Cukurova Medical Journal
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

Cukurova Med J 2021;46(2):814-824
DOI: 10.17826/cumj.871110

ARAŞTIRMA / RESEARCH

Sekiz haftalık yapılandırılmış Brain Gym aktivite programının üniversite öğrencilerinin seçici dikkat, inhibitör kontrol ve bilişsel esneklik üzerine etkisi

The effects of an eight-week structured Brain Gym activity programme on the selective attention, inhibitory control and cognitive flexibility of university students

Ceylan Ekerer[2], Gonca İnce[1], Mehmet Fahrettin Över[3]

[1]Çukurova Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi, Spor Sağlık Bilimleri, Adana, Turkey
[2]Toros Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapı, Mersin, Turkey
[3]Adana Dr. Ekrem Tok Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi, Nöroloji Kliniği, Adana, Turkey

Cukurova Medical Journal 2021;46(2):814-824

Abstract

Purpose: This study was aimed to investigate Brain Gym activity programme on university students' executive functions.

Materials and Methods: The study was carried out with the participation of 33 sedantery university students with mean age 19,91±1,23 years. The participants were randomly assigned into two groups: Study Group (SG) and Control Group (CG). The 15 participants in the SG participated in a 50 minute Structured Brain Gym Activity (SBGA) programme for two days a week in total of 8 weeks. The 18 participants in the CG didn't participate in any regular physical activity during this period. All participants were administrated executive function tests (D2 attention test, Stroop Color Test, Verbal Fluency Test) before and after the study.

Results: After statistical analysis, it was found that Stroop Color and D2 test results of the SG after 8 weeks showed significant change in a positive way ($p<0.05$), while there was no difference in both tests in CG ($p> 0.05$). Verbal fluency test results showed no significant difference in both groups after 8 weeks ($p>0.05$).

Conclusion: The results showed that an 8 week of SBGA programme contributed to the improvement of executive functions such as inhibitory control and selective attention of the participant university students.

Keywords:. Brain Gym, executive functions, exercise, prefrontal kortex, student

Öz

Amaç: Bu çalışma, Yapılandırılmış Brain Gym aktivite programının, üniversite öğrencilerinin yönetici fonksiyonları üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapıldı.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya, Mersin İli'nde bulunan yaş ortalaması 19,91±1,23 yıl olan 33 sedanter üniversite öğrencisi gönüllü olarak katıldı. Katılımcılar, rastgele yöntemiyle Çalışma Grubu (ÇG) ve Kontrol Grubu (KG) olarak 2'ye ayrıldı. ÇG'nda bulunan 15 katılımcıya 8 hafta süreyle, haftada 2 gün ve günde 50 dk olmak üzere Yapılandırılmış Brain Gym Aktivite Programı (YBGAP) uygulandı. KG'nda bulunan 18 katılımcı ise bu süre içerisinde düzenli hiçbir fiziksel aktiviteye katılmadı. Çalışma öncesi ve sonrasında tüm katılımcılara yönetici fonksiyon testleri (D2 Dikkat Testi, Stroop-Renk Testi, Sözel Akıcılık Testi) uygulandı.

Bulgular: 8 hafta sonunda çalışma grubunun Stroop - Renk testi ve D2 testi sonuçlarında pozitif yönde anlamlı bir fark görülürken ($p<0.05$), kontrol grubunda her iki testte de anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$). Sözel Akıcılık Testi sonuçlarında ise her iki grupta da anlamlı bir değişiklik olmadığı tespit edildi ($p<0.05$).

Sonuç: 8 haftalık YBGA programının üniversite öğrencilerinin inhibitör kontrol ve seçici dikkat gibi yönetici fonksiyonlarının gelişimine katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Brain Gym, yönetici fonksiyonlar, egzersiz, prefrontal korteks, öğrenci

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Gonca Ince, Çukurova Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi, Spor Sağlık Bilimleri, Adana, Turkey E- mail: gince@cu.edu.tr
Geliş tarihi/Received: 30.01.2021 Kabul tarihi/Accepted: 25.04.2021 Çevrimiçi yayın/Published online: 20.05.2021

GİRİŞ

Düzenli fiziksel aktivite yapan insanlarda kas-iskelet sistemi ve kalp sağlığı sorunları gibi hastalıklar daha az görülmektedir. Ayrıca, genel beden sağlığının fiziksel aktivite ile pozitif ilişki içinde olduğu bilinmektedir[1]. Son yıllarda, fiziksel aktivitenin bilişsel süreçlere olumlu etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar hız kazanmıştır[2,3,4]. Özellikle frontal lobun kontrolünde olan dikkat-odaklanma, seçici dikkat, çalışan bellek gibi yönetici fonksiyon komponentlerinin sedanter bireylerde azalmış olduğu bildirilmektedir. Azalan bu becerilerin ise, bireylerin akademik başarılarında ve sosyal hayatlarında başarısızlıklar yaşamalarına neden olduğu görülmektedir[5].

Yönetici fonksiyonlar; beynin prefrontal korteksi tarafından kontrol edilir ve davranışları kontrol edebilmeyi, yeni durumlara uyum sağlamayı, baskın dürtüleri kontrol edebilmeyi olanaklı kılan mekanizmalardır[6,8]. Yönetici fonksiyonlar inhibitör kontrol, çalışan bellek ve bilişsel esneklik olmak üzere 3 komponentten oluşur[7]. Bunlardan en önemlisi olan inhibitör kontrol, içten gelen dürtüleri ve çevresel uyarıları kontrol edebilme becerisidir. Çocuklarda daha az gelişmiş olmakla birlikte sağlıklı bireylerde ergenlik dönemine kadar gelişimine devam etmektedir[7].Çalışan bellek, bilgiyi akılda tutmayı ve sonrasında zihinsel süreçlerden geçirip manipule edebilmeyi olanaklı kılar[9]. Yönetici fonksiyonların sonuncusu olan bilişsel esnekliktir ise durumları ve olayları farklı açılardan değerlendirmeyi ve bakış açısını değiştirebilmeyi sağlamaktadır. Bilişsel esneklik, diğer yönetici fonksiyonların üzerine kurulur ve nispeten gelişimini daha geç tamamlar[10].

Çocukluktan itibaren yapılan düzenli fiziksel aktivite ile prefrontal kortekste yapısal değişiklikler olduğu görülmektedir[11]. İbis ve Aktuğ[12] tarafından yapılan bir çalışmada; spor yapan ve yapmayan okul öğrencilerinin dikkat seviyesi ve ders başarıları karşılaştırılmıştır. Spor yapanların dikkat seviyesi ve okul başarısı spor yapmayanlara göre belirgin bir şekilde daha iyi bulunmuştur. Warburton[1], çalışmasında prefrontal korteks işlevlerinin, fiziksel aktivite sonrası arttığını bildirmiştir. Fiziksel aktivitelerin bireyler üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle bilim insanlarının farklı fiziksel uygulama arayışlarına yönlenmelerine neden olduğu görülmektedir. Bu uygulamalardan biri olan Brain Gym Aktiviteleri (BGA) 1970 yılında Denisson tarafından geliştirilmiş bir aktivite programıdır[13]. Akademik performansta ve bilişsel becerilerde olumlu sonuçlar ortaya koyduğu düşünülen bu program 26 adet spesifik hareketten oluşur. İlkokul birinci sınıf öğrencileri ile yapılan bir çalışmada BGA yapan çocukların yazma becerilerinde ve dikkat seviyelerinde artış görülmüştür[14]. Yine BGA kullanılarak yapılan bir başka çalışmada ise okul çocuklarına eğitimden önce yaptırılan BGA, anlama ve öğrenme becerilerinde artışa neden olmuştur[15]. BGA ile ilgili literatürde yeterli miktarda deneysel çalışma olmamakla beraber, var olan az sayıdaki çalışma yeterli kanıtsal nitelikte değildir[16]. Bunlar; uygulama programının yeterince açıklanmadığı[17], kontrol grubunun olmadığı[18] veya ön test ile grupların denklik ölçümlerinin yapılmadığı[19] çalışmalardır. BGA'nın her ne kadar son dönemde popülerliği artmış olsa da, bu konuda yapılmış kanıtsal nitelikte tatmin edici çalışmalara rastlanamamıştır. Bu çalışmanın deneysel nitelikli bir çalışma olması nedeniyle literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda, bu çalışma sekiz haftalık Yapılandırılmış Brain Gym Aktivite (YBGA) Programı'nın, üniversite öğrencilerinin seçici dikkat, inhibitör kontrol ve bilişsel esneklik üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Katılımcılar

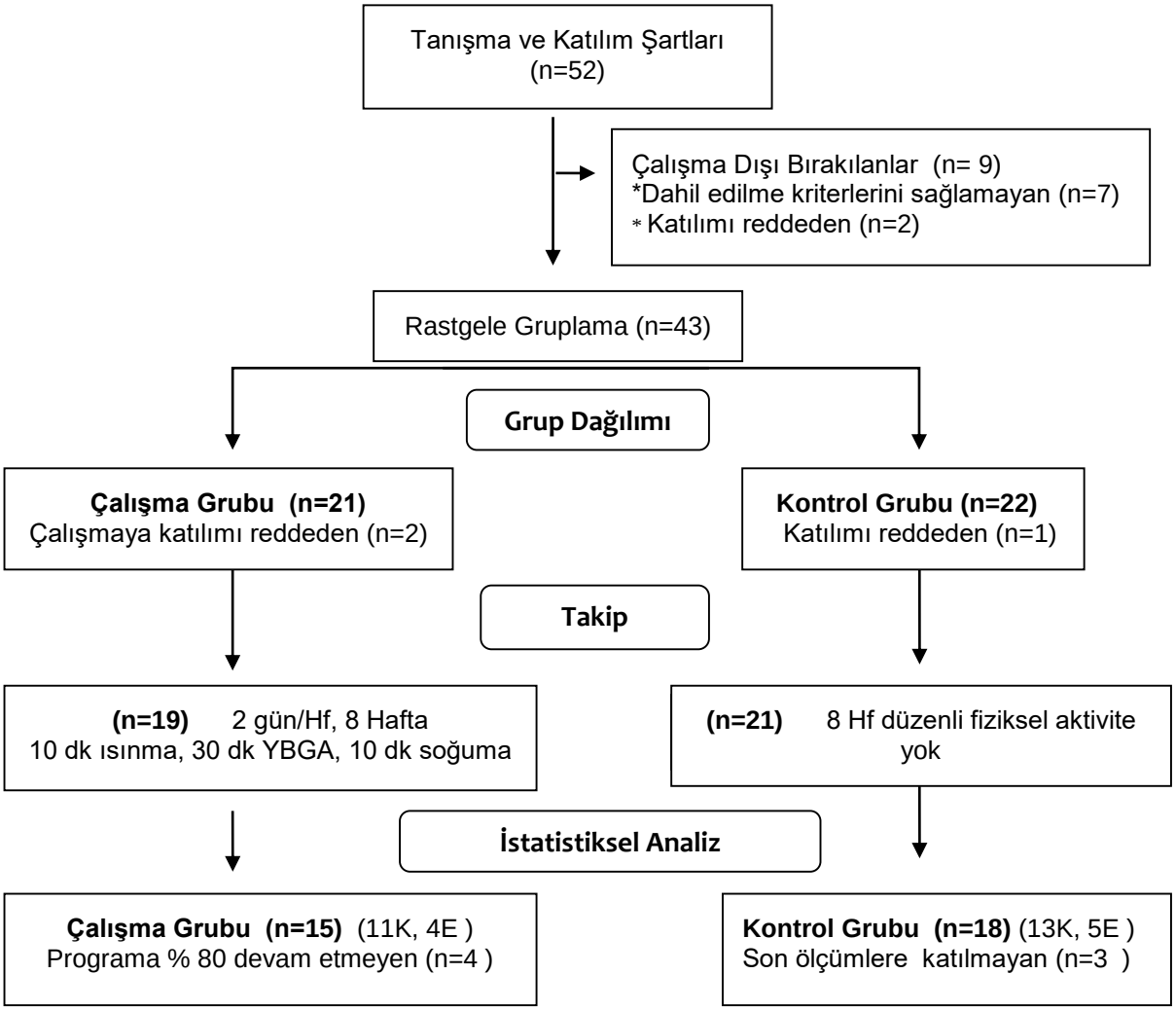
Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakiltesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 07.12.2018 tarihli ve 83/9 nolu etik kurul kararı ile gerçekleşmiştir. Çalışma hakkında bilgilendirme yapıldıktan sonra katılımcılara "Aydınlatılmış Onam Formu" imzalatıldı.

Çalışma, Şubat-Haziran 2019 tarihleri arasında, Mersin İli'nde bulunan, 18-24 yaş arası, son 6 ay içerisinde düzenli spor yapmamış olan, egzersiz yapmasına engel bir sağlık sorunu olmayan, fiziksel veya zihinsel bir engeli olmayan üniversite öğrencilerinin katılımı ile gerçekleştirildi. Çalışmaya alınacak bireylerin bilişsel fonksiyonlarında bir sorun olup olmadığını değerlendirme amacı ile tüm katılımcılara çalışma öncesinde Wender-Utah Derecelendirme Ölçeği (WUDÖ) ve Erişkin Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu Kendi Bildirim Ölçeği (ASRS) uygulandı. Bu ölçeklerden elde edilen sonuçlar DEHB problemi yaşayan veya yaşama olasılığı olan bireyleri belirlemektedir. Dikkat ve odaklanma ile ilgili ölçümlerde çalışmanın güvenilirliğini sağlama açısından WUDÖ ve ASRS

ölçeklerinden kesme değerinin üzerinde puan alan katılımcılar çalışma dışı bırakıldı. Katılım şartlarını sağlayan 43 kişi rastgele dağıtma (yazı tura atma) yöntemi ile Çalışma Grubu (ÇG) (21 kişi) ve Kontrol Grubu (KG) (22 kişi) olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Gruplararası dağılımın dengeli olması açısından ÇG istenilen sayıya ulaştığında kalan katılımcılar KG'na doğrudan aktarıldı.

Araştırmamızın çalışma akış şeması Şekil I de verilmiştir.

Şekil I. Çalışma Akış Şeması



ÇG'ye haftada 2 gün ve günde 50 dk olmak üzere 8 hafta süreyle Yapılandırılmış Brain Gym Aktivite (YBGA) programı uygulandı. KG ise bu süre içerisinde düzenli hiçbir fiziksel aktiviteye katılmadı. Çalışma öncesi ve sonrasında tüm katılımcılara yönetici fonksiyon testlerinden D2 Dikkat Testi, Stroop-Renk Testi ve Sözel Akıcılık Testi uygulandı. Uygulanan tüm yönetici fonksiyon testleri sessiz bir ortamda uzman bir nörolog tarafından yapıldı. De Greeff ve arkadaşlarının[21] yaptıkları meta-analiz çalışmasında aerobik egzersizin yönetici fonksiyonlar üzerindeki etkisini değerlendirirken, egzersizin

uygulama süresinin anlamlı bir farklılık yaratmadığı görüşü vurgulanmaktadır. Ancak, literatürde uzun süreli aerobik egzersiz için uygulama süresinin; 6 hafta-18 ay arasında değiştiği bildirilmektedir[22]. Literatüre uyumluluk açısından, çalışmamızda kullanılan egzersiz programı 8 hafta süreyle uygulandı.

Yönetici Fonksiyon Testleri

D2 Dikkat Testi: İnhibitör kontrol değerlendirmesinde kullanılan bu test, seçici dikkat ve performans hızı gibi parametreler hakkında da bilgi verir[23]. İlk olarak Brickenkamp tarafından 1962 yılında kullanılmış ve daha sonra geliştirilmiştir. Katılımcıdan beklenen, verilen süre içerisinde önündeki kağıtta bulunan toplam 2 çizgisi olan 'd' harflerini, diğer yanıltıcı ve dikkat dağıtıcı olan şekilleri göz ardı ederek olabildiğince hızlı ve doğru bir şekilde seçip işaretlemesidir[24]. Bu çalışmada, yüksek güvenilirliğinden dolayı Toplam Madde (TM), Toplam Madde-Hata (TM-H) ve Konsantrasyon Puanı (KP) ölçütleri kullanılarak veri analizleri yapıldı[25]. D2 testi çocuklarda ve yetişkinlerde uygulanabilen bir testtir ve kalem-kağıt kullanılarak uygulanmasından dolayı oldukça ucuz ve kullanışlıdır. Türkiye'de sedanter erişkin bireyler için geçerlilik çalışması Yaycı[25] tarafından yapılmıştır. Aynı zamanda D2 testinin tüm parametrelerde yüksek güvenilirliğe sahip olduğu rapor edilmiştir (ICC: 0.95-0.98)[24].

Stroop-Renk Testi: İlk kez Stroop tarafından ortaya atılan 'renk-kelime bozucu etki' temelinden yola çıkarak geliştirilen Stroop Testi 20 yaşın üstünde ve en az ilköğretim düzeyinde olan her bireye uygulanabilmektedir. Türkçe geçerlilik güvenilirlik çalışması Karakaş[26] tarafından yapılmış ve BİLNOT kapsamında bir Stroop testi TBAG formu oluşturulmuştur. Testin uygulamasında katılımcıdan beklenen, komutları dinleyerek sadece istenileni yapmasıdır. Ölçüm sırasında yapılan hata sayısı ve yavaşlamalar, dürtüselliği bastıramama ve alışılmış olanı tekrarlama, katılımcının inhibisyon mekanizması ve seçici dikkat gibi becerilerini yansıtmaktadır. Bu beceriler, frontal lobun işlevselliğini göstermektedir[27]. Literatürde son zamanlarda Stroop Color testi kullanılarak yapılan çalışmalarda veri kalabalığını önlemek amacıyla güvenilirliği en yüksek olan 3 değer baz alınarak analiz yapılmıştır. Bunlar; 1. Aşama (Kelime Etkisi: KE), 3. Aşama (Renk Etkisi: RE) ve 5. Aşama (Renk-Kelime Etkisi: RKE) puanlarından oluşmaktadır[28].

Sözel Akıcılık Testi: Bu test, özellikle sol frontal lobun bir işlevi olan 'bilişsel esneklik' değerlendirmesi için kullanılır. Katılımcıdan 60 saniye içinde K,A,S harfleri ile başlayan anlamlı kelimeler üretmesi istenir. Testi değerlendirirken katılımcının aynı kelimeyi tekrar kullanma sıklığı, dikkatini teste verebilmesi ve 60 sn içinde bir anlam ifade eden kaç kelime üretebildiği gibi kriterler göz önünde bulundurulur[29]. Testten elde edilen puanın yüksek olması katılımcının bilişsel esneklik işlevlerinin iyi olduğuna işaret eder[30]

Yapılandırılmış Brain Gym Aktivite Programı (YBGA)

Çalışma grubuna uygulanan Brain Gym Aktiviteleri (BGA) Denisson tarafından yazılmış olan Brain Gym Teacher's Edition kitabından seçildi [13,14] (Tablo 1). Çalışmaya özgünlük kazandırmak amacıyla, Brain Gym'den seçilen hareketlere, beynin çok yönlü kullanılmasına olanak veren ve Brain Gym'in mantığıyla paralellik gösteren farklı hareketler eklendi ve Yapılandırılmış Brain Gym Aktivite (YBGA) programı oluşturuldu. Seçilen Brain Gym hareketlerinden ritmik müzikle uyumlu olanlar ana devreye, germe-esneme prensibi ile uygulananlar ise ısınma ve soğuma kısımlarına eklendi.

Uygulanan YBGA programı aerobik çalışma prensiplerine uygun olarak hazırlandı. Önce, katılımcılara arterio carotis üzerinden kendi kendilerine palpasyonla nabız alımının nasıl olacağı öğretildi. Daha sonra, katılımcıların dinlenim halinde iken (sabah yataktan kalkmadan hemen önce) palpasyon ile 1dk süreyle aldıkları nabız sayısı 3 gün boyunca kaydedildi. Bu üç değerin ortalaması alınarak katılımcıların Dinlenim Kalp Hızı (DKH) belirlendi. Daha sonra her katılımcının Maksimum Kalp Hızı (KHmax) (220-Yaş) hesaplandı. Çalışma sırasında katılımcıların nabız aralıkları çalışmanın başında, ortasında ve sonunda olmak üzere toplamda 3 kez ölçüldü. Çalışma grubunun aerobik çalışma aralığı (kalp atım aralığı) Karvonen formülüne göre hesaplandı. Katılımcılar sedanter bireylerden oluştuğu için çalışmanın şiddeti, her bireyin maksimum kalp atım hızının %50-60' ına karşılık gelecek şekilde ayarlandı[31]. Çalışma esnasında katılımcıların bu aralığı koruyarak tempolarını ayarlamaları istendi.

[Hedef Kalp Hızı = (KHmax – DKH) X %50-%60 + DKH]

Tablo 1. Yapılandırılmış Brain Gym aktivite programi

Isınma (10 dk)	Ana Devre (30 dk)	Soğuma (10 dk)
1. Su içme 2. Belly Breathing 3.Öne-arkaya boyun germe* 4. Sağa- sola boyun germe* 5. Neck rolls 6. The owl 7. Brain buttons 8. The thinking cap 9. Triceps germe* 10. Arm activation 11. Qudriceps germe* 12. Baş üstü germe* 13. Hook-ups (1. kısım) 14. Hook ups (2. kısım)	1. Yerinde sayma (March)* 2. Yerde 8 çizerek yürüme* 3. The elephant 4. Yarım squat* 5. 4 yönlü uzanma* 6. Grapevine* 7.Diz çekerek grapevine *(Grapevine with knee up) 8.Öne-arkaya adımlama (Tap up-tap down)* 9. The cross crawls (ön) 10. The cross crawls (arka) 11.Vücut çaprazlama*	1. The grounder 2. The culf pump 3. Arm activation 4. Neck roll 5. Hook-ups (1. kısım) 6. Hook-ups (2. kısım) 7. The gravity glider 8. Lazy 8s

*Brain Gym aktiviteleri haricinde kullanılan yapılandırma hareketleri

YBGA programının başında temel hareketler ve terimlerin öğrenilmesi için bir deneme seansı yapıldıktan sonra asıl uygulama seanslarına başlandı. Programın tamamı araştırmacı tarafından ritmik müzik eşliğinde uygulandı. Katılımcıların tamamı boş, geniş ve aydınlık bir egzersiz salonunda aktivitelere birlikte katıldı. Görsel geribildirim sağlama amacıyla katılımcıların karşısında geniş bir ayna bulunduruldu. Aktiviteler; 10 dk ısınma, 30 dk ana devre ve 10 dk soğuma olmak üzere toplam 50 dk süreyle yapıldı. Program Salı ve Perşembe günleri sabah saatlerinde uygulandı.

İstatistiksel Analiz

Çalışmanın veri analizi için SPSS 22 programı kullanıldı (IBM Corporation, Armonk, NY). Verilerin normallik dağılımını belirlemek amacıyla görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro- Wilks) kullanıldı. Değerlendirilen parametrelerin normal dağılmadığı görüldüğünden gruplar arasındaki karşılaştırmalarda nonparametrik testlerden Mann Whitney-U testi kullanılmıştır. Program öncesi ve sonrasına ait grup içi karşılaştırmalarda ise, Wilcoxon testi yapıldı. Yanılma olasılığı $p \leq 0.05$ olarak alındı. Ayrıca, çalışma örneklemini oluştururken güç analizi kullanıldı. Aguirre-Loaiza'nın[20] çalışmasından hareketle aerobik egzersiz uygulaması sonucu yönetici fonksiyonlarda anlamlı bir iyileşme olması için %90 güç ($1-\beta=0.90$), %5 hata payı ($\alpha=0.05$) ve 0.92 etki büyüklüğünde grup başına 15 hasta ve toplamda en az 30 hasta ile çalışmanın yürütülmesi gerekmektedir. Çalışmayı bırakma oranı göz önünde bulundurulduğunda ve verilerin daha kuvvetli olması açısından örneklem büyüklüğü daha büyük tutularak 43 olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 2 te verilmektedir. Katılımcılardan ÇG'nun yaş 19.5±0.92 yıl; boy 165.2±10.0 cm; vücut ağırlığı 65.0±1.8 kg'dır. KG'nun yaş 20.3 ± 1.36 yıl; boy 168.8± 7.55 cm; vücut ağırlığı 67.4±9.4 kg'dır. Her iki grupta bulunan katılımcılar benzer yaş dağılımı göstermektedir ($p>0.01$).Katılımcıların D2 dikkat testi ölçüm değerleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 2. Katılımcıların demografik özellikleri

Demografik Özellikler	Gruplar						
	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		Toplam		p
	n=15; 11K, 4E		n=18; 13K, 5E		n=33; 24K,9E		
	$\bar{x}$	ss	$\bar{x}$	ss	$\bar{x}$	ss	
Yaş	20,2	1,3	19,5	0,9	19,9	1,2	0,07
Boy	168,8	7,5	165,2	10,0	167,1	8,8	0,16
Vücut Ağırlığı	67,4	9,3	65	12,8	66,7	10,9	0,27

$\bar{x}$=ortalama, ss=standart sapma

Tablo 3. D2 dikkat testi ölçüm sonuçları

D2 Testi Ölçüm Değerleri		GRUPLAR				p²
		Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		
		x̄	ss	x̄	ss	
TM	Ön Test	474,6	75,8	516,9	50,9	0,09
	Son Test	539,73	59,9	548,1	68,2	0,68
	Son test-Ön test fark	64,0	76,1	24,3	48,1	<0,01*
	p¹	0,01*		0,04*		-
TM-H	Ön Test	410,6	59,5	444,4	53,5	0,09
	Son Test	493,7	47,7	452,5	63,6	0,07
	Son test-Ön test fark	83,2	47,5	7,22	41,5	<0,01*
	p¹	<0,01*		0,20		-
KP	Ön Test	138,8	23,5	150,1	32,6	0,17
	Son Test	186,0	25,5	148,2	36,3	<0,01*
	Son test-Ön test fark	47,2	15,4	-1,8	25,7	<0,01*
	p¹	<0,01*		0,82		-

x̄; ortalama, ss; standart sapma, p¹; Gruplararası karşılaştırma, p²; Grup içi ön-son test karşılaştırma

Çalışma Grubunun 8 haftalık çalışma sonunda D2 dikkat testine ait bütün parametrelerinde anlamlı bir gelişme görüldü (TM p=0,01; TM-H p<0,01; KP p<0,01). KG'nun ise D2 dikkat testinde sadece TM puanında anlamlı bir gelişme olduğu gözlendi (p=0,04). Ancak, diğer parametrelerde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. (TM-H p= 0,21; KP p=0,83). Gruplar arası karşılaştırmada ise, ÇG'nun D2 testi parametrelerinde çalışma sonunda elde edilen artış KG sonuçlarından daha belirgindir (TM, TM-H, KP p<0.01).

Stroop-Renk Testi ölçüm değerleri Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Stroop-Renk Testi Ölçüm Değerleri

Stroop Renk Testi Ölçüm Değerleri		GRUPLAR				
		Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		
		x̄	ss	x̄	ss	p²
Kelime Etkisi (KE)	Ön Test	9,2	1,0	8,6	1,0	0,09
	Son Test	7,83	1,5	8,4	1,0	0,12
	Son test-Ön test fark	-1,5	1,4	-0,1	1,0	<0,01*
	p¹	<0,01*		0,23		-
Renk Etkisi (RE)	Ön Test	11,2	1,8	11,2	1,6	0,79
	Son Test	9,8	1,3	10,9	2,0	0,087
	Son test-Ön test fark	-2,1	2,4	-0,3	1,4	0,01*
	p¹	<0,01*		0,98		-
Renk-Kelime Etkisi (RKE)	Ön Test	20,1	4,6	22,9	5,5	0,21
	Son Test	16,8	2,7	20,2	4,6	0,03*
	Son test-Ön test fark	-3,2	3,5	-2,6	3,4	0,51
	p¹	0,01*		0,01*		-

x̄; ortalama, ss; standart sapma, p¹; Gruplararası karşılaştırma, p²; Grup içi ön-son test karşılaştırma

Çalışma Grubu'nun Stroop-Renk testi verilerine göre çalışma sonunda duyusal işlem süresinde anlamlı bir kısalma söz konusudur (KE p<0,01; RE p<0,01; RKE p= 0,01). KG'nun RKE parametresinde duyusal işlem süresi anlamlı olarak kısalırken, diğer parametrelerde bir değişiklik görülmedi (KE p=0,23; RE p=0,33; RKE p= 0,01). Gruplar arası karşılaştırmada, ÇG ve KG ön test verilerinin benzer

olduğu görüldü (p>0,05). Çalışma sonunda RKE parametresindeki duyusal işlem süresindeki kısalma gruplar arası karşılaştırıldığında ÇG'ndan elde edilen kısalma daha belirgin olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamsızdır (RKE p= 0,51). Sözel Akıcılık Testi ölçüm değerleri Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Sözel Akıcılık Testi Ölçüm Değerleri

Sözel Akıcılık Testi Ölçüm Değerleri	GRUPLAR				p²
	Kontrol Grubu		Çalışma Grubu		
	x̄	ss	x̄	ss	
Ön Test	23,2	4,1	23,9	5,5	0,49
Son Test	24,1	3,1	25,5	4,9	0,51
Son Test- Ön Test Fark	0,9	4,5	1,6	4,1	0,89
p¹	0,32		0,17		-

x̄; ortalama, ss; standart sapma, p¹; Gruplararası karşılaştırma, p²;Grup içi ön-son test karşılaştırma

Tablo 5'e göre; ÇG ve KG'nun Sözel Akıcılık Testi sonuçlarına göre her iki grupta da çalışma sonrasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmedi (p> 0,05).

TARTIŞMA

Brain Gym (Eğitimsel Kinezyoloji) beynin birçok bölgesini koordineli olarak çalıştırarak merkezi sinir sistemini aktive eder ve her iki hemisferi stimule etmek için yeni yollar bulmamıza yardımcı olur. Beynin işleyiş temeli Brain Gym'e göre nispeten basittir ve lateralite, odaklanma ve merkezleme olmak üzere 3 temel boyutta tanımlanmıştır[13]. Lateralite, beynin sağ ve sol hemisferlerini koordineli kullanma anlamına gelir. Odaklanma, beynin ön ve arka kısmındaki bilgilerin koordinasyonu sağlar. Merkezleme ise, beynin tepe ve tavanı arasındaki koordinasyonu tanımlar[32]. Eğitimsel Kinezyolojinin gelişmesiyle birlikte yapılan çalışmalar kompleks hareketlerin otizm, serebral palsi, Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) gibi nörolojik hastalıklarda olumlu etkileri olduğunu göstermiştir[17,33,34]. Bu çalışma, literatüre kanıtsal nitelikte bir araştırma kazandırmak amacıyla yapıldı. Çalışmamızda, literatürdeki bilgiler sentezlenerek aerobik formda bir YBGA programı hazırlandı ve uygulandı. Böylece hem aerobik egzersizin, hem de eğitimsel kinezyolojinin etkilerini tek bir egzersiz modeli altında toplayıp uygulamanın yönetici fonksiyonlar üzerindeki etkileri değerlendirildi.

Çalışmamızda 'inhibitör kontrol' parametresi ölçümünde kullanılan testlerden biri Stroop- Renk testidir. Yapılan istatistiksel analiz sonucu çalışma grubunun Stroop-Renk testine ait bütün parametrelerde 8 haftalık egzersiz sonrasında pozitif yönde anlamlı bir değişiklik tespit edildi (p<0.05). Kontrol grubunda ise 8 haftalık süre sonunda anlamlı bir farklılık görülmedi (p>0.05). Stroop- Renk testinden elde edilen verilerde YBGA programını yapan çalışma grubunda reaksiyon süresinin kısaldığı görülmektedir. Bu durum çalışma grubunun dikkat becerilerinin geliştiğini ve duyusal işlemlemenin hızlandığını göstermektedir. İnhibitör kontrolün 'yanıt inhibisyonu' ve 'girişim kontrolü' olmak üzere iki alt grubu bulunur. Yanıt inhibisyonu, kendini kontrol edebilme, uyarılara direnç gösterme ve dürtülere karşı koyma gibi becerilerin birlikte çalışmasıyla ortaya çıkan bir beceridir[8]. Girişim kontrolü ise seçici dikkat ve bilişsel inhibisyon gibi süreçlerin devreye girmesiyle oluşan, düşünce ve eylemleri kontrol edebilme becerisidir[35]. Bizim çalışmamızda da 8 haftalık YBGA sonunda çalışma grubunda bu iki beceri düzeylerinin yüksek olması nedeniyle öğrencilerin yaşam kalitelerini (akademik beceri, iş yaşantıları, sosyal ilişkiler vb.) olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Jecinth ve Valeyudhan [33] tarafından yapılan çalışmada BGA'nın işitme problemi olan gençler (15-20 yaş) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonunda duyusal işlem hızı değerlendirilmiş ve ölçüm aracı olarak Stroop-Renk testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki BGA işitme engelli bireylerde duyusal işlem hızında artışa sebep olmaktadır. Duyusal işlem hızının artması ise; işitsel-görsel ve vestibüler sistemin koordineli olarak çalışmasına katkı sağlamaktadır. Bu durum, öğrenme sürecini, dikkati

ve bilgi işlem becerilerini olumlu yönde etkilemektedir[33]. İşitme engelli bireylerde işitsel-görsel ve vestibüler sistemde oluşan kayıp, BGA ile nispeten geliştirildiği bildirilmektedir[33]. Bu durum, BGA'nın beyni çok yönlü çalıştırdığı ve sonuç olarak bilişsel süreçlere katkı sağladığını destekler niteliktedir. DEHB olan çocuklarla yapılan bir diğer çalışmada aerobik egzersizin yönetici fonksiyonlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada 30 dk süre ile yapılan orta şiddette aerobik egzersiz sonrası frontal işlevleri değerlendirme amacıyla katılımcılara Stroop-Renk testi yapılmıştır. Sonuçlar prefrontal korteks aktivitesinin egzersize aktif katılım sonrası artmış olabileceğini göstermektedir. Aynı zamanda egzersize bağlı olarak dopamin salınımının artmış olabileceği ve bu artışın dikkat ve odaklanma becerisini pozitif yönde etkileyebileceği öngörülmektedir. Mehren ve arkadaşlarının[3] yaptığı bir çalışmada yine benzer şekilde akut egzersizin DEHB olan bireylerin reaksiyon sürelerini kısalttığı görülmüştür. Fakat Mehren'in çalışmasında farklı olarak katılımcılara egzersiz sonrası uygulanan MRI'da frontal bölge işlevlerinin azaldığı gözlenmiştir. Sonuçlar egzersiz sonrası görsel dikkat ve duysal işlem hızının artması, uyarıyı işlemlemek için daha az frontal aktivasyona ihtiyaç duyulduğunu düşündürmektedir. Buck ve arkadaşları[36] ergenlik dönemindeki gençlerde aerobik fitness kapasitesi ile inhibitör kontrol ilişkisini incelemişler ve ölçüm aracı olarak Stroop- Renk testi kullanmışlardır. Sonuç olarak aerobik fitness kapasitesi ile inhibitör kontrol sonuçları arasında pozitif yönde ilişki görülmüştür[37]. Literatürde Stroop- RenkTesti ile ilgili bir diğer çalışma ise Stroop Renk esti sırasında beyin aktivasyonu görüntüleri incelenmiş ve dorsolateral prefrontal kortekste aktivasyon artışı görülmüştür. Akut egzersiz sonrası görüntüleme tekrarlandığında dorsolateral prefrontal korteks aktivasyonunda artış gözlenmiştir [38]. Dorsolateral prefrontal korteks temel olarak planlama, çalışan bellek, karar verme ve karşılaştırma gibi yönetici fonksiyonlardan sorumlu bir bölgedir. Dolayısıyla bu bölgede görülen bir aktivasyon artışının, bireyin yönetici fonksiyonlarının da gelişimine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir[39].

Çalışmamızda seçici dikkat ve inhibitör kontrol değerlendirmesinde kullandığımız bir diğer test D2 testidir. ÇG'nin 8 hafta sonunda D2 test sonuçlarının pozitif yönde anlamlı bir gelişme gösterdiği tespit edildi ($p<0.05$). KG sonuçlarında ise anlamlı bir değişiklik görülmedi ($p>0.05$). Thomas[40] BGA'nın dikkat ve odaklanma becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sonuçta, 10 dk süre ile uygulanan BGA'nın tek seansta dikkat ve odaklanma becerilerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda egzersiz sonrası çalışma grubunda KP değerinde bir artış görülmekte, fakat kontrol grubunda bir farklılık görülmemektedir. Bu sonuç, BGA'nın kısa süre uygulanması durumunda etkinliğinin düşük olduğunu düşündürmektedir. Bunun yanı sıra çalışmamızda kullanılan BGA'nın aerobik formda uygulanması da KP değerinde bir artışa neden olmuş olabilir. Brain Gym gibi kompleks hareketlerden oluşan bir egzersiz modelinin aerobik formda uygulanması, inhibitör kontrolde ortaya çıkan etkiyi daha belirgin kılmış olabileceğini düşündürmektedir. Budde ve arkadaşları[41] aerobik egzersizin çocukların inhibitör kontrolü üzerine etkisini incelemiştir. Gruplardan birine 10 dk süreyle koordinasyon içerikli aerobik egzersiz uygulamış, diğer gruba ise herhangi bir kompleks hareket içermeyen aerobik egzersiz uygulamıştır. Değerlendirmek amacıyla D2 testi kullanılmıştır. Her iki grupta da seçici dikkat becerilerinde istatistiksel açıdan pozitif bir farklılık olmakla birlikte koordinasyon içerikli egzersiz grubundaki artışın daha belirgin olduğu rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda da aerobik içerikli YBGA programının Budde ve arkadaşlarının[41] çalışmasına benzer sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Bu bağlamda, yönetici fonksiyonların gelişimine yönelik hazırlanacak aktivite programlarının yapılandırılarak uygulanmasının öneminin büyük olabileceğini söyleyebiliriz. Bununla birlikte Ziereis & Jansen'ın[42] 7-12 yaş arası DEHB tanısı almış çocuklar üzerinde yaptığı bir diğer çalışmada yapılandırılmış egzersizin kronik etkileri değerlendirilmiştir. Beceri içerikli egzersizlerin (ball handling, denge, el becerileri) beceri içermeyen standart aerobik egzersiz (koşu, yüzme vs) ile karşılaştırıldığında, her iki aktivite grubunda bilişsel düzeyde gelişme görüldüğü bildirilmiştir. Bu durum Budde'ın[41] çalışması ile çelişki içerisindedir. Ziereis & Jansen[42], fiziksel aktivitenin, çeşidinden bağımsız olarak DEHB olan çocuklarda yönetici becerilerde artışa sebep olduğunu savunsa da bu konu tam olarak netlik kazanmamıştır. Çalışmanın DEHB olan çocuklarla yapılması beceri içerikli egzersizlerin etkisini yeterince ortaya çıkarmamış olabilir. Konu ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. İnhibitör kontrol, farklı ortamlarında öğrenme pratikliği açısından oldukça faydalıdır. İnhibitör kontrol kişinin dikkatini, davranışlarını ve düşüncelerini kontrol etmesine olanak tanır ve bu sayede içsel yatkınlığı ortaya çıkararak çevresel uyarıların göz ardı edilmesine

yardımcı olur[7]. Egzersiz yapan bireylerde özellikle uzun süreli egzersiz sonrası, kişinin oto-kontrol mekanizması güçlenerek inhibisyon becerisi gelişir ve yönetici fonksiyonlarında olumlu yönde değişiklik elde edilir. Oto-kontrol mekanizmasının gelişmesi pozitif duyguların serbestleşmesine olanak tanır ve kişinin genel ruhsal moduna olumlu katkıda bulunur. Nagarkar ve arkadaşları[34] tarafından yapılan, Brain Gym aktivitelerinin yaşam kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan 7-17 yaş arası çocuklara 8 hafta süreyle BGA programı uygulanmış ve sonuç olarak yaşam kalitelerinde artış gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, OSB görülen bireylerde inhibitör kontroldeki yetersizliğin egzersizle azaldığını göstermektedir. BGA yapan grupta inhibitör kontrolde, dürtüsellikte ve uygunsuz davranış kontrolünde azalma görülmüştür ve bu sonuçlar bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda değerlendirilen bir diğer parametre de 'bilişsel esneklik'tir. Bilişsel esnekliğin öğrenme ve problem çözmede çok önemli olduğu bilinmektedir. Özellikle değişen durumlara adapte olabilmek için plan yapma ve yapılan planı uygulamada hususunda bilişsel esneklik oldukça ihtiyaç duyulan bir beceridir[43]. Bu çalışmada, bilişsel esneklik değerlendirmesinde, Sözel Akıcılık testinin 'Harf Akıcılığı' formu kullanıldı. Çalışmadan elde edilen verilere göre her iki grup Sözel Akıcılık testi sonuçlarında egzersiz sonrasında anlamlı bir değişiklik görülmedi ($p<0.05$). Sözel akıcılık, hafızanın hem kelime formunda (sözcüksel) hem de anlamsal (semantik) olarak kullanılmasını gerektirir[44]. Anlamlı sözel akıcılık becerisinin sağ frontal bölge ile ilgili olduğu ve sağ frontal bölge aktivitelerinin ilerleyen yaşla birlikte belirgin bir şekilde azaldığı rapor edilmiştir[45]. Bunun yanı sıra, sağlıklı yaşlanan bireylerde, ilerleyen yaşla birlikte görülen 'kategori akıcılığı' becerisindeki azalmanın 'harf akıcılığı' becerisine oranla daha hızlı ve daha belirgin olduğu görülmüştür[46]. Bu sebeple Nocera ve arkadaşları[47] geriatrik bireylerle yapılan aerobik egzersizin 'kategori akıcılığı' testinde daha belirgin kazanımlar sağladığını öne sürmüştür. Bu bilgiden yola çıkarak aerobik egzersizin harf akıcılığına etkisinin kategori akıcılığına oranla daha az olabileceği öngörülmektedir[47]. Literatürde egzersizin yönetici fonksiyonlar üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmalarda bu sebepten yola çıkarak sözel akıcılık becerileri geriatrik bireylerle çalışılmıştır ve geriatrik popülasyonda egzersizin sözel akıcılık üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür[47,48]. Gençlerde sözel akıcılık yaş almış bireylere göre nispeten daha iyidir[49]. Bu çalışmada katılımcı grubun genç bireylerden oluşması dolayısıyla çalışma öncesindeki Sözel Akıcılık testinden elde edilen puanların yüksek olmasının, çalışma sonundaki artışı önemsiz göstermiş olduğu düşünülebilir.

Sonuç olarak; 8 hafta süreyle uygulanan YBGA programının katılımcıların inhibitör kontrol ve seçici dikkat gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir. İnhibitör kontrol, kısaca bireyin içten gelen dürtülerini ve çevresel uyarıları kontrol edebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır[7]. Bu özelliğin bireye kazandırılması ileriki mesleki ve özel yaşantısında daha kendini kontrol edebilen bir yapı kazanmasına neden olabilir. Yine, seçici dikkat ise bireyin istediği konu üzerine daha fazla konsantre olmasına olanak sağlaması nedeniyle öğrenmede önemlidir[7]. Bu becerilerin azalması, bireylerin akademik başarılarında ve sosyal hayatlarında başarısızlıklara neden olduğu belirtilmektedir[5]. Bu nedenle, üniversite öğrencilerinin seçmeli derslerine "Yapılandırılmış Brain Gym" uygulamalarının eklenmesinin, gençlerin gelişimine katkı sağlayabileceği kanısındayız.

Yazar Katkıları: Çalışma konsepti/Tasarımı: Gİ; Veri toplama: CE, MFÖ, Gİ; Veri analizi ve yorumlama: CE, Gİ; Yazı taslağı: CE, Gİ, MFÖ; İçeriğin eleştirel incelenmesi: CE, Gİ, MFÖ; Son onay ve sorumluluk: Gİ, CE, MFÖ; Teknik ve malzeme desteği: CE; Süpervizyon: Gİ, CE, MFÖ; Fon sağlama (mevcut ise): yok.
Etik Onay: Bu çalışma için Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 07.12.2018 tarih ve 83/9 sayılı kararı ile etik onay alınmıştır.
Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.
Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.
Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.
Yazarın Notu: Bu çalışma, 07-09 Kasım 2020 tarihinde 18. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresinde Özet Bildiri olarak sunulmuştur.
Çalışmamıza gönüllü olarak katılım sağlayan üniversite öğrencilerimize teşekkür ederiz.

Author Contributions: Concept/Design : Gİ; Data acquisition: CE, MFÖ, Gİ; Data analysis and interpretation: CE, Gİ; Drafting manuscript: CE, Gİ, MFÖ; Critical revision of manuscript: CE, Gİ, MFÖ; Final approval and accountability: Gİ, CE, MFÖ; Technical or material support: CE; Supervision: Gİ, CE, MFÖ; Securing funding (if available): n/a.
Ethical Approval: Ethical approval was obtained fort his study from the Non-Invasive Clinical Research Ethics Committee of Cukurova University Faculty of Medicine, with the decision dated 07.31.2018 and numbered 83/9.
Peer-review: Externally peer-reviewed.
Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.
Financial Disclosure: Authors declared no financial support
Acknowledgement: This study was presented as an abstract at the 18th International Sport Sciences Congress on 7-9 Nov 2020.
We would like to thank our university students who voluntarily participated in our study.

KAYNAKLAR

1. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ. 2006;174:801-9.

2. Taras H, Potts-Datema W. Obesity and student performance at school. J Sch Health. 2005;75:291-5.
3. Mehren A, Özyurt J, Lam AP, Brandes M, Müller HHO, Thiel CM et al. Acute effects of aerobic exercise on executive function and attention in older adult patients with ADHD. Front Pscychol. 2019;10.
4. Ludyga S, Gerber M, Brand S, Pühse U, Colledge F. Effects of aerobic exercise on cognitive performance among young adults in a higher education setting. Res Q Exerc Sport. 2018;89:164-72.
5. Keays JJ, Allison KR. The effects of regular moderate to vigorous physical activity on student outcomes: a review. Can J Public Health. 1995;86:62-5.
6. Altunöz U. Frontal lob işlevleri. www.türkpsikyatri.org/blog/2012/03/31/frontal-lob- /işlevleri 31.03.2012 (Erişim tarihi: Temmuz 2019).
7. Diamond A. Executive functions. Annu Rev Psychol. 2013;64:135-68.
8. Schall JD, Palmeri TJ, Logan GD. Models of inhibitory control. Phil Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2017;372:20160193.
9. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. Psychosom Med. 2010;72:239-52.
10. Davidson MC, Amso D, Anderson LC, Diamond A. Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. Neuropsychologia. 2006;44:2037-78.
11. Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Castellanos FX, Liu H, Zijdenbos A. Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. Nat neurosci. 1999;2:861-62.
12. Ibis S, Aktuğ ZB. Effects of sports on the attention level and academic success in children. Educ Res Rev. 2018;13:106-10.
13. Denisson PE. Denisson GE. Brain Gym Teacher's Edition. Ventura, CA, Edu Kinestetics, 1994.
14. Ocampo jr JM, Varela LP, Ocampo LV. Effectiveness of Brain Gym activities in enhancing writing performance of grade I pupils. J Hum Soc Sci Edu. 2017;10:179-90.
15. Kariuki PN, Kent HD. The Effects of Brain Gym® Activities and Traditional Teaching Strategies on Students' Performance in Comprehension in a 4th Grade Classroom. Annual Conference of the Mid-South Educational Research Association. 5-7 Kasım 2014, Konxville, Tenesse, USA.
16. Spaulding LS, Mostert MP, Beam AP. Is Brain Gym an effective educational intervention? Exceptionality. 2010;18:18-30
17. Khalsa GK., Morris GD, Sifft JM. Effect of educational kexceptionalityinesiology on static balance of learning disabled students. Percep Mot Skills. 1988;67:51-4.
18. Cammisa KM. Educational kinesiology with learning disabled children: An efficacy study. Percept Mot Skills. 1994;78:105-6.
19. Sifft JM, Khalsa G. Effect of educational kinesiology upon simple response times and choice response times. Percept Mot Skills. 1991;73:1011-5.
20. Aguirre-Loaiza H, Arenas J, Arias I, Franco-Jimenez A, Brabosa-Granados S, Ramos-Bermudez S et al. Effect of acute physical exercise on executive functions and emotional recognition: Analysis of moderate to high intensity in young adults. Front Psychol. 2019;10:2774.
21. 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. J Sci Med Sport. 2018;21:501-7.
22. Smith EE, Jonides J. Storage and executive processes in the frontal lobes. Science. 1999;283:1657-61.
23. Rivera D, Salinas C, Ramos-Usuga D, Delgado-Mejía I, Vasallo-Key Y, Hernánde Agurcia G. Concentration endurance test (d2): Normative data for Spanish-speaking pediatric population. NeuroRehabilitation. 2017;41:661-71.
24. Bates ME, Lemay EP. The d2 Test of attention: construct validity and extensions in scoring techniques. J Int Neuropsychol Soc. 2004;10:392-400.
25. Yaycı L. D2 dikkat testinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. Kalem Uluslararası Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi. 2013;3:43-80.
26. Karakaş S, Erdoğan E, Sak L, Soysal AŞ, Ulusoy T, Ulusoy İY. Stroop Testi TBAG Formu: Türk kültürüne standardizasyon çalışmaları, güvenirlik ve geçerlik. Klinik Psikiyatri Dergisi. 1999;2:75-88.
27. Stuss DT, Benson DF. Neuropsychological studies of the frontal lobes. Psychol Bull. 1984;95:3-28.
28. Park S, Etnier JL. Beneficial effects of acute exercise on executive function in adolescents. J Phys Act Health. 2019;16:423-29.
29. Tumaç A. Normal deneklerde, frontal hasarlara duyarlı bazı testlerde performansa yaş ve eğitimin etkisi (Yüksek lisans tezi). İstanbul, İstanbul Üniversitesi, 1997.
30. Talaş MS. Genç sağlıklı erişkinlerde sözel akıcılık, büyüsel düşünce ve motor asimetri arasındaki ilişkilerin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Ankara, Ankara Üniversitesi, 2009.
31. Sıdkı N, Canli U. Examination the effects of aerobic and resistance exercise on body compositions of sedentary male individuals. J Educ Train Stud. 2019;7:30-6.
32. Hyatt KJ. Brain gym®: building stronger brains or wishful thinking? Remedial Special Educ. 2007;28:117-24.
33. Jecinth J, Valeyudhan A. The effects of Brain Gym exercises on self esteem and sensory processing speed on high school impaired students. Int J Indial Pscyhol. 2017;4:148-54.

34. Nagarkar MR, Rokade P, Malwade M, Abdul D. Effectiveness of Brain Gym® activity on quality of life in autism spectrum disorder. Int Healthc Biomed Res. 2018;6:11-6.
35. Cragg L. The development of stimulus and response interference control in midchildhood. Dev Psychol. 2016;52:242-52.
36. Buck SM, Hillman CH, Castelli DM. The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. Med Sci Sports Exerc. 2008;40:166-72.
37. Castelli DM, Hillman CH, Buck SM, Erwin HE. Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. J Sport Exerc Psychol. 2007;29:239-52.
38. Yanagisawa H, Dan I, Tsuzuki D, Kato M, Okamoto M, Kyutoku Y. Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. NeuroImage. 2010;50:1702-10.
39. Üngören E. Beynin Nöroanatomik ve nörokimsayal yapısının kişilik ve davranış üzerindeki etkisi. Alanya Isletme Fakültesi Dergisi. 2015;7:193-219.
40. Thomas M. The effect of different movement exercises on cognitive and motor abilities. Adv Phys Educ. 2012;2:172-8.
41. Budde H, Voelcker-Rehage C, Pietraßyk-Kendziorra S, Ribeiro P, Tidow G. Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. Neurosci Lett. 2008;441:219-23.
42. Ziereis S, Jansen P. Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD. Res Dev Disabil. 2015;38:181-91.
43. Ankaralı S, Bayramlar Z. The relationship between aerobic capacity and cognitive performance Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi. 2019;24:159-69.
44. Ruff I, Blumstein SE, Myers EB, Hutchison E. Recruitment of anterior and posterior structures in lexical–semantic processing: an fMRI study comparing implicit and explicit tasks. Brain Lang. 2008;105:41-9.
45. Saez de Asteasu ML, Martinez-Velilla N. Assessing the impact of physical exercise on cognitive function in older medical patients during acute hospitalization: Secondary analysis of a randomized trial. PLoS Med. 2019;16:e1002852
46. Clark LJ, Gatz M, Zheng L, Chen YL, McCleary C, Mack WJ. Longitudinal verbal fluency in normal aging, preclinical, and prevalent Alzheimer's disease. Am J Alzheimers Dis Other Demen. 2009;24:461-8.
47. Nocera JR, McGregor KM, Hass CJ, Crosson B. Spin exercise improves semantic fluency in previously sedentary older adults. J Aging Phys Act. 2015;23:90-4.
48. Brown BM, Peiffer J, Sohrabi HR, Mondal A, Gupta VB, Rainey-Smith SR. Intense physical activity is associated with cognitive performance in the elderly. Transl Psychiatry. 2012;2:e191.
49. Cabeza R. Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model. Psychol Aging. 2002;17:85-100.