

Rekreatif Amaçlı Spor Yapan Bireylerde Direnç Antrenmanı ve Yüzmenin
Serum BDNF Seviyeleri ve Vücut Kompozisyonu Üzerindeki Etkileri

Geylan BOSTAN¹, Murat CAN²

DOI: <https://doi.org/10.38021asbid.1352215>

ORJİNAL ARAŞTIRMA

¹Zonguldak Bülent Ecevit
Üniversitesi,
Beden Eğitimi ve Spor
Yüksekokulu,
Zonguldak/Türkiye

²Zonguldak Bülent Ecevit
Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Zonguldak/Türkiye

Öz

Bu deneysel araştırmanın amacı, rekreatif amaçlı spor yapan bireylerde direnç ve yüzme antrenmanlarının serum BDNF (Beyin Türevi Nörotrofik Faktör) seviyeleri ve vücut kompozisyonları üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışmaya 10'u direnç egzersiz grubu ve 10'u yüzme egzersiz grubu olmak üzere 20 sağlıklı birey gönüllü olarak katılmıştır. Gönüllülerden alınan venöz kan örnekleri ile BDNF seviyeleri ölçülmüş ve Tanita MC-780 Segmental Vücut Analiz Tartısı kullanılarak vücut kompozisyonları analiz edilmiştir. İstatistiksel analizler Jasp paket programı kullanılarak, Mann-Whitney U ve Wilcoxon testleri ile gerçekleştirilmiştir ($p<0.05$). Bulgular, iki grup arasında yaş, boy, yağ yüzdesi, yağ kütlesi ve vücut kitle indeksi açısından anlamlı fark olmadığını, ancak vücut kütlesi ve yağsız kütle açısından anlamlı farklar olduğunu göstermektedir. Özellikle, BDNF seviyelerinde her iki grupta da anlamlı değişiklikler gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, direnç egzersizi ve yüzme antrenmanlarının, serum BDNF seviyeleri ve vücut kompozisyonu üzerinde farklı etkileri olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: BDNF, Direnç Egzersizi, Yüzme.

Sorumlu Yazar:
Geylan BOSTAN
geylan.bostan@beun.edu.tr

Effects of Resistance Training and Swimming on Serum
BDNF Levels and Body Composition in Individuals
Engaging in Recreational Sports

Abstract

The aim of this experimental study is to investigate the effects of resistance and swimming training on serum Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) levels and body composition in individuals engaged in recreational sports. A total of 20 healthy volunteers participated in the study, with 10 in the resistance exercise group and 10 in the swimming exercise group. Venous blood samples were collected from the volunteers to measure BDNF levels, and body composition was assessed using the Tanita MC-780 Segmental Body Analysis Scale. Statistical analyses were conducted using the Jasp software package, employing Mann-Whitney U and Wilcoxon tests ($p<0.05$). The findings indicate that there were no significant differences between the two groups in terms of age, height, fat percentage, fat mass, and body mass index. However, significant differences were observed in body mass and lean mass. Notably, significant changes in BDNF levels were observed in both groups. In conclusion, resistance and swimming training exercises have been found to exert different effects on serum BDNF levels and body composition.

Keywords: BDNF, Resistance Training, Swimming.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi:
29.08.2023

Kabul Tarihi:
01.10.2023

Online Yayın Tarihi:
29.10.2023

Giriş

BDNF (Beyin Türevi Nörotrofik Faktör), nöronların büyümesi ve bakımında hayati rol oynayan bir protein olup hem merkezi hem de periferik sinir sistemlerinde etkilidir. Bu protein, beyin içerisindeki sinir hücrelerinin hayatta kalma ve büyüme sürecinde kritik bir işlev görmektedir (Allard vd., 2017; Cha vd., 2022; Cotman ve Berchtold, 2002). BDNF, özellikle hipokampus bölgesinde olmak üzere, beynin yapısal ve işlevsel plastisitesini sürdürmek açısından önemlidir. Nöroplastisiteyi teşvik etme, nöronal gelişim ve farklılaşmaya yardımcı olma, onarım ve rejenerasyon süreçlerine katkı sağlama gibi sinir sisteminde çeşitli roller üstlenir (Brady vd., 2005; Lu ve Chang, 2004). Ancak, yaşlanma ile birlikte beynin işlevlerini sürdürme ve zorluklarla başa çıkma yeteneği azalır. Dikkat, hafıza, çalışma hafızası ve iletişim gibi bilişsel yeteneklerde azalmaya neden olur. Bu düşüş, beynin uyum sağlama ve değişme yeteneği için gerekli olan sinirsel plastisitenin azalmasından kaynaklanmaktadır (Birinci, 2021; Moraes vd., 2007).

Düzenli fiziksel aktivitenin beyin işlevselliği, hafıza ve öğrenme yeteneklerini artırmada önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu olumlu etkiler, BDNF gibi büyüme faktörleri tarafından desteklenebilir. BDNF, yaşlanan nüfuslar ve belirli klinik durumları olan bireyler dahil olmak üzere, egzersizin nöroprotektif etkisine katkı sağlamaktadır (Birinci vd., 2019; Keskin ve Tokat, 2023). Ancak, araştırmalar düşük BDNF seviyelerinin, majör depresif bozukluk ve Alzheimer hastalığı gibi nöropsikiyatrik hastalıkların gelişme riskiyle ilişkilendirildiğini de göstermektedir (Birinci vd., 2023; Erickson vd., 2011; Llorens-Martin vd., 2008; Tapia-Arancibia vd., 2004; White ve Castellano, 2008).

Son yıllarda direnç antrenmanı ve yüzme, sağladığı pek çok sağlık yararıyla popülerlik kazanmıştır (Liu-Ambrose vd., 2010; Keskin, 2023). Özellikle uzun süreli dayanıklılık antrenmanının, iskelet kasında BDNF ifadesi ve protein içeriği üzerinde belirgin bir etkisi olduğu kanıtlanmıştır. Bu artış, insan vücudunda dolaşan BDNF seviyelerinde geçici bir artışa neden olabilir. Ayrıca, bu etki merkezi sinir sisteminde ve çevresel dokularda, yani vücudun farklı kısımlarında, metabolik ve nörobiyolojik değişikliklere yol açabilir (Gold vd., 2003; Matthews vd., 2009; Rasmussen vd., 2009; Zoladz vd., 2008).

Bazı çalışmalar, direnç antrenmanının beyinde BDNF seviyelerini önemli ölçüde yükseltebileceğini ortaya koymuştur. Bu artış, nöronların gelişimini ve hayatta kalmasını destekleyen beyinden kaynaklanan büyüme faktörlerinin aktivasyonu aracılığıyla gerçekleşir (Voss vd., 2010). Bu bulgular, direnç antrenmanının sadece kas gücü ve dayanıklılığını artırmakla kalmayıp aynı zamanda bilişsel işlevleri iyileştirebileceğini ve nöroplastisite üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini göstermektedir (Lee ve Kim, 2010).

Yüzme, BDNF seviyelerini artırmada benzersiz faydalar sunmaktadır. Bu artış, kardiyovasküler performansın yükselmesi ve bilişsel yeteneklerin güçlenmesi gibi genel sağlık yararlarının yanı sıra, öğrenme ve hafıza yeteneklerinin gelişmesine de katkı sağlamaktadır (Bashiri vd., 2020; Just-Borras vd., 2020; Vaynman vd., 2004).

Literatürü incelediğimizde direnç egzersizi (Cho vd., 2014; Eidukaitė vd., 2023; Forti vd., 2015; Shabani vd., 2014; Sharifi vd., 2018; Yarrow vd., 2010) ve yüzme egzersizi (Hegazy vd., 2022; Zhang vd., 2022) ile ilgili çalışmalar mevcut olsa da bu çalışma bildiğimiz kadarıyla yüzme ve direnç egzersizlerinin etkilerini insan katılımcılarda inceleyen ilk çalışmadır. Bu özgünlüğü, araştırmanın temel amacını daha da önemli kılmaktadır. Bu araştırma, direnç antrenmanı ve yüzme antrenmanlarının BDNF (Beyin Türevi Nörotrofik Faktör) üzerindeki potansiyel etkilerini incelemeyi hedeflemektedir. Analitik ve karşılaştırmalı bir yaklaşım benimseyerek çalışma, bu fiziksel aktivitelerin bilişsel performans ve genel beyin sağlığı üzerindeki etkilerine dair temel mekanizmaları ortaya koymayı ve egzersiz protokollerinin daha etkin bir şekilde tasarlanması için bilimsel bir temel sağlamayı amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntem

Araştırma Modeli

Bu çalışma, rekreasyon amaçlı düzenli bir şekilde direnç ve yüzme antrenmanı yapan sağlıklı bireylerin serum BDNF seviyelerini ve vücut kompozisyonlarını incelemeyi amaçlayan deneysel bir tasarıma sahiptir. Araştırma süresince “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” çerçevesinde hareket edilmiştir.

Araştırma Grubu

Tablo 1

DEG ve Yüzme Grubu Özellikleri

	DEG	Yüzme Grubu	p Değeri
Yaş (yıl)	23,20 ± 4,78	23,20 ± 3,99	p>0,05
Boy (cm)	174,70 ± 5,72	178,60 ± 6,29	p>0,05
Yağ Yüzdeleri (%)	10,45 ± 6,11	14,96 ± 7,74	p>0,05
Yağ Kütlesi (kg)	7,99 ± 5,64	13,21 ± 7,82	p>0,05
VKİ (kg/m ²)	23,36 ± 2,45	25,38 ± 3,91	p>0,05
Vücut Kütlesi (kg)	71,15 ± 7,88	80,14 ± 11,00	p<0,05
Yağsız Kütle (kg)	62,76 ± 4,18	67,20 ± 5,42	p<0,05

Çalışmanın örneklemini, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Olimpik Yüzme Havuzu ve Fitness Merkezi'nde düzenli olarak rekreatif amaçlı spor yapan sağlıklı bireyler arasından rastgele örneklem

yöntemi ile belirlenmiştir. Bu doğrultuda çalışmaya 10'u direnç egzersiz grubu ve 10'u yüzme egzersiz grubu olmak üzere 20 sağlıklı birey gönüllü olarak katılmıştır.

Veri Toplama Araçları

BDNF Ölçümü

Tüm katılımcılardan ve sağlıklı kontrol grubundan kan örnekleri venöz yolla alınmıştır. Katılımcılardan alınan kan örnekleri, 1500 rpm hızında 15 dakika boyunca santrifüj edilmiş, ardından serum ayrıştırılmış ve İnsan BDNF PicoKine™ enzim bağlı immunosorbent test kiti (Katalog No. EK0307, Boster Biological Technology, Pleasanton, CA, ABD) ile analiz edilmek üzere ölçeklendirilmiştir (aliquot edildi). Sonrasında -80°C'de saklanmak üzere dondurulmuştur. Üreticinin talimatlarına göre örnekler 450 nm'de bir mikropilaya okuyucu ile ölçülmüştür. Sonuçlar kalibrasyon eğrisi ile belirlenmiş ve pg/ml cinsinden sunulmuştur. BDNF'nin tespit aralığı 31,2 ila 2000 pg/mL arasındadır. Duyarlılığı <15 pg/mL'dir. İntra-assay CV (%) ve inter-assay CV (%) sırasıyla <7,6% ve 8,6%'dır. Kan alımları ve değerlendirmeler yardımcı araştırmacı tarafından Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Araştırma Hastanesi Tıbbi Biyokimya Laboratuvarında mesai saatleri sonrasında gerçekleştirilmiştir.

Vücut Kitle İndeksi Ölçümü

Ölçüm, herhangi bir fiziksel aktivite gerçekleştirilmeden 48 saat önce yapılmıştır. Veriler, Tanita MC-780 Segmental Segmental Vücut Analiz Tartısı kullanılarak toplanmıştır. Ölçümden en az 4-5 saat öncesinde katılımcıların herhangi bir şey yememesi ve içmemesi, test öncesindeki 24 saat içinde alkol ve kafein içeren ürünler tüketmemesi, test sonuçlarının doğru şekilde değerlendirilebilmesi için önemli olmuştur. Bu nedenle, katılımcılardan ölçümlerden önce bioimpedans ölçüm kurallarına riayet etmeleri istenmiştir.

Antrenman Protokolü

Araştırmamızda, katılımcılar yüzme grubu ve direnç antrenmanı grubu olarak iki farklı gruba ayrılmıştır. Her iki grup, haftada üç kez olmak üzere toplamda dört hafta sürecek bir antrenman programına tabi tutulmuştur. Her bir antrenman ısınma, ana setler ve soğuma aşamaları dahil olmak üzere yaklaşık olarak 60 dakika sürmüştür. Deneyimli eğitmenler, her iki grubun da doğru teknikleri uygulamasını ve antrenman protokolüne uyumunu sağlamak amacıyla süreci yakından izlemişlerdir

Yüzme grubu için her antrenman 10 dakikalık serbest stil yüzmeyle ısınma aşamasıyla başlamıştır. Ana set 50 – 60 dakika sürmüş ve serbest stil, sırt üstü, kurbağalama ve kelebek yüzme

gibi çeşitli yüzme stillerini farklı yoğunluklar ve mesafelerle içermiştir. Antrenman, yoğunluğun kademeli olarak azaltıldığı 10 dakikalık bir soğuma aşamasıyla sona ermiştir (Tablo 2).

Tablo 2

Yüzme Grubu Antrenmanı

Pazartesi	Çarşamba	Cuma
10 Dakika Kara Isınması 200 m. Serbest Teknik Isınma	10 Dakika Kara Isınması 200 m. Serbest Teknik Isınma	10 Dakika Kara Isınması 200 m. Serbest Teknik Isınma
<i>Teknik serbest</i> 5 x 25 m. board ayak vuruşu 5 x 25 m. ayaksız kol çekişi 100m x2 serbest teknik	<i>Teknik serbest</i> 5 x 25 m. board ayak vuruşu 5 x 25 m. ayaksız kol çekişi 100m x 2 serbest teknik	<i>Teknik serbest</i> 5 x 25 m. board ayak vuruşu 5 x 25 m. ayaksız kol çekişi 100m x2 serbest teknik
<i>Teknik sırt</i> 5 x 25m. sadece ayak vuruşu 5 x 25m. sadece kol çekişi (çift kol) 100m. x2 Sırt teknik Uygulaması	<i>Teknik sırt</i> 5 x 25m. sadece ayak vuruşu 5 x 25m. sadece kol çekişi (çift kol) 100m x 2 Sırt teknik Uygulaması	<i>Teknik sırt</i> 5 x 25m. sadece ayak vuruşu 5 x 25m. sadece kol çekişi (çift kol) 100m. x2 Sırt teknik Uygulaması
<i>Teknik Kurbağa</i> 5 x25 m. board ile ayak vuruşu 5 x 25 m. bacak arası pullboy ile kol çekişi 100m. x2 Kurbağa Teknik Uygulaması	<i>Teknik Kurbağa</i> 5 x 25 m. board ile ayak vuruşu 5 x 25 m. bacak arası pullboy ile kol çekişi 100m. x2 Kurbağa Teknik Uygulaması	<i>Teknik Kurbağa</i> 5 x25 m. board ile ayak vuruşu 5 x 25 m. bacak arası pullboy ile kol çekişi 100m. x2 Kurbağa Teknik Uygulaması
<i>Teknik kelebek</i> 5 x 25m. Dolphin uygulaması 100m.x2 Kelebek Teknik 200 m. soğuma serbest teknik	<i>Teknik kelebek</i> 5 x 25m. Dolphin uygulaması 100m.x2 Kelebek Teknik 200 m. soğuma serbest teknik	<i>Teknik kelebek</i> 5 x 25m. Dolphin uygulaması 100m.x2 Kelebek Teknik 200 m. soğuma serbest teknik
Antrenmanın Kapsamı toplam :2200 m.	Antrenmanın Kapsamı toplam :2200 m.	Antrenmanın Kapsamı toplam :2200 m.

Direnç antrenmanı grubunda ise, antrenmanlar ana kas gruplarını hedef alan hafif aerobik egzersizler ve dinamik germe hareketleri içeren 10 dakikalık bir ısınma aşamasıyla başlamıştır. 50-60 dakika süren ana set bench press, bent-over row, dumbell shoulder press, bicep curl, triceps extension, squat, lunge ve core egzersizleri gibi tüm vücudu çalıştıran direnç antrenmanı egzersizlerini içermiştir. Katılımcılar, her egzersiz için 3-4 set, her sette 8-12 tekrar yapmışlar, setler arasında 1-2 dakikalık dinlenme süreleri kullanmışlardır. Yoğunluk, her katılımcının kondisyonuna uygun olarak ayarlanmış, 4 haftalık program boyunca kademeli olarak artırılmıştır. Antrenman, esnekliği korumak ve toparlanmayı desteklemek amacıyla ana kas gruplarına yönelik 10 dakikalık statik germe egzersizleriyle sona ermiştir (Tablo 3).

Tablo 3

DEG Antrenmanı (Pazartesi-Çarşamba-Cuma)

Faz	Egzersiz Türü	Set	Tekrar	Dinlenme
Isınma	Hafif aerobik (10 dk.)	-	-	-
Ana Set	Bench press	3	8-12	1-2 dk.
	Bent-over row	3	8-12	1-2 dk.
	Dumbbell shoulder press	3	8-12	1-2 dk.
	Z bar biceps curl	3	8-12	1-2 dk.
	Triceps extension	3	8-12	1-2 dk.
	Squat	2	8-12	1-2 dk.
	Lunge	2	8-12	1-2 dk.
	Crunch	2	8-12	1-2 dk.
Soğuma	5 dk. Jogging	-	-	-

Çalışma boyunca katılımcıların, günlük normal aktivitelerini sürdürmeleri teşvik edilmiş, ancak araştırma dönemi boyunca başka egzersiz programlarına katılmamaları konusunda yönlendirilmişlerdir.

Verilerin Analizi

Çalışmanın istatistiksel analizleri Jasp paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kategorik değişkenler frekans ve yüzde olarak, sayısal değişkenler ise ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler olarak sunulmuştur. İki grup arasındaki bağımsız karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile, bağımlı grup karşılaştırmaları ise Wilcoxon testi ile yapılmıştır. Sayısal değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Tüm istatistiksel analizlerde p değerleri 0.05 altında olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Araştırmanın Etiği

Bu çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Çalışma numarası: 2022/05). Araştırmanın yürütüldüğü spor merkezinden gerekli izinler alınmıştır. Katılımcılardan yazılı olarak bilgilendirilmiş, onam alınmıştır.

Bulgular

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar, DEG ile yüzme grubu arasında yaş ($23,20 \pm 4,78$ yıl ile $23,20 \pm 3,99$ yıl), boy ($174,70 \pm 5,72$ cm ile $178,60 \pm 6,29$ cm), yağ yüzdesi ($\%10,45 \pm 6,11$ ile $\%14,96 \pm 7,74$), yağ kütlesi ($7,99 \pm 5,64$ kg ile $13,21 \pm 7,82$ kg) ve vücut kitle indeksi (BMI) ($23,36 \pm 2,45$ kg/m² ile $25,38 \pm 3,91$ kg/m²) açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunmadığını ($p>0,05$) ortaya koymaktadır. Ancak, vücut kütlesi ($71,15 \pm 7,88$ kg ile $80,14 \pm 11,00$ kg) ve yağsız

kütle ($62,76 \pm 4,18$ kg ile $67,20 \pm 5,42$ kg) ölçümlerinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p < 0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 4

DEG Öntest-Sontest Ölçümleri

	Öntest	Sontest	p
Vücut Kütle (kg)	$71,15 \pm 7,88$ 71,20 (60,6 – 88,4)	$69,22 \pm 6,58$ 68,10 (58,4 – 80,35)	0,053
Yağ Yüzdesi (%)	$10,45 \pm 6,11$ 8,55 (4 – 23,5)	$8,49 \pm 4,35$ 8,40 (3,4 - 17)	0,021
Yağ Kütle (kg)	$7,99 \pm 5,64$ 5,80 (2,5 – 20,8)	$6,59 \pm 4,03$ 6,15 (2,1 – 14,6)	0,028
Yağsız Kütle (kg)	$62,76 \pm 4,18$ 64,35 (56,80 – 68,60)	$63,14 \pm 4,65$ 65,15 (55,10 – 69,70)	0,475
VKİ (kg/m²)	$23,36 \pm 2,45$ 22,55 (21,10 – 29,20)	$22,20 \pm 1,19$ 22,15 (20,30 – 24,30)	0,032
BDNF (pg/mL)	$1373,1 \pm 404,5$ 1455 (510 - 1904)	$1550,2 \pm 410,6$ 1625 (525 - 1950)	0,041

*Wilcoxon testi

DEG grubunda yapılan Wilcoxon testi, ön ve son test ölçümleri arasında vücut kütlesi ($p=0,053$), yağsız kütle (FFM; $p=0,475$) ve BDNF ($p=0,041$) değişkenlerinde anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir. Yağ yüzdesi ($p=0,021$), yağ kütlesi ($p=0,028$ kg) ve vücut kitle indeksi (BMI; $p=0,032$ kg/m²) ölçümlerinde, ön ve son testler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar da tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 5

Yüzme Grubu Öntest-Sontest Ölçümleri

	Öntest	Sontest	p
Vücut Kütle (kg)	$80,14 \pm 11,00$ 78,00 (64,7 – 99,0)	$80,01 \pm 10,37$ 78,40 (66,5 – 97,4)	0,878
Yağ Yüzdesi (%)	$14,96 \pm 7,74$ 13,35 (7,20 – 28,6)	$13,55 \pm 6,95$ 12,50 (5,9 – 26,1)	0,032
Yağ Kütle (kg)	$13,21 \pm 7,82$ 12,16 (5,1 – 26,3)	$11,92 \pm 7,23$ 11,05 (4,3 - 25)	0,012
Yağsız Kütle (kg)	$67,20 \pm 5,42$ 67,40 (58,2 – 77,4)	$68,86 \pm 5,46$ 69,45 (60 – 78,9)	0,007
VKİ (kg/m²)	$25,38 \pm 3,91$ 24,80 (21,20 – 31,20)	$25,07 \pm 3,64$ 24,35 (20,30 – 30,60)	0,111
BDNF (pg/mL)	$1628,2 \pm 262,4$ 1741,5 (1083 - 1874)	$1720,3 \pm 270,5$ 1835 (1110 - 1890)	0,038

*Wilcoxon testi

Yüzme grubu üzerinde yapılan Wilcoxon testi, ön ve son test ölçümleri arasında yağ yüzdesi ($p=0,032$), yağ kütlesi ($p=0,012$ kg), yağsız kütle (FFM; $p=0,007$ kg) ve BDNF ($p=0,038$) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu belirtmektedir. Ancak, vücut

kütlesi ($p=0,878$ kg) ve vücut kitle indeksi (BMI; $p=0,111$ kg/m²) değişkenlerinde herhangi bir anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 5).

DEG' nda BDNF seviyeleri 1373,1'den 1550,2'ye (%12,9 artış) yükselmiştir. Yüzme grubunda ise BDNF seviyeleri 1628,2'den 1720,3'e (%5,7 artış) yükselmiştir. Bu sonuçlar, DEG egzersizinin BDNF seviyeleri üzerinde yüzme egzersizinden daha etkili olduğunu göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç, Öneriler

Bu çalışma, 4 haftalık antrenman programına tabi tutulan katılımcılarda düzenli direnç egzersizi ve yüzme antrenmanlarının serum BDNF düzeylerine etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Her iki grup için antrenman protokolleri, doğru teknikleri sağlamak ve programın gereksinimlerine uyumlu olmak üzere dikkatlice tasarlanmış ve izlenmiştir. Çalışmamızda incelediğimiz bir diğer parametre egzersizin vücut kompozisyonu üzerine etkileridir. Zhi-ling Zhang vd. (2023), yaptığı bir çalışma üniversite öğrencileri arasında egzersiz müdahalesi sonrası vücut kompozisyonu ve kemik mineral yoğunluğu gibi parametrelerde anlamlı değişiklikler olduğunu göstermektedir. Bu, çalışmamızda DEG ve yüzme grubu arasında vücut kütlesi ve yağsız kütle ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiş olmasıyla paraleldir (Zhang vd., 2023). Saeidi vd. (2022), çalışması egzersiz modalitelerinin vücut kompozisyonu ve metabolik parametreler üzerindeki etkilerinin modaliteye özgü olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, farklı egzersiz protokollerinin vücut kompozisyonu ve kardiyometabolik risk faktörleri üzerindeki etkileri, obezite ile başa çıkmada stratejik bir öneme sahiptir (Saeidi vd., 2022).

Son zamanlarda yapılan bir meta-analiz, çoklu skleroz hastalarında (PwMS) egzersizin BDNF düzeylerine etkisini incelemiş ve önemli bulgular sunmuştur. Bu kapsamlı çalışma, beş farklı veritabanında yapılan araştırmaları içermektedir (13 makale, toplamda 271 katılımcıyı içermektedir). Sonuçlar, egzersiz sonrası serum BDNF konsantrasyonlarının, egzersiz öncesi düzeylere göre anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermektedir (Standart Ortalama Farkı (SMD): 0.33, %95 GA: [0.04; 0.61], p -değeri = 0.02). Bu, egzersizin PwMS'te periferik BDNF düzeylerini artırabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Ancak araştırmacılar, PwMS'teki BDNF düzeyleri üzerinde farklı egzersiz modellerinin etkisini daha iyi anlamak adına daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu belirtmektedir (Shobeiri vd., 2022). Sadece insan deneklerde değil aynı zamanda fareler üzerinde yapılan birçok çalışma fiziksel aktivitenin serum BDNF seviyelerini yükselttiğini göstermektedir (Choi vd., 2018). Bu artışın moleküler mekanizması, egzersiz sırasında kas dokusundan salınan metabolit laktatın kan-beyin bariyerini geçmesi ve hipokampal alanda BDNF ekspresyonunu ve

TRKB sinyallemesini indüklemesi olarak belirlenmiştir. Ayrıca, laktat ile indüklenen BDNF seviyelerinin artışının, mekansal öğrenme ve hafıza koruma kapasitesi ile doğrudan korele olduğu gözlemlenmiştir. Bu etki, Sirtuin1 (SIRT1) deasetilaz enziminin aktivasyonuna bağlıdır. SIRT1 enzimi, BDNF ekspresyonunun düzenlenmesinde rol oynayan PGC1a transkripsiyonel koaktivatörü ve FNDC5 molekülü seviyelerini modüle eder. Bu kumulatif veriler, fiziksel egzersizin BDNF seviyelerini yükseltmekte kullandığı endojen bir mekanizmayı aydınlatmaktadır. Aynı zamanda, laktatın, BDNF sinyallemesi ile ilişkilendirilmiş merkezi sinir sistemi patolojileri için potansiyel bir terapötik ajan olarak önemini vurgular (El Hayek vd., 2019).

Yaşlı bireylerde multicomponent egzersizin etkilerine dair bir çalışma, 24 haftalık bir egzersiz programının, fiziksel ve işlevsel performansta genel bir iyileşmeye yol açtığını göstermiştir. Bu egzersizler hem aerobik hem de güç egzersizlerini içermekte ve fonksiyonel hareketlere odaklanmaktadır. Çalışma ayrıca, multicomponent egzersizin oksidatif hasara karşı önemli bir azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, yüzme ve direnç egzersizlerinin BDNF konsantrasyonlarını farklı şekillerde etkileyebileceği potansiyelini vurgulayan mevcut çalışmamızla uyumludur. Multicomponent egzersiz, BDNF'nin yaşlı bireylerde bilişsel işlevi nasıl destekleyebileceği konusunda önemli bir bakış açısı sağlayabilir. Bu da çeşitli egzersiz modellerinin bir arada kullanılmasının potansiyel sinerjistik etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir (Rondão vd., 2022). Yine yaşlı bireyler üzerinde yapılan bir başka çalışma kuvvet ve dayanıklılık egzersizlerinin, BDNF ve IGF-1 seviyelerini artırdığı gösterilmiştir (Arazi vd., 2021).

Bulgularımız, iki grup arasında serum BDNF düzeylerinde belirgin farklar olduğunu ortaya koymuş ve egzersiz türünün BDNF düzeylerini etkilemede önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Bu, BDNF konsantrasyonları üzerinde çeşitli egzersiz modellerinin etkisini gösteren önceki çalışmalarla tutarlıdır (Knaepen vd., 2010; Phillips vd., 2014; Szuhany vd., 2015). Marquez ve arkadaşları (Marquez vd., 2015), HIIT ve yoğun sürekli egzersizin BDNF düzeyleri üzerindeki etkileri arasında bir karşılaştırma yapmış ve egzersiz yoğunluğunun BDNF düzeylerini düzenlemede rol oynayabileceğini belirtmiştir. Çalışmamız, beyin sağlığını ve bilişsel işlevi teşvik etmek için en uygun egzersiz türleri konusundaki devam eden tartışmaya, yüzme ve direnç eğitiminin BDNF konsantrasyonlarını farklı şekillerde etkileyebileceği potansiyelini vurgulayarak katkı sağlamaktadır. Bu bulgu, de Melo Coelho vd. (2013), ve Leckie vd. (2014), tarafından da desteklenmektedir.

Ayrıca, çalışmamız BDNF gibi nörotrofik faktörler üzerindeki fiziksel aktivitenin etkilerini anlamada egzersiz modalitesinin önemini vurgulamaktadır. Yüzme ve direnç egzersizi farklı kas gruplarını ve enerji sistemlerini çalıştırdığından, BDNF düzeylerini etkileyebilecek benzersiz fizyolojik yanıtları tetikleyebilir. (Erickson vd., 2014). Gelecekteki araştırmalar, BDNF salınımını ve

bilişsel faydaları optimize etmek amacıyla çeşitli egzersiz modellerinin bir arada kullanılmasının potansiyel sinerjistik etkilerini dikkate almalıdır.

Çalışmanın süresi sadece 4 hafta olup, bu antrenman programlarının BDNF düzeyleri üzerindeki uzun vadeli etkilerini gözlemlemek için yeterli olmayabilir. Gelecekteki araştırmalar, Dinoff vd. (2017), tarafından önerildiği gibi, farklı egzersiz modellerinin BDNF ve diğer nörotrofik faktörler üzerindeki kalıcı etkisini daha iyi anlamak için uzun antrenman dönemlerinin etkilerini incelemelidir.

BDNF ölçüm zamanlaması bulgularımızı etkilemiş olabilir, çünkü araştırmalar BDNF düzeylerinin gün boyunca dalgalanabileceğini ve akut egzersiz ataklarından etkilenebileceğini göstermektedir (Seifert vd., 2010). Sonuç olarak, egzersizin BDNF düzeyleri üzerindeki etkisi, beslenme, uyku ve stres düzeyleri gibi faktörler tarafından belirlenebilir (Giese vd., 2013; Gray vd., 2013; Gumenyuk vd., 2012). Gelecekteki araştırmalar, BDNF düzeylerini hedefleyen egzersiz müdahalelerinin tasarımında ve sonuçlarının yorumlanmasında bu faktörleri göz önünde bulundurmalıdır. Ayrıca, bireysel farklılıkların egzersiz müdahalelerine yanıtta önemli bir rol oynayabileceğini vurgulayan mevcut literatürü (Håkansson vd., 2017) de göz önünde bulundurarak, gelecekteki çalışmalar bu faktörleri dikkate almalıdır.

Çalışmamızın sonuçları, yüzme ve direnç egzersizlerinin, serum BDNF düzeylerine farklı etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, beyin sağlığı ve bilişsel işlevle ilgili egzersiz türü arasındaki ilişkinin daha derinlemesine anlaşılmasına yardımcı olabilir. Sonuçlar, egzersiz müdahalelerinin tasarımında ve genel sağlığın teşvik edilmesinde etkili stratejilerin geliştirilmesinde de önemli olabilir. Bu farklılıkların arkasında yatan biyolojik ve fizyolojik mekanizmaların aydınlatılması, BDNF salınımını ve bilişsel yararları optimize etmek için çeşitli egzersiz modellerinin kombine edilmesinin potansiyel sinerjistik etkilerini keşfetmek amacıyla ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Etik Kurul İzin Bilgileri

Etik değerlendirme kurulu: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalara Etik Kurulu

Etik değerlendirme belgesinin tarihi: 09/03/2022

Etik değerlendirme belgesinin sayı numarası: 2022/05

Araştırmacıların Katkı Oranları Beyanı

Araştırmanın tüm aşamalarında iki yazar da eşit katkıda bulunmuştur.

Çatışma Beyanı

Yazarların araştırma ile ilgili bir çatışma beyanı bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Allard, J. S., Ntekim, O., Johnson, S. P., Ngwa, J. S., Bond, V., Pinder, D., Gillum, R. F., Fungwe, T. V., Kwagyan, J., ve Obisesan, T. O. (2017). APOE ϵ 4 impacts up-regulation of brain-derived neurotrophic factor after a six-month stretch and aerobic exercise intervention in mild cognitively impaired elderly African Americans: A pilot study. *Experimental Gerontology*, 87, 129-136.
- Arazi, H., Babaei, P., Moghimi, M., ve Asadi, A. (2021). Acute effects of strength and endurance exercise on serum BDNF and IGF-1 levels in older men. *BMC Geriatrics*, 21, 1-8.
- Bashiri, H., Enayati, M., Bashiri, A., ve Salari, A.-A. (2020). Swimming exercise improves cognitive and behavioral disorders in male NMRI mice with sporadic Alzheimer-like disease. *Physiology & Behavior*, 223, 113003.
- Birinci, Y. Z. (2021). *Veteran sporcularda farklı tip akut egzersizin serum beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeyleri ve nörobilişsel işlevler üzerine etkisi* (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Birinci, Y. Z., Şahin, Ş., Vatansever, Ş., ve Pancar, S. (2019). Yaşlılarda fiziksel egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (bdnf) üzerine etkisi: deneysel çalışmaların sistematik derlemesi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 54(4), 276-287.
- Birinci, Y. Z., Sagdilek, E., ve Şahin, Ş. (2023). Egzersiz-Kaynaklı BDNF'nin Mental Sağlık Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi: Sistematik Derleme. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 49(1), 115-124.
- Brady, S., Siegel, G., Albers, R. W., ve Price, D. L. (2005). *Basic neurochemistry: molecular, cellular and medical aspects*. Elsevier.
- Cha, H. J., Kim, K. B., ve Baek, S. Y. (2022). Square-Stepping Exercise Program Effects on Fall-Related Fitness and BDNF Levels in Older Adults in Korea: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*, 19(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph19127033>
- Cho, H. C., Kim, J. K., Lee, N. J., Kim, S. Y., ve Yoon, N. K. (2014). Effects of combined exercise on cardiovascular risk factors and serum bdnf level in mid-aged women. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 18(1), 61.
- Choi, S. H., Bylykbashi, E., Chatila, Z. K., Lee, S. W., Pulli, B., Clemenson, G. D., Kim, E., Rompala, A., Oram, M. K., ve Asselin, C. (2018). Combined adult neurogenesis and BDNF mimic exercise effects on cognition in an Alzheimer's mouse model. *Science*, 361(6406), eaan8821.
- Cotman, C. W., &ve Berchtold, N. C. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25(6), 295-301.
- de Melo Coelho, F. G., Gobbi, S., Andreatto, C. A. A., Corazza, D. I., Pedroso, R. V., ve Santos-Galduróz, R. F. (2013). Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF): a systematic review of experimental studies in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 56(1), 10-15.
- Dinoff, A., Herrmann, N., Swardfager, W., ve Lanctot, K. L. (2017). The effect of acute exercise on blood concentrations of brain-derived neurotrophic factor in healthy adults: a meta-analysis. *European Journal of Neuroscience*, 46(1), 1635-1646.
- Eidukaitė, S., Masiulis, N., ve Kvedaras, M. (2023). Exploring the Preliminary Effects of Resistance Training on Total Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) Levels in Elderly Individuals: A Pilot Study. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 2(129), 4-10.
- El Hayek, L., Khalifeh, M., Zibara, V., Abi Assaad, R., Emmanuel, N., Karnib, N., El-Ghandour, R., Nasrallah, P., Bilien, M., ve Ibrahim, P. (2019). Lactate mediates the effects of exercise on learning and memory through SIRT1-dependent activation of hippocampal brain-derived neurotrophic factor (BDNF). *Journal of Neuroscience*, 39(13), 2369-2382.
- Erickson, K. I., Leckie, R. L., ve Weinstein, A. M. (2014). Physical activity, fitness, and gray matter volume. *Neurobiology of aging*, 35, S20-S28.

- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., ve White, S. M. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(7), 3017-3022.
- Forti, L. N., Van Roie, E., Njemini, R., Coudyzer, W., Beyer, I., Delecluse, C., ve Bautmans, I. (2015). Dose-and gender-specific effects of resistance training on circulating levels of brain derived neurotrophic factor (BDNF) in community-dwelling older adults. *Experimental Gerontology*, *70*, 144-149.
- Giese, M., Unternaehrer, E., Brand, S., Calabrese, P., Holsboer-Trachsler, E., & Eckert, A. (2013). The interplay of stress and sleep impacts BDNF level. *PLOS ONE*, *8*(10), e76050.
- Gold, S. M., Schulz, K.-H., Hartmann, S., Mladek, M., Lang, U. E., Hellweg, R., Reer, R., Braumann, K.-M., ve Heesen, C. (2003). Basal serum levels and reactivity of nerve growth factor and brain-derived neurotrophic factor to standardized acute exercise in multiple sclerosis and controls. *Journal of Neuroimmunology*, *138*(1-2), 99-105.
- Gray, J., Milner, T., ve McEwen, B. (2013). Dynamic plasticity: the role of glucocorticoids, brain-derived neurotrophic factor and other trophic factors. *Neuroscience*, *239*, 214-227.
- Gumenyuk, V., Roth, T., ve Drake, C. L. (2012). Circadian phase, sleepiness, and light exposure assessment in night workers with and without shift work disorder. *Chronobiology International*, *29*(7), 928-936.
- Håkansson, K., Ledreux, A., Daffner, K., Terjestam, Y., Bergman, P., Carlsson, R., Kivipelto, M., Winblad, B., Granholm, A.-C., ve Mohammed, A. K. H. (2017). BDNF responses in healthy older persons to 35 minutes of physical exercise, cognitive training, and mindfulness: associations with working memory function. *Journal of Alzheimer's Disease*, *55*(2), 645-657.
- Hegazy, M. A., Abdelmonsif, D. A., Zeitoun, T. M., El-Sayed, N. S., ve Samy, D. M. (2022). Swimming exercise versus L-carnosine supplementation for Alzheimer's dementia in rats: Implication of circulating and hippocampal FNDC5/irisin. *Journal of Physiology and Biochemistry*, *78*(1), 109-124.
- Just-Borras, L., Hurtado, E., Cilleros-Mane, V., Biondi, O., Charbonnier, F., Tomas, M., Garcia, N., Tomas, J., ve Lanuza, M. A. (2020). Running and swimming prevent the deregulation of the BDNF/TrkB neurotrophic signalling at the neuromuscular junction in mice with amyotrophic lateral sclerosis. *Cell Mol Life Sci*, *77*(15), 3027-3040. <https://doi.org/10.1007/s00018-019-03337-5>
- Keskin, K ve Tokat, F. (2023). *Alzheimer ve fiziksel aktivite*. F. Hazar (Editör), Fiziksel Aktivite ve Sağlık içinde (ss.285-293). İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Keskin, K. (2023). *Direnç antrenmanı değişkenlerinin kas hipertrofisine etkilerinin incelenmesi*. G. Özen ve İ. Özmutlu (Editörler), Spor ve Bilim 2023-I içinde (ss. 191-210). İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Knaepen, K., Goekint, M., Heyman, E. M., ve Meeusen, R. (2010). Neuroplasticity—exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports medicine*, *40*, 765-801.
- Leckie, R. L., Oberlin, L. E., Voss, M. W., Prakash, R. S., Szabo-Reed, A., Chaddock-Heyman, L., Phillips, S. M., Gothe, N. P., Mailey, E., ve Vieira-Potter, V. J. (2014). BDNF mediates improvements in executive function following a 1-year exercise intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 985.
- Lee, B.-H., ve Kim, Y.-K. (2010). The roles of BDNF in the pathophysiology of major depression and in antidepressant treatment. *Psychiatry Investigation*, *7*(4), 231.
- Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Graf, P., Beattie, B. L., Ashe, M. C., ve Handy, T. C. (2010). Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, *170*(2), 170-178.
- Llorens-Martin, M., Torres-Alemán, I., ve Trejo, J. L. (2008). Growth factors as mediators of exercise actions on the brain. *Neuromolecular Medicine*, *10*, 99-107.
- Lu, B., ve Chang, J. H. (2004). Regulation of neurogenesis by neurotrophins: implications in hippocampus-dependent memory. *Neuron Glia Biology*, *1*(4), 377-384.
- Marquez, C. M. S., Vanaudenaerde, B., Troosters, T., ve Wenderoth, N. (2015). High-intensity interval training evokes larger serum BDNF levels compared with intense continuous exercise. *Journal of Applied Physiology*.
- Matthews, V. B., Åström, M.-B., Chan, M., Bruce, C. R., Krabbe, K., Prelovsek, O., Åkerström, T., Yfanti, C., Broholm, C., ve Mortensen, O. H. (2009). Brain-derived neurotrophic factor is produced by skeletal muscle cells in response to contraction and enhances fat oxidation via activation of AMP-activated protein kinase. *Diabetologia*, *52*, 1409-1418.

- Moraes, H., Ferreira, C., Deslandes, A., Cagy, M., Pompeu, F., Ribeiro, P., ve Piedade, R. (2007). Beta and alpha electroencephalographic activity changes after acute exercise. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 65, 637-641.
- Phillips, C., Baktir, M. A., Srivatsan, M., ve Salehi, A. (2014). Neuroprotective effects of physical activity on the brain: a closer look at trophic factor signaling. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 8, 170.
- Rasmussen, P., Brassard, P., Adser, H., Pedersen, M. V., Leick, L., Hart, E., Secher, N. H., Pedersen, B. K., ve Pilegaard, H. (2009). Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Experimental Physiology*, 94(10), 1062-1069.
- Rondão, C. A. d. M., Mota, M. P., Oliveira, M. M., Peixoto, F., ve Esteves, D. (2022). Multicomponent exercise program effects on fitness and cognitive function of elderlies with mild cognitive impairment: Involvement of oxidative stress and BDNF. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 950937.
- Saeidi, A., Shishvan, S. R., Soltani, M., Tarazi, F., Doyle-Baker, P. K., Shahrbanian, S., Mollabashi, S. S., Khosravi, N., Laher, I., ve Moriarty, T. A. (2022). Differential effects of exercise programs on neuregulin 4, body composition and cardiometabolic risk factors in men with obesity. *Frontiers in Physiology*, 12, 797574.
- Seifert, T., Brassard, P., Wissenberg, M., Rasmussen, P., Nordby, P., Stallknecht, B., Adser, H., Jakobsen, A. H., Pilegaard, H., ve Nielsen, H. B. (2010). Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.
- Shabani, M., Hovanloo, F., Ebrahim, K., ve Hedayati, M. (2014). The effect of acute resistance exercise on BDNF, IGF-1 and IGFBP-3 in the elderly. *Iranian Journal of Ageing*, 9(3), 218-226.
- Sharifi, M., Hamedinia, M., ve Hosseini-Kakhak, S. (2018). The effect of an exhaustive aerobic, anaerobic and resistance exercise on serotonin, beta-endorphin and BDNF in students. *Physical Education of Students*, (5), 272-277.
- Szuhany, K. L., Bugatti, M., ve Otto, M. W. (2015). A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Psychiatric Research*, 60, 56-64.
- Tapia-Arancibia, L., Rage, F., Givalois, L., ve Arancibia, S. (2004). Physiology of BDNF: focus on hypothalamic function. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 25(2), 77-107.
- Vaynman, S., Ying, Z., ve Gomez-Pinilla, F. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *European Journal of Neuroscience*, 20(10), 2580-2590.
- Voss, M. W., Prakash, R. S., Erickson, K. I., Basak, C., Chaddock, L., Kim, J. S., Alves, H., Heo, S., Szabo, A. N., ve White, S. M. (2010). Plasticity of brain networks in a randomized intervention trial of exercise training in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2, 32.
- White, L. J., ve Castellano, V. (2008). Exercise and brain health—implications for multiple sclerosis: part 1—neuronal growth factors. *Sports Medicine*, 38, 91-100.
- Yarrow, J. F., White, L. J., McCoy, S. C., & Borst, S. E. (2010). Training augments resistance exercise induced elevation of circulating brain derived neurotrophic factor (BDNF). *Neuroscience Letters*, 479(2), 161-165.
- Zhang, H., Liang, J.-L., Wu, Q.-Y., Li, J.-X., Liu, Y., Wu, L.-W., Huang, J.-L., Wu, X.-W., Wang, M.-H., ve Chen, N. (2022). Swimming Suppresses Cognitive Decline of HFD-Induced Obese Mice through Reversing Hippocampal Inflammation, Insulin Resistance, and BDNF Level. *Nutrients*, 14(12), 2432.
- Zhang, Z., Liu, J., Li, J., ve Li, J. (2023). Effects of “accurate measurement” comprehensive sports activities on balance ability, body composition and bone density of female college students. *Frontiers in Physiology*, 14, 767.
- Zoladz, J., Pilc, A., Majerczak, J., Grandys, M., Zapart-Bukowska, J., ve Duda, K. (2008). Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. *J Physiol Pharmacol*, 59(Suppl 7), 119-132.



Bu eser [Creative Commons Atf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) ile lisanslanmıştır.