

Tenis Sporcularında Akut Anaerobik Egzersizin Total Sülfidril (-Sh) ve İskemi Modifiye Albümin Üzerine Etkisi)

Muhammed Ömer ERTUTAR¹ Muzaffer SELÇUK² Halit DEMİR³

1 Milli Eğitim Bakanlığı ORCID: 0000-0001-7640-9660

2 Van Yüzüncü yıl üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi ORCID: 0000-0003-4349-7718

3 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi ORCID: 0000-0001-5598-2601

Makale Bilgisi

ÖZET

Gönderim Tarihi:

31.07.2024

Kabul Tarihi:

01.09.2024

Yayın Tarihi:

07.10.2024

Bu araştırmanın amacı, tenis sporcularında akut anaerobik egzersizin total sülfidril (-sh) ve iskemi modifiye albümin düzeyleri üzerine etkisini incelemektir. Çalışmaya herhangi bir sağlık sorunu olmayan ve antioksidan takviyesi almayan, 18-30 yaş aralığında 13 tenis sporcusu ve 15 sedanter birey olmak üzere toplam 28 gönüllü katıldı. Her iki gruba da düşük tempoda koşu, ısınma, jimnastik hareketleri ve tenis sporunun teknik hareketleri yaptırıldı. Akabinde 2 setten oluşan bir tenis maçı yaptırıldı. Çalışmada oksidan ve antioksidan aktiviteleri belirlemek amacıyla katılımcılardan müsabaka öncesi ve sonrası kan örnekleri alınarak santrifüj edildi. Ayrıştırılan serum örnekleri uygun şartlarda saklandı. Veri dağılımı kontrol edildi. Normal dağılım gösteren veriler için Paired samples t-test istatistiksel analizi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Wilcoxon istatistiksel analizi kullanıldı. Çalışma bulgularına göre iskemi modifiye albumin (IMA) değerlerinin, antrenman öncesi deney grubunda arttığı kontrol grubunda ise artmadığı, total sülfidril (-SH) değerlerinin ise hem deney grubunda hemde kontrol grubunda antrenman öncesi ve sonrası anlamlı derecede farklılık göstermediği tespit edildi ($p<0,05$). Sonuç olarak, tenisçilerde akut ve anaerobik antrenmanların oksidanları attırdığı ve antioksidan kapasiteyi olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Tenis, Antrenman, Oksidatif Stres, Antioksidanlar.

The Effect of Acute Anaerobic Exercise on Total Sulphydryl (-Sh) and Ischemia-Modified Albumin in Tennis Athletes

Article Info

ABSTRACT

Sending date:

31.07.2024

Acceptance Date:

01.09.2024

Release Date:

07.10.2024

The aim of this study was to investigate the effect of acute anaerobic exercise on total sulphydryl (-sh) and ischemia modified albumin levels in tennis athletes. A total of 28 volunteers, 13 tennis athletes and 15 sedentary individuals aged between 18-30 years, without any health problems and not taking antioxidant supplements, participated in the study. Both groups were instructed to jog at a low tempo, warm-up, gymnastic movements and technical movements of tennis. Subsequently, a tennis match consisting of 2 sets was played. In the study, blood samples were taken from the participants before and after the competition and centrifuged to determine oxidant and antioxidant activities. The separated serum samples were stored under appropriate conditions. Data distribution was checked. Paired samples t-test statistical analysis was used for normally distributed data and Wilcoxon statistical analysis was used for non-normally distributed data. According to the findings of the study, ischemia modified albumin (IMA) values increased in the experimental group before training and did not increase in the control group, while total sulphydryl (-SH) values did not differ significantly in both experimental and control groups before and after training ($p<0.05$). As a

result, it can be concluded that acute and anaerobic training increases oxidants and negatively affects antioxidant capacity in tennis players.

Keywords: Tennis, Training, Oxidative Stress, Antioxidants.

GİRİŞ

Sağlıklı yaşamak ve yaşla beraber sağlık problemlerini en aza indirmek, enerji dengesi ve vücut ağırlığının kontrolü için yapılması gereken en temel eylemlerden biri egzersizdir (Erdoğan 2016). Egzersiz; düzenli ve tekrar aralıklı olarak planlanıp yapılan programlı temel vücut hareketleri olarak tanımlanır. Kaslar, eklemler, kalp solunun hızı, enerji sistemleri gibi özellikleri geliştirir. Egzersiz; hafif, orta ve yüksek şiddette yapılan fiziksel aktiviteleri içerir. (Çelik 2018). Egzersiz; fiziksel uygunluğun birkaç bileşeninin (dayanıklılık, esneklik, kas uygunluğu vb.) korunmasını veya geliştirilmesini hedefler. Aynı zamanda egzersiz; programlı, sistemli ve tekrarlı olarak yapılan fiziksel aktivitelerin bütünüdür (Özer 2013). Egzersiz, aerobik egzersiz ve anaerobik egzersiz türü olarak ikiye ayrılır (Gültekin ve Boztaş, 2014).

Aerobik egzersiz; organizmada bulunan büyük kas ve eklemlerle yapılan düşük tempoyu içeren ve kalp hızını artıran uzun süreli olarak tanımlanır (Yüncüoğlu ve Güçlüöver 2024). Temel olarak aerobik egzersizler; Şiddet, sıklık ve süre bileşenlerinden oluşur (Beltz ve ark 2016). Yapılan bazı fiziksel aktiviteler (Yürüme, koşma, bisiklet sürme, dans, merdiven çıkma ve yüzme) oksijen tüketimini maksimum olarak artıran tipik aerobik egzersizlere örnek verilebilir (Hoffman ve ark 1999).

Aerobik çalışmalar, oksijen sisteminin gelişimini olumlu yönde etkiler (Erdoğan ve Aslan 2021). Bu egzersizler kardiyovasküler sistemin daha fazla çalışmasına neden olarak kalp ve akciğer kapasitesinin dayanıklılığını artırır. Aynı zamanda söz konusu egzersizler, aerobik yollarla enerji üretme kapasitesini ve enerji kullanım verimini artırır. Aerobik egzersizler, yoğunluk olarak düşük ve orta süre olarak uzun süreli fiziksel aktiviteleri içermektedir (Günay ve Cicioğlu 2001).

Anaerobik egzersiz çalışmaları ise, yüksek yoğunluklu ve kısa süre içerisinde gerçekleştirilen aktivitelerdir. Bu egzersizler yüksek ve çok yüksek yoğunlukta yapılan çalışmalardır (Çalışkan 2013). Aktivite esnasında, sporcunun oksijen kullanma kapasitesi yetersiz kalmakta ve bundan dolayı kaslardaki bu enerji sistemleri devreye girmektedir. Bu egzersizler esnasında kaslarda kullanılan enerji sistemleri anaerobik glikoz sistemidir (Mcardle ve Jackson 2000). Anaerobik egzersizler, genel olarak submaximal yoğunluktaki aralıklı egzersizlerde, ağırlık kaldırma (fitness, halter vs.) veya sprint koşu türlerini kapsamaktadır. Bu tür fiziksel aktiviteler için gerekli olan enerji anaerobik yolla sağlanır ve glikoz parçalanır sonucunda laktik asit meydana gelir (Patel ve ark 2017).

Özellikle aşırı tempoda yapılan egzersizler metabolizmada reaktif oksijen türleri (ROS) oluşumunu başlatan kas kasılmaları enerji tüketimini ve organizma aktivitesini önemli

ölçüde hızlandırmaktadır. Yükselen fiziksel aktivitenin etkisiyle oksijen kullanımı yükselmekte ve sonuçta oksidatif stres meydana gelmektedir (Alessio 1993). Oksidatif stres; karbonhidrat, protein, ve lipidlerde tahribata neden olabilmektedir (Paker 1997). Oksidatif stresle oluşan yağların yükseltgenmesi sonucu bozulması ve karbohidrat ROS ürünleri de proteinlerin aminoasit içeriğinde bazı farklılaşmalara neden olmakta olur bu da plazma protein karbonil içeriğinde yükselişi artırır. Çizgili kaslarda bir anda oluşan ROS tahribata neden olabilmektedir (Önal 2016). Uzun süren ve sporcuyu yetmezliğe sokan aktiviteler çizgili kas ve kalp kas yapısı ve hücrelerinin zarında tahribata, kas kontraktilitesinde ve miyofibril yapısında bozulmaya ve laktatdehidrogenaz aktivitesi, kan üre, kreatin kinaz gibi parametreleri kapsayan bazı biyokimyasal parametrelerde farklılaşmalara neden olmaktadır (König ve Berg 2002). Organizmada ortaya çıkan bu biyokimyasal değişimler bazı parametreler ile tespit edilebilmektedir. Kullanılan bu biyokimyasal parametrelerden başlıcaları iskemi modifiye albümin (IMA) ve total albümin düzeyidir (t-SH) (Bozkurt 2010).

Iskemi modifiye albumin (IMA), kanda bol miktarda bulunur ve 585 aminoasit kalıntısından oluşmaktadır. Karaciğerde sentezlenen bu protein farklı işlevleri olan bir biomarkerdir (Can ve Yosunkaya 2017). Aynı zamanda bu belirteç (IMA), akut koroner sendromun erken teşhisinde myokard iskemisinin bir göstergesi olarak umud vadeden bir test olmuştur (Sbarouni ve ark. 2008). Bu test son zamanlarda miyokard iskemisini gösteren erken bir belirteç olarak akut koroner sendrom (AKS) düşünülen bireylerin değerlendirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır (Karataş 2013).

Total sülfidril (t-SH), yeni bir antioksidan belirteci olarak kabul edilir (Eryılmaz ve ark. 2020) ve vücudu oksidatif stresten korumaya çalışan doğal antioksidanlardır (Köken ve ark. 2001). Antioksidan, insanlar organizmasında fizyolojik durumlarda meydana gelen serbest oksijen radikalleri veya serbest nitrojen radikallerinden birinin veya ikisinin de olumsuz etkilerini minimuma indiren maddeler olarak tanımlanmıştır (Yılmaz 2010). Ancak serbest ve proteine bağlı olan total sülfidril grubu seviyeleri oksidatif stresi tetikleyen ajanların etkisiyle genellikle düşmektedir (Dalkılıç, S. 2006).

Tenis sporu aşırı fiziksel aktivite gerektiren sporlardan bir tanesidir (Turan 2017). Bu bağlamda okçuluk ile benzerlik göstermektedir. Okçuluk sporu gibi kol kuvveti gerektirmektedir (Çelikel ve ark. 2019). İzlemesi ve oynaması keyifli bir spor dalı olan tenis, dünyanın hemen hemen her yerine yayılmış olup en popüler sporlarından biri haline gelmiştir (Ağıtdumanka 2021). Öte yandan güç, denge, ritim, koordinasyon ve hız gibi biyomotor özelliklerin baskın olduğu dinamik bir spordur (Camlibel ve Ozan 2021). Ayrıca hızlı ve patlayıcı raket vuruşları, hızlı yön değiştirme ve kol hareketleri, hücum ve savunma becerileri, hızlı zıplama, kısa mesafelerde ani yer değiştirmeler gibi daha birçok motor beceriyi gerektiren aerobik ve anaerobik yüklerin birlikte yapıldığı bir performans sporudur (Kozinc 2021; Wang 2021).

Bu çalışmanın amacı tenis sporcularında akut anaerobik egzersizin total sülfidril (-sh) ve iskemi modifiye albümin üzerine etkisini tespit etmektir. Oksidatif stresin bir göstergesi olarak kabul edilen ima ve yeni bir antioksidan belirteci olan total sülfidril düzeylerini (-SH) tespit ederek oksidan ve antioksidan denge hakkında bilgi sahibi olmaktadır.

YÖNTEM

Araştırma Grupları

Çalışmaya 18 yaşından büyük ve en az 4 yıl spor geçmişi olan 13 aktif tenisçi ve spor yapmayan 15 sağlıklı birey katıldı.

Egzersiz Programı

Her gruba 20 dakikadan oluşan hafif yoğunlukta koşu, ısınma ve jimnastik egzersizleri ve 10 dakikalık teknik tenis antrenmanı yapmaları talimatı verildi. Ardından her grup, Türkiye Tenis Federasyonu'nun yarışma yönetmeliğine uygun olarak, setler arasında 3 dakika dinlenerek, 6 oyundan oluşan 2 setten oluşan ortalama 90 dakikalık bir antrenman maçına, oyunlar arasında 1 dakika dinlenerek katıldı.

Kan Örnekleme Toplama

Deney ve kontrol gruplarından alınan kan örnekleri, her deneğin antekübital damarından, antrenman maçından önce ve hemen sonra oturma pozisyonundayken, vakumlu kan alma iğneleri ve sade serum biyokimyası içeren 2 ayrı tüp ile alındı, ardından kan örnekleri analiz edilene kadar uygun koşullar altında saklandı.

Biyokimyasal Analiz

Total Sülfidril Düzeyi (-SH) tayini:

Yöntem sülfidril grupları ile redükte olarak 2-nitro-5-merkaptobenzoik asit oluşturma ilkesini esas alır. Nitro merkaptobenzoik asit anyonu plazmadaki sülfidril gruplarının spektrofotometrik ölçülmesine dayanır ve açık sarı renktir. Esas olarak redükte glutatyon kullanılır.

1-EDTA'lı tüplerdeki biyokimya numuneleri 3500 rpm'de 5 dakika santrifüj edildikten sonra serum ve plazma kısımları birbirinden ayrılır. Santrifüje 0.5 ml plazma eklenir ve üzerine 1,5 ml 0,2 M Tris tamponu (pH:8,2) ekleme yapılır. 0,1 ml 0,01 M DTNB ilave edilir. Tüpler vorteksleme işlemi yapılarak karışım elde edilir. Bunların üstüne 7,9 ml metanol eklenir. Renk oluşumu için elde edilen karışım 15 dakika bekletilir ve 10 dakika oda sıcaklığında 4500 rpm'de santrifüj sağlanır. 412 nm'de köre karşı okunur. Bunun yerine disodyum EDTA, DTNB yerine distile su eklemesi yapılır

İskemi modifiye albümin düzeyi (İMA)

200 µl serum 1 g/l kobalt klorür çözeltisinden 50 µl ekleme yapıldı ve oda ısısında 10 dk. kadar bekletildi. Akabinde 1, 5 g/l DTT çözeltisinden 50 µl ilave sağlandı ve karışım elde edildi. İki dakika oda sıcaklığında daha bekletildi. NaCl'ün 9.0 g/l çözeltisinden 1 ml ilave edildi. Numunelerde aynı şekilde DTT eklenmeden hazırlandı. Test karışımlarının absorbansları 470 nm'de okundu. Sonuçlar, absorbans ünitelerinde değerlendirildi. Her deney grubunun ve kontrol gruplarının İMA ve albümin düzeylerine göre düzeltilmiştir. İMA (D-İMA) düzeyleri [$D-İMA = İMA \times (\text{Albümin} / \text{Grubun Albümin Ortancası})$] formülü ile hesaplanarak, absorbans birimi (ABSU) olarak tayin edildi.

İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen verilerin SPSS 22 paket programında analizleri yapıldı. Verilerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov/ShapiroWilks testi ile incelendi. Verilerin normal dağılım gösteren veriler için Paired samples t-test istatistiksel analizi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Wilcoxon istatistiksel analizi kullanıldı. $P < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Tablo 1. Deney grubunun tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları (bağımlı gruplar için)

Deney Grubu		Ortalama	N	Standart Sapma	t	p
İMA	On Test	0,27	14	0,04	-2,46	0,02*
	Son Test	0,33	14	0,07		
-SH	On Test	0,177	14	0,00	0,5	0,62
	Son Test	0,172	14	0,03		

Tablo 1 incelendiğinde, deney grubunda İskemi modifiye albümin (İMA) düzeyinin ön test ve son test düzeylerinde anlamlı düzeyde farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Total Sülfidril Düzeyi (TSH) düzeyinde ise anlamlı olarak herhangi bir farka rastlanmamıştır. ($p > 0,05$).

Tablo:2 Kontrol grubunun tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları (bağımlı gruplar için)

Kontrol Grubu		Ortalama	N	Standart Sapma	t	p
İMA	On Test	0,3423	15	0,01	-2,22	1,00
	Son Test	0,3423	15	0,01		
-SH	On Test	0,1157	15	0,00	-0,62	1,00
	Son Test	0,1157	15	0,00		

Tablo 2 incelendiğinde, kontrol grubunda İskemi modifiye albümin (İMA) ve Total Sülfidril Düzeyi (-SH) düzeylerinde istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilememiştir. ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

Literatürde anaerobik egzersizlerin, faydalarının yanında ROS oluşumuna ve hücre hasarına yol açması gibi zararlı etkilere neden olabileceğine; şiddetli antrenman sonrası artan oksijen kullanımı ve artmış reaktif oksijen türlerinin hücreler için zararlı olabileceğine yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Naghibi 2014). Bir çalışmada, yüksek şiddetli egzersizin süresinin artmasına bağlı olarak ROS oluşumu tespit edilmiştir (Li ve ark. 2016). Literatürdeki başka bir çalışmada Özçelik ve Karataş (2008) kısa süreli yoğun egzersizlerin ROS oluşumuna sebep olduğunu bildirmişlerdir (Özçelik ve Karataş 2008). Dolayısıyla bilimsel araştırmalar akut ve şiddetli egzersizlerin organizmada oksidatif stres oluşumunu attırdığını belirtmektedir (Thirumalai ve ark. 2011).

İskemi modifiye albümin, ani kalp hastalarının erken teşhisinde miyokard iskemisinin bir belirteci olarak umud vadeden bir testtir fakat iskemi modifiye albümin (İMA) seviyelerinin sadece kalp kan akımına özgü durum olmadığını, akut iskemik durumlarda yükselen bir biyokimyasal belirteç olarak düşünülmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir. Bunun yanında akut ve anaerobik egzersizler sonucunda da ortaya çıkan oksidatif stresin bir göstergesi olarak ta kabul edilebileceği vurgulanmıştır (Ağırbaş ve ark. 2015).

Araştırmamızda çalışma grubuyla yapmış olduğumuz kısa süreli ve yoğun egzersizlerin iskemi modifiye albümin (İMA) düzeyini artırdığı fakat total sülfidril düzeyini ise düşürdüğü görülmüştür. Literatürdeki bir çalışmada Duman ve ark. (2015) Profesyonel futbol oynayan sporcularda egzersiz öncesi ve sonrası iskemi modifiye albumin (İMA) düzeylerini incelemişlerdir. Profesyonel 16 sporcu ile antrenman öncesi ve sonrası yapılan çalışmada İMA düzeyinde anlamlı bir farklılık ($p<0,05$) tespit etmişlerdir (Duman ve ark. 2015). Literatürde çalışmamızla aynı sonuca ulaşmış farklı bir araştırmada Kaya (2014) antrenman öncesi ve sonrası güreşçi ve futbolcuların iskemi modifiye albümin değerleri karşılaştırmış ve antrenman sonrası değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olduğunu tespit etmiştir (Kaya 2014). Araştırmamızın oksidan artış göstergesi olan İskemi modifiye albümin (İMA) düzeyindeki artışın literatür ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Araştırmamızda total sülfidril düzeyi (-SH) ise çalışma grubunda anlamlı bir farkın oluşmadığı ($p>0,05$) fakat deney grubunda total sülfidril düzeyinin ön test ve son test değerlerinde rakamsal olarak düşüş olduğu tespit edilmiştir. Kahraman ve ark. (2003) ağır egzersizin oksidatif stres üzerindeki etkisi isimli çalışmalarında total sülfidril düzeylerinin anlamlılık derecesini çok düşük düzeyde tespit ettiklerini ifade etmişlerdir (Kahraman ve ark. 2003). Seo ve ark. Akut bir egzersiz uygulayarak ratlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada, hem genç hem de yaşlı ratlarda oksidatif stresin oluştuğu sonucuna ulaşmışlardır. Antioksidan seviyelerinde ise; yaşlı ratların genç ratlara göre total sülfidril gruplarında anlamlı olarak bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir (Seo ve ark. 2006). Literatürde elit güreşçilerde güreş müsabakasının serbest radikal formasyonu ve antioksidan sisteme

etkisini araştıran çalışmada Alpay ve ark. (2013) egzersiz esnasında antioksidan olan total sülfidril düzeyinde bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir (Alpay ve ark.(2013). Söz konusu çalışma sonuçlarının araştırmamızla aynı doğrultuda olduğu söylenebilir.

Total sülfidril düzeyindeki farkın anlamlı olarak düşüş olmasının, nonenzimatik antioksidanların artan oksidatif strese bağlı olarak artan oksidanların çeşitli reaksiyonlarla zararsız hale getirilmesi sürecinde kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Lieratürde iskemi modifiye albümin (IMA) ile ilgili çok sayıda çalışma yapıldığı fakat total sülfidril (-SH) ile yeterince çalışma yapılmadığı görülmüştür. Sonuç olarak, egzersiz stresine bağlı olarak oksidatif stresin arttığı ve antioksidan da ise düşüş olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ağırbaş, Ö., Kishali, N. F., & Kıyıcı, F. (2015). Yoğun egzersizle oluşan oksidatif stres ve DNA hasarı üzerine askorbik asidin etkisi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(1), 65-72.

Alessio HM. Exercise-induced oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc*, 25: 218-224, 1993.

Alpay, c. b., hazar, s., güzel, n. a., gönenç, a., gökdemir, k., & gürsoy, r.(2013) Güreş müsabakasının oksidan stres ve total antioksidan kapasiteye akut etkisi/acute effect of wrestling match to oxidant and total antioxidant capacity. *Beden eğitimi ve spor bilimleri dergisi*, 9(4).

Beltz, N. M., Gibson, A. L., Janot, J. M., Kravitz, L., Mermier, C. M., & Dalleck, L. C. (2016). Graded exercise testing protocols for the determination of VO₂ max: historical perspectives, progress, and future considerations. *Journal of sports medicine*, 2016.

Bozkurt, A. F. (2010). Farklı düzeylerde propolis uygulamalarının farelerde lipid peroksidasyonu (MDA) ile bazı biyokimyasal parametrelere etkilerinin değerlendirilmesi.

Camlibel, T., ve Ozal, M. (2021). Examining of the Effects of Target-Oriented Circular Training on Biomotor Features by using Tennis Ball Throwing Machine at 12-14 Age Tennis Performance Sportsmen for 10 weeks. *Pakistan Journal of Medical ve Health Sciences*. 15(11): 3174-3180.

Can, Ü., & Yosunkaya, Ş. (2017). İskemide Yeni Bir Marker: İskemi Modifiye Albumin. *Koşuyolu Heart Journal*, 20(2), 148-152.

Çalışkan, O. (2013). *Özel düzenlenmiş pliometrik antrenmanların atletizm yapan (11-13 yaş) çocukların aerobik ve anaerobik güçlerine etkisi* (Master's thesis, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Çelik, H., (2018). Egzersizin Deneysel Tip 1 Diyabetik Kalpte Pgc-la, Ppar-A, İrisin, Ucpl Düzeylerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı.

Çelikel, B.E., Sezer, S.Y. & Karadağ, M. (2020). Erkek Okçularda Reaksiyon Süratının Hedef Atış İsbet Puanına Etkisi [Investigation of the Effect of Reaction Time to Target Hit Score in the Men Archery], Spor Eğitim Dergisi, 4(1), 30-42.

Dalkılıç, S. (2006). *Metil parationla muamele edilen sıçan dokularında sülfidril grubu konsantrasyon değişimlerinin tespit edilmesi* (Master's thesis, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi).

Doğan, F. (2021). *12-14 Yaş gurubu tenisçilerin tenise özgü becerilerini incelenmesi ve ilişkilendirilmesi* (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Duman, C., Çolak, T., Bamaç, B., Göker, İ., Çolak, S., & Özbek, A. (2015). Profesyonel futbolcularda egzersiz öncesi ve sonrası iskemi modifiye albumin düzeyleri. *Marmara Medical Journal*, 26(1), 21-24.

Erdoğan, A. A. (2016). Yaşlılık döneminde işitme kaybı ve işitme kaybına yaklaşımlar. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10(1).

Erdoğan, D. G., & Aslan, İ. (2021). Egzersiz ve egzersizin homeostatik fizyolojik etkileri. *Academic Developments on Health Sciences*, 67.

Eryılmaz, R., Demir, C., Aslan, R., Demir, H., & Taken, K. (2020). Can ischemia modified albumin (IMA) and total sulfhydryl level (TSH) be used as a biomarker in the diagnosis of bladder tumor? A prospective case-control study. *Journal of Surgery and Medicine*, 4(12), 1104-1107.

Gültekin, M., & Boztaş, G. (2014). Türkiye kanser istatistikleri. Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 43, 12-32.

Günay, M., and İ. Cicioğlu. "Spor Fizyolojisi, Gazi Kitabevi, Baran Ofset, 1." *Baskı, Ankara* 219 (2001).

Hoffman, M. (1999). Adaptations to endurance exercise training. *Exercise in rehabilitation medicine (Frontera et al)*. *Human Kinetics*, 55-70.

Kahraman, A., Çakar, H., Vurmaz, A., Gürsoy, F., Koçak, S., & Serteser, M. (2003). Ağır Egzersizin Oksidatif Stres Üzerindeki Etkisi. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 4(2).

Karataş, R. (2013). Akut ST elevasyonlu miyokard infaktüsünde ısı şok proteini 60'ın hastane içi ve kısa dönem prognostik değeri. Tıpta Uzmanlık Tezi.

Kaya, A. (2014). *Sporcu egzersizinin kardiyak etkilerinin biyokimyasal parametreler ile değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation).

Kozinc, Z., and Sarabon, N. (2021). The effects of leg preference and leg dominance on static and dynamic balance performance in highly-trained tennis players. *Plos one*, 16(11): 1-14.

Köken, T., Kahraman, A., Serteser, M., & Çetinkaya, G. (2001). Hemodiyalizin protein karbonil içeriği ve sülfidril grubları düzeyi üzerine etkisi. *Türk Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, 10(2).

König D and Berg A. Exercise and oxidative stress: Is there a need for additional antioxidants. *Sports Med*, 3: 6- 15, 2002.

Li, H., Miao, W., Ma, J., Xv, Z., Bo, H., Li, J., ... & Ji, L. L. (2016). Acute exercise-induced mitochondrial stress triggers an inflammatory response in the myocardium via NLRP3 inflammasome activation with mitophagy. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016(1), 1987149.

Mc Ardle, A. N. N. E., & Jackson, M. J. (2000). Exercise, oxidative stress and ageing. *The Journal of Anatomy*, 197(4), 539-541.

Naghibi, S. (2014). The effect of short-term creatine supplementation on cardiovascular damage markers after an exhaustive exercise session in elite karate athletes. *Sport Physiology*, 6(22), 15-28.

Önal, S. (2016). Oksidatif Stres ve Egzersiz. *Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü*.

Özçelik, O., & Karataş, F. (2008). Şiddeti düzenli olarak artan işe karşı yapılan egzersizin obezlerde serum malondialdehid ve vitamin A, E, C düzeyleri üzerine olan etkisi. *Firat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (FUSABİL)*, 22, 337-341.

Özdem, S., Çete, Y., Dönmez, L., Başarıcı, İ., Baktır, A., Akbaş, H., ... & Laboratuvarı, A. Ü. T. F. M. (2005). Sağlıklı yetişkinlerde ve akut koroner sendromlu hastalarda serum iskemi modifiye albumin (İMA) düzeyleri. *Turk J Emerg Med*, 5, 169-74.

Özer, K., (2013). Fiziksel Uygunluk. İstanbul Nobel Yayınevi.

Paker L. Oxidants, antioxidant nutrients and athlete. *J Sports Sciences*, 15: 353- 363, 1997.

Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World journal of cardiology*, 9(2), 134.

Sbarouni, E., Georgiadou, P., Kremastinos, D. T., & Voudris, V. (2008). Ischemia modified albumin: is this marker of ischemia ready for prime time use. *Hellenic J Cardiol*, 49(4), 260-266.

Seo, A. Y., Hofer, T., Sung, B., Judge, S., Chung, H. Y., & Leeuwenburgh, C. (2006). Hepatic oxidative stress during aging: effects of 8% long-term calorie restriction and lifelong exercise. *Antioxidants & redox signaling*, 8(3-4), 529-538.

Thirumalai, T., Therasa, S. V., Elumalai, E. K., & David, E. (2011). Intense and exhaustive exercise induce oxidative stress in skeletal muscle. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 1(1), 63-66.

Turan, D. (2017). Tenise 6zgü direnç bant antrenmanlarının kuvvet sürat ve denge performansları üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi.

Wang, L.-H., Lo, K.-C., and Su, F.-C. (2021). Skill level and forearm muscle fatigue effects on ball speed in tennis serve. *Sports Biomechanics*, 20(4):419-430.

Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 17(2), 143-154.

Yüncüoğlu, s. n., & güçlüöver, a. (2024). fiziksel aktivite ve egzersiz. *fiziksel aktivite ve sağlık-ı*, 129.