



ORİJİNAL MAKALE / ORIGINAL ARTICLE

Uluslararası Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi/ KMÜ UBESBD
International Journal Of Physical Education And Sport Sciences / KMU JIPES



EGZERSİZİN BEYİN ÜZERİNDEKİ NÖROBİYOLOJİK ETKİLERİ: BDNF VE NÖROPLASTİSİTE

¹Murat TEKİN, ²Tuğba KÜÇÜKERDEM, ²Muhammet KÜÇÜKKORAŞ

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Karaman, Türkiye

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman, Türkiye

Geliş Tarihi / Received: 10.03.2025, *Kabul Tarihi / Accepted:* 21.03.2025

ÖZET

Bu derleme çalışması, insan beyninin gelişim süreci, bilişsel fonksiyonları ve egzersizin bu süreçler üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Beynin gelişimi, gebeliğin 3. haftasından başlayarak yaşam boyu süren uzun bir süreçtir ve bu süreç hem kalıtım hem de çevresel faktörler tarafından şekillendirilir. Çalışmada, egzersizin beyin sağlığı üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde ele alınmış; egzersizin beyin gelişimine, bilişsel fonksiyonlara ve akademik başarıya olan katkıları vurgulanmıştır. Egzersiz, BDNF (Beyin Kaynaklı Nörotrofik Faktör) gibi nörotrofik faktörlerin salınımını teşvik ederek beyin sağlığını desteklemekte ve nöroplastisiteyi artırmaktadır. Araştırmalar, düzenli egzersizin bilişsel işlevlerde ve bilgi işlem hızında anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermektedir. Ayrıca, egzersizin stres ve anksiyete seviyelerini azalttığı, uyku kalitesini artırdığı ve genel ruh halini iyileştirdiği belirlenmiştir. Egzersizin sadece fiziksel sağlık için değil, aynı zamanda mental sağlık ve bilişsel gelişim için de kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma ile bireylerin egzersiz yaparak bilişsel kapasitelerini artırabileceklerini ve beyin sağlığını koruyabileceklerini göstermektedir. Bu derleme çalışmasının amacı, egzersizin beyin sağlığı üzerindeki nörobiyolojik etkilerini ve bilişsel fonksiyonlara katkılarını kapsamlı bir şekilde incelemektir. Egzersiz, BDNF gibi nörotrofik faktörlerin salınımını teşvik ederek beyin plastisitesini artırmakta ve beyin sağlığını desteklemektedir. Araştırmalar, düzenli egzersizin bilişsel işlevlerde ve bilgi işlem hızında anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermektedir. Ayrıca, egzersizin stres ve anksiyete seviyelerini azalttığı, uyku kalitesini artırdığı ve genel ruh halini iyileştirdiği belirlenmiştir. Bu çalışma, bireylerin düzenli egzersiz yaparak bilişsel kapasitelerini artırabileceklerini ve beyin sağlığını koruyabileceklerini göstermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Beyin, Nörobiyolojik, BDNF, Nöroplastisite

Corresponding Author: Muhammet KÜÇÜKKORAŞ, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman, Türkiye

E-mail: muhammetkucukkoras@gmail.com

ABSTARCT

This review study comprehensively examines the developmental process of the human brain, its cognitive functions, and the effects of exercise on these processes. Brain development is a lifelong process starting from the 3rd week of gestation, shaped by both hereditary and environmental factors. The study discusses in detail the effects of exercise on brain health, emphasizing its contributions to brain development, cognitive functions, and academic achievement. Exercise supports brain health and enhances neuroplasticity by promoting the release of neurotrophic factors such as BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor). Research indicates that regular exercise leads to significant improvements in cognitive functions and information processing speed. Additionally, exercise has been found to reduce stress and anxiety levels, improve sleep quality, and enhance overall mood. It highlights that exercise is not only critical for physical health but also for mental health and cognitive development. This study aims to demonstrate that individuals can enhance their cognitive capacities and maintain brain health by engaging in regular exercise. The purpose of this review study is to comprehensively examine the neurobiological effects of exercise on brain health and its contributions to cognitive functions. Exercise supports brain plasticity and brain health by promoting the release of neurotrophic factors such as BDNF. Research shows that regular exercise leads to significant improvements in cognitive functions and information processing speed. Additionally, exercise has been found to reduce stress and anxiety levels, improve sleep quality, and enhance overall mood. This study aims to show that individuals can increase their cognitive capacity and maintain brain health through regular exercise.

Keywords: Exercise, Brain, Neurobiological, BDNF, Neuroplasticity

1. GİRİŞ

İnsan vücudu birçok önemli organ ve uzvu bir arada bulunduran karmaşık bir yapıya sahipken bunun yanında vücudu oluşturan tüm parçaları organize bir şekilde kusursuz olarak yönetebilen mükemmel bir yöneticiye sahiptir. Beynimiz hayatımız boyunca vücudumuzun düzenli ve sistemli çalışmasını denetlemekten ve düzenlemekten sorumludur bu sebeple gelişimi çok önemlidir. İnsan beyninin gelişim süreci gebeliğin 3.haftasından itibaren başlayan en az geç ergenlik sürecine kadar, nispeten hayatın sonuna kadar devam eden uzun bir süreçtir. Bu uzun ve beynin farklı bölgelerini ayrıca çeşitli işlevleri etkileyen süreç hem kalıtım hem çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir. İnsan beyninin ve vücudunun gelişimi sperm ve yumurta hücrelerinin birleşmesi ile oluşan döllenme aşamasından olgunluğa kadar devam eden süreçtir. Döllenme aşamasında babadan gelen sperm hücresi ve anneden gelen yumurta hücresi kalıtımımızı oluşturur. Kalıtım aileden gelen genetik mirastır ve bu miras bireylerin beyin gelişimi ve fiziksel gelişimini etkilemektedir (Stiles ve Jernigan, 2010). Ancak kalıtım dışında çevresel koşullar ve tecrübeler beyin gelişimi ve fiziksel gelişimde etki sahibidir. İnsanlık tarihine de baktığımızda görürüz ki insan yaşayarak tecrübe ederek öğrenmekte ve gelişmektedir. Karşılaşılan durumlar insanların bilişsel ve fiziksel olgunlaşmasını sağlar. Rutter, (1985) deneyim kazanmanın bilişsel gelişimi pozitif etkilediğini söylemiştir. Optimal bilişsel gelişim için gerekli olanın, bilişsel yeterliliği teşvik eden aktif öğrenme deneyimleri ile etkileşim ve ilişki tarzının özgüveni ve biçimlendirilmiş talimatlardan bağımsız olarak öğrenme arayışına aktif ilgiyi teşvik ettiği bir sosyal bağlamın birleşimi olduğu öne sürülmüştür (Rutter, 1985).

Bireyin bilişsel gelişim konusu çok önemli bir konu olduğu için insanlar sürekli bilişsel gelişim üzerine çalışmalar yapmıştır. Bilişsel gelişimin en verimli ve en etkili yolları araştırmalara konu olmuştur ve bilişsel gelişim alanındaki uzmanları gelişimi etkileyen yeni arayışlara yöneltmiştir. Yapılan çalışmalarda bilişsel ve fiziksel gelişimi etkileyen çevresel etkenlerden birisi olarak egzersizi görmekteyiz. Egzersizin gelişime pozitif etkisinin yanında yaşlanma ve mevcut durumun kötüleşmesinde direnç göstermeye yardımcı olur. Bilişsel kötüleşme, bozulmalara ve hastalıklara karşı beyni güçlendirmeye katkı sağlar. Yaşlı yetişkinler tipik olarak algısal hız, çalışma belleği, izleme, karar verme, açık bellek ve çoklu görev işleme gibi çeşitli görevlerde hem yanıt gecikmesi hem de doğruluk açısından genç yetişkinlerden daha kötü performans göstermektedir. Churchill ve ark., (2002) egzersizin sadece fiziksel gelişim değil bilişsel fonksiyonların iyileşmesine de katkı sağladığını söylemiştir. Tekin ve ark., (2023) çocuklarda ve adölesanlarda egzersiz ve bilişsel gelişim arasında bir ilişki vardır demiştir.

Diamond ve Lee, (2011)'e göre egzersizin bireylerin problem çözme, öz düzenleme ve engelleme gibi temel bilişsel işlevleri üzerinde etkileri olduğu sonucuna varılmıştır. Egzersiz programları başarı açısından yaratıcılığı, çeşitliliği ve karmaşıklığı artırmakta ve motor canlılığı uyarmaktadır.

Yapılan araştırmalar, egzersizin sadece vücut üzerinde değil, beyin üzerinde de olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Beyindeki genetik değişiklikler, öğrenme ve hafıza ile ilişkili olan hipokampus bölgesinde aktive olmaktadır ve bu da beyin plastisitesini artırarak beyin sağlığını desteklemektedir. Beyindeki BDNF (Beyin Kaynaklı Nörotrofik Faktör) molekülünün etkinliği, bu mekanizmalar için önemlidir. BDNF Beyin Kaynaklı Nörolojik Faktör'ün kısaltmasıdır. Kazak ve Yarım (2025) tanım olarak merkezi ve çevresel sinir sisteminde nöronların yaşamasını, büyümesini ve fonksiyonlarını etkileyen, sinapsların stabilizasyonunu sağlayan, sinaptik fonksiyonu, akson ve dentrit dallanmalarını düzenleyen nörotrofine BDNF denebilir. Hayvan modelleri, egzersizin beyin hasarı sonrası da hasarın azalmasına katkıda bulunduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, yapılan çalışmalar egzersizin Alzheimer hastalığının başlangıcını geciktirebileceğini öne sürmektedir. Egzersiz, nöroprotektif ve nöroplastisite etkileri gösteren diğer müdahalelerden daha etkilidir. Özocak ve ark. (2019) nöroplastisite için iç ve dış uyaranlara sinir sisteminin bağlantıları, işlevi ve yapısının yeniden yapılandırarak cevap verme yeteneğidir demiştir. Egzersizin beyin moleküler mekanizmalarını ve işlevini nasıl etkilediğini anlama, insan bilişsel sağlığının iyileştirilmesine ve egzersiz uyumunun artırılmasına yardımcı olabilir (Cotman ve Engesser-Cesar, 2002).

Alanda yapılmış çalışmalar incelendiğinde egzersizin beyin üzerinde pozitif etkileri bulunduğu ayrıca bu etkilerin çocuklarda, gençlerde ve nispeten yaşlılarda bilişsel gelişim sağlarken, yaşlılarda beyin hücreleri kaybını engellemek ve zihinsel bozulmaları önleyebildiği görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, egzersizin beyin gelişimi ve bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektir. Özellikle, egzersizin BDNF ve nöroplastisite üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Bu derleme, düzenli egzersizin beyin sağlığını koruma, bilişsel işlevleri geliştirme ve akademik başarıyı artırma potansiyelini vurgulamaktadır. Ayrıca, egzersizin stres ve anksiyete seviyelerini azaltma, uyku kalitesini artırma ve genel ruh halini iyileştirme konusundaki katkıları da ele alınmıştır. Bu çalışmanın bulguları, egzersizin hem fiziksel hem de mental sağlık için önemini ortaya koymayı hedeflemektedir.

EGZERSİZ NEDİR?

Bireylerin daha kaliteli, daha sağlıklı ve daha zinde yaşam sürebilmesi için yaşamın her döneminde egzersiz bulunmalıdır. Bireylerin zihinsel, fiziksel ve sosyal iyi oluşları için egzersiz önemlidir. Her bireyin sevebileceği, yapmak isteyeceği bir türü bulunan çeşitliliğe sahiptir (S. Lök ve N. Lök, 2015). Egzersiz fiziksel aktivitenin bir alt başlığı olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiziksel aktivite vücutta kaslarının hareket etmesiyle oluşan herhangi bir aktiviteye fiziksel aktivite denebilir. Egzersiz ise bir amaç doğrultusunda planlı ve tekrarlı olarak yapılan fiziksel aktivitelere denebilir. Bu doğrultuda şu örnekle fiziksel aktivite ve egzersiz arasındaki farkı daha net belirtebiliriz, örneğin ev işleri, mesleki işlerin yapılması gibi günlük faaliyetler fiziksel aktivite olarak adlandırabiliriz. Egzersiz ise tekrarlı, belirli bir amaç doğrultusunda kas gücü ve fiziksel uygunluk bileşenlerini geliştirmek- korumak ya da kalori harcamak gibi hedeflere sahip olan faaliyetlere denebilir. Örnek olarak ise kondisyon ve ağırlık çalışmaları gibi yapılan fiziki faaliyetlere egzersiz denebilir (Carpersen, 1985).

Fiziksel egzersiz yapan bireyler yaptıkları bu faaliyetten fayda da görebilmektedir. Örnek vermek gerekirse sağlık açısından iyileşme, psikolojik olarak iyi olma hissi, sağlıklı kilo verimi, uyku kalitesinde artış ve gündelik hayatta karşılaşılabilecek ağırlarda azalma gibi çeşitli içsel faydalar sağlamaktadır. Dışsal fayda olarak görebileceğimiz sosyal etkileşim ve gelişim, profesyonelleşme durumunda maddi kazanç elde etmek gibi faydaları da bulunmaktadır (Victor ve ark., 2012).

Kilo vermek egzersizin en popüler olduğu kullanım amaçlarından biridir. Bu amaç doğrultusunda çalışması için enerjiye ihtiyaç duyan kasları çalıştırarak enerji açığı oluşturabilirler. Enerji açığı olduğu durumda vücut enerji üretebilmek için vücuttaki besin kaynaklarını yakıt olarak kullanır ve enerji üretir. Egzersiz esnasında kasların çalışması için gerekli olan ATP üç ayrı enerji transfer sistemiyle sağlanabilir. Bu sistemlerden hangisinden transfer yapılacağını ise egzersizin süresi ve yoğunluğu belirler. Bu sistemler şu şekildedir:

- 1- Hazır Enerji: ATP-PCR Sistemi (Fosfojen sistem)
- 2- Kısa Süreli Enerji: Glikolitik Enerji Sistemi
- 3- Uzun Süreli Enerji Sistemi: Aerobik Enerji Sistemi (McArdle ve ark., 2006; Foss ve ark., 1998; Yıldız, 2012)

Hazır Enerji: ATP-PCR Sistemi (Fosfojen sistem) kas dokusunun içerisinde hazır durumda bulunan ve kısa süreli yoğun egzersizlerde kullanılan enerji sistemidir. Bu egzersizlere kısa

mesafe koşular, halter, kısa mesafe yüzme gibi ve sprint örnek olarak verilebilir. Kısa süreli egzersizlerde kaslarda mevcut olan depolanmış ATP ve fosfokreatin kullanılır.

Kısa Süreli Enerji: Glikolitik Enerji Sistemi genellikle yaklaşık olarak 2,5 - 3 dakikalık egzersizlerde kullanılan bir sistemdir. Süresi kısa, yoğunluğu yüksek egzersizlerde ve oksijenin yetersiz olduğu durumlarda enerji üretiminin ve egzersizin devamı için enerji bu yolla sağlanır (Yıldız, 2012).

Uzun Süreli Enerji Sistemi: Aerobik Enerji Sistemi oksijen kullanılarak enerji elde edilen sistemdir. Enerji ihtiyacının aerobik enerji sistemi ile karşılandığı egzersizlere aerobik egzersizler denir. Aerobik egzersizleri açmak gerekirse oksijenle birlikte büyük kas gruplarında gerçekleşen uzun süreli, ritmik ve devamlı fiziksel aktivitelerdir. Örneğin uzun mesafe koşular, bisiklet, tempolu uzun mesafe yürüyüş, uzun süreli ve yoğunluklu egzersizler vb. (Walter, 2009; Yıldız, 2012; Kiraz Şahin, 2022). Aerobik egzersizlerde oksijen ihtiyacı arttığı için oksijen sisteminin gelişmesini sağlarlar. Aerobik egzersizler nabzın dinlenik seviyenin üzerine çıkmasıyla birlikte vücutta kan daha hızlı dolaşım sağlar. Bu sayede kan yoluyla oksijen taşınımının hızlanmasıyla birlikte kaslara ve beyne daha fazla besin gitmektedir (Ardıç, 2014). Metabolizmayı hızlandırır, kasları güçlendirir, yağ yakar ve eklemlerdeki hareket kapasitesini artırır. Bireylerin vücudunda bulunan zararlı maddeleri (toksinleri) vücut dışına atmaya yardımcı olur. Kemiklerde ve kaslarda oluşabilecek kayıpları önler, osteoporoz riskini azaltır ve kasları geliştirerek dayanıklılığını artırır. Kas ve eklemlerde oluşabilecek ağrıları azaltır, romatizma tarzı hastalıkların oluşmasını önleyebilir. Şeker (diyabet), kalp krizi riski, inme riski, tansiyon, obezite ve kolesterol gibi hastalıkları önlemeye yardım edebilir. Fiziksel ve sağlık açısından iyi oluş sağlar. Dahası düzenli egzersiz birçok kanser çeşidine yakalanma olasılığını azalttığı görülmektedir. Fiziki ve sağlık açılarından iyi oluşa erişen birey psikolojik ve sosyolojik olarak zindeliğe ulaşabilir. Düzenli egzersizle bilişsel gelişim gerçekleşebilir (Kiraz Şahin, 2022; Tarhan, 2019).

EGZERSİZİN BEYİN GELİŞİMİNE ETKİSİ

İnsanlık tarihinin başlangıcından bu yana insanlarda merak uyandıran, hakkında yapılan onca çalışmaya rağmen hala hakkında bilmediğimiz çok şey olan beyin çok önemli bir organdır. Egzersizin beyni nasıl etkilediğini anlayabilmek için öncelikli olarak insan beyninin yapısı, işlevleri ve bu yapıların nasıl evrim geçirdiği hakkında genel bir anlayışa sahip olmamız gerekir. Birçok refleksif hareket işlev evrimsel açıdan eski beyin sistemleri tarafından kontrol edilebilir. İnsan evrimi üzerine yapılan çalışmalar, atalarımızın fiziksel aktivitelerinin modern

insan bedeninin ve zihninin gelişimine esasen rehberlik ettiğini ortaya koymaktadır. Eski atalarımız yaşamı tehdit eden durumlarla karşılaşmış, hayatta kalmak için yiyecek, su ve barınak aramak zorunda kalmış ve bu ihtiyaçları karşılayacak fiziksel ve zihinsel becerilere sahip olmayanlar yok olmuştur. Atalarımız, beynin verimli çalışmasını sağlamak ve gerekli enerjiyi temin etmek için gıda alımını ve davranışlarını kademeli olarak değiştirmiştir. Yaklaşık 2,5 milyon yıl önce, insanlar için en önemli başarı, avlanmak ve hayatta kalmak için kullanılabilir aletlerin keşfedilmesi oldu. Bir alet ya da araç üretme ve kullanma kapasitesi, karmaşık bilişsel ve motor beceriler gerektirir (Tekin ve ark., 2023; Ersoy ve Karal, 2012). Beceri denilen kavram performansın yürütülmesinde bilgiyi etkin ve kolay kullanabilme yeteneğidir.

Araçlar belirli görevler için yapıldı ve zamanla bu araçların üretimi daha karmaşık hale geldi. İlk insanlar Afrika'dan göç ettikçe, yalnızca çevredeki anlık zorluklarla nasıl başa çıkacaklarını değil, aynı zamanda gelecekteki olaylarla nasıl başa çıkacaklarını da öğrendiler. Yüz binlerce yıl boyunca, modern insanlarda görülen fiziksel ve zihinsel özellikler kademeli olarak değişti. Yaklaşık 60.000 yıl önce, insan bilişinde hızlı değişiklikler meydana geldi. Kısacası insan evriminin incelenmesi, karmaşık bilişsel ve motor becerilerden sorumlu beyin yapılarının ortaya çıkmasında fiziksel aktivite ve hareketin evrimsel rolünü vurgulamaktadır (Tekin, 2023; çeviri: Tekin, 2021; Tomporowski ve diğerleri, 2015).

Teknolojideki ilerlemeler ve yeni araçlar bilim insanlarının beyni ve nasıl geliştiğini anlamalarına olanak tanıdı. Sinir bilimcilerin son yıllarda yaptığı araştırmalar, egzersizin beynin belirli kısımlarını nasıl değiştirebileceğine ışık tuttu. Egzersizin dört beyin yapısını etkilemesi muhtemeldir. Bunlar serebellum, motor korteks, prefrontal korteks ve hipokampüstür. Serebellum, refleksif hareket kontrolünde ve ince motor hareket kalıplarının ince ayarında önemli bir rol oynayan büyük bir beyin yapısıdır. Yapılan araştırmalar serebellumun her büyük beyin yapısıyla bağlantılı olduğunu ve hareketi kontrol etmede ve yeni beceriler öğrenmede önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Hayvanlarla yapılan çalışmalar, karmaşık egzersizin serebellumda uzun vadeli yapısal adaptasyonlar ürettiğini ortaya koymuştur. Laboratuvar hayvanları, sıçanlar ve farelerle yapılan çalışmalarda egzersizin etkileri hakkında genellikle insanlarda elde edilmesi imkansız olan bilgiler sağlamıştır. Hayvanlarda rutin egzersizin beyin fonksiyonu üzerindeki faydalarına önemli destek sağlamıştır (Tekin ve ark., 2023).

Tekin (2020) beyni bir kas olarak tanımlamış ve fiziksel aktivite yapmanın okuma, yazma ve matematik işlemlerine göre beyin gelişimine daha fazla katkıda bulunduğunu söylemiştir. Bunun açıklaması ise egzersiz ile beraber gelişen beyindeki gri cevherlerdir. Egzersizin bireylere faydaları ise şunlardır. Her yaşta insan bireylerin beyninin gelişmesini ve sağlığını sürdürmesini sağlar. Beyin kaslar gibi çalıştıkça, işledikçe güçlenir direnç kazanır bu şekilde beyin hastalıklarına (örneğin Alzheimer, Parkinson, Demans, Depresyon, vb.) karşı beyni korur, güçlendirir. Bireyin zihinsel kapasite ve sosyal etkileşimini geliştirir. Egzersizin beyin homeostazını korumak için bireylerin egzersiz performansını düzenler. Uyarılma, sakinlik ve odaklanmanın uygun şekilde düzenlenmesi, nörotransmitterler dopamin serotonin, norepinefrin, asetilkolin ve endorfinlerin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (Rauch ve ark., 2013). Buna göre egzersiz beynin performansını düzenlemede önemli etki sahibidir ve beynin nörobiyolojik yapısını etkiler (Dishman, 1981).

Egzersizin bilişsel avantajları, fizyolojik ve hormonal farklılıklar nedeniyle erkekler ve kadınlar arasında farklılık göstermektedir. Araştırmalar, kadınların aerobik ve ağırlık antrenmanı yaptıktan sonra gelişmiş hafıza ve duygu yönetimi sergileyebileceğini göstermektedir. Buna karşılık, erkekler reaksiyon çabukluğu gibi kasla ilgili bilişsel becerilerde daha hızlı gelişmeler gösterebilir, ancak stres düzenlemesine farklı tepkiler sergileyebilir. Nöroplastisite için gerekli olan egzersiz kaynaklı BDNF salınımı, 'cinsiyete özgü hormonal seviyelerden' etkilenmektedir. Egzersiz programlarının cinsiyete göre uyarlanması, her iki grupta da bilişsel işlevi ve psikolojik sağlığı geliştirebilir (Clark ve Mach, 2016). Ayrıca, egzersizin bilişsel faydaları, BDNF ve monoamin nörotransmitter sistemlerindeki alel varyasyonları da içeren genetik faktörler tarafından da modüle edilmektedir. Örneğin, BDNF geninin Met alelinin taşıyıcıları, egzersize bağlı BDNF seviyelerinde zayıflamış artışlar yaşayabilir, nöroplastisite, hafıza ve stres direnci için kritik öneme sahiptir (Clark ve Mach, 2016; Jonasson ve ark., 2017).

Bu bölümde, egzersizin beyin ve bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkilerini araştıran çeşitli bilimsel çalışmalar ele alınacaktır. Bu araştırmalar, egzersizin nöroplastisiteyi artırma, beyin sağlığını koruma ve geliştirme gibi olumlu etkilerini gözler önüne sermektedir. İncelenen çalışmalarda hem hayvan modellerinde hem de insan katılımcılarda egzersizin nörobiyolojik mekanizmaları ve bilişsel fonksiyonlar üzerindeki yararları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca, egzersizin çeşitli yaş gruplarında ve farklı fiziksel aktivite düzeylerinde nasıl etkiler yarattığı da vurgulanmaktadır.

Maroofi ve ark. (2025) yaptıkları çalışmada egzersizin kardiyoprotektif etkilerini BDNF (Beyin Türevli Nörotrofik Faktör) ve TrkB (Tropomiyozin Reseptör Kinaz B) sinyal yolları üzerinden incelemiştir. Araştırma, post-iskemik kalp yetmezliği durumundaki moleküler ve hücreyel değişiklikleri anlamak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, akut ve kronik egzersizle dolaşıma salınabilen BDNF'nin kalpteki TrkB reseptörlerine bağlanarak kasılma ve gevşemeyi nasıl düzenlediği ve bu sürecin kalp fonksiyonlarını nasıl iyileştirdiği incelenmiştir. Egzersiz sonucunda elde edilen bulgular şu şekildedir. BDNF/TrkB Sinyallemesi: Egzersiz sırasında iskelet kasları ve diğer periferik dokular, dolaşıma BDNF gibi egzersize bağlı faktörler salgılar. BDNF, kardiyomiyositlerde TrkB reseptörlerine bağlanarak kasılma ve gevşemeyi düzenler. Moleküler Mekanizmalar: Egzersiz, BDNF/TrkB sinyal yolağını doğrudan aktive eder. Post-MI sıçanlarda yapılan çalışmalarda egzersiz eğitiminin miyokardiyal BDNF/TrkB sinyallemesini ve CaMKII ve Akt gibi anahtar aşağı akış etkileyicilerini aktive ettiği ve kalp fonksiyonlarını geri kazandırdığı gösterilmiştir. Kardiyoprotektif Döngü, Egzersiz kardiyomiyositlerde BDNF üretimini tetikleyerek TrkB'yi tekrar aktive eder ve faydalı döngüyü devam ettirir. Bu döngü, iskemik yaralanmanın etkilerini hafifletmek için ümit verici bir potansiyele sahiptir. Ekstra Faydalar, Egzersiz ayrıca BDNF'nin antioksidan ve anti-apoptotik (programlı hücre ölümünü önleyici) özelliklerini de aktive ederek kalp hücrelerinin korunmasını sağlar. Sonuç egzersiz, özellikle aerobik egzersiz, kalp sağlığını güçlendirmek ve koroner kalp hastalığı riskini azaltmak için etkili bir yöntemdir. Bu çalışma, post-iskemik kalp yetmezliği sırasında egzersizin kardiyoprotektif etkilerini BDNF ve TrkB sinyal yolları üzerinden nasıl tetiklediğini incelemiştir. Egzersiz, post-iskemik kalp yetmezliği durumunda BDNF-TrkB döngüsünü aktif hale getirerek kardiyomiyositlerde koruyucu etkiler yaratır. Bu, kalp fonksiyonlarını iyileştirir ve miyokardiyal hasarı azaltır.

Rasmussen ve ark. (2025), egzersiz sırasında beyin kökenli nörotrofik faktörün (BDNF) beyinden salınımını incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, sekiz gönüllüden 4 saat boyunca kürek çekmeleri istenmiştir. Egzersiz sırasında radial arter ve iç juguler venden eşzamanlı kan örnekleri alınmıştır. Aynı zamanda, egzersiz sonrasında BDNF mRNA ekspresyonunu belirlemek için farelerin beyinleri dissect edilmiş ve analiz edilmiştir. İnsan deneklerle yapılan deneylerde, gönüllülerden 4 saat boyunca ergometre kürek çekmeleri istenmiş ve kan örnekleri egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında toplanmıştır. Farelerle yapılan deneylerde ise, fareler 2 saat boyunca koşu bandında koşturulmuş ve beyinleri dissect edilerek hipokampus, korteks ve serebellum bölgelerinde BDNF mRNA ekspresyonu analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları şu şekildedir. BDNF Salınımı: İnsan deneklerde beyin, dinlenme durumunda ve

egzersiz sırasında BDNF salınımı göstermiştir. Dinlenme durumunda BDNF salınımı gözlemlenirken, egzersiz sırasında bu salınım iki ila üç kat artış göstermiştir. BDNF mRNA Ekspresyonu: Farelerde, egzersiz sonrasında hipokampus ve kortekste BDNF mRNA ekspresyonunda üç ila beş kat artış gözlemlenmiştir. Bu artış, egzersizin sonlanmasından 2 saat sonra zirve yapmıştır. BDNF'nin Kaynağı: İnsanlarda, beyin hem dinlenme hem de egzersiz sırasında dolaşımdaki BDNF'nin %70-80'ini sağlamaktadır. Farelerde yapılan analizler, hipokampus ve korteksin BDNF'nin ana kaynakları olduğunu göstermiştir. Egzersizin Süresi ve Etkisi: Egzersiz süresi uzadıkça, BDNF salınımı da artış göstermiştir. Ancak, toparlanma sürecinde beyin kaynaklı BDNF salınımı azalmıştır. Bu sonuçlar, beynin egzersiz sırasında ve sonrasında önemli miktarda BDNF ürettiğini ve salınımını artırdığını göstermektedir. Ayrıca, hipokampus ve korteks bölgelerinin egzersize yanıt olarak BDNF mRNA ekspresyonunu artırdığı bulunmuştur. Bu bulgular, egzersizin beyin sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir.

Buzdağlı (2022) egzersiz sırasında BDNF (Beyin Kökenli Nörotrofik Faktör) salınımını hem insan deneklerde hem de fare (veya benzeri model hayvan) deneylerinde inceleyecek şekilde iki farklı eksende yürütülmüştür. Egzersiz Süresi gönüllülerden 4 saat boyunca ergometre kürek çekmeleri istenmiştir. Egzersiz öncesi, sırasında ve sonrasında, radial arter ile iç juguler venden eşzamanlı kan örnekleri alınarak dolaşımdaki BDNF düzeyleri ölçülmüştür. Egzersiz Protokolü: Fareler (veya çalışma için seçilen model hayvanlar) 2 saat süren koşu bandı ya da benzeri bir egzersiz protokolüne tabi tutulmuştur. Beyin Bölgesi Analizi: Egzersiz sonrasında hayvanların beyin dokuları (özellikle hipokampus, korteks ve serebellum gibi bölgeler) alınmış; burada BDNF mRNA ekspresyonu ölçülerek egzersizin moleküler etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları şu şekildedir. Egzersiz sırasında, dinlenme haline oranla dolaşımdaki BDNF düzeyi 2–3 kat artmıştır. Elde edilen veriler, beynin dinlenme halindeyken de dolaşıma BDNF sağlamaya devam ettiğini ve egzersiz sırasında bu oranın belirgin şekilde yükseldiğini göstermektedir. Egzersiz sonrasında, özellikle hipokampus ve korteks bölgelerinde BDNF mRNA ekspresyonunda 3 ila 5 kat artış gözlemlenmiştir; bu artış egzersizin bitiminden yaklaşık 2 saat sonra zirve yapmıştır. Bulgular, egzersizin merkezi sinir sisteminde BDNF üretimini artırdığına işaret etmektedir. Bireylerden elde edilen veriler, beynin hem dinlenme hem de egzersiz sırasında dolaşımdaki BDNF'nin %70-80'ini sağladığını ortaya koymaktadır. Bu, beynin BDNF üretiminde ana kaynak olduğunu ve egzersizin bu üretimi artırarak potansiyel nöroprotektif etki sunduğunu göstermektedir. Egzersiz süresi uzadıkça BDNF salınımı artış göstermiş; ancak toparlanma döneminde bu artış gerileme eğilimindedir. Çalışmanın sonuçları,

egzersizin hem periferik hem de merkezi ölçekte beyinden salınan BDNF'nin seviyelerini artırdığını ve BDNF mRNA ekspresyonunu tetiklediğini göstermektedir. Bu artış, egzersizin bilişsel fonksiyonlar, sinir hücresi sağlığı ve nöroproteksiyon üzerinde olumlu etkiler yapabileceğine işaret eder. Dolayısıyla, egzersizin sadece fiziksel sağlığa değil, aynı zamanda beyin sağlığına da katkıda bulunabileceği desteklenmiş olur.

Ezzdine ve ark. (2025) yapmış oldukları derleme çalışmasında, Egzersizin nöroplastisite ve nörodejeneratif hastalıklar üzerindeki etkilerini inceleyen bilimsel çalışmalar detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Araştırmalar, Ocak 1990 ile ağustos 2024 tarihleri arasında yayımlanmış ve PubMed, Medline, Scopus, Web of Science ve PsycINFO gibi veri tabanlarında taranmıştır. Egzersiz ve nöroplastisite arasındaki ilişkiyi araştıran orijinal araştırmaların dahil edilmesi, farmakolojik müdahalelere odaklanan çalışmaların ise hariç tutulması kriter olarak belirlenmiştir. Analiz edilen çalışmalarda aerobik egzersiz, direnç antrenmanları, zihin-beden egzersizleri ve çift görev antrenmanlarının nöroplastisite ve bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca, yapay zekâ (AI) destekli egzersiz ve bilişsel antrenman uygulamaları da değerlendirilmiştir. Bu derlemede, Egzersizin nöroplastisiteyi artırarak nörodejeneratif hastalıkların ilerlemesini yavaşlattığını ve bilişsel fonksiyonları iyileştirdiğini göstermektedir. Aerobik egzersizlerin, özellikle yaşlı bireylerde hipokampal hacmi %1-2 oranında artırdığı ve yürütücü fonksiyon puanlarını %5-10 oranında iyileştirdiği bulunmuştur. Direnç antrenmanlarının bilişsel kontrol ve hafıza performansını %12-18 oranında artırdığı belirtilmiştir. Yoga ve tai chi gibi zihin-beden egzersizleri, hafızayla ilişkili beyin bölgelerinde gri madde yoğunluğunu %3-5 oranında artırmış ve duygusal düzenleme puanlarını %15-20 oranında iyileştirmiştir. Çift görev antrenmanlarının, nörodejeneratif hastalığı olan bireylerde dikkat ve işlem hızı puanlarını %8-14 oranında iyileştirdiği bulunmuştur. Araştırmalar, PA'nın nörotrofik faktörlerin salınımını artırma, nöroinflamasyonu modüle etme, oksidatif stresi azaltma ve sinaptik bağlantıları ve nörojenezi güçlendirme gibi çeşitli mekanizmalar aracılığıyla nöroplastisiteyi ve bilişsel fonksiyonları geliştirdiğini göstermektedir. Ayrıca, AI tabanlı egzersiz ve bilişsel antrenman uygulamalarının kişiselleştirilmiş müdahaleler ve iyileştirilmiş hasta sonuçları sağlama potansiyeli vurgulanmıştır.

Зубко, ve Качалов (2025), Egzersizin öğrencilerin bilişsel fonksiyonları ve beyin aktiviteleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, üniversite öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, düzenli fiziksel aktiviteye katılmışlardır ve egzersiz süreleri ve türleri kaydedilmiştir. Egzersiz protokolü; koşma, yüzme, bisiklet sürme gibi aerobik

aktiviteleri içermektedir. Öğrencilerin bilişsel fonksiyonları ve akademik başarıları, çeşitli testler ve ölçüm araçları kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu testler arasında hafıza testleri, dikkat testleri ve akademik performans ölçümleri yer almıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakacak olursak, çalışmanın bulguları Egzersizin öğrencilerin bilişsel fonksiyonları üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Düzenli fiziksel aktiviteye katılan öğrencilerin, bilişsel testlerde daha yüksek puanlar aldığı ve hafıza, dikkat ve konsantrasyon becerilerinde gelişme gösterdikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda bu öğrencilerin akademik başarılarının daha yüksek olduğu ve ders notlarının daha iyi olduğu bulunmuştur. Egzersizin, öğrencilerin stres ve anksiyete seviyelerini azalttığı, ruh hallerini iyileştirdiği ve uyku kalitesini artırdığı tespit edilmiştir. Spor ve Egzersizin, takım çalışması, liderlik ve iletişim gibi önemli yaşam becerilerini geliştirdiği; özgüven ve dayanıklılığı artırdığı gözlemlenmiştir. Genel olarak, bu çalışma, Egzersizin öğrencilerin bilişsel fonksiyonları ve akademik başarıları üzerinde olumlu etkileri olduğunu ve bu nedenle düzenli olarak fiziksel aktiviteye katılmanın öğrencilerin başarı ve refahını artırabileceğini ortaya koymaktadır.

Kiraz Şahin (2022) tarafından yapılan çalışmada, aerobik egzersizlerin kognitif fonksiyonlar üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmaya Kayseri Büyükşehir Belediyesi'nde çalışan 23-36 yaş arasındaki 50 kadın fitness antrenörü katılmıştır. Katılımcılar rastgele gruplara ayrılarak, 30 dakika süren bisiklet egzersizi sonrasında Stroop testi ve Burdon dikkat testi uygulanmıştır. Çalışmanın bulguları, egzersiz öncesi ve sonrası Stroop testi puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Ayrıca Burdon dikkat testi sonuçlarına göre de egzersiz sonrasında dikkat seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Sonuçlar, aerobik egzersizin kognitif fonksiyonları pozitif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulguları şunlardır. Aerobik egzersiz sonrası Stroop testi sonuçlarında anlamlı bir iyileşme. Burdon dikkat testi sonuçlarında egzersiz sonrasında dikkat seviyesinde artış ve çalışmanın genel bulgularında düzenli aerobik egzersizin kognitif fonksiyonlar üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Bu, özellikle dikkat ve bilgi işleme hızında iyileşme olarak kendini göstermiştir.

2. SONUÇ

Bu derleme çalışması, egzersizin beyin üzerindeki nörobiyolojik etkilerini ve bilişsel fonksiyonlar üzerindeki olumlu katkılarını kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Beynin gelişimi ve işlevselliği hem kalıtsal hem de çevresel faktörlerin etkisi altında uzun bir süreç içinde

şekillenir. Bu süreçte, fiziksel aktivite ve egzersiz, beyin sağlığını ve bilişsel performansı artıran önemli bileşenler olarak öne çıkmaktadır.

Egzersizin, BDNF (Beyin Kaynaklı Nörotrofik Faktör) gibi nörotrofik faktörlerin salınımını teşvik ederek beyin plastisitesini ve sinir hücresi sağlığını desteklediği görülmüştür. Araştırmalar, düzenli Egzersizin bilişsel işlevlerde ve bilgi işlem hızında anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermektedir. Egzersiz, stres ve anksiyete seviyelerini azaltmakta, uyku kalitesini artırmakta ve genel ruh halini iyileştirmektedir. Bu durum, Egzersizin sadece fiziksel sağlık için değil, aynı zamanda mental sağlık ve bilişsel gelişim için de kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapılan çeşitli bilimsel çalışmalar, egzersizin nöroplastisiteyi artırarak beyin sağlığını koruduğunu ve geliştirdiğini ortaya koymuştur. Egzersizin beyin üzerindeki olumlu etkileri, çocukluk döneminden yaşlılığa kadar tüm yaşam sürecinde geçerlidir. Özellikle çocuklar ve gençler için egzersiz, bilişsel gelişim ve akademik başarı üzerinde olumlu etkiler yaparken, yaşlı bireylerde ise zihinsel bozulmaları önlemeye yardımcı olmaktadır.

Sonuç olarak, bireylerin düzenli egzersiz yaparak bilişsel kapasitelerini artıracakları ve beyin sağlığını koruyabilecekleri açıkça görülmektedir. Egzersizin yaygınlaştırılması ve teşvik edilmesi, toplum sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle, eğitim kurumları, sağlık kuruluşları ve toplum genelinde egzersizin önemi konusunda farkındalık yaratılmalıdır.

Bu çalışmanın bulguları, egzersizin beyin sağlığı üzerindeki nörobiyolojik etkilerini ve bilişsel fonksiyonlar üzerindeki katkılarını vurgulamakta ve bireylerin egzersiz yaparak daha sağlıklı ve zihinsel olarak daha güçlü bir yaşam sürdürebileceklerini göstermektedir. Bundan sonraki araştırmalar, egzersizin beyin sağlığı üzerindeki etkilerini daha da derinlemesine inceleyerek, daha etkili egzersiz programlarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

3. ÖNERİLER

1. Düzenli Egzersiz Programları: Bireyler, düzenli fiziksel aktiviteyi günlük rutinlerine dahil etmelidir. Haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta aerobik egzersiz yapmak, beyin sağlığını ve genel sağlığı desteklemektedir.
2. Çocuklar ve Gençler İçin Teşvik: **Eğitim** kurumları, çocukların ve gençlerin fiziksel aktiviteye katılımını teşvik etmek için programlar ve etkinlikler düzenlemelidir. Okullarda spor saatlerinin artırılması ve çeşitli spor dallarının tanıtılması faydalı olacaktır.

3. Yaşlılar İçin Egzersiz: Yaşlı bireyler de düzenli egzersiz yapmalıdır. Hafif yürüyüşler, yoga ve hafif ağırlık çalışmaları gibi düşük etkili egzersizler, beyin sağlığını korumaya yardımcı olabilir.
4. Egzersizin Yaygınlaştırılması: Toplumda Egzersizin yaygınlaştırılması için farkındalık kampanyaları düzenlenmelidir. Belediyeler ve sivil toplum kuruluşları, halka açık spor etkinlikleri ve park alanları gibi imkanlar sunarak egzersizi teşvik edebilir.
5. Araştırmaların Desteklenmesi: Egzersiz ve beyin sağlığı arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için daha fazla araştırma yapılmalıdır. Bu, gelecekte daha etkili egzersiz programlarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ardıç, F. (2014). Exercise prescription. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*.
- Buzdağlı, Y. (2022). Farklı Yoğunlukta Uygulanan Egzersizin Serebral Kan Akışına Ve Bilişsel Fonksiyon Üzerine Etkisi. *Doktora Tezi*, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Caspersen, C.J., Powell, K.E. ve Christenson, G.M., (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, 100(2), 126.
- Churchill, J.D., Galvez, R., Colcombe, S., Swain, R.A., Kramer, A. F., ve Greenough, W. T. (2002). Exercise, experience and the aging brain. *Neurobiology of aging*, 23(5), 941-955.
- Clark, A., ve Mach, N. (2016). Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: a systematic review for athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 43.
- Cotman, C. W., ve Engesser-Cesar, C. (2002). Exercise enhances and protects brain function. *Exercise and sport sciences reviews*, 30(2), 75-79.
- Diamond, A., ve Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964.
- Dishman, R.K. (1981). Biologic influences on exercise adherence. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 52, 143-159.
- Ersoy, E., ve Karal, Ö. (2012). Yapay sinir ağları ve insan beyni. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 188-205.
- Ezzdine, L. B., Dhahbi, W., Dergaa, I., Ceylan, H. İ., Guelmami, N., Saad, H. B., ... ve El Omri, A. (2025). Physical activity and neuroplasticity in neurodegenerative disorders: a comprehensive review of exercise interventions, cognitive training, and AI applications. *Frontiers in Neuroscience*, 19, 1502417.

- Foss, M.L., Keteyian, S.J., ve Fox, E.L. (1998). Fox's physiological basis for exercise and sport.
- Jonasson, L.S., Nyberg, L., Kramer, A.F., Lundquist, A., Riklund, K., ve Boraxbekk, C.J. (2017). Aerobic exercise intervention, cognitive performance, and brain structure: results from the physical influences on brain in aging (PHIBRA) study. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 336.
- Kiraz Şahin, Ç. (2022). Aerobik Egzersizin Kognitif Fonksiyonları Üzerindeki Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul Gedik Üniversitesi, İstanbul.
- Lök, S., & Lök, N. (2015). Demansta fiziksel aktivite ve egzersiz. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 7(3), 289-294.
- Maroofi, A., Safari, F., ve Abbasi, A. (2025). BDNF-induced BDNF release: A virtuous loop for the cardioprotective effects of exercise in post-ischemic heart failure. *IJC Heart & Vasculature*, 56, 101623.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., ve Katch, V.L. (2006). *Essentials of exercise physiology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Nagle, F.J. (1973). Physiological assessment of maximal performance. *Exercise and sport sciences reviews*, 1(1), 313-338.
- Özocak, O., Başçıl, S.G., ve Gölgeci, A. (2019). Egzersiz ve nöroplastisite. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 31-38.
- Pescatello, L.S., Thompson, W.R., ve Gordon, N.F. (2009). A preview of ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 13(4), 23-26.
- Rasmussen, P., Brassard, P., Adser, H., Pedersen, M. V., Leick, L., Hart, E., ... ve Pilegaard, H. (2009). Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Experimental physiology*, 94(10), 1062-1069.
- Rauch, H. L., Schönbacher, G., ve Noakes, T. D. (2013). Neural correlates of motor vigour and motor urgency during exercise. *Sports Medicine*, 43, 227-241.
- Rutter, M. (1985). Family and school influences on cognitive development. *Journal of child psychology and psychiatry*, 26(5), 683-704.
- Rutter, M. (1985). Family and school influences on behavioural development. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 26(3), 349-368.
- Scott, C. (2005). Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2(2), 32.
- Stiles, J., ve Jernigan, T. L. (2010). The basics of brain development. *Neuropsychology review*, 20(4), 327-348.
- Tarhan, M.A. (2019). Üniversite Öğrencilerinde Yüksek Şiddetli Aralıklı Egzersiz ve Orta Şiddetli Aerobik Egzersizin Kognitif Fonksiyonlardan Seçici Dikkat Üzerine Olan Akut Etkilerinin Karşılaştırılması. *Tıpta Uzmanlık Tezi*, Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Tekin, M. (2020). *Yaratıcılık ve Sporda Multidisipliner Yaklaşımlar*. Akademisyen Kitapevi, 196, Ankara, Türkiye.
- Tekin, M., Selimi, M., Gjinovci, B. ve Miftari, F. (2023). *Aerobic Exercise and Cognitive Development with Artificial Neural Networks*. Akademisyen Kitapevi, 156, Ankara, Türkiye.
- Tomporowski, P., Mccullick, B. ve Pesce, C. (2015). *Enhancing Children's Cognition With Physical Activity Games*. Çeviren: Tekin, M., (2021). *Fiziksel Aktivite Oyunları ile Çocukların Bilişsel Düzeylerinin Geliştirilmesi*.
- Victor, J.F., Ximenes, L.B., ve Almeida, P.C.D. (2012). Confiabilidade e validade da Exercise Benefits/Barriers scale em idosos. *Acta Paulista de Enfermagem*, 25, 48-53.
- Yarım, G., ve Kazak, F. (2015). Beyin kaynaklı nörotrofik faktör. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 10(2), 120-129.
- Yıldız, S.A. (2012). Aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamı nedir. *Solunum dergisi*, 14(1), 1-8.
- Зубко, В., ve Качалов, О. (2025). Physical Activity As A Way Of Influencing Cognitive Functions And Brain Activity Of Students During Their Studies At The University. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15, (2 (187)), 241-244.*