

T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ÖĞRETİMİ ANA BİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR EĞİTİMİ BİLİM DALI

BASKETBOLCULARDA 12 HAFTA DAYANIKLILIK ANTRENMANLARININ
ANTIOKSİDAN DÜZEYLERE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
GÜNGÖR CİNCİOĞLU

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Recep SOSLU

BARTIN-2019

T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ÖĞRETİMİ ANA BİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR EĞİTİMİ BİLİM DALI

BASKETBOLCULARDA 12 HAFTA DAYANIKLILIK ANTRENMANLARININ
ANTIÖKSİDAN DÜZEYLERE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
GÜNGÖR CİNCİOĞLU

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Recep SOSLU

BARTIN-2019

KABUL VE ONAY

Güngör CİNCİOĞLU tarafından hazırlanan "Basketbolcularda 12 Hafta Dayanıklılık Antrenmanlarının Antioksidan Düzeylere Etkisi" başlıklı bu çalışma 26/04/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Ali ÖZKAN



Üye : Dr. Recep İSİCU



Üye : Dr. Öğr. Ü. Ömer ÖZCAN



Bu tezin kabulü Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../..... tarih vesayılı kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Nuriye SEMERCİ

(Enstitü Müdürü)

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna Dr.Öğr.Üyesi Recep Soslu'nun danışmanlığında hazırlamış olduğum "Basketbolcularda 12 Hafta Dayanıklılık Antrenmanlarının Antioksidan Düzeylere Etkisi" adlı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

26.04.2019
Güngör CİNCIOĞLU


ÖN SÖZ

Yükseklisans eğitimim boyunca çalışmalarımın ve özel hayatımın her anında bana başından sonuna kadar destek veren, yol gösteren ve her konuda yardımını esirgemeyen, her zaman hedeflerimi yüksek tutmamı sağlayarak buralara kadar gelmemde üzerimde emeği olan danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi Recep SOSLU'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez aşamasında bilgilerinden faydalandığım ve bana yardımcı olan Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nde görev yapan Melek GÜLER'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu zorlu süreçte maddi manevi her konuda yanımda olan annem Necla TANKAL'a, beni sürekli motive eden ve her zaman beni destekleyen nişanım Semra KARA'ya, dayım Murat TONEL'e ve yüksek lisans ders ve tez aşamasında sürekli bilgi alışverişinde bulunduğum yüksek lisans dönem arkadaşım İsmail Can ÇUVALCIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Güngör CİNCİOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Basketbolcularda 12 Hafta Dayanıklılık Antrenmanlarının Antioksidan Düzeylere Etkisi

Güngör CİNCİOĞLU

Bartın Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi Ana Bilim Dalı

Beden Eğitimi ve Spor Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr.Öğr.Üyesi Recep SOSLU

Bartın-2019, Sayfa: XI + 58

Bu araştırmada basketbolculara yapılan dayanıklılık antrenmanlarının serbest radikal oluşumunu ve vücudun serbest radikallere karşı oluşturduğu savunma mekanizması olan antioksidan parametrelerine etkisini incelemektir. Çalışmaya Bartın Üniversitesi bayan basketbol takımında yer alan yaş ortalamaları 21.12 ± 0.64 yıl, boy ortalamaları: 162.25 ± 2.12 cm ve kilo ortalamaları: 58.12 ± 3.48 kg olan ve herhangi bir sakatlığı bulunmayan 13 sporcu gönüllü katılmıştır. Sporcuların antioksidan düzeylerinin ölçümünde tek gruplu Ön test-Orta test-Son test uygulanmıştır. Çalışmada haftada 8 hafta sürekli koşular, 4 hafta ise tekrarlı koşular olmak üzere 12 hafta interval metodu antrenman programı uygulanmıştır. Elde edilen verilerde; çalışmaya katılan deneklerin SOD değerleri karşılaştırıldığında ön test ile orta test SOD değerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma, MDA değerleri karşılaştırıldığında ön test ile orta test ve son test değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış olurken, orta test ve son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı azalma olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). GSH değerlerinde azalma, CAT değerlerinde artış olsa da istatistiksel açıdan bir anlam ifade etmemiştir ($p > 0.05$). Buna ek olarak; ALT ve AST karaciğer enzim değerlerinde anlamlı fark saptanamazken, CK enzim değerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır ($p < 0.05$). Sonuç olarak; 12 hafta boyunca basketbolculara uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının oksidan üretimini arttırdığını, egzersizin ilk haftalarında SOD ve GSH'ın azalmasını oluşan oksidanlara karşı baş etmekte kullanıldığını, CAT aktivitesinin artışını egzersizin antioksidan kapasiteyi arttırdığını, MDA'nın azalmasında kullanılan antioksidanların neden olduğunu ve lipid peroksidasyonunu engellediğini söyleyebiliriz.

Anahtar Kelimeler: Basketbol, Serbest Radikal, Antioksidan, Dayanıklılık Antrenmanı

ABSTRACT

Master's Thesis

The Effect of 12-Week Endurance Training on Antioxidant Levels in Basketball Players

Güngör CİNCİOĞLU

Bartın University

Institute of Educational Sciences Department of Physical Education and Sports

Teaching Master's Degree Program

Thesis Advisor: Asst. Prof. Recep SOSLU

Bartın-2019, Sayfa: XI+ 58

The purpose of this study was to examine free radical production of endurance trainings applied on basketball players and effects of antioxidant parameters which body constitutes defensive mechanism against free radicals. There were 13 Bartın University women basketball team players whose mean ages were 21.12 ± 0.64 year, mean heights were 162.25 ± 2.12 cm, and mean weights were 58.12 ± 3.48 kg voluntarily participated this study. To measure antioxidant levels, one sample pre, middle and post test model was used. Training program including 8 weeks incessant running and 4 weeks repetitive running was used in this study. Data showed that there decreased between pre SOD values and middle SOD values. MDA results indicated that pre MDA values statistically significant increased according to middle and post MDA values, and there was a significant decrease between middle and post MDA values ($p < 0.05$). Even GSH values were decreased and CAT values were increased, these values are not statistically significant ($p > 0.05$). Additionally, There was no significant difference in ALT and AST liver enzyme values, in CK enzyme value was found statistically significant increase. As a conclusion; 12 weeks endurance training applied on basketball players increased antioxidant production. Initial weeks of exercise, decreasing of SOD and GSH was used for coping with oxidants and increasing of CAT activities improved antioxidant capacities of exercise. Used antioxidants caused decreasing of MDA and they prevented lipid peroxidation.

Keywords: Basketball, Free Radicals, Antioxidants, Endurance Training

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	II
BEYANNAME.....	III
ÖN SÖZ.....	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER.....	VII
TABLolar LİSTESİ	X
KISALTMALAR VE SİMGELER	XI

BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ	1
1.1. Problem.....	2
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Sayıtlar.....	3
1.5. Sınırlılıklar	3
1.6. Tanımlar.....	4

İKİNCİ BÖLÜM: LİTERATÜR İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	5
2.1. Antioksidan Savunma Mekanizmaları.....	5
2.1.1. Enzimatik Antioksidanlar	5
2.1.1.1. Süperoksit Dismutaz	5
2.1.1.2. Katalaz.....	6
2.1.1.3. Glutasyon Peroksidaz	6
2.1.1.4. Glutasyon Redüktaz.....	7
2.1.2. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar	7
2.1.2.1. E Vitamini	7
2.1.2.2. Koenzim Q-10	8
2.1.2.3. Glutasyon	8
2.1.2.4. Seruloplazmin.....	8
2.1.2.5. Taurin	8
2.1.2.6. C vitamini (Askorbik asit).....	8
2.1.2.7. Piruvat	8
2.1.2.8. Melatonin.....	8

2.1.2.9. Sistein	8
2.1.2.10. β -Karoten.....	8
2.1.2.11. Albümin.....	8
2.1.2.12. Ürik Asit	8
2.1.2.13. Transferin	8
2.1.2.14. Bilirubin.....	8
2.1.2.15. Eritrositler.....	9
2.2. Serbest Radikaller	9
2.3. Serbest Oksijen Radikalleri ve Reaktif Oksijen Türleri	10
2.3.1. Süperoksit.....	11
2.3.2. Hidrojen Peroksit	12
2.3.3. Hidroksil Radikali	13
2.3.4. Singlet Oksijen	13
2.3.5. Nitrik Oksit	14
2.3.6.Peroksinitrit	14
2.4. Serbest Oksijen Kaynakları	14
2.4.1.Endojen Kaynaklar.....	15
2.4.2.Eksojen Kaynaklar	15
2.5. Serbest Radikallerin Etkileri	16
2.5.1. Serbest Radikallerin Pozitif Etkileri	16
2.5.2. Serbest Radikallerin Negatif Etkileri	16
2.5.2.1. Oksidatif Stres	16
2.5.2.2. Membran Lipitleri Üzerindeki Etkileri.....	17
2.5.2.3. Proteinler Üzerindeki Etkileri	17
2.5.2.4. Nükleik Asitler ve DNA Üzerindeki Etkileri	17
2.5.2.5. Karbonhidratlar Üzerindeki Etkileri.....	18
2.6. Lipid Peroksidasyonu	18
2.7. Malondialdehit (MDA)	19
2.8.Kreatin Kinaz (CK).....	19
2.9. Alanin Aminotransferaz (ALT)	19
2.10. Aspartat Aminotransferaz (AST)	20
2.11. Egzersiz.....	20
2.11.1. Anaerobik Egzersiz	21
2.11.2. Aerobik Egzersiz.....	22

2.11.3. Egzersiz ve Oksidatif Stres	22
2.12. Dayanıklılık	23
2.12.1. Dayanıklılık çeşitleri	24
2.12.1.1. Aerobik Dayanıklılık	24
2.12.1.2. Anaerobik Dayanıklılık	24
2.13. Dayanıklılık Antrenman Metodları	25
2.13.1. Sürekli Koşular Metodu	25
2.13.2. İnterval Metot	26
2.13.3. Tekrar Metodu	27
2.13.4. Müsabaka Metodu	28
2.13.5. Özel Antrenman Metodları	28
2.13.5.1. Yükseklik Antrenman Metodu	28
2.13.5.2. Tempo Koşuları	28
2.13.5.3. Tepe Koşuları	29
2.14. Dayanıklılık Antrenmanları ve Oksidatif Stres	29
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM	31
3.1. Araştırma Modeli	31
3.2. Katılımcılar	31
3.3. Verilerin Toplanması	31
3.3.1. Egzersiz Protokolü	32
3.4. Verilerin Analizi	34
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR	35
4.1. Alt Problemlere İlişkin Bulgular	35
BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA, SONUÇLAR VE ÖNERİLER	38
5.1. Tartışma	38
5.2. Sonuçlar	44
5.3. Öneriler	45
KAYNAKÇA	46
ÖZGEÇMİŞ	58

TABLolar LİSTESİ

Tablo No	Sayfa No
2.1 Reaktif Oksijen Türleri (ROS), Reaktif Nitrojen Türleri (RNS) ve Reaktif Sülfür Türleri (RSS).....	10
3.1. Deneklere Uygulanan İnterval Antrenman Programı.....	33
3.2. Deneklere Uygulanan Koşu Antrenman Programı.....	33
4.1. Deneklerin dayanıklılık antrenmanları birinci, sekizinci ve on ikinci hafta vücut ağırlıklarının (kg) ortalamaları ve standart sapma değerleri.....	35
4.2. Deneklerin dayanıklılık antrenmanları birinci, sekizinci ve on ikinci hafta SOD ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri.....	35
4.3. Deneklerin dayanıklılık antrenmanları birinci, sekizinci ve on ikinci hafta CATölçümlerinin ortalamaları ve standart sapma değerleri.....	36
4.4. Deneklerin dayanıklılık antrenmanları birinci, sekizinci ve on ikinci hafta MDA (u/ml) farklarının ortalamaları ve standart sapma değerleri.....	36
4.5. Deneklerin dayanıklılık antrenmanları birinci, sekizinci ve on ikinci hafta GSH farklarının ortalamaları ve standart sapma değerleri.....	36
4.6. Deneklerin dayanıklılık antrenmanları birinci, sekizinci ve on ikinci hafta CK, ALT ve AST farklarının ortalamaları ve standart sapma değerleri.....	37

KISALTMALAR VE SİMGELER

$^1\text{O}_2$: Singlet Oksijeni

ADP: Adenozin Difosfat

ALT: Alanin Aminotransferaz

ASS: Antioksidan Savunma Sistemi

AST: Aspartat Aminotransferaz

ATP: Adenozin Trifosfat

CAT: Katalaz

CK: Kreatin Kinaz

Cm: Santimetre

Co: Kobalt

CP: Kreatin Fosfat

Cr: Krom

Cu: Bakır

DSAD: Düşük Sertlikli Alıştırma Dayanıklılığı

Fe: Demir

Fe⁺³: Ferrik Polimaltoz

GR: Glutasyon Redüktaz

GSH: Glutasyon

GSH-Px: Glutasyon Peroksidaz

H₂O₂: Hidrojen Peroksit

HKAS: Hedef kalp atım sayısı

Kg: Kilogram

LOOH: Lipit Peroksit

MDA: Malondialdehit

Mn: Mangan

Mo: Molibden

NADPH: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat

Ni: Nikel

NO⁻ : Nitrik Oksit

O₂⁻ : Süperoksit

O₂: Oksijen

OH⁻ : Hidroksil Radikali

ONOO^{•-} : Peroksinitrit

RNS: Reaktif Nitrojen Türleri

ROS: Reaktif Oksijen Türleri

RSS: Reaktif Sülfür Türleri

SOD: Süperoksit Dismutaz

YSAD: Yüksek Sertlikli Alıştırma Dayanıklılığı

Zn: Çinko

BÖLÜM I

GİRİŞ

Egzersiz; kas kuvveti, reaksiyon zamanı, nöromusküler koordinasyon, denge, aerobik ve anaerobik kapasiteler gibi fiziksel performansa etkili faktörleri geliştirmek amacıyla yapılan düzenli aktiviteleri içermektedir(Taş, 2006, 1). Egzersizin insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri kabul görmekte ve sporun günlük hayatımıza yerleştirilmesinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Egzersiz ile form tutma kardiyovasküler hastalıklar, kronik solunum yolu hastalıkları, diabetes mellitus, obezite, kanser, osteoporoz, psikolojik ve anksiyete gibi hastalıkların gelişim riskinin azalmasına ve hastalıkların semptomlarının da kontrol altına alınmasına katkıda bulunur(Soslu, 2011, 13). Fiziksel egzersizin organizmaya birçok olumlu etkisi olmasına rağmen, organizmayı negatif yönde de etkileyebilir(Eroğlu, 2012, 3).

Fiziksel aktivite ve egzersiz sırasında artan kas kontraksiyonları ve enerji tüketimi metabolik aktiviteyi önemli ölçüde hızlandırmaktadır. Metabolik aktiviteye bağlı olarak kullanılan oksijen ve mitokondriyel elektron transport zincirinden elektron sızıntısı artmakta sonuçta süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikali başta olmak üzere birçok reaktif oksijen türü ortaya çıkmaktadır(Demirayak, 2007, 2). Nitekim insanlar üzerinde yapılan değişik araştırmalar da egzersiz sırasında serbest radikallerin miktarında artış olduğunu gösterir niteliktedir(Civan, 2009, 17). Egzersize bağlı oluşan serbest radikal jenerasyonu ve bunun başlattığı lipid peroksidasyon organizmaya zarar veren mekanizmalardan bazılarıdır(Şentürk, 2008, 2). Oluşan lipid hidroperoksitlerinin aldehit ve karbonil bileşiklerine dönüşmesi sonucunda oluşan malondialdehit (MDA), oksidatif hasarların en iyi bilinen göstergesidir(Eroğlu, 2012, 3).

Serbest radikallerin oluşumunu ve bunların meydana getirdiği hasarı önlemek için, organizmada antioksidan savunma sistemleri veya kısaca antioksidanlar olarak adlandırılan çeşitli savunma mekanizmaları geliştirilmiştir(Revan, 2007, 2). Antioksidan savunma esas olarak üç antioksidan enzimle (Süperoksit Dismutaz–SOD, Katalaz–CAT, Glutatyon peroksidaz–GPx) sağlanmaktadır. Bu nedenle egzersizin direkt olarak bu enzimleri etkileyebileceği düşünülmektedir(Alpay, 2007, 2). Biyolojik sistemde serbest radikal üretimi ve antioksidan savunma kapasitesi arasındaki dengenin bozulması ve dengenin

serbest radikaller yönüne kayması durumunda oksidatif stres meydana gelir(Çakır, 2006, 1).

Egzersiz oksidatif stres ve antioksidan savunma sistemi üzerine etkisini inceleyen çalışmalar çoğunlukla aerobik egzersiz formu üzerinde odaklanmıştır. Farklı sonuçların olması ile beraber düzenli olarak uzun süre uygulanan aerobik egzersizlerin antioksidan savunma sistemini güçlendirdiğini ve oksidatif stresin neden olduğu hücresel hasarı azalttığını söyleyebiliriz(Elosua ve diğerleri, 2003, 333; Fatouros ve diğerleri., 2004, 2071).

Bu araştırmada basketbolculara uygulanan dayanıklılık antrenmanlarının serbest radikal oluşumunu ve vücudun serbest radikallere karşı oluşturduğu savunma mekanizması olan antioksidan parametrelerine etkisini incelemektir.

1.1.Problem

Basketbolculara yapılan dayanıklılık antrenmanlar serbest radikal oluşumunu ve vücudun serbest radikallere karşı oluşturduğu savunma mekanizması olan antioksidan parametrelerini ne derece etkiler?

Bu çalışma içerisinde 7 adet alt probleme cevap aranmaya çalışılmıştır.

1. Dayanıklılık antrenmanları Süperoksit Dismutaz (SOD) kan parametresi değeri üzerine etki etmekte midir?
2. Dayanıklılık antrenmanları Glutasyon (GSH) kan parametresi değeri üzerine etki etmekte midir?
3. Dayanıklılık antrenmanları Katalaz (CAT) kan parametresi değeri üzerine etki etmekte midir?
4. Dayanıklılık antrenmanları Malondialdehit (MDA) kan parametresi değeri üzerine etki etmekte midir?
5. Dayanıklılık antrenmanları Aspartat Transaminaz (AST) kan parametresi değeri üzerine etki etmekte midir?
6. Dayanıklılık antrenmanları Alanin Transaminaz (ALT) kan parametresi değeri üzerine etki etmekte midir?
7. Dayanıklılık antrenmanları Kreatin Kinaz (CK) kan parametresi değeri üzerine etki etmekte midir?

1.2.Araştırmanın Amacı

Basketbolculara 12 hafta yapılan dayanıklılık egzersizlerinin serbest radikal oluşumunu ve vücudun serbest radikallere karşı oluşturduğu savunma mekanizması olan antioksidan parametrelerini ne derece değiştirdiğini incelemektir.

1.3.Araştırmanın Önemi

Literatüre baktığımızda basketbol branşında serbest radikal oluşumu ve antioksidan parametrelerin değişimi hakkında çok fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırmadan elde edilecek bulgular ile; basketbolcularda dayanıklılık antrenmanlarının antioksidan parametreleri üzerine etkisini inceleyerek egzersizin insan sağlığı üzerindeki yerini belirten bir çalışmadır. Bu çalışmanın verileri bundan sonraki bu tip çalışmalar için bir temel teşkil edecektir.

1.4.Sayıtlar

- Çalışmaya katılan bireylerin çalışmaya istekli ve üst düzey performansla katıldığı varsayılmıştır.
- Çalışmaya katılan bireylerin herhangi bir fizyolojik problem ve sakatlığı olmadığı varsayılmıştır.
- Çalışmaya katılan bireylerin verilen bilgilendirme formuna uygun olarak hareket ettikleri varsayılmıştır.
- Çalışmada kullanılan ölçüm araçlarının güvenilir ve geçerli olduğu varsayılmıştır.
- Çalışmaya katılan bireylerin benzer beslenip dinlendikleri varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

1. Çalışmada dayanıklılık antrenmanlarının antioksidanlara etkisini belirlemede seçilen biyokimyasal parametrelerle sınırlıdır.
2. Bu araştırmaya Bartın Üniversitesi basketbol takımında oynayan yaşları 18-22 arasında olan 13 bayan basketbolcu ile sınırlıdır.
3. Araştırmamızda HIIT (High intensity interval training) uygulaması yapılmıştır.

1.6.Tanımlar

Serbestradikal: Serbest radikal molekülleri eşlenmemiş electron içeren, çok kararsız, diğer moleküllerle çok hızlı reaksiyona giren ve kimyasal olarak kararlı hale gelebilmek için electron almaya gereksinim duyan moleküllerdir(Akyüz, 2014, 23).

Antioksidan: Antioksidanlar, belirli düzeyi aşmış oksidan moleküllere doğrudan etki ederek onları etkisiz hale getiren moleküllerdir. Antioksidan terimi, serbest radikal oluşumunu geciktiren veya ortadan kaldıran tüm işlemleri kapsar(Yalnız, 2013, 17).

Dayanıklılık Antrenmanı: Tüm organizmanın, uzun müddet devam eden sportif alıştırmalarda, yorgunluğakarşıkoyabilme ve oldukça yüksek yoğunluktaki yüklenmeleri uzun zaman devam ettirebilme yeteneği dayanıklılık olarak tanımlanır(Sevim, 2003, 21).

BÖLÜM II

LİTERATÜR İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Antioksidan Savunma Mekanizmaları

Biyolojik sistemlerde oksidatif stres sonucu oluşan ROS'in oluşturduğu tahribatı önlemek için, vücutta birçok savunma mekanizmaları gelişmiştir. Bu savunma mekanizmalarına; antioksidan savunma sistemleri veya diğer adıyla antioksidanlar denir(Coşkun, 2011, 10). Antioksidanlar, belirli düzeyi aşmış oksidan moleküllere doğrudan etki ederek onları etkisiz hale getiren moleküllerdir. Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu geciktiren veya ortadan kaldıran tüm işlemleri içerir. Etkili bir antioksidan; serbest radikallerle hızlı bir şekilde reaksiyona girerek yeni bir radikal oluşturup, oluşan yeni radikale komşu dokulara reaktif ve zararlı olmayan özellikler kazandırır(Yalnız,2013, 17). Antioksidan savunma sistemleri; serbest radikal ürünleri ve peroksitler gibi moleküllerin neden olabileceği oksidatif hasarı engellemeye çalışır(Sezer ve Keskin,2014, 51).

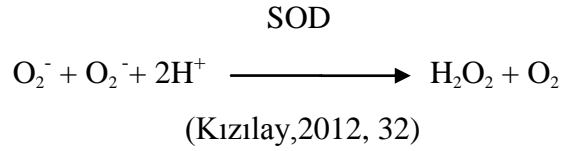
Bu sistemler şu şekilde sınıflandırılabilir:

Enzimatik antioksidanlar: Katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon redüktaz (GR), glutatyon peroksidaz (GPX(selenyum bağımlı)), glutatyon-S-Transferaz (GST). Non-Enzimatik (Enzimatik olmayan) antioksidanlar: A vitamini, E vitamini, C vitamini, melatonin, flavinoidler, albumin, ürik asit, haptoglobulin, transferin, sistein, seruloplazmin, laktoferrin, ubikinon (koenzim Q10), ferritin, oksipurinol, bilirubin, hemopeksin, mannitol ve lipoik asit(Sezer ve Keskin,2014, 51). Genel olarak hücre içinde enzimatik antioksidanlar, hücre dışında ise enzimatik olmayan antioksidanların daha fazla etkili olduğu bilinmektedir(Durukan,2012, 36).

2.1.1. Enzimatik Antioksidanlar

2.1.1.1. Süperoksit Dismutaz

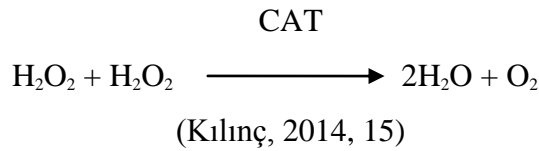
SOD; süperoksit anyonunun hidrojen perokside dismutasyonunda katalizör görevi yapan ve süperoksit radikalinin toksik etkilerinden koruyan enzimdir.



Oksijen radikalleriyle oluşan hasara karşı başlıca enzimatik savunma mekanizmaları; SOD, CAT ve GSH-Px'dır. SOD, süperoksiti hidrojen peroksit'e çeviren ve aynı zamanda substrat olarak serbest oksijen radikallerini kullanan bir metalloenzimdir. Bu reaksiyon oksidatif strese karşı ilk savunma olarak da adlandırılmaktadır. SOD, lipid peroksidasyonunu da inhibe etmektedir(Kızılay, 2012, 32). SOD; Mn-SOD (mitokondriyal), CuZn-SOD (sitolojik) ve Ec-SOD (sekretuar) olmak üzere 3 izoformu bulunmaktadır. SOD enziminin aktivitesi ve düzeyi oksidan hasarla birlikte artar(Kılınç, 2014, 14).

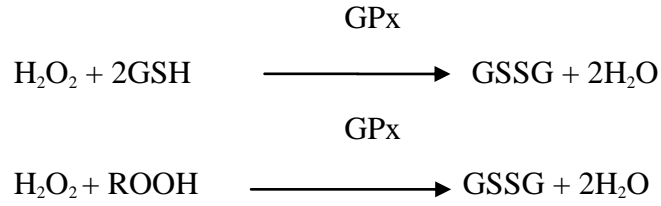
2.1.1.2.Katalaz

Katalaz enzimi, hücre içinde hidrojen peroksitin yok edilmesi veya vücut dışarı atılmasında glutatyon peroksidaz ile beraber etkin rol alır. Katalazın doku dağılımı, süperoksit dismutaza benzer fakat böbrek, karaciğer ve eritrositlerde rölatif olarak katalaz enzimi daha yüksek seviyelerdedir. Peroksizomlarda daha çok görülmesinin yanında hücre içinde sitozolde de bulunur. Hidrojen peroksitin arttığı durumlarda katalaz; hidrojen peroksiti, oksijen ve suya dönüştürerek ortadan kaldırır(Revan, 2007, 9; Kızıltunç; 2008, 32).



2.1.1.3. Glutatyon Peroksidaz (GPx)

GPx; hücre içi hidroperoksitlerin yok edilmesinden sorumlu en etkin antioksidan enzimdir. Membranının bütünlüğünde; membran lipidlerini peroksit anyonuna karşı savunarak hücreyi korumasının yanında methemoglobin oluşumunu da H₂O₂'i suya çevirerek sağlar. E vitamini ile güç etkileşimi içerisindedir. GPx, ayrıca yapısında büyüme, gelişme ve üremede eser element olan selenyum barındırır. GPx enziminin aktivitesinin azalması, selenyum eksikliğinden kaynaklanmaktadır(Boyalı, 2009, 17).



(Şahin, 2015, 15)

H_2O_2 etkisiz hale getirilirken glutatyon yükseltgenmiş olur(GSSG-Glutatyondisülfit). Oluşan GSSG NADPH'ye bağımlı glutatyon redüktaz katalizlemesi ile iki molekül GSH'ye dönüşür. Bu yüzden glutatyon peroksidazın aktiflenmesi için glutatyonun belli bir düzeyde bulunması gerekir. Katalaz bir çift hidrojen peroksiti indirgerken, glutatyon peroksidaz anlık oluşan tek molekül hidrojen peroksitin etkisiz hale getirilmesinde rol oynar(Şahin, 2015, 15).

2.1.1.4.Glutatyon Redüktaz (GR)

GSH-Px tarafından H_2O_2 veya diğer lipid peroksidlerin indirgenmesi sırasında GSH-GSSG' ye dönüşür. Okside olmuş bu formunun, organizmada GSH deposu sınırlı olması sebebiyle reaksiyonlarda kullanılması için tekrar redükte forma dönüşmesi gereklidir. NADPH eşliğinde Glutatyon Redüktaz enzimi bu indirgeme olayını sürdürür(Akyüz, 2014, 10; Bulduk, 2005, 46).



(Akyüz, 2014, 10; Bulduk, 2005, 46)

Kofaktör olarak kullanılan NADPH'nin reaksiyonunda, hekso monofosfat şantı ve glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (heksomonofosfat şantın anahtar enzimi) enzimi yeniden sentez için gereklidir. Bu gereklilik glutatyon redüktaz ve glukoz-6-fosfat dehidrogenaz enzimlerinin antioksidan savunma sistemi içinde yer almasını sağlar(Gönenç, 1997, 31).

2.1.2.Enzimatik Olmayan Antioksidanlar

2.1.2.1.E Vitamini: Dolanan lipoproteinlerde ve hücre membranlarında bulunur. C vitamini ile birlikte çalışarak membran yağ asitlerini lipid peroksidasyonundan korur(Soslu, 2011, 23).

2.1.2.2.Koenzim Q-10:Tüm membranlarda bulunmasının yanında endojen sentezlenen, yağda çözünen ve E vitamini ile güçlü bir ilişki içinde çalışan antioksidandır(Soslu, 2011, 23).

2.1.2.3.Glutatyon (GSH): Glisin, glutamat ve sisteinden oluşan ve suda çözünebilen bir antioksidandır. C vitamini ile beraber çalışır ve aynı zamandaksenobiyotik metabolizma için önemlidir. Kan seviyesine etkisi açısındanoral yoldan verilmesinin etki oluşturmadığı görülmüştür(Soslu, 2011, 24).

2.1.2.4.Seruloplazmin: Ferröz demirin, ferrik demire yükseltgenmesini sağlayarak Fenton tepkimesini inhibe eder. OH[•]leri ve O₂^{-•}’yi temizleriyle serbest radikal oluşumu inhibe olur(Cüre, 2007, 16).

2.1.2.5.C vitamini (Askorbik Asit): Hücre dışı sıvılarda bulunarak O₂^{-•} ve OH[•]leri doğrudan temizleyebilmektedir(Cüre, 2007, 16).

2.1.2.6.Piruvat: H₂O₂ tutucusudur, güçlü bir antioksidandır(Cüre, 2007, 16).

2.1.2.7.Melatonin: Triptofandan sentez edilen, özellikle gece salgılanan ve pineal bezde primer olarak sentezlenen bir hormondur. Lipofilik özelliği sayesinde membranları kolaylıkla geçer. Tahrip oranı çok yüksek olan ve organizmada yapılan hidroksil radikalini temizler(Cüre, 2007, 16).

2.1.2.8.Taurin: Ksenobiotiklere bağlanır. Hipoklorit ile tepkimeye girer(Uz, 2001, 16).

2.1.2.9.Sistein: Serbest radikal ve hipoklorit toplayıcısıdır(Uz, 2001, 16).

2.1.2.10.β-Karoten: Son derece güçlü bir singlet oksijen temizleyicisi ve A vitaminin metabolik ön maddesidir. Lipit peroksidasyon zincir reaksiyonunun önlenmesinde hidroksil, peroksil ve alkoksil radikalleri ile doğrudan reaksiyona girer. Yüksek oksijen seviyelerinde etkili olan vitamin E’nin antioksidan etkisinin tamamlayıcısıdır çünkü β-Karoten düşük oksijen seviyelerinde etkilidir(Kayış, 2010, 26).

2.1.2.11.Albümin: Hipokloröz asidin güçlü bir temizleyicisi ve plazma sülfhidril gruplarının majör bileşenidir. Plazma sülfhidril grupları plazmanın zincir kırıcı antioksidan etkisine yol açarlar(Kayış, 2010, 27).

2.1.2.12.Ürik asit: Süperoksit, hidroksil ve peroksil radikallerini temizler ve hidrofilik özelliktedir. Vitamin C’nin oksitlenmesinin engellenmesini geçiş metalleri ile bağ yaparak sağlar(Kayış, 2010, 27).

2.1.2.13.Transferin: İki adet Fe⁺³ ile bir molekülü bağlar(Karahasanoğlu, 2011, 14).

2.1.2.14.Bilirubin: Peroksil radikalini temizler(Karahasanoğlu, 2011, 14).

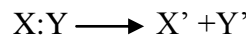
2.1.2.15.Eritrositler: Eritrosit içine anyon kanalı ile O_2^- radikalini, difüzyon ile H_2O_2 'yi alır. Eritrosit içinde bulunan SOD ve CAT enzimleri ile O_2^- radikali ve H_2O_2 uzaklaştırılır(Karahasanoğlu, 2011, 14).

2.2.Serbest Radikaller

İçinde elektron bulunan ve atomların çekirdeklerini çevreleyen boşluklar orbital olarak tanımlanır. Her bir orbitalde bulunan iki elektronun dönme yönleri (spinleri) birbirine terstir. Birbirine ters olan bu elektronlar eşlenmemiş veya ortaklanmamış elektronlar olarak adlandırılır(Kayış, 2010, 5). Serbest radikal molekülleri; çok kararsız olduğundan kimyasal olarak kararlı hale gelebilmek için elektron almaya gereksinim duyan, diğer moleküllerle çok hızlı reaksiyona giren ve eşlenmemiş elektron içeren moleküllerdir. Bir moleküle saldırıp onun elektronunu çalarak molekülü okside eder. Okside olan yeni molekül de kendisi gibi bir serbest radikal haline dönüşür(Akyüz, 2014, 23). Serbest radikaller enzimler ve proteinlerle de etkileşerek, normal hücresel faaliyetleri bozarlar. Örneğin, kan damarlarında bulunan endotel hücrelerin zarlarında meydana gelen bu tür bir oluşum, atardamarların sertleşmesine, kalınlaşmasına ve sonucunda kalp krizine yol açarlar. Serbest radikallerin kollejendeki proteinlerle etkileşmesi ise, protein molekülleri arasında çapraz bağlar oluşmasına ve dokularda sertleşmeye neden olurlar(Deletioğlu, 2015, 1). DNA, protein, lipid ve karbohidratlara oksidatif fosforilasyon solunum döngüsünün sonucu olarak salınan serbest oksijen radikalleri saldırarak kanserli tümörlerin büyümesi, hücre yaşlanması, mutajenik değişiklikler ve kardiyovasküler hastalıklara yol açar(Yavaşer, 2011, 3; Ögüt ve Atay, 2012, 70).

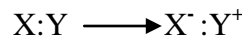
Serbest radikaller üç çeşit mekanizmayla oluşurlar(Alpay, 2007, 20-21; Şıktar, 2008, 32-33; Taş, 2009, 27-28).

1. Kovalentbağlı normal bir molekülün hemolitik bölünmesiyle

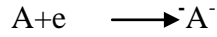


Bu yolla iki tane serbest radikal oluşur.

2. Normal bir molekülden bir elektron kaybıyla veya bir molekülün heterolitik bölünmesiyle



3. Normal bir moleküle tek bir elektron eklenmesiyle



(Alpay, 2007, 20-21; Şıktar, 2008, 32-33; Taş, 2009, 27-28)

Biyolojik sistemlerde en fazla elektron transferi ile serbest radikaller oluşur (Esgi, 2010, 17). Serbest radikaller; pozitif ve negatif yüklü olabildiği gibi nötral de olabilirler (Ersever, 2017, 8). Serbest radikal olarak kabul edilmeyen Demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), kobalt (Co), mangan (Mn), nikel (Ni), krom (Cr) ve molibden (Mo) gibi elementler eşleşmemiş elektron bulundurlar. Bu elementlere geçiş elementi ya da geçiş metalleri de denir ve canlıların oksijen kullanabilmesi için gereklidir (Bardakçı, 2017, 4). Nötrofil ve makrofaj gibi bağışıklık sistemi hücrelerin savunma mekanizması için serbest radikal reaksiyonları gereklidir ancak serbest radikallerin aşırı üretimi de doku hasarı ve hücre ölümü ile sonuçlanır (Durukan, 2012, 13; Gürsoy, 2008, 11). Antioksidan savunma sistemi ve vücutta oluşan serbest oksijen radikalleri denge durumundadır. Oksidatif stres: antioksidan savunmanın azalması veya serbest oksijen radikalleri üretiminin artmasıyla biyomoleküllerin yapılarında fonksiyonel ve yapısal değişikliklere yol açmasıyla oluşur (Cüre, 2007, 12).

2.3. Serbest Oksijen Radikalleri ve Reaktif Oksijen Türleri

Mitokondride elektron transport zinciri tepkimeleri sonucu oksijen suya dönüşür. Mitokondride oksijenin %2-3 kadarı suya dönüşmez ve oksijen kaynaklı radikallerin oluşumuna kaynak oluşturur (Büyüksulu ve Yiğitbaşı, 2015, 198; Belviranlı, 2009, 4). Bütün aerobik organizmalar tarafından metabolik süreçlerin sonucu reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) serbest radikal ürünleri üretilir (Belviranlı, 2009, 1). ROS, radikal olmayan reaktif oksijen türlerini ve oksijen radikallerini kapsayan genel bir terim olmakla birlikte aynı zamanda RNS de fizyolojik önemi olan serbest radikal türleridir (Durukan, 2012, 16-17).

Tablo 2.1. Reaktif sülfür türleri (RSS), reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) (Durukan, 2012, 17).

Reaktif oksijen türleri (ROS)	Reaktif nitrojen türleri (RNS)	Reaktif nitrojen türleri (RNS)
Süperoksit radikali (O_2^+)		
Ozon (O_3)	Nitrik oksid (NO^+)	
Singlet oksijen (1O_2)		

Hidrojen peroksit (H_2O_2)	Thiyl radikali (RS^{\cdot})
Hidroksil radikali (OH^{\cdot})	Nitrik dioksit (NO_2^+)
Hidroperoksil radikali ($ROOH^{\cdot}$)	
Hipoklorik asit (HOCl)	
Alkoksil radikali (RO^{\cdot})	Peroksinitrik ($ONOO^+$)
Peroksil radikali (ROO^{\cdot})	

Serbest radikaller ve reaktif nitrojen türleri (RNS) hücrel metabolizmanın ürünleri olmakla beraber organizmaya hem yararlı hem de zararlı etkileri bulunmaktadır. Fizyolojik açıdan ROS, enfeksiyon ajanlarından korunmada etkili olduğu ve düşük dozlarda bulunduğu ise mitojenik cevabı arttırdığı belirtilmiştir. Buna karşın, yüksek dozlarda ROS, hücrel yapıları tahrip ederek özellikle lipidlerin, membranların, proteinlerin ve nükleik asitlerin yapısını bozmakta, doku yıkımına ve yaşlanmaya neden olmaktadır. Serbest radikallerin biyolojik hasara neden olan zararlı etkileri oksidatif stres, RNS'nin fazla üretimi ve toksik etkileri ise nitrozatif stres olarak adlandırılmıştır(Bulduk, 2010, 4).

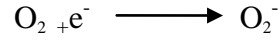
Oksijenin bir elektron transferi ile süperoksit radikali, hidrojen peroksit ve hidroksil radikale redükte edilmesi bir takım enzimatik proses ile sağlanır. O_2 ile bir, iki veya üç elektronun reaksiyona girmesi sonucu sırasıyla; süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali (OH^{\cdot}) oluşur. H_2O_2 serbest radikal olmamasına karşın hidroksil radikale dönüşür. Hidroksil radikalının oldukça toksik bir yapısı vardır ve lipid, protein ve DNA molekülleri ile reaksiyona girer(Ünal, 2010, 23).

En önemli ROS: Süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$), singlet oksijen (1O_2), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali (HO^{\cdot})'dir. Bunun yanında nitrik oksit (NO^{\cdot}) ve peroksinitrit ($ONOO^{\cdot}$) de nitrojen türevi önemli radikaller arasındadır(Karaca, 2011, 4). Oksidatif stresin nedeni; enzimatik ya da enzimatik olmayan antioksidan bileşikler ile hidrojen peroksit (H_2O_2), süperoksit anyonu ($O_2^{\cdot-}$) ve hidroksil radikali (OH^{\cdot}) gibi reaktif oksijen türleri arasındaki dengesizliktir(Yavaşer, 2011, 2).

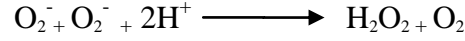
2.3.1.Süperoksit

Süperoksit radikali: oksijen molekülünün içerdiği iki serbest elektrondan bir tanesini dışarıdan bir elektron alarak indirgenmesi sonucu oluşur. Süperoksit radikali

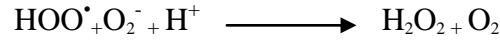
doğrudan zarar vermez. Süperoksit radikalanyonun asıl önemi, geçiş metalleri iyonlarının indirgeyicisi ve hidrojen peroksit kaynağı olmasıdır(Özdamar, 2008, 19; Halliwell, 1989).



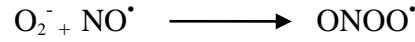
Hidrojen peroksit: iki süperoksit radikalinin bir araya gelmesi sonucu oluşur(Bayır, 2008, 19).



Peroksil radikali ve süperoksit radikalinin birbirleriyle reaksiyona girme sürecinde biri okside olurken diğeri indirgenir. Bu dismutasyon reaksiyonunun sonunda da hidrojen peroksit ve oksijen oluşur(Bayır, 2008, 19).



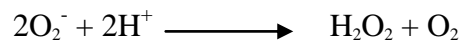
Peroksinitrit: nitrik oksit ve süperoksit radikalinin her ikisinin eşleşmemiş birer elektronlarını kovalent bağ ile bağlamaları sonucu meydana gelir(Bayır, 2008, 19).



Fagositik hücrelerin membranı ile ilgili bir enzim kompleksi olan nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH)' ye bağımlı oksidaz, yüksek derecede süperoksit (O_2^-) üretiminin bir kaynağını oluşturmaktadır. İki süperoksit molekülü hızla H_2O_2 ve moleküler oksijene dönüşür ve bu reaksiyon süperoksitdismutaz (SOD) tarafından katalizlenir(Civan, 2009, 10).

2.3.2.Hidrojen Peroksit

Peroksit molekülü: süperoksit anyonunun bir elektron alması veya moleküler oksijenin çevresindeki moleküllerden iki elektron alması sonucu meydana gelir. Hidrojen peroksitte, peroksit molekülü ile iki hidrojen atomunun birleşmesiyle meydana gelmesidir(Eroğlu, 2012, 18).



(Durukan, 2012, 19)

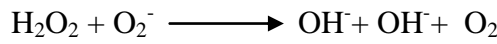
Hidrojen peroksitin hipokloröz asite (HOCl) dönüşmesinde, nötrofillerin fagozomlarında bulunan bir enzim olan miyeloperoksidazın rolü vardır. Bu dönüşümde ROS moleküllerinin üretilmesinde bir aracı olarak rol oynar ve geçiş metallerinin

oksidasyonu yoluyla OH⁻ oluşmasına neden olur. Hücre içi sinyal molekülü rolü, hidrojen peroksidin bir diğer önemli fonksiyonudur(Karabulut ve Gülay, 2016, 57).

2.3.3.Hidroksil Radikali

Hidroksil radikali ROS'ların en güçlüsü olmasının yanında yarılanma ömrü 10-9 saniye olup oldukça kısadır ve son derece reaktif radikallerdir. Geçiş metalleri eşliğinde Fenton reaksiyonu ve Haber-Weiss reaksiyonu sonucu hidrojen peroksitten hidroksil radikali oluşmaktadır. Oluştugu yerde yeni radikaller oluşturması için tiyoller ve yağ asitleri gibi çeşitli moleküllerden bir proton koparır ve bunun sonucunda hücrede hasara neden olur(Özcan, Erdal, Çakırca ve Yönden, 2015, 332).

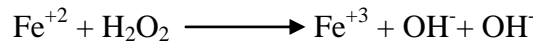
Haber-Weiss tepkimesi



(Özcan ve arkadaşları, 2015, 332)

Haber-Weiss tepkimesi katalizör varlığında oluştuğu gibi katalizör olmadan da oluşabilmektedir fakat katalizör olmadan oluşan tepkime oldukça yavaş ilerler. Fenton tepkimesinde demir elementi katalizlendiği için tepkime hızlı meydana gelir(Cüre, 2007, 9; Özdamar, 2008, 20).

Fenton tepkimesi



(Cüre, 2007, 9; Özdamar, 2008, 20)

Demir vücutta, plazmada transferine Fe⁺³ şeklinde bağlanarak taşınır ve transferine bağlı demir serbest radikal oluşumuna katılmaz(Cüre,2007, 9;Özdamar, 2008, 20). Demir gibi diğer bir geçiş metali olan bakırın, indirgenmiş formlarının hidrojen peroksitle etkileşmesi ile de hidroksil radikalleri oluşur(Gönenç, 1997, 28).



(Gönenç, 1997, 28)

2.3.4.Singlet Oksijen

Singlet oksijenin serbest radikal olarak adlandırılmamasının sebebi; eşleşmemiş elektron ya da elektronlara sahip olmayışdır. Singlet oksijen: oksijenin eşleşmemiş elektronlardan birinin, kendi dönüş yönünün ters yönde veya verilen enerji sonucu

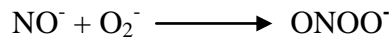
bulunduğu orbitalden başka bir orbitale doğru yer değiştirmesiyle oluşur. Singlet oksijenin diğer ROS ile okside olmasının sebebi, orbitalinde içerdiği elektronların aynı yönlü olmasından kaynaklanmaktadır. Fotokimyasal reaksiyonlar için singlet oksijen büyük önem taşır. Serbest radikal reaksiyonları sonucu oluşmasının yanında serbest radikal reaksiyonlarının başlamasını da sağlar(Durukan, 2012, 21). Singlet oksijenin ortadan uzaklaştırılması karotenler, bilirubin, histidin ve methionin ile sağlanır(Kılınç, 2014, 11).

2.3.5.Nitrik Oksit

Nitrik oksit; çok fazla biyolojik fonksiyonları bulunan ancak yarı ömrü kısa olan bir moleküldür. Yeni bir sinyal ileti molekülü olarak kabul edilen, hücre membranlarından kolayca diffüze olabilen ve hedef hücreleri aktive edebilen özelliktedir. Nitrik oksit: nötrofiller, plateletler, makrofajlar, nöronlar ve endotel hücreleri tarafından üretilmektedir(Durukan, 2012, 22). Orbitalinde taşıdığı eşleşmemiş tek elektronu nedeniyle radikal özellikte olan nitrik oksit (NO^\cdot) O_2^\cdot gibi çok reaktif değildir. Diğer serbest radikaller ile (peroksil ve alkil radikaller gibi) kolayca reaksiyona girerek, bir serbest radikal temizleyicisi fonksiyonu da gördüğü ve hücre membranında lipid peroksidasyonunu önlediği bildirilmektedir(Civan, 2009, 11). Nitrik oksit: tek sayılı elektron taşıyan nitrik oksit (NO^\cdot) ve nitrojen dioksit (NO_2^\cdot) serbest radikallerdir. Nitrik oksit endojen serbest radikalleri ile birleşerek peroksinitrit radikalini meydana getiren zayıf bir indirgeyici ajandır. Peroksinitrit radikali hidroksil radikalini oluşturabilen güçlü bir oksidandır(Konukoğlu, 1997, 198).

2.3.6.Peroksinitrit

Nitrik oksit (NO^\cdot) ve süperoksitten (O_2^\cdot) oluşmaktadır(Durukan, 2012, 22).



(Durukan, 2012, 22)

Reaksiyon çok hızlı oluşur. Peroksinitrit: nitrik oksit sentetaz aktivasyonu sonucu ksantin oksidaz ile aktive nötrofillerin hızlı süperoksit oluşturması ile oluşan ve oldukça hasar verici bir oksijen radikalidir(Durukan, 2012, 22).

2.4.Serbest Radikal Kaynakları

Hem endojen hem de eksojen kaynaklar organizmadaki serbest radikalleri meydana getirilebilir(Karabulut ve Gülay, 2016, 53).

2.4.1. Endojen Kaynaklar

- Yaşlanma
- Peroksizomlarda var olan enzimler
- Nükleus membran ve endoplazmik retikulumda bulunan electron transport sistemleri (sitokrom p-450)
- Mitokondriumda bulunan electron transport sistemi
- İskemi, intoksikasyon ve travma gibi durumların sonucu oluşan oksidatif stress
- Triptofan dioksijenaz, adenzin deaminaz, ksantin oksidaz, hemoglobin gibi enzimler ve proteinler
- Katekolaminler, tetrahidroproteinler, tioller, hidrokinonlar gibi küçük moleküllerin otooksidasyonu
- Geçiş metallere afinitesi olan tıbbiyotikler
- Makrofaj ve diğer fagositik hücrelerin aktivasyonu ile meydana gelen solunumsal patlama
- NADPH oksidaz, prostaglandin sentetaz, lipooksijenaz içeren plazma membranı enzimleri ve lipid peroksidasyonu(Cüre, 2007, 13; Karabulut ve Gülay, 2016, 53; Zergeroğlu, 1992, 31-32).

2.4.2. Eksojen Kaynaklar

- İyonize ve iyonize olmayan radyasyon
- Metal iyonları
- Ksenobiyotikler: hiperoksi, anestezi maddeler, pestisitler, solventler, aromatik hidrokarbonlar, hava kirliliği ve sigara dumanı
- Bağışıklık yapan maddeler: alkol ve uyuşturucu maddeler
- Stres: stress durumunda vücutta katekolamin düzeyi artar ve artan katekolamin oksidasyonu ile radikal üretimi de artar
- Yiyeceklerde bulunan çeşitli katkı maddeleri

- Egzersiz
- Sisplatin, doksorubisin, metotreksat, siklosporin, bleomisin gibi antineoplastik ilaçlar(Cüre, 2007, 13-14; Karabulut ve Gülay, 2016, 53; Şahin, 2004, 16-17).

2.5.Serbest Radikallerin Etkileri

2.5.1.Serbest Radikallerin Pozitif Etkileri

Serbest radikaller; başta bağışıklık sistemi olmak üzere, hücrel sinyal iletiminde, enzim aktivasyonlarında, kimyasal reaksiyonların seyrinde, hücrelerin biyogeneğinde ve kas kasılmasında rol oynadıklarından belirli miktarlardaki üretimi sağlık için gereklidir(Nakaç, 2010, 10; Sökmen, 2008).

2.5.2.Serbest Radikallerin Negatif Etkileri

Serbest oksijen radikalleri normal hücre metabolizması sırasında oluşur ve antioksidanlar tarafından zararsız hale getirilirler. Antioksidan savunma sisteminde oksidatif stres altında oksijen radikallerinin oluşumu kapasiteyi aşmasıyla serbest oksijen radikalleri hücrenin çeşitli bileşenleri ve hücre dışı makromoleküller ile etkileşime girerek hücrede yapısal ve fonksiyonel bozukluğa yol açar. Vücut kimyasal maddeleri olan proteinler (enzimler, kollajen), nörotransmitterler, nükleik asitler (DNA ve RNA) ve hücre membranının başlıca bileşeni olan yağ asitleri serbest oksijen radikallerinden etkilenir(Bilazer, 2006, 20).

2.5.2.1.Oksidatif Stres

Oksidatif stres: hücrelerin lipid tabakasının peroksidasyonuna neden olan ve serbest radikal üretimi ile vücudun antioksidan savunması arasındaki dengesizlik olarak tanımlanabilir. Vücudun savunma mekanizmasının azaldığı durumda oksidatif stres ortaya çıkar. Antioksidan savunma sistemleri; fizyolojik şartlarda normal hızda üretilen serbest radikallerin zararlı etkilerini azaltmasına karşın antioksidan sistemlerin büyük bir yedeği bulunmamaktadır. Hafif oksidan stresde hasar gören moleküller uzaklaştırılıp yenileri yapılabilirken, şiddetli oksidan stres durumlarında hücre hasarlanması meydana gelmesi kaçınılmazdır(Akyüz, 2014, 36; Mendeş, 2012, 35).

2.5.2.2.Membran Lipidleri Üzerindeki Etkileri

Membranlar üzerinde serbest radikallerin en belirgin etkisi yağ asitlerine etki ederek lipid peroksidasyonunu (LPO) başlatması olarak bilinir ve aynı zamanda membranlar üzerindeki birçok bileşik ve molekül de serbest radikallerden etkilenir(Bayır, 2008, 26).

Peroksidasyon ürünleri; hücre membranlarındaki kolesterol ve yağ asitlerinin doymamış bağları, serbest radikallerle kolayca reaksiyona girmesiyle oluşur ve bu durum lipid peroksidasyonu olarak bilinir. Kendi kendini devam ettiren zincir reaksiyonu şeklindeki lipid peroksidasyonu oldukça zararlıdır. ROS'un neden olduğu hücre hasarının önemli bir özelliği: hücre membranlarında lipid serbest radikalleri (L) ve lipid peroksit radikallerinin (LOO) oluşmasıdır. Nonenzimatik lipid peroksidasyonu: serbest radikallerin sebep olduğu lipid peroksidasyonu anlamına gelir(Soslu, 2011, 28-29;Akyüz, 2014, 34; Özdamar, 2008, 27).

2.5.2.3.Proteinler Üzerindeki Etkileri

Proteinler lipitlere kıyasla serbest radikallere karşı daha dirençli etkilenme derecesine sahiptir ve bu etkilenme dereceleri de aminoasit kompozisyonlarından kaynaklanır. Serbest radikaller, doymamış bağ ve sülfür içeren aminoasitlerden (triptofan, tirozin, fenilalanin, histidin, metiyonin, sistein gibi) meydana gelen proteinlerden kolaylıkla etkilenir. Karbon merkezli radikaller ve sülfür radikalleri bu etkileşim sonucu meydana gelirler. Proteinlerdeki oksidatif hasar; karbon merkezli radikallerin karbonil miktarlarının belirlenmesiyle tespit edilebilir. Aminoasitlerin modifikasyonu; proteinlerde fragmantasyon, çapraz bağlanmalar ve protein agregasyonu oluşan hasarların sonucu olarak meydana gelen olaylardır. Enzim yapısındaki proteinlerin işlevlerini kaybetmesi yapısal bozulmalardan kaynaklanır. Bu durumun sonucunda enzim aktivitelerinde değişiklikler görülür. Oksihemoglobinin O_2^- veya H_2O_2 ile reaksiyona girerek methemoglobin oluşturması bu duruma verilebilecek en iyi örneklerdir(Yeloğlu, 2012, 26).

2.5.2.4.Nükleik Asitler ve DNA Üzerindeki Etkileri

Serbest radikallerin hücrede mutasyona ve ölüme yol açması iyonize edici radyasyonla oluşup DNA'yı etkilemesinden kaynaklanır. Hidroksil radikali özellikle bu olaydan sorumlu tutulmaktadır(Konukoğlu, 1997, 198). Deoksiriboz ve bazlarla hidroksil

radikalinin (OH⁻) kolayca reaksiyona girmesi değişikliklere neden olur. DNA hasarına, hücrede fonksiyon bozukluğuna ve hatta hücre ölümüne neden olan etmen; aktive olmuş nötrofillerden kaynaklanan hidrojen peroksitein (H₂O₂) membranlardan kolayca geçerek hücre çekirdeğine ulaşmasıdır(Soslu, 2011, 29). DNA komponentlerinden timin ve sitozin hidroksil radikal hasarına en duyarlı olanlarıdır(Civan, 2009, 15).

2.5.2.5.Karbonhidratlar Üzerindeki Etkileri

Monosakkaritlerin otooksidasyonu sonucu hidrojen peroksit, peroksitler ve ogzoaldehitler oluşur. Ogzoaldehitlerin kanser ve yaşlanma olaylarında rol oynamasının nedeni; DNA, ribonükleik asit (RNA) ve proteinlere bağlanarak antimitotik etki göstermesidir(Aktoz, 2004, 13).

2.6.Lipid Peroksidasyonu

Hücre dışında oluşan serbest radikaller plazma zarını geçtikten sonra hücre bileşenleri ile etkileşime girerler. Serbest radikal tepkimesi için lipit yapıdaki plazma zarı kritik bir hedef oluşturur. Lipitlerin oksijen molekülüne karşı düşük bir afinitesi vardır. Oksijen molekülünün dokularda kullanılabilmesi için hemoglobinden ayrıldıktan sonra plazmadaki lipoproteinler ve eritrosit zarındaki lipitlerde çözünmesi gereklidir. Lipit peroksidasyonu bu sırada oluşması zarlarda bulunan doymamış yağ asitlerindeki çift bağlara oksijen bağlanmasından kaynaklanır(Büyükuslu ve Yiğitbaşı, 2015, 199). Biyolojik olarak aktif olan aldehitler lipit peroksitlerinin (LOOH) önemli bir bölümünün yıkıma uğramasıyla oluşur. Hücre düzeyinde bu bileşiklerin metabolize edilememesi, hasarın başlangıçtaki etki alanlarından difüzyon yoluyla hücrenin bütün bölümlerine yayılmasına neden olur. Malondialdehit (MDA) molekülü: üç veya daha fazla çift bağ içeren yağ asitlerinin peroksidasyonundan oluşur(Şenol, 2015, 12).

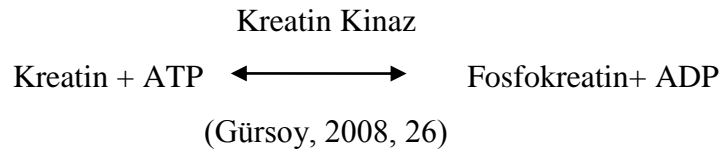
Serbest radikallerin dolaylı ölçümünde yaygın olarak başvurulan prensip lipit peroksidasyonu göstergelerinin ölçümüdür. Lipit peroksidasyonunu göstermek için deneysel teknikler de geliştirilmiştir. Ancak lipit peroksidasyonun bir ürünü olan MDA düzeyinin ölçümü ile yapılan tiyobarbitürik asit analizleri düşük maliyetli ve kolay olmasından dolayı cazip bir yöntemdir(Coşkun, 2011, 9).

2.7. Malondialdehit (MDA)

Lipid peroksidasyonu: serbest radikallerden etkilenen membran yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucunda gelişir. Oksidatif hasarın, sistemik dolaşımında düzeyi saptanabilen dolaylı bir göstergesi olan MDA; lipid hidroperoksitlerinin aldehit ve karbonil bileşiklerine dönüşmesi sonucunda oluşur. Doku reaksiyon zincir hızının bir göstergesi ve SOR'nin seviyesinin tespitinde kullanılan MDA, lipid peroksidasyonunun son ürünüdür. Enzimatik olmayan oksidatif lipid peroksidasyonu parçalanması sonucu plazma MDA konsantrasyonu oluşur. MDA'nın toksik etkisi; proteinlerin amino gruplarına, fosfolipidler veya nükleik asitlere bağlanmasından kaynaklanır(Doğanay, 2014, 26).

2.8.Kreatin Kinaz (CK)

Kreatin ile ATP arasında geri dönüşümlü olarak fosfattransferinikreatin kinaz enzimi yapar. Kas kasılması için gerekli enerji bu reaksiyondan sağlanır(Gürsoy, 2008, 26).

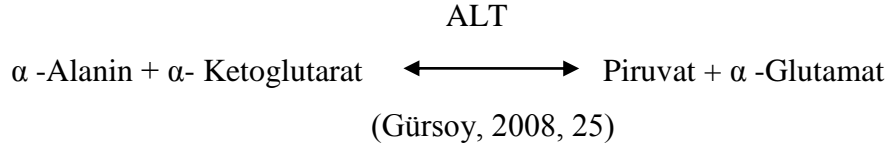


Kreatin kinaz; çizgili kas, kalp kası ve beyinde bulunan dominant bir enzimdir. Kreatin kinazın insan dokularında birbirinden farklı 3 izoenzimi bulunur(Nakaç, 2010, 19). Beyin, gastrointestinal sistem, prostat, plasenta ve akciğerde CK-BB izoenzimi bulunur. Kalp ve iskelet kasında CK-MB izoenzimi bulunurken, iskelet ve kalp kasında CK-MM izoenzimi bulunur. Vücutta kas ve beyinde en yüksek miktarda CK bulunur(Şentürk, 2008, 31). Kas yaralanmalarında, akut miyokard enfarktüsü sonrasında ve proteinlerin enerji metabolizması olarak kullanıldığında plazma CK aktivitesi artış göstermektedir. Egzersize bağlı kas hasarı olduğunda da hücre içi enzim olan CK'nın aktivitesi plazma ve serumda artar(Coşkun, 2011, 15). Kreatin kinaz tip I liflerine göre tip II liflerinde daha çok aktiftir(Mendeş, 2012, 33).

2.9.Alanin Aminotransferaz (ALT)

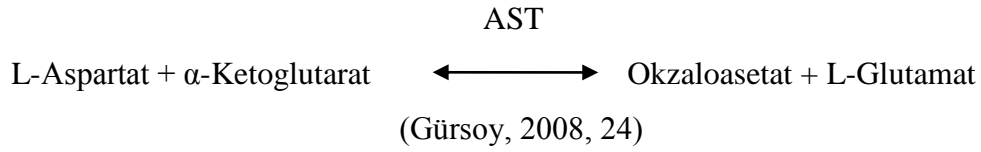
Alanin aminotransferaz, iskelet kası, kalp kası ve özellikle de karaciğerde bulunan sitoplazmik bir enzimdir. Hepatoselüler membran permeabilitesinde artışa neden

olabilecek düşük düzeydeki harabiyette dahi, hücre dışına salınımı artmaktadır. Yüksek serum ALT düzeyi, hepatoselüler hasarın şiddetli olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. ALT, hücre sitoplazmasında L-alanin ve α -ketoglutarat'ın piruvat ve L-glutamata geri dönüşümlü transaminasyonunu katalize etmektedir (Mehtap, 2017, 8).



2.10. Aspartat Aminotransferaz (AST)

Aspartat aminotransferaz (AST), organa özgü olmayan bir enzimdir. Hepatositlerde, kalp ve iskelet kaslarında, böbrek dokusunda, beyin, pankreas, plasenta ve eritrositlerde bulunmaktadır. Söz konusu dokularda nekroz geliştiğinde, kan AST konsantrasyonu artmaktadır. AST, L-aspartat ve α -ketoglutarat'ın, oksaloasetat ve L-glutamata geri dönüşümlü transaminasyonunu katalize etmektedir (Gürsoy, 2008, 24).



Karaciğerdeki AST'nin %60-80'i hepatositlerde mitokondri içinde, diğer bölümü ise çözünür formda sitoplazmada bulunmaktadır. AST'nin mitokondriyel formunun salınımı için, membran permeabilitesinde değişime neden olan, harabiyetten daha şiddetli bir bozukluğun olması gerekmekte ve bu nedenle AST aktivitesindeki artış, ALT'ninkinden daha geç gerçekleşmektedir. AST düzeyindeki artış, en çok hepatoselüler hastalıklarda görülmekte ve karaciğer hasarının derecesi hakkında önemli bir belirteç olarak değerlendirilmektedir (Mehtap, 2017, 8-9).

Kreatin kinaz (CK), aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT) gibi kas enzimlerinin serum düzeylerinin artması ekzantrik kas hasarının birer göstergesidir (Coşkun, 2011, 16).

2.11. Egzersiz

Fiziksel aktiviteler, bazal düzeyin üzerinde enerji harcamayı gerektiren hareketler için iskelet kaslarının kasılmasıyla meydana gelir. Fiziksel kapasiteyi, kas kuvvetini,

aerobik enduransı, kardiyovasküler uygunluğu ve fonksiyonel becerileri arttırmayı amaçlayan sürekli, planlı yapılandırılmış ve istemli aktivitelerdir(Tuna,2012, 23; Şentürk, 2008, 10). Fiziksel aktivite ile reflekslerin ve reaksiyon zamanının gelişmesi, vücut düzgünlüğünün ve postürünün korunarak vücut farkındalığının geliştirilmesi hedeflenir. Bunun yanında denge ve düzeltme reaksiyonlarının gelişmesi, yorgunluğun azaltılması, kas kasılması ve aktivitesinin etkisiyle kemik mineral yoğunluğunun korunması ve osteoporozun önlenmesi, kas dokusunca kullanılan enerji ve oksijen miktarının artması, oluşabilecek yaralanma, sakatlık ve kazalara karşı bedensel koruma da hedefler arasındadır(Erkek,2014, 46).

İskelet kasının egzersiz esnasında ihtiyaç duyduğu enerji; kas glikojeni, kanglikozu, laktat, yağ dokudaki veya kas içi trigliserit depolarındaki serbest yağ asitleri ve kreatin fosfat (CP) ile sağlanır. Egzersizin şiddeti ve süresi bu maddelerin kullanımındaki faktörlerin belirleyicisidir. Anaerobik yol; ağır ve uzun süreli egzersizde kasa gelen oksijenin azalmasıyla enerji teminine yönelik başvuru metabolizma iken, anaerobik eşik bu yolun ilk başladığı yer olarak isimlendirilir. Aerobik egzersiz; anaerobik eşik altındaki şiddet derecesinde gerçekleştirilen egzersiz olarak, anaerobik egzersiz ise anaerobik eşik üzerinde gerçekleştirilen egzersiz olarak tanımlanır(Mehtap,2017, 26).

2.11.1.Anaerobik Egzersiz

Anaerobik mekanizmalarda kasların ihtiyacı olan enerjiyi sağlamak için için oksijen kullanmaz. Kısa süreli yapılan yüksek şiddetli, maksimum kalp hızının %85-90'ı arasında olduğu aktiviteler anaerobik egzersizleri oluşturur. Egzersiz dayanıklılığını, kas gücünü ve kütlelerini artırmaya yönelik antrenmanlar genellikle anaerobik egzersizlerin plan içeriğidir. Anaerobik egzersize örnek olarak; ağırlık kaldırma, sprint, sıçrama egzersizleri, yüksek şiddette kısa süreli yapılan interval egzersizler verilebilir(Doğanay,2014, 38). Anaerobik egzersizler enerji kaynağı olarak kaslarda depolanmış enerjiyi tercih ettiklerinden, aerobik egzersizler kadar enerji için havadaki oksijene bağımlı değildirler. Tüm anaerobik egzersizler aerobik egzersizler kadar kardiyovasküler zindeliğe faydaları olmamalarının yanında, aerobik egzersizlere göre daha az kalori yıkımı meydana getirirler. Kalp ve akciğerlerin kas kütle ve dayanıklılığının geliştirilmesinde faydaları yadsınamaz(Yılmaz,2011, 18).

2.11.2.Aerobik Egzersiz

Hafif veya orta şiddette uzun süre ve maksimum kalp hızının %50-80' i ile yapılan, büyük kas gruplarının kullanıldığı tekrarlı ritmik hareketlerden oluşur. Aerobik egzersiz anaerobik egzersize göre daha az kuvvet harcanarak daha uzun süreli yapılır. Sadece kastaki depolanmış enerji kaynakları değil, yağ dokusundaki yağ ve karaciğer glikojeni de aerobik egzersiz sırasında kullanılır. Aerobik egzersize örnek olarak; yürüyüş, jogging, bisiklet sürme ve yüzme verilebilir. Kardiyovasküler ve respiratuar sistemin etkinliği ve kapasitesi aerobik egzersizle birlikte arttırmaktadır. Aerobik egzersize kardiyovasküler egzersiz de denilmesinin nedeni; yararlı etkilerinin daha çok kardiyovasküler sistem üzerine olmasındandır(Doğanay,2014, 38).

Aerobik Egzersizin Yararları

- Kalp-dolaşım sistemi aracılığı ile yüksek tansiyon, şeker hastalığı, aşırı kilo, kolesterol ve hareketsizlik gibi risk faktörlerini önler.
- Kişide zihin açıklığı oluşturur ve ruhsal durumla enerji seviyesini geliştirerek insanın stresten uzaklaşmasına katkı sağlar.
- Kanseri ve kalp hastalıklarını önleyicidir.
- Romatizmal hastalıkları geciktirerek kemik ve kaslarda olumlu etkisiyle yaşlanmaya karşı bedeni güçlü kılar.
- Kan basıncını düşürerek vücutta oluşan toksinlerin dışarı atılmasına destek verir(Demir ve Filiz, 2004, 112).

2.11.3.Egzersiz ve Oksidatif Stres

Antrenmanın oksidatif stres üzerindeki pozitif veya negatif etkisi; antrenmanın şiddetine, tipine ve kişinin antrenman öncesi durumuna göre değişkenlik gösterir(Tav, 2008, 5; Karakoç, 2015, 31). Serbest radikal oluşumunun fazlalığı; fiziksel aktivite, şiddet ve süresiyle orantılı olarak metabolik süreçlerin ve oksijen tüketiminde artmasıyla ilişkili olabilir(Sökmen, 2008, 17; Gül, 2007, 13). Bu artışta; mitokondride elektron transport zincirinde elektron akışının hızlanması, ksantin oksidaz aktivitesinin artması, lokal inflamasyon, transferrinden demir serbestleşmesi, gibi faktörler rol oynamaktadır(Çelik,2008, 10). Egzersiz şiddeti arttığında ve süresi uzadığında karaciğer glikojen depoları tükenir, kas ve yağ dokudan yağ mobilizasyonunda artış oluşur. Ayrıca

bazı kas proteinlerinde de yıkımlanma ortaya çıkar. Dokulara oksijen dağılımı ve derin dokuların ısısında değişiklikler görülür. Vücut sıvılarında ve yakıt depolarında azalmalar olduğu için doku hasarı ortaya çıkar. Şiddetli ve akut bir egzersizin uzun sürmesi halinde yangısal reaksiyonların ortaya çıkmasına neden olur(Öztürk,2015, 8).

Kronik egzersizde meydana gelen iki durum; oksidan oluşumu ve oksidatif stres oluşumu ile egzersizin neden olduğu oksidatif stresin etkilerini en aza indirmek için antioksidan enzimlerin harekete geçirilmesi egzersizin çift yönlü etkisinin sonucudur (Sökmen, 2008, 18). Adaptasyon; yeterli şiddet ve sürede tekrarlanan egzersizlerin biriken etkilerinin sonucu olarak gerçekleşir. Akut egzersizin yol açtığı oksidatif stresi azaltmada düzenli egzersizler adaptasyonu sağlayabilir. Bu durumda; egzersizin neden olduğu oksidatif stresi baskılamının yanında antioksidan üretimide aerobik antrenmanlarla uyarılmış olur(Doğanay,2014, 47). Düzenli egzersiz oksidatif stresle ilişkili hastalıklara karşı organizmayı koruduğu ve oksidatif protein ve DNA hasarını azalttığı tespit edilmiştir(Revan,2007, 12; Özal, 2008, 19). Ancak, egzersizin oksidatif stres ya da oksidatif hasara sebep olduğu kesin olarak söylenemez. Çünkü oksidatif stres ya da hasarın üretimi ya da yoğunluğu üzerinde süre, şiddet, fiziksel uygunluk, sportif beceri, sağlık ve çevresel faktörler etkilidir(Deaton ve Marlin, 2003, 287).

2.12. Dayanıklılık

Spor yaparken gerçekleştirilen etkinliklerin verimliliğini düşürmeden sporcunun, statik ve dinamik güçlerden kaynaklanan fiziksel ve fizyolojik yorgunluğa karşı dayanma gücü dayanıklılıklolarak tanımlanır(Akyüz, 2009, 5). Kassal yorulma olmaksızın veya yorgunluğa rağmen aktiviteye devam edebilme dayanıklılık verili bir egzersiz şiddeti anlamına gelir(Ergen, 2017, 149). Organizmanın yapılan işten sonra yeniden toparlanabilme kapasitesi; kalp, kan dolaşımı, solunum ve sinir sistemlerinin görevlerini yapabilme yeteneği ve sistemlerde organlar arasındaki olumlu iş birliği kişinin dayanıklılığını belirleyen faktörlerdir(Sevim, 2003, 21).

Dayanıklılıkta, organizma belirli istekler ve yüklenmeler doğrultusunda çeşitli şekillerde çalıştırılır. Bu durumun sonucunda, kendisini bir taraftan yorgunluğa karşı uzun süreli yük altındaki direnç yetisi, diğer taraftan yüklenme sonrası organizmanın çok çabuk normale dönme yetisi dayanıklılığın ne derecede olduğunu belirler(Dündar, 2000, 194).

2.12.1. Dayanıklılık Çeşitleri

Bu bölümde dayanıklılık çeşitleri enerji metabolizmasına göre açıklanmaya çalışılmıştır.

2.12.1.1. Aerobik Dayanıklılık

Ağırlıklı olarak aerobik enerji gerektiren etkinliklerde, düşük düzeyde doruk güç çıktısı görülmektedir. Dolayısıyla da bu türden etkinlikler, düşük sertlikli olarak sınıflandırılmaktadır. Bu türden etkinliklerde sporcular, verim düzeylerini belirli sürelerde düşük sertlikte, sürekli olarak gerçekleştirmektedirler. Buna bağlı olarak da dayanıklılığın bu biçimi, düşük sertlikli alıştırma dayanıklılığı (DSAD) ya da aerobik dayanıklılık olarak tanımlanmaktadır(Bompa ve Haff, 2017, 322).

Düşük tempo ile yarım kuvvetle yüklenmelerde verilen işi yapma noktasında organizmanın kimyasal geçişim sonucu elde etmiş olduğu enerji yeterlidir. Organizmanın çalışma süresi kuramsal olarak sınırsızdır. Aerobik dayanıklılık çalışmalarında sporcunun yapmış olduğu iş vücuda alınan oksijen ile karşılanarak organizma ve kaslar yeterli oksijen ile aerobik olarak çalışır(Sevim, 2003, 21).

Yeterli O₂ ortamında ortaya konan dayanıklılık organizmanın O₂ borçlanmasına girmeden ve tamamen organizmanın aerobik enerji üretimine dayalı olarak ortaya çıkan bir kondisyonun özelliğidir. Üç dakikanın üzerindeki ve uzun zamanlı yapılan aralıksız çalışmalar tamamen aerobik enerji sistemine dayalı olarak geliştirilir. Aerobik dayanıklılık; kişinin maksimal yüklenmeli bir çalışma sırasında kullanabildiği maksimal O₂ miktarıdır(Sevim, 2007, 60).

2.12.1.2. Anaerobik Dayanıklılık

Herhangi bir sportif faaliyette; süratli, dinamik, çok yüksek ve maksimal yüklenmelerde organizmanın vücuttaki enerji depolarından yararlanarak faaliyeti sürdürebilmesi olarak tanımlanır(Sevim, 2007, 60).

Yüksek düzeyde güç çıktısı ya da tekrarlı olarak yüksek hızlı hareketler içeren spor dallarında genel olarak anaerobik metabolizma kullanılır. Anaerobik etkinliklerin yüksek sertlikli olarak sınıflandırılması, anaerobik etkinliklerin aerobik etkinliklere göre yüksek güç çıktısı sağlamasına dayanır. Bu bağlamda yüksek sertlikli alıştırma dayanıklılığı (YSAD); sertliğin sürdürülmesinde ve yüksek sertlikte alıştırmanın tekrarlanabilmesinde

gereklidir. YSAD'nin gelişimi, DSAD gelişiminde olduğu gibi kuvvet ve güç üretimi kapasitesinde azalmaya neden olmamaktadır. Anaerobik dayanıklılık uygulamasının, maksimal kuvvet – güç gelişiminde azalmaya neden olmaması ise; anaerobik dayanıklılık antrenmanının, tip II kas fibril tipini arttırmasından dolayı olduğu vurgulanmaktadır(Bompa veHaff, 2017, 323).

2.13.Dayanıklılık Antrenman Metotları

Sporcular, dayanıklılıklarını geliştirmek için çok özel fizyolojik ve verim düzeyinde tepkiler oluşturan çeşitli yöntemler kullanılmaktadır(Bompa ve Haff, 2017, 335). Dayanıklılık yeteneğinin sağlanmasında; uygulanan düzenli çalışma, çeşitli antrenman metotları ve içeriği önemli noktalardır. Sporçunun istenilen düzeyde olup olmaması, madde değişiminin geçiş durumu, antrenman metotları ve içeriğinin fizyolojik etkileri sporçunun optimal antrenman şeklini belirler(Sevim, 2007, 62). Antrenörler, antrenman planlarını tasarlarken, hedeflerine uygun olarak dayanıklılık biçimini de öncelikli olarak belirlemelidirler. Bunun nedeni, dayanıklılık gelişimi için kullanılan yöntemlerin, değişik etkiler ve fizyolojik değişimler ortaya çıkartmasıdır. Bu bağlamda antrenör ve sporcular hem aerobik dayanıklılık hem de anaerobik dayanıklılığın spor dallarına özel olarak dayanıklılık düzeyini geliştirici çeşitli yöntemleri kullanması gerekmektedir(Bompa ve Haff, 2017, 335).

2.13.1. Sürekli Koşular Metodu

Bu antrenman metodunda temel ilke: aerobik kapasitenin geliştirilmesidir. Aerobik kapasiteyi sınırlayan faktörler;

- Glikojen depolanması (glikojenin istenilen durumda kullanılmaması yüklenmenin devamlılığını azaltır)
- Aerobik değişen madde enziminin aktivite seviyesi (karbonhidrat ve yağ asitlerinin durumu)
- Kalp sisteminin etki alanı (kalp büyümesi ve çalışan kasların kılcal damarları)
- Artan kan miktarı, oksijen alışverişinin yükselmesi(Sevim, 2007, 62-63).

Geleneksel olarak aerobik dayanıklılık, alıştırmalardaki yenilenmeyi sağlamak için uzun ve yavaş olarak uygulanan mesafe antrenmanları için kullanılmaktadır(Bompa ve Haff, 2017, 335). Yapılan çalışmalarda organizmadaki yağ metabolizmasının işlevini

daha çok geliştirmek için çalışma süresi uzun ve yüklenme şiddeti az yoğunlukta uygulamaların gerekliliğinden söz edilmektedir. Süresi kısa, yoğunluğu fazla olan uygulamaların da glikojen metabolizmasının işlerliğini artırdığı görölmüştür. Dayanıklılık çalışmaları ile vital kapasitenin artması, organizmadaki kılcal damarların (kapiller) geliştirilmesi ve biokimyasal gelişimin daha ekonomik çalışması sağlanır(Sevim, 2007, 63).

Kros: uzun süreli koşulara verilen isimdir. Kros çalışması sonucu, kazanılmış olan dayanıklılık uzun zaman muhafaza edilebilir fakat istenilen dayanıklılık seviyesine ulaşmak uzun zaman alabilir. Krosta mesafe 5-8 km arasında değişir ve kalbin dakikadaki atım sayısı koşu sırasında 140-150 civarındadır(Sevim, 2007, 63). Sürekli koşular metodu, kalp dolaşım işlevini, ısı düzenleyici özellikleri, mitokondriyal enerji üretimini ve iskelet kaslarının oksijen sistemi ile ilgili kapasitesini arttırmak için geçerlidir(Bompa ve Haff, 2017, 336).

Fartlek: değişmeli sürekli koşulara benzer şekilde koşulardır. Fartlek koşuları ile süratte ve kuvvette devamlılık özellikleri geliştirme amaçlanır. Yüksek bir düzeyde O₂ kullanma yeteneği ve O₂ alım kapasitesinde %15-20 artış fartlek ile sağlanabilir. Sporcunun koşu şiddeti ve yoğunluğunun değişmesi sonucunda zaman zaman geçici bir O₂ borçlanmasına girerek çalışması bu antrenmanın en önemli özelliğidir. Aerobik çalışma söz konusudur ve sporcu yaklaşık %50-70 arasında nabız atım sayısı ile çalışır. Kişinin maksimali %80'e çıkarsa bu durumda aerobik çalışmadan söz edilemez, anaerobik çalışma kapsamına girer(Sevim, 2007, 63).

2.13.2. İnterval Metot

İnterval antrenman, genellikle laktat eşiğinde ya da maksimal laktat dengesinde, aralarında düşük sertlikli alıştırmalar ya da tam dinlenmenin yapıldığı kısa ve uzun süreli tekrarlı alıştırmalarda verim düzeyini geliştirmek için kullanılmaktadır(Bompa ve Haff, 2017, 337). İnterval antrenmanda; yüksek ve alçak yüklenmeli devre, çalışma ve dinlenmenin sistemli olarak değişimi söz konusudur(Sevim, 2007, 65). Yüklenmelerde kalp atım sayısı maksimal seviyeye ulaştığında yüklenmenin durdurularak, kalp atım sayısının tekrarlar arası 120 dk/atıma, set aralarının 140 dk/atım seviyesine indirildikten sonra tekrar yüklenme yapılması, interval antrenmanların temel prensibini oluştutur(Altınkök, 2015, 465).

İnterval antrenman sürelerine göre üçe ayrılır. Bunlar;

- 1) Kısa süreli interval antrenman: 15-20 sn arasında çalışmalar kast edilir
- 2) Orta süreli interval antrenman: 1-8 dk arası yapılan çalışmalar kastedilir
- 3) Uzun süreli interval antrenman: 8-15 dk arası yapılan çalışmalardır (Ural, 2014, 42).

İnterval antrenman kapsamına göre ikiye ayrılır;

- Yaygın (Extensiv) İnterval Antrenman
- Yoğun (İntensiv) İnterval Antrenman

Çalışma yoğunluğu düşük ancak sürekli ise yaygın interval antrenman, çalışma yoğunluğu yüksek, yüklenme süresi az ve dinlenme aralığı uzun ise yoğun interval antrenman kapsamındadır. Dayanıklılık özelliğinin devamlılık gelişimi yaygın antrenmanların amacını, kuvvet ve sürat özelliklerinde biraz daha ağırlık kazanmak ise yoğun interval antrenmanının amacıdır. Yoğun interval antrenmanda yine de dayanıklılık ön plandadır (Sevim, 2007, 67).

Sporcunun dinçlik düzeyinin geliştirilmesi, maksimal kapasitenin %60-80' ni arasında yüksek kapsamda yapılan sprintler ile geliştirilebilmektedir. Bunun tersine, hazırlık döneminin son evresinde daha özel bir çalışma yapması istenirse, sporcunun interval antrenmandaki sertliği maksimalinin ya da yarışmada gerekli olan düzeyinin %80-90' nında çalışmayı gerektirmektedir (Bompa ve Haff, 2017, 345-346).

Araştırmacılar, interval antrenman kapsamı 2 ile 2-24 tekrar ve en yüksek olarak da 40 tekrar yapılmasını önermektedir. Bazı deneysel veriler sprintler için her çalışmada 10 ve 20 tekrar, orta mesafe koşucularında 1,5-2 tekrarlı hızlı interval yapılmasını ve yavaş interval koşuları ise 2-3 tekrar yapılmasını önermektedirler (Bompa ve Haff, 2017, 345-346).

2.13.3. Tekrar Metodu

Tekrar metodunda amaç; seçilen mesafenin tekrar bitirilmesi ve çabuk, kısa, orta ve uzun süre dayanıklılığının geliştirilmesi üzerinedir. Seçilen mesafenin bitimi ve dinlenmeden sonra, maksimal sürat artırılarak yeni bir mesafenin tekrarına geçilir. Mümkün olduğu kadar az tekrar sayısı ile yüksek yoğunluklu yüklenme temel amaçtır. Tek

yüklenmelerin arasında tam dinlenmeyle aynı düzeyde başarı elde edilebilir. Solunum, kalp, kan dolaşımı ve enerji rezervlerinin yükselmesi de sağladığı olumlu sonuçlardır(Sevim, 2007, 69).

Özel spor türlerindeki dayanıklılıkta tekrar metodu daha önemli yer tutar. Tekrar metodu değişik çalışma türleri ile alışılmış çalışmalardan daha faydalıdır. Yararlı sonuçları arasında; uyum mekanizmasının istenen seviyeye getirilmesi ve kalp, kan dolaşımı ve solunum kapasitesinin düzeltilmesi ve enerji rezervlerinin yükseltilmesi örnek verilebilir(Sevim, 2007, 69).

2.13.4.Müسابaka Metodu

Kombine bir antrenman yöntemi müسابaka metodunu oluşturur. İçeriğinde yapılan spor dalına özgü dayanıklılık çalışmaları vardır. Metodun uygulama noktasında, spor dalının özelliği ve ihtiyaçlarına uygunluğu göz önünde bulundurulmalıdır(Sevim, 2007, 69).

2.13.5. Özel Antrenman Metodları

2.13.5.1. Yükseklik Antrenman Metodu

Deniz seviyesine dönüşünden sonraki sportif faaliyetlerindeki dayanıklılık yeteneğinin bağımlı doyumuna az ve bütün organizmanın fizyolojik uyumunun artırılmasıdır. Alyuvarlar ve hemoglobinin artması, kılcak damar aktivitelerinin düzeltilmesi, miyogloblin deposunun artması ve mitokondri sayısının yükselmesi (aerobik enzim aktivitesinin yükselmesi) yükseklik antrenmanında beklenen sonuçlarıdır. Amaç, yüksek yerde yapılan müسابakalara uyum sağlayabilmek için ön hazırlıktır. Yaklaşık 2-3 haftalık sürede; 1 ve 2. haftalar uyumun sağlandığı, 3. hafta ise en iyi başarının elde edildiği haftadır. Yükseklik olarak; 1800 m ile 2800 m' ye kadar olan yükseklikler en ideal olanlardır. 1800 m altındaki O₂ eksikliği çok azken, 2800 m yukarısında ise kuvvetli O₂ eksikliğinden bahsedilir. İlk 2 ile 5 gün arası yükseklikte kazanılan dayanıklılık çok etkilidir ve 2 -3 hafta kazanılan bu dayanıklılık devam eder(Sevim, 2007, 70-71).

2.13.5.2. Tempo Koşuları

Temel periyodik süratle giderek artan anaerobik kapasite tempolu koşuyla sağlanır. Organizma aerobik, anaerobik/anaerobik, aerobik arasında devamlı olarak enerji sağlar.

Devamlı madde değişimi gerektirdiğinden enzim sistemi, aerobik ve anaerobik enerji rezervleri için uygunluk gelişimini sağlar(Sevim, 2007, 71).

2.13.5.3. Tepe Koşuları

10°-15° lik eğimli yerlerdeki çalışmalar tepe koşularını oluşturur. Tepe koşuları özel dayanıklılık gerektiren antrenmanında fayda sağlar. Yüksek yoğunlukta yapılmasından kaynaklı olarak laktik asit birikimi de yüksek seviyelerde olur. Anaerobik kapasitenin gelişimi için; 150 m' ye kadar olan çalışmalar, aerobik kapasitenin gelişimi için 400 m üzerinde olan çalışmalar uygulanmalıdır(Sevim, 2007, 71-72).

2.14. Dayanıklılık Antrenmanları ve Oksidatif Stres

Aerobik kapasite ve aerobik gücün geliştirilmesi için antrenman periyodunun ve yüklenme yoğunluğunun yüksek tutulması gerekmektedir. Dayanıklılık ve aerobik kapasiteyi geliştirerek, sporcularda maksimum oksijen kapasitesini arttırmayı amaçlayan antrenman metodlarının hemen hemen hepsi bu temel ilkelere uyum gösterebilir(Çevik, Günay, Tamer, Sezen ve Onay, 1996, 38). Kılcal damarların ve damar yüzeyinin büyüklüğünün artması ile kasların oksijen elde edebilme özelliği geliştirilir. Dayanıklılık özelliği bol oksijen alınmasıyla geliştirebilir(Öztürk, 2015, 8). Enzimatik ve nonenzimatik antioksidanlar dayanıklılık egzersizleri ile artar. Oksidatif strese karşı direnci artırmak ve antioksidan düzey yorgunluğun oranını azaltmak tekrarlanan dönemler halinde yapılan egzersizlerle sağlanabilir(Alpay, 2007, 40). Egzersizin neden olduğu lipid peroksidasyonunda azalmanın sebebi; eritrosit membranında antioksidan savunmadaki up-regülasyonudur(Miyazaki ve ark., 2001, 1). Fatouros ve arkadaşları (2004) yaptığı çalışmada, yaşlı bireylere uygulanan 16 haftalık dayanıklılık antrenmanları incelendiğinde dinlenme durumunda total antioksidan seviyesinde 6% artış meydana gelirken antrenman sonrasında total antioksidan kapasitesinde 14% ve Gsh-Px aktivite seviyesinde 12% artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Leeuwenburgh ve arkadaşları (1997) yaptığı çalışmada, dayanıklılık antrenmanlarının antioksidan sistemlerin doku ve kas liflerine özel adaptasyonuna neden olabileceğini belirtmişlerdir. Çakır (2006) yaptığı çalışmada, uzun süre düzenli olarak uygulanan direnç antrenmanlarının antioksidan enzim aktivitesini arttırdığını ve lipid peroksidasyon seviyesini azalttığını söylemiştir. Miyazaki ve arkadaşları (2001) yapılan çalışmada ise, 12 haftalık yapılan dayanıklılık antrenmanlarının antioksidan kapasiteyi yukarıya çekmede etkili bir yol olabileceğini ve oksidatif strese

karşı antioksidanların direncinin artabileceğini belirtmişlerdir. Lovlin ve arkadaşları (1987) yapılan çalışmada aşırı maksimal egzersizin serbest radikal oluşumunu indüklediğini, kısa süreli submaksimal egzersizin serbest radikali ve lipit peroksidasyonunu inhibe edebileceğini ortaya koymuşlardır. Mastaloudis ve arkadaşları (2001) yaptığı çalışmada, aşırı dayanıklılık egzersizi ve buna eş eşlik eden E vitamini kaybında artışla birlikte lipid peroksidasyonunun oluşmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Kürkçü ve arkadaşları (2010) haftada 6 gün ortalama 100-130 dakika süren güreş antrenmanlarından sonra güreşçilerde total antioksidan kapasitesinin, plazma oksidatif stres indeksinin ve lipid peroksidasyonun arttığını tespit etmişlerdir. Sarıtaş ve arkadaşları (2012) yaptığı çalışmada, E vitamini desteğinin egzersize bağlı kas hasarı göstergelerini olumlu etkilediğini, ancak egzersize bağlı oksidatif strese karşı yeterli bir antioksidan savunma sistemini geliştiremediğini ortaya koymuşlardır. Leaf ve arkadaşları (1997) yaptığı çalışmada sağlıklı bireylerde fiziksel egzersizin geçici olarak lipid peroksidasyonunu indüklediğini ve iyileşme sırasında lipit peroksidasyonunun yan ürünlerinin uzaklaştırıldığını belirtmişlerdir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada tek gruplu ön test-orta test-son test deseni kullanılmıştır. Deneklerin başlangıçtaki boy, kilo ve antioksidan düzeyleri alınarak kaydedilmiştir. 8. hafta sonrasında interval egzersiz ve koşu antrenmanları sonucunda kilo ve antioksidan değerleri tekrar alınıp kaydedilmiştir. 12. haftanın sonunda kilo ve antioksidan ölçümleri alınarak ölçümler tamamlanmıştır.

3.2. Katılımcılar

Çalışmaya boy ortalamaları: 162.25 ± 2.12 cm, yaş ortalamaları: 21.12 ± 0.64 ve kilo ortalamaları: 58.12 ± 3.48 kg olan 13 basketbolcu kadın gönüllü olarak katılmıştır.

3.3. Verilerin Toplanması

Kan biyokimya ölçümü

Normal biyokimya ve ETDA'lı tüplere CK, ALT ve AST kan örnekleri alındı. Alınan numuneler ETDA'lı tüplerde 3–5 kez alt-üst edildi. Biyokimya tüplerindeki örnekler oda sıcaklığında 20 dk bekletildikten sonra 3500 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek şekilli elemanlar çöktürüldükten sonra -800 C° 'de analizin yapılacağı güne kadar saklandı. Biyokimyasal parametreleri içeren kan tetkikleri, Bartın devlet hastanesinde analiz edildi. Plazma örneklerinden; Cayman® marka insan kitleri kullanılarak, SOD, GSH, CAT ve MDA düzeyleri kolorimetrik olarak belirlendi.

Süperoksit dismutaz ölçüm yöntemi

Oksidatif enerji üretimi sırasında oluşan toksik süperoksit radikallerinin hidrojen peroksit ve moleküler oksijene dismutasyonunu süperoksitdismutaz enzimi hızlandırır. Ölçüm yönteminde; ksantin ve ksantinoksidaz (XOD) kullanılarak 2-(4-iyodofenil)-3-(4-nitrofenol)-5-feniltetrazolium klorid ile tepkimeye girerek kırmızı renkli formazon boyası oluşturan süperoksit radikalleri üretilir. Reaksiyonun 505 nm'de ortamda bulunan SOD enzimi ile inhibisyonu enzim aktivitesi ölçümünü oluşturur. Ölçüm spektrofotometrik olarak gerçekleştirildi(Antmen, 2005).

Glutasyon ölçüm yöntemi

GSSG'nin NADPH tarafından GSH'a indirgenmesinde Glutasyon Redüktaz, katalizör olarak görev yapar. GSH'nin ölçümünde ölçüm kitleri enzimatik geri dönüşüm metodu ile ölçüm yapmaktadır ve tepkime glutasyon redüktazı kullanılarak optimize edilir. Tepkime sırasında yükseltgenen NADPH'nin 37 °C'de, 340 nm dalga boyunda absorbans farkları spektrofotometrik olarak belirlendi(Beutler veGelbart,1984).

Katalaz ölçüm yöntemi

Katalaz H₂O₂'nin su ve moleküler oksijene yıkımını kataliz eder. Beutler(1984) bildirdiği metot yardımıyla; H₂O₂'nin ışığı absorbe etmesinden yararlanılarak 230 nm'de enzimin yıkım hızı spektrofotometrik olarak ölçüldü(Ohkawa ve diğerleri., 1979).

Malondialdehid ölçüm yöntemi

Malondialdehit sekonder ürünü lipid peroksidasyonu sonucu oluşur. Malondialdehid ölçümü pH 3.4'te (aerobik şartlarda), MDA'nın 95 °C'de tiyobarbitürik asit (TBA) ile inkubasyonu sonucu oluşan pembe renkli kompleksin 532 nm'despektrofotometrik absorbans farklarının belirlenmesi ile gerçekleştirildi(Ohkawa ve diğerleri., 1979).

3.3.1. Egzersiz Protokolü

Antrenman grubuna, haftada 3 gün toplamda 8 hafta süre boyunca sürekli koşular (4 haftada interval metodu)ile antrenman programı planlanarak uygulandı.

Deneklere 8 hafta, haftada 3 gün, 25-60 dk arasında hedef kalp atım sayılarının %50-70 şiddetinde sürekli koşular metodu ile koşu egzersizi yaptırıldı. Deneklere koşu egzersizine başlamadan 5-10 dk ısınma egzersizi, egzersiz sonunda 5-10 dk germe egzersizi yaptırıldı. Deneklerin hedef kalp atım sayıları (HKAS); Karvonen metoduna göre hesaplanarak kalp atım rezervleri tespit edildi(Taş, 2009, 51).

HKAS= % Egzersiz yoğunluğu x (maksimal kalp atım sayısı-dinlenik kalp atım sayısı) + dinlenik kalp atım sayısı

Tablo 3.1. Deneklere Uygulanan Koşu Antrenman Programı

Gün/Hafta	Dakika	Şiddet
1.Hafta-3gün/hafta	25 dk	%50
2. Hafta-3gün/hafta	30 dk	%50
3. Hafta-3gün/hafta	35 dk	%60
4. Hafta-3gün/hafta	40 dk	%60
5. Hafta-3gün/hafta	45 dk	%60
6. Hafta-3gün/hafta	50 dk	%70
7. Hafta-3gün/hafta	55 dk	%70
8. Hafta-3gün/hafta	60 dk	%70

Deneklere interval antrenman metotlarından; yaygın interval antrenman programı ile 8 hafta süreli koşular, 8. Haftanın sonunda 4 hafta boyunca yoğun interval antrenman parogramı ile haftada 3 gün koşu antrenmanı yaptırıldı. Deneklerin her mesafe için maksimal koşu süreleri tespit edildikten sonra, deneklerden antrenmanlarda %60-80 şiddetinde koşmaları istendi. Antrenman programı; ilk 2 hafta boyunca 2 set ve son 2 hafta 3 set olarak uygulandı. Deneklere antrenmanlara başlamadan önce 5-10 dk ısınma egzersizi, antrenmanlar sonunda ise 5-10 dk germe egzersizi yaptırıldı(Taş, 2009, 52).

Tablo 3.2.Deneklere Uygulanan İnterval Antrenman Programı

Koşu mesafeler	Dinlenme Süresi	Maksimal koşu süreleri (sn)	Antrenmanın şiddeti		
			%60 (sn)	%70 (sn)	%80 (sn)
250m	1dk jog	40	56	52	48
400m	1dk jog	64	90	83	77
650m	1dk jog	114	160	148	137
900m	1dk jog	165	231	215	198
650m	1dk jog	114	160	148	137
400m	1dk jog	64	90	83	77
250m	1dk jog	40	56	52	48

1.5. Verilerin analizi

Çalışmanın analizinde elde edilen veriler normal dağılıma uyduğu için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Varyans analizi sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptandı ve grup varyanslarının heterojen oldukları görüldü bunun için farkın nereden kayna klandığını belirlemek için bir Post Hoc testi olan Tamhane kullanıldı. Kullanılan deney gruplarına ait değerler ortalama \pm standart hata (SEM) olarak ifade edildi . Testlerden elde edilen sonuçlara göre p değeri 0.05'in altında olan değişmeler anlamlı kabul edildi.

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular

Sekiz gönüllü basketbolcunun katıldığı 12 hafta boyunca yapılan dayanıklılık antrenmanlarının antioksidan düzeylere etkisinin araştırılması amaçlanan bu çalışmada aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 4.1. Deneklerin vücut ağırlıklarının (kg) ortalamaları ve standart sapma değerleri

Kilo	N	\bar{x}
Ön test	13	58.12±3.48*
Orta test	13	53.50±3.07*
Son test	13	56.62±2.44

*: p<0.05

Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi dayanıklılık antrenmanları öncesinde deneklerin kilo değerleri 58.12±3.48 kg ortasında (8.hafta) 53.50±3.07 kg tespit edilerek aralarında istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmıştır(p<0.05).

Tablo 4.2.Deneklerin SOD ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

SOD (U/ml)	N	\bar{x}
Ön test	13	18.47±.89*
Orta test	13	16.51±1.78*
Son test	13	17.40±.33

*: p<0.05

Tablo 4.2' de görüldüğü gibi deneklerin SOD değerleri karşılaştırıldığında ön test 18.47±0.89(U/ml) orta test (8.hafta) 16.51±1.78(U/ml) değerleri elde edilerek SOD enziminde istatistiksel olarak anlamlı azalma olduğu saptanmıştır(p<0.05). Orta test ile 16.51±1.78(U/ml) son test 17.40±0.33(U/ml) değerleri karşılaştırıldığında ise SOD enzim değerlerinde bir artış görülse de istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmamıştır(p>0.05).

Tablo 4.3.Deneklerin CAT ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

CAT(U/ml)	N	\bar{x}
Ön test	13	.028±.0015
Orta test	13	.056±.0024
Son test	13	.051±.0066

Tablo4.3.'de deneklerin CAT değerleri karşılaştırıldığında ön test ile .028±.0015(U/ml) orta test (8.hafta) .056±.0024(U/ml) değerleri arasında bir artış ve orta test .056±0.0024(U/ml) ile son test .051±.0066(U/ml) değerleri arasında azalış olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır(p>0.05).

Tablo 4.4. Deneklerin MDA farklarının ortalamaları ve standart sapma değerleri

MDA(U/ml)	N	\bar{x}
Ön test	13	.39±.18*
Orta test	13	1.17±.19*
Son test	13	.98±.40*

*:p<0.05

Tablo4.4.'de çalışmaya katılan deneklerin MDA değerleri karşılaştırıldığında ön test ile 0.39±0.18(mmol/L) orta test (8.hafta) 1.17±.19(mmol/L) ve son test 0.98±0.40(mmol/L) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış olurken, orta test (8.hafta) 1.17±0.19(mmol/L) ve son test 0.98±0.40(mmol/L) değerleri arasında MDA değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma olduğu saptanmıştır(p<0.05).

Tablo 4.5.Deneklerin GSH farklarının ortalamaları ve standart sapma değerleri

GSH(U/ml)	N	\bar{x}
Ön test	13	.17±.01
Orta test	13	.16±.02
Son test	13	.16±.04

Tablo4.5’de deneklerin GSH değerleri karşılaştırıldığında ön test ile $.17\pm.01$ (U/ml) orta test (8.hafta) $.16\pm.02$ (U/ml) ve son test $.16\pm.04$ (U/ml) arasında bir azalma olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır($p>0.05$).

Tablo 4.6.Deneklerin CK, ALT ve AST farklarının ortalamaları ve standart sapma değerleri

Değişkenler		N	\bar{x}
	Ön Test		12±3.25
ALT (U/L)	Orta Test	13	17.87±8.24
	Son Test	13	13.75±2.43
	Ön Test	13	17.75±2.60
AST (U/L)	Orta Test	13	22.12±5.87
	Son Test	13	20.50±5.93
	Ön Test	13	96.0±34.13*
CK (U/L)	Orta Test	13	159.87±55.18
	Son Test	13	201.75±105.20*

*: $p<0.05$

Tablo4.6’de görüldüğü gibi deneklerin CK değerleri karşılaştırıldığında ön test ile 96.0 ± 34.13 (U/L) son test 201.75 ± 105.20 (U/L) değerleri arasında CK enziminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu saptanmıştır($p<0.05$). Deneklerin ALT değerleri karşılaştırıldığında ön test ile 12 ± 3.25 (U/L) orta test (8.hafta) 17.87 ± 8.24 (U/L) değerleri arasında artış, orta test 17.87 ± 8.24 (U/L) ile son test 13.75 ± 2.43 (U/L) değerleri arasında azalış olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır($p>0.05$). Deneklerin AST değerleri karşılaştırıldığında ön test ile 17.75 ± 2.60 (U/L) orta test (8.hafta) 22.12 ± 5.87 (U/L) değerleri arasında artış ve orta test 22.12 ± 5.87 (U/L) ile son test 20.50 ± 5.93 (U/L) değerleri arasında azalış olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır($p>0.05$).

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma

Egzersizın sağlığa olan faydalarının bilinmesinin yanında fiziksel egzersizin reaktif oksijen türlerinin (ROS) varlığını artırarak, oksidatif stresi sebep olduğu birçok araştırma sonuçlarında ortaya çıkmıştır. Vücuttaki oksidatif stres dengesi ile antioksidan savunma mekanizması önemlidir. Hücrede süperoksit radikallerine karşı mücadele eden en önemli enzimatik antioksidanlardan biri serum SOD'tur. Oksidatif strese yönelik mukavemetin miktarı; SOD enzimidaki artışa bağlıdır(Kıyıcı ve Kishalı, 2010).

Gönenç (1995) çocuklarda 4 haftalık yüzme antrenmanları sonunda SOD enzimidde istatistiksel olarak anlamlı artışa neden olduğunu ve düşük yoğunluktaki egzersizlerin, güçlü antioksidan savunma için faydalı etkilere yol açtığını belirtmişlerdir. Tonkonogi ve arkadaşları (2000) 6 hafta boyunca haftada 4 gün süreyle, günde 30 dk yapılan dayanıklılık antrenmanlarının (bisiklet sürüşü) erkek ve bayanlarda SOD aktivitelerini etkilemediğini tespit etmişlerdir. Taş ve arkadaşları (2018) yaptığı çalışmada 6 haftalık sprint antrenmalarının antioksidan kapasiteye etkisini araştırmış 6 hafta sonunda egzersiz öncesi ve sonrası SOD aktivitesinde bir artış olmasına rağmen bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını saptamışlardır. Watson ve arkadaşları (2005) düzenli olarak antrenman yapan sporcularla (triatlet, maratoncu ve sprinter), üniversite örgencisi sedanterlerin oksidatif stres ve antioksidanlar açısından karşılaştırıldığı çalışmada gruplar arasında SOD aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını tespit etmişlerdir. Belviranlı ve arkadaşları (2017) yüksek irtifada elit pentatloncular üzerinde yaptıkları çalışmada SOD değerlerinde bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir. Tiidus ve arkadaşlarının (1996) yaptığı çalışmada 8 hafta boyunca, haftada 3 gün, 35 dakikalık süren orta yoğunluktaki aerobik egzersiz programını tamamlayan erkek ve kadın sporcularda SOD aktivitesinde değişiklik görülmediğini belirtmişlerdir. Brites ve arkadaşları (1999) bir yıl boyunca 6 futbol maçı ve haftada toplam 20 saat egzersiz yapan futbolcuların üzerinde yaptığı araştırma sonucunda plazma SOD aktivitesinde artış olduğunu gözlemlemiştir. Marzatico ve arkadaşlarının (1997) maraton ve kısa mesafe koşucuları ile yaptıkları çalışmada ise eritrosit SOD aktivite düzeylerinde maratoncularda sprinterlere göre yükseliş saptamışlardır. Cavas ve arkadaşlarının (2005) yaptıkları bir çalışmada ise elit Türk

judocuların antrenman öncesi ve sonrası tükürükteki SOD değerleri incelenmiş ve antrenman sonrası değerlerindeki SOD enzim aktivitesi ile antrenman öncesi arasında istatistiksel açıdan anlamlı artış olduğunu tespit etmişlerdir. Ortenblad ve arkadaşlarının (1997) yaptıkları bir çalışmada; antrenmanlı ve antrenmansız sporculara 30 dakikalık sürekli sıçrama testi uygulaması karşılaştırıldığında, mitokondrideki SOD aktivitesinin antrenmanlı sporcularda daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Zergeroğlu ve arkadaşları (1997) yaptığı çalışmada 6 hafta süreyle, haftada 3 kez, maksimal kalp atım sayısının %75'ine denk gelen yüklenme, 30 dakika süren bisiklet ergometresinde gerçekleştirilen ilk egzersizden sonra 2364 ± 653 (U/gHb) 3. hafta sonunda yapılan egzersiz sonrası 2657 ± 1269 (U/gHb) ve 6. hafta sonunda yapılan egzersiz sonrası 2749 ± 1075 (U/gHb) değerlerini saptayarak eritrosit SOD aktivitesinde artış olduğunu fakat bu artışın istatistiksel olarak anlam ifade etmediğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada SOD değerleri ile literatür karşılaştırıldığında paralel olduğu, ancak antrenmanın süresinin, yoğunluğunun ve şiddetinin SOD değerini etkilediğini düşünmekteyiz.

Glutasyon (GSH), ROS'un neden olduğu hücre hasarına karşı önemli bir endojen koruma sistemidir(Liberali, Filho ve Petroski, 2016). GSH; glutamat, sistein ve glisinden sentezlenebilen ve başta karaciğerde olmak üzere pek çok dokuda yüksek düzeylerde bulunan başta karaciğerde olmak üzere pek çok dokuda yüksek düzeylerde bulunan bir tripeptiddir. GSH, hücreleri oksidatif hasara karşı korumak için serbest radikaller ve peroksitlerle reaksiyona girer(Öztürk, Güzelhan, Sayar ve Tüzün, 2001). Andersson ve arkadaşları (2010) 16 elit bayan futbolcularda 90 dakikalık bir maç sonunda oksidatif stresin bir göstergesi olarak plazma GSH/GSSG oranının azaldığını belirlemişlerdir. Bu durum, uzun süreli yorucu bir aktivitenin oksidatif stres üretimini arttırdığının bir kanıtıdır. Bulduk (2010) yaptığı çalışmada maksimal bir aerobik test olan 20 metre mekik koşu testinin, egzersiz öncesi sedanter bireylerde 17.79 ± 2.12 ($\mu\text{mol/ml}$) ve spor yapanlarda 17.40 ± 1.25 ($\mu\text{mol/ml}$) ölçülen plazma GSH düzeyleri egzersiz testi sonunda sedanter bireylerde 12.62 ± 1.49 ($\mu\text{mol/ml}$) ve spor yapanlarda 13.17 ± 1.67 ($\mu\text{mol/ml}$) olarak azaldığını ve bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptamıştır. Gohil ve arkadaşları (1988) 8 gönüllü erkek sporcuya $\text{Vo}_{2\text{max}}$ 'ın %65 oranında 90 dakikalık uzamış submaksimal egzersiz yaptırmış ve egzersiz sırasında alınan kanda GSH'in sporcularda kontrol grubuna oranla %60 azaldığı, GSSH'nin %100 arttığı tespit etmişlerdir. Tessier ve arkadaşları (1993) maksimal aerobik kapasite testi sonrası kanda GSH/GSSG oranının

azaldığını belirtmişlerdir. Ancak Camus ve arkadaşları (1994) ile Marin ve arkadaşları (1990) yaptıkları çalışmalarda kanda egzersiz sonrası GSH düzeylerinde herhangi bir değişiklik saptamamışlardır. Yaptığımız çalışmada GSH değerleri karşılaştırıldığında bir azalma olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Bunun nedenin ise SOD aktivitesinin bunda etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Hücrede CAT ile hidrojen peroksidin parçalanması sağlanır. Aktivitenin çoğunluğunda mitokondri ve peroksizomlarda gerçekleşerek bu antioksidan enzimler hücrede yayılmasına katkı sağlar(Kıyıcı ve Kishali, 2010). Kıyıcı ve Kishali'nın (2010) alp disiplini kayakçılarının üzerinde yaptıkları araştırmada CAT seviyesinde bir artış olduğu fakat artışın istatistiki açıdan anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Taş ve arkadaşları (2018) yaptığı çalışmada 6 haftalık sprint antrenmanlarının serum CAT düzeyine etkisini araştırmışlar ve 6 hafta sonunda egzersiz öncesi 2.89 ± 0.85 (U/ml) ve sonrasında 8.42 ± 0.81 (U/ml) CAT değerlerini elde ederek istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu saptamışlardır. Tiidus ve arkadaşları (1996) uyguladıkları 8 haftalık aerobik antrenman çalışmasının sonucunda CAT aktivitesinin değişmediğini tespit etmişlerdir. Miyazaki ve arkadaşları (2001), Gül ve arkadaşları (2006), Balakrishnan ve Anuradha (1998) yaptıkları çalışmalarda CAT enzim aktivitesinde değişme saptayamazken, Ohno ve arkadaşları (1988) yaptıkları çalışmada 7 sporcuya 10 hafta boyunca haftada 6 gün 5 km koşu egzersizi yaptırmış ve CAT aktivitesinde istatistiki açıdan anlamlı artış gösterdiğini saptamış, Hong ve Johnson (1995) sıçanlar üzerinde yaptığı çalışmada koşu bandı üzerinde 10 hafta süre ile egzersiz yaptırmış ve CAT aktivitesinde azalma tespit etmişlerdir, Manna ve arkadaşları (2003) yaptıkları çalışmalarda ise CAT aktivitesinde azalma tespit etmişlerdir. Schneider ve arkadaşlarının (2005) triatlet ve antrenmansız beden eğitimi öğrencilerinde oksidatif stresi değerlendirmek için 3 farklı (düşük-orta-yüksek) yoğunluk içeren koşulardan sonra oluşan; gruplar arası veya egzersiz yoğunlukları arasında CAT aktivitesinde önemli düzeyde farklılıklar tespit edememişlerdir. Tauler ve arkadaşları (2011) farklı egzersiz testlerinin amatör (atlet, bisikletçi) ve profesyonel (bisikletçi) sporcularda antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, amatör sporculara maksimal ve submaksimal (%80 maksVO₂) test uygulanırken, profesyonel bisikletçiler 170 km'lik bisiklet etabına katılmışlardır. Dinlenik durumda CAT aktivitesinde amatör ve profesyonel sporcular arasında farklılık gözlenmemiş ayrıca amatör sporcularda maksimal egzersiz CAT aktivitesini önemli düzeyde etkilemezken,

submaksimal egzersiz ise CAT (%12) aktivitesini azaltmıştır. Aguilo ve arkadaşları (2000) 9 maratoncunun submaksimal (%80 maksVO₂) egzersiz testi sonunda, CAT enziminin düştüğünü belirtmişlerdir. Revan (2007) yaptığı çalışmada sürekli koşuların dinledik CAT değerlerini önemli düzeyde azalttığını, tükenme egzersizinin CAT değerlerini istatistiksel olarak değiştirmedeğini saptamıştır. 8 hafta sonunda sürekli koşular; tükenme egzersizi sonrası CAT değerlerini önemli düzeyde artırmıştır. İnterval koşular ise; dinlenik ve tükenme egzersizi CAT değerlerini önemli düzeyde azaltmıştır. Yaptığımız çalışmada CAT değerleri karşılaştırıldığında aktivite miktarında azalış olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Düzenli fiziksel egzersizlerin; şeker hastalığı, osteoporoz, kolesterol, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi pek çok hastalığın riskini azalttığı iyi bilinmektedir. Oksidatif stres olarak bilinen oksidan/antioksidan arasındaki dengesizliğe egzersizin neden olduğu bilinmektedir. Sağlık, iyileşme ve iyi bir performans için egzersiz sırasında oksidatif stres ve serbest radikallerin gelişimi önemli bir faktördür. Akut egzersiz oksidan düzeylerini ve oksidatif stresi artırırken uzun süreli egzersizler oksidan ürünlerini azaltıp antioksidan enzim aktivitelerini artırarak bu durumu karşılayabilir(Leeuwenburgh and Heinecke 2001). Hücre zarlarındaki fosfolipit tabaka ile serbest radikallerin reaksiyona girmesi hücre hasarına neden olur. Bu reaksiyonlar sonucunda en öncelikli olarak ortaya çıkan son ürün MDA (malondialdehit)'dir ve ölçülebilir son ürünler de açığa çıkar. Yapılan çoğu çalışmada, sportif yüklenmeye bağlı serbest radikal üretimini ölçmek için malondialdehit kullanılmış ve farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Ölçüm yöntemlerinin veya uygulanan sportif yüklenme protokollerinin farklılığı bu çalışmaların sonuçları arasındaki farklılıklara yansımıştır(Hekim, 2008). Close ve arkadaşları (2004) ise MDA değerlerinde %65 VO₂max şiddetinde yapılan 30 dk'lık koşu sonrasında anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. 24 ve 48 saat sonra MDA değerlerinde; alınan kan örneklerinin değerlendirilmesi sonucunda ise istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulamazlarken, 72 saat sonra MDA değerinin anlamlı olarak arttığını tespit etmişlerdir. Taş ve arkadaşları (2018) yaptığı çalışmada 6 haftalık sprint antrenmanlarının serum MDA düzeyine etkisini araştırmışlar ve 6 hafta sonunda egzersiz öncesi 16.39±2.66(u/ml) ve sonrasında 29.10±2.62(u/ml) MDA değerlerini elde ederek istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu saptamışlardır. Revan (2007) farklı dayanıklılık antrenmanlarının antioksidan düzeyleri üzerine etkisi ile ilgili çalışmasında sürekli koşular metodu uygulayarak 8 hafta

sonunda, tükenme egzersizi sonrası MDA değerlerini önemli düzeyde azaldığını saptamışlardır. Alessio ve Goldfarb (1988) yapmış oldukları çalışmada, sedanter grupta karaciğer ve beyaz iskelet kasında akut egzersizden sonraki lipid peroksidasyon (MDA) seviyeleri artarken, antrenman grubunda artış gözlenmediğini belirtmişlerdir. Gül ve arkadaşları (2006) yaptıkları çalışmada, antrenman grubuna 8 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 1.5 saat koşu bandında egzersiz uygulamışlardır. Antrenman ve kontrol grubuna tükenme egzersizi uyguladıktan sonra antrenmanlı ve antrenmansız ratlarda MDA seviyesinin kalp dokusunda, akut tükenme egzersizi tarafından etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Metin ve arkadaşlarının (2003) yapmış oldukları çalışmada, 26 genç futbolcu (düzenli olarak antrenman yapan) ve 17 sağlıklı sedanter (düzenli olarak spor yapmayan) öğrencinin, koşu bandı testi sonrası (Bruce test protokolü) MDA seviyelerini futbolcularda, kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük bulmuşlardır. Lekhi ve arkadaşları (2007) ise, serum MDA aktivitesinin tükenme egzersizi sonrası elit bisikletçilerde sedanterlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Gönenç (1995) çocuklarda 4 haftalık yüzme antrenmanları sonunda, MDA seviyesinde önemli düzeyde azalma tespit etmişlerdir. Fatouros ve arkadaşları (2004) yapmış oldukları çalışmada aktif olmayan yaşlı erkeklere 16 hafta boyunca, haftada 3 gün, maksimal kalp atım sayısının %50–80 yoğunluğunda yürüyüş ve jogging antrenmanları yaptırmış ve daha sonra antrenman ve kontrol grubuna tükenme egzersizi uygulamışlar; sonucunda dayanıklılık antrenmanlarının, MDA seviyesini dinledik durumda %9, tükenme egzersizi sonrası %16 düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Ordonez ve Rosety-Rodriguez (2007) down sendromlu gençler üzerinde yapılan çalışmada, 12 hafta boyunca, haftada 3 gün, maksimal kalp atım sayısının %60–75 şiddetinde yapılan antrenmanlar sonunda, antrenmanlara başlamadan önceki değerlere göre MDA içeriğinde önemli düzeyde düşüş tespit edilmiştir. Güllü ve arkadaşları (2012) yaptığı çalışmada maksimal egzersiz öncesi ve sonrası sporcuların ve sedanter bireylerin MDA değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta da anlamlı bir fark bulmuşlardır. Her iki grupta; submaksimal egzersiz ile maksimal egzersiz sonrası MDA değişkeni karşılaştırıldığında bu değişkenler maksimal egzersiz sonrası artış göstererek istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu. Şinoforoğlu (2007) yaptığı çalışmada 6 hafta boyunca 45-50 dakika sürekli koşular metodunu uygulayan hentbolcuların dinlenme MDA değerinin azaldığını saptamış, hentbolcuların MDA değerlerinin sedanterlere göre düşük olduğunu tespit etmiştir. Yaptığımız çalışmada MDA değerleri karşılaştırıldığında MDA aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı azalma olduğu saptanmıştır. Bu azalmanın

antrenmanın pozitif etkisiyle beraber antioksidan kapasitenin arttığı bununda MDA aktivitesini uzun sürede baskıladığını düşünmekteyiz.

Karaciğer hücre harabiyeti ALT ve AST testleriyle belirlenir. Karaciğer fonksiyon testleri olarak adlandırılan bu enzimlerin kandaki düzeyleri; karaciğerin etkilendiği düşünülen hastalıklarda, bazı maddelerin karaciğerdeki toksik etkileriyle ve aşırı kas zorlanmaları sonucunda kasta meydana gelen dejenerasyonda artabilmektedir(Kaynar, 2014). Plazma ve serumda hücre içi enzim olan CK aktivitesinin artışı egzersize bağlı kas hasarından kaynaklanır(Coşkun, 2011). Ryu ve arkadaşları (2016) farklı maraton koşucuları üzerinde yaptığı çalışmada (10km-21km-42.195km) yarışmalar sonrasında CK enzim seviyelerini yükseldiğini ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptamıştır. Ortenblad ve arkadaşlarının (1997) yaptıkları bir çalışmada; 30 dakikalık sürekli sıçrama testinde kreatin kinaz aktiviteleri, eğitimsiz bireylerde önemli ölçüde artmış ancak antrenmanlı bireylerde değişmeden kaldığı tespit edilmiştir. Baydil ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmada, kısa süreli düşük irtifada aerobik ve teknik antrenman sonucunda serum CK, AST ve ALT değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptamamışlardır. Hazar ve arkadaşları (2006) yaptığı çalışmada kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının, kas hasarıyla olan ilişkisinin araştırmak için (antrenmandan önce-hemen sonra-6 saat sonra-24 saat sonra-48 ve 72 saat sonra) kan örneklerini alarak CK değerlerini tespit etmişlerdir. Antrenman sonrası plazma CK artmaya başlayarak, antrenmandan 24 saat sonra pik yaptığı, 48. saatte düşmeye başladığı ve 72.saatte antrenmandan hemen sonraki seviyeye yaklaştığını tespit etmişlerdir. Bayram ve Göksu (2015) yaptığı çalışmada (18-20 yaş aralığında) 16 erkek basketbolcu grubuna 6 hafta dayanıklılık antrenmanları uygulamasının sonucunda; AST değerinin egzersizden sonra arttığını ve egzersiz öncesi ALT değerinin egzersiz sonrasında düştüğünü saptamışlardır. Devries ve arkadaşları (2008) yaptığı çalışmada 12 hafta dayanıklılık antrenmanların kadın ve erkeklerde ALT enziminde değişiklik olmadığını saptamışlardır. Kayhan (2014) yaptığı çalışmada hipertrofi ve drop set antrenmanlarının biyokimyasal parametreleri karşılaştırıldığında; AST, ALT ve CK parametreleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmediğini belirtmiştir. Kaynar ve arkadaşları (2016) yaptığı çalışmada kickboksçulara uyguladığı antrenman sonrası AST ve ALT değerlerini karşılaştırmış, kickboksçuların antrenman öncesi AST ve ALT değerlerinde anlamlı bir artış olduğu tespit etmiştir. Lippi ve arkadaşları (2011) yaptığı çalışmada yarı maraton egzersizinin karaciğer enzimlerine

etkisini incelemişler ve AST aktivitesinde anlamlı artış gözlemlemiş, ALT aktivitesinde bir değişiklik saptanamamıştır. Yaptığımız araştırmada CK değerleri karşılaştırıldığında ön test ile 96.0 ± 34.13 (U/L) son test 201.75 ± 105.20 (U/L) değerleri arasında CK aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu saptanmıştır($p<0.05$). Deneklerin ALT değerleri karşılaştırıldığında ön test ile 12.00 ± 3.25 (U/L) orta test (8.hafta) 17.87 ± 8.24 (U/L) değerleri arasında artış, orta test 17.87 ± 8.24 (U/L) ile son test 13.75 ± 2.43 (U/L) değerleri arasında azalış olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanamamıştır($p>0.05$). Deneklerin AST değerleri karşılaştırıldığında ön test ile 17.75 ± 2.60 (U/L) orta test (8.hafta) 22.12 ± 5.87 (U/L) değerleri arasında artış ve orta test 22.12 ± 5.87 (U/L) ile son test 20.50 ± 5.93 (U/L) değerleri arasında azalış olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanamamıştır($p>0.05$).

5.2.Sonuçlar

Yaptığımız çalışma sonucunda 12 hafta boyunca yapılan dayanıklılık antrenmanlarının SOD aktivitesinde 1. hafta ve 8. hafta egzersiz öncesinde değerlerinde anlamlı azalma($p<0.05$). 8. hafta ile 12. hafta arasında artış olduğu fakat bu artışın anlamlı olmadığı saptanmıştır($p>0.05$).

CAT aktivitesi değerlerine bakıldığında 1. hafta ve 8. hafta egzersiz öncesi değerlerinde artış. 8. hafta ve 12. hafta değerlerinde azalma tespit edilmiş ancak istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığı saptanmıştır($p>0.05$).

GSH aktivitesi değerlerine bakıldığında 1. hafta ile 8. hafta ve 12. hafta egzersiz öncesi değerleri karşılaştırıldığında değerler arasında azalma görülse de bu azalmanın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı saptanmıştır($p>0.05$).

MDA aktivitesi değerlerine bakıldığında 1. hafta ile 8. hafta ve 12. hafta egzersiz öncesi değerleri karşılaştırıldığında değerler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir artış($p<0.05$). 8. hafta ile 12. hafta arasında istatistiksel açıdan bir azalma tespit edilmiştir($p<0.05$).

ALT ve AST karaciğer enzimleri değerlerine bakıldığında 1. hafta ile 8. hafta egzersiz öncesi değerleri arasında artış. 8. hafta ile 12. hafta egzersiz öncesi değerlerinde

bir azalma tespit edilmiş ancak bu değişimlerin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirtilmiştir($p>0.05$).

CK enzimi değerine bakıldığında ise 1. hafta ile 8. hafta ve 12. hafta egzersiz öncesi değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı artış olduğu tespit edilmiştir($p<0.05$).

Sonuç olarak 12 hafta boyunca yapılan dayanıklılık antrenmanlarının oksidan üretimini arttırdığını, egzersizin ilk haftalarında SOD ve GSH değerlerinin azalmasını oluşturan oksidantlara karşı baş etmekte kullanıldığını, CAT aktivitesinin artışını dayanıklılık antrenmanlarının antioksidan kapasiteyi arttırdığını, bunun ile beraber MDA aktivitesinin dayanıklılık antrenmanlarının ilk haftalarında artış daha sonra azalmasında kullanılan antioksidanların neden olduğunu ve lipid peroksidasyonunu engellediğini söyleyebiliriz. 12 hafta boyunca yapılan dayanıklılık antrenmanlarının egzersizin süresi ve şiddeti ve yoğunluğuna bağlı olarak dokulara ve hücrelere yeterince oksijen gitmediğini bunun sonucunda kas hasarı göstergesi olan CK enzim aktivitesini arttırdığını söyleyebiliriz.

5.3. Öneriler

- Dayanıklılık antrenmanlarının basketbolcularda kilo kaybına neden olduğundan sağlıklı bir yaşam, obeziteyi önlemede ve performansı en üste taşımada uygulanması,
- Dayanıklılık antrenmanlarının antioksidan kapasiteyi artırarak ve lipid peroksidasyonunu engelleme ve kanser, ateroskleroz ve kalp hastalıkları gibi olası birçok hastalıkların oluşumunu önlemek için uygulanması,
- Oluşabilecek hücre ve kas hasarını en aza indirmek için egzersizin süresini, şiddetini ve yoğunluğunun düzenlenmesi,
- Çalışmanın antrenman metodunu değiştirerek farklı antrenman metodlarının oksidan ve antioksidan kapasiteye etkisinin araştırılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Aguilo, A., Tauler. P., Gimeno. I., Fuentespina. E. & Pons. A. (2000). Changes in erythrocyte antioxidant enzymes during prolonged submaximal exercise. *Biofactors* 11, (1-2), 27-30.
- Aktoz, F. (2004). *Sıçanlarda böbrek iskemi-reperfüzyon hasarına melatonin ve E vitamininin antioksidan etkileri ile hücresel değişiklikler (Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı) Uzmanlık Tezi*, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Akyüz, M. (2009). *Elit güreşçilerde hızlı kilo kaybının fiziksel fizyolojik ve biyokimyasal parametrelere etkisi (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Akyüz, Ö. (2014). *Antioksidan kullanımının ve farklı sürelerde yüzme egzersizinin kas dokusu üzerine etkisinin incelenmesi (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Alessio, H.M. & Goldfarb A.H. (1988). Lipid peroxidation and scavenger enzymes during exercise: adaptive response to training. *Journal Applied Physiology*, 64 (4), 1333-6.
- Alpay, C.B. (2007). *Elit güreşçilerde kekik çayı yüklemesinin serbest radikal formasyonu ve antioksidan sisteme etkisi (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Altınkök, M. (2015). Yüksek şiddetli interval antrenman uygulamalarının etki alanlarının incelenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1 (2).
- Andersson, H., Karlsen, A., Blomhoff, R., Raastad, T. & Kadi, F. (2010). Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players. *Scandinavian Journal of Medicine Science Sports*, 20 (4), 35-42.
- Antmen, Ş.E. (2005). *Beta talasemide oksidatif stres (Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Balakrishnan, S.D. & Anuradha, C.V. (1998). Exercise, depletion of antioxidants and antioxidant manipulation. *Cell Biochemistry Function*, 16 (4), 269-75.
- Bardakçı, Ö. (2017). *Bazı sentetik antioksidanların 2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil (dpph) radikal süpürme kapasitesi yöntemi ile antioksidan aktivitelerinin araştırılması (Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakoloji ve Toksikoloji) Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Baydil, B., Gürses, V. V. & Duvan, A. (2016). İrtifa antrenmanın elit bayan eskrimcilerde serum kreatin kinaz ve serum ast ve alt değerleri üzerine etkileri. *International Journal of Science Culture and Sport*, 4 (1), 179-187.

- Bayır, Y. (2008). *Sıçanlarda isoprotrenol ile oluşturulan miyokardinfarktüsü modelinde dna hasarı ve oksidatif stres üzerine lasidipin, ramipril ve valsartan'ın etkilerinin incelenmesi (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı) Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.*
- Bayram, M. & Göksu, M. (2015). Altı haftalık dayanıklılık antrenman metodunun basketbolculardaki bazı hematolojik değerler üzerine etkisi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9 (3), 292-299.
- Belviranlı, M. (2009). *Üzüm çekirdeği ekstresinin sıçanlarda akut ve kronik egzersizin neden olduğu oksidatif hasar ve antioksidan savunma üzerine etkileri (Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı) Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.*
- Belviranlı, M., Okudan, N., Kabak, B., Erdoğan, M., Karanfilci, M. & Ada, M.A. (2017). Yüksek irtifa antrenmanının pentatlon sporcularında oksidatif stres ve antioksidan savunma belirteçleri üzerine etkisi. *Genel Tıp Dergisi*, 27 (3), 95-99.
- Beutler, E. & Gelbart, T. (1984). Globin-methionine complex esformed during labellingstudies. *Clinical and Laboratory Haematology*, 6 (3), 257-264.
- Bilazer, C.A. (2006). *Mekonyum boyalı yeni doğanlarda kordon kanı mda konsantrasyonları ve perinatal döneme ait faktörlerle ilişkisi (Sağlık Bakanlığı Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği) Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği, İstanbul.*
- Bompa, T. O. & Haff, G. G. (2017). *Dönemleme: antrenman kuramı ve yöntemi (5.basım) Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi. (çeviri: Tanju Bağırhan).*
- Boyalı, E. (2009). *E vitamini uygulamasının akut taekwondo egzersizinde lipit peroksidasyonu, antioksidan enzimler ve laktat düzeylerine etkileri (Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü) Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.*
- Brites, F.D., Evelson, P.A., Christiansen, M.G., Nicol, M.F., Basilico, M.J., Wilkinski, R.W. & Llesuy, S.F. (1999). Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. *Clinical. Science*, 96 (4), 381-385.
- Bulduk, E.Ö. (2005). *C vitamini uygulanan diyabetik sıçanlarda soleus kasında glikojen ve antioksidan kapasitenin araştırılması (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.*
- Bulduk, E.Ö. (2010). *Bayan sporcularda 20 metre mekik koşu testinin oksidatif stres ve antioksidan düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi (T.C. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü) Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.*
- Büyükuslu, N. & Yiğitbaşı, F. (2015). Reaktif oksijen türleri ve obezitede oksidatif stres, *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (3), 197-203.

- Camus, G., Felekidis, A., Pincemail, J., Deby-Dupont, G., Deby, C., Juchmes-Ferir, A., Lejeune, R. & Lamy, M. (1994). Blood levels of reduced/oxidized glutathione and plasma concentration of ascorbic acid during eccentric and concentric exercises of similar energy cost. *Archives Internationales de Physiologie de Biochimie et de Biophysique*, 102 (1), 67-70.
- Cavas, L., Arpinar, P. & Yurdakoç, K. (2005). Possible interactions between antioxidant enzymes and free sialic acids in saliva: A preliminary study on elite judoists. *International Journal of Sports Medicine*, 26 (10), 832- 835.
- Cighetti, G., Duca, L., Bortone, L., Sala, S., Nava, I., Fiorelli, G. & Capellini, M.D. (2002). Oxidative status and malondialdehyde in beta-thalassaemia patients. *European Journal Of Clinical Investigation*, 32 (1), 55-60.
- Civan, A. (2009). *Ginseng uygulamasının sedanterlerde ve sporcularda nitrik oksit (no), malondialdehit (mda), glutatyon (gsh), glutatyon peroksidaz (gshpx), katalaz (cat) ve süperoksitdismutaz (sod) üzerindeki etkisi (Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Close, G. L., Ashton, T., Cable, T., Doran, D. & Maclaren, D.P. (2004). Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. *European Journal Applied Physiology*, 91 (5-6), 615-621.
- Coşkun, B. (2011). *Dayanıklılık antrenmanı yapan atletlerde e vitamini kullanımının oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisi (Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Cüre, E. (2007). *Ratlarda demir yüklenmesi ile oluşturulan oksidatif stresin önlenmesinde kafeik asit fenetilester'in etkinliğinin araştırılması (Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi İç hastalıkları Anabilim Dalı) Uzmanlık Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Çakır, H. (2006). *Farklı şiddette uygulanan direnç antrenmanlarının oksidatif stres ve biyokimyasal parametrelere etkisinin karşılaştırılması (Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenman ve Hareket Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Çelik, A. (2008). *Farklı gruplarda aerobik antrenmanın antioksidan parametreler üzerine etkisi (Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü) Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Çevik, C., Günay, M., Tamer, K., Sezen, M. & Onay, M. (1996). Farklı aerobik antrenman programlarının serum enzimler, serum elektrolitler, üre, ürik asit, kreatin, total protein ve fosfor üzerindeki etkileri ve ilişki düzeylerinin belirlenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimi Dergisi*, 1(2), 37-46.

- Deaton, C.M. & Marlin, D.J. (2003). Exercise-associated oxidative stress. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 2 (3), 278-291.
- Deletioğlu, V. (2015). *Çinko ve selenyumun antioksidan özelliklerini, oksidatif stres indüklü dna radikallerinin immün-spin yakalama yöntemi kullanılarak incelenmesi (Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyofizik Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Demir, F. & Filiz, K. (2004). Spor egzersizlerinin insan organizması üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 109-114.
- Demirayak, D. (2007). *Egzersiz Yapan Sıçanlarda Oksidatif Stres Ve Paraoksonaz Enzimi (Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Devries, M.C., Samjoo, Imtiaz, A., Hamadeh, M.J. & Tarnopolsky, M.A. (2008). Effect of endurance exercise on hepatic lipid content, enzymes and adiposity in men and women. *Obesity*, 16 (10), 2281-2288.
- Doğanay, S. (2014). *Akut yorucu egzersiz yaptırılan ratlarda kan ve karaciğer oksidan/antioksidan sistemler üzerine bilberry'nin (yaban mersini) etkileri (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Draper, H.H. & Hadley, M. (1990). Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*, 186, 421-431.
- Durukan, E. (2012). *Catechin uygulamasının egzersizdeki serbest radikal ve antioksidan enzim düzeyleri üzerine etkisi (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Dündar, U. (2000). *Antrenman teorisi*. (5. Baskı). Ankara: Bağırđan Yayınevi.
- Elosua, R., Molina, L., Fito, M., Arquer, A., Sanchez-Quesada, J.L., Covas, M.L., Ordoatez-Llanos, J. & Marrugat, J. (2003). Response of oxidative stress biomarkers to a 16-week aerobic physical activity program and to acute physical activity, in healthy young men and women. *Atherosclerosis*, 167 (2), 327-334.
- Ergen, E. (2017). *Egzersiz fizyolojisi ders kitabı*. (6. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Erkek, Ö.K. (2014). *Spontan hipertansif sıçanlarda egzersiz ve onu izleyen egzersizi bırakma (detraining) sürecinin hemoreolojik parametreler üzerine etkisi (Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Eroğlu, Y. (2012). *Judocularıda ve sedanterlerde submaksimal egzersizin oksidan ve antioksidan sistem mekanizmalarına etkisi (Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

- Ersever, E.M. (2017). *Tüketici koşuya zorlanan antrene ve antrene olmayan sıçanlarda böbrek il-6.oksidan ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı)* Yüksek lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Esgi, G. (2010). *Koroner arter hastalarında total oksidan antioksidan seviye paraoksonaz, arilesteraz aktiviteleri ve pon1192Q/R fenotiplemesi (Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı)* Uzmanlık Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- Fatouros, I.G., Jamurtas, A.Z., Villiotou, V., Pouliopoulou, S., Fotinakis, P., Taxildaris, K. & Deliconstantinos, (2004). Oxidative stres responses in older men during endurance training and detraining. *Medicine Science in Sports Exercise*, 36 (12), 2065–72.
- Gohil, K., Viguie, C., Stanley, W.C., Brooks, G.A. & Packer, L. (1988). Blood glutathione oxidation during human exercise. *Journal Applied Physiology*, 64 (1), 115-9.
- Gönenç, S. (1995). *Çocuklarda 4 haftalık yüzme egzersizinin antioksidan enzimler ve lipid peroksidasyonuna etkisi (Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı)* Uzmanlık Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Gönenç, S. (1997). Egzersiz ve Oksidan Stres. *BESB*, 2 (4), 26-38.
- Gül, M., Demircan, B., Taysi, S., Öztasan, N., Gümüstekin, K., Siktar, E., Polat, M.F., Akar, S., Akçay, F. & Dane, S. (2006). Effects of endurance training and acute exhaustive exercise on antioxidant defense mechanisms in rat heart. *Comparative Biochemistry Physiology Part A: Molecular Integrative Physiology*, 143 (2), 239–45.
- Gül, İ. (2007). *Tekrarlanan supramaksimal egzersizlerden sonra oksidatif stres ve antioksidan savunma: koenzim Q10'in etkisi (Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı)* Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Güllü, E., Güllü, A., Tamer, K., Cicioğlu, İ. & Özer, Ç. (2012). Dayanıklılık sporcularında maksimal ve submaksimal egzersiz sonrası oluşan oksidan stres ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 14(2), 184-190.
- Gürsoy, Ş. (2008). *Düzenli spor yapan öğrenci gruplarında egzersizin total antioksidan kapasite ve serum lipit profili üzerine etkisi (İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı)* Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Halliwell, B. (1989). Current status review: free radicals, reactive oxygen species and human disease: a critical evaluation with special reference to atherosclerosis. *The British Journal of Experimental Pathology*, 70 (6), 737-757.
- Hazar, S., Erol, E. & Gökdemir, K. (2006). Kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3, 49 – 58.

- Hekim, K. (2008). *Egzersizde oksidatif stres ve siyalik asit düzeyleri (Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı)*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Hong, H. & Johnson, P. (1995). Antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels in exercised and hypertensive rat tissues. *International Journal Biochemistry Cell Biology*, 27 (9), 923–31.
- Karabulut, H. & Gülay, M. Ş. (2016). Serbest Radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (1): 50-59.
- Karabulut, H. & Gülay, M. Ş. (2016). Antioksidanlar. *Mehmet Akif Ersoy Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 1 (1): 65-76.
- Karaca, B. (2011). Oksidatif stres ve kardiyovasküler hastalıklar (*Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı*) Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Karahasanoğlu, A. (2011). *Akut ve düzenli egzersizin biyokimyasal parametrelere etkisi (Erciyes Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı)* Bitirme Ödevi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Karakoç, A. (2015). *Hipertiroidili sıçanların kalp dokusundaki oksidatif stres parametreleri üzerine egzersizin etkisinin araştırılması (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı)* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kayhan, R.F. (2014). *Farklı kuvvet antrenmanlarının kreatin kinaz enzim aktivitesi ve kan parametrelerine etkisi (Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı)* Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Kayış, T. (2010). *Diazinon'un subletal konsantrasyonlarının pimpla turionellae l.'nin eşey oranı ve bazı biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri (Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı)* Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kaynar, Ö. (2014) *.Elit güreşçilerde antrenmanın hipofiz bezi hormonları ve karaciğer enzimleri üzerine etkisi (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı)* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kaynar, Ö., Öztürk, N., Kıyıcı, F., Baygutalp, N. K. & Bakan, E. (2016). Kick boks sporcularında kısa süreli yoğun egzersizin karaciğer enzimleri ve serum lipit düzeyleri üzerine etkileri. *Dicle Tıp Dergisi*, 43 (1): 130-134.
- Kılınç, S. (2014). *Sıçanlarda hipoksik ön koşullamanın akciğerdeki oksidan-antioksidan sistemler üzerine etkisi (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı)* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Kıyıcı, F. & Kışalı, N.F. (2010). Alp disiplini kayakçılarında sürat egzersizleri sonrası kan antioksidan düzeylerinin incelenmesi. *Atabesbd*, 12 (1), 1-9.
- Kızılay, F. (2012). *Aerobik egzersizin sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı, total oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisinin incelenmesi (İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Anabilim Dalı)* Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Kızıltunç, M. (2008). *Aktif sporcularda antrenman öncesi ve antrenman sonrası ksantin oksidaz (xo) ve ürik asitin (üa) özelliklerinin araştırılması (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor YüksekOkulu)* Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Knapen, M.F., Zusterzeel, P.L., Peters, W.H. & Steegers, E.A. (1999). Glutathione and glutathione-related enzymes in reproduction: A Review, *European Journal of Obstetrics Gynecology and Reproductive Biology*, 82 (2), 171-184.
- Konukoğlu, D. (1997). Serbest radikaller ve önemleri. *Aile Hekimliği Dergisi*, 1(4), 197-200.
- Kürkcü, R., Tekin, A., Özdağ, S. & Akçakoyun, F. (2010). The effects of regular exercise on oxidative and antioxidative parameters in young wrestlers. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 4 (5), 244-251.
- Leaf, D.A., Kleinman, M.T., Hamilton, M. & Barstow, T.J.(1997). The effect of exercise intensity on lipid peroxidation. *Medicine Science in Sports Exercise*, 29 (8), 1036-1039.
- Leeuwenburgh, C. & Heinecke, W. (2001). Oxidative stress and antioxidants in exercise. *Current Medicinal Chemistry*, 8 (7), 829-838.
- Leeuwenburgh, C., Hollander, J., Leichtweis, S., Griffiths, M., Gore, M. & Ji, L. L. (1997). Adaptations of glutathione antioxidant system to endurance training are tissue and muscle fiber specific. *American Journal of Physiology*, 272 (1), 363-369.
- Lekhi, C., Gupta, P.H. & Singh, B. (2007). Influence of exercise on oxidant stress products in elite Indian cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 41 (10), 691-693.
- Liberali, R., Filho, D.W. & Petroski, E.L. (2016). Aerobic and anaerobic training in young male soccer players. *Medical Express*, 3 (1). 1-7.
- Lippi, G., Schena, F., Montagnana, M., Salvagno, G.L., Banfi, G. & Guidi, G.C. (2011). Significant variation of traditional markers of liver injury after a half-marathon run. *European of Journal Internal Medicine*, 22 (5), 36-38.
- Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavanagh, M. & Belcastro, A.N. (1987). Are indices of free radical damage related to exercise intensity. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 56 (3), 313-316.

- Manna, I., Jana, K. & Samanta, P.K. (2003). Effect of intensive exercise induced testicular gametogenic and steroidogenic disorders in mature male Wistarstrainrats: a correlative approach to oxidative stress. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178 (1), 33–40.
- Marin, E., Hänninen, O., Müller, D. & Klinger, W. (1990). Influence of acute physical exercise on glutathione and lipid peroxides in blood of rat and man. *Acta Physiologica Hungarica*, 76 (1), 71-6.
- Marzatico, F., Pansarasa, O., Bertorelli, L., Somenzini, L. & Della, V.G. (1997). Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. *Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 37 (4), 235-239.
- Mastaloudis, A., Leonard, S.W. & Traber, M.G. (2001). Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise. *Free radical biology Medicine*, 31 (7), 911-922.
- Mehtap, B. (2017). *Deneyisel diyabet oluşturulmuş sıçanlarda egzersizin antioksidan sistem ve bazı kan parametrelerine etkisi (Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Mendeş, B. (2012). *Profesyonel futbolcular ile sedanterlerde akut egzersiz ile oluşan total oksidan ve total antioksidan kapasitenin karşılaştırılması (Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Metin, G., Gümüstas, M.K., Uslu, E., Belce, A. & Kayserilioglu, A. (2003). Effect of regular training on plasmathiol. malondialdehyde and carnitine concentrations in young soccer players. *Chinieste Journal of Physiology*, 46 (1), 35–39.
- Miyazaki, H., Oh-Ishi, S., Ookawara, T., Kizaki, T., Toshinai, K., Ha, S., Haga, S., Ji, L. & Ohno, H. (2001). Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. *European Journal Applied Physiology*, 84 (1–2), 1–6.
- Nakaç, A. (2010). Futbolcularda e vitamini kullanımının oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisi (Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Ohkawa, H., Ohishi, N. & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistr*, 95 (2), 351-358.
- Ohno, H.,Yahata, T., Sato, Y., Yamamura, K. & Taniguchi, N. (1988). Physical training and fasting erythrocyte activities of free radical scavenging enzyme systems in sedentary men. *European Journal Applied Physiology Occupational Physiology*, 57 (2), 173–6.

- Ordonez, F.J. & Rosety-Rodriguez, M. (2007). Regular exercise attenuated lipid peroxidation in adolescents with Down's syndrome. *Clinical Biochemistry*, 40 (1–2), 141–2.
- Ortenblad, N.S., Madsen, K. & Djurhuus, M.S. (1997). Antioxidant status and lipid peroxidation after short-term maximal exercise in trained and untrained humans. *American Journal Physiology*, 272 (4), 1258-1263.
- Öğüt, S. & Atay, E. (2012). Yaşlılık ve oksidatif stres. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 68-74.
- Özal, M. (2008). *Elit güreşçilerde egzersizin ve egzersizde çinko uygulamasının antioksidan aktivite üzerine etkisi (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G. & Yönden, Z. (2015). Oksidatif stres ve hücre içi lipid, protein ve DNA yapıları üzerine etkileri. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 6 (3), 331-336.
- Özdamar, M.Y. (2008). *Renal iskemi reperfüzyon hasarında grape seed proanthocyanidin (üzüm çekirdeği proantosiyonidin) ekstresinin etkisi (Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı) Uzmanlık Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Öztürk, M., Güzelhan, Y., Sayar, K. & Tüzün, Ü. (2001). Yaygın gelişimsel bozukluğu olan çocuklarda plazma malondialdehit ve glutasyon düzeylerinin araştırılması. *Bulletin of Clinical Psychopharmacology*, 11 (3), 155-159.
- Öztürk, N. (2015). *Ratlarda farklı dozlardaki egzersizin bazı akut faz proteinleri ve lipid profiline etkileri (Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Revan, S. (2007). *Farklı dayanıklılık antrenmanlarının oksidatif stres oluşumu ve antioksidan düzeyleri üzerine etkisi (T.C. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ryu, J.H., Paik, I.Y., Woo, J.H., Shin, K.O., Cho, S.Y. & Roh, H.T. (2016). Impact of different running distances on muscle and lymphocyte dna damage in amateur marathon runners. *Journal of Physical Therapy Science*, 28 (2), 450-455
- Sarıtaş, N., Coşkun, B., Yazıcı, C., Büyükepeççi, S., Yıldız, K. & Yardımcı, M. (2012). The effect of using vitamin E on muscle damage, oxidant and antioxidant levels of runners performing endurance training. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6 (3), 251-257.
- Schneider, C.D., Barp, J., Ribeiro, J.L., Bello-Klein, A. & Oliveira, A.R. (2005). Oxidative stress after three different intensities of running. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30 (6), 723–34.

- Sevim, Y. (2003). *Basketbolda kondisyon antrenmanı*. Ankara: Nobel Yayın.
- Sevim, Y. (2007). *Antrenman Bilgisi* (7. Baskı) Ankara: Nobel Yayın.
- Sezer, K. & Keskin, M. (2014). Serbest oksijen radikallerinin hastalıkların patogenezisindeki rolü. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 28 (1), 49-56.
- Sorg, O. (2004). Oxidative stress: a theoretical model or a biological reality?. *Comptes Rendus Biologies*, 327 (7), 649-662.
- Soslu, R. (2011). *Yüzme egzersizinin epilepsiye olan etkisinde bazı antioksidanların rolü (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Sökmen, A. (2008). *Vücut geliştirme sporunun kardiyak fonksiyonlar oksidatif stres oluşumu ve antioksidan düzeyleri üzerine etkisi (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı) Uzmanlık Tezi*, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Şahin, Ş. (2004). *12-13 yaş grubu yüzücülerin anaerobik aerobik kapasitelerinin incelenmesi ve oksidan ve antioksidan dengenin incelenmesi (Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Şahin, A.M. (2015). *Akut tüketici egzersiz sürecinin diyabet oluşturulmuş sıçanlara ait bazı oksidan ve antioksidan parametreler üzerine olan etkisinin incelenmesi (İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Şenol, O. (2015). *Bazı ilaç etkin maddelerinin antioksidan aktivite/kapasitelerinin çeşitli yöntemlerle belirlenmesi ve kemometrik hesaplamalarla sınıflandırılması (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Eczacılık Analitik Kimya Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Şentürk, A. (2008). *Hentbolcularda müsabaka öncesi ve sonrası bazı biyokimyasal değişikliklerin araştırılması (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- Şıktar, E. (2008). *Farklı oda sıcaklıklarında uzun süre egzersiz yaptırılan ratlarda melatonin ve ısı stresinin serbest radikal ve antioksidan düzeylerine etkisi (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Şinforoğlu, T. (2007). *Akut ve düzenli antrenmanın hentbolcülerde oksidatif stres üzerine etkisi (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı) Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Taş, M. (2006). *Futbolcularda sürat egzersizlerinin serum süperoksit dismutaz, katalaz ve malondialdehit düzeylerine etkisi (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*

- Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı*) Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Taş, M. (2009). *Sıcak ortamda yapılan farklı antrenman metotlarının antioksidan düzeylerine etkisinin karşılaştırılması (Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı)* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Taş, M., Soslu., R. & Kıyıcı, F. (2018). The effect of six weeks sprint training on serum antioxidant levels in soccer players. *European Journal of Physical Education And Sport Science*, 4 (1), 35-45.
- Tauler, P., Aguilo, A., Guix, P., Jimenez, F., Villa, G., Tur, J.A., Cordova, A. & Pons, A. (2011). Pre-exercise antioxidant enzyme activities determine the antioxidant enzyme erythrocyte response to exercise. *Journal of Sports Sciences*, 23 (1), 5–13.
- Tav, R.Ç. (2008). *Diyabetli sıçanlarda koenzim Q10 ve alfa lipoik asit desteklerinin egzersizle oluşan lipit peroksidasyonu ve antioksidan durum üzerine etkileri (Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı)* Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Tessier, F., Margaritis, I., Richard, M.J., Moynot, C. & Marconnet, P. (1993). Selenium and training effects on the glutathione system and aerobic performance. *Medicine Science Sports Exercise*, 27 (3), 390-6.
- Tiidus, P.M., Pushkarenko, J. & Houston, M.E. (1996). Lack of antioxidant adaptation to short-term aerobic training in human muscle. *American Journal of Physiology*, 271, 832-836.
- Tonkonogi, M., Walsh, B., Svensson, M. & Sahlin, K. (2000). Mitochondrial function and antioxidative defence in human muscle: effects of endurance training and oxidative stress. *Journal of Physiology*, 528 (2), 379–88.
- Tuna, Z. (2012). *Romatoid artritli hastalarda aerobik egzersizin plazma oksidan, antioksidan ve sitokin düzeylerine akut etkileri (Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı)* Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ural, M. (2014). *16-19 yaş futbolcuların yoğun aralıklı, yaygın aralıklı ve devamlı yüklenme türü dayanıklılık antrenmanlarında maksimum oksijen kapasitesi (maxvo₂) ile deri altı yağ ölçümlerinin karşılaştırılması (Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü)*. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul.
- Uz, E. (2001). *Deneyisel karaciğer iskemi-reperfüzyonu oluşturulan sıçanlarda doku oksidan-antioksidanlarının durumu: doku hasarına e vitamini ve kafeik asit fenetilester'in (cape) etkileri (İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı)* Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Ünal, M.M. (2010). *Deneyisel kafa travması modelinde koq10' un iskemive nöronal hasar üzerine etkisi (Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir*

Cerrahisi Anabilim Dalı) Uzmanlık Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.

Watson, T.A., MacDonald-Wicks, L.K. & Garg, M.L. (2005). Oxidative stres and antioxidants in athletes under taking regular exercise training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15 (2), 131–46.

Yalnız, U. (2013) *İzotonik kuvvet antrenmanının bazı antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi (Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı)* Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Yavaşer, R. (2011). *Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması (Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı)* Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Yeloğlu, İ. (2012). *Karayosunlarının antioksidan aktivitesinin araştırılması (Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Biyoteknoloji)* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Yılmaz, A. (2011). *Aerobik ve anaerobik performans özelliklerinin tekrarlı sprint yeteneği ile ilişkisi (Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı)* Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Zergeroğlu, A.M., Ersöz, G. & Yavuzer, S. (1997). Dayanıklılık antrenmanlarında antioksidan savunma. *H.Ü.Spor Bilimleri Dergisi*, 8 (4), 25–31.

Zergeroğlu, A.M. (1992). *Supramaksimal egzersiz ve oksidan stres (Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı)* Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

AdıSoyadı :Güngör CİNCİOĞLU
DoğumYeri ve Tarihi : Samsun / 20.02.1992

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi :Hitit Üniversitesi
Yüksek Lisans Öğrenimi :Bartın Üniversitesi
Bildiği Yabancı Diller :İngilizce
Faaliyet/Yayımlar : Boksörlerde Akut Yoğunluğun Statik Dengeye Etkisi

Aldığı Ödüller

İş Deneyimi

Stajlar :Çorum Cumhuriyet Anadolu Lisesi
Projeler ve Kurs Belgeleri :Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Pedagojik Formasyon Sertifikası
Çalıştığı Kurumlar :Bartın Belediyesi Spor Kulübü /BARTIN
Fenerbahçe Ankara Spor Okulları/ANKARA
Ondokuzmayıs Halk Eğitim Merkezi/SAMSUN

İletişim

E-Posta Adresi :gungorcincioglu@gmail.com

Tarih :20.03.2019