

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**



**TEKERLEKLİ SANDALYE VE KOŞAN BASKETBOL
OYUNCULARINDA AKUT EGZERSİZİN
OKSİDATİF STRES, İRİSİN ve KAS HASARINA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Nihal BAKIR**

2023

ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Mustafa İSSİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez Doktora Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Serdar ORHAN

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sebahattin DEVECİOĞLU

Danışman

Doktora Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Sebahattin DEVECİOĞLU _____

Prof. Dr. Yüksel SAVUCU _____

Prof. Dr. Mustafa KARAHAN _____

Prof. Dr. Serkan HAZAR _____

Prof. Dr. Ercan GÜR _____



ETİK BEYAN

Kendime ait çalışmalar ile bu tez çalışmasını gerçekleştirdiğimi, çalışmaların planlanmasından, bulgularının elde edilmesine ve yazım aşamasına kadar tüm aşamalarında etiğe aykırı davranışım olmadığını, bu tezdeki tüm bilgileri ve verileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması içinde yer alan ancak bu tez çalışmasının bulguları arasında yer almayan verilere, bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Nihal BAKIR

24/11/2023

İmza

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim sürecinde desteği ve bilgi birikimi ile alanımda gelişmemi sağlayarak katkı sunan danışmanım Prof. Dr. Sebahattin DEVECİOĞLU' na, fikirlerinden ve alanındaki tecrübelerinden yararlandığım, her zaman destek veren değerli hocam Prof. Dr. Yüksel SAVUCU' ya, disiplinler arası çalışmalarda öneri ve fikirleriyle katkılar sunan Tıp Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Engin ŞAHNA' ya,

Engelliler ve basketbol branşı konularında sürekli danıştığım ve takımlara ulaşmamda yardımcı olan Prof. Dr. Tarık SEVİNDİ ve Mustafa KOÇ' a,

Bu tez çalışmasında gönüllü olan spor kulüplerine, takım antrenörleri Dursun DURU, Muharrem KARAKAFA ve Eray EVLİYAOĞLU' na, sağlık personelleri Muazzez BİLGİÇ, Hayrunnas EROĞLU, Furkan KARA, Elif ŞAHİNCİ ve Sümeyye TOPLU ATAKAN'a, Laboratuvar analizlerinde yardımcı olan Dr. Kürşat KARGÜN ve Dr. Gözde ARKALI' ya, istatistiksel analizlerde yardımcı olan Prof. Dr. Metin BAYRAKTAR' a,

Yine bu tez çalışmasında sporculara uygulanan besin tüketim kayıtlarında katkılar sağlayan doktora arkadaşım Dr. Nezihe ŞENGÜN ve Oya Seçil AKTAŞ' a, tezin düzenlemelerinde yardımcı olan Mehmet POLAT' a,

Ve son olarak büyük sabır göstererek bugünlere gelmemde maddi ve manevi her zaman destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin finansmanını sağlayan Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (FÜBAP) teşekkür ederim.

Nihal BAKIR

Elazığ-2023

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI	i
ONAY SAYFASI	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	ix
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ	5
3.1. Basketbol	8
3.1.1. Tekerlekli Sandalye Basketbolun Tarihçesi	9
3.1.2. Tekerlekli Sandalye Basketbol	10
3.2. Oksidatif Stres	12
3.3. Serbest Radikaller, Oksidatif Stres ve Antioksidanlar	14
3.3.1. Serbest Radikaller	14
3.3.2. Antioksidan Savunma Sistemleri	15
3.3.2.1. Antioksidanların Sınıflandırılması	19
3.3.2.1.1. Enzimatik Antioksidanlar	20
3.3.2.1.2. Non-Enzimatik Antioksidanlar	22
3.3.2.1.3. Eksojen Antioksidanlar	24
3.3.3. Sportif Aktiviteler ve Antioksidanlar	25
3.3.3.1. Egzersiz ve Antioksidan Sistem	26
3.3.4. Toplam Antioksidan Kapasitesi	27
3.4. Kas ve Yorgunluk	27
3.4.1. Akut Kas Ağrıları	28
3.4.2. Gecikmiş Kas Ağrısı (DOMS)	28
3.4.3. Egzersizde Kas Hasarı	29
3.4.4. Kas Kasılmasında Enzim Aktivitesi	30
3.4.4.1. Kreatin Kinaz (CK)	31

3.4.4.2. Miyogloblin (MYB)	32
3.4.4.3. Aspartat Aminotransferaz (AST)	32
3.4.4.4. Laktat Dehidrogenaz (LDH)	32
3.4.4.5. Alanin Aminotransferaz (ALT)	33
3.4.4.6. Ürik Asit (UA)	33
3.5. İrisin ve Egzersiz	34
4. GEREÇ VE YÖNTEM	37
4.1. Katılımcılar	37
4.2. Sportif Yüklenme Protokolü	37
4.3. Antrenman Prosedürü	38
4.4. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri	41
4.5. 24 Saatlik Besin Tüketim Kaydı	41
4.6. Kan Örneklerinin Alınması	42
4.7. Kan Örneklerinin Alınması ve Ayrıştırılması	43
4.8. Serum MDA, SOD ve İrisin Düzeyleri Ölçüm Prosedürü	45
4.9. Serum Vitamin A, C, E Ölçüm Prosedürü	46
4.10. Serum Örneklerinde CK Enzim Düzeyleri Ölçüm Prosedürü	47
4.11. Verilerin İstatistiksel Analizi	47
5. BULGULAR	49
6. TARTIŞMA	59
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
8. KAYNAKLAR	76
9. EKLER	84
10. ÖZGEÇMİŞ	87

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	ROT ve antioksidan dengesi ve bu dengenin bozulmasıyla oluşan oksidatif stres durumu	15
Şekil 2.	Oksidatif strese maruz kalmış hücre	15
Şekil 3.	Serbest radikallerin antioksidanların etkisiyle nötralize olması	17
Şekil 4.	Hücresel bazda antioksidan etkinlik	17
Şekil 5.	Düzenli egzersiz ve oksidatif stresin etkisi	18
Şekil 6.	İrisin yapısı ve etkisi	35
Şekil 7.	Tekerlekli sandalye basketbol takımının antrenman anı	40
Şekil 8.	Koşan basketbol takımının antrenman anı	41
Şekil 9.	Tekerlekli sandalye basketbol ve koşan basketbol takımlarından kan örneklerinin alınması	42
Şekil 10.	Tekerlekli sandalye basketbol ve koşan basketbol takımlarından alınan kanların 4000 devirde 5 dakika santrifuj edilmesi	44

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.	Antioksidanların sınıflandırılması	19
Tablo 2.	Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımının Antrenman İçeriği	39
Tablo 3.	Koşan Basketbol Takımının Antrenman İçeriği	40
Tablo 4.	Araştırma Gruplarına Ait Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler	49
Tablo 5.	Araştırma Gruplarının 24 Saatlik Geriye Dönük Besin Tüketim Kayıtları	51
Tablo 6.	Araştırma Gruplarının Kas Hasarı, Oksidatif Stres, Antioksidan ve İrisin Parametreleri (Grup içi Değerlendirme)	54
Tablo 7.	Araştırma Gruplarının Kas Hasarı, Oksidatif Stres, Antioksidan ve İrisin Parametreleri (Gruplar arası Değerlendirme)	56
Tablo 8.	CK, MDA, SOD ve irisin parametresi arasındaki ilişki	57

KISALTMALAR

$^1\text{O}_3$	: Dublet Oksijen
AST	: Aspartat Aminotransferaz
ALT	: Alanin Aminotransferaz
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
CAT	: Katalaz
CK	: Kreatin Kinaz
DOMS	: Gecikmiş Kas Ağrısı
ELISA	: Enzyme Linked Immunosorbent Assay
FNDC5	: Fibronectin type III domain containing 5
GSH	: Redükte Glutasyon
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
MDA	: Malondialdehit
PGC1	: Ppar Gamma Coactivator 1 Alpha
ROP	: Reaktif Oksijen Partikülleri
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
SOD	: Süperoksit Dismutaz
UCP1	: Uncoupling protein 1 (UCP1)

1. ÖZET

Tekerlekli Sandalye ve Koşan Basketbol Oyuncularında Akut Egzersizin Oksidatif Stres, İrisin ve Kas Hasarına Etkisinin İncelenmesi

Basketbol yüksek yoğunluklu fiziksel aktiviteleri gerektiren bir spor olup bu aktiviteler çoğu zaman oksidatif stres ve buna bağlı olarak kas hasarlarını oluşumunu sebep olmaktadır. Tekerlekli sandalye basketbolu oyunun yapısı ve aktivitenin niceliği bakımından koşu basketboluna kıyasla fizyolojik olarak bazı farklılıklar oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu çalışma, tekerlekli sandalye kullanan ve koşan basketbolcularda akut egzersizin oksidatif stres, irisin ve kas hasarı parametreleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Katılımcıların ortalama yaşları dokuz tekerlekli sandalyeli ve dokuz koşan erkek basketbol oyuncusu için sırasıyla $28,77 \pm 4,9$ ve $22,44 \pm 2,50$ yıldır. Sporculara 24 saatlik beslenme kayıtlarının ardından hücum ve savunma hareketleri, top sürme ve serbest atışlardan oluşan 90 dakikalık yüksek yoğunluklu (%70-80) beceriye dayalı akut antrenman uygulandı. Kreatin Kinaz (CK), A Vitamini (karotenoid), C Vitamini (askorbik asit), E Vitamini (α - tokoferol), malondialdehit (MDA), süperoksit dismutaz (SOD) ve irisin seviyeleri. Kan örnekleri Eliza, HPLC ve Auto-analyzer testleri kullanılarak analiz edildi. Normal dağılan veriler, eşleştirilmiş (grup içi) ve bağımsız (gruplar arası) t testleri kullanılarak analiz edildi. Buna karşılık, normal şekilde dağılmayan veriler Wilcoxon (grup içi) ve Mann-Whitney U testleri (gruplar arası) kullanılarak analiz edildi. Koşu yapan basketbolcularda antrenman sonrası CK, MDA ve SOD düzeylerinde anlamlı artış görüldü ($p<0.05$). Karşılaştırmada tekerlekli sandalye basketbolcularının CK, E Vitamini, İrisin,

MDA ve SOD düzeyleri koşan basketbolculara göre anlamlı derecede düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca bu çalışmada MDA ile irisin ($r=0,448$), MDA ile SOD ($r=0,803$) ve SOD ile irisin ($r=0,366$) arasında pozitif yönde anlamlı korelasyon bulunmuştur ($p<0,05$). Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, koşu basketbolunun tekerlekli sandalye basketboluna göre daha fazla kas aktivitesi ve enerji harcaması içerdii, bunun sonucunda da daha yüksek lipid peroksidasyonu, hücrel hasar ve oksidatif strese neden olduğu sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler: Malondialdehit, Süperoksit dismutaz, Kreatin kinaz, İrisin. A, C ve E vitamini

2. ABSTRACT

An Investigation of the Effect of Pre-Season Training on Oxidative Stress and Delayed Muscle Damage in Wheelchair and Running Basketball Players

Basketball is a sport that requires high-intensity physical activities, and these activities often cause oxidative stress and subsequent muscle damage. Wheelchair basketball, in terms of the structure of the game and the quantity of activity, creates some physiological differences compared to running basketball. Therefore, this study aimed to compare the effects of acute exercise on oxidative stress, irisin, and muscle damage parameters in wheelchair and running basketball players. The average ages of the participants were 28.77 ± 4.9 and 22.44 ± 2.50 years for nine wheelchairs and nine running male basketball players, respectively. Following 24-hour nutrition records, the athletes underwent 90-minute high-intensity (%70-80) skill-based acute training consisting of offensive and defensive movements, dribbling and free throws. Blood samples were collected from the antecubital veins of the athletes before and after the training to determine Creatine Kinase (CK), Vitamin A (carotenoid), Vitamin C (ascorbic acid), Vitamin E (α -tocopherol), malondialdehyde (MDA), superoxide dismutase (SOD), and irisin levels. The blood samples were analyzed using Eliza, HPLC, and Auto-analyzer tests. Normally distributed data were analyzed using paired (within-group) and independent (between-group) t-tests. In contrast, non-normally distributed data were analyzed using Wilcoxon (within-group) and Mann-Whitney U tests (between-group). In running basketball players, there was a significant increase in CK, MDA, and SOD levels after training ($p < 0.05$). In the comparison, wheelchair basketball players had significantly lower levels of CK, Vitamin E, Irisin, MDA,

and SOD compared to running basketball players ($p<0.05$). Additionally, a positive significant correlation was found between MDA and irisin ($r=0.448$), MDA and SOD ($r=0.803$), and SOD and irisin ($r=0.366$) in this study ($p<0.05$). According to the data from this study, it can be concluded that running basketball involves more muscle activity and energy expenditure compared to wheelchair basketball, resulting in higher lipid peroxidation, cellular damage, and oxidative stress.

Keywords: Malondialdehyde, Superoxide dismutase, Creatine kinase, Irisin. Vitamin A, C and E

3. GİRİŞ

Basketbol, dünya çapında 450 milyonun üzerinde insanın katılımıyla Uluslararası Basketbol Federasyonu (FIBA) tarafından yönetilen en popüler ikinci spor dalıdır. Basketbol, kas kuvveti, aerobik ve anaerobik kapasite gibi fiziksel bileşenleri bir araya getiren, beceri ve hız gerektiren bir spordur. Bu nedenle, basketbol olimpiyat programının en zorlu sporlarından biri olarak kabul edilmektedir (1).

Basketbol, dünyanın dört bir yanında seyircileri heyecanlandıran ve çeken dinamik bir takım sporudur. Bir basketbol maçının süresi 40-48 dakika arasında değişir ve bu süre içinde bir oyuncu, çok yönlü hareketler yapar. Bu hareketler, koşma, zıplama ve top sürme gibi farklı hızlarda gerçekleştirilir. Bu hareketleri yapabilmek için basketbolcuların hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerini kullanmaları gerekir. Ancak, yapılan araştırmalar basketbol oynayanlarda anaerobik metabolizmanın daha baskın olduğunu ortaya koymuştur (2).

Bireylerin bedensel engellerine rağmen spor yapabilmeleri hem fiziksel hem de psikolojik açıdan önemli bir fayda sağlamaktadır. Bu bağlamda, tekerlekli sandalye (TS) basketbolu, bedensel engelli bireyler için en çok tercih edilen spor dallarından biridir. Bu spor, 1945 yılında İngiltere’de ortaya çıkmış ve 1960 Roma Paralimpik Oyunları’nda tanıtıldıktan sonra dünya çapında yaygınlaşmıştır. Günümüzde Türkiye de dahil olmak üzere birçok ülkede TS basketbolu aktif olarak oynanmaktadır (3).

Elit basketbolcular, sezon içinde çok sayıda antrenman ve müsabaka yaparlar ve sık sık zorlayıcı ve rekabetçi maçlarla karşılaşır. Bu yoğun egzersiz, serbest radikal denilen ve makromoleküllerin (örn. lipidler, proteinler ve DNA)

oksidlenmesine ve oksidatif stres adı verilen patofizyolojik bir duruma neden olabilen moleküllerin oluşumunu artırır. Bu durum, elit basketbolcuların sağlığı ve performansı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir (2).

Düzenli kas egzersizleri, sağlık açısından birçok yarar sağlasa da, reaktif oksijen türevleri denilen ve radikaller olarak da bilinen moleküllerin oluşumunu artırır. Bu moleküller, kas dokusunda hemostaz bozukluğuna ve kas yorgunluğu veya hasarına neden olabilir. Bu durum, egzersize bağlı kas problemlerinin reaktif oksijen türevleri ile ilişkili olduğunu gösteren kanıtlarla desteklenmektedir (6).

Serbest radikaller, vücudumuzda sürekli olarak oluşan ve antioksidanlar ile nötralize edilen moleküllerdir. Antioksidanlar, reaktif oksijen türleri (ROT) olarak da bilinen serbest radikallerin koruyucu etkisi olan savunma mekanizmalarıdır. Oksidatif stres, serbest radikaller ve antioksidanlar arasındaki dengenin bozulmasıdır (7). Bu durum, hücre ve doku düzeyinde hasarlara ve vücuttaki lipid, protein, karbonhidrat ve nükleik asit gibi temel makro moleküllerin işlev bozukluğuna neden olur (7). Serbest radikaller ve antioksidanlar, vücudumuzun enerji, kas ve performans işlevlerinde etkili olan moleküllerdir. Egzersiz yaparken, serbest radikal üretimi artar ve oksidatif stres oluşur. Ancak düzenli dayanıklılık egzersizleri, oksidatif stresi ve kas yaralanmasını azaltır ve antioksidan savunma sistemini güçlendirir (6). Egzersizin yoğunluğu arttıkça, serbest radikallerin olası hasarları da artar. Fiziksel aktivitenin yoğunluğu ve süresi, metabolik faaliyetleri ve oksijen kullanımını yükselterek serbest radikal üretimini tetikleyebilir (7). Oksidatif stres, serbest radikal üretimi ile vücudun antioksidan koruma sistemi arasındaki dengeyi serbest radikaller lehine bozan bir durumdur (8). Spor yaparken, dokular daha fazla oksijene ihtiyaç duyar. Bu nedenle, alınan oksijen miktarının da

yükselmesi gerekir (7). Egzersiz sırasında oksijen miktarının yükselmesi, reaktif oksijen türlerinin de vücutta artmasına yol açabilir (5).

Miyokinler, enerji metabolizması ve kas onarımı ile ilişkili olan proteinlerdir. Kas dokusunun miyokin sentezini arttıran düzenli egzersizler, kas sağlığını destekler. İskelet kasları, enerji tüketimini düzenleyen endokrin bir fonksiyona sahiptir ve irisin adı verilen bir hormon salgılar. İrisin, yeni tanımlanmış bir miyokindir ve egzersiz yapılmasıyla salınımı artar. İrisin, mitokondri içeren kahverengi yağ dokusuna dönüşen beyaz yağ dokusunu uyarır. Böylece, irisin metabolik homeostazın sağlanmasında kritik bir rol oynar. Yüksek yoğunluklu egzersizin uzun süreli uygulanması, miyokin salınımını belirgin şekilde modüle eder ve böylece egzersizin inflamasyon üzerindeki baskılayıcı rolünü güçlendirir (8).

Tekerlekli sandalye basketbolu, koşan basketbol ile benzer teknik ve taktik özelliklere sahip olsa da oyunun niteliği ve aktivitelerin niceliği açısından farklı fizyolojik gereklilikleri içermektedir (9, 10). Bu durumun oksidatif stres, kas hasarı ve irisin düzeyleri gibi bazı fizyolojik ve hormonal parametreler bakımından tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularını arasında farklılık oluşturup oluşturmadığı konusunda henüz bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının akut egzersiz ile oksidatif stres, irisin ve kas hasarı düzeyleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

3.1. Basketbol

Basketbol, iki takımın birbirlerinin saha sonundaki çemberlere top atarak sayı kazanmaya çalıştığı bir spordur. Her takım beş oyuncudan oluşur ve saha dikdörtgen şeklindedir. Çemberler, arkalıklarla birlikte 3.048 m yüksekliğe yerleştirilmiştir ve çapları 46 cm'dir. Basketbol, profesyonel bir spor dalı olarak çeşitli gelişmelerle şekillenmiştir. Bir takım, normal oyun süresince rakip takımın savunduğu çembere şut atabilir. Şutun üçlük çizgisinin arkasından atılması durumunda üç puan, önünden atılması durumunda ise iki puan değerindedir. Bir takım, rakip takımın faul yapması sonucunda serbest atış hakkı elde edebilir ve her serbest atış bir puan değerindedir. Oyun süresi sonunda en yüksek puana sahip olan takım galip gelir, ancak eşitlik durumunda ek süre (uzatma) oynanır. Top, pas vererek veya top sürerek sahada hareket ettirilebilir. Top sürerken pivot ayağını yerden kaldırmak veya sürüklemek, topu iki eliyle tutup bırakmak veya taşımak bir ihlaldir (11).

Basketbol, iki takımın yaklaşık 450 m²'lik bir sahada top atarak sayı elde etmeye çalıştığı bir spordur. Bu spor, anaerobik ve aerobik enerji sistemlerinin sırayla kullanıldığı, güç, denge, hız, dayanıklılık, esneklik, beceri, zihinsel yetenek, teknik ve taktik gerektiren karmaşık bir spor dalıdır. Basketbol, yüksek şiddetli hareketlerin (sıçramalar, yön değiştirmeler, sprintler, top sürmeler vb.) düşük şiddetli hareketlerle (yürümeler, durmalar vb.) aralıklı olarak yapıldığı aerobik temelli anaerobik bir spordur (12).

Basketbol, oyuncuların fiziksel uygunluk ve sportif beceri düzeylerini yüksek oranda göstermelerini gerektiren zorlayıcı bir spordur. Oyuncular rakip

oyuncunun hareket etmesini, pas vermesini ve şut atmasını engellemek için temas kurmaktan kaçınmaya çalışırlar. Ancak basketbol, teması yasaklayan bir kural olmasına rağmen, oyuncular arasında temas kaçınılmazdır. Özellikle perdeleme ve çevreleme gibi durumlarda oyuncular sürekli fiziksel temas halindedir. Basketbolun temaslı ve ani hareketler içeren bir spor olması, yaralanma riskini arttırmaktadır (13).

3.1.1. Tekerlekli Sandalye Basketbolun Tarihçesi

Tekerlekli Sandalye Basketbolu, 2. Dünya Savaşı sonrasında Amerika'da ortaya çıkan bir spordur. Bu sporun öncüleri, engelli hale gelen ve basketbol oynamaya devam etmek isteyen eski basketbolcular olmuştur. Tekerlekli sandalye ile oynamaya uygun hale getirmek için basit değişiklikler ve küçük kural ayarlamaları yapmışlardır. Bu spor, Amerika'da ve daha sonra dünyada yaygınlaşmaya başlamıştır (14).

Tekerlekli sandalye sporları, II. Dünya savaşı sonucunda yaralanan askerlerin öncülük ettiği bir harekettir. Bu sporlar, dünyanın dört bir yanındaki engelli kadın, erkek ve çocuklara bireysel ve takım sporları imkanı sunmuştur. Tekerlekli sandalye sporlarının ilk uluslararası turnuvası 1940'ların son yıllarında gerçekleştirilmiştir (14).

Tekerlekli sandalye basketbolu, engelli sporlarının en popüler branşıdır. Türkiye Bedensel Engelliler Spor Federasyonu, Süper Lig, 1. Lig ve 2. Lig olmak üzere 3 ligde bu sporun organizasyonunu yapmaktadır. Tekerlekli Sandalye Basketbolu A Milli Takımı, Avrupa'nın en iyi sekiz takımı arasında yer almaktadır ve Avrupa'nın en büyük ligine sahiptir. Tekerlekli Sandalye Basketbol Liglerine

katılan 59 kulüp, her hafta yaklaşık 30, sezon boyunca ise 500'den fazla maç yapmaktadır (15).

3.1.2. Tekerlekli Sandalye Basketbol

Tekerlekli Sandalye Basketbolu (TSB), ayakta oynanan basketbolun tekerlekli sandalye ile oynanan bir versiyonudur. Küçük farklılıklar dışında, aynı kurallara, saha boyutlarına ve sürelerle sahiptir. Her takım beş oyuncudan oluşur ve 10 dakikalık dört periyot oynar. Periyot araları 10 veya 15 dakikadır (3).

TSB, IWBf tarafından yönetilen uluslararası bir spordur. Amaç, rakip çembere top atarak sayı yapmak ve rakibin sayı yapmasını engellemektir. En çok sayısı olan takım kazanır. Bu spor, engelsiz basketboldan uyarlanmıştır. TSB, oyuncuların gövde kontrolü ve oturma dengesine göre 1 ila 4.5 arasında puanlandığı bir spordur. Oyuncuların çoğunun kol ve el fonksiyonları normaldir (düşük puanlar daha fazla kısıtlılığı gösterir). TSB, hem erkek hem de kadın sporcuların katılabildiği bir spordur. Oyuncuların fonksiyonel becerilerine göre 0.5 (en ağır engelli) ila 4.5 puan verilir. Her takımın sahadaki oyuncularının toplam puanı 14'ü geçemez (14).

TSB, bedensel engelli sporcuların tekerlekli sandalyelerini kullanarak oynadıkları, yüksek yoğunluklu ve farklı top sürme kuralına sahip bir takım sporudur. Bu spor, üst ekstremitelerin fonksiyonel kapasitesini etkileyen ve omuz ekleminde fizyolojik değişikliklere neden olan tekerlekli sandalye hareketlerine dayanır. Bu değişiklikler, internal rotasyon azalması, eksternal rotasyon artışı ve skapular diskinezi şeklinde ortaya çıkar ve dominant üst ekstremitelerde daha belirgindir (15).

TSB, 10 dakikalık dört periyotta, beşer kişilik iki takım arasında oynanır. İkinci periyot sonunda 15 dakikalık bir devre arası verilir. Oyunun kuralları, IWBF tarafından belirlenmiştir ve basketbol sporunun kurallarını büyük ölçüde takip eder. Oyun alanının boyutları ise 28 m uzunluğunda ve 15 m genişliğindedir. Oyundaki her takımın oyuncularının sınıflandırma puanlarının toplamı 14 veya 14,5 olmalıdır (15).

TSB, IWBF'nin 1984 yılında kabul ettiği sınıflandırma sistemine göre oynanır. Bu sistem, sporcuların fiziksel engeline bağlı olarak gösterdikleri fonksiyonel seviyeyi ölçmek için tasarlanmıştır. Bu ölçümde, sporcunun oturma dengesi ve gövde hareketliliği esas alınır. Sınıflandırma sistemi, sporcuların top sürme, topu itme, ribaund, paslaşma ve şut atma gibi temel basketbol becerilerine sahip olup olmadığını değerlendirir. Bu beceriler, sporcuların gövde fonksiyonu ve performansını etkilemektedir (14, 17).

TSB'de potaya şut atmak ayakta basketbola göre daha zorlayıcıdır. Çünkü alt ekstremité gücü azalan sporcular, potaya daha uzak mesafeden atış yapmak zorunda kalırlar. Ayakta ve tekerlekli sandalyede şut atma teknikleri karşılaştırıldığında, engellilik durumuna bağlı olarak üst ekstremitenin segmentlerinin hareket özellikleri ve zamanlaması arasında farklılık olabilir (18).

TSB, uyum ve takım ruhu gerektiren, hem tekerlekli sandalyelerini hem de topu aynı anda kontrol edebilen yüksek seviyede beceri ve teknik kapasite isteyen bir spordur (19).

TSB, bedensel engelli sporcuların tekerlekli sandalyelerini kullanarak oynadıkları, yüksek yoğunluklu ve farklı kurallara sahip bir takım sporudur. Bu

spor, oyuncuların fiziksel engel durumlarına göre puanlandırıldığı ve sahada yer alacak oyuncuların toplam puanının belirli bir limiti aşmaması gerektiği fonksiyonel sınıflandırma sistemini içerir (19). TSB, alt ekstremitte fonksiyonlarını kaybetmiş veya azalmış olan bireyler için uygun bir seçenektir (5, 20). Bu spor, koşan basketbol ile ortak özellikleri olan (ribaund, pas, şut vb.) ancak fiziksel güç ve hızlı yer değiştirme açısından daha fazla fizyolojik talep oluşturan özel bir müsabaka şeklidir (4, 5). TSB, para-limpik sporların en popüler olanıdır ve tekerlekli sandalyeleri kullanarak yaptıkları tekerleği çevirme, ribaund alma, pas atma, baş üstü seviyede şut atma gibi hareketler ve yüksek yoğunluktaki aktiviteler ile tanımlanan bir spordur. Tekerlekli sandalye kullanan bireyler için üst ekstremitte kas gücü çok önemlidir ve hem spora özgü aktiviteleri hem de tekerlekli sandalyeyi kontrol etmede kritik rol oynar (21). TSB oyun kuralları, koşar basketbolun temel kurallarının engellilere uygun hale getirilmiş şeklidir. Oyunun mekanik yönü ise tekerlekli sandalyenin kullanımı ile ilgilidir. Örneğin, topu sektirmeden veya elinden bırakmadan tekerlekli sandalyenin çemberini üç kereden fazla ittiren oyuncu hatalı sürüş yapmış olur. TSB, Paralimpik bir branştır ve dünya çapında önemli bir rekabet ve izleyici potansiyeline sahiptir (15).

3.2. Oksidatif Stres

Oksijen tüketimini artıran aerobik egzersiz, hücre zarlarında lipid peroksidasyonu ve hasara neden olan oksidatif stresi tetikleyebilir. Oksidatif stres, hücrelerin normal metabolizmasında oluşan serbest radikallerin, antioksidan sistemlerle korunamadığı durumdur. Serbest radikaller, hücrelerdeki lipid, karbonhidrat, protein ve nükleik asit gibi moleküllerle reaksiyona girerek oksidatif

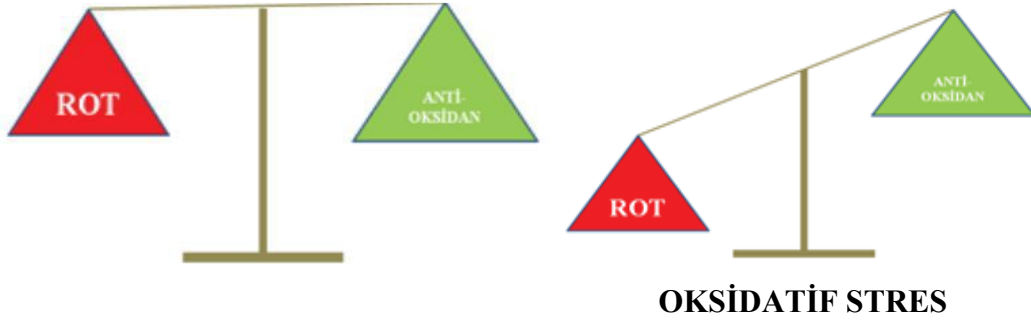
hasara yol açabilirler. Oksidatif hasarın bir göstergesi olan malondialdehit (MDA), lipid peroksidasyonunun bir son ürünüdür (16, 17). Oksijen tüketimini artıran durumlar, oksidan-antioksidan dengesini bozarak oksidatif stresi artırabilir. Bu durumlar, fiziksel aktivite, hamilelik, yaşlanma gibi normal süreçler; çevre kirliliği, sigara, alkol gibi zararlı faktörler; yağlı beslenme, antioksidan eksikliği gibi beslenme bozuklukları olabilir (6). Oksidatif stresin etkilerinden korunmak için düzenli ve ılımlı egzersiz yapmak yararlı olabilir. Egzersiz, antioksidan sistemleri aktive ederek serbest radikal üretimini dengeleyebilir. Egzersizin antioksidan sistem ve lipid peroksidasyonu üzerindeki etkileri araştırma konusudur. Egzersizin şiddeti, süresi ve türüne göre, oksijen kullanımı ve serbest radikal üretimi değişebilir. Egzersizin çeşitli antioksidan enzimleri artırdığı gösterilmiştir. Ancak, hangi enzim veya enzimlerin hangi koşullarda etkilendiği konusunda net bir bilgi yoktur (18).

Oksijen tüketimini artıran egzersiz, hücre zarlarında hasara neden olan reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artırır. Hücreler, ROS'a karşı antioksidanlarla savunma yaparlar. Bu savunma sistemi, ROS ile dengeli olmalıdır. Aksi halde, hücrelerde hastalıklara yol açan değişiklikler olabilir. Egzersiz, kas hücrelerinde ROS'un ani artışına bağlı olarak sarkoplazmik zar, kasılma yeteneği ve miyofibril yapısında hasara yol açabilir. Ayrıca, egzersiz, kan üre, kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz gibi bazı biyokimyasal ölçütlerde de değişimlere neden olabilir (19).

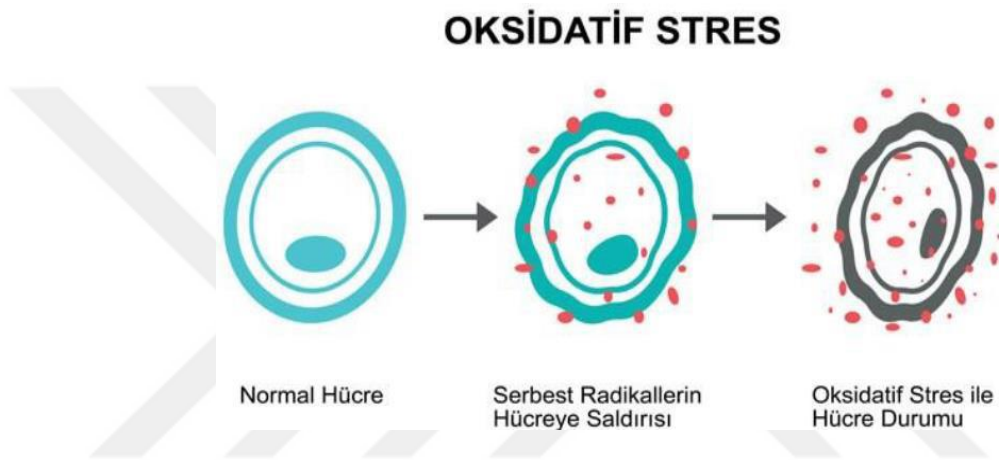
3.3. Serbest Radikaller, Oksidatif Stres ve Antioksidanlar

3.3.1. Serbest Radikaller

Oksijen tüketimini artıran egzersiz, ROT üretimini artırarak kas dokusunda stres ve hasara neden olabilir. ROT, kas yorgunluğu veya hasarının temel mekanizmasıdır (6). ROT, vücudun kendi metabolik süreçleri veya dışarıdan gelen etkenler sonucu oluşan zararlı moleküllerdir. Mitokondri, ROT'nin en önemli kaynağıdır. UV ışınlar ve bazı kimyasallar ise ROT'nin dış kaynaklarıdır. ROT'nin çok fazla veya çok az olması, hücrelerin yapısını ve işlevini bozabilir (20). Oksijenin normal metabolik yollarla kullanımı, ROT'nin oluşmasına neden olur. ROT, hücre membran lipidlerinin peroksidasyonu ile hücre ve dokularda oksidatif hasara yol açar. Oksidatif hasarın önlenmesi için vücutta endojen antioksidan mekanizmaları bulunur. Bu mekanizmalar, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak iki gruba ayrılır. Enzimatik antioksidanlar, SOD, CAT, GSH, GPX, GRD gibi enzimleri içerir. Enzimatik olmayan antioksidanlar ise vitamin, mineral ve diğer bazı molekülleri içerir. Vücutta ROT ve antioksidanlar arasında bir denge vardır ve bu denge bozulduğunda oksidatif stres ortaya çıkar. Oksidatif stres, hücre, doku ve organlarda hasar veya fonksiyon bozukluklarına sebep olur (21). Düzenli egzersiz, oksidatif stresin önlenmesinde önemli bir rol oynar. Akut egzersiz, antrenmansız insanlarda ve hayvanlarda oksidatif stresi artırır. Düzenli egzersiz ise oksidatif stresi azaltır. Düzenli egzersiz, antioksidan enzimlerin aktivitesini artırarak ve ROT üretimini azaltarak oksidatif stresi dengeleyebilir (22, 23).



Şekil 1. ROT ve antioksidan dengesi ve bu dengenin bozulmasıyla oluşan oksidatif stres durumu (24)



Şekil 2. Oksidatif Strese Maruz Kalmış Hücre (25)

Antioksidan savunma sistemi, reaktif oksijen türevleri ile antioksidanlar arasındaki dengenin bozulduğu durumlarda kendini güçlendirerek uyum sağlamaya çalışır. Ancak bu uyum sağlanamadığında hücre ve doku hasarları kaçınılmaz olur. Reaktif oksijen türevleri, hücre ve dokularda sürekli olarak oluşur ve hücrenin temel bileşenlerine (lipitler, proteinler, karbonhidratlar ve nükleik asitler) zarar verir (7).

3.3.2. Antioksidan Savunma Sistemleri

Oksijenin kullanımı sonucu oluşan serbest oksijen radikalleri (SOR), hücre ve molekül düzeyinde hasara neden olan zararlı moleküllerdir. İnsan vücudu, bu

moleküllere karşı antioksidan savunma sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, bazı enzimler ve SOR'leri bağlayan veya etkisizleştiren moleküllerden oluşur. Antioksidan savunma sistemindeki enzimler, SOR'leri bağlayan molekülere göre daha etkilidir. Antioksidanlar, lipid peroksidasyonunu önleyerek veya SOR'leri yakalayarak hasarı durduran maddelerdir (26). Antioksidanlar, her zaman yeterli olmayabilir. Bu durumda, hücre ve dokuların tamir mekanizmaları gereklidir. Antioksidanların yetersiz kaldığı veya prooksidanların arttığı durumlarda oksidatif stres ortaya çıkar. Oksidatif stres, moleküler hasar ve doku zedelenmesi ile sonuçlanır (27). Antioksidanlar, SOR'lere karşı korunmada farklı yollarla etki ederler (26).

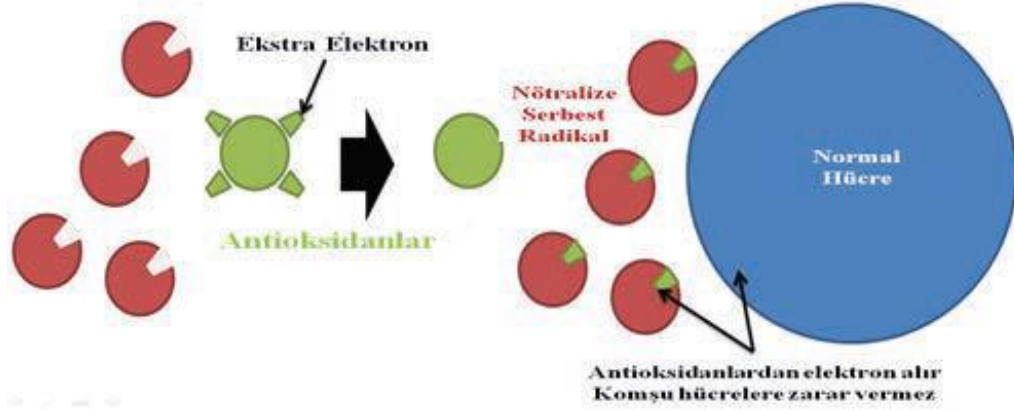
a-SOR'lerin oluşmasını önleyerek

b-SOR'lerin oluşumunu hızlandıran metal iyonlarını tutarak

c-SOR'leri antioksidan enzimlerle veya doğrudan yok ederek

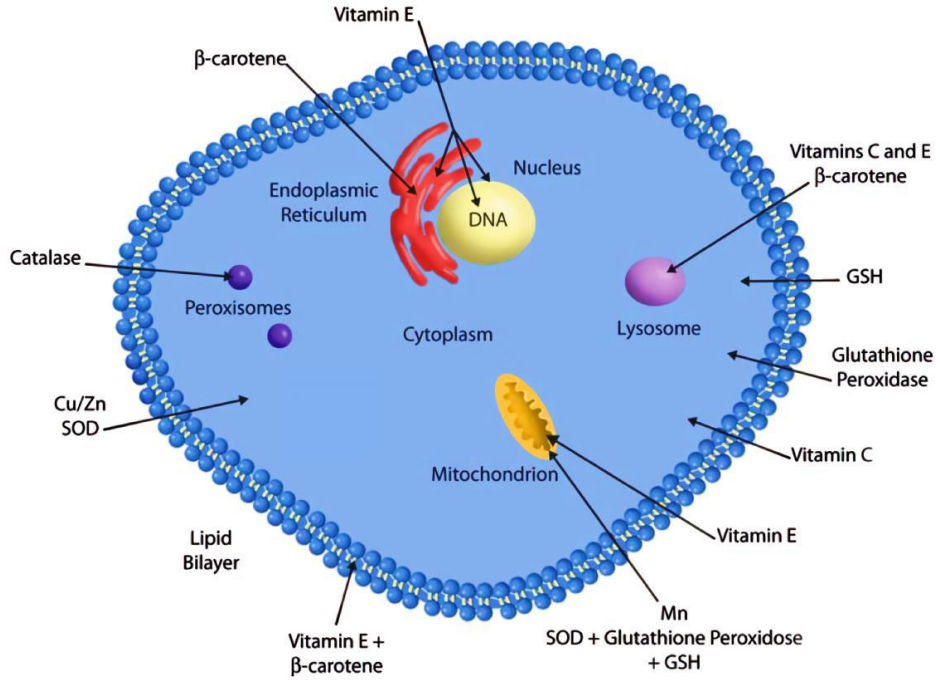
d-Zarar görmüş hücresel yapıları tamir ederek veya temizleyerek

Antioksidan savunma sistemi, SOR'lerin oluşturduğu hasarı önlemek için yetersiz kaldığında, antioksidan savunma sistemini güçlendirmek için çeşitli yöntemler önerilir. Bu yöntemlerden en önemlileri, antioksidan içeren besinlerin tüketilmesi ve düzenli fiziksel aktivite yapılmasıdır. Bu şekilde SOR'ler ve antioksidanlar arasındaki denge sağlanır ve insan sağlığı korunur (6).



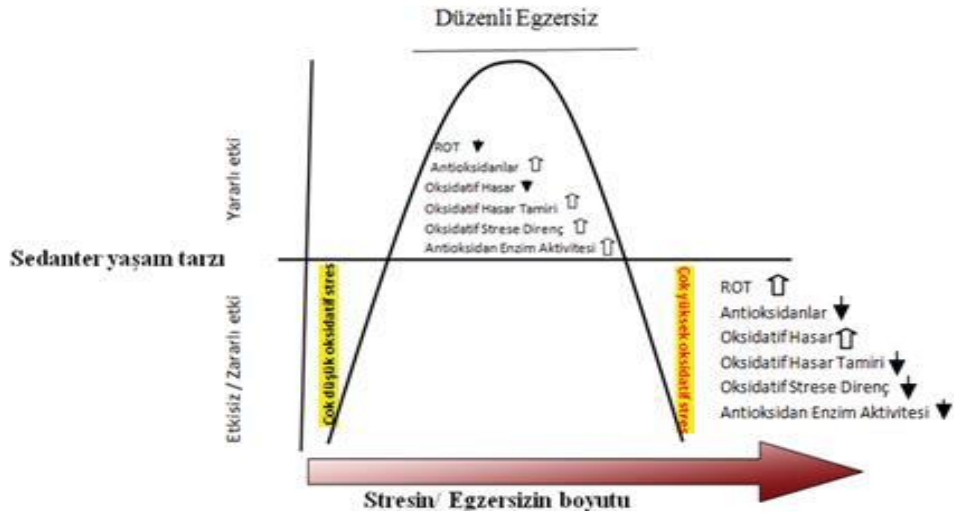
Şekil 3. Serbest Radikallerin Antioksidanların Etkisiyle Nötrleştirilmesi (24)

Egzersiz yaparken oluşan oksidatif hasarın derecesi, sadece serbest radikallerin miktarına değil, aynı zamanda antioksidanların ne kadar etkili olduğuna da bağlıdır. Egzersiz esnasında ortaya çıkan ROS ile savaşan ilk savunma mekanizması, SOD, CAT ve MDA gibi enzimlerdir. Bu enzimler, egzersizin doğrudan etkisi altında kalabilecekleri için, önemli bir rol oynamaktadırlar (6).



Şekil 4. Hücresel bazda antioksidan etkinlik (28)

Oksidatif hasarları önlemek için hücrenin farklı organellerinde antioksidanlar etkin olarak çalışır (Şekil 4). Bu da hücrenin normal fonksiyonlarını sürdürmesine yardımcı olur (28). Serbest radikaller, egzersizle ilişkili olarak kas işlevi, enerji üretimi ve fiziksel performansı etkiler. Antioksidanlar, serbest radikalleri nötralize ederek vücudun önemli bileşenlerini korur. Egzersizin tipi, süresi ve şiddeti oksidatif stresi değiştirir. Akut ve yoğun egzersizler oksidatif stresi artırırken, kronik ve düşük yoğunluklu egzersizler oksidatif stresi azaltır ve antioksidan savunma sistemini güçlendirir (6).



Şekil 5. Düzenli Egzersiz ve Oksidatif Stresin Etkisi (31)

Serbest radikallerin neden olduğu hasarı önlemek için vücudun kendi antioksidan savunma sistemi yeterli olmayabilir. Bu durumda, antioksidan içeren besinler ve düzenli egzersiz gibi yöntemlerle antioksidan savunma sistemi desteklenebilir. Bu yöntemler, serbest radikallerin vücuda verdiği zararı azaltır. Vücudun kendi antioksidanları yetersiz kaldığında, besin yoluyla alınan antioksidanlar daha önemli hale gelir. Vücudun antioksidan kapasitesi, sağlık için önemli bir parametredir (7).

3.3.2.1. Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidanlar, serbest oksijen radikallerine karşı korunmada rol oynayan moleküllerdir. Antioksidanlar, farklı özelliklere göre sınıflandırılabilirler (29).

Tablo 1. Antioksidanların sınıflandırılması (30)

ENDOJEN ANTİOKSİDANLAR		
Enzimatik Antioksidanlar	Nonenzimatik Antioksidanlar	
Süperoksit dismutaz (SOD)	Glutasyon	Koenzim Q10
Katalaz (CAT)	Melatonin	Selenyum
Glutasyon peroksidaz (GPx)	Ürik asit	α -lipoik asit
Glutasyon redüktaz (GR)	Bilirubin	Transferrin
	Albümin	Seruloplazmin
EKSOJEN ANTİOKSİDANLAR		
Vitamin Antioksidanlar	Eksojen	İlaç Olarak Kullanılan Eksojen Antioksidanlar
α -Tokoferol (Vitamin E)		Ksantin oksidaz inhibitörleri (allopürinol, oksipürinol, pterin aldehit, tungsten)
β -karoten (Vitamin A)		NADPH oksidaz inhibitörleri (adenozin, lokal anestetikler, kalsiyum kanal blokerleri, nonsteroid antiinflatuvar ilaçlar)
Askorbik asit (Vitamin C)		Rekombinant süperoksit dismutaz
Folik asit (Vitamin B9)		Trolox-C (vitamin E analogu)
		Endojen antioksidan aktiviteyi artıranlar (GPx aktivitesini artıran ebselen ve asetilsistein)
		Nonenzimatik serbest radikal toplayıcılar (mannitol, albümin)
		Demir redoks döngüsü inhibitörleri (desferroksamin)
		Nötrofil adezyon inhibitörleri
		Sitokinler (TNF ve IL-1)
		Barbitüratlar
		Demir şelatörleri

Yapılarına göre: Enzimatik antioksidanlar ve non-enzimatik antioksidanlar

Kaynaklarına göre: Vücudun kendi ürettiği endojen antioksidanlar ve dışarıdan alınan eksojen antioksidanlar

Çözünürlüklerine göre: Yağda çözünenler ve suda çözünenler

Yerleşimlerine göre: Hücre içinde bulunanlar ve plazma ve diğer ekstraselüler sıvılarda bulunanlar.

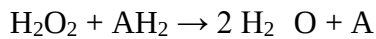
3.3.2.1.1. Enzimatik Antioksidanlar

Süperoksit Dismutaz (SOD)

Süperoksit dismutaz (SOD), bir antioksidan enzimdir ve süperoksit radikali (O_2^-) moleküler oksijene (O_2) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) çevirir. SOD, oksijen kullanımı yüksek olan dokularda hücre içinde etkindir. Hücre dışında etkisizdir. Fagositozla alınan bakterileri öldürmede de rol oynar. H_2O_2 'nin uzaklaştırılması için GSH peroksidaz ve katalaz (CAT) enzimleri SOD ile işbirliği yapar (31). SOD, aerobik hücrelerde yaygındır. Fizyolojik pH'da $O_2^{\bullet-}$ 'nin dismutasyonunu 10 000 kat hızlandırarak lipid peroksidasyonunu önler (32).

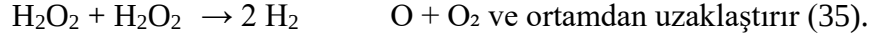
Katalaz

Katalaz, hem içeren bir protein olan hemoprotein sınıfına ait bir enzimdir (33). Katalaz, özellikle kan, kemik iliği, böbrek, karaciğer ve mukozal dokular gibi vücudun çeşitli yerlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunur (34). Katalaz, hidrojen peroksitin (H_2O_2) oluşum hızı düştüğünde, aşağıdaki reaksiyonu katalizleyerek H_2O_2 'yi su (H_2O) ve oksijen (O_2) gazına dönüştürür:



Hidrojen peroksit (H_2O_2), oksijenin reaktif bir formu olan oksidatif stres altındaki hücrelerde birikir. Bu molekül, katalaz adlı bir enzim tarafından

zararsızlaştırılır. Katalaz, H_2O_2 'nin oluşum hızının yüksek olduğu koşullarda, bu molekülü su (H_2O) ve oksijen (O_2) gazına parçalayarak hücre hasarını önler.



Katalaz, hem içeren bir protein olan hemoprotein grubuna dahildir. Bu enzim, her biri 60 kDa ağırlığında olan dört alt birimden meydana gelir ve bu alt birimler dört yüzlü bir yapı oluşturacak şekilde yerleşir (36).

Glutasyon Peroksidaz (GSH-Px)

Selenyum içeren sitozolik enzim glutasyon peroksidaz (GPx), hidrojen peroksiti (H_2O_2) suya (H_2O) ve oksijene (O_2) indirger. Eritrositlerde güçlü bir antioksidan faktördür. Serbest radikal peroksidasyonunun fagositik hücreleri etkilemesini önler. Bu enzim, dört selenyum atomundan oluşan dört alt birimli bir yapıdadır. Fosfolipid hidroperoksid glutasyon peroksidaz (PLGSH-Px) ise selenyum içeren monomerik bir sitozolik enzimdir. Membran fosfolipid hidroperoksidlerini indirger. E vitamininin eksikliğinde membran peroksidasyonunu engeller (37). GPx ve katalaz, hücrelerdeki H_2O_2 'yi zararsızlaştıran enzimlerdir. GPx, düşük H_2O_2 konsantrasyonlarında; katalaz ise yüksek H_2O_2 konsantrasyonlarında daha etkilidir. GPx, hücredeki H_2O_2 ve lipid peroksidlerini temizleyerek lipid peroksidasyonunu önler ve biyolojik membranları korur (38).

Glutasyon Redüktaz

Hidroperoksitlerin indirgenmesiyle oluşan oksitlenmiş glutasyon (GSSG), GSH-Px tarafından indirgenmiş glutasyon (GSH) haline getirilir. Bu şekilde, GSH-

Px, glutatyonun antioksidan özelliğini koruyarak dolaylı bir koruyucu rol oynar (32).

3.3.2.1.2. Non-Enzimatik Antioksidanlar

Askorbik Asit

C vitamini, lipid peroksidasyonunu tetikleyen radikalleri nötralize ederek, lipidlerin oksidasyondan korunmasına katkıda bulunur. Ayrıca, antiproteazların oksidan maddelerle inaktif olmasını önler. E vitamininin yeniden sentezlenmesinde rol alır ve tokoferoksil radikali α -tokoferole indirger. Böylece, E vitaminiyle birlikte LDL oksidasyonunu etkili bir şekilde engeller. C vitamini, fagositoz için de gereklidir. Bu vitaminin kemotaksis yanıtını arttırdığı ve oksidatif patlamada ortaya çıkan bakterisidal moleküllerin hücre içi konsantrasyonlarını düşürmeden, oksidatif hasara yol açan ürünleri nötralize ettiği belirlenmiştir. C vitamini, fenton reaksiyonunda, ferri demiri ferro demire indirgeyerek, hidrojen peroksitin superoksit radikali üretmesine sebep olur. Bu nedenle, askorbik asit pro-oksidan olarak da görülebilir. Ancak, bu etki sadece düşük konsantrasyonlarda meydana gelir; yüksek konsantrasyonlarda güçlü bir antioksidan aktivite gösterir (39).

Karotenler (A Vitamini)

A vitamini, alkoller (retinoller), aldehitler (retinaller) ve retinoik asitler gibi çeşitli formlarda bulunur. A vitamininin en sık rastlanan ve en etkin formu β -karoten'dir. Bu madde suda erimez ve havada oksitlenerek etkisiz ürünler meydana getirir. Karotenler, antioksidan özelliklerinin yanında, hücre ve hücre içi zarların

sağlamlığını, epitel dokunun bütünlüğünü ve glikoprotein sentezini desteklerler (40).

Tokoferoller (E Vitamini)

E vitamini, α , β , γ , δ olmak üzere dört farklı formda mevcuttur. Bunların arasında en yaygın ve en aktif olanı d- α -tokoferol'dür. Bu bileşikler, yağda eriyen ancak suda erimeyen, oksijensiz ortamlarda asit ve ısıya dayanıklı maddelerdir. Elektron alabilen ve veren hidroksil grubu taşırlar. Radikal tepkimelerde zinciri kıran bir etki gösterirler. Glutasyon ve askorbik asit ile birlikte antioksidan aktiviteleri artar (41).

Flavonoidler

Polifenol grubundan doğal kimyasallar olan flavonoidler, bitkisel kaynaklarda altı binin üzerinde çeşitlilik gösterir. Flavonoidler, antioksidan, antiateriyosklerotik, antitrombojenik, antiinflamatuvar, antitümör, antiviral, antialerjik gibi faydalı etkilere sahiptir. Flavonlar, flavonollar, kateşinler, flavanonlar; isoflavonlar, antosiyanidinler şeklinde altı alt sınıfa ayrılırlar. Flavonoidler, metal şelatörleri olarak çalışarak serbest radikalleri temizlerler. Flavonoidlerin inhibe ettiği ve nötralize ettiği reaktif oksijen ürünleri arasında; süperoksit anyonları, alkol radikali, peroksil radikali, hidroksil radikali ve perhidroksi radikali bulunur. Flavonoidler, reaktif oksijen ürünlerinin reaktif bölgeleriyle bağlanarak onları stabilize ederler (42).

Ubikinon (Koenzim Q)

Koenzim Q, mitokondride elektron taşıma zincirinin bir bileşeni olarak işlev görür. Ayrıca ubiquinon, plazma ve hücre membranlarında düşük seviyelerde lipid

peroksidasyonuna karşı koruma sağlar. Ubikinonun yenilenmesi, lipoamid dehidrogenaz ve tiyoredoksin redüktaz gibi enzim ailesinin diğer üyeleriyle yapılır (43).

Transerin ve Laktoferrin

Demir, Haber-Weiss reaksiyonlarında katalizör olarak rol alarak lipid peroksidasyonunu arttırır. Bu nedenle, demiri bağlayan maddeler, demirin bu reaksiyonlara katılmasını engelleyerek lipid peroksidasyonunu yavaşlatır veya durdurur (44).

Albumin

Albumin, demiri zayıf, bakırı ise güçlü bir şekilde bağlayan bir proteindir. Vücutta yüksek miktarlarda (40–60 mg/ml) bulunur (32). Albumine bağlı bakır, Fenton reaksiyonuna girebilir. Albumin yüzeyinde üretilen OH radikali, albumin tarafından nötralize edilir ve böylece radikalın çözeltide yayılması önlenir. Ayrıca, myeloperoksidazın bir türü olan HOCl'i de hızla temizler.

3.3.2.1.3. Eksojen Antioksidanlar

Antioksidanlar, alınma şekillerine göre vitamin veya ilaç formunda olabilirler. Bitkiler, binlerce yıl boyunca dünyada geleneksel tıbbın kaynağı olmuş ve insanlara yeni ilaçlar sunmaya devam etmiştir. Vücudumuz stresli durumlarda, antioksidanlar ve ROS arasındaki dengeyi kaybeder ve ROS ağırlık kazanır. Bu dengesizlik, hücrelere zarar verir ve sağlık sorunlarına yol açar. Reaktif serbest radikalleri etkisiz hale getirebilen antioksidanların yetersizliği, dejeneratif

hastalıkların gelişmesine zemin hazırlar. Bu yüzden, bu doğal bitki antioksidanları, bir çeşit koruyucu ilaç olarak kabul edilir (45).

3.3.3. Sportif Aktiviteler ve Antioksidanlar

Düzenli fiziksel aktivite yapan bireylerde kas-iskelet sisteminin antioksidan enzimleri daha yüksektir. Bu bireyler, spor yaparak oksidatif stres oluşturur. Organizma, bu stresin olumsuz etkilerini azaltmak için antioksidan koruma mekanizmasını artırır. Sporun akut ve kronik etkilerine karşı, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar büyük bir uyum gösterir (46). Fiziksel aktivite sırasında metabolizmada artan oksidatif stres, antioksidan savunma sistemlerinin aktivasyonunu sağlar. Antioksidan vitaminler, C vitamini ve E vitamini gibi, antioksidan savunma sistemine katkıda bulunur. Bu nedenle, spor öncesi, sırası ve sonrasında antioksidan vitamin alımı kas yaralanması ve yorgunluğu önleyebilir (47). Ultra dayanıklılık antrenmanları, kardiyak fonksiyon ve hasar bozukluklarına yol açabilir. Bu durum, serbest radikal üretiminin artmasıyla ilişkilidir. E vitamini, C vitamini ve beta karoten gibi antioksidanlar, hücre zarlarının serbest radikallerle hasar görmesini önleyebilir. Akut fiziksel yüklenme öncesinde antioksidan alımının etkileri araştırılmıştır. Bazı çalışmalar, bu antioksidanların sporla ilgili serbest radikal üretimini azalttığını göstermiştir. Ancak, kronik antioksidan kullanımının doku hasarı üzerindeki etkisi bilinmemektedir (6).

C Vitamini (Askorbik Asit)

Askorbat iyonu (AH), kardiyoprotektif özelliklere sahip olduğu düşünülen bir moleküldür. Askorbat iyonu (AH), tek elektronlu oksitlenmesiyle askorbat

serbest radikali (A *sc) oluşturur. (A *sc) radikali, spor sırasında üretilen bir radikaldır ve bu nedenle kalp kasına antioksidan koruma sağlar (7).

E Vitamini

Tokoferol ve tokotrienol gibi bileşiklerden oluşan bir vitamindir. Antioksidan aktivitesi en yüksek olan tokoferol alfa tokoferoldür. Tokoferoller, doğal antioksidanlardır. Aromatik halka, çeşitli oksijen radikalleri ve diğer serbest radikaller ile reaksiyona girerek onları nötralize eder ve doymamış yağ asitlerinin oksitlenmesini önler ve hücre zarının lipitlerinin hasar görmesini engeller (6).

3.3.3.1. Egzersiz ve Antioksidan Sistem

Vücudumuz, reaktif oksijen ve nitrojen türevlerinin zararlarından korunmak için güçlü bir antioksidan sistemine sahiptir. Egzersiz başladığında iskelet kasındaki antioksidan sistem hızla artar (48). Egzersizlere karşı, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar büyük bir uyum gösterir (49). Egzersiz sırasında artan oksidatif stres, antioksidan savunma sistemlerini güçlendiren sinyaller üretir. Antioksidan vitaminler, C vitamini ve E vitamini gibi, antioksidan savunma sistemine katkıda bulunur. Bu nedenle, egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında antioksidan vitamin alımı kas yaralanması ve yorgunluğu önleyebilir (50). Antioksidan vitaminler, E vitamini, C vitamini ve beta karoten gibi, hücre zarlarının serbest radikallerle hasar görmesini önleyebilir. Akut egzersizler, kaslarda SOD, CAT, GSH-Px ve GR aktivitelerini yükseltir (49). Bazı oksidatif stres ürünleri, egzersizden sonra hemen artmaz ve maksimum seviyelerine egzersiz bittikten sonra ulaşır. Bu yüzden egzersizden hemen sonra oksidatif stres belirteçleri oksidatif hasar olmadığını göstermez (49). Hentbolcular ve sedanterlerin akut aerobik

egzersiz öncesi ve sonrası MDA değerleri farklıdır. Hentbolcuların değerleri değişmezken, sedanterlerin değerleri akut egzersiz sonrası anlamlı olarak düşer (51).

3.3.4. Toplam Antioksidan Kapasitesi

Vücutta üretilen veya dışarıdan alınan antioksidanlar, serbest radikal zararına karşı korur. Vitamin C ve E, albümin, ürik asit, bilirubin gibi moleküler antioksidanlar ve glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz gibi enzimatik antioksidanlar, oksidan maddelerin hücre hasarını önler. Serum veya vücut sıvılarındaki antioksidan ajanların tek tek ölçülmesi zor ve pahalıdır (57). Plazmadaki antioksidanlar etkileşir ve daha fazla koruma sağlar. Bu yüzden total antioksidan kapasitenin ölçülmesi daha anlamlıdır. TAK, serumdaki tüm antioksidan bileşiklerin toplam aktivitesini gösterir. GSH-Px, SOD ve GSH-Redüktaz aktiviteleri artarken, antioksidan vitaminler azalır. Bu nedenle TAK koruyucu etkiyi belirler (52). Total antioksidan kapasite, oksidatif stresin zararlarından hücreleri ve hücresel bileşenleri koruma yeteneğidir. Total antioksidan kapasiteyi belirlemek için hidrojen atomu aktarımı veya elektron aktarımı prensipli yöntemler kullanılır (53).

3.4. Kas ve Yorgunluk

Kas yorgunluğu, kasın belirli bir kuvveti oluşturmak veya devam ettirmek için kasılması esnasında ortaya çıkan performans düşüklüğüdür. Kas yorgunluğu, kasın sıkıntılı veya tekrarlanan kasılmalar sonucunda istenen kuvveti sağlayamaması durumudur. Yorgunluk, fiziksel veya zihinsel çabanın doğal bir

sonucudur. Spor performansının en üst düzeye çıkması için tüm organların uyumlu bir şekilde çalışması gerekir. Bu, otonom sinir sistemi ve hormonlar dahil olmak üzere tüm sistemler için geçerlidir. Performans ancak belli bir süre aynı seviyede kalabilir, daha sonra yorgunluk nedeniyle performans azalır, yani yorgunluk yapılan egzersizin şiddetiyle doğru orantılıdır (53).

3.4.1. Akut Kas Ağrıları

Egzersiz esnasında veya hemen sonrasında ortaya çıkan kas ağrısı akut kas ağrısıdır. Kasın kan akışının yetersizliği nedeniyle oluşur. Özellikle izometrik kasılmalar sırasında kan akışının azalması ağrıyı çabuk başlatır ve kasılma bittiğinde ağrı hafifler. Zayıf kasılmalarda ağrı olmaz (54). Kas ağrıları, kasın kasılması sırasında kan akışının yetersizliği durumunda oluşur. Kas dokusunda laktik asit ve potasyum gibi atıklar birikir. Bu atıklar, duyarlı sinir uçlarını uyararak ağrıya neden olur. Kas ağrıları, atıkların uzaklaştırılmasına ve kasılma gücünün düşmesine kadar devam eder (55). Ağrının hemen başlaması, kasta laktik asit (ve diğer maddeler) birikmesi ile ilişkilidir. Laktik asit, sinir uçlarını etkiler. Fazla laktik asit 30-60 dakika içinde yok olur. Bir kısmı kaslarda enerji olarak kullanılır. Laktik asit karaciğerde laktata dönüşür. Ağrının hemen başlaması, kas veya bağ dokusunda hasar olmasına da bağlıdır (54).

3.4.2. Gecikmiş Kas Ağrısı (DOMS)

Gecikmiş kas ağrısı (DOMS), egzersizden 24-48 saat sonra ortaya çıkan kas ağrısıdır. 24-72 saat içinde en şiddetli seviyeye ulaşarak 5-7 günde geçer. Gecikmiş ağrı, kas liflerini birleştiren bağ dokusunda oluşan çok ince yırtıkların bir sonucudur

(bazen kas hücrelerinin zarında da yırtıklar olabilir). Bazı araştırmacılar, gecikmiş ağrının, kasın kasılma fazlarına bağlı olarak da geliştiğini söylemektedir. Kasılma fazlarında, kas lifi kısalarak kasın kısaltıldığı negatif faz ve kasın dirence karşı uzadığı pozitif faz vardır. Direncin, kasın ürettiği kuvvetten daha fazla olduğu pozitif fazda, bağ dokusu ve hücre zarında mikroskopik yırtıklar meydana gelir. Bu da bu teoriyi desteklemektedir (56).

3.4.3. Egzersizde Kas Hasarı

Egzersiz türü ve yoğunluğu kas hasarını değiştirir. Alışılmadık ekzantrik kasılmalar kas hasarına neden olur. Ekzantrik ve konsantrik kasılmalar kas hasarına yol açabilir, ancak ekzantrik egzersiz daha fazla hasara sebep olabilir (57). Ekzantrik kasılma, kas hasarında önemli bir rol oynar. Kas hasarı, Z bandlarında kopmalar sonucu kas yapısının bozulmasıdır. Z bandı kalınlıkları farklı olan liflerde hasar düzeyi de farklıdır. Kas hasarı, ırk, cinsiyet, yaş ve antrenman durumu gibi faktörlerle ilişkilidir. Kas hasarı, kalp kasında da enfarktüs benzeri zedelenmelere yol açabilir. Uzun süreli sporlarda, iskelet ve kalp kasında hasar görülebilir (58). Egzersiz sırasında yumuşak dokularda da zedelenmeler oluşabilir. Bu zedelenmeler rehabilitasyon ile iyileşir. Hücre düzeyinde de zedelenmeler meydana gelebilir. Bu zedelenme türü için mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı gibi terimler kullanılır (34). Egzersizin türüne göre kas hasarı farklılık gösterir. Ekzantrik kasılma daha fazla kas hasarına neden olur. Egzersiz sonrasında başlayan kas ağrısı, iskelet kasındaki travmatik durumlardır. Kas hasarının üç tip belirtisi vardır (58):

1. Gecikmiş kas ağrısı: Egzersizden 12-48 saat sonra, kaslarda güçsüzlük, yorgunluk ve hassasiyet hissi. Ekzantrik kasılma içeren egzersizlerden sonra görülür.
2. Yorgunluk: Egzersizden hemen sonra oluşur. Düzenli antrenman yapanlarda veya spora yeni başlayanlarda görülür. İzometrik kasılmalarda kan akışının azalması sonucu anaerobik metabolizma artar ve laktik asit üretilir.
3. Ağrı: Tekrarlanan egzersizlerde, yüksek hızlı kasılmalarda, kas çekmesine benzer şekilde oluşur. Ekzantrik kasılma ile ilişkilidir.

3.4.4. Kas Kasılmasında Enzim Aktivitesi

Egzersiz, hücre içi adenosin trifosfat miktarını düşürerek hücre zarının geçirgenliğini artırır. Bu durum, CK, LDH, AST ve aldolaz gibi kas enzimlerinin serumda yükselmesine yol açar. Kısa bir yürüyüş bile bu enzimleri etkileyebilir. Ağır egzersizler, orta şiddettekilerden daha fazla kas hasarına neden olabilir. Farklı kasılma tipleri, iskelet kaslarında yaralanmalara sebep olabilir. İskelet kası yaralanmaları, kas ağrısı, CK, LDH, miyogloblin gibi kas proteinlerinin kan dolaşımında artmasıyla belirlenir. İskelet kası enzimleri, kas dokusunun işlevsel göstergesidir; ancak değişkenlik gösterebilir. Enzim seviyelerindeki artış, akut veya kronik kas hasarıyla ilişkilidir (59). Kas hasarı; alışılmadık ve şiddetli egzersiz sonrasında yorgunluk, performans azalması, kuvvet ve kaslarda ağrı kaybı ile karakterize edilen akut bir olaydır. Kas hasarı olduğunda, hücre içi enzim CK' nin plazma ve serum aktivitesi artar. CK, kas hasarının bir belirtisidir (56). Egzersizle hücre zarında oluşan hasar, sarkolemmayı geçemeyecek moleküllerin hücre dışına

taşınmasına ve plazma konsantrasyonunun artmasına neden olur. Bu artış, dokuda hasarla orantılıdır. Egzersizden sonra iskelet kasındaki hasar, kas özgü maddelerin kan dolaşımına sızmasına yol açar. Kaslardan en fazla kaybolan madde CK' dır. Kas hasarını belirlemek için CK konsantrasyonu referans alınır (27). Hücre zarı zarar görürse, seçici geçirgenliği kaybolur ve enzimler seruma geçer. Hücre zarı çok hasarlı ise, mitokondriyal enzimler de seruma sızar. Enzimlerin hücre içindeki yerleri, hücre hasarının derecesini belirler. Bir enzimin serum aktivitesinin artması, hasar gören dokuyu işaret eder. İskelet ve kalp kası hasarını tespit etmek için CK, miyoglobin, AST, LDH, karbonik anhidraz, troponin ve kas yapı proteinleri gibi yapılar kullanılır (43).

3.4.4.1. Kreatin Kinaz (CK)

CK bir enzimdir ve kas kasılmasını sağlar ve ATP'yi yeniler. CK enzimi iskelet, kalp ve beyinde bulunur. Beyindeki CK enzimi kan dolaşımına geçmez. Dolaşımdaki CK enzimi iskelet veya kalp kasından gelir. Bu enzimin seviyesi artarsa, iskelet veya kalp kasında hasar olduğu anlamına gelir (34). ATP, çok enerji gerektiren dokularda enerji kaynağıdır. CK enzimi, çizgili kas, kalp ve beyinde yoğundur. Sağlıklı kişilerde, şiddetli fiziksel egzersizler CK enzimini artırır. Ekzantrik kasılma içeren sporlar en yüksek CK değerlerine sahiptir (60). Egzersiz sonrası CK seviyesi 24 saatte zirve yapar, 48 saatte azalır ve 72 saatte normale döner. Kan CK seviyeleri, egzersizden 3-4 gün sonra en yüksektir. Egzersizden sonra 5. günde CK seviyesi hala yüksektir (58).

3.4.4.2. Miyoglobin (MYB)

Miyoglobin, iskelet kasında oksijenin mitokondriye taşınmasını sağlayan bir protein molekülüdür. Miyoglobin, egzersiz sonrası ortaya çıkan ve kardiyak ve kas hasarının erken bir göstergesi olan bir biyomarkerdir. Araştırmacılar, miyoglobin gibi proteinlerin serum seviyelerindeki değişimleri, iskelet kası hasarının değerlendirilmesi için bir yöntem olarak kullanmaktadır (61).

Miyoglobin, hemoglobin gibi bir protein molekülü olup, 1 mol O₂'yi 1 mol miyoglobin ile bağlar. Miyoglobin, kanın oksijenini hızlıca alır ve sadece pO₂ düşük olduğunda oksijeni bırakır. Miyoglobin, solunum-dolaşım sistemi henüz devreye girmeden önce egzersiz başlangıcında dokulara oksijen sağlar. Ayrıca, miyoglobin, kılcıl damarlardaki hemoglobinden mitokondrilere oksijen geçişinde de etkilidir (62).

3.4.4.3. Aspartat Aminotransferaz (AST)

AST, karaciğer başta olmak üzere, kalp, böbrek, pankreas, dalak, akciğer ve kas gibi dokularda bulunan bir enzimdir. Enfarktüs sonrasında AST seviyesi 8-12 saat içinde artmaya başlar ve 24-72 saat içinde en yüksek değerine ulaşır. Daha sonra 2-5 gün boyunca yüksek kalmaya devam eder (45).

3.4.4.4. Laktat Dehidrogenaz (LDH)

LDL, sitoplazmada bulunan ve laktik asidi piruvata dönüştüren bir enzimdir. LDH, vücuttaki hemen hemen tüm hücrelerde etkin olmasına rağmen, beyin, eritrositler, lökositler, böbrek, karaciğer, akciğer, lenf nodları, trombositler, miyokart ve iskelet kası gibi dokularda daha yüksek aktivite gösterir (63).

Serum CK ve LDH seviyeleri, iskelet kasının fiziksel egzersizlere metabolik uyumunu yansıtmaktadır. Bu nedenle, serumdaki kreatin kinaz ve LDH seviyelerinin bir arada değerlendirilmesi, kasın durumu ve fiziksel stresle adaptasyonu hakkında yararlı bir bilgi sağlayabilir. Bu iki enzim de kas metabolizmasında yer almasına rağmen, normalde serumda çok düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. Yoğun bir egzersiz sonrasında ise bu değerler belirgin şekilde artar (64).

3.4.4.5. Alanin Aminotransferaz (ALT)

ALT ve AST, karaciğer hücre hasarını ve fonksiyonunu gösteren testlerdir. Bu enzimlerin serum konsantrasyonları, karaciğerin çeşitli hastalıklarla, bazı ilaçların toksik etkileriyle veya aşırı kas zorlamalarıyla zarar gördüğü durumlarda yükselebilir. Ayrıca, akut miyokard ve iskelet kası bozukluklarında da serum seviyelerinde artış görülebilir. ALT ve AST yüksekliği, kalp kası hastalıkları haricinde, kas distrofisi, kas travması, intramüsküler enjeksiyonlar gibi durumlarda da meydana gelebilir (65).

3.4.4.6. Ürik Asit (UA)

Ürik asit, insanlarda pürinlerin metabolik bir sonucudur. Yoğun fiziksel egzersiz, ürik asit plazma seviyelerini yükseltir. Ürik asit, vücutta endojen (özellikle kas hücrelerinin nükleik asitleri yıkımıyla oluşan) ve eksojen (besinler) kaynaklardan gelir. Birçok araştırmada, ürik asit, makrovasküler ve mikrovasküler etkileriyle kardiyovasküler hastalık riskini artıran bağımsız bir faktör olarak bulunmuştur. Yüksek ürik asit seviyelerinin, inflamasyon, endotel bozukluğu,

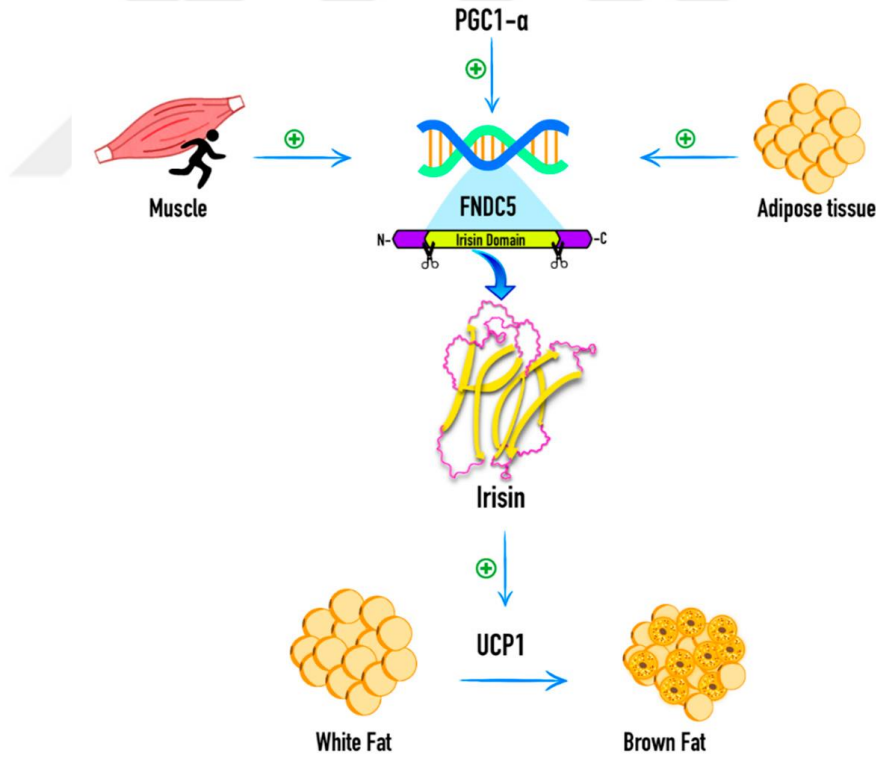
antiproliferatif etki, hücre içi oksidatif stres ve subklinik ateroskleroz ile ilişkili olduğu gösterilmiştir, ancak bunun patofizyolojisi tam olarak anlaşılamamıştır. Ayrıca, vücuttaki üre ve ürik asit seviyelerinin, maksimal oksijen alımı, vücut yağ yüzdesi ve anaerobik güç ile ters orantılı olduğu ve bu nedenle üre ve ürik asit seviyelerinin, performansı kısıtlayan bir yorgunluk belirleyicisi olabileceği belirtilmiştir (6).

3.5. İrisin ve Egzersiz

İskelet kası, homeostazisi ve diğer organlarla koordinasyonu sağlayan endokrin bir organdır. Kas, miyokin adlı sitokinleri salgılar. Miyokinler, enerji metabolizması ve kas yenilenmesini etkiler. Miyokinler, egzersiz yapan kaslara yardımcı olur ve metabolik hastalıklardan korur (66, 67). Egzersiz, kasın endokrin yollarla diğer organlarla iletişimini artırır. Egzersizle salgılanan miyokin irisin, beyaz yağ hücrelerinin kahverengileşmesine neden olur (68). Egzersizde, beyaz yağ hücrelerinden serbest yağ asitleri kullanılır ve kasların ısı üretimi termojenezi azaltır. Egzersiz, PGC1- α adlı transkripsiyonel koaktivatörü uyarır. PGC1- α , FNDC5'i transkripsiyonunu düzenleyerek irisin salgılar. İrisin, beyaz yağ hücrelerinin mitokondriyal yoğunluğunu, oksijen harcamasını ve termojenezini artırır. Böylece, vücut ağırlığı, lipid ve glikoz metabolizmasını etkiler (69). Egzersiz, kas hücresinde PGC1- α 'yı uyararak FNDC5 salgılatır. FNDC5, beyaz yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna dönüştüren irisin adlı miyokini oluşturur (68, 70). İrisin, yeni bir miyokin hormondur. İrisin, egzersizle uyarılır ve obeziteyi önlemeye ve tedavi etmeye yardımcı olabilir. İrisin, beyaz yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna dönüştürerek ısı üretimi ve enerji tüketimini artırır (71).

Miyokinler, enerji metabolizması ve kas yenilenmesi ile ilgilidir. İskelet kasları, irisin hormonunu üreten endokrin bir organdır. İrisin, egzersizle beyaz yağ dokularını kahverengi yağ dokularına dönüştürerek vücut metabolizmasını düzenler (8).

İrisin, kaslardan salgılanan ve beyaz yağ dokusunu termojenik kahverengi yağ dokusuna dönüştüren bir miyokindir. İrisin, enerji tüketimini ve kilo kaybını artırır (72, 73). İnsanlarda, beyaz yağ dokusu enerji depolar, kahverengi yağ dokusu ise enerji harcar ve ısı üretir (74). İrisin, egzersizle PGC-1 alfa uyarımıyla FNDC5'den salınır (68, 75). İrisin, metabolik hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde rol oynayabilir (76).



Şekil 6. İrisin yapısı ve etkisi (75)

İrisin, fibronektin tip III domain containing 5 (FNDC5) proteininin PGC1- α tarafından kontrol edilen bir bölümü olan bir kas hormonudur. Kas ve yağ

dokuları tarafından üretilip salınan irisin, beyaz yağ hücrelerinin kahverengi yağ hücrelerine benzer şekilde enerji harcamasını sağlayan uncoupling protein 1 (UCP1) gibi termojenik genlerin ifadesini artırır ve beyaz yağ oluşumunu destekleyen genlerin ifadesini azaltır (77).



4. GEREÇ VE YÖNTEM

4.1. Katılımcılar

Bu çalışmada, tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının oksidatif stres, irisin ve kas hasarı değerlerini karşılaştırmak amacıyla 18-35 yaş arasında 18 erkek sporcu bu araştırmaya gönüllü olarak katıldı. Çalışmaya Gaziantep Gazışehir tekerlekli sandalye basketbol Süper Lig (n = 9) ve Malatya Sportif koşan basketbol Bölgesel Lig (n = 9) takımlarında oynayan ve birbirine yakın spor yaşı ortalamalarına sahip sporcular dahil edildi. Sporcuların yaş ortalaması $25,61 \pm 1,18$, antrenman yaşı ortalaması $12,2 \pm 4,9$, boy ortalaması $180 \pm 15,6$ ve vücut ağırlığı ortalaması $83,0 \pm 21,2$, olarak belirlendi. Sporculara çalışmanın amacı ve önemi anlatıldıktan sonra gönüllü katılım formunu imzalamaları istendi (EK 1). Çalışma Fırat Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 03.01.2022 tarihinde etik kurul izni alınarak yürütüldü (EK 2). Ölçüm testleri sporcuların antrenman yaptıkları Gaziantep Talat Özkarslı Spor Salonu ve Malatya Tecde Spor Salonu'nda gerçekleştirildi.

4.2. Sportif Yüklenme Protokolü

Bu çalışmada, sporcuların sezon öncesi hazırlık döneminde antrenman öncesi ve sonrası kan parametrelerindeki değişimler araştırıldı. Sporcuların yaş, vücut ağırlığı, boy, beden kitle indeksi (BKI) ve antrenman yaşı gibi fiziksel özellikleri kaydedildi.

Sporcuların kan örnekleri antrenman öncesinde ve hemen sonrasında alınarak;

1. Kas hasarı göstergesi olarak CK,
2. Oksidatif stres göstergesi olarak MDA,
3. Endojen enzimatik antioksidan göstergesi olarak süperoksit dismutaz SOD,
4. Eksojen vitamin kaynaklı antioksidan göstergesi olarak A, C, E vitamini,
5. Enerji metabolizması göstergesi olarak irisin hormonu düzeyleri incelendi.

4.3. Antrenman Prosedürü

Bu çalışmada, 90 dakikalık akut antrenman programı sezon öncesi hazırlık döneminde, genel hazırlıktan özel hazırlık dönemine geçişteki ilk antrenman gününde uygulandı. Tekerlekli sandalye basketbol takımı 05.10.2022 tarihinde Saat:13.30'da, koşan basketbol takımı 19.10.2022 tarihinde Saat:16.30'da antrenmanlarını gerçekleştirdi. Antrenmanın yoğunluğu maksimal kalp atım hızının (MaxKAH) %70-80'i olarak ayarlandı. Hedef kalp atım hızları Karvonen Formülü kullanılarak hesaplandı. Antrenman öncesinde 15 dakika genel ısınma, sonrasında 5 dakika stretching (açma-germe) çalışması yapıldı. Antrenmanın 60 dakika ana bölümü ve son bölümünde ise 10 dakika stretching (soğuma) çalışması yapıldı. Tekerlekli sandalye basketbol takımının antrenman içeriği Tablo 1' de gösterildi. Koşan basketbol takımının antrenman içeriği Tablo 2' de gösterildi.

Araştırmada sporcuların kalp atım sayısının belirlenmesinde Karvonen Yöntemi kullanıldı (79). Karvonen Yöntemine ilişkin bilgiler aşağıda ayrıntılı olarak gösterildi:

Antrenmanda Hedef Nabız Belirleme

$$\text{MaxKAH} = 220 - \text{Yaş}$$

Karvonen Formülü; kişinin yaşına ve egzersize bağlı olarak kalp atım hızı aralığını hesaplamaya yarayan formüldür.

Hedef Nabız = (MaxKAH – Dinlenik Nabız) x Antrenman Şiddeti + Dinlenik Nabız)

Tablo 2. Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımının Antrenman İçeriği (Günlük Antrenman Örneği)

ANTRENMAN İÇERİĞİNİN ANLATIMI

ISINMA (WARM UP) (15 Dakika)

TEKERLEKLİ SANDALYE MEKANİĞİ

- Tam saha (full court) sandalye sürüş gidiş geliş çalışması
- Tam saha (full court) 5 kademeli artırmalı sandalye sürüş gidiş geliş çalışması
- Tam saha (full court) sağ ve sol taraftan turnike çalışması

ESNETME (STRECHING) (5 Dakika)

ANTRENMANIN ANA BÖLÜMÜ (60 Dakika)

- 3x3.4x4- Savunma hücum çalışması
- Tam saha sağ-sol turnike drilleri (DRILL 1 ve 2)
- Şut çalışması
- Yarışma içerikli gruplar arası şut çalışması
- Faul atışı çalışması

SOĞUMA (STRECHING) (10 Dakika)

Tablo 3. Koşan Basketbol Takımının Antrenman İçeriği (Günlük Antrenman Örneği)

ANTRENMAN İÇERİĞİNİN ANLATIMI

ISINMA (WARM UP) (15 Dakika)

- 10 dakika driplingsiz maç ile ısınma çalışması
- Close – out (Kapama) drill çalışması

ESNETME (STRECHING) (5 Dakika)

ANTRENMANIN ANA BÖLÜMÜ (60 Dakika)

- 1x0 yön değiştirme + yön değiştirme, Crossover (Çapraz top sürme) + reverse çalışması
- Speed (hızlı) – back (geri), power (maç temposu) dripling çalışması
- 1x1 yarı saha Close Out müdafa çalışması
- 2x0 Penetre (hızlı hücum) pas + Spacing (dengeli hücum) çalışması
- 2x2 Pas Kat müdafa çalışması
- 2x0 Penetre + Pas + Şut çalışması

SOĞUMA (STRECHING) (10 Dakika)



Şekil 7. Tekerlekli Sandalye Basketbol Takımının Antrenmanından Bir Görsel



Şekil 8. Koşan Basketbol Takımının Antrenmanından Bir Görsel

4.4. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

- Araştırmaya 9 bedensel engelli ve 9 bedensel engeli bulunmayan erkek sporcular katıldı.
- Araştırmada yaş aralığı 18-35 olarak belirlendi.
- Araştırmada spor yaşı en az 5 olarak belirlendi.
- Sağlık sorunu olan veya çalışma sırasında risk oluşturan sporcular çalışmaya alınmadı.

4.5. 24 Saatlik Besin Tüketim Kaydı

Bu çalışmada, tekerlekli sandalye basketbolu ve koşan basketbolu sporcularının beslenme durumlarını değerlendirmek için antrenman öncesinde 24 saatlik geriye dönük besin tüketim kayıtları alındı. Katılımcılara, porsiyon

ölçülerini doğru bir şekilde belirlemeleri için “Yemek ve Besin Fotoğraf Kataloğu Ölçü ve Miktarlar” kitabı verildi (EK 3). Besin tüketim kayıtları, Türkiye için geliştirilen “Bilgisayar Destekli Beslenme Programı, Beslenme Bilgi Sistemi – BEBIS (9.0)” programı ile analiz edildi. Günlük enerji ve besin ögesi alımları, Uzman Diyetisyen tarafından değerlendirildi.

4.6. Kan Örneklerinin Alınması

Bu çalışmada, katılımcıların antrenman öncesi ve sonrası kan parametrelerindeki değişimler ölçüldü. Bu amaçla, katılımcılardan çalışma süresince iki kez dirsek venasından kan örneği alındı. Birinci kan örneği antrenman öncesinde dinlenme halindeyken, ikinci kan örneği ise antrenmandan hemen sonraki zamanda alındı. Kan örnekleri, laboratuvar koşullarında analiz edildi.



Şekil 9. Tekerlekli Sandalye Basketbol ve Koşan Basketbol Takımlarından Kan Örneklerinin Alınması

4.7. Kan Örneklerinin Alınması ve Ayırıştırılması

Araştırmada, sporcuların antrenman öncesi ve sonrası kan değerlerinin belirlenmesi için dirsek venasından (brachialis) kan örnekleri alındı. Kan örnekleri, sağlık personeli tarafından jelli biyokimya tüplerine konuldu. Kan örnekleri, çalışmanın gerçekleştirildiği illerdeki hastane laboratuvarlarında 4000 rpm 5 dakika santrifüj işlemine tabi tutuldu. Santrifüj sonucunda elde edilen serumlar, analiz edilmek üzere -80 °C’de saklandı.

Kan örneklerinin asprosin düzeyleri, BT LAB marka elisa kiti ile Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi biyokimya laboratuvarında belirlendi. Elisa yöntemi, antijen antikor reaksiyonuna dayalı bir yöntemdir. Örnekteki asprosin miktarı, spesifik bir antikor ile bağlanarak renk değişimi oluşturur. Renk değişimi, elisa okuyucuda 450 nm dalga boyunda ölçülerek asprosin konsantrasyonu hesaplanır. Elisa yönteminin uygulanması için şu adımlar izlendi:

- 160 U/L konsantrasyonunda 120 µl standart solüsyona 120 µl standart sulandırma tamponu eklenerek stok standart solüsyonu hazırlandı.
- Stok standart solüsyonu seri olarak seyreltilerek 80 U/L, 40 U/L, 20 U/L, 10 U/L ve 5 U/L konsantrasyonlarında standartlar elde edilmiştir. Standartlar hazırlandıktan sonra 1 saat içerisinde kullanıldı.
- Mikropleyitin kuyucukları sıçan Asprosin antijenine karşı üretilen antikor ile kaplıdır. Standart kuyucuklarına 50 µl standart, örnek kuyucuklarına 40 µl örnek ve 10 µl anti-Asprosin antikoru eklendi.
- Sonra tüm kuyucuklara 50 µl Streptavilhdin HRP eklenecek ve kuyucukların üstü kapatılarak ve 37 °C’de 60 dakika inkübe edildi.

- K r kuyucukları hariç tüm kuyucuklar yıkama tamponu ile 5 kez yıkandı.
- Tüm kuyucuklara 50  l substrat solüsyon A ve daha sonra 50  l substrat solüsyon B eklendi. Karanlıkta 10 dakika inkübe edilerek, tüm kuyucuklara 50  l durdurma tamponu eklendi.
- Ortama eklenen substrat, enzim bağlı sekonder antikordaki enzimle reaksiyona girerek ürün meydana getirerek ve örnekteki asprosin miktarı ile doğru orantılı olarak renk değişimi meydana gelmesi beklendi.
- Bu reaksiyon, durdurma çözeltisi ile sona erdirilerek, Elisa okuyucuda 450 nm dalga boyunda ölçümler yapılarak ve standart grafik oluşturuldu.

Kan numunelerinin analizi dışarıdan hizmet alımı sağlanarak özel bir laboratuvarıda yaptırıldı.



şekil 10. Tekerlekli Sandalye Basketbol ve Koşan Basketbol Takımlarından Alınan Kanların 4000 Devirde 5 Dakika Santrifuj Edilmesi

4.8. Serum MDA, SOD ve İrisin Düzeyleri Ölçüm Prosedürü

Araştırmada, serum örneklerindeki MDA, SOD ve İrisin aktiviteleri ELISA yöntemi ile ölçüldü. MDA değerleri, ELISA yöntemiyle kit kataloglarında(**Katalog No: E1371Hu**) belirtilen kullanım kılavuzuna uygun olarak çalışıldı. Ölçüm sonuçları “nmol/ml” olarak belirtildi. SOD değerleri, ELISA yöntemiyle kit kataloglarında(**Katalog No: E0918Hu**) belirtilen kullanım kılavuzuna uygun olarak çalışıldı. Ölçüm sonuçları “U/L” olarak belirtildi. İrisin değerleri, ELISA yöntemiyle kit kataloglarında (**Katalog No: E3253Hu**) belirtilen kullanım kılavuzuna uygun olarak çalışıldı. Ölçüm sonuçları “ng/ml” olarak belirtildi.

ELISA yöntemi, antijen antikor reaksiyonuna dayalı bir immünolojik yöntemdir. Bu yöntemde, örneklerdeki MDA, SOD ve İrisin, spesifik bir antikor ile bağlanarak renk değişimi oluşturur. Renk değişimi, ELISA okuyucuda belirli bir dalga boyunda ölçülerek enzim aktivitesi hesaplanır.

ELISA yönteminin uygulanması için şu adımlar izlendi:

- Örnekler, ticari ELISA kitlerinin kullanım kılavuzuna uygun olarak hazırlandı.
- Örnekler, ELx50 yıkayıcı ile yıkanarak mikropleytin kuyucuklarına enjekte edildi.
- Mikropleytin kuyucukları MDA, SOD ve İrisin antijenine karşı üretilen antikor ile kaplıdır. Örnek kuyucuklarına 50 µl anti-MDA veya anti-SOD antikoru eklendi.

- Sonra tüm kuyucuklara 50 µl Streptavilhdin HRP eklenecek ve kuyucukların üstü kapatılarak ve 37 °C’de 60 dakika inkübe edildi.
- Kör kuyucukları hariç tüm kuyucuklar yıkama tamponu ile 5 kez yıkandı.
- Tüm kuyucuklara 50 µl substrat solüsyon A ve daha sonra 50 µl substrat solüsyon B eklendi. Karanlıkta 10 dakika inkübe edilerek, tüm kuyucuklara 50 µl durdurma tamponu eklendi.
- Ortama eklenen substrat, enzim bağlı sekonder antikordaki enzimle reaksiyona girerek ürün meydana getirerek ve örnekteki MDA, SOD ve İrisin miktarı ile doğru orantılı olarak renk değişimi meydana gelmesi beklenildi.
- Bu reaksiyon, durdurma çözeltisi ile sona erdirilerek, ELx800 okuyucuda 450 nm dalga boyunda ölçümler yapılarak ve standart grafik oluşturuldu.

4.9. Serum Vitamin A, C, E Ölçüm Prosedürü

Araştırmada, vitamin A, C, E düzeylerinin belirlenmesi için SHIMADZU marka HPLC yöntemi ile Fırat Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi biyokimya laboratuvarında belirlendi. HPLC yöntemi, sıvı kromatografisi olarak da bilinen bir analitik tekniktir. Bu yöntemde, örnekler uygun kolon, kit ve sarf malzemeleri ile ayrıştırılır ve tespit edilir. HPLC yöntemi, vitamin A, C, E gibi çeşitli bileşiklerin kantitatif ve kalitatif analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. HPLC yönteminin uygulanması için şu adımlar izlendi:

- Örnekler, kit kullanım kılavuzuna uygun olarak hazırlandı.
- Örnekler, kolona enjekte edildi.
- Kolondan geçen bileşikler, farklı dalga boylarında ışık kaynağı ile aydınlatılarak tespit edildi.
- Bileşiklerin konsantrasyonları, standart eğri ile karşılaştırılarak hesaplandı.

4.10. Serum Örneklerinde CK Enzim Düzeyleri Ölçüm Prosedürü

Araştırmada, serum örneklerindeki CK enzim düzeyleri kolorimetrik analiz yöntemleri ile belirlendi. Bu amaçla, örnekler, kit kataloğunda (**Katalog No: 10729780**) belirtildiği şekilde reaktifler ile karıştırıldı. Reaktifler, örneklerdeki CK enzim ile reaksiyona girerek renkli bir ürün oluşturuldu. Renkli ürünün absorbansı, otoanalizörde (otomatik analizör) 450 nm dalga boyunda okundu. CK enzim aktivitesi, üreticinin formülüne göre SIEMENS ADVIA Chemistry XPT marka otoanalizörde (otomatik analizör) hesaplandı.

4.11. Verilerin İstatistiksel Analizi

Bu çalışmada örneklem sayısı G*Power paket programı ile toplam 18 kişi (n=9; 2 grup) olacak şekilde belirlendi. Verilerin istatistiksel analizleri için SPSS 22.0 programı kullanıldı. Sporcuların ölçüm sonuçlarının ortalama, standart sapma, değerleri bulundu. Grupların normal dağılım gösterip göstermediği gerek grafikler ve gerekse de normallik analizleriyle (Shapiro Wilk-W Testi) kontrol edildi. Normal dağılım gösteren gruplar arasındaki anlamlı farklılıklar “Independent Sample t-testi” ile, grup içi antrenman öncesi-sonrası etkiler ise “Paired Sample t-

testi” ile belirlendi. Normal dağılım göstermeyen gruplar arasındaki farklılıklar için “Mann Whitney U”, grup içi antrenman öncesi-sonrası farklılıklar için “Wilcoxon testi” kullanıldı. Biyokimyasal parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemek için pearson korelasyon analiz kullanıldı. Anlamlılık düzeyi olarak $p<0,05$ alındı.



5. BULGULAR

Tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının sezon öncesi akut antrenman programında CK, MDA, SOD, A, C, E Vitamini ve İrisin düzeyleri üzerindeki etkisinin araştırılması amacı ile yapılan bu çalışmaya, yaş ortalaması $28,77 \pm 4,9$ olan 9 yetişkin erkek tekerlekli sandalye basketbol oyuncusu ile yaş ortalaması $22,44 \pm 2,50$ olan yetişkin erkek koşan basketbol oyuncusu dahil edildi. Oyuncuların antrenman yaşı, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, beden kitle indeksi ve istirahat nabızı parametreleri karşılaştırıldığında, antrenman yaşı, beden kitle indeksi ve istirahat nabızı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p>0,05$), yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve antrenman yüklenme nabızı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Oyuncuların fiziksel ve fizyolojik parametrelerine ait bilgiler Tablo 4’de gösterildi.

Tablo 4. Araştırma Gruplarına Ait Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler

Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler	Tekerlekli Sandalye Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	Koşan Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	P
Yaş (yıl)	28.77 ± 1.96	22.44 ± 0.83	0,004
Spor yaşı (yıl)	11.77 ± 2.01	13.22 ± 1.47	0,571
Vücut Ağırlığı (kg)	68.44 ± 6.66	97.66 ± 6.87	0,008
Boy Uzunluğu (cm)	168.88 ± 5.89	191.33 ± 3.20	0,004
Beden Kitle İndeksi (kg/m^2)	23.52 ± 1.13	26.61 ± 1.50	0,121
İstirahat Nabızı (Atım/dk)	55.77 ± 5.39	66.77 ± 2.80	0,089
Antrenman Yüklenme Nabızı (%70-80) (Atım/dk)	156.27 ± 2.17	164.38 ± 1.71	0,006

Tablo 4’de araştırma gruplarının yaş (yıl) ortalamaları; tekerlekli sandalye basketbol (TSB) 28.77 ± 1.96 , koşan basketbol (KB) 22.44 ± 0.83 , spor yaşı (yıl) TSB 11.77 ± 2.01 , KB 13.22 ± 1.47 , Vücut ağırlığı (kg) TSB 68.44 ± 6.66 , KB

97.66 $\pm$ 6.87, boy uzunluğu TSB 168.88 $\pm$ 5.89, KB 191.33 $\pm$ 3.20, beden kitle indeksi (kg/m²), TSB 23.52 $\pm$ 1.13, KB 26.61 $\pm$ 1.50, istirahat nabzı (atım/dk) TSB 55.77 $\pm$ 5.39, KB 66.77 $\pm$ 2.80, antrenman yüklenme nabzı (%70-80) (atım/dk) TSB 156.27 $\pm$ 2.17, KB 164.38 $\pm$ 1.71 olarak belirlendi.

Tekerlekli sandalye basketbol oyuncularını ile koşan basketbol oyuncularının 24 Saatlik Besin Tüketim Kaydı parametreleri karşılaştırıldığında, oyuncuların Enerji, Su, Protein, Yağ, Lif, Kolesterol, B1 Vit/Tiamin, B2 Vit/Ribofl., B6 Vit/Pirid., Folat, topl., Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Fosfor, Demir, Çinko, ORAC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken (p<0,05), CHO, Ç.Doymamış Yağ, A Vitamini, Karoten, E Vit. (eşd.), C Vit., Sodyum, D Vit., E Vit., Folat, sentet., B12 Vitamini, T. Doymamış Yağ, Antioksidan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05). Oyuncuların 24 Saatlik Besin Tüketim Kaydına ait bilgiler Tablo 5’de gösterildi.

Tablo 5. Araştırma Gruplarının 24 Saatlik Geriye Dönük Besin Tüketim Kayıtları

Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler	Tekerlekli Sandalye Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	Koşan Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	P
Enerji (kkal)	922.71 $\pm$ 87.26	1979.92 $\pm$ 310.48	0,004
Su (g)	568.12 $\pm$ 72.16	1178.34 $\pm$ 84.88	0,000
Protein (g)	43.13 $\pm$ 11.51	121.68 $\pm$ 14.36	0,001
Yağ (g)	49.63 $\pm$ 8.65	86.07 $\pm$ 13.03	0,041
CHO (g)	74.55 $\pm$ 19.13	127.62 $\pm$ 49.97	0,067
Lif (g)	5.02 $\pm$ 0.84	18.84 $\pm$ 6.58	0,044
Ç.Doyunmuş Yağ (g)	8.62 $\pm$ 2.11	17.08 $\pm$ 3.57	0,069
Kolesterol (mg)	401.43 $\pm$ 70.44	870.28 $\pm$ 185.29	0,027
A Vitamini (µg)	547.53 $\pm$ 106.06	938.02 $\pm$ 151.80	0,059
Karoten (mg)	1.07 $\pm$ 0.13	1.84 $\pm$ 0.62	0,270
E Vit. (eşd.) (mg)	8.58 $\pm$ 2.33	11.81 $\pm$ 3.15	0,428
B1 Vit/Tiamin (mg)	0.37 $\pm$ 0.04	1.01 $\pm$ 0.24	0,018
B2 Vit/Ribofl. (mg)	0.77 $\pm$ 0.07	1.88 $\pm$ 0.28	0,001
B6 Vit/Pirid. (mg)	0.58 $\pm$ 0.18	1.88 $\pm$ 0.21	0,001
Folat, topl. (µg)	134.38 $\pm$ 17.25	294.60 $\pm$ 60.27	0,018
C Vit. (mg)	31.41 $\pm$ 8.97	73.07 $\pm$ 35.99	0,253
Sodyum (mg)	1800.26 $\pm$ 275.13	2061.55 $\pm$ 510.92	0,663
Potasyum (mg)	916.33 $\pm$ 106.99	2336.90 $\pm$ 320.40	0,001
Kalsiyum (mg)	273.61 $\pm$ 40.02	600.14 $\pm$ 89.59	0,010
Magnezyum (mg)	85.93 $\pm$ 11.13	304.62 $\pm$ 69.86	0,006
Fosfor (mg)	585.62 $\pm$ 93.32	1481.68 $\pm$ 222.42	0,006
Demir (mg)	4.58 $\pm$ 0.74	12.54 $\pm$ 1.89	0,005
Çinko (mg)	5.48 $\pm$ 0.75	12.81 $\pm$ 1.84	0,002
D Vit. (µg)	2.81 $\pm$ 0.64	4.90 $\pm$ 1.12	0,140
E Vit. (mg)	7.76 $\pm$ 2.52	8.01 $\pm$ 2.48	0,944
Folat, sentet. (µg)	1.45 $\pm$ 0.91	4.97 $\pm$ 2.92	0,287
B12 Vitamini (µg)	3.12 $\pm$ 0.59	4.61 $\pm$ 1.01	0,234
T. Doyunmuş Yağ (g)	16.02 $\pm$ 3.30	26.62 $\pm$ 4.62	0,089
Antioksidan (mmol)	0.67 $\pm$ 0.46	1.48 $\pm$ 0.37	0,197
ORAC	707.82 $\pm$ 312.69	2920.07 $\pm$ 995.08	0,043

Tablo 5’de araştırma gruplarının Enerji (kkal) ortalamaları; TSB 922.71 ± 87.26 , KB 1979.92 ± 310.48 , Su (gr) ortalamaları; TSB 568.12 ± 72.16 , KB 1178.34 ± 84.88 , Protein (g) ortalamaları; TSB 43.13 ± 11.51 , KB 121.68 ± 14.36 , Yağ (g) ortalamaları; TSB 49.63 ± 8.65 , KB 86.07 ± 13.03 , CHO (g) ortalamaları; TSB 74.55 ± 19.13 , KB 127.62 ± 49.97 , Lif (g) ortalamaları; TSB 5.02 ± 0.84 , KB 18.84 ± 6.58 , Ç.Doymamış Yağ (g) ortalamaları; TSB 8.62 ± 2.11 , KB 17.08 ± 3.57 , Kolesterol (mg) ortalamaları; TSB 401.43 ± 70.44 , KB 870.28 ± 185.29 , A Vitamini (μg) ortalamaları; TSB 547.53 ± 106.06 , KB 938.02 ± 151.80 , Karoten (mg) ortalamaları; TSB 1.07 ± 0.13 , KB 1.84 ± 0.62 , E Vit. (eşd.) (mg) ortalamaları; TSB 8.58 ± 2.33 , KB 11.81 ± 3.15 , B1 Vit/Tiamin (mg) ortalamaları; TSB 0.37 ± 0.04 , KB 1.01 ± 0.24 , B2 Vit/Ribofl. (mg) ortalamaları; TSB 0.77 ± 0.07 , KB 1.88 ± 0.28 , B6 Vit/Pirid. (mg) ortalamaları; TSB 0.58 ± 0.18 , KB 1.88 ± 0.21 , Folat, topl. (μg) ortalamaları; TSB 134.38 ± 17.25 , KB 294.60 ± 60.27 , C Vit. (mg) ortalamaları; TSB 31.41 ± 8.97 , KB 73.07 ± 35.99 , Sodyum (mg) ortalamaları; TSB 1800.26 ± 275.13 , KB 2061.55 ± 510.92 , Potasyum (mg) ortalamaları; TSB 916.33 ± 106.99 , KB 2336.90 ± 320.40 , Kalsiyum (mg) ortalamaları; TSB 273.61 ± 40.02 , KB 600.14 ± 89.59 , Magnezyum (mg) ortalamaları; TSB 85.93 ± 11.13 , KB 304.62 ± 69.86 , Fosfor (mg) ortalamaları; TSB 585.62 ± 93.32 , KB 1481.68 ± 222.42 , Demir (mg) ortalamaları; TSB 4.58 ± 0.74 , KB 12.54 ± 1.89 , Çinko (mg) ortalamaları; TSB 5.48 ± 0.75 , KB 12.81 ± 1.84 , D Vit. (μg) ortalamaları; TSB 2.81 ± 0.64 , KB 4.90 ± 1.12 , E Vit. (mg) ortalamaları; TSB 7.76 ± 2.52 , KB 8.01 ± 2.48 , Folat, sentet. (μg) ortalamaları; TSB 1.45 ± 0.91 , KB 4.97 ± 2.92 , B12 Vitamini (μg) ortalamaları; TSB 3.12 ± 0.59 , KB 4.61 ± 1.01 , T. Doymamış Yağ (g) ortalamaları; TSB 16.02 ± 3.30 , KB 26.62

± 4.62 , Antioksidan (mmol) ortalamaları; TSB 0.67 ± 0.46 , KB 1.48 ± 0.37 , ORAC ortalamaları; TSB 707.82 ± 312.69 KB 2920.07 ± 995.08 olarak belirlendi.

Tekerlekli sandalye basketbol oyuncularını ile koşan basketbol oyuncularının oksidatif stres, antioksidanlar ve İrisin parametrelerinin grup içi antrenman öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası CK düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p < 0,05$), A vitamini, C vitamini, E vitamini, İrisin, MDA ve SOD düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$). Koşan basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası CK, MDA ve SOD düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p < 0,05$), A vitamini, C vitamini, E vitamini ve İrisin düzeyleri arasında anlamlı fark görülmedi ($p > 0,05$). Oyuncuların grup içi oksidatif stres, antioksidanlar ve İrisin parametrelerine ait bilgiler Tablo 6'da gösterildi.

Tablo 6. Araştırma Gruplarının Kas Hasarı, Oksidatif Stres, Antioksidan ve İrisin Parametreleri
(Grup içi Değerlendirme)

Değişkenler	Tekerlekli Sandalye Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	P	Koşan Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	P
CK(U/L)				
Ön - Test	116.22 ± 14.63	0,012	149.55 ± 20.02	0,005
Son - Test	139.33 ± 16.74		205.11 ± 22.59	
Vitamin A (mg/L)				
Ön - Test	0.38 ± 0.07	0,125	0.41 ± 0.07	0,358
Son - Test	0.27 ± 0.03		0.51 ± 0.11	
Vitamin C (mg/L)				
Ön - Test	2.81 ± 0.42	0,641	4.25 ± 1.12	0,262
Son - Test	3.18 ± 0.57		2.43 ± 0.53	
Vitamin E (mg/L)				
Ön - Test	13.27 ± 1.66	0,067	15.89 ± 2.27	0,654
Son - Test	10.78 ± 1.09		15.20 ± 1.67	
İrisin (ng/ml)				
Ön - Test	7.90 ± 0.43	0,192	25.26 ± 3.38	0,661
Son - Test	8.66 ± 0.54		25.66 ± 3.34	
MDA (nmol/ml)				
Ön - Test				
Son - Test	10.37 ± 0.93	0,106	20.64 ± 2.37	0,002
	12.85 ± 0.97		21.61 ± 2.38	
SOD (U/L)				
Ön - Test				
Son - Test	173.06 ± 16.92	0,378	289.35 ± 20.27	0,031
	154.26 ± 11.30		316.11 ± 17.81	

Tablo 6’da araştırma gruplarının antrenman önce- sonra CK ortalamaları; TSB 116.22 ± 14.63 – 139.33 ± 16.74, koşan basketbol KB 149.55 ± 20.02 – 205.11 ± 22.59, A Vitamini ortalamaları; TSB 0.38 ± 0.07 – 0.27 ± 0.03, KB 0.41 ± 0.7 – 0.51 ± 0.11, C Vitamini ortalamaları; TSB 2.81 ± 0.42 – 3.18 ± 0.57, KB 4.25 ± 1.12 – 2.43 ± 0.53, E Vitamini ortalamaları; TSB 13.27 ± 1.66 – 10.78 ± 1.09, KB 15.89 ± 2.27 – 15.20 ± 1.67, İrisin ortalamaları; TSB 7.90 ± 0.43 – 8.66 ± 0.54, KB 25.26 ± 3.38 – 25.66 ± 3.34, MDA ortalamaları; TSB 10.37 ± 0.93 – 12.85 ± 0.97,

KB 20.64 ± 2.37 , - 21.61 ± 2.38 SOD ortalamaları; TSB $173.06 \pm 16.92 - 154.26 \pm 11.30$, KB $289.35 \pm 20.27 - 316.11 \pm 17.81$ olarak bulundu.

Tekerlekli sandalye basketbol oyuncularını ile koşan basketbol oyuncularının oksidatif stres, antioksidanlar ve irisin parametrelerinin gruplar arası antrenman öncesi ve sonrası düzeyleri karşılaştırıldığında, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularını ile koşan basketbol oyuncularının CK antrenman sonrası, E vitamini antrenman sonrası, İrisin antrenman öncesi ve sonrası, MDA antrenman öncesi ve sonrası, SOD antrenman öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p < 0,05$), tekerlekli sandalye basketbol oyuncularını ile koşan basketbol oyuncularının CK antrenman öncesi, A vitamini antrenman öncesi ve sonrası, C vitamini antrenman öncesi ve sonrası, E vitamini antrenman öncesi düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$). Oyuncuların gruplar arası oksidatif stres, antioksidanlar ve İrisin parametrelerine ait bilgiler Tablo 7’de gösterildi.

Tablo 7. Araştırma Gruplarının Kas Hasarı, Oksidatif Stres, Antioksidan ve İrisin Parametreleri
(Gruplar arası Değerlendirme)

Değişkenler	Tekerlekli Sandalye Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	Koşan Basketbol n=9 $\bar{X} \pm SS$	P
CK (U/L)			
Ön - Test	116.22 ± 14.63	149.55 ± 20.02	0,199
Son - Test	139.33 ± 16.74	205.11 ± 22.59	0,034
Vitamin A (mg/L)			
Ön - Test			
Son - Test	0.38 ± 0.07 0.27 ± 0.03	0.41 ± 0.07 0.51 ± 0.11	0,837 0,065
Vitamin C (mg/L)			
Ön - Test			
Son - Test	2.81 ± 0.42 3.18 ± 0.57	4.25 ± 1.12 2.43 ± 0.53	0,259 0,355
Vitamin E (mg/L)			
Ön - Test	13.27 ± 1.66	15.89 ± 2.27	0,361
Son - Test	10.78 ± 1.09	15.20 ± 1.67	0,044
İrisin (ng/ml)			
Ön - Test	7.90 ± 0.43	25.26 ± 3.38	0,000
Son - Test	8.66 ± 0.54	25.66 ± 3.34	0,000
MDA (nmol/ml)			
Ön - Test			
Son - Test	10.37 ± 0.93 12.85 ± 0.97	20.64 ± 2.37 21.61 ± 2.38	0,000 0,008
SOD (U/L)			
Ön - Test			
Son - Test	173.06 ± 16.92 154.26 ± 11.30	289.35 ± 20.27 316.11 ± 17.81	0,000 0,000

Tablo 7’de araştırma gruplarının antrenman önce- sonra CK ortalamaları; tekerlekli sandalye basketbol (TSB) 116.22 ± 14.63 – 139.33 ± 16.74, koşan basketbol (KB) 149.55 ± 20.02 – 205.11 ± 22.59, A Vitamini ortalamaları; TSB 0.38 ± 0.07 – 0.27 ± 0.03, KB 0.41 ± 0.7 – 0.51 ± 0.11, C Vitamini ortalamaları; TSB 2.81 ± 0.42 – 3.18 ± 0.57, KB 4.25 ± 1.12 – 2.43 ± 0.53, E Vitamini ortalamaları; TSB 13.27 ± 1.66 – 10.78 ± 1.09, KB 15.89 ± 2.27 – 15.20 ± 1.67, İrisin ortalamaları; TSB 7.90 ± 0.43 – 8.66 ± 0.54, KB 25.26 ± 3.38 – 25.66 ± 3.34, MDA ortalamaları; TSB 10.37 ± 0.93 – 12.85 ± 0.97, KB 20.64 ± 2.37, - 21.61 ±

2.38, SOD ortalamaları; TSB $173.06 \pm 16.92 - 154.26 \pm 11.30$, KB $289.35 \pm 20.27 - 316.11 \pm 17.81$ olarak bulundu.

Tablo 8. CK, MDA, SOD ve irisin parametresi arasındaki ilişki

		CK	MDA	SOD	İrisin
CK	Pearson r	1	-.004	.137	.021
	P		.981	.426	.903
	N	36	36	36	36
MDA	Pearson r	-.004	1	.803	.832
	P	.981		.000	.000
	N	36	36	36	36
SOD	Pearson r	.137	.803	1	.830
	P	.426	.000		.000
	N	36	36	36	36
İrisin	Pearson r	.021	.832	.830	1
	P	.903	.000	.000	
	N	36	36	36	36

Katılımcıların CK parametresi ile MDA, SOD ve İrisin arasında anlamlı düzeyde bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Katılımcıların MDA parametresi ile İrisin arasında güçlü düzeyde pozitif ($r=0,448$) ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). MDA ile SOD arasında güçlü düzeyde pozitif ($r=0,803$) ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). MDA ile CK arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Katılımcıların SOD parametresi ile İrisin arasında pozitif ($r=0,366$) ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). SOD ile MDA arasında güçlü düzeyde pozitif ($r=0,803$) ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). SOD ile CK arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).

Katılımcıların İrisin parametresi ile MDA arasında güçlü düzeyde pozitif ($r=0,448$) ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). İrisin ile SOD arasında pozitif ($r=0,366$) ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). İrisin ile CK arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$).



6. TARTIŞMA

Tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularında akut egzersizin oksidatif stres, irisin ve kas hasarı düzeyleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bu araştırmada her iki grubun CK değerlerinin antrenman sonrasında anlamlı olarak arttığı ve koşan basketbol oyuncularının tekerlekli sandalye grubuna kıyasla önemli şekilde daha fazla kas hasarına uğradığı görüldü.

Kas hasarının önemli belirteçlerinden olan CK' daki artış egzersizin yoğunluğu ile ilişkilidir. Özellikle basketbol gibi yüksek yoğunlukta gerçekleşen spor aktivitelerinde serum CK seviyesinde artışların olduğu bildirilmiştir (78). Mendeş (58) profesyonel futbolcular ile sedanterlerin egzersiz faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan toplam oksidan ve antioksidan kapasitelerini karşılaştırdığı araştırmasında hem futbolcuların hem de sedanterlerin antrenman sonrasında CK düzeylerinde bir artış görüldüğünü, ancak CK düzeyindeki artışın futbolcular grubunda daha yüksek düzeyde olduğunu belirlemiştir. Bağış (80) müsabaka ortamının elit dağ bisikletçilerinin kas hasarları üzerindeki etkisini incelediği araştırmasında sporcuların antrenman sonrası CK düzeylerinde bir artış görüldüğü, en yüksek artışın müsabakadan 24 saat sonrası süreçte gerçekleştiğini belirlemiştir. Serinken (81) tekerlekli sandalye basketbolu oyuncularının pozisyon alma duyusu ve şut yüzdesi üzerine eksantrik egzersizin etkisini araştırmıştır. Araştırmada Eksantrik egzersiz uygulanan oyuncularda, egzersiz sonrası 30 dakika, 24 saat ve 48 saat sonra CK (Kreatin Kinaz) aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir yükselme gözlenmiştir. Cengizhan ve Günay (82) çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık antrenman metotlarının kas hasarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmaya 32 erkek basketbol oyuncusu katılmıştır. Oyuncuların CK (Kreatin

Kinaz) enzim aktivitesi, antrenman öncesi ve sonrası alınan kan örneklerinde analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre; çabuk kuvvet antrenmanı yapan oyunculara CK enzim aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu, kuvvette devamlılık antrenmanı yapan oyunculara ise CK enzim aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı bulunmuştur. Bu bağlamda araştırmada ulaşılan bu bulgunun literatürde yer alan araştırmalarda ulaşılan bulgularla benzerlik gösterdiği söylenebilir. Devrilmez (83) araştırmasında orta mesafe koşucusu olan 24 kadın sporcunun kas hasarını ölçmek için 8 haftalık tekrarlı koşu antrenmanı programına tutmuştur. Araştırmada sporcular iki gruba ayrılmıştır. CK değerleri ön test - son test olarak kontrol grubunda ($148,50 \pm 32,12$ - $190,88 \pm 40,52$) U/L, katılımcı grubunda ($175,44 \pm 69,61$ - $211,22 \pm 100,83$) U/L olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, tekrarlı koşu antrenmanının CK değerlerinde her iki grupta da anlamlı bir değişikliğe yol açmadığını, CK değerlerinde artış olduğunu göstermiştir. 13 kadın basketbol oyuncusuna 12 hafta süren bir interval metodu antrenman programı uygulayan Cincioğlu (84), sporcuların CK değerlerindeki değişimleri incelemiştir. Antrenman programı 8 hafta sürekli koşu ve 4 hafta tekrarlı koşu şeklinde tasarlanmıştır. CK değerleri ön testten son teste anlamlı bir şekilde artmıştır (96.0 ± 34.13 (U/L) - 201.75 ± 105.20 (U/L)). Penailillo ve ark. (85) yapmış olduğu çalışmada hem konsantrik hem de eksantrik bisiklet egzersizlerinin CK değerlerinde artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Hazar ve ark. (86) kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının, kas hasarıyla ilişkisinin araştırıldığı çalışmada; Plazma CK değerlerinin, antrenman sonrasında artmaya başladığı, antrenmandan 24 saat sonra en yüksek değere ulaştığı, 48 saat sonra düşüşlerin görüldüğü ve 72. saatte ise antrenmandan hemen sonraki değerlere yaklaştığını

bildirmişlerdir. Doma ve ark. (87) 10 elit kadın basketbolculara 90 dakika akut antrenman programı uygulamışlardır. Antrenman öncesi ve antrenmandan 24 saat sonra alınan kan örneklerinde CK seviyelerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Mexis ve ark. (88) kas hasarını farklı takımlarda oynayan 10 erkek ve 9 kadın profesyonel basketbol oyuncular arasındaki etkilerini karşılaştırmak amacıyla 6 haftalık sezon öncesi fonksiyonel ve pliometrik kondisyon antrenmanı uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre CK seviyeleri her iki grupta da benzer şekilde artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Yoğun veya zorlu egzersizler sırasında, özellikle de daha fazla iskelet kas grubunu içeren egzersizlerde, kas hücrelerindeki zarar nedeniyle kreatin kinaz seviyelerinde artış gözlemlenebilir. Kreatin kinaz özellikle anaerobik enerji üretiminde görev alır ve hücre içindeki enerji transferinde kreatin fosfatın sentezini katalize eder. Yoğun egzersiz sırasında, kas hücrelerindeki zarar veya stres nedeniyle kreatin kinaz hücre dışına salınabilir ve bu durum, kan dolaşımındaki kreatin kinaz seviyelerinde bir artışa neden olabilir. Dolayısıyla daha fazla iskelet kas grubunu içeren egzersizler, kas hücrelerinde daha fazla stres ve zarara yol açabilir, bu da kreatin kinaz seviyelerinde artışa neden olabilir (90). Yüksek yoğunluklu egzersiz protokolü düşük hacimli yüklenme ve kısa dinlenme aralıklarını içeren aktivitelerle karakterizedir. Yüksek yoğunluğa rağmen uzatılmış kısa dinlenme aralıkları yoğunluğun genel hacmini ve bununla ilişkili CK artışını etkileyebilmektedir (78) Bunun yanı sıra koşan basketbolda tekerlekli sandalye grubuna oranla daha fazla kas grubunu gerektirmektedir. Bu nedenle tekerlekli sandalye basketbol antrenmanı esnasında hem koşan basketbola oranla daha az kas grubu aktivasyonunun hem de tekerlekli sandalye ile pozisyon değiştirme

sürecindeki uzatılmış dinlenme aralıklarının CK artışını en aza indirmiş olabileceğini düşündürmektedir.

Bu araştırmada tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının antrenman sonrasında MDA düzeylerinde artış görüldü. Tekerlekli sandalye basketbol oyuncularında MDA düzeylerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, koşan basketbol oyuncularındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Gruplar arası karşılaştırmada, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının MDA değerleri koşan basketbol oyuncularından daha düşük bulundu. MDA, serbest radikallerin lipid peroksidasyonu sonucu oluşan bir üründür. MDA oksidatif stresin en önemli göstergelerinden biridir (16, 21, 48, 88). Bakır (90) Oksidatif stresin tekerlekli sandalye basketbol oyuncuları üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada 1. Lig’de mücadele eden erkek basketbolcuların 12 haftalık antrenman programının MDA düzeyleri üzerine etkisini incelemiştir. Antrenman öncesi ve sonrası alınan kan örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda, antrenmanın MDA düzeyini anlamlı derecede yükselttiği belirlenmiştir. Atlı ve Bilici (91) araştırmasında akut egzersizin MDA düzeyleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, 14’er kişilik basketbolcu ve sedanter gruplar oluşturmuştur. Araştırmada egzersiz sonrası alınan kan örneklerindeki MDA düzeyleri biyokimyasal yöntemlerle ölçülmüştür. Elde edilen veriler, basketbolcu grupta MDA düzeylerinin anlamlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. 13 kadın basketbol oyuncusuna 12 hafta süren bir interval metodu antrenman programı uygulayan Cincioğlu (84), sporcuların MDA değerlerindeki değişimleri incelemiştir. Antrenman programı 8 hafta sürekli koşu ve 4 hafta tekrarlı koşu şeklinde tasarlanmıştır. MDA değerleri ise ön testten orta teste ve son teste anlamlı

bir şekilde artmış (0.39 ± 0.18 (mmol/L) - 1.17 ± 0.19 (mmol/L) - 0.98 ± 0.40 (mmol/L)), ancak orta testten son teste anlamlı bir şekilde azalmıştır (1.17 ± 0.19 (mmol/L) - 0.98 ± 0.40 (mmol/L)). Aslan (92) çalışmasında, HIIT egzersiz sonrası NMES ve Core egzersiz uygulamalarının kas hasarı ve antioksidan seviyeleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, HIIT egzersiz öncesinde, sonrasında, toparlanma uygulamalarından sonra ve 24. 48. ve 72. saatlerde olmak üzere altı farklı zamanda kan örnekleri alınmıştır. Kan örneklerinde MDA seviyeleri ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, NMES, Core egzersiz ve kontrol grubu arasında MDA seviyeleri açısından anlamlı bir fark bulunmuştur. NMES ve Core egzersiz gruplarında MDA seviyeleri kontrol grubuna göre daha düşük çıkmıştır. Uyhan (93) çalışmasında, 13 erkek basketbolcuya 8 hafta boyunca pliometrik egzersizler uygulayarak, bunların serbest radikal ve antioksidan seviyeleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, sporcuların MDA seviyeleri egzersiz öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, pliometrik egzersizlerin MDA seviyelerini önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Sporcuların MDA seviyeleri ise egzersiz öncesinde 7.82 ± 3.63 ($\mu\text{mol /L}$) iken, egzersiz sonrasında 23.33 ± 3.78 ($\mu\text{mol /L}$) olmuştur. Pala ve Savucu (94) çalışmalarında Türkiye Milli Boks takımı 29 erkek sporcuya kamp döneminde 8 haftalık antrenman programı uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; MDA düzeylerinin kamp öncesi $0,44 \mu\text{mol/L}$ ve sonrası $0,39 \mu\text{mol/L}$ düzeylerinde olduğu, bu düzeylerde kamp öncesi ve sonrası azalmanın olduğunu görmüşlerdir. Ancak bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Belviranlı ve ark. (22), 12 elit pentatlon sporcusuna yükselti antrenmanının oksidatif stres ve antioksidan savunma üzerindeki etkisini araştırmışlardır.

Çalışmada, sporcuların deniz seviyesindeki son antrenmanlarından 24 saat sonra açlık kan örnekleri alınmış, ardından 2500 metre yükseklikte 4 hafta boyunca yükselti antrenmanı yaptırılmıştır. Antrenman programının bitiminden 24 saat sonra da tekrar açlık kan örnekleri alınmıştır. Alınan kan örneklerinde MDA değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, yükselti antrenmanı sonrasında MDA değerleri anlamlı olarak arttığı görülmüştür. Uz (95), akut ve yoğun egzersizin kalp dokusunda oksidatif stres ve antioksidan savunma üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, akut ve yoğun egzersiz yapan deneklerin kalp dokusundaki MDA değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, akut ve yoğun egzersiz yapan deneklerin kalp dokusundaki MDA değerlerinin anlamlı olarak arttığı bulunmuştur. Özçelik ve Karataş (16), 37 obez bireyin serum MDA düzeylerinin şiddeti giderek artan yüke karşı yapılan egzersiz testine nasıl tepki verdiğini araştırmıştır. Çalışmada, egzersiz testi öncesi ve sonrası serum MDA düzeyleri ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, egzersiz testi sonrası serum MDA düzeyleri anlamlı olarak artmıştır (2.28 ± 0.1 nmol/ml - 2.71 ± 0.1 nmol/ml, $p < 0.05$). Çelik ve ark. (48), futbolcuların antioksidan parametrelerinin 45'er dakikalık iki devreli bir futbol maçına nasıl tepki verdiğini araştırmıştır. Çalışmada, futbolcuların fiziksel aktivite öncesi ve sonrası kan örneklerinde MDA değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, futbol maçı sonrası futbolcuların kanındaki MDA değeri anlamlı olarak azalmıştır. Çınar ve Kabakçı (21), ratlara %5 eğimli koşu bandında 25 m/dk hızla tükeninceye kadar yaptırdığı akut yorucu egzersizin MDA değerleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, ratların MDA değerleri egzersiz öncesi ve sonrası ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, akut yorucu egzersiz sonrası ratların MDA değeri anlamlı olarak azalmıştır. Da Costa ve ark. (96) oksidatif stres

ve kas hasarını incelediği araştırmasında genç futbolcularda egzersiz öncesi ve sonrası plazma MDA değerinde istatistiksel olarak artış görmüşlerdir. Vujovic ve ark. (97) 12 haftalık dayanıklılık antrenmanı öncesi ve sonrası futbolcularda MDA seviyelerinde istatistiksel olarak bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Dane ve ark. (98) 20 uzun mesafe koşucusu ve 19 sedanter erkek üzerinde MDA düzeylerindeki değişimi incelemiştir. Çalışma sonucunda akut egzersiz ile MDA düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.

Araştırmada tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının antrenman sonrasında SOD düzeylerinde azalma olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi. Koşan basketbol oyuncularının antrenman sonrasında SOD düzeylerinin istatistiksel olarak arttığı tespit edildi. Gruplar arası karşılaştırmada, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının SOD değerleri koşan basketbol oyuncularından daha düşük bulundu. SOD, serbest radikalleri nötröle eden bir enzimdir. SOD, endojen kaynaklı enzimatik antioksidan göstergelerinden biridir (21, 25, 48, 88). 13 kadın basketbol oyuncusuna 12 hafta süren bir interval metodu antrenman programı uygulayan Cincioğlu (84), sporcuların SOD değerlerindeki değişimleri incelemiştir. Antrenman programı 8 hafta sürekli koşu ve 4 hafta tekrarlı koşu şeklinde tasarlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, SOD değerleri ön testten orta teste (8. hafta) anlamlı bir şekilde azalmış (18.47 ± 0.89 (U/ml) - 16.51 ± 1.78 (U/ml), $p < 0.05$), orta testten son teste ise artmış ancak anlamlı bir fark bulunmamıştır (16.51 ± 1.78 (U/ml) - 17.40 ± 0.33 (U/ml)). Aslan (92) çalışmasında, HIIT egzersiz sonrası NMES ve Core egzersiz uygulamalarının kas hasarı ve antioksidan seviyeleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, HIIT egzersiz öncesinde, sonrasında, toparlanma uygulamalarından sonra ve 24. 48. ve 72.

saatlerde olmak üzere altı farklı zamanda kan örnekleri alınmıştır. Kan örneklerinde SOD seviyeleri ölçülmüştür. SOD seviyeleri gruplar arasında veya zamanlara göre anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Uyhan (93) çalışmasında, 13 erkek basketbolcuya 8 hafta boyunca pliometrik egzersizler uygulayarak, bunların serbest radikal ve antioksidan seviyeleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, sporcuların SOD seviyeleri egzersiz öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, pliometrik egzersizlerin SOD seviyelerini önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Sporcuların SOD seviyeleri egzersiz öncesinde 369.47 ± 17.73 ($\mu\text{mol /L}$) iken, egzersiz sonrasında 495.37 ± 35.46 ($\mu\text{mol /L}$) olmuştur. Belviranlı ve ark. (22), 12 elit pentatlon sporcusuna yükselti antrenmanının oksidatif stres ve antioksidan savunma üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, sporcuların deniz seviyesindeki son antrenmanlarından 24 saat sonra açlık kan örnekleri alınmış, ardından 2500 metre yükseklikte 4 hafta boyunca yükselti antrenmanı yaptırılmıştır. Antrenman programının bitiminden 24 saat sonra da tekrar açlık kan örnekleri alınmıştır. Alınan kan örneklerinde SOD değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, yükselti antrenmanı sonrasında SOD değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmamıştır. Uz (95), akut ve yoğun egzersizin kalp dokusunda oksidatif stres ve antioksidan savunma üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, akut ve yoğun egzersiz yapan deneklerin kalp dokusundaki SOD değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, akut ve yoğun egzersiz yapan deneklerin kalp dokusundaki SOD değerlerinin ise anlamlı olarak azaldığı bulunmuştur. Çelik ve ark. (48), futbolcuların antioksidan parametrelerinin 45'er dakikalık iki devreli bir futbol maçına nasıl tepki verdiğini araştırmıştır. Çalışmada, futbolcuların fiziksel aktivite öncesi ve sonrası kan örneklerinde SOD değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın

bulgularına göre, futbol maçı sonrası futbolcuların kanındaki SOD aktivitesi anlamlı olarak artmıştır. Çınar ve Kabakçı (21), ratlara %5 eğimli koşu bandında 25 m/dk hızla tükeninceye kadar yaptırdığı akut yorucu egzersizin SOD değerleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, ratların SOD değerleri egzersiz öncesi ve sonrası ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, akut yorucu egzersiz sonrası ratların SOD aktiviteleri anlamlı olarak artmıştır. Ağlar (25), yüksek irtifa antrenmanlarının Muay Thai sporcularının oksidatif stres ve antioksidan enzim düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, 13 erkek elit Muay Thai sporcusuna yüksek irtifa öncesi ve sonrası SOD değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre, yüksek irtifa antrenmanı yapan sporcuların SOD değerleri kontrol grubundan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Vujovic ve ark. (99) 12 haftalık dayanıklılık antrenmanı ile futbolcularda SOD seviyelerinde antrenman öncesi ve sonrası ($35.85.73 \pm 52.67$ (U /L), 32.27 ± 18.31 (U /L)) değerlerde istatistiksel olarak azalma olduğunu görmüşlerdir. Dane ve ark. (98) 20 uzun mesafe koşucusu ve 19 sedanter erkek üzerinde SOD düzeylerindeki değişimi incelemiştir. Çalışma sonucunda akut egzersiz ile SOD düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Le Moal ve ark.(100) tüm sezon boyunca 19 profesyonel futbolcu üzerinde SOD seviyelerindeki değişimi izlemişlerdir. Çalışma sonucunda sezon boyunca SOD değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir.

Araştırmada tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının A vitamini, C vitamini ve E vitamini değerleri antrenman sonrasında değişmediği belirlendi. Bu bulgu, tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının antioksidan vitaminler açısından antrenmandan etkilenmediğini göstermektedir.

Gruplar arası karşılaştırmada, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının E vitamini değeri koşan basketbol oyuncularından daha yüksek bulundu. A, C ve E vitaminleri, vücutta antioksidan olarak görev yapan vitaminlerdir. A, C ve E vitaminleri eksojen vitamin kaynaklı göstergeleridir (16). Bakır (90) Oksidatif stresin tekerlekli sandalye basketbol oyuncuları üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada 1. Lig'de mücadele eden erkek basketbolcuların 12 haftalık antrenman programının A ve E vitamini düzeyleri üzerine etkisini incelemiştir. Antrenman öncesi ve sonrası alınan kan örneklerinde yapılan biyokimyasal analizler sonucunda, antrenmanın E vitamini düzeyini anlamlı derecede düşürdüğü, A vitamini düzeyinde ise bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Özçelik ve Karataş (16), 37 obez bireyin serum vitamin A, E, C düzeylerinin şiddeti giderek artan yüke karşı yapılan egzersiz testine nasıl tepki verdiğini araştırmıştır. Çalışmada, egzersiz testi öncesi ve sonrası serum vitamin A, E, C düzeyleri ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, egzersiz testi sonrası serum vitamin A, E, C düzeyleri ise egzersiz testi sonrası değişmemiştir (vitamin A: $0.76 \pm 0.09 \mu\text{g/ml}$ - $0.67 \pm 0.1 \mu\text{g/ml}$, $p > 0.05$; vitamin E: $6.09 \pm 0.4 \mu\text{g/ml}$ - $5.78 \pm 0.4 \mu\text{g/ml}$, $p > 0.05$; vitamin C: $13.57 \pm 0.7 \mu\text{g/ml}$ - $14.41 \pm 0.9 \mu\text{g/ml}$, $p > 0.05$). Çelik ve ark. (48), futbolcuların antioksidan parametrelerinin 45'er dakikalık iki devreli bir futbol maçına nasıl tepki verdiğini araştırmıştır. Çalışmada, futbolcuların fiziksel aktivite öncesi ve sonrası kan örneklerinde E vitamini değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, futbol maçı sonrası futbolcuların kanındaki E vitamini değeri de anlamlı olarak artmıştır. Schneider ve ark. (101) Yapılan literatür çalışmalarında egzersizi takiben 3 saat sonra E vitamini ve C vitamini seviyelerinde azalmanın başladığını bildirmişlerdir.

Araştırmada tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının irisin değerlerinde antrenman sonrasında artış görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu bulgu, sporcuların irisin açısından antrenmandan etkilenmediğini göstermektedir. Gruplar arası karşılaştırmada, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının irisin değeri koşan basketbol oyuncularından daha düşük bulundu. İrisin kas dokusundan salgılanan ve enerji harcamasını artıran bir hormondur. İrisin, kaslardan salgılanan ve beyaz yağ dokusunu termojenik kahverengi yağ dokusuna dönüştüren ve enerji harcanmasını artıran bir hormondur. (72, 73). Özkaya (102) araştırmasında, gece boyunca 8 saat aç kalan 30-40 yaş aralığındaki erkeklerde irisin düzeylerini incelemiştir. Çalışmada, spor yapan erkeklerin $(38,60 \pm 14,50)$ serum irisin seviyelerinin dinlenme durumunda hareketsiz erkeklerle $(34,87 \pm 26,23)$ benzer olduğu, ancak obez erkeklerin $(60,85 \pm 25,30)$ kas aktivitelerinin artması nedeniyle irisin seviyelerinin yükseldiği bulunmuştur. Küçük (103) araştırmasında, aerobik ve anaerobik egzersizin serum irisin düzeyleri üzerindeki etkisini 16 hafta boyunca araştırmıştır. Çalışmada, egzersiz yapan grupta $(28,59 - 32,14)$ serum irisin düzeylerinin hem başlangıçta hem de sonunda egzersiz yapmayan gruba $(12,75 - 13,78)$ göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, 16 haftalık egzersiz programının egzersiz yapan grupta irisin seviyelerini artırdığı, ancak egzersiz yapmayan grupta irisin seviyelerinde bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Akcan (104) araştırmasında, aerobik ve anaerobik egzersizin serum irisin düzeyleri üzerindeki akut etkisini farklı yoğunluklarda uygulayarak sporcular ve hareketsizler arasında karşılaştırmıştır. Çalışmada, 18-30 yaş arası 12 sporcu ve 12 hareketsiz olmak üzere toplam 24 erkek katılmıştır. Katılımcılara hafif, orta ve yüksek yoğunlukta anaerobik egzersizler

yaptırılmıştır. Egzersizden önce, sonra, 2 saat sonra ve 19 saat sonra kan örnekleri alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, sporcuların serum irisin seviyelerinin her üç yoğunlukta da egzersiz sonrası anlamlı olarak arttığı, ancak hareketsizlerin serum irisin seviyelerinde herhangi bir anlamlı değişiklik olmadığı görülmüştür. Onat (72) araştırmasında, 90 dakikalık akut antrenman programının 26 kadın futbolcunun serum irisin seviyesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Antrenman öncesi, sonrası ve 24 saat sonrası alınan kan örneklerinde irisin seviyeleri (sırasıyla 20,86, 20,59 ve 22,77) arasında sayısal bir değişim gözlenmiştir. Ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aksoy (75) araştırmasında, irisin hormonunun güreş antrenmanlarıyla ilişkisini araştırmak için 18-30 yaş arası 30 erkek güreşçi ve 30 erkek sedanter öğrenciyi çalışma grubuna dahil etmiştir. Katılımcılardan bir gece aç kaldıktan sonra sabah 08.00'de 10 ml kan örneği alınmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, güreşçilerin irisin hormon seviyeleri 12.83 ± 7.53 (ng/ml) iken, sedanterlerin seviyeleri 17.52 ± 11.03 (ng/ml) olarak bulunmuştur. Bu sonuç, güreşçiler ve sedanterler arasında irisin hormon seviyelerinde sayısal bir fark olmasına rağmen, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Akbulut (70) araştırmasında, farklı egzersiz programlarının irisin hormonu üzerindeki etkilerini araştırmak için düzenli spor yapmayan 120 erkek üniversite öğrencisini çalışma grubuna seçmiştir. Katılımcılar kontrol, aerobik, interval ve direnç egzersiz grupları olmak üzere 4 gruba bölünmüştür. Kontrol grubu dışındaki gruplara 8 hafta boyunca haftada 3 gün egzersiz programları uygulanmıştır. Egzersiz programları başlamadan ve bitmeden sonra katılımcılardan kan örnekleri alınarak irisin seviyeleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre, irisin seviyelerinin egzersiz yapan tüm gruplarda arttığı, ancak kontrol grubunda anlamlı bir değişim olmadığı

görülmüştür. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda ise, en yüksek irisin seviyesi ve artışı interval egzersiz grubunda, en düşük seviye ve artış ise kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir (Irisin (ng/mL) ön test-son test değerleri: Kontrol ($13,91 \pm 3,05$ - $14,39 \pm 4,90$), Aerobik ($8,36 \pm 2,41$ - $11,41 \pm 4,42$), Interval ($17,32 \pm 4,54$ - $26,78 \pm 3,49$), Direnç ($19,82 \pm 6,57$ - $26,02 \pm 7,65$)). Akın (67) araştırmasında, orta düzeyde aktif 16 erkek üniversite öğrencisine 8 hafta boyunca haftada 3 gün 40-60 dakika süreyle maksimal kalp atım sayısının %60-80'i arasında bisiklet egzersizi yaptırmıştır. Bu çalışmada, dayanıklılık egzersizlerinin irisin hormonu seviyeleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, 8 haftalık bisiklet egzersizi programı plazma irisin seviyelerinde anlamlı bir değişime neden olmamıştır (Irisin ng/ml başlangıç-son $29,2 \pm 3,5$ - $28,4 \pm 3$). Özçelik ve ark. (105) çalışmasında, serum irisin düzeyinin sabah ve akşam yapılan aerobik egzersizden nasıl etkilendiğini araştırmak için 20 antrenmanlı erkek katılımcıya sabah ve akşam aerobik koşu egzersizi yaptırmışlardır. Egzersiz öncesi ve sonrası alınan kan örneklerinde irisin düzeyleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre, egzersiz öncesi bazal irisin düzeyleri sabah ve akşam arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir (Sabah 262.01 ± 37 ng/ml, akşam 268.57 ± 30 ng/ml). Ancak egzersiz sonrası irisin düzeyleri hem sabah hem de akşam gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır (Sabah 299.74 ± 39 ng/ml, akşam 316.04 ± 33 ng/ml). Dündar ve ark. (106) tarafından yapılan bir araştırmada, basketbolcularda 8 hafta, haftada 5 gün ve günde 2 saat yapılan antrenman programı ile irisin seviyesinde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Tsuchiya ve ark. (107), tarafından yapılan bir çalışmada dayanıklılık antrenmanı ile kuvvet antrenmanının serum irisin seviyesine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, istirahat serum irisin seviyelerinin

gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Kraemer ve ark. (108), akut egzersizin irisin hormonu üzerindeki etkisi incelenmiş, akut egzersizin irisin seviyesini anlamlı olarak artırdığını bildirmişlerdir. Boström (109), 10 haftalık dayanıklılık antrenmanının irisin üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre antrenmanın serum irisin seviyesini iki kat artırdığını bildirmişlerdir. Huh ve ark (110) akut ve 8 haftalık sürat koşusu egzersizi sonrası sağlıklı bireylerde irisin seviyesini karşılaştırmış, irisin seviyesinin akut egzersiz ile arttığını fakat 8 haftalık egzersiz sonrası bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Jedrychowski ve ark. (111), 12 haftalık aerobik egzersizin irisin seviyesine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre 12 haftalık aerobik egzersiz sonucu serum irisin seviyelerinin arttığını tespit etmişlerdir. Kurdiova ve ark. (112) tarafından yapılan bir çalışmada da irisin düzeylerindeki artışın akut veya kronik egzersizle ilgili olmadığını fakat kas kitlesi ile ilgili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının beslenme durumlarının koşan basketbol oyuncularına göre daha az besin çeşitliliği ve kalitesine sahip oldukları görüldü. Bu bağlamda tekerlekli sandalye basketbol oyuncuları ile koşan basketbol oyuncularının 24 Saatlik Besin Tüketim Kaydı parametreleri arasında farklılıklar olduğu, bu farklılıkların tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının koşan basketbol oyuncularına göre daha düşük beslenme kalitesine sahip oldukları şeklinde ortaya çıktığı söylenebilir. Bu nedenle, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının beslenme durumlarının iyileştirilmesi ve besin çeşitliliği ve kalitesinin artırılması önerilmektedir.

Çalışmada, tekerlekli sandalye ve koşan basketbol oyuncularının antrenman sonrası CK düzeylerinin anlamlı olarak arttığı görüldü. CK düzeylerindeki artış her iki grubunda antrenman sırasında kas hasarına uğradıklarını göstermektedir. Antrenman sırasında oluşan kas hasarının azaltılması için antrenman öncesi ısınma ve stretching (açma-germe) hareketleri, egzersiz sonrası soğuma ve esneme hareketleri, masaj, buz masajı gibi uygulamalar önerilmektedir. Ayrıca doktor kontrolünde farmakolojik ajanların kullanımı da faydalı olabilir.

Araştırmada tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası A vitamini, C vitamini, E vitamini, irisin, MDA ve SOD düzeylerinde anlamlı bir değişiklik olmadığı tespit edildi. A vitamini, C vitamini ve E vitamini, vücutta antioksidan olarak görev yapan vitaminlerdir. Bu vitaminlerin düzeylerindeki sabitlik, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası antioksidan kapasitelerinin değişmediği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. İrisin düzeylerindeki sabitlik, tekerlekli sandalye basketbol

oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası enerji metabolizmasının değişmediği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. MDA düzeylerindeki sabitlik, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası lipid peroksidasyonunun değişmediğini göstermektedir. SOD düzeylerindeki sabitlik, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası endojen enzimatik antioksidan seviyelerinin değişmediğini göstermektedir.

Koşan basketbol oyuncularında ise antrenman sonrası CK, MDA ve SOD düzeylerinin anlamlı olarak arttığı bulundu. Antrenman sonrası MDA düzeylerindeki artış, koşan basketbol oyuncularının lipid peroksidasyonunun arttığını göstermektedir. Antrenman sonrası SOD düzeylerindeki artış, koşan basketbol oyuncularının endojen enzimatik antioksidan seviyelerinin arttığını göstermektedir. Ancak, koşan basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası A vitamini, C vitamini, E vitamini ve irisin düzeylerinde anlamlı bir değişiklik olmadığı görüldü. Bu durum, koşan basketbol oyuncularının antrenman öncesi ve sonrası antioksidan kapasitelerinin ve enerji metabolizmalarının değişmediğini göstermektedir.

Gruplar arası karşılaştırmalarda ise tekerlekli sandalye basketbol oyuncularının koşan basketbol oyuncularına göre antrenman sonrası CK ve E vitamini düzeylerinin anlamlı olarak daha düşük olduğu, antrenman öncesi ve sonrası irisin, MDA ve SOD düzeylerinin ise anlamlı olarak daha düşük olduğu belirlendi. Bu bulgular, koşan basketbol oyuncularının tekerlekli sandalye basketbol oyuncularına göre daha fazla oksidatif strese maruz kaldıklarını, ancak antioksidan savunma sistemlerinin de daha güçlü olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, irisin hormonu koşan basketbol oyuncularında tekerlekli

sandalye basketbol oyuncularından anlamlı olarak yüksek bulunması, koşan basketbol oyuncularının egzersizde daha fazla kas grubunun aktif olarak dahil olmasının önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Bu araştırmada CK değerleri ile MDA, SOD ve irisin arasında anlamlı düzeyde bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). MDA değerleri ile irisin arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). MDA değerleri ile SOD arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). SOD değerleri ile irisin arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre oksidatif stres, antioksidanlar ve enerji metabolizması ile ilgili parametrelerin birbiriyle ilişkili olduğu, bu parametrelerin düzenli olarak takip edilmesi, beslenme ve antrenman programlarının bu parametrelere göre ayarlanması önerilmektedir.

Bu çalışmanın örneklem grubunu Süper Lig takımında oynayan Tekerlekli sandalye basketbol oyuncuları ile Bölgesel Lig' de takımında oynayan Koşan basketbol oyuncuları oluşturdu. İleride yapılacak çalışmalarda aynı Lig düzeyinde oyuncular çalışmaya dahil edilebilir. Ayrıca bu çalışmada sporcuların normal beslenme düzenleri değiştirilmeden geriye dönük 24 saatlik beslenme kayıtları değerlendirildi, beslenme şekilleri sabit tutularak yeni çalışmalar yapılabilir.

8. KAYNAKLAR

1. Bayrak Ö. *Genç Basketbolcu Kadınlarda Core Kuvvet Antrenman Destekli Modifiye Yaralanmalardan Korunma Programının Anaerobik Güç Ve Core Kuvvet Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2023.
2. Spanidis Y, Goutzourelas N, Stagos D, Mpesios A, Priftis A, David BO, Demetrios AS, Aristides M, Tsatsakis MA, Leon G. Variations in oxidative stress markers in elite basketball players at the beginning and end of a season, *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2016; 11(1), 147-153.
3. Atalay G. *Tekerlekli Sandalye Basketbol Oyuncularında Kor Stabilizasyon Eğitiminin Spor Performansı Ve Yaralanma Sıklığı Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2021.
4. Özmen T. *Tekerlekli Sandalye Basketbol Oyuncularında Kuvvet Antrenmanının Etkisi*, Doktora Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu 2011.
5. Uysal M. *Tekerlekli Sandalye Basketbol Oyuncularında Gecikmiş Kas Ağrısında Vibrasyon Uygulamasının Etkisi*, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük 2022.
6. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ, Şıktar E. *Spor Fizyolojisi Ve Performans Ölçüm Testleri*, 5. Baskı, Gazi Kitapevi, Ankara 2019.
7. Melekoğlu T, *Egzersiz ve Oksidatif Stres*, Spor Yayınevi ve Kitapevi, Ankara 2019.
8. Arıkan Ş, Akın G, İrisin ve egzersiz, *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 2019; 2(2), 106-114.
9. De Witte, A.M., Hoozemans, M.J., Berger, M.A., van der Woude, L.H., & Veeger, D. (2016). Do field position and playing standard influence athlete performance in wheelchair basketball?. *Journal of Sports Sciences*, 34(9), 811-820.
10. Santos, S.D.S., Alonso, A.C., & Greve, J.M.D.A. (2016). Quantitative evaluation of trunk muscle strength in wheelchair basketball players. *Motriz: Revista de Educação Física*, 22, 69-72.
11. Ahmed SS. *Basketbolcularda Deltoid Kası Kısmi Yırtılmasında Uygulanan Rehabilitasyon Egzersizleri ve Bazı Yardımcıların Kullanılmasının Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul 2023.
12. Kayhan M. *Basketbolcularda Ekzantrik Egzersiz Sonrası Oluşan Gecikmiş Kas Ağrısının Bazı Biyokimyasal Parametrelere ve Şut Yüzdesine Etkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kütahya 2014.
13. Biçici S. *Kronik İnversiyon Ayak Bileği Burkulması Olan Basketbol Oyuncularında Atletik Bantlama ve Kinesio Bantlamanın Fonksiyonel Performans Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2010.
14. Başar S. *Tekerlekli Sandalye ve Basketbol Takımı Sporcularında İzokinetik Egzersiz Eğitiminin Anaerobik Güç Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2003.

15. URL-2: <https://www.tbesf.org.tr/tbesf-branslari/tekerlekli-sandalye-basketbol/> 01.08.2023 saat: 08.38
16. Özçelik O, Karataş F. Şiddeti düzenli olarak artan işe karşı yapılan egzersizin obezlerde serum malondialdehit ve vitamin A, E, C düzeyleri üzerine olan etkisi, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2008; 22(6), 337-341.
17. Tabakoğlu E. Veteriner hekimlikte oksidatif stres ve bazı önemli hastalıklarda oksidatif stresin etkileri, *AVKAE Dergisi*, 2013; 3(1), 69-75.
18. Gönenç S. Egzersiz ve oksidan stres. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1997; 2(1), 26-38
19. Kahraman A, Çakar H, Vurmaz A, Gürsoy F, Koçak S, Serteser M. Ağır egzersizin oksidatif stres üzerindeki etkisi, *Kocatepe Tıp Dergisi*, 2003; 4(2), 33-38.
20. Karabulut H, Gülay MŞ. Serbest radikaller. *MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg.* 2016; 4(1): 50-59.
21. Çınar Y, Kabakçı R. Egzersiz çeşitlerinin ratlarda uygulama protokolleri ve akut yorucu egzersizin oksidatif stres ile ilişkisi, *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 1(2), 126-139.
22. Belviranlı M, Okudan N, Kabak B, Erdoğan M, Karanfilci M, Ada AM. Yüksek irtifa antrenmanının pentatlon sporcularında oksidatif stres ve antioksidan savunma belirteçleri üzerine etkisi, *Genel Tıp Dergisi*, 2017; 27(3), 95-99.
23. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev* 2008; 88, 1243–1276.
24. Önal SA. *Oksidatif Stres ve Egzersiz*, Fizyoterapistler ve Öğrenciler İçin e-kitap, İstanbul 2016.
25. Ağlar S. *Yüksek İrtifada Muay Thai Yapan Sporcuların Oksidatif Stres Ve Enzim Düzeylerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ağrı 2019.
26. Brown S, Day S, Doneelly A. Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown eccentric muscle action. *J Sports Science*, 1999; 17(5), 397-402.
27. Akyüz M. *Müsabaka Süresince Erkek Futbolcularda Oluşan Kas Hasarı*. Yüksek Lisan Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2007.
28. Karahan M, Nazlıkul H. Oksidatif stres ve serbest radikallerin vücut üzerindeki etkisi. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp Regülasyon ve Nöral Terapi Dergisi*, 2017Ü 11(2), 7-11.
29. Zorba E. *Fiziksel Uygunluk*. 2. Baskı, Gazi Kitabevi, Muğla 2001.
30. Demir M, Filiz K. Spor egzersizlerinin insan organizması üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*, 2004; 5(2), 109-114.
31. Şam CT. *Alp Disiplini Kayakçılarda Karbonhidrat ve protein Karışımı Enerji Suplementinin Kas Hasarı Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 2007.

32. Şendil A. *Dehidrate Olmuş Bireylerde Step Machine Aletinde Yapılan Egzersize Bağlı Olarak Oluşan, Gecikmiş Kas Ağrısı (DOMS) Üzerine İzotonik Spor İçeceklerinin Etkisi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2008.
33. Walsh B, Tonkonogi M, Malm C. Effect of eccentric exercise on muscle oxidative metabolism in humans. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; 33(3), 436-441.
34. Harbili S. *Sıcak Stresinin Ekzentrik Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2007.
35. Akıl M. *Akut Yüzme Egzersizi Yaptırılan Ratlarda Selenyum Uygulamasının Lipit Peroksidasyonu Ve Laktat Düzeylerine Etkisi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya 2009.
36. Goto C, Higashi I Y, Kimura M, Noma, Hara K, Nakagawa K, Kawamura M, Chayama K, Yoshizumi M, Nara I. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilatation in humans: role of endothelium-dependent nitric oxide and oxidative stress. *Circulation*, 2003; 108(5), 530-535.
37. Muratlı S, Şahin G, Kalyoncu O. *Antrenman ve Müsabaka*, Yayılım Yayıncılık, İstanbul, 2005.
38. Totter J. Spontaneous cancer and its possible relationship to oxygen metabolism. *Proc Natl Acad Sci.* 1980; 77, 1763-1767.
39. Schulz JB, Lindenau J, Seyfried J, Dichgans J. Glutathione, oxidative stress and neurodegeneration. *Eur J Biochem.* 2000; 267, 4904-4911.
40. Gutteridge JM. Biological origin of free radicals, and mechanisms of antioxidant protection, *Chem Biol Interact.* 1994; 91, 133-140.
41. Güllü E. *Sedanterlerde ve Dayanıklılık Sporcularında Maksimal ve Submaksimal Egzersiz Sonrası Oluşan Oksidan Stres ve Antioksidan Düzeylerinin Karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2007.
42. Eren SH. *Sıçanlarda Melatonin Desteğinin Akut (Hafif ve Ağır) Egzersizle Çeşitli Dokularda Oluşan Lipit Peroksidasyonu ve Antioksidan Durum Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya 2008.
43. Yalçinkaya B. *Elit Yüzücü ve Sedanterlerde Maksimal Aerobik Yüklenmenin Total Oksidan ve Total Antioksidan Seviyelerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2010.
44. Gökhan İ. *8 Haftalık Yüzme Eğitim Programının Genç Sedanter Erkeklerde Solunum, Dolaşım, Kapiller Oksijen Saturasyonu Ve Bazı Metabolik Parametreler Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ 2010.
45. Erdoğan M. *Farklı Isı Koşullarında Uygulanan Maksimal Aerobik Yüklenmenin Kas Hasarı Ve Performans Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2009.

46. Biçici S. *Kronik İnversiyon Ayak Bileği Burkulması Olan Basketbol Oyuncularında Atletik Bantlama ve Kinesio Bantlamanın Fonksiyonel Performans Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2010.
47. Molik B, Kosmol A, Morgulec AN, Lencse MJ, Mróz A, Gryko K, Marszałek J. Comparison of aerobic performance testing protocols in elite male wheelchair basketball players, *Journal of Human Kinetics*, 2017; 60, 243-254.
48. Çelik A, Varol R, Onat T, Dağdelen Y, Tugay F. Akut egzersizin futbolcularda antioksidan sistem parametrelerine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2007; V(4), 167-172.
49. Karabulut H, Gülay MŞ. Antioksidanlar, *MAE Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2016; 1(1), 65-76.
50. Ebaid H, Bashandy SAE, Alhazza IM, Rady A, El-Shehry S. Folic acid and melatonin ameliorate carbon tetrachlorideinduced hepatic injury, oxidative stress and inflammation in rats. *Nutr Metab.* 2013; 10(1), 1-10.
51. Akkuş Y, Göktepe M. Elit hentbolcularda genel ve özel hazırlık dönemi aerobik ve anaerobik güç testleri ile laktik asit düzeyleri arasındaki ilişki. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2018; 20(3-A), 1-12.
52. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RL. Generation of Reactive Oxygen Species After Exhaustive Aerobic and Isometric Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32, 1576-1581.
53. Özal M. *Elit Güreşçilerde Egzersizde Çinko Uygulamasının Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2008.
54. Yılmaz Koçak M, Kaya H. Akut ve kronik ağrı yönetiminde sanal gerçeklik uygulaması. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 2021; 2(2), 197-213.
55. Dunn J, Yeo E, Moghaddampour P, Chau B, Humbert S. Virtual and augmented reality in the treatment of phantom limb pain: A literature review. *Neuro Rehabilitation*, 2017; 40(4), 595-601.
56. Şentürk G, Göbel P. Sporcularda egzersiz sonrası gecikmiş kas ağrısı (DOMS) ve beslenme müdahaleleri. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 2022; 13(1), 101-115.
57. Hazar S, Egzersize bağlı iskelet ve kalp kası hasarı, *Spormetre Dergisi* 2004; (2), 119-26.
58. Mendeş B. *Profesyonel Futbolcular ile Sedanterlerde Akut Egzersiz İle Oluşan Total Antioksidan ve Total Antioksidan Kapasitesinin Karşılaştırılması*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ 2012.
59. Çelik A. *Farklı Gruplarda Aerobik Antrenmanın Antioksidan Parametreler Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir 2008.
60. Otağ A, Deveci D. Sporcu ve sedanterlerde Egzersizin İnterlökin-10 İle Kreatin Kinaz İlişisine Etkisi. *III. Ulusal Fizyoloji Sempozyumu*, Adana 2011.
61. Buzdağlı Y, Koz M. Yükseltide egzersiz ve fizyolojik etkileri, *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2019; 21(4), 1-17.

62. Masuda K, Okazaki K, Kuno S, Asano K, Shimojo H, Katsuta S. Endurance training under 2500 m hypoxia does not increase myoglobin content in human skeletal muscle, *European Journal of Applied Physiology*, 2001; 85, 486-490.
63. Brites F, Zago V, Verona J, Muzzio ML, Wikinski R, Schreier L, HDL Capacity to Inhibit LDL Oxidation in Well-Trained Triathletes, *Life SCI*, 2006; 78(26), 30781.
64. Uyaroglu OA. Asemptomatik kreatin kinaz (CK) yüksekliği: Hiper-CK-emi. *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi*, 2020; 45(2), 756-757.
65. Kaynar Ö, Öztürk N, Kırıyıcı F, Baygutalp NK, Bakan E. Kick boks sporcularında kısa süreli yoğun egzersizin karaciğer enzimleri ve serum lipid düzeyleri üzerine etkileri. *Dicle Tıp Dergisi*, 2016; 43(1), 130-134.
66. Esfahani M, Baranchi M, Goodarzi MT, Irisinand Metabolic Disorders. *Avicenna Journal Medicine Biochem*, 2015; 4, 33-230.
67. Akın G, *Sağlıklı Genç Yetişkinlerde Dayanıklılık Antrenmanlarının İrisin Hormon Düzeyine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya 2019.
68. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, Kajimura SA. PGC1- α -Dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012; 481(7382), 463-468.
69. Ceylan C, Dönmez N. İrisin ve metabolik etkileri, İçinde: *Temel Tıp Bilimlerinde Güncel Çalışmalar*, 97-131, İksad Yayınları, Ankara 2022.
70. Akbulut T. *Farklı Egzersiz Uygulamalarının İrisin, Isı Şok Protein 70 ve Bazı Kimyasal Parametrelere Etkisinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ 2019.
71. İnce İ. Metabolik bozukluklara karşı egzersiz ile ilişkili yeni bir miyokin: irisin. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 2020; 3(1), 44-50.
72. Stanford KI, Middelbeek RJ, Townsend KL, An D, Nygaard EB, Hitchcox KM, Markan KR, Nakano K, Hirshman MF, Tseng YH, Goodyear LJ. Brown adipose tissue regulates glucose homeostasis and insulin sensitivity. *J. Clin. Invest.* 2013; 123, 215–223.
73. İnci A, Aypak SÜ. İrisin ve metabolik etkileri, *Türkiye Klinikleri Endokrinoloji Dergisi*, 2016; 11(1), 15-21.
74. Onat T, *Kadın Futbolcularda Kas Hasarının Serum İrisin Seviyesine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Samsun 2018.
75. Aksoy C. *Güreşçilerde Düzenli Yapılan Antrenmanların İrisin, Leptin ve İnsülin Düzeylerine Etkisi*, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri 2018.
76. Rasckhe RA, Curry SC, Warkentin TE, Gerkin RD. Improving clinical interpretation of the anti-platelet factor 4/heparin enzyme-linked immunosorbent assay for the diagnosis of heparin-induced thrombocytopenia through the use of receiver operating characteristic analysis, stratum-specific likelihood ratios, and Bayes theorem. *Chest*. 2013; 144(4), 1269-1275.

77. Montemayor LE, Mendoza-Lara G, Gutierrez-Bosque G, Peschard-Franco M, Nieblas B, Garcia-Rivas G. Relationship of circulating irisin with body composition, physical activity, and cardiovascular and metabolic disorders in the pediatric population, *Int. J. Mol. Sci.* 2018; 19, 3727.
78. Wang, L., Zhang, J., Wang, J., He, W., & Huang, H. (2012). Effects of high-intensity training and resumed training on macroelement and microelement of elite basketball athletes. *Biological trace element research*, 149, 148-154.
79. Tamer K. *Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi*, Bağırhan Yayınevi, Ankara 2000.
80. Bağış YE. *Elit Dağ Bisikletçilerinin Müsabaka Ortamının Kas Hasarı Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Doktora Tezi. Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya 2018.
81. Serinken MA. *Tekerlekli Sandalye Basketbolcularında Eksantrik Egzersiz Sonrasında Oluşan Gecikmiş Kas Ağrısının Pozisyon Hissi Ve Şut Yüzdesi Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir 2011.
82. Cengizhan PA, Günay M. Çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık antrenman metotlarının erkek basketbolculardaki bazı teknik, motorik özelliklere ve kas hasarına etkisinin incelenmesi, *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2015; 17(1), 43-57.
83. Devrilmez M. *Orta Mesafe Koşucularında Tekrarlı Koşuların Kas Hasarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Karaman 2021.
84. Cincioğlu G. *Basketbolcularda 12 Hafta Dayanıklılık Antrenmanlarının Antioksidan Düzeylere Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın 2019.
85. Penailillo L, Blazevich A, Numazawa H, Nosaka K. Metabolic and muscle damage profiles of concentric versus repeated eccentric cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2013; 45(9): 1773-1781.
86. Hazar S, Erol E, Gökdemir K. Kuvvet Antrenmanı Sonrası Oluşan Kas Ağrısının Kas Hasarıyla İlişkisi. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2006; 6(3): 49-58.
87. Doma, K., Leicht, A., Sinclair, W., Schumann, M., Damas, F., Burt, D., & Woods, C. (2018). Impact of exercise-induced muscle damage on performance test outcomes in elite female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1731-1738.
88. Mexis, D., Nomikos, T., Mitsopoulos, N., & Kostopoulos, N. (2023). Effect of a 6-Week Preseason Training Protocol on Physiological and Muscle Damage Markers in High-Level Female and Male Basketball Players. *Sports*, 11(11), 229.
89. Chen, Z., Laurentius, T., Fait, Y., Müller, A., Mückter, E., Bollheimer, L. C., & Nourbakhsh, M. (2023). Associations of Serum CXCL12 α and CK Levels with Skeletal Muscle Mass in Older Adults. *Journal of Clinical Medicine*, 12(11), 3800.

90. Bakır N. *Tekerlekli Sandalye Basketbol Oyuncularında Antrenmanın Oksidatif Stres Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aksaray 2019.
91. Atlı M, Bilici M. Determination of degrees of oxidative stress and some antioxidant enzyme activities in basketball players, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2019; 8(4), 1296-1301.
92. Aslan TV. *Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman (HIIT) Sonrası NMES (Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu) ve Core Egzersiz Uygulamalarının Toparlanma Sürecinde Kas Hasarı ve Antioksidan Düzeylerine Etkisi*. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya 2022.
93. Uyhan O, *Basketbolcularda Pliometrik Egzersizlerinin Oksidatif Stres Parametreleri Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Karaman 2021.
94. Pala R, Savucu Y. Boks milli takımının avrupa şampiyonasına hazırlık kampları süresince bazı fiziksel ve oksidatif stres parametrelerinin incelenmesi, *F.Ü. Sağ. Bil. Tıp Derg.* 2011; 25(3): 115-120.
95. Uz A. *Akut Egzersizin Kalp Dokusu Üzerine Etkilerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2011.
96. Da Costa, C.S.C., Márcio, A.B., Juliano, S., Cristiana, M.P., ve Anna Paola, T.R.P., (2011). Oxidative Stress Biomarkers Response to Exercise in Brazilian Junior Soccer Players. *Food and Nutrition Sciences*, 2011.
97. Vujovic, A., Spasojevic-Kalimanovska, V., Bogavac-Stanojevic, N., Kotur-Stevuljevic, J., Sopic, M., Stefanovic, A., ve Spasic, S., (2013). Lymphocyte Cu/ZnSOD and Mnsod Gene Expression Responses to İntensive Endurance Soccer Training. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 27(3): 3843-3847.
98. Dane, S., Taysi, S., Gul, M., Akcay, F., ve Gunal, A., (2008). Acute Exercise İnduced Oxidative Stress is Prevented in Erythrocytes of Male Long Distance Athletes. *Biology of Sport*, 25(2), 115.
99. Vujovic, A., Spasojevic-Kalimanovska, V., Bogavac-Stanojevic, N., Kotur-Stevuljevic, J., Sopic, M., Stefanovic, A., ve Spasic, S., (2013). Lymphocyte Cu/ZnSOD and Mnsod Gene Expression Responses to İntensive Endurance Soccer Training. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 27(3), 3843-3847.
100. Le Moal, E., Groussard, C., Paillard, T., Chaory, K., Le Bris, R., Plantet, K., ve Zouhal, H., (2016). Redox Status of Professional Soccer Players is İnfluenced by Training Load Throughout A Season. *International Journal of Sports Medicine*, 37(09), 680-686.
101. Schneider, M; Niess, AM; Rozario, F, et al: Vitamin E supplementation does not increase the vitamin C radical concentration at rest and after exhaustive exercise in healthy male subjects *Eur J Nutr* 2003; 42: 195-200.

102. Özkaya B. *Obez ve Sporcularda Serum İrisin, Andropin ve Peptin Değerlerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi Gaziantep Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep 2016.
103. Küçük H. *Aerobik Ve Anaerobik Kapasitenin Serum İrisin, Leptin, Ghrelin Seviyelerine Etkisi*, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun 2018.
104. Akcan F. *Farklı Şiddetlerde Uygulanan Aerobik ve Anaerobik Egzersizlerin Sporcu ve Sedanterlerde Serum İrisin Seviyelerine Akut Etkisinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep 2018.
105. Özçelik O, Algül S, Deniz M, Baydaş F, Tan F. Sabah ve gece yapılan aerobik egzersizin antrenmanlı deneklerde serum irisin düzeyine etkilerinin belirlenmesi. *Genel Tıp Dergisi*, 2017; 27(1), 1-5.
106. Dündar A, Kocahan S, Şahin L. Associations of apelin, leptin, irisin, ghrelin, insulin, glucose levels, and lipid parameters with physical activity during eight weeks of regular exercise training, *Arch Physiol Biochem*. 2021 Aug;127(4):291-295. doi: 10.1080/13813455.2019.1635622. Epub 2019 Jul 10. Pubmed.
107. Tsuchiya Y, Ando D, Takamatsu K, Goto K. Resistance exercise induces a greater irisin response than endurance exercise. *Metabolism*. 2015; 64(9):1042-50.
108. Kraemer RR, Shockett P, Webb ND, Shah U, Casirracane VD. A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. *Horm Metab Res* 2014; 46:150-154.
109. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, Rasbach KA, Boström EA, Choi JH, Long JZ, Kajimura S, Zingaretti MC, Vind BF, Tu H, Cinti S, Højlund K, Gygi SP, Spiegelman BM. A PGC1- α -dependent myokine that drives brownfat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012;481(7382):463-468.
110. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, et al. FND5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism*. 2012; 61(12): 1725–1738.
111. Jedrychowski MP, Wrann CD, Paulo JA, Gerber KK, Szpyt J, Robinson MM, Nair KS, Gygi SP, Spiegelman BM. Detection and quantitation of circulating human irisin by tandem mass spectrometry. *Cell Metab* 2015; 22:734–740.
112. Kurdiova T, Balaz M, Vician M, et al. Effects of obesity, di-abetes and exercise on Fndc5 gene expression and irisin re-lease in human skeletal muscle and adipose tissue: in vivo and in vitro studies. *J Physiol* 2014;592:1091-107.

9. EKLER

Ek-1: Etik Kurul Onayı

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ YÖNETİM KURULU KARARLARI

Oturum Tarihi
04.02.2022

Oturum Sayısı
08

Enstitümüz Yönetim Kurulu 04.02.2022 Cuma günü saat 14:00'da Müdür Prof. Dr. Mesut AKSAKAL'ın başkanlığında, aşağıda imzaları bulunan üyelerin katılımlarıyla toplanarak gündemdeki konuları görüşmüş ve aşağıdaki kararları almıştır.

08.10. Doktora Öğrencisi Nihal BAKIR'ın Tez Konusu Önerisi;

Enstitümüz Beden Eğitimi ve Spor Anabilim doktora Öğrencisi Nihal BAKIR'ın tez önerisi ile ilgili Anabilim Dalı Başkanlığının 03.01.2022 tarih ve 129277 sayılı yazısı ve Tez İzleme Komitesi Kararı görüşüldü;

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı doktora Öğrencisi Nihal BAKIR'ın "Tekerlekli Sandalye Basketbol Oyuncuları ile Koşan Basketbol Oyuncularında Sezon Öncesi Antrenmanın Oksidatif Stres ve Gecikmiş Kas Hasarı Üzerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı tez konusu önerisinin kabulüne, oy birliği ile karar verildi.

Yıldız ŞEN
Enstitü Sekreteri V

MÜDÜR	Prof. Dr. Mesut AKSAKAL	İMZA
-------	-------------------------	------

Prof. Dr. Mustafa İSSİ	İMZA	Prof. Dr. Hatice ERÖKSÜZ	İMZA
Prof. Dr. Neriman ÇOLAKOĞLU	İMZA	Prof. Dr. Sinan CANPOLAT	İMZA
Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU	İMZA		

Ek-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

12. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.

(Araştırmacının/Hekimin Açıklaması)

Bu araştırmada; **Tekerlekli Sandalye Basketbol Oyuncuları İle Koşan Basketbol Oyuncularında Sezon Öncesi Antrenmanın Oksidatif Stres ve Gecikmiş Kas Hasarı Üzerine Etkisinin İncelenmesi** amaçlanmıştır. Çalışmada elde edilecek bulgularla, sezon öncesi hazırlık döneminde yapılacak antrenmanın katılımcı grupların oksidatif stres ve gecikmiş kas hasarı parametreleri üzerindeki etkileri karşılaştırılarak incelenecektir.

Katılımcılardan sezon öncesi antrenman süreci içerisinde 2 defa yaklaşık 5 cc kan numuneleri alınacaktır. Araştırma sırasında sağlık konusunda risk taşıyan sporcular alınmayacaktır. Kan alma sırasında az bir acı duyabilirsiniz, çok düşük bir ihtimalle kanamanın uzaması ve enfeksiyon riski vardır. Katılmanız tamamıyla gönüllülük esasına dayalıdır; eğer katılmaya karar verirsiniz, bu gelecekte alacağınız herhangi bir tedaviyi etkilemeyecektir. Ayrıca çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan ayrılma hakkına da sahipsiniz. Literatüre daha fazla katkı sağlayacağını düşündüğümüzden böyle bir çalışmaya sizinde katılmanızı öneriyoruz. Çalışmadan herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Bu bilgiler çalışma amacının dışında kullanılmayacak ve deneklerin kişisel bilgileri kimseyle paylaşılmayacaktır. İstedığınız zaman çalışmadan çekilebilirsiniz.

Katılımcının (gönüllü) beyanı:

“**Tekerlekli Sandalye Basketbol Oyuncuları İle Koşan Basketbol Oyuncularında Sezon Öncesi Antrenmanın Oksidatif Stres ve Gecikmiş Kas Hasarı Üzerine Etkisinin İncelenmesi**” konulu çalışmanın genel amaçları konusunda bilgilendirilmiş bulunuyorum. Bu çalışmaya gönüllü olarak katılıyorum. Çalışmada kullanılacak kişisel bilgilerin özenle korunacağı ve kimseyle paylaşılmayacağı konusunda bana gerekli güvence verildi. Bu konuda yapılan daveti kabul ediyorum. Aşağıdaki bilgilerimin doğruluğunu beyan ederim.

Katılımcının

Adı Soyadı:

İmza

Tarih...../...../2021

Adresi:

Telefon:

Görüşme tanığı

Adı Soyadı:

İmza

Adresi:

Telefon:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı Soyadı:

İmza

Adresi:

Telefon:

Ek-3: 24 Saatlik Besin Tüketim Kaydı

24 Saatlik Besin Tüketim Kaydı

ÖĞÜNLER	TÜKETİLEN BESİNLER, YİYECEKLER, İÇECEKLER	HAZIRLANIRKEN İÇİNE KONULAN MALZEMELER VE YAĞ ÇEŞİTLERİ
SABAH (Saat:)		
KUŞLUK (Saat:)		
ÖĞLEN (Saat:)		
İKİNDİ (Saat:)		
AKŞAM (Saat:)		
GECE (Saat:)		

Liste dışı tüketim var mı? Varsa hangi gün ve ne tüketildi?

Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
-----------	------	----------	----------	------	-----------	-------