakılamamıştır. Deney grubunda 2, kontrol grubunda 3 çocuk olmak üzere toplam örneklem sayısı 5 olduğundan veriler istatistiksel karşılaştırmaya uygun değildir.



Şekil 4.1. Sözel Test Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 4.2. Performans Test Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 4.3. IQ Test Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı

5. TARTIŞMA

Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğunu tedavi etmek için nöro-geribildirim kullanmanın mantığı, DEHB'li çocukların, sağlıklı gelişen çocuklara kıyasla düşük frekanslı EEG dalgalarının (örneğin, delta ve teta bantları) aşırı yüksek genlik gösterdiğine dair erken gözlemlerden ortaya çıkmıştır (47, 121). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu olan birçok çocukta, salınımların bu yüksek genlikleri farmakoterapi kullanılarak azaltılabilir (122, 123). Ancak, DEHB tedavisinde farmakolojik olmayan yaklaşımlar çeşitli nedenlerle gerekli olabilmektedir. İlk olarak, bazı hastalar ilaca olumlu yanıt vermemekte ve zayıf semptom kontrolü, yönetilemeyen yan etki veya her ikisi birden yaşanabilmektedir. İkincisi, ilaç tek başına, DEHB ile ilişkili bozulmanın tüm alanlarında optimal sonuç vermemektedir. Üçüncüsü, hastaların ebeveyn, klinisyen endişeleri ya da erişimi sınırlayan kısıtlayıcı hükümet politikaları nedeniyle ilaçlara erişimi olamamaktadır. İlaçların mevcut olduğu bölgelerde bile uzman tavsiyelerinde farklılıklar vardır. Son olarak ise hastaların çok genç veya hastalığın şiddetinin ilaç tedavisini gerektirecek kadar fazla olmaması DEHB tedavisinde farmakolojik tedavilerin dışında tedavilere yöneltebilir (124).

Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğunda NGB tedavisinin başarılı olduğunu bildiren ilk raporlardan bu yana (5), literatüre EEG'de geleneksel frekansların beyin aktivitesini kullanan NGB protokolleri ile dikkatsizlik, dürtüsellik ve hiperaktivite gibi DEHB semptomları üzerindeki etkilerini araştıran birçok çalışma eklenmiştir. Bu çalışmalar, sensorimotor ritmini kolaylaştıran, beta ritmini inhibe eden/kolaylaştıran veya teta ritmini inhibe edenler şeklinde sıralanabilir (125–129). Kortikal uyarılabilirliği düzenlediği varsayılan ve DEHB tedavisinde olumlu sonuçlarla kullanılan bir diğer NGB yaklaşımı da SCP eğitimidir (130, 131). Bu bağlamda, DEHB ile ilgili NGB araştırmalarında literatürde en az iki sorun çözülmeyi beklemektedir. Birincisi, hastaların sadece %30'unun aşırı TBR ile karakterize olduğu DEHB'nin heterojen olması, geleneksel teta beta NGB'den farklı bireysel NGB protokollerini gerektirmektedir. Birçok çalışma, kişiselleştirilmiş bir yaklaşımın NGB'nin etkinliğini artırabileceğini öne sürse de halen daha büyük örneklem boyutlarına sahip iyi kontrollü çok merkezli çalışmalara ihtiyaç vardır. İkincisi, KEEG endofenotiplerinden bağımsız geleneksel TBR yaklaşımı düşünüldüğünde, NGB'nin tüm hastalar üzerindeki olumlu etkilerinin olası bir açıklaması, bireysel bir nöral işlev bozukluğundan ziyade, telafi edici bir mekanizmanın eğitilmiş olma ihtimali olarak düşünülmektedir (76). Frontal betayı artırmak için eğitim alan çocuklar

gönüllü olarak dikkatli bir duruma ulaşmayı öğrenebilir, böylece dikkat nöronal ağlarını güçlendirebilirler. Bu konu da çalışmalarda netleştirilmelidir. Ek olarak, NGB özgülüğü de aslında çalışmalarda açıklığa kavuşturulması gereken bir konudur. Gerçekten de, çok oturumlu NGB prosedürleri, önemli miktarda denek-terapist etkileşimi gerektirir ve 30-40 seanslık bir bilgisayar ekranına odaklanarak yapılan bilişsel eğitim, terapistten olumlu geribildirim ile sözlü pekiştirmeler gibi spesifik olmayan etkiler üretmektedir (132).

Bu çalışmada, ruhsal bozukluklar için modern, diğer bahsedilen yukarıdaki yöntemlere göre nispeten yeni ve bireysel bir NGB tedavi yöntemi olan ILF-NGB kullanılmıştır. Çok düşük frekans-NGB, hem EEG'deki 1-40 Hz arasındaki geleneksel frekansların beyin aktivitesini hem de 0.1 Hz'nin altındaki SCP frekans aralığındaki aktiviteleri kullanır. ILF-NGB protokolünün diğer özellikleri arasında elektrotların bipolar montajı, elektrotların hastanın uyarılma düzeyi ve zihinsel gücü gibi bireysel kriterlere göre kafatasına yerleştirilmesi ve oyun benzeri bir karaktere sahip sesli-görsel bilgisayar animasyonlarında tam bant EEG'den çıkarılan parametrelerin sürekli geri bildirimi yer alır (133). Literatür, ILF-NGB'nin sadece EEG'de yavaş beyin aktivitesini kullanmadığını, aynı zamanda 0,5 Hz'in altındaki frekans bandında spektral güçte doğrudan önemli bir artışa yol açabileceğini göstermektedir (134). Klinik olarak, dikkat eksikliği olan çocukların, dikkat sorunu olmayan veya SCP'lerin frekans aralığındaki diğer EEG anormallikleri olmayan çocuklara kıyasla bir görevin beklenti aşamasında daha küçük negatif SCP'ler oluşturdukları gösterilmiştir (133, 135). Bu bulgularla, ILF-NGB'nin DEHB için etkili ve anlamlı bir tedavi olup olmadığını ele almak adına literatürden farklı olarak NGB protokollerinde daha önce bahsedilen eksiklikleri giderebilmek için KEEG tabanlı NGB ile randomize tek körlü olarak çalışma tasarlanmıştır. Çalışmada bulunan ILF-NGB tedavisinin etkileri, diğer NGB protokolleri kullanılarak DEHB üzerine yapılan kontrollü çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur (Tablo 4.3). Bu çalışmalarda, dikkatsizliğin yanı sıra dürtüsellik ve hiperaktivite üzerinde de yüksek ila orta etki büyüklükleri bulunmuştur (10–12, 15), meta analiz çalışmaları da benzer sonuç göstermektedir (100).

Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğunun etiyolojisinde psikososyal, biyolojik, genetik ve ailesel etmenlerin önemli rol oynadığı bilinmekle beraber, bilişsel özelliklerin de mutlaka göz önüne alınması gerekmektedir. Dikkat bozukluğu ve dürtüsellikğin ön planda olduğu DEHB, sıklıkla klinisyen tarafından davranışsal belirtiler incelenerek değerlendirilmektedir. Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğundaki bilişsel işlevlerin

sadece dürtüsellik ve dikkat eksikliğinden ibaret olmadığı bilinmektedir. Bu bilişsel etkiler ise beyin işlevselliği ile yakından ilgilidir. Literatürde, çok sayıdaki bilişsel işlevlerin varlığı, zekâ ile ilgili nöropsikolojik çalışmalarla gösterilmekte ve bu işlevlerin birleşerek tek bir deneyimi oluşturduğundan bahsedilmektedir. Bu yüzden, WÇZÖ-R gibi zekâ testleri bilişsel işlevler hakkında bilgi edinmede sıklıkla kullanılmaktadır (136, 137). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğunun zekâ ölçekleriyle tanımlanabileceğinin düşünülmesi ile bu yönde araştırmaların ortaya çıkma sebebi, DEHB’li bireylerde zekânın alt boyutlarını oluşturan birçok bilişsel yetersizliğin (örneğin işleyen bellek, işlemleme hızı gibi) ortaya çıkmasıdır (138, 139). Parietal bölge fonksiyonları ile ilişkili olan nöropsikolojik testlerde, yaşlılarına kıyasla DEHB’li çocuklar anlamlı düzeyde düşük puan alsa da (140), toplam zekâ olarak puanlarının, ortalama zekânın biraz altında ya da normal zekâ aralığında yer aldıkları görülmektedir (137, 141). Çalışmamızda ön test sonuçları incelendiğinde, toplam zekâ puanlarının normal aralıkta olduğu görülebilir (Tablo 4.1). Bu durum literatürle uyum sağlamakla beraber kullanılan ölçeğin “Flynn Etkisi”nde kalmış olma ihtimali de yüksektir. Zekâ testi puanlarında yıllar içinde gözlenen düzenli artışa Flynn etkisi denmektedir. Kaynağı ne olursa olsun Flynn etkisinden bahsedildiğinde, geliştirilen ya da uyarlanılan ölçeklerin sonsuza kadar güvenli ve geçerli olarak kullanılamayacağı net bir biçimde anlaşılmaktadır. On yılda bir yapılan Flynn düzeltmeleri bu soruna çözüm getirmeye çalışsa da, Türkiye gibi zekâ testi üreticisi olmayan ülkelerin yaşadığı dış bağımlılıktan kurtulabilmesi için ulusal ölçüm araçlarının geliştirilmesi zorunlu görünmektedir (142).

Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği-geliştirilmiş formundan aldıkları puanlar değerlendirildiğinde DEHB’li çocukların, normallere oranla performans zekâ puanlarının sözel zekâ puanlarından daha düşük olduğu literatürde yer almaktadır (137, 143, 144). Ancak böyle bir eğilimin belirlenemediği başka çalışmalar da vardır (145, 146). Diğer araştırmalarda (147–150) ise tam ters sonuçlara da rastlanmaktadır. Hem tablo 4.1 hem de tablo 4.2 incelendiğinde, çalışmamızla uyumlu olarak bu çalışmalarda sözel zekâ puanlarının performans puanlarından daha düşük olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar bu bulgunun sebebini DEHB’deki dikkati toplama ve sürdürme güçlüğüne dayandırmışlardır (151). Literatürdeki bu farklılığın olası sebepleri ise, çalışmalarda kullanılan Wechsler zekâ ölçeğinin versiyonları arasındaki farklılıklar, örneklemdeki cinsiyet farklılıkları (Tablo 4.5), kontrol grubunun seçimi ve farklı DEHB alt tiplerinin kullanılması şeklinde özetlenebilir (152).

Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği-geliştirilmiş formunu alt testler bazında incelersek, sözel zekâ bölümünü içeren testler, daha çok kazanılmış bilgi olarak belirtilen ve sözel kavramaya ilişkin yetenekleri ölçen bir faktördür (120). Horn (1989)'nun zekâ kuramında bu alan kristalize zekâ (Gc) olarak geçmekte olup, kişilerin geçmiş yaşamından, eğitim deneyimlerinden ve kültürlerinden etkilenmektedir. Oysa akıcı zekâ (Gf) olarak adlandırılan performans zekâ ise doğuştan getirilen zihinsel akıl yürütme becerisi olarak bahsedilir (153). Başka bir deyişle, yeni karşılaşılan durumda zihnin esnekliği ve baş etme becerisi olarak tanımlanabilir. Horn performans zekânın yaşam deneyimleri ve kültürden bağımsız olduğunu vurgular. Bu iki puanın toplamından elde edilen genel zekâ puanı ise “g faktörünü” temsil etmektedir (67, 154). Alt testler bakımından literatür incelendiğinde, DEHB’li çocukların sağlıklı gruba göre düşük puanlar aldığı, ancak farklılığa yol açan alt testlerin kombinasyonlarının değiştiği görülmektedir. Örneğin, aritmetik ve sayı dizileri alt testleri (55, 152, 155–157); aritmetik ve sayı dizileri yanında genel bilgi alt testi (158); şifre yanında bir performans alt testi olan küplerle desen (156, 159, 160); küplerle desen yanında sözcük dağarcığı alt testi, (161); sözcük dağarcığının yanında aritmetik, sayı dizisi, şifre ve küplerle desen alt testleri (162); veya sadece parça birleştirme alt testi bulunmaktadır (151). Bu çalışmada ise resim düzenleme, küplerle desen ve kontrol grubundaki parça birleştirme dışındaki tüm alt testlerde ön test sonuçları 10 ortalama puanın altında kalmıştır (Tablo 4.1).

Literatürde, faktör analizlerinde veya bileşik/dönüştürülmüş puanlara dayandırılan değerlendirmelerde, alt testler düzeyindeki analizlere kıyasla özgül bilgilerin kaybolduğunu öne süren çalışmalar olmuştur (163, 164). Bu yüzden alt testler düzeyinde yapılan değerlendirmelerle elde edilen özgül bilgiler ile bir çocuğun güçlü ve zayıf yönlerini anlayarak tedavi ve eğitim planları oluşturmak daha faydalı görünmektedir (165, 166). WÇZÖ-R'nin algısal örgütlemeyi ölçen şifre, aritmetik ve sayı dizileri gibi alt testlerinden DEHB’li çocuklar düşük puanlar almaktadır (55, 157, 162). Bu çalışmada benzer olarak özellikle aritmetik puanları her iki grubunda ön testlerinde (Tablo 4.1) en düşük ortalama sahiptir. Ancak, son testler değerlendirildiğinde (Tablo 4.2), sözel puandan sadece deney grubunda benzerlikler alt testi ortalamanın üstüne çıkmıştır. WÇZÖ-R'nin benzerlikler alt testi kavramsal ve mantıksal yargılama becerisini, kategorilemedeki soyutlama kapasitesini ve çağrışımsal düşünme yeteneğini ölçmektedir (137). Buna göre, DEHB’li çocuklarda benzerlikler alt testinin ölçtüğü tüm bu beceriler

özellikle kritiktir. Benzerlikler alt testinin DEHB açısından NGB eğitimi ile nasıl değişeceğine dair ileriki çalışmaların yapılması önemli görünmektedir.

Tablo 4.2 incelenerek çalışmada gruplar arası son testler değerlendirildiğinde ise, sadece yargılama alt testinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Yargılama alt testi ile kişilerin günlük yaşam gerçekliklerini fark etme, sosyal yaşama ayak uydurma, geçmiş tecrübeleri değerlendirme, bilgileri düzenleme ve soyut düşünme gibi beceriler ölçülmeye çalışılmaktadır (167). Bu alt testin maddeleri sosyal süreçlere ilişkin problem çözme becerisini yansıttığından, yargılama puanı sosyal zekâ ile ilişkilidir (168). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu olan çocuklar akranlarına kıyasla sosyal yeterlilikte, akran, ebeveyn ve öğretmen ilişkilerinde daha fazla sorun yaşarlar (169, 170). Bunun nedenleri, çocukların dikkatlerinin dağınık olması ve yaşadıkları diğer bilişsel güçlükler olarak düşünülebilir (169, 171, 172). Çalışmadaki bu anlamlı farklılık, NGB eğitiminin yönetici bir işlev olan sosyal süreçlerde problem çözme becerisini değiştirdiği yönünde bir bulgu olabilir.

Çalışmamızda deney grubu ile kontrol grubu arasında gösterdikleri gelişim açısından farklar incelendiğinde (Tablo 4.7), WÇZÖ-R'nin alt boyutlarından resim düzenlemede ve tüm IQ puanlarında gelişme görüldüğü saptanmıştır. Özellikle performans IQ alt testleri ile toplam puandaki değişim ve etki büyüklükleri diğer bölümlere göre daha dikkat çekmektedir. Bannatyne'in mekânsal yetenekler örüntüsü ve Kaufman'ın algısal organizasyon örüntüsü performans bölümüne ait testlerin birleşiminden meydana gelmektedir (172). Bu iki örüntüden algısal organizasyon, resim düzenleme alt testini içerir ve ek olarak NGB eğitimi ile performans puanlarındaki anlamlı artış da çocukların mekânsal becerilerin ölçüldüğü alanda gelişme gösterdiğine işaret etmektedir.

Wechsler çocuklar için zekâ ölçeklerinde DEHB profil analizi için performans-sözel bölüm kıyaslamasının dışında başka metotlar da kullanılmıştır. Kaufman (1975)'a göre, WÇZÖ-R alt testleri üç endeks altında toplanır. Bunlar: sözel bilgiyi kavrama, algısal organizasyon ve dikkatin dağılıbilirliği endeksidir. Sırasıyla ilki, genel bilgi, yargılama, benzerlikler ve aritmetik puanlarından, ikincisi resim tamamlama, küplerle desen, resim düzenleme ve parça birleştirme puanlarından ve sonuncusu aritmetik, sayı dizisi ve şifre puanlarından oluşmaktadır. Kaufman DEHB'li bireylerin dikkatin dağılıbilirliği endeksinden diğer endekslere kıyasla daha düşük puan aldığını iddia etmektedir (139). Çalışmada sayı dizisi yedek test olarak tutulduğu için yeterli deneğe uygulanmamış ve ne

yazık ki dikkatin dağılabilirliği endeks puanı hesaplanmamıştır. Ancak, örneklemede ön test sonuçlarına bakıldığında (Tablo 4.1), açıkça görülmektedir ki şifre ve aritmetik kendi alt boyutları arasında en düşük puana sahip alt testler olmuşlardır. Ancak, bu iki alt test ile gruplar arası anlamlı bir farklılık elde edilememiştir (Tablo 4.2 ve Tablo 4.7).

Yüz kişilik örnekleminizde herhangi bir IQ sınırlaması getirilmeden çalışma yürütülmüş olsa da WÇZÖ-R'den alınan ön test puanlarına göre çalışmanın örneklemini normal zekâ altı (n=18), normal zekâ (n=77) ve üstün yetenekli (n=5) olarak da gruplara ayrılabilir. Literatür incelendiğinde, üstün zekâlı grubun küplerle desen ve benzerlikler bakımından güçlü özellikler sergilediğine dair Türkiye örnekleminde çalışmalar vardır (173). Bu alt test puanlarında normal popülasyondan daha düşük puanlar elde edilmesi beklenirken, farklılığı üstün yetenekli 5 çocuk mu yaratmakta diye, IQ'lara göre kategorize edilerek gruplar arası farka bakılmıştır (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9). Bunun sonucunda, normal zekâ grubu IQ'lara göre kategorize edilmeyen örnekleme yakın sonuçlar verse de diğer iki grupta farklılaşmalar görülmektedir. Normal zekâ altı gruptaki çocuklar sınırda da olsa şifre alt testinde anlamlı sonuçlar verirken (Tablo 4.8), üstün zekâlı grup örneklem yetersizliğinden analiz edilememiştir.

Özetle, literatürde WÇZÖ-R kullanılarak elde edilen DEHB profilleri konusundaki çelişkili bulgular, testin farklı kültürlerde farklı özellikleri ölçmesinden de kaynaklanabilir (174). Ancak, nöropsikolojik testlerle ayrıntılı beyin görüntüleme tekniklerinin bir arada kullanılması DEHB'nin yapı-fonksiyon ilişkisini inceleyebilmek adına önemlidir (140). Ek olarak, yakın tarihli bazı plasebo kontrollü randomize kontrollü çalışmalar (RKÇ), DEHB puanlarını düşürmede NGB eğitimi ile sham arasında herhangi bir fark bulamamış (175, 176) ve bu sonuçlar, NGB araştırmasını değerlendirmenin ve yürütmenin en iyi yolu üzerinde tartışmaya yol açmıştır (76, 177). Benzer şekilde, birkaç RKÇ, protokole özgü etkileri doğrulamakta başarısız olmuş (178, 179), düşük frekanslarda beklenen hem düşüşleri (180) hem de artışları (4) bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, DEHB'nin NGB tedavisinde tekrar potansiyel olarak kritik olan yukarıda bahsettiğimiz iki konuyu, hasta heterojenliğini ve NGB protokolünün etkinliğini sorgulamaktadır. İlkiyle ilgili olarak, yeni kanıtlar, anormal EEG dinlenim durum kayıtlarının bir karışımının DEHB'yi karakterize ettiğini göstermektedir (73, 122, 181, 182). Dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu, en iyi araştırılmış klinik NGB uygulamalarından biridir; bununla birlikte, bu durumun NGB aracılı tedavisi için kesin kanıtlar hala gösterilememiştir. Daha etkili NGB protokolleri

oluşturmak için varsayılan nöral mekanizmaların çoklu beyin görüntüleme yöntemleri ve deneysel koşullar tarafından doğru bir şekilde tanımlanmasını ve doğrulanmasını sağlamak önem arz etmektedir. Uygun kontrol koşulları gibi konuların NGB'deki ilerlemeyi engellemesine rağmen, ağ tabanlı yaklaşımlar ile NGB'nin diğer fonksiyonel nörogörüntüleme yöntemleri ile kombinasyonu bu alanda daha fazla ilerleme kaydedecek gibi görünmektedir (73). Bu durum çalışmamızda oluşturulan KEEG tabanlı NGB ile aşılıma çalışılmıştır. WÇZÖ-R sonuçlarına ek olarak, deneklerin KEEG sonuçları incelenerek protokol oluşturulmuş ve uygun olan bireylerle çalışma gerçekleştirilmiştir. Buna rağmen, literatürde bu konuda da bazı eleştiriler yer almaktadır. Bu alanla ilgili bazı problemler, KEEG yöntemlerinin klinik amaçlarla yaygın olarak kabul edilmesini ve kullanılmasını engellemiştir. İlki, tüm KEEG yöntemlerinin, normatif veri tabanlarına göre frekans bantlarını tanımlamak için aynı filtre kesimlerini uygulamamasıdır. Örneğin, bir yöntemle aşırı delta olarak gösterilen frekans bandı, başka bir yöntemle aşırı teta olarak tanımlanabilir. Bir diğeri, veri tekrarındaki başarısızlıklardır. Sistemden veri analizinin yorumlanması ve aynı hasta üzerinde diğer veriye uygulanmasında zorluklar yaşanmaktadır. Standardizasyon eksikliğinden kaynaklanan olası kötüye kullanımı engellemek amacıyla hem Amerikan Nöroloji Akademisi hem de Amerikan Psikiyatri Birliği tarafından KEEG yöntemlerinin klinik kullanımına ilişkin raporlar yayınlanmıştır (183). Bu raporlar ile yöntemi kullanan klinisyenin uygun eğitim ve deneyime sahip olması, KEEG'yi yalnızca standartlaştırılmış EEG veri toplama ve inceleme prosedürlerine ek olarak kullanması ve yalnızca KEEG bulgularına dayalı tanısal sonuçlar çıkarmaktan kaçınması sağlanmaya çalışılmaktadır (69).

Son olarak, bu çalışma ile özellikle plasebo kontrolüyle ilgili klinik çalışma tasarımının önemi vurgulansa da sonuçlar dikkatle değerlendirilmelidir. Nöro-geribildirim yöntemlerinin doğasından ötürü plasebo etkisi, bir klinisyene görünmek, pahalı, teknolojik olarak gelişmiş ekipman kullanmak, çok sayıda eğitim seansına maruz kalmak ve hareketsiz oturmak, hatta yakından odaklanarak eğitim almak gibi davranışsal terapi gibi görünebilecek NGB ile ilgili çok sayıda koşul dikkate alınmalıdır. Sham-NGB olarak adlandırılan çalışmalar (örneğin, geri bildirim kaynağı olarak rastgele veya önceden kaydedilmiş EEG'nin kullanılması) özellikle dikkate değerdir (176, 179, 184–186). Her iki koşulda da iyileşmeler bulunduğundan, bazı yazarlar NGB'nin ana etkilerinin plasebo ve tedavi üzerindeki beklentiler ve uygulayıcı ile etkileşim gibi psikososyal faktörlerden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır (187–189). Benzer şekilde, sham-NGB çalışmaları,

amaçlanan öz düzenlemenin öğrenildiğini gösteremediği için eleştirilmiştir (93, 190). O halde, literatürdeki belirsizlik aslında NGB'nin ölçülebilir etkisinin yanı sıra teknolojinin, hedef frekansın, elektrot konumunun, geri bildirim tipinin, seans sayısının ve seans süresinin NGB'nin etkinliği üzerindeki etkileriyle ilgilidir. Bu bileşenlerin her biri, NGB'nin kritik bir parçasını oluşturur. Teoride, bu parçaların bileşimindeki herhangi bir değişiklik, NGB'nin etkinliğini etkileyebilir ve farklı terapötik yaklaşımlar oluşturabilir. Günümüzde NGB çalışmaları, bu yöntem için bir kanıt temelini yokluğunda, geçmişte olumlu sonuçlar üreten klinik uygulama literatürüne dayanarak yapılmaktadır (15, 176). Bu durumda, her bir bileşenin NGB süreci üzerindeki etkisini araştırmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (191).



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu plasebo kontrollü randomize tek körlü çalışma ile DEHB'li çocuklarda çok düşük frekans-NGB deney grubu ile sham-NGB kontrol grubu arasında WÇZÖ-R karşılaştırmasında özellikle performans puanlarında iyileşme gösterilmektedir. Bu fark Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 incelendiğinde başlangıçta gruplar arasında istatistiksel olarak görünmese de Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'e bakıldığında, grafiklerde deney grubunun kontrol grubuna göre ortalama puan farklarından ve eğimlerinden açıkça görünmektedir. Bunun üzerine gösterdikleri gelişim arasındaki fark (son test – ön test) karşılaştırılması açısından yapılan istatistiksel analiz ile Tablo 4.7 'deki sonuçlar elde edilmiştir. Plasebo koşulunda sergilenen ebeveyn/denek beklenti yanlılığı sham grubunda açıkça görülmesine rağmen (Tablo 4.4 kontrol grubundaki grup içi gelişme), fark değişkeni karşılaştırması ile plasebodan ayrılan ILF-NGB'nin WÇZÖ-R'deki bilişsel becerilerdeki iyileştirmesi net olarak özellikle performans IQ'da göze çarpmaktadır. Bu sonuçlar, semptom temelli ve bireyselleştirilmiş ILF-NGB'nin diğer NGB terapi seçeneklerine modern bir yaklaşım sunduğu göz önüne alındığında, DEHB tedavisinde NGB üzerine sunulan çalışma sonuçlarıyla uyumludur. Gelişmekte olan teknoloji ve bu alanda yaygınlaşan kontrollü çalışmalarla, NGB'nin DEHB tedavi seçeneklerini genişleten etkili, invaziv olmayan, ilaçsız ve ağrısız bir tedavi fırsatı olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılabilir. Bu sonuçlar, özellikle daha fazla doğrulanmış araştırma araçları ile uzun vadeli takip çalışmaları da dâhil olmak üzere daha fazla araştırmayı motive etmelidir. Kliniklerde terapötik bir bakış açısıyla ILF-NGB, DEHB'li çocuk ve ergenlerin tedavisine bir değer katabilir, ancak özellikle NGB'nin avantaj ve dezavantajları düşünülerek karar verilmelidir.

Farmakolojik yöntemler gibi, NGB'de ilgili teşhis prosedürleri olmadan kullanılmamalıdır. Nöro-geribildirim sadece sertifikalı bir uzman tarafından yapılmalı ve EEG ritimlerinin organizasyonu yanlış yönde değiştirilirse bir hastanın beyninin düzensizleşebileceği ve semptomların kötüleşebileceği her zaman yan etki olarak düşünülmelidir (74). Bu yöntem, belirli bir beceri edinme sürecine benzetilmektedir. Başlangıçta, bir öznenin kendi duyguları ile ekranda görüntülenen biyoelektrik aktivite indeksleri arasında bir ilişki kurması zordur. Ancak ilişkilendirme yavaş yavaş anlaşılır hale geldikçe kolaylaşır. Ayrıca, beceriler geliştirilir ve kişi yalnızca klinikte değil, evde veya okulda da gerekli koşulu daha uzun süre sağlamaya başlar. Böylece aslında, NGB ile

tedavinin etkisi sürdürülebilir. Ancak, bu yöntemin seansları için uzmandan yaklaşık 20–40 saat emek ve hastadan aynı miktarda yoğun eğitim beklenmektedir. Dikkate alınması gereken bir diğer faktör de hastanın motivasyonudur. Nöro-geribildirim, herhangi bir öğrenme prosedürü gibi, ruh hali ve motivasyona dayalıdır. Motivasyon seviyesi ne kadar yüksek olursa, kazanılan beceriler o kadar iyi olur. Nöro-geribildirimde plasebo etkilerine özellikle dikkat edilmelidir. Plasebo etki aslında belirli nöronal mekanizmalara dayanır. Plasebo tıbbi bir ilaçta dahi "saf" etkisinin %30'u kadar olabilirken NGB'deki varlığını reddetmek pek mantıklı değildir. Birçok farmakolojik ilacın sadece ilgili nörotransmisyonu değil, beyindeki ve vücuttaki diğer biyokimyasal süreçleri de etkilediği bilinmektedir. Farmakolojik ilaçların aksine, NGB'nin beyin süreçlerini seçici olarak etkilediği varsayılmaktadır.

Nöro-geribildirim, çalışmamızda olduğu gibi tek kollu veya kontrolsüz çalışmalarda umut vaat ediyor görünse de, son meta-analizler, kör ölçümler için sağlam etkilerin olmaması nedeniyle, DEHB semptomlarının tedavisi için NGB'nin onaylanmasından önce daha fazla kanıtın gerekli olduğu sonucuna varmıştır (32, 103, 192). Halen etkileri sıkı plasebo kontrolü (ör. sahte veya sham NGB) veya maskeli puanlayıcılar ile plasebodan ayırlamadığından (23), multimodal yaklaşımın bir parçası olarak önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Miller M, Hinshaw SP. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). Vol. 1, Encyclopedia of the Neurological Sciences. Elsevier Ltd.; 2014. 320–322 p.
2. Şahin B, Usta M, Önal B, Hoşoğlu E. Evaluation of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder on the Wechsler Intelligence Scale for Children-IV. Çocuk Derg / J Child. 2021;21(2):136–41.
3. Takayanagi M, Kawasaki Y, Shinomiya M, Hiroshi H, Okada S, Ino T, et al. Review of Cognitive Characteristics of Autism Spectrum Disorder Using Performance on Six Subtests on Four Versions of the Wechsler Intelligence Scale for Children. J Autism Dev Disord. 2022;52(1):240–53.
4. Lansbergen MM, Arns M, van Dongen-Boomsma Martine M, Spronk D, Buitelaar JK. The increase in theta/beta ratio on resting-state EEG in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder is mediated by slow alpha peak frequency. Prog Neuro-Psychopharmacology Biol Psychiatry. 2011 Jan 15;35(1):47–52.
5. Lubar JF, Shouse MN. EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR) - A preliminary report. Biofeedback Self Regul. 1976;1(3):293–306.
6. Mancuso V, Stramba-Badiale C, Cavedoni S, Cipresso P. Biosensors and Biofeedback in Clinical Psychology. Second Edi. Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology. Elsevier; 2020. 1–23.
7. Curatolo P, D'Agati E, Moavero R. The neurobiological basis of ADHD. Ital J Pediatr. 2010;36(1):1–7.
8. Thompson L, Thompson M. QEEG and Neurofeedback for Assessment and Effective Intervention with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). Second Edi. Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback. Elsevier Inc.; 2009. 337–364.
9. Yucha CB, Montgomery D. Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback. Vol. 6656, Nursing. 2008. 35–50.
10. Rossiter TR, La Vaque TJ. A comparison of eeg biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders. J Neurother. 1995;1(1):48–59.
11. Fuchs T, Birbaumer N, Lutzenberger W, Gruzelier JH, Kaiser J. Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: A comparison with methylphenidate. Appl Psychophysiol Biofeedback. 2003;28(1):1–12.
12. Monastra VJ, Monastra DM, George S. The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. Vol. 27, Applied Psychophysiology Biofeedback. Mann; 2002.

13. Thompson L, Thompson M. Neurofeedback combined with training in metacognitive strategies: Effectiveness in students with ADD. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 1998;23(4):243–63.
14. Linden M, Habib T, Radojevic V. A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of Self children with attention deficit disorder and learning disabilities 1. Vol. 21, *Biofeedback and -Regulation*. 1996.
15. Lubar JF, Swartwood MO, Swartwood JN, O'Donnell PH. Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback Self Regul*. 1995;20(1):83–99.
16. Tamm L. Attention-deficit hyperactivity disorder. *Curated Ref Collect Neurosci Biobehav Psychol*. 2016;617–24.
17. Palmer ED, Finger S. An Early Description of ADHD (Inattentive Subtype): Dr Alexander Crichton and “Mental Restlessness” (1798). *Child Adolesc Ment Health*. 2001 May;6(2):66–73.
18. Lange KW, Reichl S, Lange KM, Tucha L, Tucha O. The history of attention deficit hyperactivity disorder. *ADHD Atten Deficit Hyperact Disord*. 2010;2(4):241–55.
19. Rafalovich A. The conceptual history of attention deficit hyperactivity disorder: Idiocy, imbecility, encephalitis and the child deviant, 1877-1929. *Deviant Behav*. 2001;22(2):93–115.
20. Strohl MP. Bradley's Benzedrine studies on children with behavioral disorders. *Yale J Biol Med*. 2011;84(1):27–33.
21. Brown WA. Charles Bradley, M.D., 1902–1979. *Am J Psychiatry*. 1998 Jul;155(7):968–968.
22. Kos JM, Richdale AL. The history of attention- deficit/hyperactivity disorder. *Aust J Learn Disabil*. 2004;9(1):22–4.
23. Grus CL. Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *J Dev Behav Pediatr*. 2003;24(6):452.
24. Furman L. What is attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)? *J Child Neurol*. 2005;20(12):994–1002.
25. Gallo EF, Posner J. Moving towards causality in attention-deficit hyperactivity disorder: Overview of neural and genetic mechanisms. *The Lancet Psychiatry*. 2016;3(6):555–67.
26. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Pub.; 2013.
27. Owens JS, Hustus CL, Everly EL, Evans SW, Margherio SM. Attention Deficit

- Hyperactivity Disorder: Evidence-Based Assessment and Treatment for Children and Adolescents. In: Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology. Second Edi. Elsevier; 2020. p. 1–17.
28. Sridhar C, Bhat S, Acharya UR, Adeli H, Bairy GM. Diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder using imaging and signal processing techniques. *Comput Biol Med.* 2017 Sep 1;88:93–9.
 29. Saute R, Dabbs K, Jones JE, Jackson DC, Seidenberg M, Hermann BP. Brain morphology in children with epilepsy and ADHD. *PLoS One.* 2014;9(4).
 30. González CLM, Ortiz EJM, Escobar JJM, Rivera JAD. Attention deficit and hyperactivity disorder classification with EEG and machine learning. In: *Biosignal Processing and Classification Using Computational Learning and Intelligence: Principles, Algorithms, and Applications.* Elsevier Inc.; 2021. p. 447–69.
 31. Albajara Sáenz A, Villemonteix T, Massat I. Structural and functional neuroimaging in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Dev Med Child Neurol.* 2019 Apr 1;61(4):399–405.
 32. Faraone S V., Asherson P, Banaschewski T, Biederman J, Buitelaar JK, Ramos-Quiroga JA, et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder. *Nat Rev Dis Prim.* 2015;1:15020.
 33. Holtmann M, Sonuga-Barke E, Cortese S, Brandeis D. Neurofeedback for ADHD: A Review of Current Evidence. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am.* 2014;23(4):789–806.
 34. Simkin DR, Thatcher RW, Lubar J. Quantitative EEG and Neurofeedback in Children and Adolescents. Anxiety Disorders, Depressive Disorders, Comorbid Addiction and Attention-deficit/Hyperactivity Disorder, and Brain Injury. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am.* 2014;23(3):427–64.
 35. Light GA, Swerdlow NR. Neurophysiological biomarkers informing the clinical neuroscience of schizophrenia: Mismatch negativity and prepulse inhibition of startle. *Curr Top Behav Neurosci.* 2014;21:293–314.
 36. Lenartowicz A, Loo SK. Use of EEG to Diagnose ADHD. *Curr Psychiatry Rep.* 2014;16(11).
 37. Bashiri A, Shahmoradi L, Beigy H, Savareh BA, Nosratabadi M, N Kalhori SR, et al. Quantitative EEG features selection in the classification of attention and response control in the children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Futur Sci OA.* 2018;4(5).
 38. Güntekin B, Başar E. Review of evoked and event-related delta responses in the human brain. Vol. 103, *International Journal of Psychophysiology.* Elsevier B.V.; 2016. p. 43–52.
 39. Kiiski H, Rueda-Delgado LM, Bennett M, Knight R, Rai L, Roddy D, et al.

- Functional EEG connectivity is a neuromarker for adult attention deficit hyperactivity disorder symptoms. *Clin Neurophysiol.* 2020 Jan 1;131(1):330–42.
40. McVoy M, Lytle S, Fulchiero E, Aebi ME, Adeleye O, Sajatovic M. A systematic review of quantitative EEG as a possible biomarker in child psychiatric disorders. *Psychiatry Res.* 2019;279(April):331–44.
 41. Clarke AR, Barry RJ, McCarthy R, Selikowitz M. EEG-defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin Neurophysiol.* 2001;112(11):2098–105.
 42. Kropotov JD. Attention Deficit Hyperactivity Disorder. In: *Functional Neuromarkers for Psychiatry.* Elsevier Inc.; 2016. p. 291–321.
 43. Liechti MD, Valko L, Müller UC, Döhnert M, Drechsler R, Steinhausen HC, et al. Diagnostic value of resting electroencephalogram in attention-deficit/ hyperactivity disorder across the lifespan. *Brain Topogr.* 2013;26(1):135–51.
 44. Arns M, Conners CK, Kraemer HC. A Decade of EEG Theta/Beta Ratio Research in ADHD: A Meta-Analysis. *J Atten Disord.* 2013;17(5):374–83.
 45. Maurizio S, Liechti MD, Heinrich H, Jäncke L, Steinhausen HC, Walitza S, et al. Comparing tomographic EEG neurofeedback and EMG biofeedback in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychol.* 2014 Jan;95(1):31–44.
 46. Clarke AR, Barry RJ, Dupuy FE, Heckel LD, McCarthy R, Selikowitz M, et al. Behavioural differences between EEG-defined subgroups of children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Clin Neurophysiol.* 2011 Jul;122(7):1333–41.
 47. Poil SS, Bollmann S, Ghisleni C, O’Gorman RL, Klaver P, Ball J, et al. Age dependent electroencephalographic changes in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Clin Neurophysiol.* 2014;125(8):1626–38.
 48. Beres KA, Kaufman AS, Perlman MD. Assessment of Child Intelligence. *Handbook of Psychological Assessment.* Woodhead Publishing Limited; 2000. 65–96 p.
 49. Flanagan DP, McGrew KS, Ortiz SO. The Wechsler intelligence scales and Gf-Gc theory: A contemporary approach to interpretation. *Allyn&Bacon;* 2000. 1–84 p.
 50. Kezer F, Arik RS. An Examination and Comparison of the Revisions of the Wechsler Intelligence Scale for Children. *Procedia - Soc Behav Sci.* 2012;46:2104–10.
 51. Keith, T. Z., Fine, J. G., Taub, G. E., Reynolds, M. R., & Kranzler JH. Higher order, multisample, confirmatory factor analysis of the Wechsler Intelligence Scale for Children--Fourth Edition: What does it measure? *School Psych Rev.* 2006;35(1):108–27.
 52. Shaw, S. E., Swerdlik, M. E., & Laurent J. Review of the WISC-III [WISC-III

Monograph]. *J Psychoeduc Assess*. 1993;151–60.

53. Kaufman AS, Flanagan DP, Alfonso VC, Mascolo JT. Test Review: Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition (WISC-IV). *J Psychoeduc Assess*. 2006;24(3):278–95.
54. Flanagan, D. P., & Kaufman AS. *Essentials of WISC-IV assessment*. John Wiley & Sons.; 2009.
55. Kaufman AS. *Intelligent testing with the WISC-R. Vol. 1, Personality and Individual Differences*. John Wiley & Sons; 1979.
56. Colom R. Intelligence Assessment. In: *Encyclopedia of Applied Psychology, Three-Volume Set*. 2004. p. 307–14.
57. Saklofske DH, Weiss LG, Breau K, Beal AL. WISC-V and the Evolving Role of Intelligence Testing in the Assessment of Learning Disabilities. In: *WISC-V Assessment and Interpretation*. Elsevier; 2016. p. 237–68.
58. Reitan RM. Certain differential effects of left and right cerebral lesions in human adults. *J Comp Physiol Psychol*. 1955;48(6):474–7.
59. Matarazzo JD. *Wechsler's measurement and appraisal of adult intelligence (5th and enlarged ed.)*. New York: Oxford University Press; 1972.
60. Pliszka S. Practice parameter for the assessment and treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2007 Jul;46(7):894–921.
61. Mayes SD, Calhoun SL. WISC-IV and WISC-III profiles in children with ADHD. *J Atten Disord*. 2006;9(3):486–93.
62. Mayes SD, Calhoun SL, Crowell EW. Learning disabilities and ADHD: Overlapping spectrum disorders. *J Learn Disabil*. 2000;33(5):417–24.
63. Gomez R, Vance A, Watson SD. Structure of the Wechsler intelligence scale for children - Fourth edition in a group of children with ADHD. *Front Psychol*. 2016;7(MAY):1–11.
64. Kim Y, Koh MK, Park KJ, Lee HJ, Yu GE, Kim HW. Wisc-iv intellectual profiles in korean children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry Investig*. 2020;17(5):444–51.
65. Frazier TW, Demaree HA, Youngstrom EA. Meta-analysis of intellectual and neuropsychological test performance in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology*. 2004;18(3):543–55.
66. Frank G. *The Psychometric Development of the Wechsler Scale*. Wechsler Enterp. 1983;5–29.

67. Çelik, Cihat; Yiğit, İbrahim; Erden G. Wechsler Çocuklar İçin Zeka Ölçeği Geliştirilmiş Formunun Doğrulayıcı Faktör Analizi : Normal Zihinsel Gelişim Gösteren Çocukların Oluşturduğu Bir Örneklem. Turkish Psychol Artic. 2015;18(35):21–9.
68. Kropotov J. Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy. Elsevier Inc.; 2009.
69. Evans, R. James and Abarbanel A. Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback. Academic P. 1999.
70. Thatcher RW, Krause PJ, Hrybyk M. Cortico-cortical associations and EEG coherence: A two-compartmental model. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1986 Aug 1;64(2):123–43.
71. Uluslararası 10-20 Elektrot Yerleştirme Sistemi. <https://neupsykey.com/epilepsy-5/> Erişim tarihi: 26.09.2022
72. Coben R, Evans RJ. Neurofeedback And Neuromodulation Techniques And Applications. Elsevier Inc.; 2011.
73. Sitaram R, Ros T, Stoeckel L, Haller S, Scharnowski F, Lewis-Peacock J, et al. Closed-loop brain training: The science of neurofeedback. Vol. 18, Nature Reviews Neuroscience. 2017. p. 86–100.
74. Kropotov JD. Neurofeedback. In: Functional Neuromarkers for Psychiatry. Elsevier Inc.; 2016. p. 247–66.
75. Bazzana F, Finzi S, Di Fini G, Veglia F. Infra-Low Frequency Neurofeedback: A Systematic Mixed Studies Review. Front Hum Neurosci. 2022;16:920659.
76. Arns M, Heinrich H, Strehl U. Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. Biol Psychol. 2014 Jan;95(1):108–15.
77. Grin-Yatsenko VA, Othmer S, Ponomarev VA, Evdokimov SA, Konoplev YY, Kropotov JD. Infra-low frequency neurofeedback in depression: Three case studies. NeuroRegulation. 2018;5(1):30–42.
78. Siegfried and Sue Othmer. Toward a Theory of Infra-Low Frequency Neurofeedback. In: Kirk HW, editor. Restoring the Brain: Neurofeedback as an Integrative Approach to Health. Taylor and Francis.; 2020. p. 56–79.
79. Othmer S, Othmer SF, Kaiser DA, Putman J. Endogenous neuromodulation at infralow frequencies. Semin Pediatr Neurol. 2013 Dec;20(4):246–57.
80. Othmer S, Othmer S. Infra-Low-Frequency Neurofeedback for Optimum Performance. Biofeedback. 2016;44(2):81–9.
81. Ingvaldsen SH. QEEG and Infra-Low Frequency Neurofeedback Training in Fibromyalgia : A Pilot Study. Norwegian University of Science and Technology;

- 2019.
82. Othmer S. History of Neurofeedback. In: Kirk HW, editor. *Restoring the Brain: Neurofeedback as an Integrative Approach to Health*. Taylor and Francis.; 2020. p. 23–55.
 83. Buckner RL, Andrews-Hanna JR, Schacter DL. The brain's default network: Anatomy, function, and relevance to disease. *Ann N Y Acad Sci*. 2008;1124:1–38.
 84. Susan Othmer. *Protocol Guide for Neurofeedback Clinicians*. 2008.
 85. Vance, D. E., Roberson, A. J., McGuinness, T. M., & Fazeli PL. How neuroplasticity and cognitive reserve protect cognitive functioning. *J Psychosoc Nurs Ment Health Serv*. 2010;48(4):23–30.
 86. Zatorre RJ. Predispositions and plasticity in music and speech learning: Neural correlates and implications. *Science* (80-). 2013;342(6158):585–9.
 87. Ganguly K, Poo M ming. Activity-dependent neural plasticity from bench to bedside. *Neuron*. 2013 Oct 30;80(3):729–41.
 88. Ros T, Munneke MAM, Ruge D, Gruzelier JH, Rothwell JC. Endogenous control of waking brain rhythms induces neuroplasticity in humans. *Eur J Neurosci*. 2010;31(4):770–8.
 89. Heim C, Binder EB. Current research trends in early life stress and depression: Review of human studies on sensitive periods, gene-environment interactions, and epigenetics. *Exp Neurol*. 2012 Jan;233(1):102–11.
 90. Sonuga-Barke EJS, Halperin JM. Developmental phenotypes and causal pathways in attention deficit hyperactivity disorder: Potential targets for early intervention? *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip*. 2010;51(4):368–89.
 91. Landes JK. *The effectiveness of EEG neurofeedback for executive functions (inhibition and updating of working memory) in children with neurodevelopmental disorders*. Murdoch University; 2020.
 92. Gevensleben H, Albrecht B, Lütcke H, Auer T, Dewiputri WI, Schweizer R, et al. Neurofeedback of slow cortical potentials: Neural mechanisms and feasibility of a placebo-controlled design in healthy adults. *Front Hum Neurosci*. 2014;8(DEC):1–13.
 93. John Hasslinger. *Neurofeedback and Working Memory Training for Children and Adolescents With ADHD*. Karolinska Institutet; 2022.
 94. Davelaar EJ. The multi-stage theory of neurofeedback learning: a framework for understanding mechanisms. In: *Current Research in Neuroadaptive Technology*. Elsevier Inc.; 2022. p. 43–57.
 95. Schmorrow DD, Eds CMF, Goebel R. *Augmented Cognition. Theoretical and*

Technological Approaches - 14th International Conference, AC 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19-24, 2020, Proceedings, Part I. In 2020. p. 118–28.

96. Davelaar EJ. Mechanisms of Neurofeedback: A Computation-theoretic Approach. *Neuroscience*. 2018;378:175–88.
97. Buckholz JW, Meyer-Lindenberg A. Psychopathology and the Human Connectome: Toward a Transdiagnostic Model of Risk For Mental Illness. *Neuron*. 2012 Jun 21;74(6):990–1004.
98. Hughes JR, John ER. Conventional and quantitative electroencephalography in psychiatry. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 1999;11(2):190–208.
99. Thomas Insel, Bruce Cuthbert, Marjorie Garvey, Robert Heinssen, Daniel S. Pine, Kevin Quinn, et al. Research Domain Criteria (RDoC): Toward a New Classification Framework for Research on Mental Disorders. *Am J Psychiatry*. 2010;167(7):748–51.
100. Arns M, De Ridder S, Strehl U, Breteler M, Coenen A. Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: The effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: A meta-analysis. *Clin EEG Neurosci*. 2009;40(3):180–9.
101. Schoenberg PLA, David AS. Biofeedback for psychiatric disorders: A systematic review. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2014;39(2):109–35.
102. Micoulaud-Franchi JA, McGonigal A, Lopez R, Daudet C, Kotwas I, Bartolomei F. Electroencephalographic neurofeedback: Level of evidence in mental and brain disorders and suggestions for good clinical practice. *Neurophysiol Clin*. 2015 Dec 1;45(6):423–33.
103. Sonuga-Barke EJ, Brandeis D, Cortese S, Daley D, Ferrin M, Holtmann M, et al. Nonpharmacological interventions for ADHD: Systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of dietary and psychological treatments. *Am J Psychiatry*. 2013;170(3):275–89.
104. Tan G, Thornby J, Hammond DC, Strehl U, Canady B, Arnemann K, et al. Meta-analysis of EEG biofeedback in treating epilepsy. *Clin EEG Neurosci*. 2009;40(3):173–9.
105. Holtmann M, Steiner S, Hohmann S, Poustka L, Banaschewski T, Bölte S. Neurofeedback in autism spectrum disorders. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(11):986–93.
106. Hammond DC. Neurofeedback with anxiety and affective disorders. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*. 2005 Jan 1;14(1):105–23.
107. Omejc N, Rojc B, Battaglini PP, Marusic U. Review of the therapeutic neurofeedback method using electroencephalography: EEG neurofeedback. *Bosn J Basic Med Sci*. 2019;19(3):213–20.

108. Reiner M, Rozengurt R, Barnea A. Better than sleep: Theta neurofeedback training accelerates memory consolidation. *Biol Psychol.* 2014 Jan;95(1):45–53.
109. Zoefel B, Huster RJ, Herrmann CS. Neurofeedback training of the upper alpha frequency band in EEG improves cognitive performance. *Neuroimage.* 2011 Jan 15;54(2):1427–31.
110. Dehghani-Arani F, Rostami R, Nadali H. Neurofeedback training for opiate addiction: Improvement of mental health and craving. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2013;38(2):133–41.
111. Escolano C, Navarro-Gil M, Garcia-Campayo J, Minguez J. The Effects of a Single Session of Upper Alpha Neurofeedback for Cognitive Enhancement: A Sham-Controlled Study. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2014;39(3–4):227–36.
112. Vernon DJ. Can Neurofeedback Training Enhance Performance? An Evaluation of the Evidence with Implications for Future Research. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2005;30(4).
113. Gruzelier JH. EEG-neurofeedback for optimising performance. I: A review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014;44:124–41.
114. Ros T, Moseley MJ, Bloom PA, Benjamin L, Parkinson LA, Gruzelier JH. Optimizing microsurgical skills with EEG neurofeedback. *BMC Neurosci.* 2009;10(87):1–10.
115. Cheng MY, Huang CJ, Chang YK, Koester D, Schack T, Hung TM. Sensorimotor rhythm neurofeedback enhances golf putting performance. *J Sport Exerc Psychol.* 2015;37(6):626–36.
116. Gruzelier JH. EEG-neurofeedback for optimising performance. II: Creativity, the performing arts and ecological validity. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014;44:142–58.
117. Marzbani H, Marateb HR, Mansourian M. Methodological note: Neurofeedback: A comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic Clin Neurosci.* 2016;7(2):143–58.
118. Begemann MJH, Florisse EJR, Van Lutterveld R, Kooyman M, Sommer IE. Efficacy of EEG neurofeedback in psychiatry: A comprehensive overview and meta-analysis. *Transl Brain Rhythm.* 2016;1(1):19–29.
119. Niv S. Clinical efficacy and potential mechanisms of neurofeedback. *Pers Individ Dif.* 2013;54(6):676–86.
120. Savaşır, I., ve Şahin N. Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeğinin Türk kültürüne uyarlanması ve standardizasyonu. 1995;(Proje no: TAG-385).
121. Dustman RE, Shearer DE, Emmerson RY. Life-span changes in EEG spectral amplitude, amplitude variability and mean frequency. *Clin Neurophysiol.* 1999 Aug

1;110(8):1399–409.

122. Ogrim G, Kropotov J, Brunner JF, Candrian G, Sandvik L, Hestad KA. Predicting the clinical outcome of stimulant medication in pediatric attention-deficit/hyperactivity disorder: Data from quantitative electroencephalography, event-related potentials, and a go/no-go test. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2014;10:231–42.
123. Janssen TWP, Bink M, Geladé K, Van Mourik R, Maras A, Oosterlaan J. A randomized controlled trial into the effects of neurofeedback, methylphenidate, and physical activity on EEG power spectra in children with ADHD. *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip*. 2016;57(5):633–44.
124. Ghuman JK, Ghuman HS. Pharmacologic intervention for attention-deficit hyperactivity disorder in preschoolers: Is it justified? *Pediatr Drugs*. 2013;15(1):1–8.
125. Scott WC, Kaiser D, Othmer S, Sideroff SI. Effects of an EEG Biofeedback Protocol on a Mixed Substance Abusing Population. *Am J Drug Alcohol Abuse*. 2005;31(3):455–69.
126. Lubar JO, Lubar JF. Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting. *Biofeedback Self Regul*. 1984;9(1):1–23.
127. Logemann HNA, Lansbergen MM, Van Os TWDP, Böcker KBE, Kenemans JL. The effectiveness of EEG-feedback on attention, impulsivity and EEG: A sham feedback controlled study. *Neurosci Lett*. 2010 Jul;479(1):49–53.
128. Vernon D, Egner T, Cooper N, Compton T, Neilands C, Sheri A, et al. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *Int J Psychophysiol*. 2003;47(1):75–85.
129. Monastra VJ, Lynn S, Linden M, Lubar JF, Gruzelier J, Lavaque TJ. Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2005;30(2).
130. Strehl U, Leins U, Goth G, Klinger C, Hinterberger T, Birbaumer N. Self-regulation of slow cortical potentials: A new treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*. 2006;118(5).
131. Heinrich H, Gevensleben H, Freisleder FJ, Moll GH, Rothenberger A. Training of slow cortical potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder: Evidence for positive behavioral and neurophysiological effects. *Biol Psychiatry*. 2004 Apr 1;55(7):772–5.
132. Nolan M, Carr A. Attention deficit hyperactivity disorder. In: *What Works for Children and Adolescents?: A Critical Review of Psychological Interventions with Children, Adolescents and their Families*. 2013. p. 65–101.
133. Schneider H, Riederle J, Seuss S. Therapeutic Effect of Infra-Low-Frequency

- Neurofeedback Training on Children and Adolescents with ADHD. In: Asadpour, V., editor. Brain-Computer Interface. London: IntechOpen. 2021.
134. Grin-Yatsenko VA, Ponomarev VA, Kara O, Wandernoth B, Gregory M, Ilyukhina VA, et al. Effect of Infra-Low Frequency Neurofeedback on Infra-Slow EEG Fluctuations. In: Schwartz, M. , editor. Biofeedback. London: IntechOpen. 2018.
 135. Perchet C, Revol O, Fournieret P, Mauguière F, Garcia-Larrea L. Attention shifts and anticipatory mechanisms in hyperactive children: An ERP study using the Posner paradigm. *Biol Psychiatry*. 2001 Jul 1;50(1):44–57.
 136. Burke HR. Raven’s Progressive Matrices (1938): More on norms, reliability, and validity. *J Clin Psychol*. 1985;41(2):231–5.
 137. Kiriş N, Karakaş S. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğunun zekâ testlerinden ve ilgili diğer nöropsikolojik araçlardan yordanabilirliği. *Klin Psikiyatr Derg*. 2004;139–52.
 138. Karatekin C, Markiewicz SW, Siegel MA. A Preliminary Study Of Motor Problems In Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Percept Mot Skills*. 2003;97:1267–80.
 139. Cırık M, Sak U, Öpengin E. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Olan Çocukların Anadolu-Sak Zekâ Ölçeği Profillerinin İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilim Fakültesi Özel Eğitim Derg*. 2020;21(4):663–85.
 140. Erdoğan E. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğunda Frontal ve Parietal Bölge Disfonksiyonları. *Klin Psikiyatr*. 2002;5:145–50.
 141. Bowers TG, Risser MG, Suchanec JF, Tinker DE, Ramer JC, Domoto M. A developmental index using the Wechsler Intelligence Scale for Children: implications for the diagnosis and nature of ADHD. *J Learn Disabil*. 1992;25(3):179–85.
 142. Uluç S, Korkmaz B, Şahin Ö. Flynn Etkisi’nin Türk Örnekleminde Değerlendirilmesi: WÇZÖ-R ve WÇZÖ-IV Zeka Bölümü (ZB) Puanlarının Karşılaştırılması. *türk Psikol Derg*. 2014;29(73):60–9.
 143. DuPaul GJ. Parent and Teacher Ratings of ADHD Symptoms: Psychometric Properties in a Community-Based Sample. *J Clin Child Psychol*. 1991;20(3):245–53.
 144. Rommelse NNJ, Altink ME, Oosterlaan J, Buschgens CJM, Buitelaar J, Sergeant JA. Support for an independent familial segregation of executive and intelligence endophenotypes in ADHD families. *Psychol Med*. 2008;38(11):1595–606.
 145. Willcutt EG, Pennington BF, Boada R, Ogline JS, Tunick RA, Chhabildas NA, et al. A comparison of the cognitive deficits in reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Abnorm Psychol*. 2001;110(1):157–72.

146. Wayne Lazar J, Frank Y. Frontal Systems Dysfunction in Children With Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder and Learning Disabilities. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 1998;10:160–7.
147. Greene RW, Biederman J, Faraone S V., Ouellette CA, Penn C, Griffin SM. Toward a New Psychometric Definition of Social Disability in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1996 May 1;35(5):571–8.
148. Klorman R, Coons HW, Borgstedt AD. Effects of Methylphenidate on Adolescents With a Childhood History of Attention Deficit Disorder: I. Clinical Findings. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1987 May 1;26(3):363–7.
149. Kuperman S, Johnson B, Arndt S, Lindgren S, Wolraich M. Quantitative EEG differences in a nonclinical sample of children with ADHD and undifferentiated ADD. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1996;35(8):1009–17.
150. Seidman LJ, Biederman J, Faraone S V., Weber W, et al. Toward defining a neuropsychology of attention deficit-hyperactivity disorder: Performance of children and adolescents from a large clinically referred sample. *J Consult Clin Psychol*. 1997;65(1):150–60.
151. Erdoğan Bakar, Emel, Soysal, A. Şebnem, Kiriş, Nurcihan, Işık Taner Yasemen KS. Wechsler Çocuklar İçin Zeka Ölçeği Yeniden Gözden Geçirilmiş Formunun Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğunda Ölçtüğü Özellikler. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Derg*. 2011;18(3):155–74.
152. Evinç ŞG, Gençöz T. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Tanısı Alan Çocukların WISC-R Profillerinin, Farklı Bir Psikiyatrik Tanı Alan ve Herhangi Bir Tanısı Olmayan Çocuklarla Karşılaştırılması. *Türk Psikiyatr Derg*. 2007;18(2):109–17.
153. Horn JL. Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In: Woodcock-Johnson technical manual. 1991. p. 197–245.
154. Spearman C. “General Intelligence” objectively determined and measured. *Am J Psychol*. 1904;15(2):201–92.
155. Ehlers S, Nyden A GC ve ark. Asperger-syndrome, Autism and Attention Disorders a comparative- study of the cognitive profiles of 120 children. *J Child Psychol Psychiatr*. 1997;38(2):207–17.
156. Erdoğan-Bakar, Emel, Soysal, Şebnem, Kiriş, Nurcihan, Şahin, Aynur, Karakaş S. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğunun Değerlendirilmesinde Wechsler Çocuklar için Zeka Ölçeği Geliştirilmiş Formunun Yeri. *Klin Psikiyatr*. 2005;8:5-17.
157. Seidman LJ, Biederman J, Faraone S V., Weber W, Mennin D, Jones J. A Pilot Study of Neuropsychological Function in Girls With ADHD. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1997 Mar 1;36(3):366–73.

158. Loge D V., Staton RD, Beatty WW. Performance of Children with ADHD on Tests Sensitive to Frontal Lobe Dysfunction. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 1990 Jul 1;29(4):540–5.
159. Rucklidge JJ, Tannock R. Psychiatric, Psychosocial, and Cognitive Functioning of Female Adolescents With ADHD. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2001 May 1;40(5):530–40.
160. Seidman LJ, Faraone S V., Biederman J, Weber W, Ouellette C. Toward defining a neuropsychology of attention deficit-hyperactivity disorder: Performance of children and adolescents from a large clinically referred sample. *J Consult Clin Psychol*. 1997 Feb;65(1):150–60.
161. Biederman J, Petty CR, Fried R, Doyle AE, Spencer T, Seidman LJ, et al. Stability of executive function deficits into young adult years: A prospective longitudinal follow-up study of grown up males with ADHD. *Acta Psychiatr Scand*. 2007;116(2):129–36.
162. Faraone S V., Biederman J, Lehman BK, Spencer T, Norman D, Seidman LJ, et al. Intellectual Performance and School Failure in Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder and in Their Siblings. *J Abnorm Psychol*. 1993;102(4):616–23.
163. Kramer JH. Interpretation of Individual Subtest Scores on the WISC-III. *Psychol Assess*. 1993;5(2):193–6.
164. Nydén A, Niklasson L, Stahlberg O, Anckarsater H, Wentz E, Rastam M, et al. Adults with autism spectrum disorders and ADHD neuropsychological aspects. *Res Dev Disabil*. 2010 Nov;31(6):1659–68.
165. Hale JB, Fiorello CA, Kavanagh JA, Hoepfner JAB, Gaither RA. WISC-III Predictors of Academic Achievement for Children with Learning Disabilities: Are Global and Factor Scores Comparable? *Sch Psychol Q*. 2001;16(1):31–55.
166. Çelik C, Erden G, Özmen S, Hesapçioğlu ST. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu'nda Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği'nin İki Sürümünün Karşılaştırılması ve Okuma Becerilerinin Değerlendirilmesi. *Türk Psikiyatr Derg*. 2016;27(2):1–13.
167. Sattler JM. Clinical and forensic interviewing of children and families: Guidelines for the mental health, education, pediatric, and child maltreatment fields. Jerome M Sattler Publisher.; 1998.
168. Campbell JM, McCord DM. Measuring social competence with the Wechsler picture arrangement and comprehension subtests. *Assessment*. 1999;6(3):215–23.
169. Gardner DM, Gerdes AC. A Review of Peer Relationships and Friendships in Youth With ADHD. *J Atten Disord*. 2015;19(10):844–55.
170. Storebø OJ, Skoog M, Rasmussen PD, Winkel P, Gluud C, Pedersen J, et al.

- Attachment Competences in Children With ADHD During the Social-Skills Training and Attachment (SOSTRA) Randomized Clinical Trial. *J Atten Disord*. 2015;19(10):865–71.
171. Hannesdottir DK, Ingvarsdottir E, Bjornsson A. The OutSMARTers Program for Children With ADHD: A Pilot Study on the Effects of Social Skills, Self-Regulation, and Executive Function Training. *J Atten Disord*. 2017;21(4):353–64.
 172. Tural Hesapçioğlu S, Çelik C, Özmen S, Yiğit I. Analyzing the WISC-R in children with ADHD: The predictive value of subtests, Kaufman, and Bannatyne categories. *Turk Psikiyatr Derg*. 2016;27(1):31–40.
 173. Tasdemir OM, Ergul C. The Giftedness Profile Analysis Based on WISC-R in Ankara City Sample. *Ankara Univ Egit Bilim Fak Ozel Egit Dergisi-Ankara Univ Fac Educ Sci J Spec Educ*. 2015;16(3):271–92.
 174. Karakaş S. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Olgularındaki Zeka Puanında Dikkatin Rolü. 2013;28(72):62–82.
 175. Van Dongen-Boomsma M, Vollebregt MA, Slaats-Willemse D, Buitelaar JK. A randomized placebo-controlled trial of electroencephalographic (EEG) neurofeedback in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Psychiatry*. 2013 Aug 15;74(8):821–7.
 176. Arnold LE, Lofthouse N, Hersch S, Pan X, Hurt E, Bates B, et al. EEG Neurofeedback for ADHD: Double-Blind Sham-Controlled Randomized Pilot Feasibility Trial. *J Atten Disord*. 2013;17(5):410–9.
 177. Zuberer A, Brandeis D, Drechsler R. Are treatment effects of neurofeedback training in children with ADHD related to the successful regulation of brain activity? A review on the learning of regulation of brain activity and a contribution to the discussion on specificity. *Front Hum Neurosci*. 2015;9:135.
 178. Liechti MD, Maurizio S, Heinrich H, Jäncke L, Meier L, Steinhausen HC, et al. First clinical trial of tomographic neurofeedback in attention-deficit/hyperactivity disorder: Evaluation of voluntary cortical control. *Clin Neurophysiol*. 2012 Oct;123(10):1989–2005.
 179. Lansbergen MM, Van Dongen-Boomsma M, Buitelaar JK, Slaats-Willemse D. ADHD and EEG-neurofeedback: A double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *J Neural Transm*. 2011;118(2):275–84.
 180. Geladé K, Bink M, Janssen TWP, van Mourik R, Maras A, Oosterlaan J. An RCT into the effects of neurofeedback on neurocognitive functioning compared to stimulant medication and physical activity in children with ADHD. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2017;26(4):457–68.
 181. Kanazawa O. Reappraisal of abnormal EEG findings in children with ADHD: On the relationship between ADHD and epileptiform discharges. *Epilepsy Behav*. 2014 Dec 1;41:251–6.

182. Mazaheri A, Fassbender C, Coffey-Corina S, Hartanto TA, Schweitzer JB, Mangun GR. Differential oscillatory electroencephalogram between attention-deficit/hyperactivity disorder subtypes and typically developing adolescents. *Biol Psychiatry*. 2014 Sep 1;76(5):422–9.
183. Nuwer M. Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: Report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology*. 1997;49(1):277–92.
184. Arnold LE, Arns M, Barterian J, Bergman R, Black S, Conners CK, et al. Double-Blind Placebo-Controlled Randomized Clinical Trial of Neurofeedback for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder With 13-Month Follow-up. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2021;60(7):841–55.
185. Vollebregt MA, Van Dongen-Boomsma M, Buitelaar JK, Slaats-Willemse D. Does EEG-neurofeedback improve neurocognitive functioning in children with attention-deficit/hyperactivity disorder? A systematic review and a double-blind placebo-controlled study. *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip*. 2014;55(5):460–72.
186. Schönenberg M, Wiedemann E, Schneidt A, Scheeff J, Logemann A, Keune PM, et al. Neurofeedback, sham neurofeedback, and cognitive-behavioural group therapy in adults with attention-deficit hyperactivity disorder: a triple-blind, randomised, controlled trial. *The Lancet Psychiatry*. 2017;4(9):673–84.
187. Thibault RT, Veissière S, Olson JA, Raz A. Treating ADHD With Suggestion: Neurofeedback and Placebo Therapeutics. *J Atten Disord*. 2018;22(8):707–11.
188. Thibault RT, Raz A. Neurofeedback: the power of psychosocial therapeutics. *The Lancet Psychiatry*. 2016;3(11):e18.
189. Thibault RT, Raz A. The psychology of neurofeedback: Clinical intervention even if applied placebo. *Am Psychol*. 2017;72(7):679–88.
190. Micoulaud-Franchi JA, Fovet T. Neurofeedback: time needed for a promising non-pharmacological therapeutic method. Vol. 3, *The Lancet Psychiatry*. 2016. p. e16.
191. Landes JK, Reid CL, Arns M, Badcock NA, Ros T, Enriquez-Geppert S, et al. EEG neurofeedback for executive functions in children with neurodevelopmental challenges. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;(12).
192. Sonuga-Barke E, Brandeis D, Holtmann M, Cortese S. Computer-based Cognitive Training for ADHD. A Review of Current Evidence. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*. 2014;23(4):807–24.

EK 1: ETİK KURUL ONAYI



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI		
PROJE NO	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
KA21/246	21/97	26/05/2021

Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Fiziyojji Doktora Programı öğrencisi Rukiye Ölçüoğlu tarafından yürütülecek olan KA21/246 nolu “Dikkat eksikliği olan çocuklarda sinirsel geribildirim uygulamasına bağı davranış değişikliklerinin Wechsler Çocuklar İçin Zeka Ölçeği ile randomize tek körlü araştırılması” başlıklı araştırma projesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından incelendi ve etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.

EK 2: BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU



1993
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

**SAYIN VELİ,
LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!**

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere çocuğunuzla davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa hekiminize sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya çocuğunuzun katılıp katılmamasını sağlamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır. Araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra, kararınızı özgürce verebilmeniz ve düşünmeniz için formu imzalamadan önce hekiminiz size zaman tanıyacaktır. Kararınız ne olursa olsun, hekimleriniz çocuğunuzun tam sağlık halinin sağlanmasına ve korunmasına yönelik görevlerini bundan sonra da eksiksiz yapacaklardır. Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz taktirde formu imzalayınız.

1. ARAŞTIRMANIN ADI

Dikkat eksikliği olan çocuklarda Nöro-geribildirim Uygulamasına Bağlı Davranış Değişikliklerinin Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği ile Randomize Tek Körlü Araştırılması (Dikkat eksikliği olan çocuklarda Nöro-geribildirim Uygulamasına Bağlı Davranış Değişikliklerinin Wechsler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği kullanılarak ve rastgele seçilerek hangi grupta olduklarının bilinmeden araştırılması)

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü sayısı 128'dir.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 12 saattir.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı, çocuklardaki dikkat eksikliğinin Wechsler çocuklar için zekâ ölçeği ile sınanarak nöro-geribildirim uygulamasına bağlı oluşacak davranış değişikliklerinin Nöro-geribildirim demosu yapılacak kontrol grubu ile farklı olup olmadığının saptanmasıdır. Nöro-geribildirim her kişinin kendi EEG ritminin operant şartlanma (edimsel koşullanma) ile beyin aktivitelerinin görsel, işitsel ve dokunsal olarak

uyarılarak davranışsal gelişmelerinin yapılabildiği bir tekniktir. Kişi beyin elektirksel aktivitesinin düzenlediğinde, bişisel ve davranışsal gelişmenin de onu takip etmesi beklenmektedir.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dâhil edilebilmeniz için gereken koşullar şunlardır:

1. Çocuğunuzun 8-12 yaş aralığında olması,
2. Çocuğunuzun Özem Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezine dikkat eksikliği tanısı ile başvurmuş olması,
3. Çocuğunuzun herhangi bir ilaç kullanımı ve tanılı başka psikiyatrik bozukluğunuzun olmamasıdır.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada ilk olarak iki grup oluşturulacaktır. Çocuğunuz, çalışma ya da kontrol grubundan herhangi birinde olabilir. Bu seçim rastgele yapılacaktır. Daha sonra, iki grupta da yer alanların değişkenlerle ilgili ölçümleri nöro-geribildirim uygulama veya demosundan önce bazı testler kullanılarak toplanacaktır. Deney grubundaki gönüllülere beş ay boyunca nöro-geribildirim uygulaması yapıp, kontrol grubuna nöro-geribildirim demosu gösterilecektir. Araştırma süresi olan altı ayın sonunda gruplara ayrılmış olanlara yine aynı testler uygulanarak ölçümler tekrar elde edilecektir.

Bu araştırmada çocuğunuza uygulanacak uygulanacak tedavi ve işlemlerin ayrıntısı şu şekildedir;

Nöro-geribildirim, kişinin kendi beyin aktivitesinden seçilen ve normalde algılanamayan değişkenlerin, kişiye görsel, işitsel ve dokunsal olarak geri-bildiren ve bu sayede beyin dalgalarında istenen yönde kalıcı eğitim sağlayabilen bilgisayar destekli bir eğitim yöntemidir. Saçlı deriye yerleştirilen ve beynin elektrik aktivitesini gerçek zamanlı algılayan sensörler sayesinde toplanan bilgi bilgisayara aktarılacaktır. Yüksek teknoloji ürünü yazılımlar-ki bunlar gönüllüye bir film / oyun formatındadır- sayesinde kişi gelen ödül sinyalleri ile beyin dalgalarını doğru banda taşıması yönünde motive edilir. Kafatasına yerleştirilen sensörler sadece gelen bilgiyi toplar, vücuda ve beyne hiçbir şekilde bir iletide bulunamaz. Uygulanan metodun hiçbir aşamasında vücuda herhangi bir kimyasal uygulanması, yahut elektirksel, manyetik veya başka türlü uyarımlar verilmesi söz konusu değildir. Bu açıdan yöntem tamamen güvenilir ve yan etkisizdir.

Bu çalışmada kullanılacak, Othmer metodu geribildirim metodları arasında uluslararası kabul görmüş (FDA onaylı) en güncel ve etkili yöntemdir. Bu çalışmada ayrıca ilk seanstan önce ve son seanstan sonra gönüllü katılımcıların dikkat eksikliği ölçümünde bazı testleri cevaplamaları istenecektir, böylece seasnların etkisi karşılaştırılacaktır.

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

1. Araştırma planına ve araştıracının önerilerine uymalısınız.
2. Araştıracının verdiği test yönergelerine uymalısınız.
3. Çocuğunuz uygulama süresi boyunca önerilen dışında herhangi bir ilaç kullanmamalı veya zorunlu olarak ilaç alması durumunda mutlaka sorumlu araştıracıyı bilgilendirmelisiniz.

4. Araştırma sırasında sizi/çocuğunuzu rahatsız eden herhangi bir tıbbi durumu sorumlu araştırıcıya bildirmelisiniz.

8. ARAşTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

Araştırmamız yalnızca bilimsel amaçlı olup çocuğunuzun doğrudan yarar görmesi ya da tedavisinin seyrini değişmesi beklenmemektedir. Ancak, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar sizin çocuğunuz gibi tanı almış diğer hastaların tedavisinin planlanmasına katkı sağlayacaktır.

9. ARAşTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Araştırma kullanılacak bütün yöntemler non-invazivdir (cerrahi işlem gerektirmemektedir). Bu yüzden herhangi bir yan etki beklenmemekte olup, olası bir soruna karşı gerekli tedbirler tarafımızdan alınacaktır.

10. ARAşTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU

Araştırma nedeniyle çocuğunuzun bir zarar görmesi söz konusu olursa, tedavi için gereken masraflar Başkent Üniversitesi tarafından karşılanacaktır.

11. ARAşTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK Kİşİ

Uygulama süresince çocuğunuz, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığında Sorumlu Araştırıcıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili araştırmacıya ulaşabilirsiniz.

İstediğinizde Günüň 24 Saati Ulaşılabilecek Araştırmacının Adres ve Telefonları:

Başkent Üniversitesi Bağlıca Kampüsü, Tıp Fakóltesi

Araştırmacı: Rukiye Ölçüoğlu

Cep: 0535 XXX XX XX

12. GİDERLERİN KARşILANMASI VE ÖDEMELER

Bu araştırmaya katılmanız için veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.

13. ARAşTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesi ve Özem Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezidir.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAğI

Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında çocuğunuza veya yasal temsilcisi olan size herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen çocuğunuz ile ilgili tıbbi bilgiler özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Çocuğunuza ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa bile çocuğunuzun kimlik bilgileri verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi çocuğunuzun bilgilerine ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde çocuğunuza ait tıbbi bilgilere verilerin analizinden sonra ulaşabileceksiniz.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI

Uygulanan tedavi şemasının gereklerini çocuğunuz yerine getirmemesi, araştırma programını aksatması, araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek istenmeyen bir etkiye maruz kalması vb. nedenlerle araştırmacı sizin izniniz olmadan çocuğunuzun araştırmadan çıkarılabilir. Bu durum çocuğunuza uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Ancak çocuğunuzun araştırma dışı bırakılması durumunda da, çocuğunuz ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Araştırma kapsamında çocuğunuza başka herhangi bir tedavi uygulanmayacaktır.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız çocuğunuza uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda da, çocuğunuzla ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Uzm. Rukiye Ölçüoğlu tarafından Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı'nda ve Özem Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezinde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya çocuğumun "katılımcı" (gönüllü) olarak katılması için davet edildim. Eğer bu araştırmaya çocuğum katılırsa hekim ile aramızda kalması gereken bize ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına

inaniyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında çocuğumun kişisel bilgilerinin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çocuğumu araştırmadan çekebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için çocuğumu araştırmadan çekeceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca, çocuğumun tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle çocuğumda herhangi bir sağlık sorunun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değiliz ve katılmayabiliriz. Araştırmaya katılmamız konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun çocuğumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 5 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana/çocuğuma yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜ		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

VASİ (Varsa)		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ARAŞTIRMACI		İMZASI
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		

ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİ		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ</i>		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

