

Sporcularda Magnezyum Takviyesinin Serum Magnezyum ve Laktik Asit Üzerine Etkisi

Effect of Magnesium Supplementation on Serum Magnesium and Lactic Acid in Athletes

*Mustafa Ali ÇAVDAR¹, Nehir YALÇINKAYA², Malik BEYLEROĞLU³

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi, Sakarya, TÜRKİYE / mustafalicavdar@gmail.com / 0009-0004-3624-8777

² Sakarya Uygulamalı Bilimler, Spor Bilimleri Fakültesi, Sakarya, TÜRKİYE / nehiryalcinkaya@subu.edu.tr / 0000-0001-6957-668X

³ Sakarya Uygulamalı Bilimler, Spor Bilimleri Fakültesi, Sakarya, TÜRKİYE / mbeyley@subu.edu.tr / 0000-0002-8788-2864

* Corresponding author

Özet: Bu araştırmanın amacı, magnezyum takviyesinin boksörlerde serum magnezyum ve laktik asit düzeylerine etkisini incelemektir. Çalışmaya, Sakarya ilindeki boks kulüplerinde faaliyet gösteren, yaş ortalaması 22.32 ± 4.21 yıl olan 20 erkek sporcu (deney grubu: n=10; kontrol grubu: n=10) katılmıştır. Araştırmada, 8 haftalık kuvvet antrenman programı süresince deney grubuna günlük 250 mg magnezyum sitrat takviyesi uygulanmıştır. Tüm katılımcılara ön test ve son test olacak şekilde vücut kompozisyonu, serum magnezyum düzeyi ve kan laktat seviyesi ölçümleri yapılmıştır. Veriler SPSS 26 programında iki yönlü tekrarlı ölçümler varyans analizi (2x2 ANOVA) ile analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, deney grubunda serum magnezyum düzeylerinde %2.79 oranında artış, kontrol grubunda ise %2.74 oranında azalma gözlenmiştir. Ayrıca, deney grubunun kan laktat düzeylerinde %34.53 oranında düşüş, kontrol grubunda ise %49.31 oranında artış kaydedilmiştir. Serum magnezyum ve kan laktat düzeyleri bakımından grup-zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Bu bulgular, magnezyum takviyesinin antrenman sürecinde biyokimyasal dengeyi koruyarak yorgunluğu azaltabileceğini ve sportif performansı artırabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Magnezyum takviyesi, laktik asit, sporcular.

Abstract: The aim of this study was to investigate the effects of magnesium supplementation on serum magnesium and lactic acid levels in boxers. The study included 20 male athletes (experimental group: n=10; control group: n=10) with a mean age of 22.32 ± 4.21 years, operating in boxing clubs in Sakarya province. In the study, 250 mg magnesium citrate supplementation was administered daily to the experimental group during an 8-week strength training program. Body composition, serum magnesium level and blood lactate level measurements were performed on all participants as pre-test and post-test. The data were analyzed using two-way repeated measures analysis of variance (2x2 ANOVA) in the SPSS 26 program. According to the results of the study, a 2.79% increase in serum magnesium levels was observed in the experimental group, while a 2.74% decrease was observed in the control group. In addition, a 34.53% decrease in blood lactate levels was recorded in the experimental group, while a 49.31% increase was recorded in the control group. Group-time interaction was found to be statistically significant in terms of serum magnesium and blood lactate levels (p<0.05). These findings indicate that magnesium supplementation can reduce fatigue and increase athletic performance by maintaining biochemical balance during the training process.

Keywords: Magnesium supplement, lactic acid, athletes.

Received: 17.08.2025 / Accepted: 23.10.2025 / Published: 30.10.2025

<https://doi.org/10.22282/tojras.1767404>

Citation: Çavdar, M. A., Yalçinkaya, N., & Beyleroğlu, M. (2025). Sporcularda magnezyum takviyesinin serum magnezyum ve laktik asit üzerine etkisi. The Online Journal of Recreation and Sports (TOJRAS), 14 (4), 533-544.

GİRİŞ

Spor yapmak sadece fiziksel kondisyonunuzu geliştirmenin harika bir yolu değil, aynı zamanda zihninize ve bedeninize meydan okumanın eğlenceli bir yoludur. Antrenman ve yarışma stresinin fiziksel performansta geçici düşümlere ve yarışma sonrası önemli düzeyde yorgunluğa yol açtığını göstermektedir. Bu düşüşler genellikle artan kas hasarından, bağışıklık sisteminin bozulmasından, anabolik-katabolik homeostazdaki dengesizliklerden, ruh halindeki değişimden ve nöromusküler fonksiyondaki azalmadan kaynaklanmaktadır (Eriş vd., 2023; Aras, 2022).

Bu değişkenlerden kaynaklanan yorgunluğun yarışma sonrası temel değerlere dönmesi 5 güne kadar sürebilir, sık yarışmanın olduğu sporlarda (yani takım sporlarında genellikle haftada bir) zamanla kümülatif yorgunluğa neden olmaktadır. Yarışmanın neden olduğu önemli miktarda yorgunluğa ek olarak, birçok sporcu performansa önemli ölçüde katkıda bulunan çok çeşitli fiziksel nitelikleri geliştirmek için gereken çalışmanın bir sonucu olarak yorgunluk yaşamaktadırlar (Kızılca vd., 2024; Boz vd., 2023).

Yapılan bir çalışmada Nsengu-Tshibangu, (2024), boks uygulayıcılarının fizyolojisi incelemesi diyet takviyesi, kilo kontrolü, toparlanma ve yükseklik adlı çalışmasında, kinantropometrik parametreler, iskelet kası kazanımı, ergometri, sistemik tepkiler ve adaptasyonlarını araştırmışlardır. 1996 Atlanta olimpiyat oyununda vitamin kullanıcılarının çoğu boksörler olup, boksörlerde 1800 m yükseklikte 18 gün süren dayanıklılık antrenmanı sonrasında eritropoietin ve retikülosit değerlerinin arttığı, demir metabolizması parametrelerinin ve maksimum oksijen alım değerlerinin değişmediği, demir takviyesinin toplam vücut

hemoglobin değerlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Sonuç olarak yarışmalı ve yarışmasız boksörler masajdan yararlandığı, masaj, bütün bir boks performansından sonra iyileşme algısını artırdığı, yüksek düzeyde kardiyorespiratuar kondisyon, boks turları arasındaki iyileşme sürecini hızlandırdığı sonucuna varmıştır.

Optimum gelişim ve performansa ulaşmak için, bu fiziksel niteliklerin eğitilmesi ve geliştirilmesi gerekir; bu da kullanılan eğitim yüklerinin seviyesinden bağımsız olarak daha fazla yorgunluk seviyesine neden olabilmektedir. Atletik performansın en çok araştırılan alanlarının çeşitli egzersiz antrenman modlarıyla elde edilebilen gelişmelere odaklandığı, birçok profesyonel sporcunun aktif antrenmana harcadığı zamana benzer veya daha fazla zamanın toparlanmaya harcadığı olasılığına rağmen atletik performanstaki toparlanma fizyolojisinin yeterince araştırılmadığı öne sürülmektedir (Pancar vd., 2023; Duygun, 2022).

Teknolojinin gelişmesi ile yeni teknikler ortaya çıkmış ve gelişmiştir. Performans ve iyileşme bilimi elit performansı fizyolojik sınırlara yaklaştırmak için genişlemiştir. On yıllardır elit performansın ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, atletik performansın insan fizyolojisinin sınırlarına yakın olmasıyla birlikte bazı sporlarda dünya rekoru ilerlemesinin devam etmesi için teknolojik, biyomedikal veya kural değişikliklerinin gerekli olacağını göstermektedir (Şahinler vd., 2021; Balcı vd., 2020).

Profesyonel spor alanlarında, soğuk suya daldırma, kontrast banyo, masaj ve fizyoterapi, çapraz eğitim, elektrostimülasyon, beslenme ve sıvı alımı stratejileri, eğitimin değiştirilmesi, eğitim periyodizasyonu, germe,

kompresyon giysileri, tüm vücut kriyoterapisi, lazer, sauna ve diğer termal uygulamalar dahil olmak üzere birçok iyileşme yöntemi önerilmiş ve şu anda günlük uygulamada kullanılmaktadır (Şipal vd., 2023; Elidemir vd., 2022).

Amerikan Fizik Tedavi Derneği, motor fonksiyonunu, gönüllü duruşların ve hareket kalıplarının becerikli ve etkili bir şekilde varsayılması, sürdürülmesi, değiştirilmesi ve kontrol edilmesi becerisi veya gösterme yeteneği olarak tanımlamaktadır (Türkyılmaz vd., 2024; Başandaç vd., 2023).

Motor gelişim, refleksiften gönüllü ve hedef odaklı motor eylemlere evrimi içermektedir. Bu motor eylemler asla izole bir şekilde gerçekleştirilmez, her zaman değişken bir fiziksel ortamda gerçekleştirilir ve sıklıkla nesne ve sosyal etkileşim gerektirmektedir (Taati vd., 2022).

Dayanıklılık, sürekli çaba gerektiren ve 75 saniye veya daha uzun süren, tam vücut, dinamik egzersiz sırasındaki performans olarak tanımlanmaktadır. Bu tür dayanıklılık performansına kardiyorespiratuar veya aerobik dayanıklılık da denmektedir. Tek bir kasın veya kas grubunun uzun süreli veya tekrarlanan submaksimal kasılmalarını gerektiren aktiviteler sırasındaki performansa kas da dayanıklılığı denmektedir. Diğer herhangi bir fiziksel performans türü gibi, dayanıklılık performansı da çeşitli disiplin bakış açılarından değerlendirilebilir; bunların başlıcaları fizyolojik, biyomekanik ve psikolojiktir. Dayanıklılık sporları kas dayanıklılığının üst düzeyde olmasını gerektiren aktivitelerdir. Bu esas olarak aerobik aktivitelerle gerçekleştirilir (Çalap vd., 2023).

Kocahan vd., (2021), çalışmalarında basketbol antrenmanlarının basketbolcuların kreatinin, üre ve elektrolit dengesi üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma toplam 34 sağlıklı genç erkek çocuk tarafından yürütülmüş, katılımcılar rastgele kontrol grubu (n=17) ve eğitim grubu (n=17) olmak üzere 2 gruba ayrılarak antrenman gruplarına sekiz hafta boyunca haftada beş gün, ikişer saat basketbol antrenmanı yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre üre, kreatinin ve plazma mineral düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiş, Kreatinin, üre ve kan üre nitrojeni antrenmandan anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Sodyum, potasyum, fosfor, klor (p<0.05), magnezyum, kalsiyum ve demir (p<0.005) düzeyleri de antrenmandan önemli ölçüde etkilenmiştir. Düzenli egzersiz eğitimi basketbolcuların kreatinin, üre ve elektrolit dengesini etkileyerek üre, kreatinin ve plazma mineral düzeylerini artırdığı sonucuna varmışlardır.

Kaslar, maksimumun altında bir seviyede yorulmadan tekrar tekrar kasılmak üzere eğitilmektedir. Bazı dayanıklılık antrenman programları neredeyse tamamen aerobik antrenmana dayanır ve “daha fazlası daha iyidir” yaklaşımını kullanılmaktadır. Bu yaklaşım genellikle kondisyonun diğer yönlerini dışlar çünkü sporcular ve antrenörler diğer parçalara ayrılacak zamanlarının olmadığını düşünmektedirler. Dayanıklılık sporlarıyla uğraşan kişilerin çoğu eğlence amaçlı oyuncular, bu nedenle genel fiziksel uygunluk, yüksek yaşam kalitesini korumanın önemli bir parçasıdır. Birey yaşlandıkça kas gücü ve kas gücü azalmaktadır (Erdoğan vd., 2023).

Dayanıklılık eğitimi, tekrarlanan submaksimal kas kasılmaları üretme yeteneğini maksimuma çıkarır, ancak kas gücünü veya gücü korumak veya arttırmak için çok az şey yapmaktadır. Vücuttaki farklı kasların kasılma ve dayanıklılık düzeyleri farklıdır. Sürekli kullanılan kasların kuvveti ve dayanıklılığı diğer kaslara göre daha yüksektir. Kuvvet ve dayanıklılık, günlük işlerde uygun duruşun korunmasında ve yorgunluğun önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Dayanıklılık her spor dalında olduğu gibi boks sporunda da performansı etkilemektedir. Boks sporunun doğası gereği hem aerobik hem de anaerobik dayanıklılık özelliklerinin iyi geliştirilmesi gerekmektedir (Boutios vd., 2022).

Aerobik kapasite, antrenmanı uzun süre devam ettirebilme yeteneği olarak tanımlanır ve dayanıklılıkla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Aerobik kapasite aynı zamanda kasların maksimum oksijen taşıma ve oksijen kullanma kapasitesi olarak da tanımlanabilir ve kardiyovasküler sistem kapasitesinin değerli bir indeksidir. Aerobik kondisyon çoğu spor için gereklidir. Birçok spor dalında aerobik kondisyon, sporunun yüksek yoğunluklu bölümler arasındaki iyileşme hızını ve sporunun yarışmada katıldığı mesafeyi belirlemektedir. Aerobik dayanıklılık; İyi bir boksörün müsabaka sırasında yorulmaması ve daha iyi performans göstermesi açısından aerobik dayanıklılığın yüksek olması önemli bir faktördür (Türkyılmaz vd., 2024; Çöndü vd., 2018).

Chu vd., (2018) göre, Magnezyum durumu, egzersiz performansı ve fiziksel aktivite ile ilgili fizyolojik işlevlerde rol oynadığını ifade etmişlerdir. Mevcut çalışmada, egzersiz öncesi serum Magnezyum konsantrasyonu ile aerobik egzersizden sonra serum Magnezyum konsantrasyonundaki ani değişiklikler arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, başlangıç serum Magnezyum konsantrasyonu ile egzersizden hemen sonra serum Magnezyum konsantrasyonundaki değişiklik arasındaki ilişkiyi belirlemek için karışık etkili meta-regresyon modellemesi kullanan ikincil bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Meta-regresyon modelleri, tüm karşılaştırmalar dahil edildiğinde başlangıç serum Magnezyum konsantrasyonu ile egzersizden sonra serum Magnezyum konsantrasyonundaki değişiklik arasında önemli bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak egzersiz öncesi serum Magnezyum konsantrasyonu ile aerobik egzersiz seansından sonra serum Magnezyum düzeylerindeki durumunun Magnezyum konsantrasyonundaki akut değişikliklerle ilişkili olmadığını sonucuna varmışlardır.

Anaerobik dayanıklılık, vücudunuzun kısa, yoğun egzersiz patlamalarını veya yüksek yoğunluklu egzersizin sürekli bölümlerini tekrar tekrar gerçekleştirme yeteneğidir. Mümkün olduğunca 3 dakikalık bir pencere boyunca yüksek yoğunluklu çabayı sürdürme yeteneğinizdir. Anaerobik dayanıklılığınızı zorlayan egzersizler arasında 100-800 metrelik sprintler, nispeten kısa süreli dinlenme süreleriyle tekrarlanan sprintler veya 3 dakikaya kadar süren herhangi bir sürekli, yüksek yoğunluklu egzersiz bulunmaktadır (Türkyılmaz vd., 2024; Çöndü vd., 2018).

Anaerobik egzersiz, yüksek yoğunluklu aktivite için fosfajen sistemini ve hızlı glikolizi kullanmaktadır. Bu sistemlere “anaerobik sistemler” denir çünkü oksijen olmadan enerji

üretmektedirler. Oksidatif sistem ve yavaş glikoliz devreye girmeden önce 3 dakikaya kadar yüksek yoğunluklu aktiviteyi sürdürebilirler. Yapılan sporun türüne fiziksel uygunluk testlerine gelince, kas dayanıklılığını ölçen etkinlikler yüksek yoğunluklu anaerobik dayanıklılık antrenmanlarından faydalanabilmektedir (Tayech vd., 2020).

Chycki vd., (2018), çalışmasında anaerobik güç ve anaerobik kapasite, birçok spor disiplininde performansı önemli ölçüde etkilediğini, bunlar arasında atletizm, yüzme veya bisiklete binme gibi uzun süreli sprintler ve futbol veya basketbol gibi diğer yüksek yoğunluklu aralıklı sporlar yer aldığını ifade etmişlerdir. Çalışmada elit futbolcularda minerallerle zenginleştirilmiş sodyum ve potasyum bikarbonatla kronik takviyenin sürat ve sürat dayanıklılığı üzerindeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmaya 26 futbolcu ve rastgele iki gruba ayrılarak yürütülmüştür. Deney grubuna minerallerle zenginleştirilmiş sodyum bi-karbonat ve potasyum di-karbonat takviyesi yapılırken, kontrol grubuna plasebo verilmiştir. Sporcular başlangıçta ve dokuz günlük takviyeden sonra test edilmiştir. Anaerobik performans, 10 saniyelik aktif dinlenmeyle ayrılan maksimum 6X30 m sprintleri içeren tekrarlanan anaerobik sprint testi protokolü ile değerlendirilmiştir. Mevcut araştırma, dokuz günlük bir antrenman periyodu boyunca günde iki kez alınan kalsiyum fosfat, potasyum sitrat ve magnezyum sitratın yanı sıra sodyum ve potasyum bikarbonatla desteklenen elit futbolcuların anaerobik sprint testi protokolü performansında önemli bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. Anaerobik performanstaki iyileşmeler, dinlenme halindeki kan pH'sının ve bikarbonat seviyelerinin artmasından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Kas yorgunluğu, bir kasın aktivite sonucu kuvvet üretme yeteneğindeki azalma olarak tanımlanırken kas dayanıklılığı, kasın uzun bir süre boyunca bir yüke karşı tekrarlanan kasılmaları gerçekleştirme yeteneğini ifade etmektedir. Kas dayanıklılığı aynı zamanda fiziksel uygunluğun sağlıkla ilgili bileşenlerinden biridir. Oyuncu yeterli kas dayanıklılığına sahip olduğunda, pozisyonunu korurken, uzun süre bir şey taşırken veya bir hareketi yorulmadan tekrarlarken yorgunluğa direnme becerisine de sahip olmaktadır. Tekrarlanan kas aktivitesinden sonra gerekli veya beklenen gücü sürdürmemeye, çok sayıda biyolojik ve motivasyonel faktörden kaynaklanmaktadır (Arıkan vd., 2025; Çakır, 2024).

Yorgunluk, sağlıklı bireylerde motivasyonel ve psikolojik faktörlerin yanı sıra kas fibrillerinin kendisinde de ortaya çıkmaktadır. İyi motive olmuş bireylerde devam eden aktivite sırasında iskelet kası kuvveti kaybında merkezi sinir sistemi sürecinin önemli bir faktör olmadığı kanıtlanmıştır. Spor iskelet kası fonksiyonu açısından önemlidir. Bu nedenle dayanıklılık oyuncularının hem mekanik (güç çıkışı) hem de metabolik adaptasyonları sağlaması gerekmektedir. Dayanıklılık aktivitelerinin neden olduğu yorgunluk nedeniyle fiziksel kondisyonun hedefleri yorgunluğu geciktirmek ve oyuncunun yüksek yoğunluk seviyelerinde yorulmadan çalışmasına olanak sağlamaktır. Bu adaptasyonlar, antrenman seanslarının yeterli yorgunluk yaratacak kadar yoğun olması durumunda başarılabilir (Eraslan vd., 2025; Balık vd., 2024).

Liu vd., (2023), çalışmalarında yaşla birlikte kas kütlesi ve gücünde azalmanın (sarkopeni), ilerleyen yaşla birlikte kas kütlesi gücünde ve fonksiyonunda azalma ile karakterize bir sendrom olduğunu belirtmişlerdir. Sarkopeni nedeniyle yaşlı popülasyonda düşme, kırılmalık, hastaneye yatış ve ölüm riski önemli ölçüde arttığını, ilaç tedavisine ilişkin kesin bir kanıt olmamasına rağmen, direnç eğitimi sarkopeni tedavisinde birinci basamak tedavi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir ve çok sayıda çalışma aynı zamanda besin takviyesi ve direnç eğitimi kombinasyonunun sarkopenili kişilerin yaşam kalitesini iyileştirmek için daha etkili bir müdahale olduğuna işaret etmişlerdir. Hem yetersiz beslenme hem de sarkopeni olan kişilerde ölüm oranının daha yüksek olduğunu, bu nedenle yetersiz beslenme riski taşıyan kişilerin belirlenmesi ve erken müdahale edilmesinin sarkopeni ve buna bağlı sorunlardan kaçınmak için son derece önemli olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre protein, lösin gibi besin takviyelerinin keşiflerini ve gelişmelerini özetleyerek sarkopenide diyet müdahalelerine yönelik bilgiler, B-hidroksi- BSarkopeni tedavisinde metilbutirik asit, D vitamini, C vitamini, E vitamini, omega-3 yağ asitleri, kreatin, inorganik nitrat, probiyotikler, mineraller, kollajen peptidleri ve polifenollerin önerilebileceği sonucuna varmışlardır.

İster boksör olmak için ister sadece daha iyi bir forma girmek için antrenman yapın, fitness'ın temelleri aynıdır. Gücünüzü geliştirmek istiyorsanız, odak noktanız ağırlık kaldırmak olmalıdır. Kondisyonunuzu geliştirmek istiyorsanız, odak noktanız kardiyovasküler egzersizler yapılmalıdır. Bir boksör olarak performansınızı artırmak için gücünüzü ve kondisyonunuzu geliştirmek istiyorsanız, şiddetle tavsiye ettiğimiz bazı özel boks kondisyon egzersizleri bulunmaktadır. Bunlardan bazıları sadece vücut ağırlığınızı kullanırken, bazıları da belirli ekipmanları kullanılmaktadır. Her yumruk, vücudumuzun hareketi ve her hareketin kullandığı kaslar nedeniyle kuvvetin nasıl üretildiği açısından benzersizdir (Akbaş vd., 2024; Yıldız vd., 2023).

Baranauskas vd., (2018b), çalışmalarında Litvanyalı yüksek performanslı basketbolcuların kuvvet antrenmanı için tasarlanan mezo-döngü antrenmanları sırasında diyetteki asit-baz dengesini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Genel hazırlık döneminde, haftada 6 gün, günde ortalama 197,9±58,7 dakika antrenman yapan, 18,0±1,9 yaşındaki Litvanya Olimpiyat Takımı basketbolcuları (n=52) teste tabi tutulmuştur. Sporcuların vücut kompozisyon analizi biyoelektrik empedans analizi yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar, yüksek proteinli diyet protein alımı 1,8-2,0 g/kg vücut ağırlığını karşıladığını tespit etmişlerdir. Basketbolcuların beslenme alışkanlıkları değiştirilmesi ve sporcuların önemli ölçüde daha fazla taze meyve ve sebze tüketmeleri veya normal diyetlerini sodyum bikarbonat ve beta-alanin diyet takviyeleri ile zenginleştirmeleri gerektiği sonucuna varmışlardır.

İskelet (kemikler, bağlar, tendonlar ve kıkırdak içerir) ve ona bağlı kaslar kas-iskelet sistemini oluşturmaktadır. Vücuda temel yapısını, duruşunu ve hareket etme yeteneğini vermektedir. Temel yapısal rolüne ek olarak, vücuttaki daha büyük kemikler, kan hücrelerinin oluştuğu kemik iliğini içermektedir. Ayrıca, tüm kemikler kalsiyum ve fosfor için önemli depolama alanlarıdır (Bektaş vd., 2024).

Koury vd., (2018) yapmış oldukları çalışmada, kırk erkek ergen futbol sporcusunda vücut kompozisyonu, iskelet olgunluğu ve Magnezyum biyokimyasal endekslerinin faz açısı ve biyoelektrik empedans parametreleriyle ilişkisini değerlendirmişlerdir. Plazma ve eritrosit Magnezyum konsantrasyonları kemik yaşına göre sınıflandırılan ergenler arasında daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, kemik yaşının ve Magnezyum eritrositinin genç erkek futbol sporcularında plazma ve eritrosit Magnezyum konsantrasyonları değerlerine katkıda bulunduğunu ve grupların iskelet olgunluk durumundan etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Kaslar, solunum sistemini çalıştırmaya ve vücut sıcaklığını korumaya yardımcı olmak için kasılmaktadır. İskelet kasları, kasın her iki ucundaki kemiğe bağlanır. Bağ dokusu, bir kası oluşturmak için bir araya gelen bireysel kas liflerinin toplanması boyunca uzanmaktadır. Bu bağ dokusu, kası kemiğe bağlayan tendonları oluşturmaktadır. Miyotendinöz bağlantı, kemikler arasında bir çekme kuvvetinin yaratılmasını sağlamaktadır (Erdemir vd., 2023).

Długołęcka vd., (2022), çalışmasında ağırlık taşıyan ve ağırlık spor aktiviteleri yapan erkek sporcuların yanı sıra antrenmansız erkeklerde kemik mineral içeriğini ve kemik mineral yoğunluğunu değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya 20-23 yaş arası 140 erkek dahil edilmiş çalışma grubunu güreşçiler, futbolcular, bisikletçiler ve antrenmansız erkekler oluşturmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre güreşçilerin kemik kütlesiyle ilgili en yüksek düzeyde parametre sergilediğini bu grupta ortalama değerlerin, popülasyonun en yüksek kemik kütlesiyle karşılaştırıldığında bisikletçilere ve kontrol grubundaki erkeklerle göre anlamlı derecede yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuçlar kemik patolojisinin gelişmesine yatkın spor yapan sporcuların ayrıca kemik mineralizasyonunu destekleyecek ve gelecekte osteoporozu önleyecek egzersizler yapması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Kas kasılmaları, kasılma sırasında kasın uzunluğunda meydana gelen değişikliklerle tanımlanmaktadır. İzotonik kasılmalar kasın uzunluğunu değiştirerek kuvvet oluşturur ve konsantrik veya eksantrik kasılmalar olabilmektedir. Konsantrik kasılma kasların kısalmasına neden olur ve bu sayede kuvvet üretilmektedir (Sudijandoko vd., 2024).

Razavi-Dehkordi (2020), çalışmasında magnezyum takviyelerinin aktif erkeklerde kas kuvveti üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Örnekler iki gruba ayrılarak deney grubuna magnezyum takviyeleri (al-Hawi Company tarafından üretilen 47 mg kalsiyum ve 250 mg magnezyum oksit içeren) verilmiş ve kontrol grubuna takviyelere tamamen benzeyen plasebo verilmiştir. Tabletler her deneye ayrı ayrı verilerek ve kuvvet antrenmanı öncesi alınmış ve takviyeler bir bardak su ile tüketilmiştir. Araştırmanın istatistiksel popülasyonu, Shahre Kord spor kulüplerinde haftada üç gün düzenli olarak kesi yapan 40 katılımcı erkek vücut geliştirici sporcuları ile yürütülmüştür. Bulgular, kol kas kuvveti ve göğüs kas kuvveti ile ilgili ölçümlerden birinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olduğunu, kas kuvveti ve üst vücut direnci ile ilgili ölçümlerde ise iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını tespit etmişlerdir. 8 hafta boyunca magnezyum takviyesinin vücut geliştirici sporcunun el ve göğüs kaslarının kuvveti

üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ve Magnezyum takviyesi erkeklerde üst vücut kaslarının gücünü etkilediği sonucuna varmışlardır.

Yukarıda verilen bilgiler bağlamında bu çalışmada sporculara magnezyum takviyesinin serum magnezyum ve laktik asit üzerine etkisinin neler olduğunun ortaya koymak ve bir sonraki araştırmalara kaynak olması açısından önem arz etmektedir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli: Bu çalışmada, deney ve kontrol grubu karşılaştırmasına dayalı ön test-son test deseninde nicel bir araştırmadır (Karasar, 2011). Araştırmada, magnezyum takviyesinin fizyolojik performans değişkenleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, 18-25 yaş aralığında profesyonel olarak boks yapan erkek sporcuların oluşan toplam 20 kişi (10 deney grubu, 10 kontrol grubu) yer almıştır. Deney grubuna 250 mg dozunda magnezyum sitrat içeren kapsül formunda takviye uygulanmıştır. Araştırmanın amacı, sporculara magnezyum takviyesinin serum magnezyum ve laktik asit üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma kapsamında, ön test ve son test ölçümleri alınarak vücut kompozisyonu ve çeşitli fizyolojik parametrelerdeki değişimler değerlendirilmiştir. Bu amaçla, tekrarlı ölçümlerle iki yönlü (2x2) varyans analizi kullanılarak gruplar arası ve zaman içindeki farklar istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, araştırma gruplarının zamana bağlı yüzde değişim oranları " $\% \Delta = (\text{Son test} - \text{Ön test}) / \text{Ön test} \times 100$ " formülü ile hesaplanmıştır. Değerlendirilecek biyokimyasal parametreler arasında Magnezyum serum ve Kan Laktat düzeyleri yer almaktadır. Bu parametreler aracılığıyla magnezyum takviyesinin sporculara vücut kompozisyonu ve fizyolojik fonksiyonlar üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Tüm katılımcılara çalışmanın içeriği ve amacı hakkında detaylı bilgi verilip, bilgilendirilmiş gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Bu araştırma için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi'nden E26428519-050.99-161791 etik kurul onayı ile Helsinki Bildirgesi'ne uygun şekilde yürütülmüştür.

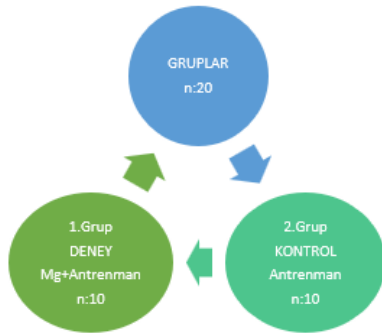
Araştırmanın Amacı: Bu çalışmada sporculara magnezyum takviyesinin serum magnezyum ve laktik asit üzerine etkisinin neler olduğunun ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Araştırma Grubu: Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 yılları arasında Sakarya ilinde faaliyet gösteren boks kulüplerine devam eden, yaş ortalaması 22.32 ± 4.21 , boy ortalaması 175.50 ± 6.56 , vücut ağırlığı $11,84 \pm 4,73$ olan, aktif olarak boks yapan 20 erkek gönüllü sporcu oluşturmaktadır. Katılımcılar, rastgele atama yöntemiyle deney (n=10) ve kontrol (n=10) gruplarına ayrılmıştır. Grupların oluşturulmasında, araştırmanın başlangıcında sporcuların vücut kompozisyonu, serum magnezyum düzeyleri ve laktik asit düzeylerini belirlemeye yönelik ön testler uygulanmış; elde edilen veriler doğrultusunda gruplar denkleştirilmiş ve ardından yansız atama yöntemi kullanılmıştır. Olası sporcu kayıplarına karşı önlem olarak, çalışmaya 4 yedek gönüllü sporcu (deney grubu için n=2, kontrol grubu için n=2) daha dâhil edilmiştir. Bu yedek katılımcılar için de aynı ön testler uygulanarak vücut kompozisyonu ve kas hasarı düzeyleri belirlenmiş ve

eşleştirme sürecinin ardından yansız atama ile ilgili gruplara yönlendirilmişlerdir. Araştırma kapsamında değerlendirmeye alınacak parametreler gruplandırılarak, her bir parametreye ait alt değişkenler tablo halinde sunulmuştur.

1. Deneysel Grubu: Bu grup, araştırmanın temel hipotezlerinin test edilmesini amaçlayan gruptur. Deneysel grubundaki katılımcılardan, sekiz haftalık planlanmış antrenman programına eksiksiz katılım göstermeleri ve araştırma süresince kendilerine verilen magnezyum takviyesini düzenli olarak kullanmaları beklenmektedir.

2. Kontrol Grubu: Kontrol grubu, araştırmanın karşılaştırmalı değerlendirme yapılmasına olanak sağlayan referans grubudur. Bu gruptaki katılımcılar da aynı sekiz haftalık antrenman programına tabi tutulmuş; ancak herhangi bir magnezyum takviyesi uygulanmamıştır. Araştırmaya dahil edilecek katılımcılar aşağıdaki Şekil 1'de ki gibi gruplandırılmıştır.



Şekil 1. Araştırmada katılımcıların gruplandırma bilgisi

Verilerin Toplanması

Bioelectrical Impedance Analysis (Vücut Kompozisyonu): Çalışmada vücut bileşimini değerlendirmek için kullanılan pratik, invaziv olmayan ve yaygın bir yöntem olan özellikle yağsız vücut kütlesi, vücut yağı yüzdesi, toplam vücut suyu ve kas kütlesi gibi parametrelerin tahmin edilmesinde kullanılan vücut kompozisyonu yöntem ve araçları kullanılacaktır (Kyle vd., 2004). Bu çalışmaya, yaş ortalaması 22.32 ± 4.21 yıl, boy uzunluğu ortalaması 175.50 ± 6.56 cm ve vücut ağırlığı ortalaması 71.84 ± 4.73 kg olan, 18–25 yaş aralığında profesyonel düzeyde boks yapan erkek sporculardan oluşan toplam 20 gönüllü katılmıştır. Katılımcılar rastgele yöntemle iki gruba ayrılmış olup, deney grubunda 10, kontrol grubunda ise 10 sporcu yer almıştır. Deneysel gruba, kuvvet antrenmanı ile birlikte kullanılan magnezyum takviyesinin boksörlerde serum magnezyum düzeyi ve kas hasarı üzerindeki potansiyel etkileri göz önünde bulundurularak, günde bir kez 250 mg dozunda magnezyum sitrat içeren kapsül formunda oral takviye uygulanmıştır (Volpe, 2013; Nielsen vd., 2006). Araştırma süresince, vücut kompozisyonuna ilişkin değişimlerin değerlendirilmesinde bioelektrik impedans analizi (BIA) cihazı kullanılmıştır. Bu yöntem, yağsız vücut kütlesi (FFM), yağ kütlesi (FM) ve vücut yağ yüzdesi (BF%) gibi parametrelerin hızlı ve non-invaziv bir biçimde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Kyle vd., 2004). Ölçümler, sabah saatlerinde, açlık durumunda ve katılımcıların idrarlarını boşaltmalarını

takiben, standart prosedürlere uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak, değerlendirme sürecinde antropometrik dijital baskül ve esnek mezura kullanılarak alınmıştır. Bu verilerden vücut kitle indeksi (VKİ) hesaplanmıştır (kg/m^2). Elde edilen veriler, deneysel müdahalenin vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla istatistiksel analizlere tabi tutulmuş sonuçlardan vücut ağırlığının doğru tahmini için 250 gr dara olarak çıkarılmıştır.

Boy Uzunluklarının Ölçümü (Vücut Kompozisyonu):

Araştırma grubunu, yaş ortalaması 22.32 ± 4.21 , boy ortalaması 175.50 ± 6.56 , vücut ağırlığı 11.84 ± 4.73 olan, 18–25 yaş aralığında profesyonel düzeyde boks yapan erkek sporculardan oluşan toplam 20 gönüllü birey ($n=20$) oluşturulan katılımcıların, boy uzunluğu ölçümü, antropometrik değerlendirme kapsamında, uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, katılımcıların boy uzunluğu, sabah saatlerinde, aç karnına ve yalın ayak şekilde, düz bir zemine yerleştirilmiş stadyometre (seca 213 veya eşdeğeri) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm sırasında katılımcılar, Frankfurt düzlemine uygun olarak başları nötral pozisyonda, vücutları dik ve topuklar bitişik olacak şekilde pozisyonlandırılmış, ölçümler, iki farklı araştırmacı tarafından bağımsız olarak yapılacak ve ölçümler arasındaki fark ± 0.5 cm'den fazla olması durumunda üçüncü bir ölçüm alınarak nihai değer ortalama alınmıştır. Bu yöntem, antropometrik ölçümlerde güvenilirliği artırmak amacıyla tercih edilmektedir (Norton vd., 1996).

Laktat Birikiminin Hesaplanması (Sportif Performans):

Katılımcıların Wingate testleri esnasındaki kan laktat birikimlerini belirlemek amacıyla hem ön test hem de son test için test başlamadan ve test sonlandırıldıktan sonra parmaklarından alınan kan örnekleri ile kan laktat ölçümleri yapılmıştır. Her oturum için (ön test-son test) test sonrası elde edilen laktat düzeyi test öncesi laktat düzeyinden çıkartılarak laktat birikim düzeyi hesaplanmıştır. Son testlerde, deneklerin ilk testteki bitiriş sürelerinde tekrar laktat ölçümü alınıp ve iki ölçüm arasındaki laktat birikim farkları analiz edilip kan laktat ölçümleri Lactate Scout (LS, SensLab GmbH, Germany) marka laktat analizörü ile ölçülmüştür (Tarsitano vd., 2024). Çalışmada laktat seviyelerini belirlemek için deneklerden, ön testler son testlerden sonra parmaklarını uç kısımlarından laktat ölçümleri yapılmıştır.

Kan Plazma Ölçümleri (Fizyolojik Parametreler):

Araştırmaya katılan sporculardan, ön kol venöz bölgesinden, uygun sterilizasyon koşulları sağlanarak, uzman sağlık personeli eşliğinde kan örnekleri alınmıştır. Örneklemeye işlemi sırasında antikoagülan içermeyen tüpler kullanılarak her katılımcıdan 5 mL venöz kan toplanmıştır. Alınan kan örnekleri, hemolize neden olmadan oda sıcaklığında bekletildikten sonra, 1500 g'de 10 dakika süreyle santrifüj edilerek serum fazı ayrıştırılmıştır. Elde edilen serum örnekleri steril eppendorf tüplere transfer edilerek analizler gerçekleştirilinceye dek -80 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Analiz öncesinde tüm serum örnekleri, oda sıcaklığına ulaştırılacak; santrifüj sonrası oluşabilecek çökelmeleri önlemek ve homojenizasyonu sağlamak amacıyla tüpler dikkatlice çevrilerek karıştırılmıştır. Bu süreçte herhangi bir mekanik karıştırıcı kullanılmadan

örneklerin fiziksel bütünlüğü korunmuştur. Serum örneklerine ait biyokimyasal analizler, Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarında veriler analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında değerlendirilecek biyokimyasal parametreler şunlardır. Serum Magnezyum ve Kan Laktat düzeyleri olan parametreler, sporcularda uygulanan antrenman veya takviye protokollerinin fizyolojik etkilerini değerlendirmek amacıyla seçilmiştir. Özellikle kas hasarı, hücre membran bütünlüğü ve elektrolit dengesine ilişkin biyobelirteçlerin düzeyleri, organizmanın egzersize verdiği yanıtı objektif olarak değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (Domínguez vd., 2018). Tablo 1'de biyokimya analiz parametreleri verilmektedir.

Tablo 1. Biyokimya analiz parametreleri

Parametre	Referans aralık
Kan Laktat	135-225
Magnezyum	1,70-2,50

Magnezyum Takviyesi: Bu çalışmada yer alan katılımcıların ön test aşamasında kan plazmalarındaki magnezyum düzeyleri biyokimyasal analizler yoluyla tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda, bireysel farklılıklar göz önünde bulundurularak magnezyum takviyesinin fizyolojik olarak güvenli ve etkili aralıkta uygulanması hedeflenmiştir. Literatürde yetişkin bireyler için önerilen günlük magnezyum alım miktarı, cinsiyet, yaş ve fiziksel aktivite düzeyine bağlı olarak 200 ila 350 mg arasında değişmektedir (Institute of Medicine, 1997; EFSA, 2015). Sporcularda ise artan metabolik talep nedeniyle magnezyum gereksiniminin bu aralığın üst sınırına yakın ya da bir miktar üzerinde olması gerektiği bildirilmektedir (Volpe, 2015). Bu doğrultuda, çalışmada kullanılacak magnezyum takviyesi, 250 mg'lık kapsül formunda ve biyoyararlanımı yüksek bir form olan magnezyum sitrat (magnesium citrate) şeklinde uygulanmıştır. Magnezyum sitrat, organik magnezyum tuzları arasında çözünürlüğü ve emilim oranı en yüksek olanlardan biridir (Walker vd., 2003; Coudray vd., 2005), bu nedenle sportif performans ve fizyolojik denge üzerinde daha etkili sonuçlar verebileceği öngörülmektedir. Araştırma süresince kullanılan magnezyum takviyesi, yalnızca magnezyum sitrat içeren ve başka aktif madde ya da katkı maddesi içermeyen saf kapsül formundadır. Takviye dozu, bireysel plazma düzeyleri dikkate alınarak belirlenen sabit bir protokol çerçevesinde tüm katılımcılara standart olarak uygulanmıştır. Tablo 2'de magnezyum kapsül içeriği verilmektedir.

Tablo 2. Magnezyum kapsül içeriği

İçindekiler: Her bir tablette;
Magnezyum (Sitrat) : 250 mg
Şeker, tuz, maya, soya, mısır, gluten ve süt ürünleri gibi potansiyel alerjenler içermez. Sentetik renklendirici, koruyucu ve tatlandırıcı kullanılmamıştır.

Beslenme Müdahalesi: Katılımcıların bireysel enerji ve sıvı gereksinimleri yaş, cinsiyet, boy ve vücut ağırlıkları dikkate alınarak uzman diyetisyen tarafından belirlenecek ve kişiye özel beslenme programları oluşturulmuştur. Diyet içerikleri,

sağlıklı beslenme ilkeleri doğrultusunda günlük enerjinin %55-60'ı karbohidratlardan, %25'i yağlardan ve %15-20'si proteinlerden gelecek şekilde planlanmıştır. Ancak boksörlerde sporcu beslenmesine uygun olarak bu oranlar karbohidrat %50, protein %20, yağ %30 şeklinde düzenlenmiştir. Ölçümler, biyoelektrik empedans analizi (BIA) yöntemi ile iki kompartmanlı zayıf elektrik akımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. BIA ölçümleri öncesi katılımcılara aşağıda belirtilen standart hazırlık koşulları bildirilmiştir (Kyle vd., 2004).

- Ölçümden 4 saat önce ağır fiziksel aktivite yapılmaması,
- Ölçümden 24 saat önce alkol alınmaması,
- En az 3 saatlik açlık süresine uyulması,
- Ölçüm öncesinde sıvı tüketiminin (su dahil) sınırlandırılması,
- Testten 4 saat önce kafeinli ve gazlı içecek tüketilmemesidir.

Ölçüm ve diyet planlamasının tamamlanmasını takiben, antrenman süreci başlatılmıştır. Her iki haftada bir ölçüm cihazı ile vücut kompozisyonu (vücut ağırlığı, %yağ, %kas, %TBW, BKİ) yeniden değerlendirilerek, bireysel farklılıklara göre diyet programlarında güncellemeler yapılmıştır. Sekizinci haftanın ardından son bir haftalık gözlem ve nihai ölçümlerin gerçekleştirilmesiyle çalışma tamamlanacak, elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilerek yorumlanacak ve diyetisyen görüşleriyle desteklenmiştir.

Antrenman Planı: Bu çalışma, yaş ortalaması 22.32 ± 4.21 , boy ortalaması 175.50 ± 6.56 , vücut ağırlığı $11,84 \pm 4,73$ olan, 18–25 yaş aralığında profesyonel düzeyde boks yapan erkek sporculardan oluşan toplam 20 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar rastgele atama yöntemiyle 10 kişilik deney ve 10 kişilik kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Tüm katılımcılara, Amerikan Spor Hekimliği Koleji (American College of Sports Medicine - ACSM) tarafından 2013 yılında yayımlanan egzersiz testleri ve reçetelendirme ilkeleri doğrultusunda (ACSM, 2013) 8 haftalık bir kuvvet antrenmanı programı uygulanmıştır. Deney grubuna uygulanan kuvvet antrenmanı programı, ısınma, ana kuvvet egzersizleri ve soğuma bölümlerini içermektedir. Egzersiz yoğunluğu, bireysel 1 tekrar maksimum (1RM) değerlerinin %60–80'i arasında olacak şekilde belirlenmiş ve antrenman yüklenmeleri haftalık ilerlemeli olarak düzenlenmiştir. Kontrol grubuna ise yalnızca mevcut antrenman programları doğrultusunda rutin teknik-taktik boks çalışmaları uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında hazırlanan antrenman protokolü, kuvvet gelişimini desteklemeyi, vücut kompozisyonunu optimize etmeyi ve sporcuların performans kapasitelerini artırmayı amaçlamaktadır. ACSM'nin kuvvet antrenmanına ilişkin bilimsel temelli önerileri doğrultusunda yapılandırılan program, özellikle sporcularda nöromusküler adaptasyon, kas kuvveti ve dayanıklılığı üzerindeki etkilerin araştırılması açısından literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir (ACSM, 2013; Ratamess, 2012). Antrenman planı detayları Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Antrenman planı

	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA	5.HAFTA	6.HAFTA	7.HAFTA	8.HAFTA
Özel Kuvvet Antrenmanı	Kuvvette Devamlılık	Kuvvette Devamlılık	Kuvvette Devamlılık	Kuvvette Devamlılık	Kuvvette Devamlılık	Kuvvette Devamlılık	Kuvvette Devamlılık	Kuvvette Devamlılık
Dinlenme	her 6 rauntta 3dk/1dk	her 6 rauntta 3dk/1dk	her 6 rauntta 3dk/1dk	her 6 rauntta 3dk/1dk	her 6 rauntta 3dk/1dk	her 6 rauntta 3dk/1dk	her 6 rauntta 3dk/1dk	her 6 rauntta 3dk/1dk
Antrenmanın şiddeti	%40-50	%50-58	%58-66	%66-75	%75-83	%83-91	%91-100	%100 ve üzeri
Antrenman Süresi	30dk	30dk	30dk	30dk	30dk	30dk	30dk	30dk

Grupların Güç Analiz Değerlendirilmesi: Araştırmanın genellenbilmesi için güç analiz değerlendirilmesi yapılmıştır. Grupların (Deney ve Kontrol) vücut kompozisyonu, serum magnezyum ve laktata ilişkin parametreler arasında orta bir etki büyüklüğü ($f=0,40$) oluşacağı beklentisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması için gerekli toplam sayının en az 18 her grup için ise 9 kişi olarak belirlenmiştir ($q=0,05$; $\alpha=0,95$). Güç analizi Gpower 3.91 yazılımında yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz: Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, IBM SPSS Statistics 24.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizine geçilmeden önce, değişkenlerin normallik dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Normallik varsayımı sağlandığı takdirde parametrik test yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, her iki gruba (deney ve kontrol) ait ölçümler için tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama ve standart sapma olarak rapor edilmiştir. Deney ve Kontrol gruplarının ön test ve son test ölçüm değerleri arasındaki etkileşimi ve zamana bağlı değişimleri değerlendirmek amacıyla 2 (Grup: Deney-Kontrol) x 2 Araştırmanın birinci alt problem başlığı altındaki, birinci alt problemini Deney ve Kontrol gruplarında yer alan sporcuların ön test-son test Vücut Ağırlığı düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır? sorusu oluşturmaktadır. Katılımcıların vücut kompozisyonu incelendiğinde, vücut ağırlıkları bakımından grup*zaman etkileşimi arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir

(Zaman: Ön test - Son test) faktörlü tekrarlı ölçümler için iki yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Bu analiz yöntemi, hem zamana bağlı değişimlerin hem de grup faktörünün etkisini ve olası etkileşimlerini istatistiksel olarak ortaya koymaya olanak sağlamaktadır (Field, 2013; Tabachnick vd., 2019). İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir. Gerekli görüldüğü durumlarda etki büyüklüğü değerleri de hesaplanarak, bulunan farkların pratik/klinik önem düzeyleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, grupların zamana bağlı değişimlerinin yüzdesel karşılaştırmalarını gerçekleştirmek amacıyla her birey için değişim yüzdesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \Delta = [(Son\ Test\ Değeri - Ön\ Test\ Değeri) / Ön\ Test\ Değeri] \times 100.$$

Bu hesaplama, ilgili değişkenlerde gözlemlenen ilerleme ya da gerilemenin görece büyüklüğünü ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır.

BULGULAR

($F=,065$; $p=,801$). Gruplar arasındaki fark incelendiğinde de istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($F=,569$; $p=,457$). Son olarak ölçüm zamanları bakımından incelendiğinde ise vücut ağırlığı ön test-son test değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($F=,087$; $p=,770$). Tablo 4’de katılımcıların vücut kompozisyon değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4. Katılımcıların vücut kompozisyon değerleri

Yaş	Boy	Vücut Ağırlığı(kg)	Vücut Yağ(%)	Vücut Kas(%)	Vücut Sıvı(%)	Beden Kitle İndeksi(%)
$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$
22,32 ± 4,21	175,50 ± 6,56	68,45 ± 10,55	11,84 ± 4,73	53,63 ± 7,91	39,92 ± 5,70	22,83 ± 2,91

Tablo 4’de katılımcıların vücut kompozisyonuna ilişkin değerleri incelendiğinde; yaş ortalamasının 22,32 ± 4,21, boy ortalamasının 175,50 ± 6,56, vücut ağırlığı ortalamasının 68,45 ± 10,55, vücut yağ ortalamasının 11,84 ± 4,73, vücut kas ortalamasının 53,63 ± 7,91, vücut sıvı ortalamasının 39,92 ± 5,70 ve beden kitle ortalamasının 22,83 ± 2,91 olduğu tespit edilmiştir.

4,73, vücut kas ortalamasının 53,63 ± 7,91, vücut sıvı ortalamasının 39,92 ± 5,70 ve beden kitle ortalamasının 22,83 ± 2,91 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların gruplara ve ölçüm zamanlarına göre Magnezyum değerlerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	N	Ön Test	Son Test	Toplam	%Δ	F	P
			$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$			
Magnezyum (Mg)	Deney	10	1,79 ± 18	1,84 ± 16	1,80 ± 01	2,79	3,432	,061
	Kontrol	10	1,82 ± 14	1,77 ± 11	1,83 ± 04	-2,74		
	Toplam	20	1,81 ± 16	1,85 ± 13				
			F=,342; p=,532			Grup X Zaman etkileşimi F=33,832; p=,000		

Tablo 5’de katılımcı boksörlerin serum magnezyum düzeyleri incelendiğinde, grup*zaman etkileşimi açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($F=33.832$; $p=0.000$). Gruplar arası farklılık ise sınırdan anlamlılık göstermektedir ($F=3.432$; $p=0.061$). Zaman faktörü açısından ön test ile son

test karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($F=0.342$; $p=0.532$). Yüzdelerik değişim açısından deney grubunda %2.79’luk artış, kontrol grubunda ise %2.74’lük azalma gözlenmiştir.

Tablo 6. Katılımcıların gruplara ve ölçüm zamanlarına göre Kan Laktat değerlerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	N	Ön Test	Son Test	Toplam	%Δ	F	P
			$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$			
Kan Laktat (mmol)	Deney	10	5,01±1,42	3,28±1,33	4,14±1,37	-34,53	36,542	,000
	Kontrol	10	4,38±1,12	6,54±2,29	5,46±1,70	49,31		
	Toplam	20	4,69±1,27	4,91±1,81				
			F=4,284; p=,021			Grup X Zaman etkileşimi F=39,315; p=,000		

Tablo 6’da katılımcı boksörlerin kan laktat düzeylerine ilişkin analizlerde, grup*zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=39.315$; $p=0.000$). Gruplar arası fark anlamlıdır ($F=36.542$; $p=0.000$); zaman etkisi açısından da ön test ile son test ölçümleri arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($F=4.284$; $p=0.021$). Yüzdelerik değişim açısından, deney grubunda %34.53’lük bir azalma, kontrol grubunda ise %49.31 oranında artış saptanmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, deney ve kontrol grubu karşılaştırmasına dayalı ön test-son test deseninde nicel bir araştırmadır. Araştırmada, magnezyum takviyesinin fizyolojik performans değişkenleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, yaş ortalaması 22.32 ± 4.21 , boy ortalaması 175.50 ± 6.56 , vücut ağırlığı $11,84 \pm 4,73$ olan, 18–25 yaş aralığında profesyonel olarak boks yapan erkek sporculardan oluşan toplam 20 kişi (10 deney grubu, 10 kontrol grubu) yer alacaktır. Deney grubuna 250 mg dozunda magnezyum sitrat içeren kapsül formunda takviye uygulanacaktır. Araştırmanın amacı, sporcularda magnezyum takviyesinin serum magnezyum ve laktik asit üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma kapsamında, ön test ve son test ölçümleri alınarak vücut kompozisyonu ve çeşitli fizyolojik parametrelerdeki değişimler değerlendirilmiş tüm katılımcılara gönüllü onam formu imzalatılmıştır.

Magnezyum, protein sentezi, sinir ve kas sistemlerinin işleyişi, kan basıncı ve glisemi düzenlenmesi, kemik metabolizması için gerekli olan birçok enzimatik sistemde yer alan bir yardımcı faktördür. Genel popülasyonda düşük diyetle magnezyum alımı çok yaygındır. Ek olarak, hipomagnezemiye daha yatkın olan nüfus kategorileri bulunmaktadır. En iyi sporcular, artan idrar ve terleme kayıpları ve ağır sıklet disiplinlerinde ise azalan diyet alımı nedeniyle magnezyum eksikliğine yatkın bir nüfus kategorisini temsil etmektedir. Birçok çalışma, magnezyumun atletik performanstaki rolünü desteklemekte ve magnezyumun fiziksel dayanıklılığı artırdığını ve magnezyum açısından zengin bir diyetle sahip olan veya magnezyum takviyesi alan sporcularda kuvvet endekslerini ve kas metabolizmasını iyileştirdiğini göstermektedir.

Çalışma kapsamında katılımcıların fizyolojik performanslarını yansıtan biyokimyasal göstergelerden biri olan serum magnezyum düzeyleri değerlendirildiğinde, grup*zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu saptanmıştır ($F=33.832$; $p=0,00$). Bu bulgu, farklı grupların zaman içerisindeki değişimlerinin birbirinden anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermektedir. Ayrıca gruplar arası genel karşılaştırma sonucunda da

anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($F=3,432$; $p=0,011$), bu da müdahale uygulanan grubun magnezyum düzeylerinde kontrol grubuna kıyasla farklı bir düzeyde değişim yaşadığını desteklemektedir. Deney ve kontrol gruplarındaki boksörlerin serum magnezyum değerlerinin yüzdelerik değerlerine bakıldığında deney grubunda yer alan boksörlerin %2,79 oranında artış olduğu, kontrol grubundaki boksörlerin yüzdelerik %-2,74 değerlerinde ise düşüş olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, literatürde magnezyumun egzersiz performansı ve kas fonksiyonları üzerindeki etkilerini ele alan çalışmalarla örtüşmektedir. Özellikle magnezyumun enerji metabolizmasında, kas kontraksiyonunda ve elektrolit dengesinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Nielsen vd., 2006; Volpe, 2015). Magnezyum takviyesinin, özellikle yoğun fiziksel aktivite dönemlerinde, sporcularda yetersizliklerin önüne geçerek performansını desteklediği gösterilmiştir (Golf vd., 1998). Çalışmamızda da takviye uygulanan grupta gözlenen anlamlı değişim, magnezyumun bu fizyolojik rollerini desteklemekte ve muhtemelen boks gibi yüksek yoğunluklu sporlarda ihtiyaç duyulan mineral dengesinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Ancak tüm katılımcılar genelinde zamana bağlı anlamlı bir değişimin görülmemesi, bu etkinin yalnızca müdahaleye maruz kalan grupta belirginleştiğini ve bireysel fizyolojik farklılıkların etkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, magnezyumun etkisinin değerlendirilmesinde yalnızca zaman değil, bireyin mevcut mineral durumu, egzersiz yoğunluğu ve diyet gibi faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmalıdır. Zhang vd., (2017), Magnezyum tedavi grubunda plazma glikoz seviyesinde çarpıcı bir artış olduğunu, bu da egzersiz sırasında yükselmiş glikoz bulunduğunu dahası, Magnezyum takviyesinin kanda laktat birikimini azalttığı ve dolayısıyla kas yorgunluğunu geciktirdiğini tespit etmişlerdir. Magnezyum tedavi grubu ve kontrol grubundakiler ile karşılaştırıldığında yüzme süresinde önemli bir uzama olduğunu gözlemlemişlerdir. Özellikle, Magnezyum takviyesinin plazma glikozunu egzersiz sonrası nispeten yüksek bir seviyede tuttuğu bu da Magnezyumun kas dokusunun iyileşmesine yardımcı olabileceği sonucuna varmışlardır. Bu kapsamda çalışmada bir kuvvet antrenmanı programındaki deney ve kontrol grubunda bulunan boksörlerin, optimum olmayan veya hatta eksik bir Magnezyum durumunun, etkisiz enerji metabolizmasına ve azalmış dayanıklılığa yol açabileceği sonucunu desteklemektedir.

Magnezyum, enerji üretimi ve depolanması, nöronal ve vazomotor aktivitenin kontrolü, kardiyak uyarılabilirlik ve kas kasılmasında rol oynayan farklı biyokimyasal reaksiyonlardan sorumlu bir mikro besin ve hücre içi katyondur. Magnezyum eksikliği fiziksel performansın

bozulmasına neden olabilmektedir. Dahası, magnezyum antrenmandan sonra gecikmiş başlangıçlı kas ağrısında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, fiziksel olarak aktif bireyler ve spor uzmanları magnezyum takviyesine dikkat etmeli gerekmektedir.

Çalışmada katılımcıların sportif performansları incelendiğinde, kan laktat değerleri bakımından grup*zaman etkileşimi arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığın olduğu gözlemlenmiştir (F=39,315; p=,000). Deney ve kontrol grupları arasındaki farklılıklara bakıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır (F=36,542; p=,000). Deney ve kontrol gruplarının son ölçüm zamanlarına bakıldığında ise kan laktat verilerinin ön test-son test değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıkların olduğu sonucuna varılmıştır (F=4,284; p=,021). Deney ve kontrol grubundaki boksörlerin kan laktat değerleri yüzdeler açısından incelendiğinde deney grubunda yer alan boksörlerin %-34,53 yüzdeler oranlarında düşüş olduğu, kontrol grubundaki boksörlerin ise kan laktat değerleri yüzdelerinde ise %49,31 artış olduğu sonucuna varılmıştır. Uygulanan kuvvet antrenmanları sürecinde Magnezyumun bu kapsamda deney ve kontrol grubundaki boksörler arasında sportif performansı desteklediği ve artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, literatürde kan laktat performansı ve kas fonksiyonları üzerindeki etkilerini ele alan çalışmalarla örtüşmektedir. Tarsitano vd., (2024), fiziksel aktiviteden sonra, hücre dışı sıvıda depolanan Magnezyumun acilen ihtiyaç duyulan vücut dokularına aktarıldığı gösterilmiştir. Plazma veya serum konsantrasyonundaki uzun vadeli Magnezyum azalması, uzun vadeli antrenman sırasında veya sonrasında oluşan eritrosit Magnezyum konsantrasyonundaki azalmaya paralel olarak, uzun süreli egzersizin Magnezyum gereksinimini artırabileceğini düşündüklerini bildirmişlerdir. Kan laktat, anaerobik metabolizmanın önemli bir biyokimyasal göstergesi olup, genellikle yoğun fiziksel aktivite sonrasında kas hasarı ya da hücrel stres durumlarını yansıtır (Brancaccio vd., 2007). Kan laktat seviyelerindeki artış, egzersizin şiddetine ve süresine bağlı olarak kas dokusunda meydana gelen fizyolojik adaptasyonları da gösterebilmektedir (Totsuka vd., 2002). Bu bağlamda, çalışmada ön test ve son test arasında gözlenen anlamlı fark, katılımcıların maruz kaldığı egzersiz rejiminin veya zaman içerisindeki fizyolojik uyumun bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Grup ve grup*zaman etkileşiminin anlamlı olmaması, magnezyum takviyesinin kan laktat düzeylerine olan etkisinin sınırlı ya da istatistiksel olarak belirgin olmadığını düşündürmektedir. Nitekim bazı çalışmalar magnezyumun hücre zarının stabilitesini artırarak kas hasarını azaltabileceğini öne sürerken (Nielsen vd., 2006), diğer çalışmalar bu etkinin egzersiz yoğunluğuna ve bireysel fizyolojik farklılıklara bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini bildirmiştir (Domínguez vd., 2018). Bu nedenle, mevcut çalışmada magnezyum takviyesinin kan laktat üzerinde belirgin bir etki yaratmaması, söz konusu biyobelirteç üzerindeki etkisinin dolaylı ve zamana yayılmış olabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, kan laktat düzeylerinde zamanla birlikte anlamlı bir değişim gözlemlenmiş olsa da, bu değişimin grup veya etkileşim düzeyinde belirgin olmaması, egzersizin tek başına bu enzimin düzeyini etkilemede daha güçlü bir faktör olduğunu düşündürmektedir. Bu bulgu, benzer tasarıma sahip çalışmalarda da raporlanmıştır ve egzersiz sonrası kan laktat artışının fizyolojik bir yanıt olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Banfi vd., 2012).

Bu araştırmanın sonuçlarına göre, sekiz hafta süreyle uygulanan magnezyum takviyesi, boksörlerde serum magnezyum düzeylerinde artışa ve kan laktat düzeylerinde anlamlı bir azalmaya neden olmuştur. Bu bulgular, magnezyumun enerji metabolizmasında ve yorgunlukla mücadelede önemli bir mikro besin ögesi olduğunu desteklemektedir. Vücut kompozisyonu değişkenlerinde anlamlı farklılıklar gözlemlenmemekle birlikte, biyokimyasal parametrelerdeki olumlu etkiler, sporcularda performans artışını destekleyici yöndedir.

Sonuç

Bu araştırma, magnezyum takviyesinin boksörlerde serum magnezyum ve kan laktat düzeylerine etkisini incelemiş ve elde edilen bulgular, literatürle tutarlılık göstermiştir. Serum magnezyum düzeylerinde deney grubunda anlamlı bir artış, kontrol grubunda ise düşüş gözlenmesi, takviyenin biyolojik etkinliğini ortaya koymaktadır. Özellikle grup*zaman etkileşiminin anlamlı olması, magnezyum desteğinin fiziksel yüklenme altındaki bireylerde homeostatik dengenin korunmasında etkili olabileceğini göstermektedir.

Kan laktat düzeylerinin deney grubunda anlamlı oranda azalması, magnezyumun anaerobik efor sonrası laktat birikimini azaltıcı etkisine işaret etmektedir. Bu sonuç, literatür ile uyumlu olup magnezyum takviyesinin egzersiz sonrası kas yorgunluğunu geciktirdiği ve performansı artırdığı belirtilmiştir.

Vücut kompozisyonu açısından elde edilen sonuçlar, magnezyum takviyesinin kısa vadede antropometrik parametreleri değiştirmediğini göstermektedir. Bu durum, benzer süreli çalışmalarda da vurgulanmıştır; mineral takviyelerinin vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri genellikle uzun vadede ortaya çıkmaktadır.

Araştırmanın örneklem büyüklüğünün sınırlı olması, bulguların genellenebilirliğini azaltabilir. Bununla birlikte, verilerin istatistiksel olarak anlamlı olması, etkinin yeterince güçlü olduğunu göstermektedir. Özellikle dayanıklılık ve kuvvet antrenmanlarına magnezyum desteği ile birlikte yaklaşmanın, sporcunun toparlanma sürecine olumlu katkı sağlayabileceği ifade edilebilir.

1. Sporcularda özellikle yoğun antrenman dönemlerinde magnezyum düzeylerinin takip edilmesi ve gerek duyulması halinde takviye edilmesi önerilmektedir.
2. Antrenörler ve spor bilimciler, magnezyum desteğini performans programlarının bir parçası olarak değerlendirmelidir.
3. Gelecek araştırmalarda daha geniş örneklemle ve uzun süreli izlem planlarıyla farklı spor branşlarında da benzer uygulamaların etkisi incelenmelidir.
4. Magnezyumun diğer mikro besin ögeleri ile etkileşimi göz önünde bulundurularak kombine takviye protokollerinin etkinliği değerlendirilmelidir.

Etik Metni: Bu makalede araştırma sürecinde, dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazara aittir. Söz konusu araştırma için 20.02.2025 tarihli ve E-26428519-050.99-161791 sayılı Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır.

Çıkar Çatışması: Çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkı Oranı: Bu çalışmada bütün yazarların katkı oranları eşittir.

Kaynaklar

- Akbaş, D., & Kılınç, F. (2024). Effect of functional threshold trainings applied to junior elite cyclists on power and strength parameters. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 26(1), 76-85.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (9th ed.)*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Aras, T. (2022). Erken cumhuriyet döneminde milli gurur ve ulus kimlik inşa sürecinde uluslararası sportif faaliyetler: 1930 Türkiye-SSCB arasında yapılan boks müsabakaları. *Eğitim Bilim Toplum*, 20(80), 55-73.
- Arıkan, H., Sertel, M., & Gökdere, Z. Ş. (2025). Evaluation of musculoskeletal system in caregivers of rehabilitation patients: a cross-sectional study. *Estüdam Halk Sağlığı Dergisi*, 10(1), 94-104.
- Balcı, A., Tortu, E., Kabak, B., Akınoğlu, B. (2020). Investigation of the body composition and maximal oxygen consumption capacity of elite boxing and wrestling athletes. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 22(3), 452-457.
- Balık, Ö., & Çakır, E. (2024). The effect of two different recovery methods on muscle damage after high-intensity exercise. *International Journal of Disabilities Sports and Health Sciences*, 7(2), 282-289.
- Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*, 56(1), 1-54.
- Baranauskas, M., Tubelis, L., Stukas, R., Švedas, E., Samsonienė, L. & Karanauskienė, D. (2018a). Lithuanian olympic basketball players' nutrition during the training mezzocycles designed for strength training. *Baltic Journal of Sport & Health Sciences*, 3(90), 3-10.
- Başandaç, G., Barğı, G., & Bayrakçı Tunay, V. (2023). Elit sporcularda anaerobik kapasite, anaerobik güç, yorgunluk indeksi ve fonksiyonel performansın karşılaştırılması. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 10(1), 57-65.
- Bektaş, M., & Müniroğlu, R. S. (2024). Determination of the genetic profile of mct1 (slc16a1) gene a/t polymorphism and gdf5 gene t/c polymorphism related to connective tissue and muscle injury risk in young athletes. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 22(2), 16-24.
- Boutios, S., di Cagno, A., Buonsenso, A., Centorbi, M., Iuliano, E., Calcagno, G., & Fiorilli, G. (2022). Does the Type of Anaerobic Test Matter? A Comparison between the anaerobic intermittent kick test andwingate anaerobic test in taekwondo athletes. *Sports*, 10(154), 2-9.
- Boz, E., Şipal, O., Safi, Z., & Ünlü, Y. (2023). Boksörlerin endişe ve mücadele düzeylerine ilişkin görüşlerinin incelenmesi: karma model araştırması. *Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-12.
- Brancaccio, P., Maffulli, N. & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull*. 81(82), 209-30.
- Chu, A., Petocz, P., & Samman, S. (2018). Zinc status at baseline is not related to acute changes in serum zinc concentration following bouts of running or cycling. *J Trace Elem Med Biol*. 50(1), 105-110.
- Chycki, J., Golas, A., Halz, M., Maszczyk, A., Toborek, M. & Zajac, A. (2018). Chronic ingestion of sodium and potassium bicarbonate, with potassium, magnesium and calcium citrate improves anaerobic performance in elite soccer players. *Nutrients*, 10(11), 1-12.
- Coudray, C., Rambeau, M., Feillet-Coudray, C., Gueux, E., Tressol, J. C., Mazur, A., & Rayssiguier, Y. (2005). Study of magnesium bioavailability from ten organic and inorganic Mg salts in Mg-depleted rats using a stable isotope approach. *Magnesium Research*, 18(4), 215-223.
- Çakır, E. (2024). The effect of two different recovery methods on muscle damage. *Herkes İçin Spor ve Rekreasyon Dergisi*, 6(3), 300-305.
- Çalap, O., & Alp, M. (2023). Investigation of the relationship of arm and leg volume with anaerobic power, balance and strength characteristics in elite judokas. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(2), 504-519.
- Çöndü, A., Şener, O. A., & Alpa, Ş. (2018). Comparison of anaerobic power and vertical jump measurements of Tekvando and karate athletes. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 20(3), 301-304.
- Długolecka, B. & Jówko, E. (2022). Effects of weight-bearing and weight-supporting sports on bone mass in males. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 29(3), 9-14.
- Domínguez, R., López-Samanes, Á., & Mata-Ordoñez, F. (2018). Effects of magnesium supplementation on exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 1-10.
- Duygun, E. (2022). Ruh ve beden: acemi bir boksörün defterleri. *Mülkiye Dergisi*, 46(1), 315-321.
- Elidemir, S., Bilge, M., & Yıldırım, D. S. (2022). Boksörlerde ip atlama ve çeviklik merdiveni egzersiz programının çeviklik performansına etkisinin karşılaştırılması. *Aksaray University Journal of Sport and Health Researches*, 3(2), 239-251.
- Eraslan, U., Taşvuran Horata, E., Şenol, H., & Erel, S. (2025). Relationship of technology use to neck-upper extremity musculoskeletal problems and perceived fatigue. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 15(1), 7-14.
- Erdemir, İ., & Kayhan, R. F. (2023). Geleneksel ve drop-set direnç antrenmanlarının kas hasarı üzerine etkisi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(1), 181-192.
- Erdoğan, T. N., Önlü, A. Ş., Çakan, E. & Aras, D. (2023). Aerobik, esneklik ve kuvvet egzersizlerinin serebral palsili çocuklar üzerindeki etkilerine yönelik bir derleme. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(2), 147-178.
- Eriş, F., Çakır, E., Sargın, K. & Çavuşoğlu, İ. (2023). Genç boks sporcularına uygulanan 10 haftalık bosu topu egzersizi eğitiminin statik dengeye etkisinin araştırılması. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 6(1), 593-603.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2015). Scientific opinion on dietary reference values for magnesium. *EFSA Journal*, 13(7), 4186.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (4th ed.)*. London: SAGE Publications.
- Golf, S. W., Bender, S., & Grüttner, J. (1998). Magnesium orotate—experimental and clinical evidence. *Magnesium Research*, 11(2), 117-123.

- Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. (1997). *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*. National Academies Press.
- Kızılcıca, S., & Okut, S. (2024). The effect of dynamic warm-up exercise durations on different jump types in young male boxers. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 26(2), 236-244.
- Kocahan, S., Dündar, A. & Yılmaz, Y. (2021). The effect of aerobic and anaerobic exercise on biochemical parameters in adolescent male athletes. *Adiyaman University Journal of Health Sciences*, 1(1), 14-19.
- Koury, J. C., de Oliveira-Junior, A. V., Portugal, M. R. C., de Oliveira, K. J. F., & Donangelo, C. M. (2018). Bioimpedance parameters in adolescent athletes in relation to bone maturity and biochemical zinc indices. *J Trace Elem Med Biol*. 46(1), 26-31.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M. & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition*, 23(5), 1226–1243.
- Liu, S., Zhang, L. & Li, S. (2023). Advances in nutritional supplementation for sarcopenia management. *Frontiers in Nutrition*, 1(1), 1-14.
- Nielsen, F. H., & Lukaski, H. C. (2006). Update on the relationship between magnesium and exercise. *Magnesium Research*, 19(3), 180–189.
- Norton, K. I., Olds, T. S., Olive, S. & Dank, S. (1996). Ken and Barbie at Life Size. *Sex Roles*, 34(1), 287-294.
- Nsengu-Tshibangu, A.M. (2024). Boxing practitioners physiology review: 3. dietary supplementation, weight control, recovery and altitude. *Open Journal of Molecular and Integrative Physiology*, 14(1), 1-29.
- Pancar, S., & Yenyol, B. (2023). Amatör boksörlerin bilişsel performanslarının incelenmesi, *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 8(1), 84-92.
- Ratamess, N. A. (2012). *ACSM's foundations of strength training and conditioning*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Razavi-Dehkordi, S.M. (2020). Effect of a period of magnesium supplementation on muscle strength and resistance of bodybuilders. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 32(8), 12-21.
- Sudijandoko, A., & Irawan, R. (2024). The preventive efficacy of selenium supplements on muscle soreness post heavy eccentric exercise. *International Journal of Disabilities Sports And Health Sciences*, 7(4), 859-866.
- Şahinler, Y., & Ulukan, M. (2021). Investigation of psychological resilience levels of boxing sports. *International Journal of Sport Culture and Science*, 9(1), 79-90.
- Şipal, Ö., & Kul, M. (2023). Sporcu eğitim merkezine bağlı yıldızlar kategorisi boksörlerine uygulanan 8 haftalık tabata antrenman protokolünün performansa etkisinin incelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 6(3), 761-775.
- Taati, B., Arazi, H., & Bridge, C. A., (2022). Franchini a new taekwondo-specific field test for estimating aerobic power, anaerobic fitness, and agility performance. *PLoS One*. 17(3), 1-16.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics (7th ed.)*. Boston: Pearson.
- Tarsitano, M.G., Quinzi, F., & Folino, K. (2024). Effects of magnesium supplementation on muscle soreness in different type of physical activities: a systematic review. *J Transl Med*, 22(1), 629-635.
- Taştan, S., Ertören, H., & Topraklı, M. (2024b). Elit karatecilere uygulanan kompleks antrenmanlarının sıçrama, sürat ve maksimal kuvvet performansları üzerine etkisi. *Kafkas Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-11.
- Tayech, A., Mejri, M. A., Chaouachi, M., Chaabene, H., Hambli, M., Brughelli, M., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2020). Taekwondo anaerobic intermittent kick test: Discriminant validity and an update with the gold-standard wingate test. *J Hum Kinet*. 71(1), 229–42.
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., & Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1280-1286.
- Türkyılmaz, R., & Yazar, H. (2024). The investigation of the effects of short-term body weight loss on elite wrestlers on anaerobic performance and reaction time in tournament conditions. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 1-16.
- Volpe, S. L. (2013). Magnesium in disease prevention and overall health. *Advances in Nutrition*, 4(3), 378S–383.
- Volpe, S. L. (2015). Magnesium and the Athlete. *Current Sports Medicine Reports*, 14(4), 279-283.
- Walker, A. F., Marakis, G., Christie, S., & Byng, M. (2003). Magnesium supplementation: Effects on physical performance and biochemical markers in healthy individuals. *Journal of the American College of Nutrition*, 22(5), 408–419.
- Yıldız, S., Keskin, B., Çakır, F., & Güryel, S. S., (2023). U16 yaş kategorisi kadın basketbolcularda uygulanan klasik kuvvet antrenmanlarının performans üzerine etkisi. *Uluslararası Spor Bilimleri Öğrenci Çalışmaları*, 5(1), 12-24.
- Zhang, Y., Xun, P., Wang, R., Mao, L., & He, K. (2017). Can Magnesium Enhance Exercise Performance? *Nutrients, National Institutes of Health*, 28(9), 946-950.

EXTENDED ABSTRACT

Research Problem: The primary aim of this study was to evaluate the effects of magnesium supplementation on serum magnesium and blood lactate levels in athletes, specifically male boxers. High-intensity training such as boxing often results in muscle fatigue and metabolic stress, primarily indicated by elevated blood lactate levels and mineral imbalances. As magnesium plays a crucial role in

muscle function, nerve conduction, and energy metabolism, this study investigates whether magnesium citrate supplementation can mitigate these physiological stressors during an 8-week resistance training program.

Literature Review: Previous research indicates a strong correlation between magnesium status and athletic

performance. Magnesium is known to influence muscle contraction, protein synthesis, and ATP regulation (Volpe, 2013). Nsengu-Tshibangu (2024) noted that supplementation in boxers affected mineral levels such as calcium, iron, and zinc, while sodium bicarbonate improved punch frequency and fatigue resistance. Chu et al. (2018) explored pre- and post-exercise serum magnesium levels, concluding that acute changes were not significantly related to initial concentrations, though other studies suggest performance improvements through supplementation. Additionally, Razavi-Dehkordi (2020) found that magnesium supplementation significantly improved upper body strength in male bodybuilders. Thus, while the existing literature supports a role for magnesium in sports recovery and endurance, few studies focus specifically on combat sports like boxing under controlled conditions.

Methods: A total of 20 professional male boxers (mean age: 22.32 ± 4.21 years) participated in a pretest-posttest controlled experimental design. Subjects were randomly divided into an experimental group (n=10) receiving 250 mg/day of magnesium citrate and a control group (n=10) receiving no supplementation. Both groups followed the same 8-week resistance training protocol, designed according to the American College of Sports Medicine (ACSM, 2013) guidelines. Measurements of body composition, serum magnesium, and blood lactate levels were taken before and after the intervention. The data were statistically analyzed using 2x2 repeated measures ANOVA to assess time-group interactions.

Results and Conclusions: The study found a 2.79% increase in serum magnesium levels in the experimental group, while the control group exhibited a 2.74% decrease. Blood lactate levels significantly decreased by 34.53% in the experimental group but increased by 49.31% in the control group. Both serum magnesium and lactate levels showed statistically significant group-time interactions ($p < 0.05$), suggesting that magnesium supplementation influenced physiological responses to training. These results are consistent with existing findings that suggest magnesium enhances exercise recovery and reduces fatigue by stabilizing biochemical homeostasis (Golf et al., 1998; Nielsen et al., 2006).

Although body composition did not change significantly in either group, the biochemical improvements in the supplemented group underscore magnesium's functional role in athletic performance. The study concludes that magnesium supplementation can support recovery and performance in high-intensity sports by minimizing lactate accumulation and maintaining mineral balance. This is particularly relevant for athletes undergoing intensive training schedules and may inform future nutrition strategies (Zhang et al., 2017; Dominguez et al., 2018).

The small sample size and short duration limit generalizability, but the significant statistical outcomes encourage broader, long-term studies. Coaches and sports scientists are advised to monitor magnesium status and consider targeted supplementation for optimal performance outcomes in athletes.