

T.C.
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı

**EGZERSİZİN DİKKAT EKSİKLİĞİ
HİPERAKTİVİTE BOZUKLUĞU TANISI
OLAN VE OLMAYAN ÇOCUK VE
ERGENLERDE NÖROPSİKOLOJİK TEST
PERFORMANSLARI ÜZERİNE AKUT
ETKİSİNİN İŞLEVSEL YAKIN KIZILÖTESİ
SPEKTROSKOPİ (FNIRS) YÖNTEMİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. İbrahim TİRYAKİ
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üy. İbrahim Selçuk EŞİN

Erzurum-2020

İÇİNDEKİLER

TABLolar DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	v
TEŞEKKÜR	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Dikkat eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu.....	3
2.1.1. Tanım	3
2.1.2. Tarihçe	3
2.1.3. Epidemiyoloji.....	5
2.1.4. Etiyoloji	6
2.1.5. Tanı ve Klinik Özellikler	9
2.2. DEHB’da Yürütücü İşlevler	14
2.3. DEHB’da Egzersizin Önemi	15
2.4. DEHB’da Laktat ilişkisi	18
2.5. FNIRS	19
2.5.1. Fnırs’ın fiziksel ilkeleri.....	20
3. AMAÇ	25
4. HİPOTEZLER	26
5. YÖNTEM ve ARAÇLAR.....	27
5.1. Araştırmanın tipi.....	27
5.2. Araştırmanın örnekleme.....	27
5.3. Değerlendirmede Kullanılan Araçlar	29
5.3.1. Ölçekler.....	29
5.3.2. FNIRS cihazı.....	30
5.3.3. Portatif laktik asit ölçüm cihazı	30
5.3.4. Bilgisayarlı ergometre.....	30

5.7. Uygulama	31
5.7.1 İstatistiksel Değerlendirme	33
6. BULGULAR.....	34
6.1. Çocuklar ve Ebeveynlerine Ait Tanımlayıcı Özellikler	34
6.2. Go/no-go davranışsal verileri ve kapiller laktat düzeyi.....	36
6.3. Dorsolateral prefrontal FNIRS analizi.....	40
7. TARTIŞMA	44
8. SONUÇ.....	54
9. KAYNAKLAR	55
10. EKLER.....	79
EK-1. Sosyodemografik Veri Formu	79
EK-2. Yenilenmiş Conners Ebeveyn Derecelendirme Ölçeği-Kısa (3-17 Yaş)...	81
EK-3. Dahili Kurul	83
EK-4. Etik Kurul	87

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Katılımcıların Sosyodemografik Özellikleri	34
Tablo 2. Egzersiz Öncesi ve Sonrası Go/No-Go Taskı Davranışsal Verileri ve Kapiller Laktat Düzeyleri	37
Tablo 3. Olgü Grubu Go/No-Go Taskı Davranışsal Verileri ve Kapiller Laktat Düzeyleri	39
Tablo 4. Kontrol Grubu Go/No-Go Taskı Davranışsal Verileri ve Kapiller Laktat Düzeyleri	40



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Olgu grubu egzersiz öncesi DLPFC fnırs haritalaması	41
Şekil 2. Olgu grubu egzersiz sonrası DLPFC fnırs haritalaması	41
Şekil 3. Kontrol grubu egzersiz öncesi DLPFC fnırs haritalaması	42
Şekil 4. Kontrol grubu egzersiz sonrası DLPFC fnırs haritalaması	42



KISALTMALAR DİZİNİ

5-HTT	: Serotonin Tranporter Enzim
ACC	: Anterior Singulat Korteks
BBB	: Kan beyin bariyeri (blood brain barrier)
BDNF	: Beyin Türevli Nörotrofik Faktör
CADÖ-YK	: Conners Aile Derecelendirme Ölçeği Yenilenmiş Kısa Form
COMT	: Katekolamin N-Metil Transferaz
DA	: Dopamin
DAT 1	: Dopamin Tranporter 1
DAWBA	: Development and Well-Being Assessment
DB	: Davranım Bozukluğu
DBH	: Dopamin Beta Hidroksilaz enzimi
DEHB	: Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu
DLPFC	: Dorsolateral Prefrontal Korteks
DRD4	: Dopamin D4 reseptör geni
DRD5	: Dopamin D5 reseptör geni
DSM	: The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı)
EEG	: Elektroensefalografi
ERP	: Olaya ilişkin potansiyel(event related potential)
fMRG	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
fNIRS	: fonksiyonel kızılötesi yakın spektroskopi
ICD	: International Clasification of Diseases(Hastalıkların Uluslararası Sınıflandırılması)
IFC	: İnferior Frontal Korteks
KOKGB	: Karşıt Olma ve Karşıt Gelme Bozukluğu
MCT	: Monokarboksilat transporter
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
NE	: Norepinefrin
NET	: Norepinefrin Tranporter
OSB	: Otizm Spektrum Bozukluğu

PET : pozitron emisyon tomografisi
SMA : Supplemanter Motor Alan



TEŞEKKÜR

Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı eğitimim süresince bilgi, beceri ve deneyimleri ile bana yol gösteren, her konuda ilgi ve anlayışını esirgemeyen, mesleki gelişimimi ufuk açıcı yaklaşımıyla içtenlikle destekleyen AD başkanımız ve tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Selçuk ESİN'e

Uzmanlık eğitimime katkıları ve tez çalışmam sırasında gösterdiği ilgi ve yardımları için, samimi ve içten tavrıyla bana her zaman destek olan Sayın Doç. Dr. Onur Burak DURSUN'a,

Uzmanlık eğitimimin ikinci yarısında bölümümüze katılan; yenilikçi ve öğretmeyi seven yapısıyla eğitimime katkıda bulunan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hicran DOĞRU'ya

Erişkin Ruh Sağlığı ve Hastalıkları rotasyonu eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, değerli hocalarım Doç. Dr. Halil Özcan, Prof.Dr. Mine ŞAHİNGÖZ, Dr. Öğr. Üyesi Serap SARI, Dr. Öğr. Üyesi Hacer Akgül CEYHUN, Dr. Öğr. Üyesi Esat Fahri AYDIN'a; çocuk Nöroloji rotasyonumda bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Hüseyin TAN'a

Asistanlığım boyunca birlikte çalışmaktan keyif aldığım arkadaşlarım Dr. Esra İBİŞ, Dr. Hakan ÖĞÜTLÜ, Dr. Hüseyin AKTAŞ, Dr. Esen DEMİRDÖĞEN, Dr. Gülsüm YİTİK, Dr. Mehmet Akif AKINCI, Dr. Elif ABANOZ, Dr. Merve DURGUNLU, Dr. Ali ÇAKIR, Dr. Mehmet Ali DONBALOĞLU, Dr. Hatice ALARSLAN, Dr. Müberra KOLAK, Dr. Halime İPEK çok değerli psikoloğumuz Munise TURAN'a güler yüzleri ile çalışma ortamımızı daha kolay kılan Kerim AYDIN, Esra LAÇİN, Göknur YILDIZ'a,

Tez çalışmama katılan bütün çocuklar ve ailelerine,

Desteklerini her zaman yanımda hissettiğim aileme çok teşekkür ederim.

Dr. İbrahim TİRYAKİ

2020

ÖZET

Egzersiz Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Tanısı Olan ve Olmayan Çocuk ve Ergenlerde Nöropsikolojik Test Performansları Üzerine Akut Etkisinin İşlevsel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (fNIRS) Yöntemiyle Değerlendirilmesi

Giriş: Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB), okul çağındaki çocukların yaklaşık % 5-8'ini etkileyen, dikkatsizlik, aşırı aktivite ve dürtüsellik ile karakterize çocukluk çağının en sık görülen nörogelişimsel bozukluklardan biridir. DEHB'nin temel semptomlarının; sürekli dikkat, çalışma belleği ve inhibitör kontrol dâhil olmak üzere yürütücü işlevlerde eksiklikler ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. DEHB üzerine fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) gibi noninvaziv fonksiyonel beyin görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı birçok araştırma bulunmaktadır. Son zamanlarda, fonksiyonel beyin aktivitesi ile ilişkili serebral hemodinamik değişiklikleri ölçen, invaziv olmayan bir optik görüntüleme tekniği sağlayan fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) giderek popüler hale gelmektedir. fNIRS aracılı yakın kızılötesi ışığın Emilimi yöntemi ile, beynin hemodinamiğinde oksijenli, deoksijenli ve toplam hemoglobin (oksi-HB, deoksi-HB ve toplam-HB) konsantrasyonlarındaki değişiklikler hesaplanabilmektedir. Bu sayede, korteks içindeki kan oksijenasyonundaki değişikliklere bağlı olarak dolaylı bir nöral aktivite ölçümü elde edilmektedir. Bu çalışma ile, DEHB tanılı erkek ergenlerde egzersizin go/no-go taskı davranışsal performans üzerine etkisinin yanı sıra egzersizin, yürütücü işlev merkezi olan dorsolateral prefrontal bölgedeki oksijenlenme üzerine etkisinin sağlıklı ergenlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında, laktat düzeyleri ile go-no go taskı davranışsal verileri ve dorsolateral prefrontal bölgedeki oksijenlenme düzeyi arasındaki ilişki incelenmiştir.

Yöntem: Çalışmamıza, 13-17 yaş aralığında Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalında Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu tanısı ile takip edilen 20 erkek ergen olgu grubu olarak, olgu grubu ile yaş açısından eşleştirilmiş herhangi bir psikopatolojisi bulunmayan sağlıklı 20 erkek ergen ise kontrol grubu olarak dahil edilmiştir.

Araştırma öncesi araştırmacı tarafından katılımcılar ve ebeveynleri çalışma hakkında detaylı bilgilendirilerek aydınlatılmış onamları alınmıştır. Araştırmacı tarafından katılımcılar ve ebeveynlerine yapılandırılmış bir psikiyatrik görüşme yöntemi olan Gelişim ve Ruhsal Sağlık Değerlendirmesi (DAWBA) uygulanmış ve çalışma kapsamında hazırlanan sosyodemografik veri formu, Conners ebeveyn derecelendirme ölçeği doldurulmuştur. Çalışmanın deneysel basamağı üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci basamakta; katılımcılara bilgisayar üzerinden go/no-go taskı uygulanmış ve eş zamanlı olarak fNIRS ölçümü gerçekleştirilmiştir. Egzersiz öncesi katılımcıların kapiller laktat ölçümü yapılmıştır. İkinci aşamada ise, akut orta dereceli aerobik 10 dakika süren ergometer bisiklet egzersizi gerçekleştirilmiştir. Egzersiz sonrası tekrar kapiller laktat ölçümü yapılmıştır. Üçüncü ve son aşamada ise, başlangıçta uygulanan go/no-go taskı tekrar uygulanmış ve eş zamanlı fNIRS ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Egzersiz öncesinde go/no-go taskı sırasında uygulanan fNIRS ölçümü sonucunda DEHB’li grupta özellikle sağ hemisfer DLPFC’de daha az oksihemoglobin düzeyi bulunmuştur. Egzersiz sonrasında ise DEHB’li grupta oksihemoglobin düzeyi kontrol grubu düzeyine ulaşmıştır. Go/no-go taskı davranışsal verileri ise olgu ve kontrol grupları arasında egzersiz öncesinde; go blok doğru sayısı, no-go blok doğru sayısı, no-go blok yanlış reaksiyon süresi, egzersiz sonrasında; no-go blok doğru sayısı, no-go blok doğru reaksiyon süresi ortalaması, no-go blok yanlış reaksiyon süresi, comission hata sayısı, omission hata sayısı ($p<0.05$) anlamlılık düzeyine ulaşmıştır. Kan kapiller laktat düzeyi ise olgu ve kontrol gruplarında egzersizle beraber yükselmiş olup gruplar arası istatistiki anlamlılık oluşmamıştır.

Sonuç: Çalışmamız; DEHB’li ergenlerde egzersizin bilişsel inhibitör kontrol üzerindeki düzeltici etkisini fNIRS aracılığıyla göstermiş olup bu etkiye laktat düzeyinin aracılık etmediği sonucuna varılmıştır. Daha büyük örneklem sayısı, farklı egzersiz tipleri ve laktat ölçümünde kullanılacak daha hassas yöntemlerle beraber yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu, Akut Egzersiz, Fnrirs, Laktat

ABSTRACT

Evaluation of the Acute Effect of Exercise on Neuropsychological Test Performance in Children and Adolescents with and without Attention Deficit Hyperactivity Disorder by Functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS)

Method

Introduction: Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is one of the most common neurodevelopmental disorders of childhood, which affects approximately 5-8% of school-age children and is characterized by inattention, overactivity and impulsivity. The main symptoms of ADHD; It has been reported to be associated with deficiencies in executive functions including sustained attention, working memory, and inhibitory control. There are many studies on ADHD using noninvasive functional neuroimaging techniques such as functional magnetic resonance imaging (fMRI) and positron emission tomography (PET). Recently, functional near infrared spectroscopy (fNIRS), which provides a non-invasive optical imaging technique that measures cerebral hemodynamic changes associated with functional brain activity, is becoming increasingly popular. With the fNIRS-mediated near infrared light absorption method, changes in oxygenated, deoxygenated and total hemoglobin (oxy-HB, deoxy-HB and total-HB) concentrations in the hemodynamics of the brain can be calculated. In this way, an indirect measurement of neural activity is obtained due to changes in blood oxygenation in the cortex. In this study, it was aimed to compare the effect of exercise on go / no-go task behavioral performance in male adolescents diagnosed with ADHD, as well as the effect of exercise on oxygenation in the dorsolateral prefrontal region, which is the executive function center, with healthy adolescents. In addition, the relationship between lactate levels and go-no go task behavioral data and oxygenation level in the dorsolateral prefrontal region was investigated.

Method: In our study, 20 male adolescents between the ages of 13-17 who were followed up with the diagnosis of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in the Department of Child and Adolescent Psychiatry, Atatürk University Faculty of Medicine, 20 healthy males age-matched who did not have any psychopathology adolescents were included as the control group. Before the study, the participants and

their parents were informed in detail about the study and informed consent was obtained by the researcher. Developmental and Mental Health Assessment (DAWBA), a structured psychiatric interview method, was applied to the participants and their parents by the researcher, and the sociodemographic data form prepared within the scope of the study and the Conners parental rating scale were completed. The experimental step of the study was carried out in three stages. In the first step; Go / no-go task was applied to the participants on the computer and fNIRS measurement was performed simultaneously. Before the exercise, capillary lactate measurement of the participants was made. In the second stage, an acute moderate aerobic 10-minute ergometer cycling exercise was performed. Capillary lactate was measured again after exercise. In the third and final stage, the initial go / no-go task was applied again and simultaneous fNIRS measurement was performed.

Results: As a result of the fNIRS measurement applied during go/no-go task before exercise, less oxyhemoglobin level was found in the ADHD group, especially in the right hemisphere DLPFC. After exercise, oxyhemoglobin level in the ADHD group reached the level of the control group. Go/no-go task behavioral data between the case and control groups before exercise; go block correct number, no-go block correct number, no-go block incorrect reaction time, after exercise; No-go block correct number, no-go block correct reaction time average, no-go block incorrect reaction time, commission error number, omission error number ($p < 0.05$) reached significance level. Blood capillary lactate level increased with exercise in the case and control groups, and there was no statistical significance between the groups.

Conclusion: Our work; It showed the corrective effect of exercise on cognitive inhibitory control through fNIRS in adolescents with ADHD, and it was concluded that this effect was not mediated by lactate level. There is a need for new studies with larger sample sizes, different exercise types, and more precise methods to be used in lactate measurement.

Key Words: Attention Deficit Hyperactivity Disorder, Acute Exercise, fNIRS, Lactate

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB), çocukluk çağında başlayan ve hiperaktivite, dürtüsellik ve/veya dikkatsizlik belirtileri gösteren bir bozukluktur. Semptomlar bilişsel, akademik, davranışsal, duygusal ve sosyal işlevselliği olumsuz etkilemektedir. DEHB'nin; Dikkatsizlik baskın sunum, Hiperaktif-Dürtüsel baskın sunum ve Kombine (dikkatsiz ve hiperaktif-dürtüsel) sunum olmak üzere üç farklı sunumu bulunmaktadır. Belirtiler, 12 yaşından önce başlar ve bu belirtiler son 6 ay boyunca çocuğun gelişim düzeyi ile uyumlu olmayan bir seviyede gelişme gösterir (1). Yakın zamanda yapılan bir metaanaliz çalışmasında, 18 yaş altında DEHB yaygınlığı %7.2 olarak saptanmıştır (2). Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise %12.7 olarak gösterilmiştir (3). Erkeklerde bu bozukluğun görülme sıklığı kızlardan 3 ila 7 kat daha fazladır (4).

Bilimsel yazında, bu bozukluğun %60 ila %80 oranında ergenlik ve erişkinlikte devam edebildiği, sonuçta eğitim/mesleki zorluklar, bozuk sosyal ilişkiler, anksiyete ve depresyon gibi psikiyatrik bozukluklar, saldırganlık, suç davranışında bulunma ve madde bağımlılığı ile sonuçlanabileceği belirtilmektedir (5). Çalışmalar, DEHB tanılı çocukların bilişsel performansta, özellikle yürütücü işlevlerde sıklıkla sorun yaşadıklarını göstermektedir. Yürütücü işlevler; yeni ve/veya zor görevleri yerine getirmek için gereken tüm karmaşık bilişsel süreçleri içermektedir. Yürütücü işlevler özellikle prefrontal korteks (PFC) fonksiyonuna bağlı olarak gerçekleşmektedir (6). Dorsolateral prefrontal korteksin (DLPFC) motor yanıtı, bilişsel ve duygusal tepkileri diğer beyin bölgeleriyle kapsamlı bağlantılar yoluyla düzenlediği düşünülmektedir (7).

DEHB tanılı çocuklarda yapılan deneysel çalışmalar, orta yoğunlukta aerobik egzersizi takiben sürekli olarak inhibitör kontrolde iyileşmeler gösterilmiştir, oysa diğer yürütücü işlevler için etkisinin heterojen olduğu belirtilmektedir (8).

Akut egzersizin, uyarıcı ilaçlarla benzer etkiye neden olabileceği belirtilmektedir. Örneğin, sıçanlarda akut egzersiz sonrası, striatumda dopamini ve frontal kortekste norepinefrini artırdığı saptanmıştır (9-11).

Go/No-Go görevi, bireylerin prepotent (baskın) yanıtları engellemelerini gerektiren bir davranışsal tekniktir. Yapılan bir çalışmada, DEHB tanılı çocukların

NoGo bloğu sırasında prefrontal korteks üzerinde [HbO]'da sağlıklı kontrollere kıyasla daha zayıf bir artış saptanmış, bu durum DEHB tanılı çocukların prefrontal korteksi aktive etmede güçlük yaşadığı çıkarımına neden olmuştur (12).

Bu çalışma ile, DEHB tanılı erkek ergenlerde egzersizin go-no go taskı davranışsal performans üzerine etkisinin yanı sıra egzersizin yürütücü işlev merkezi olan dorsolateral prefrontal bölgedeki oksijenlenme üzerine etkisinin sağlıklı ergenlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında, laktat düzeyleri ile go-no go taskı davranışsal verileri ve dorsolateral prefrontal bölgedeki oksijenlenme düzeyi arasındaki ilişki incelenecektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dikkat eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu

2.1.1. Tanım

Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB); belirtilerin dikkatsizlik, hiperaktivite ve dürtüsellik olarak izlendiği ve bu belirtilerin benzer yaş ve gelişim düzeyindeki akranlarına kıyasla daha sık ve şiddetli yaşandığı klinik durum olarak tanımlanmaktadır (1).

Dikkat eksikliği belirtileri arasında; odaklanma problemi veya dikkat süresinin kısa oluşu, detaylara dikkat etmekte zorluk, çok fazla dikkatsizlik hatası yapmak, başladıkları etkinlikleri bitirmekte zorlanmak, üzerinde ciddi şekilde düşünülmesi gereken/zorlayıcı etkinliklerden kaçınmak, eşyalarını kaybetme, unutkanlık gibi belirtileri yer alırken; Hiperaktivite-Dürtüsellik belirtileri arasında; sürekli kıpır kıpır olma, yerinde duramama, elleri ve ayakları ile oynama, hareket etme isteği, uzun süre aynı yerde oturamama, koşturma, her yere tırmanma, sessiz bir şekilde etkinlik sürdürememe, çok konuşma, acelecilik, bekleyememe, düşünmeden konuşma, sorulara düşünmeden cevap verme, sık sık başkalarının sözünü kesme, başkalarının işlerine karışma gibi belirtiler yer almaktadır (13).

2.1.2. Tarihçe

“Dikkat Eksikliği” terimi ilk kez Rusya çaricesi büyük Katerina’nın doktoru Melchior Adam Weikard tarafından dile getirilmiştir. Dr. Weikard, 1770 yılında kaleme aldığı kitabında bölümlerden birini “dikkat eksikliği” konusuna ayırmıştır. Sonrasında İskoçyalı hekim Crichton, 1790 yılında küçük çocuklarda dikkat sorunlarını dile getirmiştir. 1845 yılında Doktor Hoffman, epilepsisi olan bir çocukta aşırı hareketliliği ifade etmiştir. Literatüre bakıldığında DEHB’in bilimsel olarak ilk kez George Still adlı bir İngiliz doktor tarafından 1902’de tanımlandığı görülmektedir. Still, bu çocukların aşırı hareketli, dürtüsel, dikkatsiz ve duygudurum belirtilerinin olduğunu, bazı fiziksel belirtilerinin ve öğrenme güçlüklerinin bulunduğunu belirtmiştir. Dr Still, tanımlanan bulgulara sahip bu çocuklar için “ahlaki kurallara uymada güçlük yaşama” (Defect of Moral Control) ifadesini kullanmıştır (14).

1. Dünya Savaşı sonrasında ortaya çıkan letarjik ensefalit epidemisi sonrasında ensefalit geçirip hayatta kalabilen çocuklarda, hastalıktan sonra gelişen aşırı hareketlilik, dürtüsellik, antisosyal davranışlar ve duygusal değişkenlik gibi Davranım Bozukluğu (DB) tanısı ile de uyumlu belirtiler göze çarpmıştır. Still'in tanımladığı tabloya benzerliği olan bu durumu Kahn ve Cohen 1934'te 'organik' olarak tanımlamışlar ve klinik tablonun beyin sapındaki hasardan kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. 1947 yılında Strauss ve Lehtren, hiperaktivitenin, düşük engellenme eşiğinin ve dürtüsellüğün beyin hasarı sonucunda oluşan belirtiler olabileceğini savunmuşlardır. O dönemde, beyin hasarı ile eş anlamlı olmak üzere, algısal güçlükler ve davranış problemleri bütününe "Minimal Beyin Hasarı Sendromu" (Minimal Brain Damage Syndrome) ya da "Strauss sendromu" denilmeye başlanmıştır (15).

İlk defa 1965'de Hastalıkların Uluslararası Sınıflandırılması (ICD-9) ve 1968'de Amerikan Psikiyatri Birliği'nin Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı'nın ikinci baskısı (DSM-II) ile DEHB için bilimsel sınıflandırma çabaları başlamış ve bozukluğun adı "Çocukluk Çağının Hiperkinetik Sendromu" olarak tanımlanmıştır. "Davranım Bozukluğu" ile birliktelik göstermesi halinde ise "Hiperkinetik Davranım Bozukluğu" tanımı kullanılmıştır (16, 17).

DSM-III ile birlikte DEHB, "Dikkat Eksikliği Bozukluğu" şeklinde isimlendirilmeye başlanmıştır. DSM-III'te temel belirtiler, DSM-II'de olduğu gibi aşırı hareketlilik, dikkat süresinde kısalık ve uyarılma eşiğinin düşük oluşu olarak kabul edilmeye devam edilmiştir. DSM-III'te DEHB "Hiperaktivitenin Eşlik Ettiği Dikkat Eksikliği" ve "Hiperaktivitenin Eşlik Etmediği Dikkat Eksikliği" olarak iki alt gruba ayrılmıştır. DSM-III'te DEHB ana belirtileri; "dikkat eksikliği", "dürtüsellik" ve "hiperaktivite" olarak belirlenmiştir. DEHB ilk defa DSM-III-R'de "Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu" şeklinde isimlendirilmeye başlanmıştır. Tanı ölçütlerinde yapılan değişiklikler ise; tanı ölçüt sayısı 14'e çıkarılması, tanı için en az 8 belirtinin varlığı, bulguların 7 yaşından önce başlaması ile en az 2 farklı ortamda olması gerektiği idi (18).

DEHB, DSM-IV'de "Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu" olarak adlandırılmaya devam edilmiş, tanı ölçüt sayısı 18'e çıkarılmış ve en az 6 kriterin varlığı şartı getirilmiştir. DEHB'nin Dikkatsizliğin önde geldiği alt tip,

Hiperaktivitenin önde geldiği alt tip ve Bileşik alt tip olmak üzere üç alt tip tanımlanmıştır. DSM-IV'te yapılan revizyon sonrasında DEHB ilk kez 'Bebeklik, çocukluk ya da ergenlik döneminde tanısı konulan bozukluklar' başlığı altında ele alınmıştır (19).

DSM-V ile beraber DEHB 'Nörogelişimsel bozukluklar' başlığı altında sınıflandırılmaya başlanmış ve bazı radikal değişiklikler yapılmıştır. Örneğin semptomların sebep olduğu işlevsellikteki bozulmanın günlük hayatta kendini nasıl gösterdiği örnekler ile açıklanmıştır. DSM-IV'te var olan belirtilerin başlangıç yaşının 7 yaş öncesi yerine 12 yaş öncesi olarak değiştirilmiştir. DSM-IV'te var olan belirtilerin yaygın gelişimsel bozukluk sırasında ortaya çıkmadığı vurgusu kaldırılmış ve mental bozuklukla daha iyi açıklanamaz sözüne yer verilmemiştir. Ayrıca, alt 'tip' kavramı yerine alt 'görünüm' kavramı getirilmiştir (1).

DEHB gerek ICD -9'da gerekse ICD-10'da "Hiperkinetik Bozukluk" olarak adlandırılmıştır. ICD -10'da, DSM- IV'ten farklı olarak belirtilerin 7 yaş yerine 5 yaşından önce başlaması gerektiği, sıklıkla motor ve dil gelişiminin gecikmesinin eşlik ettiği bildirilmiştir (20).

2.1.3. Epidemiyoloji

Dünya genelinde yapılan araştırmalarda %1 ile %20 arasında değişen çok farklı yüzdelere bildirilmiştir. Bu duruma sebep olarak, çalışmalarda kullanılan metodların farklı olması gösterilmektedir (4). Son yıllarda yapılan iki ayrı metaanaliz çalışmasında, dünyadaki ortalama DEHB yaygınlığı %5.29-7.1 olduğu saptanmıştır (4, 21, 22). Ülkemizde yapılan çalışmalarda da dünyadakilere benzer yüzde aralıkları söz konusudur (23). Ercan ve ark. tarafından 1500 ilkokul öğrencisi üzerinde yapılan bir araştırmada öğrenciler 4 yıl boyunca takip edilmiştir. DEHB sıklığının ilk yılda %13.38, ikinci yıl için %12.53, üçüncü yıl için %12.22, dördüncü yıl için %12.91 olarak belirlenmiş; ortalama sıklık değerlendirilmesi sonucunda ise %12,7 tespit edilmiştir (24).

Bilimsel yazında, DEHB'nin erkeklerde kızlara göre daha sık görüldüğünü gösterilmiştir. Toplum tabanlı çalışmalar erkek/kız oranının 3/1 olduğunu, klinik tabanlı çalışmalar ise bu oranın 9/1'e kadar arttığını göstermiştir (22, 25).

Yapılan araştırmaların çoğunda DEHB alt görünümleri arasında dikkat eksikliği baskın görünümün daha sık görüldüğü; dikkat eksikliği baskın görünümü

sırasıyla bileşik görünüm ve hiperaktivite-impulsivite baskın görünümün takip ettiği saptanmıştır. Erkeklerde her 3 alt tipin kızlara oranla daha sık görüldüğü belirlenmiştir (25). DEHB epidemiyolojisi hakkında yapılan bir meta analiz çalışmasında; hiperaktivite-impulsivite baskın görünüm sıklığının okul öncesi dönem sonrasında azaldığı, dikkat eksikliği baskın görünüm sıklığının arttığı ve alt görünümler arasında birbirine geçiş olabileceği bildirilmiştir (21).

2.1.4. Etiyoloji

DEHB üzerine yapılan araştırmalarda, bozukluğun birçok genetik, çevresel ve biyolojik faktörün erken gelişim sırasındaki etkileşimiyle oluşan karmaşık bir etiyolojisi olduğu belirtilmektedir.

2.1.4.1. Nörokimyasal Faktörler

DEHB nörobiyolojisi henüz tam olarak anlaşılamamakla birlikte Dopamin (DA) ve Norepinefrin (NE)'nin parçası olduğu katekolaminerjik sistemdeki işlev bozukluğunun etiopatogeneizde yer aldığına dair çalışmalar son yıllarda dikkat çekmektedir. Yürütücü işlevlerin sağlıklı bir şekilde fonksiyonunu görebilmesi için bu nörotransmitterlerin prefrontal kortekste normal seviyede olması gereklidir. Yapılan çalışmalarda, Kortikal-striatal-talamik bölgelerdeki DA seviyesindeki bozulmaların hiperaktivite, dikkat eksikliği, diskinezi, tikler ve kendine zarar verme davranışları ile ilişkili olduğu görülmüştür (26, 27). DEHB'nin etyolojisinde etkili olabileceği düşünülen diğer faktörler ise dopamin hidroksilaz ve monoaminoksidaz genleridir (27).

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar ise Glutamat üzerine odaklanmış ve DEHB tanılı bireylerde anterior singulat korteks, prefrontal korteks ve striatum'da glutamat düzeylerinin sağlıklı bireylere nazaran artmış olduğu ve psikostimulan tedavisi ile glutamat düzeylerinde azalma olduğu gösterilmiştir (28, 29).

2.1.4.2. Nörogörüntüleme

Yapılan nörogörüntüleme çalışmalarında, DEHB'li bireylerde sağlıklı bireylere kıyasla total beyin hacminin %3-5 oranında daha küçük olduğu belirlenmiştir. Saptanan hacim farklılığının total beyin hacmini ya da lokal beyin bölgelerindeki hacim farkını yansıtır olabileceği belirtilmektedir (30-33).

DEHB tanılı bireylerde hacim olarak özellikle frontal lob, serebellum, korpus kallozumun bazı bölümleri ile bazal gangliyonların küçük olduğu ve bu durumun pubertede aynen devam ettiği gösterilmiştir (15).

Diffüzyon Tensör Görüntüleme (DTG) çalışmalarında, DEHB tanılı olgularda beyaz cevher mikroyapısında atipik gelişimler gözlemlendiği ve bu durumun özellikle fronto-striatal, fronto-parietal ve fronto-serebellar döngü başta olmak üzere tüm beyinde yaygın olarak gözlemlendiği belirtilmiştir (34).

Fonksiyonel MRG (fMRI) ile yapılan çalışmalarda ise; bilişsel kontrol gerektiren görevler sırasında fronto-striatal, fronto-parietal ve frontoserebellar bölgelerde azalmış aktivasyon olduğu gösterilmiştir. Çocuk ve ergenlerle yapılan bir metaanalizde fMRI’da bilateral ventral dikkat ağında ve dorsolateral prefrontal korteks (DLPFC), inferior frontal korteks (IFC), bazal ganglia, talamus, anterior singulat korteks (ACC) ve supplemanter motor alanın (SMA) da içinde bulunduğu sağ fronto-temporo-parietal ağda aktivasyon azalması gösterilmiştir (35). Yirmi bir adet fMRI çalışmasını kapsayan başka bir metaanalizde de; benzer şekilde motor yanıt inhibisyonunda rol oynadığı bilinen sağ IFC, SMA, ACC, sol striatum ve sağ talamusta azalmış aktivasyon saptanmıştır (36).

2.1.4.3. Nörofizyoloji

DEHB tanılı bireylerde Olaya İlişkin Potansiyeller (Event Related Potential, ERP) çalışmalarında; sağlıklı kontrollere kıyasla inhibisyon eksikliği ile bağlantılı daha düşük N2 ve P3 amplitüdü saptanmış ve Metilfenidat tedavisinin parietal P3’ü bazı işlemler sırasında normalleştirdiği bildirilmiştir (37). Yapılan EEG çalışmalarında ise, DEHB teta dalgalarında artış, alfa ve beta dalgalarında azalma ile bağlantılı bulunmuştur. Psikostimülan ilaçların teta ve beta dalgalarını normalleştirdiğini ve EEG paterninde değişimin tedaviye yanıtın belirteci olabileceğini bildiren araştırmalar da bulunmaktadır (38).

2.1.4.4. Genetik Faktörler

DEHB etiolojisinde genetik faktörlerin önemine yönelik kanıtlar giderek artmaktadır. DEHB tanılı çocukların kardeşlerinde ve ebeveynlerinde DEHB görülme sıklığının, normal popülasyona göre 2-8 kat daha yüksek olduğunu bildirilmektedir (39). DEHB tanılı bir ebeveyne sahip olmak, çocukta DEHB olma

riskini %57'e kadar arttırdığı belirtilmektedir (40).

İkiz çalışmalarında; tek yumurta ikizlerinde konkordansın 0.80 seviyesinde olduğu ve biyolojik akrabalarda evlat edinen ailelere göre DEHB sıklığının çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. DEHB etiyolojisinde en çok araştırılan genler dopaminerjik: DRD4, DAT1, DRD5, COMT; noradrenerjik: DBH, ADRA2A; serotonerjik: 5-HTT, HTR1B, HTR2A; kolinerjik: CHRNA4, ve santral sinir sistemi gelişim yollarında: SNAP25, BDNF genleridir (41, 42).

DRD4 ve DAT1 başta olmak üzere dopaminerjik genlerin DEHB etiyolojisinde en fazla etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, pek çok çalışmada DEHB'nin oluşumunda tek bir genin sorumlu olamayacağı, çok sayıda küçük, ama önemli genin çevresel faktörlerle etkileşiminin süreçte etkili olduğu belirtilmektedir (35).

2.1.4.5. Psikososyal ve Çevresel Etkenler

Psikososyal etkenlerin, DEHB gelişiminde ana etken olmaktan çok, hazırlayıcı ve ortaya çıkışı kolaylaştırıcı etkileri olduğu düşünülmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, dağılmış veya kaotik aile yapısı, ebeveynde psikiyatrik rahatsızlığın olması, tek ya da ilk çocuk olma gibi unsurların DEHB tanılı bireylerde sağlıklı bireylerden daha fazla olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde, yetiştirme yurdunda yaşayan çocukların aşırı hareketli ve dikkat sürelerinin kısa olduğu gözlenmiştir; bunun uzun süren duygusal yoksunlukla ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür. Sosyoekonomik düzeyin ise DEHB gelişiminde önemli bir katkısının olmadığı belirtilmektedir (43-45).

Genç veya ileri anne yaşı, düşük anne eğitimi düzeyi, gebelikte sigara ve alkol kullanımı, geçirilmiş enfeksiyon öyküsü, annede depresyon, stres ve kaygı, düşük folik asit düzeyi, erken doğum, doğum komplikasyonları ve neonatal komplikasyonlar, düşük doğum tartısı, malnutrisyon, eser element ve poliansatüre yağ asitlerinin eksiklikleri DEHB ile ilişkili diğer çevresel risk faktörleridir (46-50). Her ne kadar boya maddeleri ve koruyucular gibi gıda katkı maddelerinin, şekerlerin ya da yüksek düzeyde kurşunun DEHB'ye neden olabileceği öne sürülse de bunlarla ilgili yeterli bilimsel kanıt henüz yoktur (51-54).

2.1.5. Tanı ve Klinik Özellikler

DEHB'nin temel özellikleri kalıcı ve sürekli dikkatsizlik örüntüsü ve/veya benzer gelişim düzeyindeki bireylere göre daha sık ve şiddetli aşırı hareketlilik-dürtüselliğin olmasıdır. Ancak baskın olan belirtilere bağlı olarak çok farklı klinik görünümlemlerle kendini gösterebilir.

DEHB tanısı klinik görüşmelere dayalı olarak konulur. Tanı değerlendirmesi çocuk ve aile ile yapılan psikiyatrik görüşmeyi, çocuğun gelişimsel ve tıbbi öyküsünün alınmasını, öğretmenden bilgi alınmasını, eşlik eden tanılarının değerlendirilmesini ve gereken durumlarda ek inceleme ve testlerin yapılmasını kapsar. Tanı için spesifik bir nöropsikolojik test veya ölçüm aracı yoktur. Ancak yarı yapılandırılmış görüşme formları ve ölçekler değerlendirmeyi sistematik hale getirerek tanıda yardımcı olarak kullanılabilir.

Tanı için DSM-V'teki dikkat eksikliği ve hiperaktivite bölümlerindeki 9 belirtiden en az 6'sının bulunması, bu belirtilerin en az iki ayrı ortamda görülmesi, kronik olarak seyretmesi, 12 yaşından önce başlaması ve işlevselliği bozacak düzeyde olması gerekmektedir.

DSM-V'e Göre DEHB tanı ölçütleri

A. Aşağıdakilerden (1) ve/ya da (2) ile belirtili, işlevselliği ya da gelişimi bozan, süregiden bir dikkatsizlik ve/ya da aşırı hareketlilik-dürtüsellik örüntüsü:

1. Dikkatsizlik: Gelişimsel düzeye göre uygun olmayan ve toplumsal ve okulla ve/veya işle ilgili etkinlikleri doğrudan olumsuz etkileyen, aşağıdaki altı (ya da daha çok) belirti en az altı aydır sürmektedir:

Not: Belirtiler, yalnızca, karşıt olmanın, karşı gelmenin, düşmancıl tutumun ya da verilen görevleri ya da yönergeleri anlayamamanın bir dışavurumu değildir. Yaşı ileri gençlerde ve erişkinlerde (17 yaşında ve daha büyük olanlarda) en az beş belirti olması gerekir.

a. Çoğu kez, ayrıntılara özen göstermez ya da okul çalışmalarında (derslerde) işte ya da etkinlikler sırasında dikkatsizce yanlışlar yapar (örn. ayrıntıları gözden geçirir ya da atlar, yaptığı iş yanlışır).

b. Çoğu kez, iş yaparken ya da oyun oynarken dikkatini sürdürmekte güçlük çeker (örn. ders dinlerken, konuşmalar ya da uzun bir okuma sırasında odaklanmakta güçlük çeker).

c. Çoğu kez, doğrudan kendisine doğru konuşulurken, dinlemiyor gibi görünür (örn. dikkatini dağıtacak açık bir dış uyaran olmasa bile, aklı başka yerde gibi görünür).

d. Çoğu kez, verilen yönergeleri izlemez ve okulda verilen görevleri, sıradan günlük işleri ya da işyeri sorumluluklarını tamamlayamaz (örn. işe başlar ancak hızlı bir biçimde odağını yitirir ve dikkati dağılır).

e. Çoğu kez, işleri ve etkinlikleri düzene koymakta güçlük çeker (örn. ardışık işleri yönetmekte güçlük çeker; kullandığı gereçleri ve kişisel eşyalarını düzenli tutmakta güçlük çeker; dağınık ve düzensiz çalışır; zaman yönetimi kötüdür; zaman sınırlamalarına uyamaz).

f. Çoğu kez, sürekli bir zihinsel çaba gerektiren işlerden kaçınır, bu tür işleri sevmez ya da bu tür işlere girmek istemez (örn. okulda verilen görevler ya da ödevler, yaşı ileri gençlerde ve erişkinlerde, rapor hazırlamak, form doldurmak, uzun yazıları gözden geçirmek).

g. Çoğu kez, işi ya da etkinlikleri için gerekli nesneleri kaybeder (örn. okul gereçleri, kalemler, kitaplar, gündelik araçlar, cüzdanlar, anahtarlar, yazılar, gözlükler, cep telefonları).

h. Çoğu kez, dış uyaranlarla dikkati kolaylıkla dağılır (yaşı ileri gençlerde ve erişkinlerde, ilgisiz düşünceleri kapsayabilir).

i. Çoğu kez, günlük etkinliklerde unuttandır (örn. sıradan günlük işleri yaparken, getir götür işlerini yaparken; yaşı ileri gençlerde ve erişkinlerde, telefonla aramalara geri dönmede, faturaları ödemedede, randevularına uymakta).

2. Aşırı hareketlilik ve dürtüsellik: Gelişimsel düzeye göre uygun olmayan ve toplumsal okulla/ işle ilgili etkinlikleri doğrudan olumsuz etkileyen, aşağıdaki altı (ya da daha çok) belirti en az altı aydır sürmektedir:

Not: Belirtiler, yalnızca, karşı olmanın, karşı gelmenin, düşmancıl tutumun ya da verilen görevleri ya da yönergeleri anlayamamanın bir dışavurumu değildir. Yaşı ileri gençlerde ve erişkinlerde (17 yaşında ve daha büyük olanlarda) en az beş belirti olması gerekir.

a. Çoğu kez, kıpırdanır ya da ellerini ya da ayaklarını vurur ya da oturduğu yerde kıvrılır.

b. Çoğu kez, oturmasının beklendiği durumlarda oturduğu yerden kalkar

(örn. sınıfta, ofiste ya da işyerinde ya da yerinde durması gereken diğer durumlarda yerinden kalkar).

c. Çoğu kez, uygunsuz ortamlarda, ortalıkta koşturur durur ya da bir yerlere tırmanır (Not: Yaşı ileri gençlerde ve erişkinlerde, kendini huzursuz hissetmekle sınırlı olabilir).

d. Çoğu kez, boş zaman etkinliklerine sessiz bir biçimde katılamaz ya da sessiz bir biçimde oyun oynayamaz.

e. Çoğu kez, ‘her an hareket halinde’dir, ‘motor takılmış’ gibi davranır (örn. restoranlar, toplantılar gibi yerlerde uzun bir süre sessiz-sakin duramaz ya da böyle durmaktan rahatsız olur; başkalarının, yerinde duramayan ya da izlemekte güçlük çekilen kişiler olarak görülürler).

f. Çoğu kez aşırı konuşur.

g. Çoğu kez, sorulan soru tamamlanmadan yanıtını yapıştırır (örn. insanların cümlelerini tamamlar; konuşma sırasında sırasını bekleyemez).

h. Çoğu kez sırasını bekleyemez (örn. kuyrukta beklerken).

i. Çoğu kez başkalarının sözünü keser ya da araya girer (örn. konuşmaların, oyunların ya da etkinliklerin arasına girer; sormadan ya da izin almadan başka insanların eşyalarını kullanmaya başlayabilir; yaşı ileri gençlerde ve erişkinlerde, başkalarının yaptığıının arasına girer ya da başkalarının yaptığıını birden kendi yapmaya başlar).

B. On iki yaşından önce birkaç dikkatsizlik ya da aşırı hareketlilik-dürtüsellik belirtisi olmuştur.

C. Birkaç dikkatsizlik ya da aşırı hareketlilik-dürtüsellik belirtisi iki ya da daha çok ortamda vardır (örn. ev, okul ya da işyeri; arkadaşları ya da akrabalarıyla; diğer etkinlikler sırasında).

D. Bu belirtilerin, toplumsal, okulla ya da işle ilgili işlevselliği bozduğuna ya da işlevselliğin niteliğini düşürdüğüne ilişkin açık kanıtlar vardır.

E. Bu belirtiler, yalnızca, şizofreni ya da psikozla giden başka bir bozukluğun gidişi sırasında ortaya çıkmamaktadır ve başka bir ruhsal bozuklukla daha iyi açıklanamaz (örn. duygudurum bozukluğu, kaygı bozukluğu, çözülme bozukluğu, kişilik bozukluğu, madde eksikliği ya da yoksunluğu).

Olup olmadığını belirtiniz:

314.01 (F90.2) Bileşik görünüm: Son altı ay içinde, hem A1 (dikkatsizlik), hem de A2 (aşırı hareketlilik/dürtüsellik) tanı ölçütleri karşılanmıştır.

314.00 (F90.0) Dikkatsizliğin baskın olduğu görünüm: Son altı ay içinde A1 (dikkatsizlik) tanı ölçütleri karşılanmıştır, ancak A2 (aşırı hareketlilik/ dürtüsellik) tanı ölçütü karşılanmamıştır.

314.01 (F90.1) Aşırı hareketliliğin / dürtüsellüğün baskın olduğu görünüm: Son altı ay içinde A2 (aşırı hareketlilik/ dürtüsellik) tanı ölçütü karşılanmıştır, ancak A1 (dikkatsizlik) tanı ölçütü karşılanmamıştır.

Varsa belirtiniz:

Tam olmayan yatışma gösteren: Daha önceden bütün tanı ölçütleri karşılanmış olmakla birlikte, son altı ay içinde bütün tanı ölçütlerinden daha azı karşılanmıştır ve belirtiler bugün için de toplumsal, okulla ya da işle ilgili işlevsellikte bozulmaya neden olmaktadır.

O sıradaki ağırlığını belirtiniz:

Ağır olmayan: Tanı koymak için gerekli belirtilerden, varsa bile, biraz daha çoğu vardır ve belirtiler toplumsal ya da işle ilgili işlevselliği çok az bozmaktan öteye gitmemiştir.

Orta derecede: Belirtiler ya da işlevsellikte bozulma ‘ağır olmayan’ la ‘ağır’ arasında orta bir yerdedir.

Ağır: Tanı koymak için gerekli belirtilerden çok daha fazlası ya da birkaçı, özellikle ağır belirtileri vardır ya da belirtiler toplumsal ya da işle ilgili işlevselliği ileri derecede bozmuştur.

DEHB'nin farklı dönemlerdeki klinik özelliklerine bakıldığında belirtilerin değişimler ve gelişmeler gösterdiği görülmektedir.

Çok erken çocukluk döneminde DEHB tanısının konulması güç olmakla birlikte, erken çocukluk döneminde görülen bazı belirtilerin DEHB öncü risk faktörleri olabileceği ileri sürülmüştür. Örneğin yapılan bir araştırmada, 1 yaşından önce erken yürüme becerisi gelişmesine dil ve sosyal gelişimin eşlik etmiyor olması, erken yürümenin bir DEHB öncü belirtisi olabileceğini iddia edilmiştir (15). Yine erken çocukluk döneminde görülen zor mizaç, uyku problemleri, beslenme sorunları (emme reddi, gıdalarda seçicilik) gibi bazı belirtilerin DEHB ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (55).

Okul öncesi dönemde ise DEHB belirtileri daha görünür hale gelmekte ve çoğu DEHB tanılı çocukta huzursuz ve gergin olma, engellenmeye karşı tolerans azlığı, aşırı hareketlilik ve dürtüsellik, sık oyun değiştirme, öfke nöbetleri sıkça görülmektedir (56). Bu yaştan itibaren bu çocuklarda hem dikkat problemleri hem de hiperaktivite net bir şekilde gözlemlenebilmekte, bununla beraber dürtüsellik nedeni ile yaralanma sık görüldüğünden bu dönemde çocukların güvenliklerini sağlamak çok önemlidir. Bu çocuklar, ebeveynleri tarafından sıklıkla aşırı hareketlilik, dürtüsellik, agresif davranışlar, öfke nöbetleri, karşı gelme davranışları, zayıf akran ilişkileri, konuşma bozuklukları gibi sorunlar nedeniyle çocuk psikiyatrisi doktoruna getirilirler (57).

DEHB'nin okul ortamındaki akademik başarı ve sosyal uyum için gerekli alanları etkilemesi nedeniyle okul çağı dönemi bozukluğun neredeyse tamamen fark edildiği ve tanındığı bir dönemdir. İlk psikiyatrik başvurularını çoğu bu dönemde olmaktadır. Sınıfta oturmakta problem, kurallara uymakta zorluk, dersi dinleyememe, ders sırasında yanındaki ile konuşma, teneffüslerde aşırı hareketlilik, sırasını bekleyememe, kurallı oyunları sürdürememe bu dönemde sıkça görülen belirtilerdir. Bu çocuklarda ders esnasında dalıp gitme, öğretmenlerin yönergelerini takip edememe, ödevlerini unutma gibi dikkat problemleri görülebilir ve bu çocuklar ödev yaparken çoğu zaman ebeveyn yardımına ihtiyaç duyar (56).

Çocuklukta DEHB tanısı almış çocukların en az %65'inin semptomlarının ergenlikte de tanı ölçütlerini karşılamaya devam ettiği bildirilmiştir (58). Hiperaktivite pek çok olguda azalmaktadır, bu bulgu ergenlerde yerini içsel huzursuzluğa bırakırken; gürültücülük, çok konuşma gibi bulgular devamlılık gösterebilmektedir. Planlama yetersizlikleri, zamanı kullanmada sıkıntılar, öncelikleri ayırt edememe gibi dikkat sorunları akademik başarılarını etkilemektedir. DEHB tanılı ergenlerde öfke patlamaları, engellemeleri tolere edememe, kuralsız araba kullanma ve trafik kazaları sıkça görülür (59). DEHB'si olmayan akranlarına göre daha fazla antisosyal davranışlar, suç işleme ve madde kullanma davranışı gösterebilirler (60). Ayrıca riskli cinsel davranışlarda daha fazla bulunurlar (61).

DEHB daha çok çocukluk çağında görülen bir bozukluk olarak algılansa da DEHB tanılı bireylerin en az %50'sinin yetişkinlikte de bu tanıyı almaya devam ettiği bildirilmiştir (62). DEHB tanılı bireyler artan sorumluluklar ve toplumsal

talepler karşısında hayatlarını organize etme konusunda zorluklar yaşayabilirler. Unutkanlık, dalgınlık, dinleyememe, geç kalma, planlama becerisi eksikliği, işleri zamanında bitirememe gibi dikkat sorunları; içsel huzursuzluk, gerginlik, çok konuşma, toplantılarda oturamama gibi hareketlilik bulguları; düşünmeden eyleme geçme, sıra bekleyememe, sürekli ilgi arayışı, sık atıştırma, kuralları ihlal etme, sık iş ve partner değişimi gibi dürtüsellik bulguları bu dönemin özellikleri arasında sayılmaktadır (63).

2.2. DEHB’da Yürütücü İşlevler

Yürütücü işlevler genel olarak, belirli bir işlevi gerçekleştirmek için çeşitli işlemlerin koordineli bir şekilde yürütüldüğü bir fonksiyonu ifade eder (64).

Çalışmalar, DEHB tanılı çocukların bilişsel performansta, özellikle yürütücü işlevde sıklıkla açıkları olduğunu göstermektedir. Yürütücü işlev, yeni veya zor görevleri yerine getirmek için gereken tüm karmaşık bilişsel süreçleri içerir. Yürütücü işlev beyin fonksiyonuna, özellikle prefrontal kortekse (PFC) bağlıdır (6). Dorsolateral prefrontal korteksin (DLPFC), motor davranışı, bilişsel ve duygusal tepkileri diğer beyin bölgeleriyle kapsamlı bağlantılar yoluyla düzenlediği düşünülmektedir (7).

Yürütücü işlevlerden inhibisyonun; hem bilişsel hem de davranışsal bileşenler içerir. Bilişsel inhibisyon, bir görevle ilgili gereksiz bilgilerin çalışma belleğine girmesini engeller (65). Bununla birlikte, davranışsal inhibisyonda, bir kişinin bir aktiviteyi durdurma veya geciktirme yeteneği olarak tariflenir. Başka bir deyişle, bu sürecin amacı fiziksel davranışları, özellikle de istenmeyen davranışların ve reaksiyonların önlenmesini kontrol altında tutmaktır (66).

İnhibitör kontrol, yürütücü fonksiyonun temel bir bileşenidir ve kişinin dikkatini, davranışını ve düşüncelerini kontrol etme ve dış uyaranları görmezden gelme yeteneği olarak tanımlanır (67).

Barkley (68) DEHB'nin, asıl rolü sosyal etkileşimin düzenlemesi olan yürütücü işlevlerde bir açık nedeniyle ortaya çıktığını iddia etmektedir. DEHB'de yer alan ve hepsi birbiriyle ilişkili ana yürütücü işlevler; inhibitör kontrolü, çalışma belleği, bilişsel esneklik, planlama ve set kaydırmadır (69-73). Barkley (68, 69) inhibitör kontrolündeki bir açığın çalışma hafızasında, duygusal düzenlemede ve

bilişsel esneklik veya yeniden oluşturmada eksikliklere yol açtığını, daha sonra öz-düzenlemede ve dolayısıyla kendi kendini yöneten davranışların oluşmasında zorluklara yol açtığını açıklar.

DEHB tedavi yöntemleri ilaç ve ilaç dışı tedaviler olmak üzere iki gruba ayrılır. İlaç tedavilerinin iştah kaybı, uykusuzluk veya kişilik değişiklikleri gibi yan etkileri nedeniyle alternatif bir tedavi yaklaşım arayışları devam etmektedir (5). Son zamanlarda yapılan araştırmalar, fiziksel aktivitenin ve egzersizin DEHB belirtilerini yönetmede önemli bir rol oynayabileceğini düşündürmektedir (5, 74, 75). Fiziksel aktivite ve egzersizin, nörobiyolojik süreçleri uyararak yürütücü işlev üzerine faydalı etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir (76).

Willcutt ve ark. 83 çalışmanın meta-analizinde, bu çalışmalarda kullanılan testlerin, DEHB ve kontrolleri ayırmada orta derecede etkin olduklarını (effect size: 0,4-0,7) bulmuşlardır. DEHB'li bireylerin en önemli farklılığının, tepki kitleme (dur sinyali tepki süresi) ve sürdürülen dikkat alanlarında olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca meta-analizde, planlama ve çalışma belleğinin yanı sıra bilişsel esneklikte de (WKET testindeki perseverasyon puanı) düşük işleve işaret edilmiştir. Bilişsel esneklikteki düşüklüğün, planlama ve çalışma belleğindeki düşüklükten daha hafif düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmalarda, yürütücü işlevlerdeki bozukluk, hem klinik hem de toplum kaynaklı olgularda gösterilmiş, DEHB ve kontrol grupları arasındaki farkın zeka, akademik seviye ve başka bir psikiyatrik tanı ile açıklanamayacağı belirtilmiştir (77).

2.3. DEHB'da Egzersizin Önemi

Egzersizin, yaşam boyu duygudurum ve biliş üzerindeki olumlu etkisi son günlerde dikkat çekici bir konu haline gelmiştir (78). Özellikle, bol miktarda veri fiziksel aktivitenin çeşitli nörolojik hastalık riskini azaltabildiğini ve beyni yaşlanmasının zararlı etkilerinden koruyabileceği belirtilmektedir (79-81).

Bilimsel yazında, sağlıklı çocuklarda fiziksel egzersizin yürütücü işlevler üzerine olumlu bir etkiye sahip olduğunu gösteren önemli kanıtlar vardır (82, 83). DEHB tanılı çocuklarda egzersiz müdahalelerinin etkisini ele alan oldukça kısıtlı çalışma vardır. DEHB tanılı çocuklarda yapılan egzersizin etkisi üzerine yapılan çalışmalarda, fiziksel egzersizin bilişsel performansı, DEHB semptomlarını ve motor

yetenekleri olumlu yönde etkileyebileceğine dair veriler elde edilmiştir (84, 85). Benzer şekilde, erişkinlerde akut aerobik tip egzersizin etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, DEHB belirtileri üzerine olumlu etkiler gösterilmiştir. Bu çalışmada, bilişsel performansın 20 dakika veya daha fazla orta yoğunluklu aerobik egzersizden sonra arttırılabileceğini gösterilmiştir (86).

Egzersizin kişi üzerinde etkileri hakkında çeşitli hipotezler ileri sürülmüştür. Nörobiyolojik hipotezde, orta ila şiddetli bir yoğunluktaki fiziksel aktivitenin katekolamin nörotransmisyonunu, nörojenezi / anjiyogenezi ve nöroplastisiteyi indüklediği varsayılmaktadır (78). Örneğin, akut egzersiz ile sağlanan bilişsel faydanın, dopamin ve norepinefrin gibi katekolaminlerin egzersize bağlı salınımlarındaki artıştan kaynaklanıyor olabileceği iddia edilmektedir (87-89).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, yetişkinlerde akut egzersizin frontoparietal ve ventral dikkat ağı gibi yürütücü işlevler ve dikkat ile ilişkili olduğu düşünülen çeşitli büyük ölçekli ağlarda fonksiyonel bağlantıyı artırabileceği gösterilmiştir (87).

Fiziksel egzersizin, özellikle egzersiz seans süresi 10 dakikadan uzun olduğunda, genel bilişsel performans için akut faydalar sağladığı saptamıştır (86). İnsanlarda, orta yoğunlukta akut egzersizin, yürütücü işlevlerden sorumlu olan prefrontal oksijenasyonu artırdığı tespit edilmiştir (90). Orta yoğunlukta egzersize odaklanan yakın tarihli bir meta-analiz de, aerobik egzersizin (büyük kas gruplarının uzun bir süre boyunca ritmik kasılması ve gevşemesi olarak tanımlanır) sağlıklı çocuklarda inhibitör kontrol dahil olmak üzere farklı yürütücü işlevler üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (91). DEHB tanılı çocuklarda yapılan deneysel çalışmalar, orta yoğunlukta aerobik egzersizi takiben sürekli olarak inhibitör kontrolde iyileşmeler gösterilmiştir, ancak sonuçlar diğer yürütücü işlevler için heterojendir (8).

Akut egzersizin, uyarıcı ilaçlarla benzer şekilde hareket edebileceği iddia edilmektedir. Akut egzersizin sıçanlarda, striatumda dopamin ve frontal kortekste norepinefrin düzeylerini artırdığı belirtilmektedir (9-11).

Akut egzersizin biliş üzerindeki etkilerini test etmek için en sık kullanılan görevler; öncelikle reaksiyon süresine odaklanan dikkat ve algılama görevleri ve hem sözel hem de görsel çalışma belleği görevleri dahil olmak üzere prefrontal korteksin

işlevlerini değerlendiren görevlerdir. Bunlar arasında Eriksen Flanker Task, Stroop Color and Word Task, Go/No Go Task ve N-back Task yer almaktadır (92). Yapılan çalışmalarda akut egzersiz sonrası iki saate kadar en fazla fayda sağladığı alanların; dikkat, çalışma belleği, problem çözme, bilişsel esneklik, sözel akıcılık, karar verme ve inhibitör kontrol gibi yürütücü işlevlerin olduğu gösterilmiştir (86, 93).

Aerobik egzersizin işlem hızı, çalışma belleği ve yürütücü işlev gibi bilişsel işlevleri teşvik eden nörofizyolojik yolları etkilediği gösterilmiştir (86). Ayrıca, yoga gibi zihin-beden terapilerinin hafıza ve işlem hızı üzerine olumlu etkileri gösterilmiştir (94). Bilişsel işlev üzerindeki akut egzersiz etkilerini açıklayan diğer bir mekanizmanın prefrontal korteksdeki (PFC) aktivasyon değişiklikleri olduğu iddia edilmektedir (95). Dorsal lateral prefrontal korteksin (DLPFC) bilişsel kontrol ve hedefe yönelik davranıştan sorumlu olduğu düşünülmektedir. DLPFC bellek geri çağırma ve zihinsel olarak zorlu görevlere yanıt sırasında oldukça aktiftir (96, 97). Sol DLPFC, işlem hızı ve yürütücü işlev ile ilişkilendirilmiş ve akut egzersizden etkilendiği saptanmıştır (98, 99).

Egzersiz sonrası artan bilişsel işlevsellik ve konsantrasyon DLPFC'de daha fazla aktivasyon artışıyla ilişkilendirilmiş (99, 100) ve yüksek yoğunluklu egzersiz sonrasında sağlıklı yetişkinlerde yapılan bilişsel testler sırasında DLPFC aktivitesi artışı tespit edilmiştir (101). Benzer şekilde, % 50 maksimum oksijen tüketiminde (VO₂max) on dakikalık orta yoğunlukta egzersizin, yaşlı bireylerde reaksiyon süresi üzerine olumlu etkisi olduğu ve bu etki ile ilişkili olarak sol DLPFC'te aktivasyon saptanmıştır (102).

Egzersiz sırasında PFC aktivasyonunun altında yatan mekanizmaların araştırılması amacıyla, egzersizden sonra birkaç dakika boyunca beyin fonksiyonlarındaki değişim araştırılmıştır (103). Düşük ila orta şiddette egzersiz sırasında, beynin kan akışında ve oksijenasyonunda bir artış oluşmakta, bu da beynin genelinde beslenme artışına neden olabilmekte ve bilişsel testler sırasındaki olumlu değişimin altında yatan nedenin bu kanlanma artışı olabileceği iddia edilmiştir (104). Egzersiz daha yüksek yoğunluklara ulaştığında ise, kan akımının daha çok beyindeki motor fonksiyon alanlarına doğru yer değiştirdiği ve PFC'yi içeren bilişsel işleme bölgelerinde azaldığı saptanmıştır. Bu durum geçici hipofrontalite olarak adlandırılmıştır ve zihinsel görevlerdeki düşük başarı ile ilişkilendirilmiştir (105).

Bilişsel performansta egzersize bağlı hızlı artışın bir başka olası nedeni, bellek fonksiyonları üzerine olumlu etkileri olduğu iddia edilen bir nöral büyüme faktörü olan beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF)'ün artışıdır (106-108). Kısıtlı çalışmalarda yüksek yoğunluklu egzersizin de BDNF ekspresyonuna yol açtığı bildirilmiştir (101, 109).

Çalışmaların çoğunda tipik olarak 30 dakikalık bir protokol kullanılsa da, DEHB'li çocuklarda 5 ila 30 dakika arasında değişen sürelerde orta ila kuvvetli yoğunluklarda gerçekleştirilen fiziksel aktivitenin faydalı etkileri gösterilmiştir (110, 111).

Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğunun (DEHB) enerji eksikliği hipotezi, beyin astrositleri tarafından düşük laktat üretiminin bozukluğun semptomlarına neden olduğunu göstermektedir. Astrositler beyindeki ana laktat üreticileridir; ancak iskelet kasları vücuttaki en fazla laktatı üretebilmektedir. İskelet kasları tarafından laktat üretimi, kan-beyin bariyerinde (BBB) laktat taşıyıcı monokarboksilat taşıyıcı 1'in (MCT1) ekspresyonu gibi, fiziksel aktivite ile artmaktadır. DEHB'li çocukların hiperaktif olmaları nedeniyle iskelet kasları tarafından laktat üretimini artırdıklarını ve astrositlerin düşük tedarikini telafi etmek için laktatın beyne daha fazla taşındığı varsayılmaktadır (112)

2.4. DEHB'da Laktat İlişkisi

Laktat kan beyin bariyerini geçebilen, beyinde astrositler tarafından bağımsız olarak üretilen, beyin tarafından glikoza alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılan bir glikoliz yan ürünüdür. Laktat hafıza süreçlerinde ve nöronal plastisitede rol oynar (113-116). Ayrıca, beyindeki ana uyarıcı nörotransmitter olan glutamatın da öncüsüdür. Glutamat daha sonra astrositler tarafından alınır ve glutamine dönüştürülür. Akut egzersizin bir süredir periferik kanda laktat seviyelerini arttırdığı bilinmekle birlikte, pahalı ve invaziv prosedürler gerektirmesi nedeniyle, akut egzersize bağlı beyin laktat seviyelerinin doğrudan ölçülmesi pek mümkün görünmemektedir (117-120).

Son dönemdeki hayvan araştırmaları laktat ve hafıza arasındaki bağlantıya yeni bir bakış sunmaktadır (121). Suzuki ve arkadaşları, laktatın astrositlerden nöronlara transferinin uzun süreli bellek oluşumunda doğrudan rol oynadığını ortaya

koymuşlardır (114). Ayrıca laktatın, hipokampal alan CA1'de inhibitör kaçınma öğrenimi ile indüklenen fizyolojik bir öğrenme ve bellek belirteci olan uzun süreli güçlenmenin (LTP) sürdürülmesinde rol oynadığını bulmuşlardır (122).

Hücre dışı laktat, nöronal aktivasyondan hemen sonra azalır, ancak kısa bir süre sonra tekrar yükselir (123). Normalde milisaniyeler içinde glial β veya $\alpha 2$ adrenoseptör aktivasyonu ile noradrenalin gerekli laktatın sağlanması için glikojenin glikoza (glikogenoliz) parçalanmasını indükler (124-127). Bunu astrositlerde birkaç saat sürebilen yeniden glikojen sentez aşaması takip eder (127).

Astrositlerde glikojen depolarının yeterince yenilenmemesi, sürekli nöronal aktivite için gerekli olan enerji substratlarının mevcudiyetini azaltacaktır (128, 129). Bazı DEHB modelleri hiperaktivitenin bilişsel işlevler üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu öne sürmektedir (130, 131). Bu çocukların beyindeki düşük laktatı telafi etmek için hiperaktif olduklarını varsaymaktadır. Fiziksel aktivite ile iskelet kası tarafından yüksek laktat üretimi ve artmış Monokarboksilat Taşıyıcı 1 (MCT1) cevabı oluşmaktadır. Yüksek laktat oluşumu ve artmış MCT1 cevabına bağlı olarak vücuttan beyne laktat akışı artmaktadır (112).

Terapötik ajanlar (örn., Metilfenidat, amfetamin, atomoksetin, desipramin, modafinil) noradrenalin taşıyıcıyı bloke eder ve astrositlerde glikoliz ve laktat üretimini uyaran hücre dışı noradrenalin konsantrasyonlarını artırır. Mevcut kanıtlar noradrenalinin süreçte güçlü rolü olduğunu desteklese de, hem dopamin hem de serotoninin astrositlerde bu süreçte aktif rol aldıkları belirtilmektedir (128, 129).

2.5. FNIRS

Francis Jöbsis, kırmızı ışığın görünür bir ışığa karşı tutulan 4 mm kalınlığındaki bir kemikten geçebileceğini gözlemlemiş olması (132), 1977 yılı itibari ile yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS) temelini atılmasında önemli bir adımı oluşturmuştur (82). NIRS, serebral korteksin metabolizması hakkında invazif olmayan ve nispeten düşük maliyetle bilgi sağlayan bir metottur. NIRS yöntemi ile, zaman içinde oksijenli ve oksijensiz hemoglobin (sırasıyla HbO ve HbR) konsantrasyonlarındaki değişimlerin tespit edilmesi mümkün olmaktadır (133). Bu güne kadar NIRS metodu, nöropsikolojik görevler sırasında frontal, parietal ve temporal kortekslerin aktivasyonlarını tespit etmek için başarıyla kullanılmıştır (134-

136). Son zamanlarda nörogelişimsel bozukluklar üzerinde de NIRS metodunun kullanıldığı çalışmalar giderek artmaktadır (137, 138).

NIRS cihazı; ana cihaz, kaynak, dedektör optodları ve başlıktan oluşmaktadır. NIRS yönteminin denekler üzerindeki kısaca uygulanaşı; kaynak ve dedektör optodlarını içeren başlık denegin kafasına yerleştirilmekte ve kaynaklardan kortekse verilen kızıl ötesi ışığın korteksten geri yansıması dedektörler aracılığıyla alınmakta ve ana cihaza iletilmektedir. Elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak analiz edilmektedir (139, 140).

Beyin aktivitesi aşğıdaki nörogörüntüleme yöntemleri ile ölçülebilmektedir: fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), manyetoensefalografi (MEG), pozitron-emisyon-tomografi (PET), elektroensefalografi (EEG) ve fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS). FMRI, kortikal ve subkortikal yapılarıdaki aktivitenin değeriendirilmesinde altın standart olarak kabul edilirken, hareket artefaktları ve tarayıcıdaki sınırlı hareket aralığı bu cihazın kullanımında kısıtlılık oluşturmaktadır (141-144). Benzer şekilde, MEG de hareket artefaktları için kısıtlılık sergilerken, radyoaktif madde içermesi nedeniyle PET kullanımı da tekrarlanan ölçümlere izin vermemektedir (141, 143). EEG ise sadece yüksek zamansal çözünürlüğe sahip sinyalleri değil, aynı zamanda nispeten zayıf bir uzamsal çözünürlüğe sahip sinyalleri de alabilmektedir (141, 145). Ancak EEG artefaktlara karşı kısıtlılık oluşturmaktadır (141, 145-148). Sonuç olarak, fMRI, MEG, PET ve EEG, hareketli deneklerde kortikal aktivasyonun değeriendirilmesinde çeşitli kısıtlılıklara sahiptir (141). fNIRS'ın düşük maliyetli, taşınabilir ve yüksek ekolojik geçerliliğinin olması fMRI'den daha avantajlı hale gelmesine neden olmaktadır (139, 140).

Go/No-Go görevi bireylerin prepotent yanıtları engellemelerini gerektirir. Yapılan bir çalışmada NoGo bloğı sırasında, DEHB tanılı çocuklarda prefrontal korteks üzerinde [HbO] 'da kontrollere kıyasla daha zayıf bir artış saptandı, bu da DEHB çocukların prefrontal korteksi yeterince aktive edemediğini düşündürmüştür (12).

2.5.1. Fnirs'ın fiziksel ilkeleri

fNIRS ölçümleri kafa derisine NIR (Near infrared) ışığı iletilerek gerçekleştirilir. Beyne ulaşmadan önce, NIR ışığının her biri farklı optik özelliklere

sahip olan birkaç farklı katmandan (örneğin kafa derisi, kafatası, beyin omurilik sıvısı) geçmesi gerekir. NIR ışığının insan dokusu ile etkileşimi böylece farklı doku katmanları boyunca homojen olmadığından karmaşıktır (149).

Emilim, bir fotonun enerjisinin içinde dolaştığı ortamın iç enerjisine dönüştürülme işlemidir ve maddenin moleküler özelliklerine bağlıdır. Dokumuzda, her biri farklı dalga boylarında farklı emme özelliklerine sahip olan su, lipitler, hemoglobin, melanin ve sitokrom-c oksidaz gibi çeşitli maddeler vardır (150).

Vücudumuz yaklaşık %70 sudan oluşur ve NIR optik penceresinde Emilimi minimumdur, bu da NIR ışığının dokudan geçmesine izin verir. NIR optik penceresi içinde en baskın ve fizyolojik bağımlı soğurucu kromofor hemoglobindir. Doyma durumuna bağlı olarak, hemoglobine oksijenlenmiş (yani oksihemoglobin, HbO₂) ve oksijensizleştirilmiş formda (yani deoksihemoglobin, HbR) sahip olunabilir. Özellikle HbO₂ ve HbR, NIR ışığını farklı şekilde emer: HbO₂ Emilimi $\lambda > 800$ nm için daha yüksektir; aksine, HbR soğurma katsayısı $\lambda < 800$ nm için daha yüksektir. Emilimdeki bu fark, oksijenli kan için daha kırmızı (arteriyel kan, $\approx$ % 98 doymuş) ve venöz kan için daha mor ($\approx$ % 75 doymuş) kan rengini de yansıtır ve spektroskopik ölçümlerle ölçülebilir (151).

Bir beyin alanı aktif olduğunda ve belirli bir görevin yerine getirilmesinde, beynin oksijen ve glikoz için metabolik talebi artar ve beynin artan metabolik talebini karşılamak için bölgesel serebral kan akışında aşırı bir tedarik başlar. Nöronal aktivitedeki bir artışa yanıt olarak serebral kan akışındaki artışa fonksiyonel hiperemi denir ve kılcal çaptaki değişiklikler ve vazodilatör metabolitler gibi çeşitli nörovasküler birleştirme mekanizmaları bu duruma aracılık eder (152, 153).

Bu nedenle, bölgesel serebral kan akışındaki aşırı arz HbO₂'de bir artış ve HbR konsantrasyonlarında bir azalmaya neden olur; bu durum fNIRS ile ölçülebilen değişimlerle gözlemlenebilir. Emilime ek olarak, NIR ışığı biyolojik dokudan geçerken de saçılır. Saçılma Emilimden 100 kat daha sıktır ve hafif zayıflamaya yol açar. Bir foton ne kadar çok saçılırsa, seyahat edilen yol o kadar uzun olur ve Emilme olasılığı o kadar artar ve sonuçta beyin dokusundaki birkaç santimetreye kadar nüfuz edebilir (151).

Bu nedenle, NIR ışık kaynağından belirli bir mesafeye bir ışık detektörü yerleştirirsek, geri saçılan ışığı toplayabilir ve ışık zayıflamasındaki değişiklikleri

ölçebiliriz. NIR optik penceresindeki emilim esas olarak HbO₂ ve HbR'ye bağlı olduğundan, belirli bir dalga boyunda ışık zayıflamasındaki değişiklikler HbO₂ ve HbR konsantrasyon değişikliklerinin doğrusal bir kombinasyonu olarak ifade edilebilir. Kızılötesi ışıktaki zayıflamanın sadece oksijene bağlı hemoglobin kromoforlarının emilimindeki değişikliklere bağlı olduğu varsayılır, bu nedenle saçılma, melanin ve su konsantrasyonları gibi ölçüm süresi boyunca önemli ölçüde değişmesi muhtemel olmayan diğer faktörleri ortadan kaldırır. Bu yönteme sıklıkla değiştirilmiş Beer-Lambert yasası veya diferansiyel spektroskopi denir ve fNIRS'de yaygın olarak uygulanır (149).

NIR tarafından beyine ulaşan ve yay çizerek yansıyan ışığın araştırdığı doku bölümüne bir kanal denir ve kaynak ile dedektör arasındaki orta noktada ve kaynak-dedektör arasındaki yüzeyel mesafenin yaklaşık yarısı kadar korteks yüzeyinden bir derinlikte bulunur (154).

Işığın nüfuz derinliği kaynak-dedektör mesafesi ile ilişkilidir, kaynak-dedektör mesafesi ne kadar uzun olursa, penetrasyon o kadar derindir. Birçok çalışma, Monte Carlo simülasyonları kullanılarak farklı kaynak-dedektör ayırmalarının bir fonksiyonu olarak fNIRS'nin beyin dokusuna uzamsal ve derinlik hassasiyetini değerlendirmiştir. Yetişkinlerde beyin dokusuna karşı daha yüksek bir duyarlılığın 55 mm'lik bir kaynak-detektör ayırımı kullanılarak elde edilebileceği öne sürülmüştür (155).

Bununla birlikte, daha derin yapılara ulaşmak için kaynak-dedektör ayırımının artırılması, ışık emme olasılığı arttıkça ve dedektör tarafından daha az ışık alındığından, sinyal-gürültü oranı (SNR) bozulmasına yol açılmaktadır (156). Bu nedenle kaynak-dedektör ayırımı, derinlik hassasiyeti ve SNR arasında bir uzlaşma olmalıdır. Bu dengeyi sağlayan tipik değerler, yetişkin çalışmaları için 30-35 mm ve bebekler için 20-25 mm kaynak-dedektör ayırımlarıdır (151).

Günümüzde, giyilebilir ve kablosuz fNIRS cihazları geliştirilmiştir ve bu cihazlar sürekli dalga (CW) teknolojisine dayanmaktadır, pille çalışır ve genellikle doğrudan kafaya bağlı LED'leri kullanır. Fiber optik demetlerinin olmaması, onları daha hafif ve hareket artefaktlarına karşı daha dayanıklı hale getirir. Böylece katılımcılar daha az kısıtlamayla daha doğal hareket edebilirler. Veriler genellikle

giyilebilir kayıt birimine kaydedilebilir veya kablosuz olarak bir dizüstü bilgisayara gönderilebilir (151).

EEG'de uyaran sonrasında gecikme olmadan anlık olarak oluşan yanıtın farklı olarak, NIRS tabanlı çalışmaların çoğu tetikleyici olayların arkasındaki yanıt gecikmelerinin başlangıcı en az 1-2 saniyeyi bulmaktadır (157), daha sonra uyaran başlangıcından 4-8 saniye sonra zirve yapar ve daha sonra denge yeniden kurulana kadar birkaç saniye daha devam etmektedir (158, 159).

Genel olarak, fNIRS teknolojisi, kanal sayısına ve yapılandırmasına bağlı olarak iki şekilde kullanılabilir. Bunlardan ilki; Basit bir konfigürasyonda, en yaygın ve ticari olarak temin edilebilir formunda, fNIRS kaynağı ve dedektör optik fiberleri (veya optodlar) başın çeşitli yerlerine ve sabit kaynak-dedektör ayrımlarına benzersiz bir şekilde dağıtılır. Her bir kaynak-detektör ayrımı, HbO₂ ve HbR konsantrasyonundaki değişikliklerin kortikal yüzey üzerindeki dağılımının topografik temsiliyi sağlayan bir ölçüm kanalını temsil eder. İkinci bir kullanım şekli olan Alternatif bir konfigürasyonda, HbO₂ ve HbR konsantrasyonundaki değişikliklerin kortikal yüzey üzerindeki dağılımının tomografik temsiliyi elde etmek için başın üzerine çoklu kaynak-detektör mesafeleri uygulayarak örtüşen kanalların kullanılmasını gerektirir. FNIRS'in bu son konfigürasyonuna, üst üste binen beyin hacimlerini örnekleyen daha yoğun kanal dizilerinin kullanıldığı yaygın optik tomografi (DOT) ismiyle bilinmektedir (160).

fNIRS sistemleri, iki hemodinamik sinyalin (HbO₂ ve HbR) kortikal yüzeyinden 2–3 cm derinlikte uzamsal çözünürlükle ölçümler sağlar. Bu iki sinyal arasındaki ilişkinin araştırılması, fonksiyonel beyin aktivitesi hakkında daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar (161). FMRI gibi, fNIRS da tipik olarak yaklaşık 6 saniye sonra doruğa ulaşan hemodinamik yanıtı kaydeder. Bununla birlikte, fNIRS sistemleri, hemodinamik tepki fonksiyonunu (HRF) 10 Hz'e kadar geçici örnekleme oranlarına sahiptir. Bu, bir HRF şeklinin daha iyi izlenmesine izin verir (85).

DEHB, çocuklarda yaygın olarak görülen nörogelişimsel bir bozukluktur. Nörogörüntüleme çalışmalarında, frontal korteks, striatum, serebellum ve oksipital korteks dahil olmak üzere beyin bazı bölgelerinde nörolojik anormallikler gösterilmiştir. DEHB tanılı çocuklarda çalışma belleği (WM) görev sinyallerinin karmaşıklığındaki fNIRS verilerini ölçmek için permütasyon entropisi (PE)

kullanılmış ve sağ dorsolateral PFC'nin PE değerinin DEHB indeksi ile pozitif korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Bu sonuçlar, fNIRS sinyalinin karmaşıklık analizinin DEHB tanılı çocukların teşhisi için bir araç olabileceğini düşündürmektedir (162). Ek olarak, bir fNIRS çalışması yakın zamanda dikkat görevi ve davranışsal kontrol paradigması sırasında DEHB olan çocuklarda metilfenidatın (MPH) nörobilişsel etkilerini araştırmıştır. DEHB'li çocuklarda metilfenidatın akut kullanımı sonrasında sağ alt ve orta frontal girus (IFG ve MFG) aktivasyonunun izlendiği ve sağ IFG ve MFG aktivasyon artışının DEHB'li bireylerde nöro-fonksiyonel bir biyobelirteç görevi görebileceğini ortaya çıkarmıştır (163).

Daha önce DEHB ile ilgili yapılan birçok FNIRS çalışması, temel olarak farklı deneysel paradigmlar sırasında beyin aktivasyonundaki anormalliklere odaklanmıştır. Yanıt inhibisyonu gerektiren bir Stroop görevi yapan deneklerin çalışmalarında, kontroller sağ dorsolateral prefrontal korteks üzerinde [HbO] 'da anlamlı bir artış gösterirken, DEHB çocuklarında anlamlı bir değişim gösterilememiştir (164, 165).

3. AMAÇ

1. Akut orta yoğunlukta aerobik egzersizin yürütücü işlevler üzerine etkisinin DEHB tanısına sahip ve sağlıklı ergenler arasında karşılaştırılması,
2. Yürütücü işlevlerin değerlendirilmesine yönelik uygulanan go/no go taskı sırasında eş zamanlı fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (FNIRS) yöntemi ile ölçümler elde edilerek verilerin DEHB tanısına sahip ve sağlıklı ergenler arasında karşılaştırılması,
3. Akut orta yoğunlukta egzersiz sonrası kapiller laktat düzeyindeki değişimin yürütücü işlevler üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.



4. HİPOTEZLER

1. Akut orta yoğunluktaki aerobik egzersizin sağlıklı bireylere kıyasla DEHB tanılı ergenlerde yürütücü işlevler üzerine olumlu etkisinin daha fazla olacağı,
2. Akut orta yoğunluktaki aerobik egzersizin sağlıklı bireylere kıyasla DEHB tanılı ergenlerde dorsolateral prefrontal bölgede oksî-hb düzeyinde daha fazla artışa neden olacağı,
3. Akut orta yoğunluktaki aerobik egzersizin sağlıklı bireylere kıyasla DEHB tanılı ergenlerde kapiller laktat düzeyinde daha fazla bir artışına neden olacağı,
4. Akut orta yoğunluktaki aerobik egzersiz sonrası artan laktat düzeyi ile yürütücü işlev performanısındaki değışim arasında pozitif bir ilişkinin bulunması iddia edilmektedir.

5. YÖNTEM ve ARAÇLAR

5.1. Araştırmanın tipi

Araştırmamız, DEHB tanılı ergenler ile sağlıklı kontrollerin akut egzersiz öncesinde ve sonrasında yürütücü işlev performanslarının karşılaştırılmasını ve eş zamanlı FNIRS ve Laktat düzeylerinin ölçümelerini içeren kesitsel ve tanımlayıcı nitelikte bir çalışmadır.

5.2. Araştırmanın örnekleme

Araştırmamız, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Polikliniğinde ve Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri laboratuvarında 2020 yılı Haziran ve Ağustos ayları arasında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmamızın örneklemini, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Polikliniğine başvuran, 13-17 yaş arası DEHB tanılı 20 erkek olgu grubu olarak ve olgu grubu ile yaş cinsiyet olarak eşleştirilmiş 20 sağlıklı erkek kontrol grubu olarak oluşturmaktadır.

DEHB tanısı için çocuk psikiyatristi tarafından DSM-V'e göre DEHB düşünülen olguların aileleri ve öğretmenleri tarafından doldurulan ölçekler incelenmiş, aileye yapılandırılmış tanı görüşmesi uygulanmış ve yapılan klinik görüşme neticesinde DSM-V'e dayalı olarak tanı konulmuştur. Sağlıklı kontrol grubu ise, olgu grubunun yaş ve cinsiyet dağılımları göz önünde bulundurularak, çalışmaya dahil edilme ve dışlama kriterleri dikkate alınarak seçilmiştir. Kontrol grubunun ailelerine de yapılandırılmış tanı görüşmesi uygulanmıştır.

DEHB Grubu İçin Çalışmaya Alınma Kriterleri:

1. DSM-V tanı ölçütlerine göre klinik ve yapılandırılmış görüşmeler sonucunda DEHB tanısı alma
2. Çocuk ve ergenlerin 13-17 yaş aralığında olması
3. Normal bilişsel gelişime sahip olma
4. DEHB için herhangi bir tedavi almıyor olması ya da DEHB tedavisi alanların en az 48 saat önceden tedaviye ara vermiş olması
5. Anne-babanın çalışmayı sözel olarak kabul etmesinden sonra onam

formunu imzalaması

6. Sağ elini baskın olarak kullanması
7. Görme probleminin olmaması
8. Egzersize engel olabilecek herhangi bir tıbbi sorununun olmaması

Kontrol Grubu İçin Çalışmaya Alınma Kriterleri:

1. Çocuk ve ergenlerin 13-17 yaş aralığında olması
2. Anne-babanın çalışmayı sözel olarak kabul etmesinden sonra onam

formunu imzalaması

3. Gelişim ve Ruhsal Sağlık Değerlendirmesi (DAWBA) sonucunda psikiyatrik tanı almamış olması

4. Geçmişte psikiyatrik veya nörolojik tanı ve tedavi öyküsü bulunmaması

5. Normal bilişsel gelişime sahip olma
6. Görme probleminin olmaması
7. Sağ elin baskın olarak kullanılması
8. Egzersize engel olabilecek herhangi bir tıbbi sorununun olmaması

DEHB Grubu İçin Çalışmadan Dışlama Kriterleri:

1. Bilişsel gelişiminin yaşına göre geri olması

2. Karşıt olma karşıt gelme bozukluğu, davranış bozukluğu dışındaki komorbid psikiyatrik bozukluklara sahip olunması.

3. Herhangi bir nörolojik hastalık varlığı,
4. Görme ile ilgili problemlerinin olması
5. Halen psikotrop ilaç kullanıyor olma
6. Egzersiz ve test ölçümleri sırasında gereken süreye uyumun

gösterilmemiş olması

7. Testen en az 12 saat öncesine kadar çay, kahve gibi uyarıcı içecekler tüketmiş olmak

8. Düzenli spor yapıyor olma
9. Genetik bozukluk tanısına sahip olma

Kontrol Grubu İçin Çalışmadan Dışlama Kriterleri:

1. Bilişsel gelişiminin yaşına göre geri olması
2. Gelişim ve Ruhsal Sağlık Değerlendirmesi (DAWBA) sonucunda

herhangi bir psikiyatrik bozukluk tanısına sahip olunması

3. Herhangi bir nörolojik hastalık varlığı,
4. Görme ile ilgili problemlerinin olması
5. Psikiyatrik hastalık öyküsü bulunanlar
6. Egzersiz ve test ölçümleri sırasında gereken süreye uyumun gösterilmemiş olması
7. Testten en az 12 saat öncesine kadar çay, kahve gibi uyarıcı içecekler tüketmiş olmak
8. Düzenli spor yapıyor olma
9. Genetik bozukluk tanısına sahip olma

5.3. Değerlendirmede Kullanılan Araçlar

5.3.1. Ölçekler

5.3.1.1. Sosyodemografik Veri Formu

Çalışmaya katılmayı kabul eden olgu ve kontrol grubundaki ebeveynlerden çalışma için hazırlanmış olan sosyodemografik veri formu doldurmaları istenmiştir. Bu form; çocuğun yaşı, çocuğun kronik hastalık öyküsü, çocuğun doğum öyküsü, doğum öncesi, sırası ve sonrasındaki komplikasyonlar, ebeveynlerinin yaşı, eğitim düzeyi, fiziksel ve ruhsal hastalık öyküsünü sorgulayan sorular içermektedir. Ayrıca, olgu grubu için DEHB belirtilerinin başlangıç yaşı ve belirti alanları ile ilgili bilgiler elde etmeye yönelik sorular içermektedir. Çalışmada kullanılan sosyodemografik veri formu EK- 1’de yer almaktadır.

5.3.1.2. Gelişim ve Ruhsal Sağlık Değerlendirmesi (DAWBA)

5-17 yaş arası çocuk ve ergenlerde sık görülen psikiyatrik bozuklukların ICD-10 ve DSM IV baz alınarak değerlendirilmesine olanak sağlayan, yapılandırılmış bir tanılama aracıdır. Türkçe formu Dursun ve arkadaşları tarafından hazırlanan DAWBA, yapılandırılmış ebeveyn görüşmesi, 11-17 yaş gençler için yapılandırılmış görüşme ve öğretmen görüşmesi olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Görüşmeler yazılı görüşme metni veya bilgisayar uygulaması yoluyla bir görüşmeci tarafından uygulanabileceği gibi, görüşmeciye ihtiyaç duymaksızın bilgisayar üzerinden ebeveynler, gençler ve öğretmenlerin kendileri tarafından da

yapılabilmektedir (166).

5.3.1.3. Conners Aile Derecelendirme Ölçeği (CADÖ-YK)

Anne babalar tarafından dörtlü Likert skalası üzerinde cevaplanan ve “hiçbir zaman”, “nadiren”, “sıklıkla” ve “her zaman” seçeneklerini içeren ve sırasıyla; “0”, “1”, “2” ve “3” olarak puanlanan aile derecelendirme ölçeğidir. Dikkat eksikliği, Hiperaktivite, DEHB İndeksi ve Karşı Gelme alt gruplarına sahiptir. Ölçeğin 27 maddelik kısa hali kullanılmıştır. Conners tarafından 1960’larda geliştirilmeye başlanan ölçeğin Kaner ve arkadaşları tarafından Türkçe geçerliliği yapılmıştır (167). Bu araştırmada, ölçeğin alt grupları ve toplam puanı değerlendirmeye alınmıştır

5.3.2. FNIRS cihazı

NIRSport2, geniş bir uygulama alanında araştırma yapmak için kullanılan gelişmiş, yüksek performanslı işlevsel bir Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (fNIRS) sistemidir.

Bu çalışmada kullanmış olduğumuz FNIRS cihazının teknik özellikleri;

16 Kanallı, doğrudan (fiber-less), çift dalga boyu LED (769 / 850nm) ve dalga boyu başına 25 mW_{max} (göze güvenli), 70-160Hz hızı, aşağıda sıralanmıştır; SiPD, fiber-less, aktif algılama özellikli detektör, dinamik aralık: > 50dB_{opt}, WiFi, USB, dahili depolama şeklinde veri iletimi sağlayabilen, 162 mm x 125 mm x 60 mm ölçümlerine ve 970 g ağırlığına sahiptir.

5.3.3. Portatif laktik asit ölçüm cihazı

Bu çalışmada kullanmış olduğumuz laktik asit ölçüm cihazının teknik özellikleri;

Örnek boyut: 0.8 mikroL, tepki süresi: 5 saniye, ölçüm aralığı: 0.3-22 Mm, hematokrit aralığı: %10-%65 ve boyut: 96 (U)x 61 (G)x 26 (Y) mm’dir.

5.3.4. Bilgisayarlı ergometre

Bu çalışmada kullanmış olduğumuz bilgisayarlı ergometrenin teknik özellikleri;

Monark LC4 G3 Ekranlı açık kaynaklı bilgisayarlı ergometre:

LC4 uygun fiyatlı bir üst düzey WATT ergometre test bisikletidir. Üniversiteler, spor kulüpleri ve test klinikleri için mükemmel olan LC4,

LCD konsoldan veya harici bir PC'de bulunan birlikte verilen Monark Aerobik Test Yazılımı ile kontrol edilebilir.

Özellikler:

Süper hızlı motor, bağımsız 4 sabit test protokolü, ekranda kalibre edilmiş watt, hızdan bağımsız güç kontrolü, uzaktan iş yükü kontrolü (USB), kolay kontrol ve kalibrasyon, ANT + ve 5 kHz HR sistemleri, PC Monark Test Yazılımına kolay bağlantı, iş yükü aralığı 15-700Watt

5.7. Uygulama

Çalışmamıza, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahili Bilimler Kurulu'ndan 10.10.2019 tarihinde 7 oturum sayılı 58 nolu karar ile tez çalışması onamı; Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 07.11.2019 tarihinde B.30.2.ATA.0.01.00/516 sayılı karar ile etik kurul onayı alındıktan sonra başlanmıştır.

Katılımcılar gönüllülük esasına göre çalışmaya dâhil edilmiş; bu kapsamda çalışma ile ilgili bilgilendirme yapılarak ebeveynlerden çalışmaya katılmayı kabul edenlerden gönüllü olduklarına dair yazılı onam ve çocuklardan da sözlü onam alınmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden olgu ve kontrol grubundaki tüm çocukların ebeveynlerine tüm psikiyatrik bozuklukların değerlendirilmesi amacıyla, yapılandırılmış bir tanılama aracı olan Gelişim ve Ruhsal Sağlık Değerlendirmesi (Development and Well-Being Assessment- DAWBA) uygulandı, olgu grubundaki DEHB tanısı değerlendirmesinin yanında komorbid Karşıt olma karşı gelme ve davranım bozukluğu dışındaki herhangi bir psikiyatrik tanıya sahip bireyler ile kontrol grubunda ise herhangi bir psikiyatrik tanıya sahip olan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan sosyodemografik veri formunun tüm katılımcıların ebeveynleri tarafından doldurulması sağlanmıştır. Ayrıca olgu grubu ebeveynlerden, DEHB belirtilerinin şiddetinin belirlenmesi amacıyla Conners Aile Derecelendirme Ölçeğini doldurmaları istenmiştir.

Çalışmamızda DEHB tanısı ile tedavi alan ergenleri ilaçları bilgisayar ekranı karşısında go/no-go taskı uygulamasından 48 saat öncesinde kesildi ve ayrıca tüm katılımcılar çalışmaya katılmadan önce yeme ve uyku düzenlerini sağlamaları konusunda bilgilendirildi. Çalışmadan en az 12 saat öncesine kadar uyarıcı nitelikte

ay, kahve vb. tüketmemeleri istendi. Maksimum kalp hızı ve hedef kalp hızı yaş (7-17 yaş için)  zerinden $208-0.7x(\text{yaş})$ formülü üzerinden hesaplandı.

Çalışmamızda kullanılan go/no-go taskı davranışsal inhibisyon performansını değerlendirmek amacıyla MATLAB programı yardımıyla oluşturulmuştur. Oluşturulan go/no-go taskı “X” ve “O” harflerinden oluşmakta idi ve task başlarında katılımcılara 45 sn boyunca ekranda “+” gösterilerek dinlenmeleri sağlandı. Go taskı bloğunda katılımcılara; ekranda “X” veya “O” gördüğünde farenin sol tuşuna bas komutu verildi, no-go taskı bloğunda ise ekranda “X” gördüğünde farenin sol tuşuna bas, “O” gördüğünde farenin sol tuşuna basma komutu verildi. Her go bloğunu no-go bloğu takip etti ve bu ikili birlikte bir blok set oluşturdu ve bu blok set task boyunca 8 adetti. Katılımcılardan peşpeş gelecek olan go ve no-go bloklarına olabildiğince hızlı yanıt vermeleri istendi. Her bir blok içinde toplamda 24 tane (12 tane X, 12 tane O) harf randomize bir şekilde 500 ms boyunca ekranda göründü ve bu görüntüyü 300 ms süren boş ekran görüntüsü takip etti. Katılımcı yanıt verdikten sonra ekrandaki görüntü kaybolup boş ekrana geçti. Ayrıca katılımcıların hatalı bir şekilde tuşa basmaları da kaydedildi. Task uygulaması sürecinde, katılımcı kare bilgisayar ekranı karşında ekranla katılımcı arasında 70 cm mesafe olacak şekilde oturdu. Uygulanan go/no-go taskı neticesinde; go ve no-go blok için doğru, yanlış cevap sayıları, doğru ve yanlış cevaplar için reaksiyon süreleri ve toplam reaksiyon süresi ortalamaları, comission ve omission hata sayıları gibi davranışsal verilerine ulaşıldı. Comission hatası; No-go blokta yanıt verilmemesi gereken uyarana yanıt inhibe edemeyip yanıt vermek anlamına gelmektedir. Omission hatası; No-go blokta yanıt verilmesi gereken uyarana yanıt ihmal ederek yanıt vermemek anlamına gelmektedir. Yukarıda tariflenen go/no-go taskı uygulama süreci egzersiz öncesi ve sonrası olmak üzere iki defa uygulandı ve uygulama süreci ile eş zamanlı olarak FNIRS  l m  yapıldı. FNIRS  l m  öncesinde katılımcılara baş ölçülerine uygun FNIRS easycap başlık takıldı. Çalışma öncesinde başlık üzerindeki optodlar 8x8 DLPFC konfigürasyonuna göre hazırlandı. Başlık katılımcının başına yerleştirildikten sonra kanalların kalitesi değerlendirildi. Uygulamaya başlamadan önce 3 kez go/no-go task  rneği yapıldı. Kanallar arasında yeşil renk oluştuğu gözlenerek ölçümün kaliteli olduğu kanaati oluşunca ölçüme başlandı.  l m karanlık ve sessiz laboratuvar ortamında gerçekleştirildi. İlk go/no-go task uygulaması bitimi ile katılımcı

ergometer egzersiz uygulaması için diğer odaya alındı. Egzersiz öncesi kalp hızı ölçümü için göğüs üzerine kalp atım hızı ölçer yerleştirildi. Egzersiz, maksimum kalp hızının %65-70'i hedef kalp hızı olarak belirlenerek, 10 dakika süreli bisiklet ergometer üzerinde orta yoğunlukta aerobik şekilde gerçekleştirildi. Ayrıca, katılımcılardan pedal hızını 70 rpm de tutmaları istendi. Egzersiz süresince kalp atım hızı hedef seviyeye ulaşan ve hedef seviyeyi aşmaya başladığında pedala binen yük hedef nabızda kalmayı devam ettirecek şekilde azaltıldı. Bu sayede egzersizin yoğunluğunun tüm katılımcılarda kalp hızı üzerinden dengelenmesi ile standardizasyonu sağlanmış oldu. Egzersizin sonuna doğru katılımcılardan uygulanan egzersizin şiddetini değerlendirmeleri istenerek, borg skalasına göre puanlama sağlandı. Katılımcıların, egzersiz öncesi ve sonrası olmak üzere iki defa Xper portatif laktat cihazı kapiller laktat düzeyi değerlendirildi. Katılımcılar, egzersiz sonrası 5 dakika dinlendirildi ve tekrar go/no-go taskı ve eş zamanlı FNIRS ölçümü yapılmak üzere laboratuvar odasına alındı. Tüm bu prosedürlere uyum sağlayamayan katılımcılar çalışma dışı bırakıldı.

5.7.1 İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS (The Statistical Package for Social Sciences) 24.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Kategorik veriler için frekans ve yüzde değeri kullanılırken, sürekli veriler için ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Sürekli değişkenlerden normal dağılan değişkenlere parametrik testler uygulanırken, normal dağılmayan değişkenlere parametrik olmayan testler uygulanmıştır. Parametrik durumlar için “Bağımsız Örneklem T Testi” uygulanmıştır. Parametrik olmayan durumlar için ise “Mann-Whitney U Testi” uygulanmıştır. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında Pearson Ki-kare ve Fisher Kesin testleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar %95 güven aralığında olmasından dolayı p anlamlılık değeri olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak $p < 0.05$ olan değerler anlamlı kabul edilmiştir.

6. BULGULAR

6.1. Çocuklar ve Ebeveynlerine Ait Tanımlayıcı Özellikler

Çalışmamızın örneklemini; DEHB tanılı 20 erkek birey ve sağlıklı 20 erkek birey oluşturmaktadır. DEHB tanılı grubun ortalama yaşı 14 (14.9 ± 1.2), kontrol grubunun ise ortalama yaşı 15 (15.2 ± 1.5) idi. Ortalama yaş açısından her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0.504$). Çalışmaya dahil edilen her iki grup katılımcılarına ait sosyodemografik özelliklerin karşılaştırması tablo 1’de detaylı şekilde gösterilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Sosyodemografik Özellikleri

	DEHB (n=20)	KONTROL (n=20)	P değeri
Yaş (Yıl) Mean $\pm$ SD	14.9 (1.2)	15.2 (1.5)	0.504
Eğitim n (%)			
Ortaokul	7 (%35)	6 (%30)	0.736
Lise	13 (%65)	14 (%70)	
Aile Tipi n (%)			
Çekirdek	20 (%100)	19 (%95)	1.0
Geniş	0 (%0)	1 (%5)	
Aile Durumu n (%)			
Evli	19 (%95)	19 (%95)	1.0
Boşanmış	1 (%5)	1 (%5)	
Vefat	0 (%0)	0 (%0)	
Kardeş Sayısı Mean $\pm$ SD	1.75 (0.8)	2.25 (1.4)	0.191
Kaçıncı Çocuk n (%)			
İlk	11 (%55)	10 (%50)	0.824
Orta	3 (%15)	2 (%10)	
Son	6 (%30)	8 (%40)	
Anne-Baba Arasında Akrabalık n (%)	2 (%10)	1 (%5)	1.0
Anne Yaşı (Yıl) Mean $\pm$ SD	43.25 (7.1)	43.8 (6.5)	0.801
Baba Yaşı (Yıl) Mean $\pm$ SD	47.3 (6.9)	49.6 (8.3)	0.361

Anne Eğitimi (Yıl) Mean ± SD	9.4 (4.2)	6.2 (1.9)	0.005
Baba Eğitimi (Yıl) Mean ± SD	12.3 (3.5)	11.5 (3.6)	0.515
Anne meslek n (%)			
Çalışıyor	3 (%40)	0 (%0)	0.231
Ev hanımı	17 (%60)	20 (%100)	
Baba meslek n (%)			
Çalışıyor	20 (%100)	20 (%100)	
Çalışmıyor	0 (%0)	0 (%0)	
Anne mevcut psikiyatrik bozukluğu n (%)	0 (%0)	0 (%0)	
Anne mevcut fiziksel hastalığı n (%)	2 (%10)	4 (%20)	0.661
Baba mevcut psikiyatrik bozukluğu n (%)	0 (%0)	0 (%0)	
Baba mevcut fiziksel hastalığı n (%)	1 (%5)	3 (%15)	0.605
Ailede mevcut psikiyatrik bozukluğu n (%)	0 (%0)	0 (%0)	
Annelerin sigara ve alkol kullanması n(%)			
Sigara	1 (%5)	6 (%15)	0.91
Alkol	0 (%0)	0 (%0)	
Babaların sigara ve alkol kullanması n(%)			
Sigara	9 (%45)	6 (%30)	0.327
Alkol	1 (%5)	1 (%5)	1.0
Gebelikte psikiyatrik bozukluk n (%)	0 (%0)	0 (%0)	
Gebelikte fiziksel hastalık n (%)	0 (%0)	0 (%0)	
Gebelikte ilaç kullanımı n (%)	0 (%0)	0 (%0)	
Gebelikte besin takviyesi n (%)	3 (%15)	4 (%20)	1.0
Doğum n (%)			
Normal	17 (%85)	13 (%70)	0.144
Sezeryan	3 (%15)	7 (%30)	
Doğum Zamanı n (%)			
Zamanında	16 (%80)	20 (%100)	0.106
Erken	4 (%20)	0 (%0)	
Geç	0 (%0)	0 (%0)	
Doğum Sonrası Tıbbi Sorunlar n (%)			

Yok	20 (%100)	17 (%85)	0.231
Sarılık	0 (%0)	3 (%15)	
Havale	0 (%0)	0 (%0)	
Bebeklik döneminde beslenme n (%)			
Anne sütü	20 (%100)	19 (%95)	1.0
Mama	0 (%0)	1 (%5)	

6.2. Go/no-go davranışsal verileri ve kapiller laktat düzeyi

Katılımcılara ait egzersiz öncesinde ve sonrasında uygulanan Go/no-go taskı davranışsal verileri analiz edildiğinde; olgu ve kontrol grupları arasında egzersiz öncesinde ölçülen go blok doğru sayısı, no-go blok doğru sayısı, no-go blok yanlış reaksiyon süresi, egzersiz sonrasında; no-go blok doğru sayısı, no-go blok doğru reaksiyon süresi ortalaması, no-go blok yanlış reaksiyon süresi, comission hata sayısı ve omission hata sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0.05$). Egzersiz öncesi ve sonrası olgu ve kontrol gruplarına ait davranışsal verilere ve kan kapiller laktat düzeylerine ait detaylı analiz sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Egzersiz Öncesi ve Sonrası Go/No-Go Taskı Davranışsal Verileri ve Kapiller Laktat Düzeyleri

	<i>DEHB</i> (<i>n</i> =20)	<i>KONTROL</i> (<i>n</i> =20)	<i>P</i> <i>değeri</i>
Go blok doğru sayısı egzersiz öncesi	179.8 ± 18.2	187.3 ± 6.3	.008*
Go blok doğru sayısı egzersiz sonrası	185.7 ± 9.4	189.9 ± 2.4	.062**
Go blok yanlış sayısı egzersiz öncesi	12.2 ± 18.2	4.8 ± 6.3	.008*
Go blok yanlış sayısı egzersiz sonrası	6.3 ± 9.4	2.1 ± 2.4	.062**
No go blok doğru sayısı egzersiz öncesi	169.4 ± 25.4	183.9 ± 6.5	.022**
No go blok doğru sayısı egzersiz sonrası	172.6 ± 17.7	185.1 ± 6.8	.005**
No go blok yanlış sayısı egzersiz öncesi	22.7 ± 25.4	8.2 ± 6.6	.022**
No go blok yanlış sayısı egzersiz sonrası	19.9 ± 17.7	6.9 ± 6.8	.005**
Go blok doğru reaksiyon süresi egzersiz öncesi	38194.9 ± 14115.9	33884.3 ± 11514.3	.297**
Go blok doğru reaksiyon süresi egzersiz öncesi ort.	215.5 ± 84.1	181.8 ± 63.8	.161**
Go blok doğru reaksiyon süresi egzersiz sonrası	31050.9 ± 15848.6	30111.8 ± 10009.7	.824**
Go blok doğru reaksiyon süresi egzersiz sonrası ort.	167.6 ± 84.7	158.5 ± 52.6	.687**
No go blok doğru reaksiyon süresi egzersiz öncesi	27844.9 ± 5423.7	29201 ± 1486	.293**
No go blok doğru reaksiyon süresi egzersiz öncesi ort.	165.0 ± 30.9	158.9 ± 8.5	.402**
No go blok doğru reaksiyon süresi	28715.8 ±	29008.7 ±	.665**

egzersiz sonrası	2429.9	1762.9	
No go blok doğru reaksiyon süresi	168.3 ± 21.0	156.9 ±	.042**
egzersiz sonrası ort.		11.4	
No go blok yanlış reaksiyon süresi	3282.1 ± 4239.9	1145.8 ±	.048**
egzersiz öncesi		1766.0	
No go blok yanlış reaksiyon süresi	3700.8 ± 3668.6	1383.9 ±	.016**
egzersiz sonrası		1623.4	
No go blok yanlış reaksiyon süresi	224.9 ± 102.1	210.4 ±	.667**
egzersiz öncesi ort.		108.1	
No go blok yanlış reaksiyon süresi	245.4 ± 71.8	228.5 ±	.582**
egzersiz sonrası ort.		115.7	
Kapiller laktat düzeyi egzersiz	2.7 ± .89	2.6 ± .59	.857**
öncesi			
Kapiller laktat düzeyi egzersiz	6.9 ± 2.3	7.5 ± 3.9	.585**
sonrası			
No go blok doğru sayısı değişimi	-2.8 ± 14.8	-1.2 ± 7.4	.668**
Go blok doğru sayısı değişimi	5.9 ± 17.1	2.7 ± 5.3	.429**
Commission hatası egzersiz öncesi	11.8 ± 13.7	4.8 ± 6.9	.074
Comission hatası egzersiz sonrası	14.8 ± 14.5	5.6 ± 6.7	.023
Omission hatası egzersiz öncesi	10.9 ± 14.9	3.4 ± 2.3	.117
Omission hatası egzersiz sonrası	4.9 ± 5.6	1.4 ± 1.5	.004

Olgu grubuna ait egzersiz öncesi ve sonrası davranışsal veriler incelendiğinde; go blok doğru sayısı, kan kapiller laktat düzeyi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken ($p<0.05$), kontrol grubuna ait egzersiz öncesi ve sonrası davranışsal veriler incelendiğinde ise go blok doğru sayısı, kan kapiller laktat düzeyi ve omission hata sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Olgu ve kontrol gruplarına ait egzersiz öncesi ve sonrası davranışsal verilere ve kan kapiller laktat düzeylerine ait detaylı analiz sonuçları sırasıyla Tablo 3 ve tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Olgu Grubu Go/No-Go Taskı Davranışsal Verileri ve Kapiller Laktat Düzeyleri

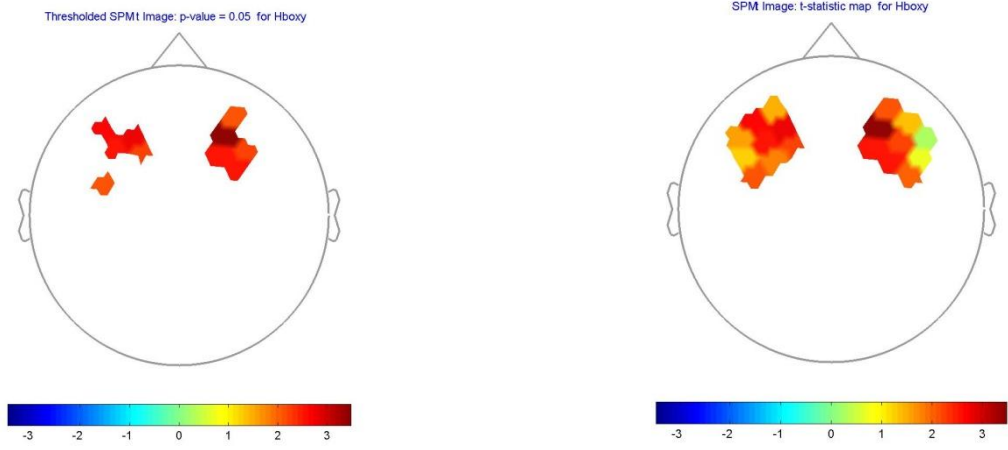
	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	<i>p</i> değeri
Go blok doğru sayısı	179.8 ± 18.2	185.7 ± 9.4	.038
Go blok yanlış sayısı	12.2 ± 18.2	6.3 ± 9.4	.038
No go blok doğru sayısı	169.4 ± 25.4	172.2 ± 17.7	.947
No go blok yanlış sayısı	22.7 ± 25.4	19.9 ± 17.7	.947
Go blok doğru reaksiyon süresi	38194.9 ± 14115.9	31050.9 ± 15848.6	.121
Go blok doğru reaksiyon süresi ort.	215.5 ± 84.1	167.6 ± 84.7	.072
No go blok doğru reaksiyon süresi	27844.9 ± 5423.7	28715.8 ± 2429.9	.862
No go blok doğru reaksiyon süresi ort.	165.0 ± 30.9	168.3 ± 21.0	.165
No go blok yanlış reaksiyon süresi	3282.1 ± 4239.9	3700.8 ± 3668.6	.355
No go blok yanlış reaksiyon süresi ort.	224.9 ± 102.1	245.4 ± 71.8	.327
Kapiller laktat düzeyi	2.7 ± .8	6.9 ± 2.3	.000

Tablo 4. Kontrol Grubu Go/No-Go Taskı Davranışsal Verileri ve Kapiller Laktat Düzeyleri

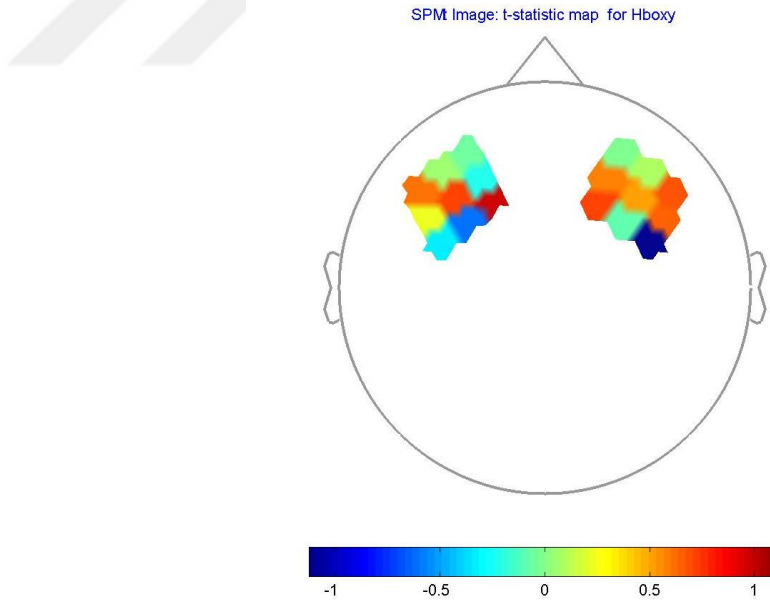
	Egzersiz Öncesi	Egzersiz Sonrası	<i>p</i> değeri
Go blok doğru sayısı	187.3 ± 6.3	189.9 ± 2.4	.033
Go blok yanlış sayısı	4.8 ± 6.3	2.1 ± 2.4	.033
No go blok doğru sayısı	183.9 ± 6.5	185.1 ± 6.8	.277
No go blok yanlış sayısı	8.2 ± 6.5	6.9 ± 6.8	.277
Go blok doğru reaksiyon süresi	33884.3 ± 11514.3	30111.8 ± 10009.7	.253
Go blok doğru reaksiyon süresi ort.	181.8 ± 63.8	158.5 ± 52.6	.231
No go blok doğru reaksiyon süresi	29201.0± 1486.0	29008.7 ± 1762.9	.820
No go blok doğru reaksiyon süresi ort.	158.9± 8.5	156.9 ± 11.4	.355
No go blok yanlış reaksiyon süresi	1145.8 ± 1766.0	1383.9 ± 1623.4	.327
No go blok yanlış reaksiyon süresi ort.	210.4 ± 108.1	228.5 ± 115.7	.529
Kapiller laktat düzeyi	2.6 ± .6	7.5 ± 3.9	.000
Commission hatası	4.8 ± 6.9	5.6 ± 6.7	.602
Omission hatası	3.4± 2.3	1.4 ± 1.5	.003

6.3. Dorsolateral prefrontal FNIRS analizi

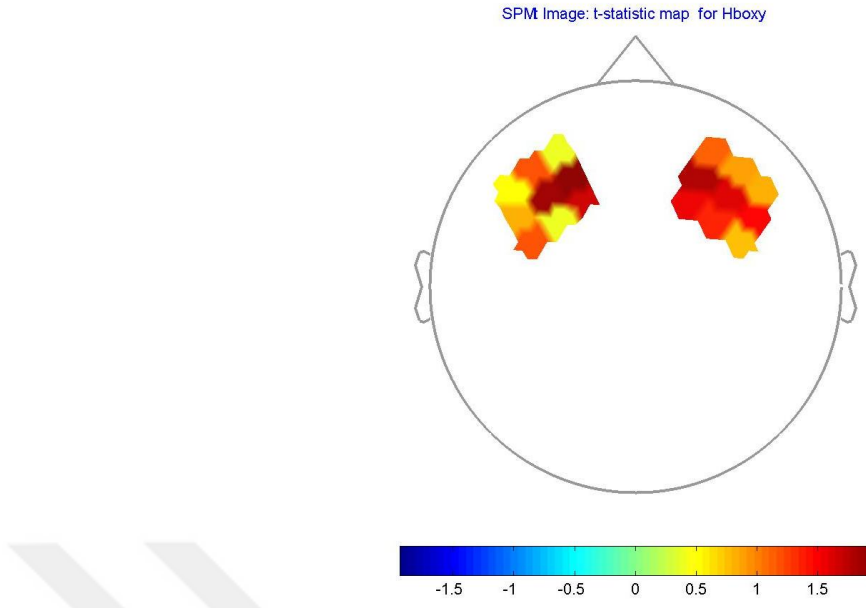
Öncelikle gürültüden temizlemek amacıyla tüm verilere band pass filtre uygulandı (0.01 - 0.2 Hz). Daha sonra verilerin hrf (hemodynamic response function) modeline uygunluğuna göre GLM analizi yapıldı. Sonrasında conditionlar sırasındaki hemodinamik aktivasyonlar kontrastlar oluşturularak SPM ile haritalandı.



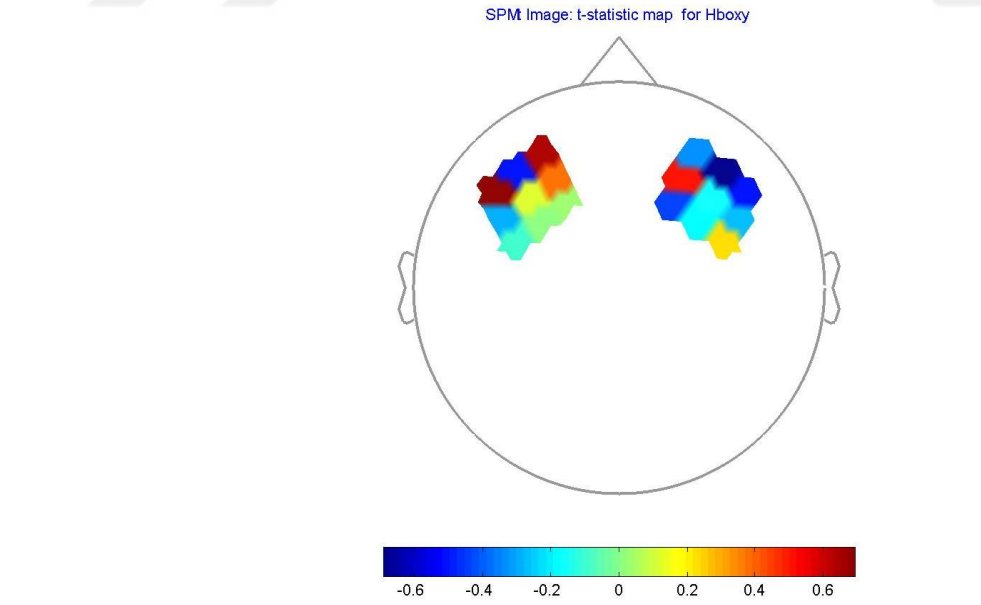
Şekil 1. Olgu grubu egzersiz öncesi DLPFC fnırs haritalaması



Şekil 2. Olgu grubu egzersiz sonrası DLPFC fnırs haritalaması



Şekil 3. Kontrol grubu egzersiz öncesi DLPFC fnırs haritalaması



Şekil 4. Kontrol grubu egzersiz sonrası DLPFC fnırs haritalaması

Fnırs verileri içinde anlamlılık düzeyine ulaşan ($p < 0.05$) sadece olgu grubunun egzersiz öncesi verileridir. Go blok oksihemoglobin düzeyinden no-go

blok oksijen hemoglobinin düzeyini çıkarılarak davranışsal inhibisyona verilen yanıt bulunmuştur. Egzersiz öncesi olgu grubunun task sırasında inhibisyonda kontrol grubuna göre daha fazla zorlandığını ve egzersiz sonrası bu farkın azaldığı renk değişimi olarak görülmüştür. Yine renk değişimlerine bakıldığında Egzersiz sonrası her iki grupta da inhibisyonun daha kolay gerçekleştiği görülmüştür.



7. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı orta yoğunlukta aerobik egzersizin ve buna bağlı olarak kapiller laktat düzeyi değişiminin DEHB tanılı ve herhangi bir psikopatolojisi bulunmayan ergenlerde yürütücü işlevlerden olan davranışsal inhibisyon üzerine olan etkisinin FNIRS görüntüleme yöntemiyle değerlendirmektir. Bu bağlamda, DEHB tanılı ergenler olgu grubu olarak ve herhangi bir psikopatolojisi bulunmayan ergenler kontrol grubu olarak çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen olgu ve kontrol grubu katılımcıları arasında sosyodemografik verileri incelendiğinde; yaş, cinsiyet, eğitim durumu, kardeş sayısı, doğum zamanı, ilaç kullanımı, tıbbi komorbidite açısından istatistiksel anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Ayrıca ebeveynlere ait yaş, eğitim süreci, meslek, psikiyatrik hastalık, fiziksel hastalık, aile durumu (boşanma, vefat vs.), anne-baba arasında akrabalık gibi tanımlayıcı veriler açısından olgu ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Gruplar arasında sadece anne eğitim süresi açısından anlamlı farklılık saptanmıştır. Gruplar arası tanımlayıcı veriler açısından yapılan karşılaştırmalarda anlamlı farklılık olmaması örneklemenin sağlıklı yapıldığını göstermekte ve bu durum davranışsal verilerin ve fnirs ölçüm verilerinin karşılaştırılmasını ve elde edilen sonuçların yorumlanmasını dikkate değer hale getirmiştir.

Olgu grubu egzersiz öncesine göre egzersiz sonrasında Go blok doğru sayısında anlamlı artış göstermiştir. Diğer alanlarda anlamlı değişim olmamıştır. Benzer şekilde kontrol grubunda da egzersiz öncesine göre egzersiz sonrasında Go blok doğru sayısında anlamlı artış göstermiştir. Ayrıca, olgu grubundan farklı olarak omisyon hata sayısında azalma olmuştur. Sonuç olarak her iki grupta egzersizden olumlu etkilenmekle birlikte kontrol grubundaki değişen parametrenin daha fazla olduğu görülmektedir.

Olgu grubu ile kontrol grupları arasında Go blok doğru sayısı egzersiz öncesi, No go blok doğru sayısı egzersiz öncesi, No go blok doğru sayısı egzersiz sonrası, No go blok doğru reaksiyon süresi ortalaması egzersiz sonrası, No go blok yanlış reaksiyon süresi egzersiz öncesi, No go blok yanlış reaksiyon süresi egzersiz sonrası, Comission hatası egzersiz sonrası ve Omission hatası egzersiz sonrası davranışsal verilerinde anlamlı farklılık saptanmıştır.

Olgu ve kontrol grubunda go blok doğru sayısında egzersiz öncesi fark varken sonrasında bu fark kapanmıştır, omission ve comission hatalarında egzersiz öncesi fark yokken egzersiz sonrasında fark oluşmuştur. Egzersiz öncesindeki No-go blok doğru reaksiyon süresi ortalamasında fark yokken egzersiz sonrasında fark oluşmuştur. Go blok doğru sayısı davranışsal parametresi egzersiz ile olgu grubunda daha yüksek değişim göstermiştir. Egzersizle beraber her iki grupta da comission sayısında artma omission sayısında azalma görülmüştür. Bu durum her iki grupta da dikkat ve dürtüsellikte artış olarak yorumlanmıştır. Ancak bu değişim DEHB’li grupta sağlıklı gruba göre dikkatsizlik bağlamında daha olumlu dürtüsellik bağlamında daha olumsuz olmuştur. Bu sonuç; egzersizin yürütücü işlevler üzerine heterojen etkisi ile açıklanabilir.

Olgu ve kontrol grubuna uygulanan Gelişim ve Ruhsal Sağlık Değerlendirmesi (DAWBA) sonucunda olgu grubunda DEHB tanısı dışında ek psikopatolojiye rastlanmamıştır. Kontrol grubunda da aktif bir psikopatoloji bulunmamıştır.

Çalışmamızda 10 dakikalık orta yoğunlukta aerobik egzersiz olgu ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. Egzersiz öncesinde ve sonrasında her iki gruba da Go/no-go task eşliğinde Fnrıs ölçümü yapılmıştır. Egzersiz öncesinde ve sonrasında uygulanan Go/no-go taskı davranışsal veri sonuçları analiz edildiğinde olgu grubunun davranışsal performansı tüm alanlarda kontrol grubuna göre geride kalmıştır. “comission” hata sayısı her iki grupta da egzersiz sonrası artmıştır. Comission hatası; No-go blokta yanıt verilmemesi gereken uyarana yanıt inhibe edemeyip yanıt vermek anlamına gelmektedir. Böylece her iki grupta da egzersiz sonrası dürtüsel davranış artmış bulunmuştur. “omission” hata sayısı ise her iki grupta da egzersiz sonrası azalmıştır. Omission hatası; No-go blokta yanıt verilmesi gereken uyarana yanıt ihmal ederek yanıt vermemek anlamına gelmektedir. Böylece egzersiz sonrası her iki grupta da dikkat düzeyi artmış bulunmuştur.

Geleneksel olarak, ihmal hataları (omission) dikkat eksikliğiyle ilişkilendirilirken, komisyon (comission) hataları engelleyici kontrolün (inhibitory control) bozulmasına atfedilmektedir (168).

Yine çalışmamızda egzersiz öncesi ve sonrasında Go/no-go taskı sırasında dorsolateral prefrontal korteksten (DLPFC) yapılan ölçümler analiz edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre DEHB'li olgu grubunda egzersiz öncesinde davranışsal inhibisyonu belirten değer olan (no-go blok)-(go blok) değeri düşük çıkmıştır. Egzersiz sonrasında ise bu değer yükselmiştir. Bu da davranışsal inhibisyon artışının Fırs verisi olarak yansımastır. Sağlıklı kontrol grubunda ise egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası davranışsal inhibisyonunda istatistiki olarak anlamlılık tespit edilmemiştir. Sağlıklı kontrollerin egzersiz öncesi (no-go blok)-(go blok) değeri DEHB'li olgu grubundan yüksek bulunmuştur. İki grup arasında egzersiz öncesi istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bu da DEHB'deki inhibisyon defisitini kanıtlar niteliktedir (169).

Yürütücü işlevler arasında önemli yeri olan İnhibisyon; davranışsal ve bilişsel inhibisyon olarak iki farklı şekilde değerlendirilmektedir. Yanıt ihibisyonunu değerlendiren çalışmalarda sıklıkla stroop task ve go/no-go taskı kullanılmaktadır. Stroop taskı bilişsel inhibisyonu, go/no-go taskı davranışsal inhibisyonu değerlendirmektedir. Davranışsal inhibisyonu değerlendirmeyi amaçladığımız için çalışmamızda go/no-go taskını kullanmayı tercih ettik.

Go/no-go paradigması, go ya da no-go uyarıları tarafından tetiklenen bir motor tepkinin yürütülmesi veya engellenmesi arasında yanıt seçimini gerektirir. Task, karar verme, yanıt seçimi ve yanıt engellemenin üst düzey bilişsel işlevlerini gerektirir (170). Bu bilişsel işlev günlük yaşam için gereklidir ve bozulmuş yanıt inhibisyonu DEHB için potansiyel bir biyobelirteçtir (169). Bu nedenle, çok sayıda araştırmacı, go/no-go paradigmasını kullanarak DEHB'nin engelleyici doğasını araştırmıştır (163, 171).

Bazı araştırmacılar, yüksek bir go /no-go oranının no-go blokları sırasında aktivasyona yol açabileceğine ve yanıt inhibisyonundan ziyade seçici dikkat ile ilişkili olduğuna inanmaktadır. Bunu engellemek amacıyla, nörogörüntüleme çalışmalarında yaygın olarak kullanıldığı için çalışmamızda % 50'lik bir go/no-go oranı seçilmiştir (172-174).

Önceki çalışmalarda katılımcıların karar verme, zihinsel işlem hızı, seçici dikkat ve tepki süresi performansları incelenmiştir (175-177) Ayrıca bilişsel performansın akut egzersizle iyileştirilebileceği bildirilmiştir (178, 179). Önceki çalışmalar egzersizin türüne bağlı olarak farklı bulgular ortaya çıkarırken, yoğun ve yorucu egzersiz yorgunluğa neden olmuştur (178). Hafif egzersiz ise bilişsel

performans bozukluğuna neden olmuştur (180). Bazı çalışmalarda egzersizin yoğunluğu veya süresinin neden olduğu yorgunluğa bağlı bilişsel işlevlerde azalma bildirilmiştir (181). Bu azalmanın fizyolojik temeli, hipo-frontaliteye neden olan, bilişle ilgili PFC alanı ile hareketle ilgili motor alan arasındaki enerji kaynağı kullanımındaki dengesizlikten kaynaklanabilmektedir (182). Bu modele dayalı olarak egzersiz, bilişsel kontrolü artıran farklı nörotransmitter sistemlerinin aktivasyonunu tetikler, ancak motor uygulama ek enerji kaynaklarının tahsis edilmesini gerektirdiğinde yürütücü işlevleri kesmektedir (183). Hafif veya şiddetli yoğunluktaki egzersizlerin biliş üzerine olumsuz etkileri görülmüştür. Bu nedenlerle çalışmamızda orta yoğunlukta aerobik bir ergometer bisiklet egzersizi tercih edilmiştir. Ek olarak, egzersiz sırasında her bir bireyin egzersiz gayreti konusundaki algılarının öznel bir derecelendirmesini sağlayan, algılanan efor derecelendirmeleri (RPE) (184) her egzersiz bitimine yakın değerlendirilmiştir. Çalışmamızda 6 ile 20 sayıları arasında değişen puanlanması olan Borg ölçeğini kullanılmıştır.

Orta derecede aerobik egzersizi takiben ortaya çıkan bilişsel gelişmeler için farklı mekanizmalar düşünölmüştür. Bu bağlamda, özellikle beyin metabolizması, kan akışı ve katekolamin salınımındaki olumlu değişikliklerin beyinde besleyici bir ortam hazırladığı öne sürölmüştür (185, 186). Ayrıca, aerobik egzersizin kortikal aktivasyonda geçici değişiklikleri ortaya çıkardığı bulunmuştur (187) ve prefrontal korteksin daha yüksek aktivitesi, artan inhibitör kontrol ile ilişkilendirilmiştir (95). Koordine edici egzersize kıyasla aerobik egzersizin, DEHB ile ilişkili göreve bağlı azalmış uyarılmayı düzelterek DEHB olan çocuklarda tepki süresinin daha fazla iyileşmesine yol açması muhtemel görünmektedir (35). Aksine, her iki egzersiz yöntemi de sağlıklı karşılaştırmalarda inhibitör kontrol üzerinde benzer etkilere sahiptir. Önceki çalışmalar, bu yürütücü işlev bileşeni üzerinde daha yüksek bilişsel taleplerle egzersizin yararlı etkilerini bulmuştur (188, 189). Hareketin karmaşıklığının bir fonksiyonu olarak motor korteksin aktivitesi arttıkça, koordinatif egzersiz, bir yürütme işlevi görevini yerine getirmek için gerekli kaynakların sınırlı olması nedeniyle DEHB'li çocuklarda inhibitör kontrolün geliştirilmesini önleyebilir (183, 190). Bunun sonucunda DEHB'nin üst düzey motor kontrol sırasında hipo-frontalite ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır (191).

Uyarılma değişikliğinin akut egzersiz ve bilişsel performansın altında yatan potansiyel bir mekanizma olduğu öne sürölmüştür (192). Akut egzersiz ile uyarılmanın düzenlenmesi özellikle DEHB olan çocuklar için önemlidir, çünkü son teoriler çaba, uyarılma ve aktivasyonun bilgi işlemeyle ilişkili üç bilişsel enerji havuzu olduğunu ve DEHB'nin enerjik durum düzensizliği ile ilişkili olabileceğini öne sürmektedir (193). Hipoarousal hipoteze göre, dikkatsizlik ve DEHB'deki hiperaktivite, kortikal yetersiz uyarılmanın bir sonucudur (194). MPH gibi bazı ilaçların, NA ve DA sistemlerinin uyarılması yoluyla merkezi sinir sisteminin uyarılma ve uyanıklığını artırarak DEHB semptomlarını iyileştirdiğine inanılmaktadır (195). Bu nedenle, fiziksel egzersiz, bilgi işleme için mevcut olan temel enerjiyi genişleten içsel beyin aktivasyon sistemlerini uygun şekilde modöle etmektedir (196). Bir homeostatik nöroendokrin uyarlamalar silsilesinin (hem çevrede hem de beyinde), özellikle DA ve NE için artan retiköler aktivasyon sistemi (ARAS) transmitter salınımını artıran bu modöle edici etkilere aracılık etmesi muhtemeldir (196).

Hipotezimizin aksine Go/no-go taskında akut egzersizin davranışsal performansın her alanı üzerindeki etkilerini tam olarak gözlemlemedik. Go/no-go taskında önceki çalışmalarda egzersiz etkilerine duyarlı olduğu gösterilmiş olsa da, bazı çalışmalar egzersiz nedeniyle görev performansında iyileşme sağlayamamıştır (197). Ayrıca egzersizin bilişsel süreçler üzerindeki etkilerinin egzersizin özellikleri, görevin zamanlaması ve katılımcıların özellikleri gibi birkaç faktöre bağlı olduğu görölmektedir. Daha düşük bilişsel performans düzeyine sahip bireylerin yanı sıra çocuklar ve yaşlı yetişkinler gibi gelişimsel değişikliklere uğrayan bireylerin egzersizden yararlanmaya daha duyarlı olduklarına dair kanıtlar bulunmaktadır (86, 91, 198). Egzersiz etkileri üzerine önceki çalışmalar çoğunlukla DEHB olan çocuklarla yapılmışken, yetişkin hastalarla yapılan az sayıda çalışma karışık sonuçlar ortaya koymuştur. Gapin ve arkadaşları DEHB olan üniversite öğrencilerinde inhibitör kontrolde egzersize bağlı iyileşmeler bulurken (199), Fritz ve O'Connor (200), yetişkin erkek hastalarda akut egzersizin dikkat ve hiperaktivite üzerindeki etkilerini bildirmede başarısız olmuştur. DEHB'li erişkinlerde yapılan akut egzersiz sonrası bir flanker görevi sırasında artan reaksiyon süreleri gözlemlenmiştir (201). Bununla birlikte, bu çalışmada, kontrol durumundaki DEHB hastaların tepki süreleri,

sağlıklı kontrol grubundakilere göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Yine bu çalışmada, DEHB hastalarının görev performansı, sağlıklı kontrol grubunun performansı ile karşılaştırılabilir düzeydedir. Hastalarda, daha kötü performansa sahip hastaların egzersizle ilgili daha fazla gelişme göstermesi anlamında, kontrol koşulundaki görev performansı ile egzersize bağlı performans değişiklikleri arasında bir ilişki bulunmuştur. Bu bulgu, yürütme işlevlerinde daha ciddi bozuklukları olan DEHB hastalarının egzersizden daha fazla fayda sağlayabileceği varsayımını daha da güçlendirmektedir; bu, daha düşük bilişsel performans düzeyine sahip hastalarda uyarıcı ilaç etkilerinin daha güçlü olduğu bulgusuyla uyumlu görülmektedir (202). Çalışmamızda uyguladığımız go/no-go taskı çalışma belleği gibi diğer bilişsel süreçlerin katkısını azaltan ağırlıklı olarak davranışsal inhibisyonu değerlendirmemizi sağlayan basit bir go/no-go task tasarımıdır (203).

Akut egzersizin bilişsel işlevler üzerindeki etkileri onlarca yıldır araştırılmaktadır. Ancak fNIRS aracılığıyla bilişsel performansla ilişkili olarak beyin oksijenasyonu üzerindeki fiziksel egzersiz mekanizmalarını gösteren çalışmalar çok sınırlıdır ve bu mekanizma tam olarak anlaşılamamıştır (204-206). Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) görüntüleme tekniği kullanılarak prefrontal korteksin (PFC) incelenmesi egzersiz ve biliş çalışmalarında kullanılmıştır (109). DLPFC, medial PFC ve ventral lateral PFC de dahil olmak üzere PFC içindeki belirli bölgelerin, çalışma belleği, işlem hızı ve genel yürütücü işlev gibi bilişsel süreçleri kontrol ettiği düşünülmektedir (207, 208). PFC bölgelerinde daha yüksek aktivasyon, bilişsel zorlayıcı görevler sırasında meydana gelir ve muhtemelen daha fazla zihinsel çabayı gösterir (97). fNIRS teknolojisi ile tespit edilen oksijenasyondaki bir artışın, nöral metabolik aktivasyonda bir artış olduğu düşünülmektedir (209). Çalışmamızda go/no-go taskı kullanarak özellikle dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) olan ergenlerde yürütücü işlevler arasında sayılan davranışsal inhibisyon bozulmayı ölçmek ve bu bozulmanın egzersizden fayda görüp görmediğini incelemek amaçlanmıştır. Aerobik orta yoğunluklu egzersiz ile sağlıklı kontrol grubu ve olgu grubu arasında egzersiz öncesi ve sonrasında Go/no-go task eşliğinde gerçekleştirilen fNIRS ölçümleri ile yürütücü işlevleri koordine eden merkez olan dorsolateral prefrontal kortekste (DLPFC) oksihemoglobin değişimi incelenmiştir. Özellikle DEHB olan grupta egzersiz öncesinde go/no-go task esnasında sağ

hemisfer ağırlıklı olmak üzere DLPFC’te aktivasyonun azalmış olduğu görülmüştür. Davranışal inhibisyonun ifadesi (no-go blok)-(go blok) oksihemoglobin düzeyi farkı olarak hesaplandığı için egzersiz öncesinde DEHB grubunda inhibisyon sırasındaki aktivasyon kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. Bu düşüklük DEHB’ndaki inhibisyon eksikliğini FNIRS görüntülemesi olarak ortaya koymaktadır. Ayrıca DEHB’li gruptaki egzersiz öncesindeki bu inhibisyon eksikliği egzersiz sonrasında düzelerek sağlıklı kontrol grubundaki düzeyine ulaşmıştır.

Sağlıklı kontrol deneklere kıyasla DEHB denekleri, inhibisyon-kontrol biliş görevinde iyileşebilir veya daha kötü performans gösterebilir ve ilişkili sinir tepkisi egzersizden sonra değişebilir veya değişmeyebilir. Önceki çalışmalarda, aerobik ve koordinatif su egzersizi müdahalesinin DEHB’li çocuklarda (n = 30, 5-10 yaş) inhibisyon kontrolünü iyileştirdiği bulunmuştur. Bu egzersiz müdahale çalışması 8 hafta uzunluğundaydı ve bir Go / Nogo görevinin Go uyarıcısı (dikkat görevi) ile ilişkili hem reaksiyon süresi hem de doğrulukta iyileşmeyi göstermiştir (210). Çalışmamızda da tüm davranışsal veriler anlamlı olmasa da özellikle bu çalışmayla uyumlu olarak go blok doğru sayısı egzersiz sonrası her iki grupta artmış, go blok reaksiyon süreleri ise azalmıştır. Her iki durumda da sağlıklı kontrol grubundaki değerlerin olgu grubundan daha iyi düzeyde olduğu bulunmuştur.

Başka bir çalışmada DEHB’li çocuklarda 30 dakika süreyle uygulanan orta şiddette aerobik egzersizin sadece video izleyen DEHB grubuna kıyasla, Stroop renkli kelime testlerinde yalnızca reaksiyon sürelerinde azalma ile yürütücü işlevde bir iyileşme gösterilmiştir (111). Çalışmamızda da egzersiz sonrası go blokta doğru yanıtlanan uyarılardaki reaksiyon sürelerinde her iki grupta da azalma görülmüştür. Fakat no-go bloktaki doğru ve yanlış yanıtlanan uyarılarda egzersiz sonrası süre kısalmamış daha da uzamıştır. Muhtemelen bu çalışma ile bizim çalışmamız arasında oluşan bu fark kullanılan task’ın farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan bir çalışmada; orta şiddette egzersiz, egzersiz sonrası bilişsel test sırasında kortikal oksijenasyonu artırmış, ancak bu artışa bilişsel performanstaki iyileşmeler eşlik etmemiştir. (211). Bilişsel görevin egzersiz sonrası seansı sırasında PFC’deki bölgesel kan akışı, bilişsel görevin egzersiz öncesi seansından daha yüksek kabul edilmektedir. Bu tür artmış hemodinamik yanıtlar, egzersiz sonrası bilişsel görev sırasında ek çabanın bir göstergesi olabilmektedir (212). Bu çalışma ile

uyumlu bizim çalışmamızda egzersiz sonrası özellikle DEHB’li olgu grubunda olmak üzere her iki grupta da DLPFC oksijenasyonu artmış fakat bu oksijenasyon artışına davranışsal performans tüm alanlarda eşlik etmemiştir. Çalışmamızda go/no-go taskı davranışsal analizlerine göre; olgu grubunun performansı task’ın her alanında kontrol grubuna göre geride kalmış olmasına rağmen egzersiz sonrası değişimler olgu grubunda daha fazla olmuştur. Comission hataları her iki grupta da egzersiz sonrası artmış, omission hataları ise her iki grupta azalmıştır. Böylece egzersizin davranışsal veriler üzerindeki etkisi olarak davranışsal inhibisyon performansı kötüleşmiş fakat seçici dikkat artarak omission hataları her iki grupta da azalmıştır.

Son zamanlarda, sağ prefrontal aktivasyon, birçok çalışmada DEHB hastalarında fNIRS ölçümü için objektif bir nöro-fonksiyonel biyobelirteç görevi görmüştür (163, 213). Görüntüleme çalışmaları, inhibitör fonksiyonun sağ prefrontal lobun aktivasyon seviyesiyle ilişkili olduğunu bulmuştur (214-216). FNIRS ölçümleri arasında, serebral kan akışındaki değişikliklere karşı deoksi-Hb ve total-Hb sinyallerine göre daha yüksek duyarlılığı nedeniyle oksi-Hb sinyali analiz edilmiştir (217, 218). Bizde bu çalışmalarla uyumlu olarak kendi çalışmamızda DEHB’li grupta özellikle egzersiz öncesinde Fnirs ölçümü sırasında sağ hemisferde DLPFC aktivasyon sorunun ortaya çıktığı görülmüştür. Sağlıklı kontrollere göre DEHB’li grupta egzersiz öncesi yapılan task esnasında özellikle sağ DLPFC’de inhibisyon eksikliği bulguları gözlemlenmiştir.

Beyin aktivasyonundaki akut egzersize bağlı değişikliklerle ilgili diğer bir faktör, kasılan kastan laktat salınımıdır. Laktat, beyin astrositleri için glikoza alternatif bir besin sağlayabilir ve glutamat salınımı için bir öncü görevi görebilmektedir (113, 116). Glutamat beyindeki ana uyarıcı nörotransmitterdir ve regülasyonu, psikoz ve yaşlanma koşullarında öğrenme ve bilişsel bozulma ile ilişkilendirilmiştir (219). Laktat ayrıca nöral plastisite genlerinin indüksiyonu ve hayvan çalışmalarında hafıza ve öğrenmenin bir ölçüsü olan uzun vadeli güçlendirmenin (long term potentiation-LTP) daha fazla sürdürülmesi ile bağlantılıdır (122, 220). Laktat enjekte edilen hayvanlar, laktat eşiğinde egzersiz yapan hayvanlar gibi, beyin plastisite belirteçlerinde benzer bir artış göstermektedir (221).

Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğunun (DEHB) enerji eksikliği hipotezi, beyin astrositleri tarafından düşük laktat üretiminin bozukluğun semptomlarına neden olduğunu göstermektedir. Astrositler beyindeki ana laktat üreticileridir; ancak iskelet kasları vücuttaki en fazla laktatı üretebilmektedir. İskelet kasları tarafından laktat üretimi, kan-beyin bariyerinde (BBB) laktat taşıyıcı monokarboksilat taşıyıcı 1'in (MCT1) ekspresyonu gibi, fiziksel aktivite ile artmaktadır. DEHB'li çocukların hiperaktif olmaları nedeniyle iskelet kasları tarafından laktat üretimini artırdıklarını ve astrositlerin düşük tedarikini telafi etmek için laktatın beyne daha fazla taşındığı varsayılmaktadır (112). Bu nedenlerle çalışmamızda egzersizle laktat değişiminin DEHB'li olgu grubu ile sağlıklı kontrol grubu arasında yürütücü işlev üzerine olan etkisi incelenmiştir. Kontrol grubunda egzersiz sonrası daha yüksek laktat değerleri elde edilmiş olsa da istatistiki anlamlı bir sonuç bulanamamıştır. Daha kesin sonuçlar elde edebilmek için nöral yapılardaki laktatın egzersizle değişimini incelemek gerekmektedir.

Daha yüksek yoğunluklu egzersiz ve biliş arasında önerilen bir başka bağlantı da BDNF indüksiyonudur. Kasılan kastan katepsin B ve İrisin salgılanmasının BDNF üretimini uyardığı ve egzersiz sonrası hafızayı geliştirdiği gösterilmiştir (222, 223). İnsanlarda, serum BDNF seviyeleri yüksek yoğunluklu egzersizle artmıştır ve kısa süreli hafızanın iyileşmesi ile ilişkilendirilmiştir (107). Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında salınan laktat da insan astrositlerinde BDNF üretimine yol açabilmektedir (224). Etkisi daha önceki çalışmalarda araştırılmış olan BDNF'nin laktat ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Önceki bir çalışmada, orta dereceli aerobik egzersizin, metilfenidat kullanan ve kullanmayan DEHB'li çocuklarda davranışsal performansta iyileşmeler sağladığı gösterilmiştir. Bu çalışmada ilaç kullanan ve kullanmayan DEHB'li çocukların dürtüselliklerinde ve seçici dikkatlerinde egzersiz sonrası iyileşmeler olmuştur (225). Bizim çalışmamızda ise olgu ve kontrol grubunda bu çalışmadan farklı olarak egzersiz sonrasında dürtüsellik iyileşmemiş, dikkat ise bu çalışma ile uyumlu olacak şekilde artmıştır.

Başka bir çalışmada stroop görevlerindeki tepki süresi, kademeli olarak artan fakat yüksek yoğunlukta olmayan aerobik egzersiz (bisiklet sürme) sırasında kademeli olarak azalmıştır; yine de düzenli spor yapan sağlıklı erkeklerde

performansın doğruluğu değişmeden kalmıştır (226). Biz de çalışmamızda bu farklılığı ortadan kaldırmak için olgu ve kontrol grubundaki ergenler düzenli spor yapmayanlardan seçilmiştir.

Diğer bir çalışmada orta yoğunlukta aerobik egzersiz, sağlıklı grubun yanıt engelleme bilişsel görev hızını % 22 oranında artırmış, ancak doğru yanıt oranı etkilenmemiştir (227).

Olaya ilişkin potansiyellerin (ERP) ölçüldüğü bir çalışmada Fisher ve arkadaşları DEHB katılımcılarının, NoGo denemelerindeki kontrollerden önemli ölçüde daha fazla komisyon hatası yaptığını, aynı zamanda bir Go/Nogo görevinde daha uzun N2 ve P3 gecikmeleri sergilediklerini bulmuştur. DEHB'nin temel eksikliğinin, koşullara bağlı olarak, bazı durumlarda engelleme eksikliği (komisyonlar) veya diğerlerinde aşırı engelleme (ihmalller) şeklinde ortaya çıkabilecek bir düzenleme bozukluğuna ait olduğunu öne sürmüşlerdir. (228).

Çalışmamızda, 10 dakika süren orta yoğunlukta bir fiziksel aktivite koşulu uygulanmıştır. Çalışmaların çoğunda genel olarak 30 dakikalık bir protokol kullanmasına rağmen, orta ila şiddetli yoğunluklarda gerçekleştirilen fiziksel aktivitenin yararlı etkileri, 5 ila 30 dakika arasında değişen süreler ile DEHB'li çocuklarda gösterilmiştir (110, 111). Bu nedenle, çalışmamızda akut fiziksel aktivitenin yürütücü işlevler üzerindeki yararlı etkileri, DEHB'li çocuklarda orta yoğunlukta 10 dakikalık bir akut fiziksel aktivitenin pozitif etkiler ortaya çıkarmak için yeterli olduğunu gösteren ampirik kanıtlarla uyumlu görünmektedir. Başka bir çalışma; 10 dakika, 20 dakika ve 45 dakika süren müdahaleleri egzersiz uygulanmayan kontrol koşulu ile karşılaştırmıştır ve 20 dakikalık koşulun yetişkinler için en yüksek yürütücü işlev performansına sahip olduğunu bulmuştur (229). Bu nedenle çalışmamızda doğruluk ölçümleri ve yanıt engellenmesi üzerindeki eksik etkilerin olası bir açıklaması, fiziksel aktivite süresinin çok kısa olması olabilir. Bunun aksine, çocuklarda bilişsel olarak orta yoğunlukta fiziksel aktiviteyi uygulayan diğer çalışmalar 10 dakikalık süreler için bile olumlu etkiler bulduğundan , daha kısa sürelerin çocuklarda bilişsel performans üzerinde egzersizin türüne bağlı olarak olumlu etkiler yapacağı gösterilmiştir (230, 231). Bu kısa egzersiz süreleri, çocukların okuldaki teneffüsler sırasında yapabilecekleri fiziksel aktivite molaları düşünüldüğünde önemlidir.

8. SONUÇ

Egzersizın yürütücü işlevler üzerine etkisi heterojenlik gösterebilmektedir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da egzersizin her iki grupta dikkatsizlik alanında olumlu etkisi görülmekle beraber dürtüsellik alanında olumsuz etkisi görülmüştür. Bu bağlamda egzersizin DEHB alt görünümüleri arasında farklı etkilerinin olabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızın kısıtlılığı olarak DEHB’de alt görünüm ayrımı yapılmamıştır. Büyük örneklemlı gruplarda ileriki çalışmalarda DEHB alt tipleri arasındaki egzersiz etkisinin karşılaştırılması önerilir



9. KAYNAKLAR

1. Association AP. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. BMC Med. 2013;17:133-7.
2. Thomas R, Sanders S, Doust J, Beller E, Glasziou P. Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. Pediatrics. 2015;135(4):e994-e1001.
3. Ercan ES, Bilaç Ö, Özaslan TU, Rohde LA. Is the prevalence of ADHD in Turkish elementary school children really high? Social psychiatry and psychiatric epidemiology. 2015;50(7):1145-52.
4. Polanczyk G, De Lima MS, Horta BL, Biederman J, Rohde LA. The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. American journal of psychiatry. 2007;164(6):942-8.
5. Berwid OG, Halperin JM. Emerging support for a role of exercise in attention-deficit/hyperactivity disorder intervention planning. Current psychiatry reports. 2012;14(5):543-51.
6. Alvarez JA, Emory E. Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. Neuropsychology review. 2006;16(1):17-42.
7. Barbas H, Zikopoulos B, Timbie C. Sensory pathways and emotional context for action in primate prefrontal cortex. Biological psychiatry. 2011;69(12):1133-9.
8. Meeusen R, Schaefer S, Tomporowski P, Bailey R. Physical activity and educational achievement: Insights from exercise neuroscience: Routledge; 2017.
9. Dishman RK, Renner K, Reigle T, Bunnell B, Burke K, Yoo H, et al. Activity wheel running reduces escape latency and alters brain monoamine levels after footshock. Brain research bulletin. 1997;42(5):399-406.
10. Hattori S, Naoi M, Nishino H. Striatal dopamine turnover during treadmill running in the rat: relation to the speed of running. Brain research bulletin. 1994;35(1):41-9.
11. Meeusen R, Smolders I, Sarre S, De Meirleir K, Keizer H, Serneels M, et al. Endurance training effects on neurotransmitter release in rat striatum: an in

- vivo microdialysis study. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1997;159(4):335-41.
12. Inoue Y, Sakihara K, Gunji A, Ozawa H, Kimiya S, Shinoda H, et al. Reduced prefrontal hemodynamic response in children with ADHD during the Go/NoGo task: a NIRS study. *Neuroreport*. 2012;23(2):55-60.
 13. Lewis ME. *Child and adolescent psychiatry: a comprehensive textbook*: Lippincott Williams & Wilkins Publishers; 2002.
 14. Stubbe DE. Attention-deficit/hyperactivity disorder overview: Historical perspective, current controversies, and future directions. *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*. 2000;9(3):469-79.
 15. Gillberg C. *ADHD and its many associated problems*: Oxford University Press; 2014.
 16. Organization WH. *Mental disorders: glossary and guide to their classification in accordance with their ninth revision of the International Classification of Diseases*. *Mental disorders: glossary and guide to their classification in accordance with their ninth revision of the International Classification of Diseases* 1978. p. 95-.
 17. Association AP. *DSM-II. Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. 1968;2.
 18. Association AP. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder (rev.)* Washington DC. Washington DC. 1987.
 19. Dsm-Iv-tr A. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, text revision*. Washington, DC: American Psychiatric Association. 2000;75:78-85.
 20. Organization WH. *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: diagnostic criteria for research*: World Health Organization; 1993.
 21. Willcutt EG. The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neurotherapeutics*. 2012;9(3):490-9.
 22. Willcutt EG, Nigg JT, Pennington BF, Solanto MV, Rohde LA, Tannock R, et al. Validity of DSM-IV attention deficit/hyperactivity disorder symptom dimensions and subtypes. *Journal of abnormal psychology*. 2012;121(4):991.

23. Aktepe E, editor Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Tanisi Konan Çocuk ve Ergenlerde Eş Tanılar ve Sosyodemografik Özellikler. Yeni Symposium; 2011.
24. Ercan ES, Kandulu R, Uslu E, Ardic UA, Yazici KU, Basay BK, et al. Prevalence and diagnostic stability of ADHD and ODD in Turkish children: a 4-year longitudinal study. *Child and adolescent psychiatry and mental health*. 2013;7(1):30.
25. Skounti M, Philalithis A, Galanakis E. Variations in prevalence of attention deficit hyperactivity disorder worldwide. *European journal of pediatrics*. 2007;166(2):117-23.
26. Pliszka SR. The neuropsychopharmacology of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*. 2005;57(11):1385-90.
27. Arnsten AF, Rubia K. Neurobiological circuits regulating attention, cognitive control, motivation, and emotion: disruptions in neurodevelopmental psychiatric disorders. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2012;51(4):356-67.
28. Moore CM, Biederman J, Wozniak J, Mick E, Aleardi M, Wardrop M, et al. Differences in brain chemistry in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder with and without comorbid bipolar disorder: a proton magnetic resonance spectroscopy study. *American Journal of Psychiatry*. 2006;163(2):316-8.
29. MacMaster FP, Carrey N, Sparkes S, Kusumakar V. Proton spectroscopy in medication-free pediatric attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*. 2003;53(2):184-7.
30. Castellanos FX, Tannock R. Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*. 2002;3(8):617.
31. Greven CU, Bralten J, Mennes M, O'Dwyer L, van Hulzen KJ, Rommelse N, et al. Developmentally stable whole-brain volume reductions and developmentally sensitive caudate and putamen volume alterations in those with attention-deficit/hyperactivity disorder and their unaffected siblings. *JAMA psychiatry*. 2015;72(5):490-9.

32. Filipek PA, Semrud-Clikeman M, Steingard R, Renshaw P, Kennedy D, Biederman J. Volumetric MRI analysis comparing subjects having attention-deficit hyperactivity disorder with normal controls. *Neurology*. 1997;48(3):589-601.
33. Nakao T, Radua J, Rubia K, Mataix-Cols D. Gray matter volume abnormalities in ADHD: voxel-based meta-analysis exploring the effects of age and stimulant medication. *American Journal of Psychiatry*. 2011;168(11):1154-63.
34. van Ewijk H, Heslenfeld DJ, Zwiers MP, Buitelaar JK, Oosterlaan J. Diffusion tensor imaging in attention deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2012;36(4):1093-106.
35. Cortese S, Kelly C, Chabernaud C, Proal E, Di Martino A, Milham MP, et al. Toward systems neuroscience of ADHD: a meta-analysis of 55 fMRI studies. *American Journal of Psychiatry*. 2012;169(10):1038-55.
36. Hart H, Radua J, Nakao T, Mataix-Cols D, Rubia K. Meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies of inhibition and attention in attention-deficit/hyperactivity disorder: exploring task-specific, stimulant medication, and age effects. *JAMA psychiatry*. 2013;70(2):185-98.
37. Bekker E, Overtom C, Kenemans J, Kooij J, De Noord I, Buitelaar J, et al. Stopping and changing in adults with ADHD. *Psychological medicine*. 2005;35(6):807-16.
38. Pliszka S, Issues AWGoQ. Practice parameter for the assessment and treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2007;46(7):894-921.
39. Biederman J, Mick E, Faraone SV. Age-dependent decline of symptoms of attention deficit hyperactivity disorder: impact of remission definition and symptom type. *American journal of psychiatry*. 2000;157(5):816-8.
40. Biederman J, Faraone SV, Mick E, Spencer T, Wilens T, Kiely K, et al. High risk for attention deficit hyperactivity disorder among children of parents with childhood onset of the disorder: a pilot study. *The American journal of psychiatry*. 1995.

41. Guan L, Wang B, Chen Y, Yang L, Li J, Qian Q, et al. A high-density single-nucleotide polymorphism screen of 23 candidate genes in attention deficit hyperactivity disorder: suggesting multiple susceptibility genes among Chinese Han population. *Molecular psychiatry*. 2009;14(5):546-54.
42. Zayats T, Athanasiu L, Sonderby I, Djurovic S, Westlye LT, Tamnes CK, et al. Genome-wide analysis of attention deficit hyperactivity disorder in Norway. *PloS one*. 2015;10(4).
43. Türkbay T, Söhmen T. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu. *Psikiyatri Dünyası*. 2000;4(2):57-63.
44. Bhutta AT, Cleves MA, Casey PH, Cradock MM, Anand K. Cognitive and behavioral outcomes of school-aged children who were born preterm: a meta-analysis. *Jama*. 2002;288(6):728-37.
45. Szatmari P, Saigal S, Rosenbaum P, Campbell D, King S. Psychiatric disorders at five years among children with birthweights < 1000g: A regional perspective. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1990;32(11):954-62.
46. Gurevitz M, Geva R, Varon M, Leitner Y. Early markers in infants and toddlers for development of ADHD. *Journal of Attention Disorders*. 2014;18(1):14-22.
47. Galéra C, Côté SM, Bouvard MP, Pingault J-B, Melchior M, Michel G, et al. Early risk factors for hyperactivity-impulsivity and inattention trajectories from age 17 months to 8 years. *Archives of general psychiatry*. 2011;68(12):1267-75.
48. McLaughlin KA, Sheridan MA, Winter W, Fox NA, Zeanah CH, Nelson CA. Widespread reductions in cortical thickness following severe early-life deprivation: a neurodevelopmental pathway to attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological psychiatry*. 2014;76(8):629-38.
49. Schlotz W, Jones A, Phillips DI, Gale CR, Robinson SM, Godfrey KM. Lower maternal folate status in early pregnancy is associated with childhood hyperactivity and peer problems in offspring. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2010;51(5):594-602.

50. Froehlich TE, Anixt JS, Loe IM, Chirdkiatgumchai V, Kuan L, Gilman RC. Update on environmental risk factors for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Current psychiatry reports*. 2011;13(5):333.
51. Boris M, Mandel FS. Foods and additives are common causes of the attention deficit hyperactive disorder in children. *Annals of allergy*. 1994;72(5):462-7.
52. Kanarek RB. Does sucrose or aspartame cause hyperactivity in children? *Nutrition reviews*. 1994;52(5):173-5.
53. Minder B, Das-Smaal EA, JM Brand EF, Orlebeke JF. Exposure to lead and specific attentional problems in schoolchildren. *Journal of Learning Disabilities*. 1994;27(6):393-9.
54. Wolraich ML, Lindgren SD, Stumbo PJ, Stegink LD, Appelbaum MI, Kiritsy MC. Effects of diets high in sucrose or aspartame on the behavior and cognitive performance of children. *New England Journal of Medicine*. 1994;330(5):301-7.
55. Becker K, Blomeyer D, El-Faddagh M, Esser G, Schmidt MH, Banaschewski T, et al. From regulatory problems in infancy to attention-deficit/hyperactivity disorder in childhood: a moderating role for the dopamine D4 receptor gene? *The Journal of pediatrics*. 2010;156(5):798-803. e2.
56. Health NCCfM. Attention Deficit Hyperactivity Disorder: The NICE Guideline on Diagnosis and Management of ADHD in Children, Young People, and Adults. Leicester: The British Psychological Society & The Royal College of Psychiatrists. 2009.
57. Murray DW. Treatment of preschoolers with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Current psychiatry reports*. 2010;12(5):374-81.
58. Subcommittee on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder SCoQL, Management. ADHD: clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. *Am Acad Pediatrics*; 2011.
59. Woodward LJ, Fergusson DM, Horwood LJ. Driving outcomes of young people with attentional difficulties in adolescence. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2000;39(5):627-34.

60. Langley K, Fowler T, Ford T, Thapar AK, Van Den Bree M, Harold G, et al. Adolescent clinical outcomes for young people with attention-deficit hyperactivity disorder. *The British Journal of Psychiatry*. 2010;196(3):235-40.
61. Flory K, Molina BS, Pelham J, William E, Gnagy E, Smith B. Childhood ADHD predicts risky sexual behavior in young adulthood. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*. 2006;35(4):571-7.
62. Fayyad J, De Graaf R, Kessler R, Alonso J, Angermeyer M, Demyttenaere K, et al. Cross-national prevalence and correlates of adult attention-deficit hyperactivity disorder. *The British Journal of Psychiatry*. 2007;190(5):402-9.
63. Surman CB, Biederman J, Spencer T, Miller CA, McDermott KM, Faraone SV. Understanding deficient emotional self-regulation in adults with attention deficit hyperactivity disorder: a controlled study. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*. 2013;5(3):273-81.
64. Funahashi S. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience research*. 2001;39(2):147-65.
65. Nigg JT. On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological bulletin*. 2000;126(2):220.
66. Dillon DG, Pizzagalli DA. Inhibition of action, thought, and emotion: a selective neurobiological review. *Applied and Preventive Psychology*. 2007;12(3):99-114.
67. Diamond A. Executive functions. *Annual review of psychology*. 2013;64:135-68.
68. Barkley RA. Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved: Guilford Press; 2012.
69. Barkley RA. Executive functioning and self-regulation viewed as an extended phenotype: Implications of the theory for ADHD and its treatment. 2015.
70. Chahín-Pinzón N. Consideraciones y reflexiones acerca de la versión colombiana de la escala Barratt de impulsividad para niños (BIS-11c). *Psicogente*. 2015;18(34):396-405.
71. Jiménez-Figueroa G, Ardila-Duarte C, Pineda DA, Acosta-López JE, Cervantes-Henríquez ML, Pineda-Alhucema W, et al. Prepotent response

- inhibition and reaction times in children with attention deficit/hyperactivity disorder from a Caribbean community. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*. 2017;9(4):199-211.
72. Nigg JT. What causes ADHD?: Understanding what goes wrong and why: Guilford Press; 2006.
 73. Vaquerizo-Madrid J, Estévez-Díaz F, Díaz-Maíllo I. Revisión del modelo de alerta e intervención psicolingüística en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Rev Neurol*. 2006;42(Supl 2):S53-S61.
 74. Neudecker C, Mewes N, Reimers AK, Woll A. Exercise interventions in children and adolescents with ADHD: a systematic review. *Journal of attention disorders*. 2019;23(4):307-24.
 75. Gapin JJ, Labban JD, Etnier JL. The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: The evidence. *Preventive Medicine*. 2011;52:S70-S4.
 76. Dishman RK, Berthoud HR, Booth FW, Cotman CW, Edgerton VR, Fleshner MR, et al. Neurobiology of exercise. *Obesity*. 2006;14(3):345-56.
 77. Willcutt EG, Doyle AE, Nigg JT, Faraone SV, Pennington BF. Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biological psychiatry*. 2005;57(11):1336-46.
 78. Voss MW, Vivar C, Kramer AF, van Praag H. Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in cognitive sciences*. 2013;17(10):525-44.
 79. Kramer AF, Erickson KI, Colcombe SJ. Exercise, cognition, and the aging brain. *Journal of applied physiology*. 2006;101(4):1237-42.
 80. Duzel E, van Praag H, Sendtner M. Can physical exercise in old age improve memory and hippocampal function? *Brain*. 2016;139(3):662-73.
 81. Vivar C. Adult hippocampal neurogenesis, aging and neurodegenerative diseases: possible strategies to prevent cognitive impairment. *Current topics in medicinal chemistry*. 2015;15(21):2175-92.
 82. Alvarez-Bueno C, Pesce C, Cavero-Redondo I, Sanchez-Lopez M, Martínez-Hortelano JA, Martínez-Vizcaino V. The effect of physical activity interventions on children's cognition and metacognition: A systematic review

- and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2017;56(9):729-38.
83. de Greeff JW, Bosker RJ, Oosterlaan J, Visscher C, Hartman E. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*. 2018;21(5):501-7.
 84. Jeyanthi S, Arumugam N, Parasher RK. Effect of physical exercises on attention, motor skill and physical fitness in children with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*. 2019;11(2):125-37.
 85. Den Heijer AE, Groen Y, Tucha L, Fuermaier AB, Koerts J, Lange KW, et al. Sweat it out? The effects of physical exercise on cognition and behavior in children and adults with ADHD: a systematic literature review. *Journal of Neural Transmission*. 2017;124(1):3-26.
 86. Chang Y-K, Labban JD, Gapin JJ, Etnier JL. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*. 2012;1453:87-101.
 87. Weng TB, Pierce GL, Darling WG, Falk D, Magnotta VA, Voss MW. The acute effects of aerobic exercise on the functional connectivity of human brain networks. *Brain Plasticity*. 2017;2(2):171-90.
 88. Meeusen R, Tonoli C, Knaepen K, Soares DD. Exercise, neurotransmission and neurotrophic factors. *Physical Activity and Educational Achievement: Routledge*; 2017. p. 77-88.
 89. McMorris T, Collard K, Corbett J, Dicks M, Swain J. A test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise–cognition interaction. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 2008;89(1):106-15.
 90. Rooks CR, Thom NJ, McCully KK, Dishman RK. Effects of incremental exercise on cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: a systematic review. *Progress in neurobiology*. 2010;92(2):134-50.
 91. Ludyga S, Gerber M, Brand S, Holsboer-Trachsler E, Pühse U. Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology*. 2016;53(11):1611-26.

92. Basso JC, Suzuki WA. The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: a review. *Brain Plasticity*. 2017;2(2):127-52.
93. Basso JC, Shang A, Elman M, Karmouta R, Suzuki WA. Acute exercise improves prefrontal cortex but not hippocampal function in healthy adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2015;21(10):791-801.
94. Gothe NP, McAuley E. Yoga and cognition: a meta-analysis of chronic and acute effects. *Psychosomatic medicine*. 2015;77(7):784-97.
95. Yanagisawa H, Dan I, Tsuzuki D, Kato M, Okamoto M, Kyutoku Y, et al. Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*. 2010;50(4):1702-10.
96. Miller EK, Cohen JD. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*. 2001;24(1):167-202.
97. Causse M, Chua Z, Peysakhovich V, Del Campo N, Matton N. Mental workload and neural efficiency quantified in the prefrontal cortex using fNIRS. *Scientific reports*. 2017;7(1):1-15.
98. Tsukamoto H, Suga T, Takenaka S, Tanaka D, Takeuchi T, Hamaoka T, et al. Greater impact of acute high-intensity interval exercise on post-exercise executive function compared to moderate-intensity continuous exercise. *Physiology & behavior*. 2016;155:224-30.
99. Kujach S, Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Fukuie T, Laskowski R, et al. A transferable high-intensity intermittent exercise improves executive performance in association with dorsolateral prefrontal activation in young adults. *Neuroimage*. 2018;169:117-25.
100. Hyodo K, Dan I, Suwabe K, Kyutoku Y, Yamada Y, Akahori M, et al. Acute moderate exercise enhances compensatory brain activation in older adults. *Neurobiology of aging*. 2012;33(11):2621-32.
101. Bediz CS, Oniz A, Guducu C, Ural Demirci E, Ogut H, Gunay E, et al. Acute supramaximal exercise increases the brain oxygenation in relation to cognitive workload. *Frontiers in human neuroscience*. 2016;10:174.

102. Lucas SJ, Ainslie PN, Murrell CJ, Thomas KN, Franz EA, Cotter JD. Effect of age on exercise-induced alterations in cognitive executive function: relationship to cerebral perfusion. *Experimental gerontology*. 2012;47(8):541-51.
103. Herold F, Wiegel P, Scholkmann F, Müller NG. Applications of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) neuroimaging in exercise–cognition science: a systematic, methodology-focused review. *Journal of clinical medicine*. 2018;7(12):466.
104. Bhambhani Y, Malik R, Mookerjee S. Cerebral oxygenation declines at exercise intensities above the respiratory compensation threshold. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2007;156(2):196-202.
105. Dietrich A. Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. *Psychiatry research*. 2006;145(1):79-83.
106. Ferris LT, Williams JS, Shen C-L. The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Medicine and science in sports and exercise*. 2007;39(4):728.
107. Winter B, Breitenstein C, Mooren FC, Voelker K, Fobker M, Lechtermann A, et al. High impact running improves learning. *Neurobiology of learning and memory*. 2007;87(4):597-609.
108. Piepmeier AT, Etnier JL. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) as a potential mechanism of the effects of acute exercise on cognitive performance. *Journal of Sport and Health Science*. 2015;4(1):14-23.
109. Vega SR, Strüder HK, Wahrmann BV, Schmidt A, Bloch W, Hollmann W. Acute BDNF and cortisol response to low intensity exercise and following ramp incremental exercise to exhaustion in humans. *Brain research*. 2006;1121(1):59-65.
110. Gawrilow C, Stadler G, Langguth N, Naumann A, Boeck A. Physical activity, affect, and cognition in children with symptoms of ADHD. *Journal of attention disorders*. 2016;20(2):151-62.
111. Chang Y-K, Liu S, Yu H-H, Lee Y-H. Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Archives of clinical neuropsychology*. 2012;27(2):225-37.

112. Medin T, Medin H, Hefte MB, Storm-Mathisen J, Bergersen LH. Upregulation of the lactate transporter monocarboxylate transporter 1 at the blood-brain barrier in a rat model of attention-deficit/hyperactivity disorder suggests hyperactivity could be a form of self-treatment. *Behavioural brain research*. 2019;360:279-85.
113. Schurr A. Cerebral glycolysis: a century of persistent misunderstanding and misconception. *Frontiers in neuroscience*. 2014;8:360.
114. Suzuki A, Stern SA, Bozdagi O, Huntley GW, Walker RH, Magistretti PJ, et al. Astrocyte-neuron lactate transport is required for long-term memory formation. *Cell*. 2011;144(5):810-23.
115. Newman LA, Korol DL, Gold PE. Lactate produced by glycogenolysis in astrocytes regulates memory processing. *PloS one*. 2011;6(12):e28427.
116. Yang J, Ruchti E, Petit J-M, Jourdain P, Grenningloh G, Allaman I, et al. Lactate promotes plasticity gene expression by potentiating NMDA signaling in neurons. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2014;111(33):12228-33.
117. Ide K, Schmalbruch IK, Quistorff B, Horn A, Secher NH. Lactate, glucose and O₂ uptake in human brain during recovery from maximal exercise. *The Journal of physiology*. 2000;522(1):159-64.
118. Dalsgaard MK, Quistorff B, Danielsen ER, Selmer C, Vogelsang T, Secher NH. A reduced cerebral metabolic ratio in exercise reflects metabolism and not accumulation of lactate within the human brain. *The Journal of physiology*. 2004;554(2):571-8.
119. Van Hall G, Størmstad M, Rasmussen P, Jans Ø, Zaar M, Gam C, et al. Blood lactate is an important energy source for the human brain. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2009;29(6):1121-9.
120. Volianitis S, Rasmussen P, Seifert T, Nielsen HB, Secher NH. Plasma pH does not influence the cerebral metabolic ratio during maximal whole body exercise. *The Journal of physiology*. 2011;589(2):423-9.
121. Steinman MQ, Gao V, Alberini CM. The role of lactate-mediated metabolic coupling between astrocytes and neurons in long-term memory formation. *Frontiers in integrative neuroscience*. 2016;10:10.

122. Whitlock JR, Heynen AJ, Shuler MG, Bear MF. Learning induces long-term potentiation in the hippocampus. *science*. 2006;313(5790):1093-7.
123. Aubert A, Costalat R, Magistretti PJ, Pellerin L. Brain lactate kinetics: modeling evidence for neuronal lactate uptake upon activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2005;102(45):16448-53.
124. Magistretti PJ, Sorg O, Yu N, Martin J-L, Pellerin L. Neurotransmitters regulate energy metabolism in astrocytes: implications for the metabolic trafficking between neural cells. *Developmental neuroscience*. 1993;15(3-5):306-12.
125. Subbarao KV, Hertz L. Effect of adrenergic agonists on glycogenolysis in primary cultures of astrocytes. *Brain research*. 1990;536(1-2):220-6.
126. Fillenz M, Lowry JP, Boutelle M, Fray A. The role of astrocytes and noradrenaline in neuronal glucose metabolism. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1999;167(4):275-84.
127. Sorg O, Magistretti PJ. Vasoactive intestinal peptide and noradrenaline exert long-term control on glycogen levels in astrocytes: blockade by protein synthesis inhibition. *Journal of Neuroscience*. 1992;12(12):4923-31.
128. Miyazaki I, Asanuma M, Diaz-Corrales FJ, Miyoshi K, Ogawa N. Direct evidence for expression of dopamine receptors in astrocytes from basal ganglia. *Brain research*. 2004;1029(1):120-3.
129. Höslí L, Höslí E. Receptors for dopamine and serotonin on astrocytes of cultured rat central nervous system. *Journal de physiologie*. 1987;82(4):191.
130. Kofler MJ, Raiker JS, Sarver DE, Wells EL, Soto EF. Is hyperactivity ubiquitous in ADHD or dependent on environmental demands? Evidence from meta-analysis. *Clinical psychology review*. 2016;46:12-24.
131. Sarver DE, Rapport MD, Kofler MJ, Raiker JS, Friedman LM. Hyperactivity in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Impairing deficit or compensatory behavior? *Journal of abnormal child psychology*. 2015;43(7):1219-32.
132. Jobsis FF. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science*. 1977;198(4323):1264-7.

133. Ferrari M, Quaresima V. A brief review on the history of human functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. *Neuroimage*. 2012;63(2):921-35.
134. Fallgatter AJ, Strik WK. Right frontal activation during the continuous performance test assessed with near-infrared spectroscopy in healthy subjects. *Neuroscience Letters*. 1997;223(2):89-92.
135. Fallgatter AJ, Strik WK. Frontal brain activation during the Wisconsin Card Sorting Test assessed with two-channel near-infrared spectroscopy. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*. 1998;248(5):245-9.
136. Schecklmann M, Ehlis A-C, Plichta MM, Fallgatter AJ. Functional near-infrared spectroscopy: a long-term reliable tool for measuring brain activity during verbal fluency. *Neuroimage*. 2008;43(1):147-55.
137. Grazioli S, Mauri M, Crippa A, Maggioni E, Molteni M, Brambilla P, et al. Light up ADHD: II. Neuropharmacological effects measured by near infrared spectroscopy: is there a biomarker? *Journal of affective disorders*. 2019;244:100-6.
138. Mauri M, Nobile M, Bellina M, Crippa A, Brambilla P. Light up ADHD: I. Cortical hemodynamic responses measured by functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS): Special Section on “Translational and Neuroscience Studies in Affective Disorders” Section Editor, Maria Nobile MD, PhD. This Section of JAD focuses on the relevance of translational and neuroscience studies in providing a better understanding of the neural basis of affective disorders. The main aim is to briefly summarise relevant research findings in clinical neuroscience with particular regards to specific innovative topics in mood and anxiety disorders. *Journal of affective disorders*. 2018;234:358-64.
139. Ishii-Takahashi A, Takizawa R, Nishimura Y, Kawakubo Y, Kuwabara H, Matsubayashi J, et al. Prefrontal activation during inhibitory control measured by near-infrared spectroscopy for differentiating between autism spectrum disorders and attention deficit hyperactivity disorder in adults. *NeuroImage: Clinical*. 2014;4:53-63.

140. Nagashima M, Monden Y, Dan I, Dan H, Tsuzuki D, Mizutani T, et al. Acute neuropharmacological effects of atomoxetine on inhibitory control in ADHD children: a fNIRS study. *NeuroImage: Clinical*. 2014;6:192-201.
141. Cutini S, Brigadoi S. Unleashing the future potential of functional near-infrared spectroscopy in brain sciences. *Journal of Neuroscience Methods*. 2014;232:152-6.
142. Bunce SC, Izzetoglu M, Izzetoglu K, Onaral B, Pourrezaei K. Functional near-infrared spectroscopy. *IEEE engineering in medicine and biology magazine*. 2006;25(4):54-62.
143. Saliba J, Bortfeld H, Levitin DJ, Oghalai JS. Functional near-infrared spectroscopy for neuroimaging in cochlear implant recipients. *Hearing research*. 2016;338:64-75.
144. Cutini S, Moro SB, Bisconti S. Functional near infrared optical imaging in cognitive neuroscience: an introductory review. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. 2012;20(1):75-92.
145. Lloyd-Fox S, Blasi A, Elwell C. Illuminating the developing brain: the past, present and future of functional near infrared spectroscopy. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2010;34(3):269-84.
146. Thompson J, Sebastianelli W, Slobounov S. EEG and postural correlates of mild traumatic brain injury in athletes. *Neuroscience letters*. 2005;377(3):158-63.
147. Smith M. Shedding light on the adult brain: a review of the clinical applications of near-infrared spectroscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2011;369(1955):4452-69.
148. Herold F, Wiegel P, Scholkmann F, Thiers A, Hamacher D, Schega L. Functional near-infrared spectroscopy in movement science: a systematic review on cortical activity in postural and walking tasks. *Neurophotonics*. 2017;4(4):041403.
149. Delpy D, Cope M. Quantification in tissue near-infrared spectroscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*. 1997;352(1354):649-59.

150. Scholkmann F, Kleiser S, Metz AJ, Zimmermann R, Pavia JM, Wolf U, et al. A review on continuous wave functional near-infrared spectroscopy and imaging instrumentation and methodology. *Neuroimage*. 2014;85:6-27.
151. Pinti P, Tachtsidis I, Hamilton A, Hirsch J, Aichelburg C, Gilbert S, et al. The present and future use of functional near- infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2020;1464(1):5.
152. Buxton RB. Introduction to functional magnetic resonance imaging: principles and techniques: Cambridge university press; 2009.
153. Nippert AR, Biesecker KR, Newman EA. Mechanisms mediating functional hyperemia in the brain. *The Neuroscientist*. 2018;24(1):73-83.
154. Patil AV, Safaie J, Moghaddam HA, Wallois F, Grebe R. Experimental investigation of NIRS spatial sensitivity. *Biomedical optics express*. 2011;2(6):1478-93.
155. Strangman GE, Li Z, Zhang Q. Depth sensitivity and source-detector separations for near infrared spectroscopy based on the Colin27 brain template. *PloS one*. 2013;8(8):e66319.
156. Calderon-Arnulphi M, Alaraj A, Slavin KV. Near infrared technology in neuroscience: past, present and future. *Neurological research*. 2009;31(6):605-14.
157. Cui X, Bray S, Bryant DM, Glover GH, Reiss AL. A quantitative comparison of NIRS and fMRI across multiple cognitive tasks. *Neuroimage*. 2011;54(4):2808-21.
158. Matthews F, Pearlmutter BA, Wards TE, Soraghan C, Markham C. Hemodynamics for brain-computer interfaces. *IEEE Signal Processing Magazine*. 2007;25(1):87-94.
159. Hoshi Y. Towards the next generation of near-infrared spectroscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2011;369(1955):4425-39.
160. Zeff BW, White BR, Dehghani H, Schlaggar BL, Culver JP. Retinotopic mapping of adult human visual cortex with high-density diffuse optical

- tomography. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007;104(29):12169-74.
161. Tachtsidis I, Scholkmann F. False positives and false negatives in functional near-infrared spectroscopy: issues, challenges, and the way forward. *Neurophotonics*. 2016;3(3):031405.
 162. Gu Y, Miao S, Han J, Zeng K, Ouyang G, Yang J, et al. Complexity analysis of fNIRS signals in ADHD children during working memory task. *Scientific Reports*. 2017;7(1):1-10.
 163. Monden Y, Dan H, Nagashima M, Dan I, Tsuzuki D, Kyutoku Y, et al. Right prefrontal activation as a neuro-functional biomarker for monitoring acute effects of methylphenidate in ADHD children: an fNIRS study. *NeuroImage: Clinical*. 2012;1(1):131-40.
 164. Jourdan Moser S, Cutini S, Weber P, Schroeter ML. Right prefrontal brain activation due to stroop interference is altered in attention-deficit hyperactivity disorders-An fNIRS study. 2009.
 165. Negoro H, Sawada M, Iida J, Ota T, Tanaka S, Kishimoto T. Prefrontal dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder as measured by near-infrared spectroscopy. *Child Psychiatry & Human Development*. 2010;41(2):193-203.
 166. Dursun O, Guvenir T, Aras S, Ergin C, Mutlu C, Baydur H, et al. A new diagnostic approach for Turkish speaking populations DAWBA Turkish Version. *Epidemiol Psychiatr Sci*. 2013;22(3):275-82.
 167. Kaner S, Buyukozturk S, Iseri E. Conners parent rating scale-revised short: Turkish standardization study/Conners anababa dereceleme olcegi-yenilenmis kisa: Turkiye stardardizasyon calismasi. *Archives of Neuropsychiatry*. 2013;50(2):100-10.
 168. Kenemans J, Bekker E, Lijffijt M, Overtoom C, Jonkman L, Verbaten M. Attention deficit and impulsivity: selecting, shifting, and stopping. *International Journal of Psychophysiology*. 2005;58(1):59-70.
 169. Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*. 1997;121(1):65.

170. Rubia K, Russell T, Overmeyer S, Brammer MJ, Bullmore ET, Sharma T, et al. Mapping motor inhibition: conjunctive brain activations across different versions of go/no-go and stop tasks. *Neuroimage*. 2001;13(2):250-61.
171. Vasic N, Plichta MM, Wolf RC, Fallgatter AJ, Sosic-Vasic Z, Grön G. Reduced neural error signaling in left inferior prefrontal cortex in young adults with ADHD. *Journal of Attention Disorders*. 2014;18(8):659-70.
172. Tamm L, Menon V, Ringel J, Reiss AL. Event-related fMRI evidence of frontotemporal involvement in aberrant response inhibition and task switching in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2004;43(11):1430-40.
173. Dillo W, Göke A, Prox-Vagedes V, Szycik GR, Roy M, Donnerstag F, et al. Neuronal correlates of ADHD in adults with evidence for compensation strategies—a functional MRI study with a Go/No-Go paradigm. *GMS German Medical Science*. 2010;8.
174. Monden Y, Dan H, Nagashima M, Dan I, Kyutoku Y, Okamoto M, et al. Clinically-oriented monitoring of acute effects of methylphenidate on cerebral hemodynamics in ADHD children using fNIRS. *Clinical Neurophysiology*. 2012;123(6):1147-57.
175. Aks DJ. Influence of exercise on visual search: implications for mediating cognitive mechanisms. *Perceptual and Motor Skills*. 1998;87(3):771-83.
176. Arcelin R, Brisswalter J. Performance stability in simultaneous tasks of pedalling and reaction time. *Perceptual and motor skills*. 1999;88(3_suppl):1193-9.
177. Emery CF, Honn VJ, Frid DJ, Lebowitz KR, Diaz PT. Acute effects of exercise on cognition in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2001;164(9):1624-7.
178. Brisswalter J, Collardeau M, René A. Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports medicine*. 2002;32(9):555-66.
179. Tomporowski PD. Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta psychologica*. 2003;112(3):297-324.

180. Varner LJ, Ellis HC. Cognitive activity and physiological arousal: Processes that mediate mood-congruent memory. *Memory & Cognition*. 1998;26(5):939-50.
181. Mehta RK, Parasuraman R. Effects of mental fatigue on the development of physical fatigue: a neuroergonomic approach. *Human factors*. 2014;56(4):645-56.
182. Dietrich A. Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: The transient hypofrontality hypothesis. *Consciousness and cognition*. 2003;12(2):231-56.
183. Ludyga S, Brand S, Gerber M, Weber P, Brotzmann M, Habibifar F, et al. An event-related potential investigation of the acute effects of aerobic and coordinative exercise on inhibitory control in children with ADHD. *Developmental cognitive neuroscience*. 2017;28:21-8.
184. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales: *Human kinetics*; 1998.
185. Kashihara K, Maruyama T, Murota M, Nakahara Y. Positive effects of acute and moderate physical exercise on cognitive function. *Journal of physiological anthropology*. 2009;28(4):155-64.
186. Secher NH, Seifert T, Van Lieshout JJ. Cerebral blood flow and metabolism during exercise: implications for fatigue. *Journal of applied physiology*. 2008.
187. Ludyga S, Hottenrott K, Gronwald T. Effects of different training loads and environmental conditions on EEG activity. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 2015;66(5):113-20.
188. Jäger K, Schmidt M, Conzelmann A, Roebbers CM. Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children. *Frontiers in psychology*. 2014;5:1473.
189. Schmidt M, Egger F, Conzelmann A. Delayed positive effects of an acute bout of coordinative exercise on children's attention. *Perceptual and Motor Skills*. 2015;121(2):431-46.
190. Leff DR, Orihuela-Espina F, Elwell CE, Athanasiou T, Delpy DT, Darzi AW, et al. Assessment of the cerebral cortex during motor task behaviours in adults: a systematic review of functional near infrared spectroscopy (fNIRS) studies. *Neuroimage*. 2011;54(4):2922-36.

191. Rubia K, Overmeyer S, Taylor E, Brammer M, Williams SC, Simmons A, et al. Hypofrontality in attention deficit hyperactivity disorder during higher-order motor control: a study with functional MRI. *American Journal of Psychiatry*. 1999;156(6):891-6.
192. Lambourne K, Tomporowski P. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*. 2010;1341:12-24.
193. Sergeant JA. Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: a critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Biological psychiatry*. 2005;57(11):1248-55.
194. Barry RJ, Clarke AR, Johnstone SJ, McCarthy R, Selikowitz M. Electroencephalogram θ/β ratio and arousal in attention-deficit/hyperactivity disorder: Evidence of independent processes. *Biological psychiatry*. 2009;66(4):398-401.
195. Biederman J, Spencer T. Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) as a noradrenergic disorder. *Biological psychiatry*. 1999;46(9):1234-42.
196. McMorris T. Exercise and cognition: towards an inter-disciplinary model. *The Open Sports Medicine Journal*. 2008;2(1).
197. McMorris T, Hale BJ. Differential effects of differing intensities of acute exercise on speed and accuracy of cognition: a meta-analytical investigation. *Brain and cognition*. 2012;80(3):338-51.
198. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological science*. 2003;14(2):125-30.
199. Gapin JJ, Labban JD, Bohall SC, Wooten JS, Chang Y-K. Acute exercise is associated with specific executive functions in college students with ADHD: A preliminary study. *Journal of sport and Health science*. 2015;4(1):89-96.
200. Fritz KM, O'Connor PJ. Acute Exercise Improves Mood and Motivation in Young Men with ADHD Symptoms. *Medicine and science in sports and exercise*. 2016;48(6):1153-60.
201. Mehren A, Özyurt J, Lam AP, Brandes M, Müller HH, Thiel CM, et al. Acute effects of aerobic exercise on executive function and attention in adult patients with ADHD. *Frontiers in psychiatry*. 2019;10:132.

202. Mehta MA, Owen AM, Sahakian BJ, Mavaddat N, Pickard JD, Robbins TW. Methylphenidate enhances working memory by modulating discrete frontal and parietal lobe regions in the human brain. *Journal of Neuroscience*. 2000;20(6):RC65-RC.
203. Mehren A, Özyurt J, Thiel C, Brandes M, Lam A, Philipsen A. Effects of Acute Aerobic Exercise on Response Inhibition in Adult Patients with ADHD. *Scientific reports*. 2019;9(1):1-13.
204. Albinet CT, Mandrick K, Bernard PL, Perrey S, Blain H. Improved cerebral oxygenation response and executive performance as a function of cardiorespiratory fitness in older women: a fNIRS study. *Frontiers in aging neuroscience*. 2014;6:272.
205. Drigny J, Gremeaux V, Dupuy O, Gayda M, Bherer L, Juneau M, et al. Effect of interval training on cognitive functioning and cerebral oxygenation in obese patients: a pilot study. *Journal of rehabilitation medicine*. 2014;46(10):1050-4.
206. Dupuy O, Gauthier CJ, Fraser SA, Desjardins-Crèpeau L, Desjardins M, Mekary S, et al. Higher levels of cardiovascular fitness are associated with better executive function and prefrontal oxygenation in younger and older women. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2015;9:66.
207. Curtis CE, D'Esposito M. Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in cognitive sciences*. 2003;7(9):415-23.
208. Stevens FL, Hurley RA, Taber KH. Anterior cingulate cortex: unique role in cognition and emotion. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*. 2011;23(2):121-5.
209. Hoshi Y, Tamura M. Near-infrared optical detection of sequential brain activation in the prefrontal cortex during mental tasks. *NeuroImage*. 1997;5(4):292-7.
210. Chang Y-K, Hung C-L, Huang C-J, Hatfield BD, Hung T-M. Effects of an aquatic exercise program on inhibitory control in children with ADHD: a preliminary study. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 2014;29(3):217-23.
211. Moriarty T, Bourbeau K, Bellovary B, Zuhl MN. Exercise intensity influences prefrontal cortex oxygenation during cognitive testing. *Behavioral Sciences*. 2019;9(8):83.

212. Mandrick K, Derosiere G, Dray G, Coulon D, Micallef J-P, Perrey S. Prefrontal cortex activity during motor tasks with additional mental load requiring attentional demand: a near-infrared spectroscopy study. *Neuroscience research*. 2013;76(3):156-62.
213. Monden Y, Dan I, Nagashima M, Dan H, Uga M, Ikeda T, et al. Individual classification of ADHD children by right prefrontal hemodynamic responses during a go/no-go task as assessed by fNIRS. *NeuroImage: Clinical*. 2015;9:1-12.
214. Konishi S, Nakajima K, Uchida I, Kikyo H, Kameyama M, Miyashita Y. Common inhibitory mechanism in human inferior prefrontal cortex revealed by event-related functional MRI. *Brain*. 1999;122(5):981-91.
215. Aron AR, Robbins TW, Poldrack RA. Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in cognitive sciences*. 2004;8(4):170-7.
216. Boecker M, Buecheler MM, Schroeter ML, Gauggel S. Prefrontal brain activation during stop-signal response inhibition: an event-related functional near-infrared spectroscopy study. *Behavioural brain research*. 2007;176(2):259-66.
217. Ehlis A-C, Bähne CG, Jacob CP, Herrmann MJ, Fallgatter AJ. Reduced lateral prefrontal activation in adult patients with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) during a working memory task: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Journal of psychiatric research*. 2008;42(13):1060-7.
218. Hoshi Y. Functional near- infrared optical imaging: Utility and limitations in human brain mapping. *Psychophysiology*. 2003;40(4):511-20.
219. Newcomer JW, Krystal JH. NMDA receptor regulation of memory and behavior in humans. *Hippocampus*. 2001;11(5):529-42.
220. Lynch MA. Long-term potentiation and memory. *Physiological reviews*. 2004;84(1):87-136.
221. Lezi E, Lu J, Selfridge JE, Burns JM, Swerdlow RH. Lactate administration reproduces specific brain and liver exercise-related changes. *Journal of neurochemistry*. 2013;127(1):91.

222. Moon HY, Becke A, Berron D, Becker B, Sah N, Benoni G, et al. Running-induced systemic cathepsin B secretion is associated with memory function. *Cell metabolism*. 2016;24(2):332-40.
223. Wrann CD, White JP, Salogiannis J, Laznik-Bogoslavski D, Wu J, Ma D, et al. Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1 α /FNDC5 pathway. *Cell metabolism*. 2013;18(5):649-59.
224. Coco M, Caggia S, Musumeci G, Perciavalle V, Graziano AC, Pannuzzo G, et al. Sodium L- lactate differently affects brain- derived neurothrophic factor, inducible nitric oxide synthase, and heat shock protein 70 kDa production in human astrocytes and SH- SY5Y cultures. *Journal of neuroscience research*. 2013;91(2):313-20.
225. Medina JA, Netto TL, Muszkat M, Medina AC, Botter D, Orbetelli R, et al. Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*. 2010;2(1):49-58.
226. Ogoh S, Tsukamoto H, Hirasawa A, Hasegawa H, Hirose N, Hashimoto T. The effect of changes in cerebral blood flow on cognitive function during exercise. *Physiological reports*. 2014;2(9):e12163.
227. Rattray B, Smee D. Exercise improves reaction time without compromising accuracy in a novel easy-to-administer tablet-based cognitive task. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2013;16(6):567-70.
228. Fisher T, Aharon-Peretz J, Pratt H. Dis-regulation of response inhibition in adult Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): an ERP study. *Clinical Neurophysiology*. 2011;122(12):2390-9.
229. Chang Y-K, Chu C-H, Wang C-C, Wang Y-C, Song T-F, Tsai C-L, et al. Dose–response relation between exercise duration and cognition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2015;47(1):159-65.
230. Schmidt M, Benzing V, Kamer M. Classroom-based physical activity breaks and children's attention: cognitive engagement works! *Frontiers in psychology*. 2016;7:1474.

231. Vazou S, Smiley-Oyen A. Moving and academic learning are not antagonists: acute effects on executive function and enjoyment. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2014;36(5):474-85.



10. EKLER

EK-1. Sosyodemografik Veri Formu

Adı ve Soyadı:
Telefon:
Adres:
Hasta No:
Tarih:

SOSYODEMOGRAFİK VERİ FORMU

Doğum Tarihi:/...../.....

1.Yaşı:

2.Cinsiyeti: Kız () Erkek ()

3.Tanısı:

4.Geçmişte psikiyatrik bozukluk öyküsü:

5.Eşlik eden tıbbi hastalık:

6.Kardeş sayısı:

Kaçıncı çocuk:

7.Ailenin özelliği: Çekirdek aile () Geniş Aile () Parçalanmış Aile ()

8.Aile durumu: A-B evli () A-B ayrı () Ebeveynlerden biri vefat etmiş ()

9.Anne baba arasında akrabalık: Var () Yok ()

10.Doğum şekli: Sezeryan () Normal doğum

11.Doğum zamanı: Erken doğum () Zamanında () Geç doğum ()

12.Doğumda tıbbi sorun yaşandı mı? : Var () Yok ()

13.Doğum sonrasında çocuğunuz tıbbi bir sorun yaşadı mı? : Var () Yok ()

Sarılık () Morarma () Dışkı Yutma () Küvöz Bakımı () Düşük doğum ağırlığı ()

Yenidoğan Enfeksiyonu () Solunum Yetmezliği () Havale () Diğer:

14.Bebeklik döneminde beslenme şekli: Anne Sütü () Formula mama () Ne kadar süre anne sütü ile beslendi?

15.Çocuğun geçmişte ya da şimdi kullandığı sigara, alkol, madde var mı?

Sigara: Kullanıyor () Kullanmıyor ()

Alkol: Kullanıyor () Kullanmıyor ()

Madde: Kullanıyor () Kullanmıyor ()

16.Gebe iken Herhangi bir besin takviyesi aldınız mı? Yok () Var () Varsa:

Vitamin () Demir () Omega3 () Zn/Çinko () Kalsiyum () Diğer.....

17.Gebelikte ilaç kullandınız mı? Evet () Hayır () Varsa:

Annenin;

18.Yaşı:

19.Eğitim düzeyi: Okuryazar değil () İlkokul () Ortaokul () Lise () Üniversite ()

20.Tıbbi hastalık öyküsü: Var () Yok () Varsa:

21.Psikiyatrik hastalık öyküsü: Var () Yok () Varsa:

Depresyon () Anksiyete () Bipolar bzk () Şizofreni () Diğer:.....

22.Sigara: Kullanıyor () Kullanmıyor ()

23.Alkol: Kullanıyor () Kullanmıyor ()

Babanın;

24. Yaşı:

25. Eğitim düzeyi: Okuryazar değil() İlkokul() Ortaokul() Lise() Üniversite()

26. Tıbbi hastalık öyküsü: Var() Yok() Varsa:

27. Psikiyatrik hastalık öyküsü: Var() Yok() Varsa:

Depresyon() Anksiyete() Bipolar bzk() Şizofreni() Diğer:.....

28. Sigara: Kullanıyor() Kullanmıyor()

29. Alkol: Kullanıyor() Kullanmıyor()

30. Ailede psikiyatrik hastalık öyküsü: Var() Yok()

Var ise yakınlığı, tanısı ve kullandığı tedaviyi belirtiniz:

31. Kardeşlerde fiziksel hastalık öyküsü

32. Kardeşlerde psikolojik hastalık öyküsü

33. Gebelikte bedensel ya da psikolojik sorun: Var() Yok() Var ise açıklayınız:

34. Çocuğun uyku problemi var() yok() Varsa:

35. Çocuğun beslenme ile ilgili problemi var() yok() Varsa:

36. Çocuğun düzenli kullandığı ilaç tedavisi var mı? var() yok() Varsa:

37. Çocuğun istismar ya da travma öyküsü var mı? var() yok() Varsa:

38. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu tipi: dikkat eksikliği baskın tip ()
hiperaktivite baskın tip () birleşik tip ()

39. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğunun başlangıç belirtileri:

a. Dikkatini sürdürmede güçlük

b. İlginin kolayca dağılması

c. Yerinde oturmada güçlük

d. Dürtüsellik

e. Unutkanlık

f. Ders başarısızlığı

40. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğunun baskın belirtileri:

a. Dikkatini sürdürmede güçlük

b. İlginin kolayca dağılması

c. Yerinde oturmada güçlük

d. Dürtüsellik

e. Unutkanlık

f. Ders başarısızlığı

41. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu belirtisinin başladığı yaş:

42. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu tanısı aldığı yaş:

EK-2. Yenilenmiş Conners Ebeveyn Derecelendirme Ölçeği-Kısa (3-17 Yaş)

Çocuğun adı -----			Cinsiyeti: K E (daire içine alınız)	
Doğum tarihi -----/-----/-----		Yaşı: Sınıfı:		
Ay	Gün	Yıl		
Anne ya da Babanın Adı:-----			Bugünün Tarihi : -----/-----/----- Ay Gün Yıl	

Yönerge: Aşağıda çocukların yaşadıkları yaygın pek çok sorun vardır. Lütfen her bir maddeyi, çocuğunuzun son bir ay içerisindeki davranışlarına göre derecelendiriniz. Her bir madde için kendinize ‘Son bir ay içinde bu sorunun ne kadar görüldüğü’ sorusunu sorunuz ve her madde için en uygun yanıt yuvarlak içine alınız.

Eğer o davranış hiçbir zaman görülmüyorsa ya da çok seyrek, nadiren görülmüyorsa 0’ı işaretleyiniz.

Eğer çok sık görülmüyorsa 3 ü işaretleyiniz.

Bu ikisi arasında kalan derecelendirmeler için 1’i ya da 2’yi işaretleyiniz. Lütfen bütün maddeleri yanıtlayınız.

		HİÇ DOĞRU DEĞİL (Hiçbir zaman, nadiren)	BİRAZ DOĞRU (Bazen)	OLDUKÇA DOĞRU (Çoğu kez, Sık sık)	ÇOK DOĞRU (Pek çok kez, Çok sık sık)
1	Dikkatsizdir, dikkati kolayca dağılır.	0	1	2	3
2	Öfkeli ve alıngandır.	0	1	2	3
3	Ev ödevlerini yapmada ya da tamamlamada güçlük çeker	0	1	2	3
4	Sürekli hareket halindedir ya da bir motor tarafından sürülüyormuş gibi hareket eder.	0	1	2	3
5	Dikkat süresi kısadır.	0	1	2	3
6	Yetişkinlerle tartışır.	0	1	2	3
7	Ürkektir, kolayca korkar	0	1	2	3
8	Ödevlerini tamamlamayı başaramaz	0	1	2	3

9	Çarşıda ya da marketlerde alışveriş sırasında kontrolü zordur	0	1	2	3
10	Evde ya da okulda dağınık ya da düzensizdir	0	1	2	3
11	Hiddetlenir.	0	1	2	3
12	Ödevlerini yaparken yakından denetlenmesi gerekir	0	1	2	3
13	Yalnızca gerçekten ilgi duyduğu şeylere dikkatini verir	0	1	2	3
14	Uygun olmayan ortamlarda aşırı bir şekilde koşuşturur ya da tırmanır.	0	1	2	3
15	Dikkatinin dağınıklığı ya da dikkatinin süresi sorun yaratır.	0	1	2	3
16	Sinirlidir.	0	1	2	3
17	Uzun süreli zihinsel çaba göstermeyi gerektiren görevlerden (okul çalışmaları ya da ev ödevleri gibi) kaçınır, isteksizlik gösterir ya da yapmakta zorlanır	0	1	2	3
18	Kıpır kıpırdır, huzursuzdur .	0	1	2	3
19	Bir şey yapması için yönergeler verildiğinde dikkati dağılır	0	1	2	3
20	Yetişkinlerin isteklerine açıkça karşı gelir ya da uymayı reddeder .	0	1	2	3
21	Sınıfta dikkatini toplamada sorunu vardır.	0	1	2	3
22	Sırada beklemekte ya da oyunlarda ve grup etkinliklerinde sıranın kendisine gelmesini beklemekte güçlüğü vardır.	0	1	2	3
23	Sınıfta ya da oturması beklenen diğer durumlarda yerinden kalkar.	0	1	2	3
24	Başkalarını kızdıran şeyleri kasıtlı olarak yapar.	0	1	2	3
25	Yönergeleri izlemez ve okul çalışmalarını, günlük ev işlerini ya da iş yerindeki görevlerini bitiremez (karşı gelme davranışından ya da yönergeleri anlamadığından değil)	0	1	2	3
26	Sakin bir biçimde oyun oynamakta ya da boş zaman etkinliklerine katılmakta güçlük çeker.	0	1	2	3
27	Çabalamaktan çabuk vazgeçer	0	1	2	3

EK-3. Dahili Kurul

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
DAHİLİ TIP BİLİMLERİ BÖLÜM BAŞKANLIĞI
BÖLÜM KURUL KARARLARI

OTURUM TARİHİ : 10.10.2019

OTURUM SAYISI : 7

Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Kurulumuz 10 EKİM 2019 Tarihinde **PERŞEMBE Günü SAAT : 13.05'de;** Hastahanemiz **7. Kat 734 Nolu odada, Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Başkanı Prof.Dr. Şevki ÖZDEMİR** Başkanlığında toplanarak aşağıdaki kararları almışlardır.

Önce gündem maddeleri okundu, bunların haricinde tartışılmak ve görüşülmek istenen konuların olup olmadığı soruldu, gündem dışı madde olmadığından; bundan sonra gündem maddelerinin görüşülmesine geçildi. Bundan sonra gündem maddelerinin görüşülmesine geçildi.

KARAR NO : 56 – Dekanlık Makamının 07.10.2019 tarih ve 1900285656 sayılı “DOÇENT ve DOKTOR ÖĞRETİM ÜYESİ (Dr. Öğr. Üyesi) Kadro Talebi ilanı” ile ilgili yazısı görüşüldü,

Bölüm Başkanlığımıza Bağlı Bulunan ilgili Anabilim Dalı Başkanlığının ihtiyacına binaen **DOÇENT ve DOKTOR ÖĞRETİM ÜYESİ (Dr. Öğr. Üyesi) Kadro Talebi Tekliflerinin İlan Edilmesinin Anabilim Dalı Başkanlığından geldiği ve aşağıda belirtildiği şekilde Kabul edilerek; Kadro Tekliflerinin Anabilim Dalı Kürsü Kurul Kararının Dekanlık Makamına sunulmasına;**

<u>ANABİLİM DALI :</u>	<u>DOCENT :</u>	<u>DOKTOR ÖĞRETİM ÜYESİ :</u>
ACİL TIP	-----	2 (İKİ)
AİLE HEKİMLİĞİ	-----	1 (BİR)
HALK SAĞLIĞI	-----	1 (BİR)
İÇ HASTALIKLARI	-----	1 (BİR)
NÖROLOJİ	1 (BİR)	-----
RADYOLOJİ	1 (BİR)	-----
ÇOCUK SAĞ ve HST	-----	1 (BİR)

KARAR NO : 57 – Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığının 21.08.2019 tarih ve 1900237972 sayılı araştırma görevlisi Dr. Nagihan EROL KIZILELMA'nın; “Gastroözofageal Reflü veya Gastroözofageal Reflü Hastalığı Olan Çocuklarda Proton Pompa İnhibitörü Olan Lansoprazol Kullanımının Kemik Turnover Markerları Üzerine Olan Etkilerinin Biyokimyasal Olarak Değerlendirilmesi” konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. Nagihan EROL KIZILELMA'ya ait tez konu başlığının “Gastroözofageal Reflü veya Hastalığı Olan Çocuklarda Lansoprazol Kullanımının Kemik Turnover Markerlarına etkilerinin Değerlendirilmesi” şeklinde değiştirilerek anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini, Doç.Dr. Ali İŞLEK'in, yürütmesine,

KARAR NO : 58 – Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığının 21.08.2019 tarih ve 1900238256 sayılı araştırma görevlisi Dr. İbrahim TİRYAKI'nın; “Egzersiz Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Tanısı Olan ve Olmayan Çocuk ve Ergenlerde Nöropsikolojik Test Performansları Üzerine Akut Etkisinin İşlevsel Yakın Kızılötesi Spektroskopi (FNIRS) Yöntemiyle Değerlendirilmesi” konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. İbrahim TİRYAKI'ya ait anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini, Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Selçuk ESİN'in, yürütmesine,

.../...

...2...

KARAR NO : 59 – Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığının 10.10.2019 tarih ve 1900289159 sayılı araştırma görevlisi Dr. Elif ABANOZ'un; **"Yürütücü İşlevlerin Olaya İlişkin Potansiyeller Yöntemiyle Sınırdaki Entelektüel İşlevsellik, Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu ve Sağlıklı Gruplarda Karşılaştırılması"** konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü, Dr. Elif ABANOZ'a ait anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini,

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Selçuk ESİN'in, yürütmesine,

KARAR NO : 60 – Radyoloji Anabilim Dalı Başkanlığının 04.09.2019 tarih ve 1900250578 sayılı araştırma görevlisi Dr. Aslı TURGUT'un; **"Akut Pulmoner Tromboemboli Hastalığında ve Sağlıklı Bireylerde Histogram-Patern ile Hasta Klinik Parametreleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi"** konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. Aslı TURGUT'un ait tez konu başlığının **"Akut Pulmoner Tromboemboli Hastalığı Olan ve Olmayan Bireylerde Histogram-Patern ile Hasta Klinik Parametreleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi"** şeklinde değiştirilerek anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini,

Doç.Dr. Adem KARAMAN'ın, yürütmesine,

KARAR NO : 61 – Tıbbi Genetik Anabilim Dalı Başkanlığının 27.09.2019 tarih ve 1900276129 sayılı araştırma görevlisi Dr. Ömer YAKAR'ın; **"Kronik Myeloid Lösemi Vakalarında BCR-ABL1 İlişkili MikroRNA'ların Ekspresyon Düzeylerinin Klinik ve Moleküler Parametreler ile İlişkisinin İncelenmesi"** konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. Ömer YAKAR'a ait anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini,

Prof. Dr. Abdülcani TATAR'ın, yürütmesine,

KARAR NO : 62 – Aile Hekimliği Anabilim Dalı Başkanlığının 02.10.2019 tarih ve 1900280145 sayılı araştırma görevlisi Dr. Berfin DENİZ YAŞAR'ın; **"Tıp Fakültesi Birinci ve Altıncı Sınıf Öğrencilerinde Premenstruel Sendrom Yaygınlığı, Öğrencilerin Konu İle İlgili Bilgi Düzeyleri ve Baş Etme Yöntemlerinin Değerlendirilmesi"** konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. Berfin DENİZ YAŞAR'a; ait anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini,

Doç. Dr. Kenan TAŞTAN'ın, yürütmesine,

KARAR NO : 63 – Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanlığının 08.10.2019 tarih ve 1900286822 sayılı araştırma görevlisi Dr. Muhammed Zübeyir KÖSE'nin; **"Acil Serviste Prosedürel Sedoanaljezi Eşliğinde Yapılan Uygulamalarda Kullanılan İlaçların Entegre Akciğer İndeksi (IPI) İle Değerlendirilmesi"** konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. Muhammed Zübeyir KÖSE'ye ait tez konu başlığının **"Acil Serviste Prosedürel Sedoanaljezi Eşliğinde Yapılan Uygulamalarda Kullanılan İlaçların Entegre Akciğer İndeksi (IPI) ile Solunum Depresyonunun Değerlendirilmesi"** şeklinde değiştirilerek anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini,

Dr. Öğr. Üyesi Sultan Tuna AKGÖL GÜR'ün, yürütmesine,

KARAR NO : 64 – Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanlığının 09.10.2019 tarih ve 1900287724 sayılı araştırma görevlisi Dr. Emre ŞENGÜN'ün; **"Akut Bel Ağrısı ile Acil Servise Başvuran Hastaların Tedavisinde Tetik Nokta Enjeksiyonu ile Kuru İğne Tedavisinin Etkinliğinin Karşılaştırılması"** konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. Emre ŞENGÜN'e ait tez konu başlığının **"Akut Myofasiyal Bel Ağrısı ile Acil Servise Başvuran Hastaların Tedavisinde Tetik Nokta Enjeksiyonu ile Kuru İğne Tedavisinin Etkinliğinin Karşılaştırılması"** şeklinde değiştirilerek anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini,

Dr. Öğr. Üyesi Sultan Tuna AKGÖL GÜR'ün, yürütmesine,

KARAR NO : 65 – Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanlığının 10.10.2019 tarih ve 1900289005 sayılı araştırma görevlisi Dr. Mert VURAL'ın; **"Acil Servise Parmak Travması ile Başvuran Hastalarda Dijital Blok Uygulaması ve Yara Yeri Anestezi Enjeksiyonunun Karşılaştırılması"** konulu tez çalışması ile ilgili yazısı görüşüldü,

Dr. Mert VURAL'a ait anılan tez çalışmasının kabulüne ve tez yöneticiliğini,

Dr. Öğr. Üyesi Sultan Tuna AKGÖL GÜR'ün, yürütmesine,

.../...

...3...

KARAR NO : 66 – Gündemin son maddesi olan Dilek ve Temennilerde, Günlü Yazılara Zamanında Cevap Verilmesi Gerektiği Hatırlatıldı, görüşülüp tartışılacak bir konu olmadığından alınan kararlarla birlikte oturumun kapatılmasına,

Mevcutun oy Birliğiyle Karar verildi.

Prof.Dr. Şevki ÖZDEMİR

DAHİLİ TIP BİLİMLERİ
BÖLÜM BAŞKANI
DERİ VE ZÜHREVİ HST.
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Ahmet Nezi KÖK

ADLİ TIP
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Mehmet PARLAK

ENFEKSİYON HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Leyla SAĞLAM

GÖĞÜS HASTALIKLARI ANABİLİM
DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Serhat VANÇELİK

HALK SAĞLIĞI
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Fatih ALPER

RADYOLOJİ
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Akın ERDAL

F.T.R.
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Zerrin ORBAK

ÇOCUK SAĞLIĞI ve HST.
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Habib BİLEN

İÇ HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI BAŞKANI.V.
(İMZA)

Prof.Dr. Ahmet HACİMÜFTÜOĞLU

TIBBİ FARMAKOLOJİ
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Prof.Dr. Fuat GÜNDOĞDU

KARDİYOLOJİ
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(KATILMADI)

Prof.Dr. Abdulgani TATAR

TIBBİ GENETİK
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi Sultan Tuna
AKGÖL GÜR

ACİL TIP
ANABİLİM DALI BAŞKANI.V.
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi Adem MAMAN

NÜKLEER TIP
ANABİLİM DALI BAŞKANI.V.
(İMZA)

Doç.Dr. Yasemin ÇAYIR

AİLE HEKİMLİĞİ
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Selçuk ESİN

ÇOCUK VE ERGEN RUH SAĞLIĞI
VE HASTALIKLARI ANABİLİM
DALI BAŞKANI
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi Esat Fahri AYDIN

RUH SAĞLIĞI ve HST
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi Burak ERDEMCI

RADYASYON ONKOLOJİSİ
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi Mehmetmuri KOÇAK

NÖROLOJİ
ANABİLİM DALI BAŞKANI
(İMZA)

Dr. Öğr. Üyesi. Abdullah Osman
KOÇAK

SUALTI HEKİMLİĞİ VE
HİPERBARİK TIP
ANABİLİM DALI BAŞKANI.V.
(İMZA)

RAPORTÖR

Mustafa TAŞDEMİR
DAHİLİ TIP BİLİMLERİ
BÖLÜM SEKRETERİ
10.10.2019



**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP
FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU**



Bölümü : Dekanlık
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00/56
Konu : Etik Kurul Kararı

07.11.2019

Sayın:Dr.Öğr.Üy.İbrahim Selçuk ESİN
Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı Hastalıkları Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz
“Egzersizin Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Tanısı Olan ve Olmayan Çocuk
ve Ergenlerde Nöropsikolojik Test Performansları Üzerine Akut Etkisinin İşlevsel
Yakın Kızılötesi Spektroskopi (FNIRS) Yöntemiyle Değerlendirilmesi” isimli bilimsel tez
çalışmasına ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Zeynep ÇAKIR
Etik Kurul Başkanı

Eki :
1 Adet Etik Kurul Kararı

EK-4. Etik Kurul



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



KARAR

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı
	TELEFON	+90 442 234 65 11
	FAKS	+90 442 236 09 68
	E-POSTA	atatipetikkurul@gmail.com
SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI		Dr.Öğr.Üy.İbrahim Selçuk ESİN
ARAŞTIRMACININ AÇIK ADI		Egzersiziz Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu Tanısı Olan ve Olmayan Çocuk ve Ergenlerde Nöropsikolojik Test Performansları Üzerine Akut Etkisinin İşlevsel Yakın Kızılötesi Spektroskopi (FNIRS) Yöntemiyle Değerlendirilmesi
KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 07 Karar No: 10	Tarih: 07.11.2019
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın bütçesinin BAP tarafından karşılanması koşulu ile yapılmasında bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir. Araştırmacıya çalışmalarında başarılar dileriz.	

Prof.Dr.M.Hamidullah UYANIK
Üye

Prof.Dr.Zekai HALICI
Üye

Prof.Dr.Zeynep ÇAKIR
Etik Kurul Başkanı

Doç.Dr.Atilla ÇAYIR
Üye

Doç.Dr.Zeynep KARAMAN ÖZLÜ
Üye

Doç.Dr.Ayşenur AKSOY
Üye

Doç.Dr.Yasemin ÇAYIR
Üye

Dr.Öğr.Üy.Sinan YILMAZ
Üye

Dr.Öğr.Üy.İbrahim KARABULUT
Üye

Dr.Öğr.Üy.Murat KAYABEKİR
Üye

Emrah MELETLİOĞLU
Üye