

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

**PROFESYONEL FUTBOLCULAR İLE
SEDANTERLERDE AKUT EGZERSİZ İLE
OLUŞAN TOTAL OKSİDAN VE TOTAL
ANTIOKSİDAN KAPASİTENİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Bekir MENDEŞ

2012

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

DOKTORA TEZİ

**PROFESYONEL FUTBOLCULAR İLE SEDANTERLERDE AKUT
EGZERSİZ İLE OLUŞAN TOTAL OKSİDAN VE TOTAL ANTİOKSİDAN
KAPASİTENİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Bekir MENDEŞ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Cengiz ARSLAN

ELAZIĞ-2012

ONAY SAYFASI

.....
Prof.Dr.Emine ÜNSALDI

Şağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Bu tez Doktora Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

.....


Yrd.Doç.Dr. Yüksel SAVUCU

Beden Eğitimi ve Spor
Anabilim Dalı Başkanı

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

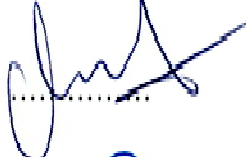

Doç. Dr. Cengiz ARSLAN
Danışman

Doktora Sınavı Jüri Üyeleri

Prof.Dr.Erdal ZORBA



Doç.Dr.Cengiz ARSLAN



Doç. Dr.Vedat ÇINAR



Yrd.Doç.Dr. Yüksel SAVUCU



Yrd.Doç.Dr. Ercan GÜR



TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince, değerli bilgi ve görüşlerini benden esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Cengiz ARSLAN' a;

İstatistiklerin yapılmasında profesyonel desteklerinden yararlandığım, Onsekiz Mart Üniversitesi Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ' e;

Doktora öğrenciliğim ve tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimlerini aktararak desteklerini esirgemeyen Gaziantep Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Mehmet TARAKÇIOĞLU'na,

Biyokimyasal çalışmalar sırasında yardımını esirgemeyen Gaziantep Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi sayın Doç. Dr. Seyithan TAYSI ve ekibine;

Çalışmamın organize edilmesi aşamasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, Gaziantep Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Biyokimya Anabilim Dalı doktora öğrencisi, çok değerli arkadaşım Müslüm AKAN' a;

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve karşılaştığım her türlü zorluklara benimle birlikte göğüs geren sevgili eşim Eda MENDEŞ' e, kızlarım Zeynep Sueda ve Zehra Nida' ya;

Sonsuz teşekkürler ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	viii
1.ÖZET.....	x
2. ABSTRACT	xii
3. GİRİŞ	1
3.1. Futbol	3
3.1.1. Futbolun Fiziksel ve Fizyolojik İhtiyaçları.....	3
3.1.2. Futbolda Kullanılan Enerji Sistemleri.....	5
3.2. Egzersiz	7
3.2.1. Aerobik Egzersiz.....	8
3.2.2. Anaerobik Egzersiz	9
3.2.3. Egzersizin Etkileri.....	9
3.2.3.1. Egzersizin Akut Etkileri	10
3.2.3.2. Egzersizin Kronik Etkileri	11
3.2.4 . Egzersiz ve Kan Fizyolojisi.....	12
3.2.5. Egzersizin Kas Sistemine Etkisi	13
3.2.6. Egzersizin Kalp ve Dolaşım Sistemine Etkisi	14
3.2.7. Egzersizin Solunum Sistemi Üzerine Etkisi	15
3.3. Serbest Radikaller	17

3.4. Reaktif Oksijen Türleri (ROS).....	19
3.4.1. Süperoksit Radikali (O_2^-).....	20
3.4.2. Hidroksil Radikali (OH^-).....	21
3.4.3. Hipoklorik Asit (HOCl).....	21
3.4.4. Hidrojen Peroksit (H_2O_2).....	22
3.4.5. Singlet Oksijen (1O_3).....	22
3.4.6. Nitrojen Oksitler.....	22
3.5. Serbest Radikallerin Kaynakları.....	23
3.6. Serbest Radikaller İle Oluşan Hücreyel Hasarlar.....	25
3.7. Egzersizde Serbest Radikaller ve Yaptığı Hasarlar.....	25
3.7.1. Serbest Radikallerin Lipitlere Etkileri.....	27
3.7.2. Serbest Radikallerin Proteinlere Etkileri.....	28
3.7.3. Serbest Radikallerin DNA' ya Etkileri.....	28
3.7.4. Serbest Radikallerin Karbonhidratlara Etkileri.....	29
3.8. Kas Hasarı.....	29
3.8.1. Egzersize Bağlı Kas Hasarında Aktif Olan Enzimler.....	33
3.8.1.1. Kreatin Kinaz (CK).....	33
3.8.1.2. Laktat Dehidrogenaz (LDH).....	34
3.9. Oksidatif Stres.....	35
3.10. Akut Egzersiz Oksidatif Stres ve Antioksidan Sistem.....	36
3.10.1. Antioksidan Savunma Sistemleri.....	40
3.10.2. Antioksidan Etki Mekanizmaları.....	42

3.11. Total Antioksidan Durum.....	43
4. GEREÇ VE YÖNTEM.....	45
4.1. Araştırma Grubu	45
4.2. Araştırmanın Dizaynı	45
4.3. Kullanılan Araç ve Gereçler	47
4.3.1. Boy ve Vücut Ağırlığının Ölçülmesi	47
4.4. Saha Testlerinin Uygulanması.....	48
4.5. Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması.....	48
4.6. Kan Analizleri.....	49
4.6.1. Total Antioksidan Seviye (TAS) Ölçümü	49
4.6.2. Total Oksidan Seviye (TOS) Ölçümü	49
4.6.3. Total Antioksidan Seviye (OSİ) Hesaplaması.....	50
4.6.4. Kreatin Kinaz Tayini (CK	50
4.6.5. Laktat Dehidrogenaz Tayini (LDH).....	50
4.7. İstatistiksel Analiz.....	50
5. BULGULAR.....	51
6. TARTIŞMA.....	59
7. KAYNAKLAR	75
8. EKLER	86
8.1. Etik Kurul Raporu	85
8.2. Klinik Araştırma Amaçlı İçin Aydınlatılmış Onam Formu	86
9. ÖZGEÇMİŞ	90

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Antioksidan Sistemler	42
Tablo 4.1. Araştırma Gruplarının Fiziksel Özellikleri	46
Tablo 5.1. Çalışma Gruplarının Biyokimyasal Parametreleri.....	52
Tablo 5.2. TOS İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	53
Tablo 5.3. TAS İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	54
Tablo 5.4. OSI İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	54
Tablo 5.5. CK İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	55
Tablo 5.6. LDH için Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	56
Tablo 5.7. CK Seviyesi İle TAS ve TOS Değerleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r) ve Önemlilik Düzeyleri (p).....	57
Tablo 5.8. LDH Seviyesi İle TAS ve TOS Değerleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r) ve Önemlilik Düzeyleri (p).....	58

KISALTMALAR LİSTESİ

$^1\text{O}_3$: Singlet Oksijen
ANP	: Atrial Natriüretik Peptit
ARE	: Antioksidan Cevap Elementleri
AST	: Aspartat Aminotransferas
ATP	: Adenozin Trifosfat
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
BKO	: Bel Kalça Oranı
BNP	: Beyin Natriüretik Peptit
CAT	: Katalaz
CK	: Kreatin Kinaz
CP	: Kreatin Fosfat
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
DOMS	: Gecikmiş Kas Ağrısı
FT	: Hızlı Kasılan Kas Lifleri
Gpx	: Glutasyon Peroksidaz
GSH	: Redükte Glutadyon
H_2O_2	: Hidrojen Peroksit
HDL	: Yüksek Yoğunluktaki Lipoprotein
Hgb	: Hemoglobin
HO_2	: Perhidroksi Radikali
HOCl	: Hipoklorik Asit

KA	: Kalp Atım Frekansı
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
Maks VO2	: Maksimal Oksijen Tüketim Kapasitesi
MDA	: Malondialdehit
MRI	: Magnetic Resonance İmaging
NO ⁻	: Nitrik Oksit
NO ₂	: Nitrojen Dioksit
O ₂ ⁻	: Süperoksit Radikali
OH ⁻	: Hidroksil Radikali
OSI	: Oksidatif Stres İndeksi
ROP	: Reaktif Oksijen Partikülleri
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
SOD	: Süperoksit Dismutaz
ST	: Yavaş Kasılan Kas Lifleri
SY	: Spor Yaşı
TAC	: Total Antioksidan Kapasite
TAS	: Total Antioksidan Seviye
TBARS	: Tiyobarbitürik Asit Reaktif Türevleri
TOS	: Total Oksidan sSeviye
VYO	: Vücut Yağ Oranı

1. ÖZET

Bu araştırmada, profesyonel futbolcular ile sedanterlerde akut egzersizin, total oksidan-TOS, total antioksidan-TAS, oksidatif stres indeksi-OSI ve kas hasarı parametrelerinden; Kreatin Kinaz-CK ile Laktat Dehidrogenaz-LDH düzeylerinin incelenmesi amaçlandı.

Araştırmaya, 20 profesyonel futbolcu ile 20 sedanter erkek gönüllü olarak katıldı. Demografik bilgileri alınan deneklerin, antropometrik özellikleri dijital boy ölçerli baskül ile belirlendi. Deneklere 45'er dakikalık iki devreli maç yaptırılarak, maçtan önce-MÖ, maçtan sonra-MS ve maçtan 24 saat sonra-M24SS kan örnekleri alınarak, TOS, TAS, OSI, CK ve LDH seviyeleri analiz edildi. Değerlendirmeler istatistik paket programında yapıldı. Tekrarlı ölçüm karşılaştırmalarında varyans analizi-ANOVA, farkın belirlenmesinde Bonferroni çoklu karşılaştırma, değişkenler arası ilişkinin belirlenmesinde Pearson-korelasyon katsayısından yararlanıldı.

Sedanterlerin MÖ ve MS, TOS seviyeleri futbolculara göre yüksek bulundu ($p<0.05$). M24SS TOS seviyeleri farklı olmasına rağmen anlamlı bulunmadı. MS'ki TAS değerleri, M24SS ve MÖ'ne göre anlamlı bulundu ($p<0.01$). Oksidan kapasitenin artışına bağlı olarak, sedanterlerde MÖ ve MS, OSI seviyeleri yüksek bulundu. Futbolcuların MÖ, MS ve M24SS'ki CK seviyeleri ile MS ve M24SS'ki LDH seviyeleri sedanterlere göre daha yüksek bulundu. Sedanterlerde; MÖ, MS, ve M24SS ile CK, TOS ve TAS arasında ilişki bulunmadı, futbolcularda ise MÖ ($r=0.545$) ve M24SS'a ($r=0.464$) CK ile TAS düzeyleri arasında anlamlı ilişki gözlemlendi. Futbolcularda MS, LDH ile TAS ($r=0.631$) düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki saptandı.

Sonuç olarak; futbolcu ve sedanterlerde akut egzersiz sonrasında egzersiz öncesine göre, TOS ve TAS ile birlikte kas hasarı belirteçlerinden CK ve LDH seviyelerinde anlamlı bir artışın olduğu gözlemlendi. Akut egzersizin oksidatif strese adaptasyon yeteneğini geliştirmediği oksidasyona bağlı zararlı etkilerin MS MÖ'ne göre artış gösterdiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Akut egzersiz, Futbol, Total Oksidan, Total Antioksidan, Kas Hasarı.

2. ABSTRACT

COMPARING THE CAPACITY OF TOTAL OXIDANT AND TOTAL ANTIOXIDANT WHICH IS INDUCED BY ACUTE EXERCISE AMONG PROFESSIONAL FOOTBALLERS AND SEDANTERIES

In this research, is aimed to analyse the total oxidant (TOS), total antioxidant (TAS), oxidative stress index of acute exercise in footballers and sedantaries and the levels of creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) from muscle damage parameters.

20 footballers and 20 sedantary male volunteers participated in the research. Anthropometric features of bales from demographic information were determined with a digital length meter. TOS, TAS, OSI, CK and LDH levels of bales were analysed by making them hold 2 half-times matches which last 45 minutes each and drawing blood samples before the match, after the match and 24 hours after the match. Evaluations were made in statistic package programme. In repetitive measurement comparisions, variance analyses (ANOVA), Bonferroni multiple comparisions were used to determine the differenceand Pearson correlation factor to determine the relation between variants were benefited.

The levels of (TOS-levels before and after the match) sedentaries were considered as high comparing the footballers ($p < 0.05$). Though 24 hours after match TOS levels are different, it is not logical. TAS values after match are more meaningful than 24 hours after match and levels before match ($p < 0.01$). Because of the increase in oxidant level, the levels before match and after match, OSI levels are found high in sedantaries. The CK levels of footballers before match,

after match and 24 hours after match and LDH levels after match and 24 hours after match are higher than sedentaries. There is no relation between TOS and TAS before match ($r=0.545$), after match and 24 hours after match ($r=0.464$) among sedantaries. However, there is a meaningful relation between CK and TAS levels of Footballers before match, after match and 24 hours after match. It has been found that there is a meaningful relation among the footballers' levels of MS, LDH and TAS ($r=0.631$).

In conclusion, there is a meaningful increase in the levels of footballers' CK and LDH which are the indicators of muscle damage as well as TOS and TAS after the acute exercise comparing the previous situation. It can be said that the acute exercise does not improve adaptation ability to oxidative stress and the harmful effects related to oxidation increase after the match.

Key Words: Acute Exercise, Football, Total Oxidant, Total Antioxidant, Muscle Damage

3. GİRİŞ

Spor, insanların çalışma yaşamında verimini yükseltmekte ve bazı hastalıkların tedavisinde önemini gün geçtikçe artırmaktadır. Özellikle kalp-damar sağlığı açısından olumlu etkiler gösterdiği bilinmektedir. Sporcuların performansını etkileyen temel faktörlerin başında genetik yapı, uygun antrenman ve beslenme gelmektedir (1).

Düşük kondisyona sahip bireylerde yapılan çalışmalar ile bu ve buna benzer risk faktörlerinin büyük oranda azaldığı bildirilmiştir (2,3). Bu gibi sonuçlar, hareketsiz olan bireylerin kiloları nasıl olursa olsun egzersiz yapmaları için teşvik edilmelerini gerektirir (4).

Futbolcularda aerobik ve anaerobik kapasite çok önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü futbolda birçok kısa süreli farklı şiddetlerde aktiviteler (sıçrama, yürüme, dripling, pas, şut vb) yüksek bir aerobik ve anaerobik güç gerektirmektedir. Bu güç, kasların kuvveti ve patlayıcılığı ile ilişkilidir. Futbol, kuvvet, sürat, reaksiyon zamanı, dayanıklılık, çeviklik, nöromüsküler koordinasyon, dinamik ve statik denge, aerobik ve anaerobik kapasite gibi bir çok kompleks özelliğin bir arada bulunmasını gerektiren bir spor dalıdır (5).

Yüksek şiddette yapılan egzersiz çok fazla oksijen kullanımına, dolayısıyla serbest radikal oluşumuna yol açmaktadır. Bu da daha fazla reaktif oksijen türevleri (ROS) üretilmesine neden olur. ROS, vücutta serbest olarak dolaşarak birçok doku ve organları tahrip edebilir. Sonuç olarak serbest radikaller ve oluşan doku hasarı, oksidatif strese neden olmaktadır (6, 7).

Fiziksel aktivitelerin yararları ile ilgili yapılmış birçok araştırma ile birlikte sayıları az da olsa, bazı araştırmaların da bunun tam tersi etki yaptığı belirtilmiştir (8). Dzenli fiziksel aktivite modern tıpta, diyabet de dahil olmak üzere pek çok hastalıkta tedavi ve koruyucu amaçlı olarak kullanılmaktadır. Her ne kadar akut fiziksel egzersiz oksidatif stresi artırsa da, dzenli egzersiz programları antioksidan savunmayı kuvvetlendirmektedir (9).

Son yıllarda organizmanın oksidan-antioksidan denge durumu arasında yakın ilişki bulunduğu, hem hastalık, hem de akut fiziksel egzersizin tetiklediği oksidatif stresi arttırması durumunda oksidan radikallerin ve oksidatif stresin arttığını gsteren çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır (9, 10, 11).

Total antioksidan durum ölçümü, antioksidanların tek tek ölçümünden daha değerli bilgiler verebilir. Bundan dolayı kanın antioksidatif durumunu saptamada bireysel antioksidanlardan ziyade bunların toplam antioksidan değerini veren toplam antioksidan kapasite ölçümü yaygınlaşmaktadır (12, 13). Bu çalışma, profesyonel futbolcular ile sedanterlerde akut egzersizin, total oksidan (TOS) ve total antioksidan (TAS) kapasite üzerine olan etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

3.1. Futbol

Futbol, oyun kuralları gereği belirlenmiş sınırlı alanda sonucun kalelere atılan ya da yenilen gollerle belirlendiği, el harici vücudun her yerinin kullanılarak, biri kaleci olmak üzere her biri en çok 11 oyuncudan oluşan iki takımın birbirleriyle mücadelesini konu alan bir takım oyunudur (14). Futbol; yüksek yoğunlukta koşu, top kapma, dönüş ve sıçrama gibi sık olarak yapılan yoğun aktivitelerle karakterize edilen, fiziksel ihtiyaçların olduğu bir spordur. Üst düzey erkek bir futbolcunun, egzersiz yoğunluğu içinde takriben 1100 değişik aktivite yaptığı ve bir maçta 11 km. dolayında bir mesafe katettiği görülmüştür (15). Her maç, oyun kurallarını uygulamada tam yetkili olarak atanan bir hakem tarafından yönetilir. İki yardımcı hakem ve bir de dördüncü hakem görevlendirilir. Oyun sahanın ortasından hakemin kura sonucu tespit ettiği takımın başlama vuruşu ile başlatılır. Eğer bir oyuncu topu rakip kaleye atarsa bu bir gol sayılır. Gol sonrası oyuna başlama gol yiyen takım tarafından uygulanır. Birinci devrenin bitiminden sonra oyun sahaları ve oyuna başlama sırası değişir. Oyun sırasında yalnızca kaleci ceza alanı içerisinde eli ile topa dokunabilir. Top kenar çizgilerden dışarı çıktığı zaman el ile taç atışı olarak oyuna dahil edilir. Oyun 45 dakikalık iki devre halinde oynanır. Toplam oyun süresince her takım en fazla üç oyuncu değiştirebilir.

3.1.1. Futbolun Fiziksel ve Fizyolojik İhtiyaçları

Futbolda, elit sporcuların üst düzeyde müsabakaların gerektirdiği fiziksel ve fizyolojik özelliklere sahip olmaları gerekir. Bu özellikler maç ve antrenmanlar sırasında tamamen futbola özgü koşullarda yapılan ölçümlerle saptanabildiği gibi,

saha ve egzersiz laboratuvarında yapılabilen testlerle de ortaya konulabilmektedir. Futbolda fiziksel ve fizyolojik özellikleri orta derecede olan bazı futbolcular, teknik ve taktik özelliklerini üst düzeyde kullanarak başarılı olabilmektedirler. Teknik ve taktik becerileriyle fiziksel açıklarını kapatmaktadırlar. Fakat başarılı olabilmede hem fiziksel hem teknik ve taktik becerilerin birlikte çok iyi seviyelerde olması en arzu edilen durumdur (16).

Oyuncuların maç sırasındaki iş yükü, zaman-hareket analizleri, kalp atımları, laktat konsantrasyonu gibi fizyolojik cevaplar sayesinde oyuncuların; maç sırasında performans için fiziksel ve fizyolojik ihtiyaçlarını tespit etmek, futbolcuların mevkisel farklılıklarını saptamak, futbolcuların kalitesinden veya antrenmanlarından kaynaklanan fiziksel uygunluk seviyelerini belirlemek, maç sırasındaki yorgunlukla beraber oluşan performans bozulmaları, yorgunluğun zamansal süreçleri ve nedenlerini göstermektir (5).

Köklü ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, futbol oyunu geniş bir alanda oynanması ve oyunculara verilen görevlerin farklılıkları nedeni ile fiziksel ve fizyolojik gereksinimleri bakımından mevkilere göre farklılık göstermektedir. Orta saha oyuncularının diğer alan oyuncularından daha fazla mesafe kat ettikleri, hücum oyuncularının ise daha çok yüksek şiddetli koşular gerçekleştirdikleri ifade edilmektedir. Orta saha oyuncularının ise orta şiddetli aktiviteleri daha fazla gerçekleştirdiği, yürüme ve jog gibi düşük şiddetli aktivitelerde ise mevkiler arasında herhangi bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (17).

Fizyolojik şiddetin bir göstergesi olarak kalp atım frekansı (KA) kullanılmaktadır. Maç sırasında, futbolcuların kalp atım frekansı (KA) yüksek

şiddetli egzersizde yükselir, düşük şiddetli egzersiz yaptıklarında KA frekansları düşer. Futbol müsabakalarında ortalama kalp atım hızı 155-170 KA/dk arasındadır. Futbolcuların KA değerleri, maçta kat edilen mesafe ile de yakından ilgilidir. Ayrıca futbolcular maksimal nabızlarının %85-90 ile maçı oynamaktadır. Bu sonuçlara göre, bir futbol maçı aerobik sınırlar içerisinde oynandığının göstergesidir. Bir futbol maçı, futbolcunun maksimal oksijen kullanımının (Max VO₂) ortalama %75'i ile oynandığı tahmin edilmektedir. Bu oran maçın 2. yarısında düşmektedir. Maçın 1. yarısı %76 olan maksimal oksijen kullanımının (MaxVO₂), 2. yarıda %74.8'e düştüğü görülmüştür. Maç sırasında futbolcuların kan laktat konsantrasyonları, maçın şiddeti ve laktasit-anaerobik enerji üretiminin göstergesi olarak kullanılmaktadır. Bu bilgilerden faydalanılarak, antrenmanlarda kanda aşırı laktatın birikmesi ile yorgunluğa neden olan çok yüksek şiddetli egzersiz drillerinin futbol için geçerliliğinin olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda, antrenman çok yorucu geçecek, antrenman verimliliği de çok az olacaktır. Futbol antrenmanlarındaki dayanıklılık koşullarında ve oyun drillerinde, 4-6 mmol laktat yanıtların karşılık gelen orta veya biraz üstü şiddet, futbolun ihtiyacını karşılayacaktır (5, 15).

3.1.2. Futbolda Kullanılan Enerji Sistemleri

Temel olarak enerji yiyeceklerin vücutta yakılması ile oluşur. Alınan besin öğelerinden karbomhidratlar glikoza, proteinler amino asitlere ve yağlar da yağ asitlerine parçalanır. Kimyasal reaksiyonlar sonucu parçalanmış bu besin öğelerinin parçalanması sırasında yavaş ve az miktarda enerji serbest bırakılır. Serbest olarak açığa çıkan bu enerjiye ATP (adenozin trifosfat) adı verilir (18).

Futbol oyunu ma içerisinde yüksek tempolu kısa yüklenmeler içeren 90 dakikalık bir oyundur. Süresi itibariyle %60 aerobik sınırlar içerisinde oynandığını göstermektedir (5).

Yapılan antrenmanlarda enerji, besin depolarının, kas hücresinde depolanan Adenozin Tri Fosfat (ATP) olarak bilinen yüksek bir enerji bileşenine dönüşmesinden elde edilir. Kas hücrelerinde sınırlı düzeyde ATP vardır ve bundan dolayı ATP depoları fiziksel etkinliğinin sürekliliğini kolaylaştırmak için sürekli bir biçimde yenilenmelidir. ATP depoları, yapılan fiziksel etkinliğin türüne göre; ATP-CP sistem, Laktik asit ve Oksijen (O₂) sistemi olmak üzere üç enerji sistemi ile yenilenebilir (19).

Oyuncular topla birlikteyken ve sonuca gitmek için yapılan hareketlerde de anaerobik performans ön plana çıkar. Bir maçta bir oyuncu 90 saniyede bir sprint, her 30 saniyede bir de yüksek şiddette eforlar yaparak anaerobik enerji kaynaklarını kullanırlar. Futbolda gerekli olan enerjinin çoğu aerobik yoldan elde edilmekle birlikte, futbolda asıl sonucu belirleyen hareketlerdeki enerji daha çok anaerobik yoldan sağlanır. Futbolda en fazla enerjinin sağlandığı enerji kaynağını oluşturan, glikoz ve yağların oksijenle reaksiyona girerek oluşmasını sağladıkları ATP(Adenozin Tri Fosfat) maddesinin parçalanmasıyla açığa çıkan enerjinin kullanıldığı aerobik performansın futboldaki önemini vurgulamaktadır. Futbolcuya enerji sağlayan aerobik yolla anaerobik yol arasında bir denge oluşur. Çok şiddetli eforlarda ilk 8-10 saniyedeki enerji ihtiyacını karşılayan kas hücrelerinde depo edilmiş olarak bulunan ATP ve CP ‘dan elde edilen enerjiyle yapılabilen iş miktarıdır (16).

Köklü ve arkadaşları yaptıkları çalışmada futbolcuların top taşıma, paslaşma ve rakibe üstünlük sağlama gibi görevleri bulunmaktadır. Bu nedenle hızlı ve çevik olmaları gerekmektedir. Ayrıca maç veya antrenman sırasında yapılan yüksek şiddetli yön değiştirmeler, ani hızlanma ve yavaşlamalar, kayarak müdahaleler, sıçramalar ve topa vuruşlar gibi çabuk kas hareketleri gerektiren aktiviteler de kasın çabuk kasılabilme özelliği sayesinde avantaj sağlamaktadır. Bu tür yüksek şiddetli hareketlerde enerji anaerobik metabolizma tarafından karşılanmaktadır. Bu anlamda futbolcular için anaerobik enerji sistemi bu tür aktiviteleri daha kaliteli yapabilmeleri için önemli bir unsurdur (17).

Düşük egzersiz yoğunluklarında kaslar hemen hemen tamamıyla aerobik işlemlerden enerji üretirler. Yüksek yoğunluktaki egzersiz sırasında aerobik enerji üretimi sınırlıdır ve kullanılan enerjinin büyük bir bölümü anaerobik işlemlerle sağlanır. Karbonhidrat ve yağ, egzersiz sırasında kaslarda üretilen enerjinin kullanılmasında temel kaynaklardır. Kaslar, enerjiden zengin fosfatların parçalanmasıyla, laktatın oluşması(anaerobik enerji üretimi) ve karbonhidratların parçalanması işlemleriyle, oksijen kullanmadan enerji üretebilirler (15).

3.2. Egzersiz

Fizik aktivite, iskelet kaslarının kasılması sonucunda üretilen, bazal düzeyin üzerinde enerji harcamayı gerektiren bedensel hareketlerdir. Egzersiz, fizik aktivitenin alt sınıfı olarak kabul edilir. Planlı yapılandırılmış, istemli, fiziksel uygunluğun bir ya da bir kaç unsurunu geliştirmeyi amaçlayan sürekli aktivitelerdir. Egzersiz her türlü kas hareketlerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Egzersiz kuvvet ve dayanıklılığı artırmak, varsa bozuklukları düzeltmek

veya fonksiyonları iyileştirmek için yapılan vücut hareketleri olarak kabul edildiği gibi, hareketsizliğe bağlı olarak ortaya çıkan rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmasından dolayı, spor ve egzersiz kişinin sağlık durumunu iyileştiren ve iyi durumun devamına yardım eden hareketlerin tamamı olarak da tanımlanmaktadır (20).

Fiziksel aktivite, kas hareketlerinin tümünü içine alan geniş bir terimdir. Bu hareketler, sportif hareketlerden yaşamsal aktivitelere kadar pek çok hareketi içermektedir. Egzersiz ise; fiziksel iyilik halinin sağlanabilmesi için vücudun tekrarlı, planlanmış ve yapılmış fiziksel aktiviteleri olarak tanımlanabilir (21).

Egzersizin amacı oksijen dağılımını ve metabolik süreçleri yoluna koymak, kuvveti, dayanıklılığı geliştirmek, vücut yağını azaltmak, kas-eklem hareketlerini iyileştirmektir. Bütün bu yararlar iyi bir sağlık için gereklidir ve herkes günlük yaşamına rutin bir egzersiz programı katmalıdır. Egzersiz için genç-yaşlı ayırımı yoktur, bununla birlikte yorucu egzersizin riskleri vardır. Haftada 3 kez, 20 dakika ve yukarısı bir egzersiz yeterlidir. Haftada 5 kere ya da daha fazla seanslar için 15-25 dakikalık süreler üst düzey yarar sağlar (22).

3.2.1. Aerobik Egzersiz

Aerobik egzersiz, daha uzun süreli fakat daha az kuvvet harcanarak yapılır. Uzun mesafe koşuları, yüzme, kayak aerobik egzersizlerdir. Aerobik egzersizde sadece kastaki depolanmış enerji kaynakları (yağ dokusundaki yağ ve karaciğer glikojeni) da kullanılmaktadır (23).

Aerobik egzersiz dayanıklılığı inşa eder ve kalbin pompalama yeteneğini dengede tutar, uzayan dönemlerde çalışma oranını yükseltir. Düzenli uygulamalar kardiyak fonksiyonları güçlendirir, HDL (iyi kolesterol) düzeyini artırır, omurgayı kuvvetlendirir ve kan şekeri düzeyini azaltır. Bazı kanser türlerine de olumlu etkileri vardır. Aerobik egzersizlerle, anaerobik egzersizlere göre daha çok kalori yakılır ve kardiyak fonksiyonlar daha çok gelişirken kardiyovasküler dayanıklılık artar. Stres ile mücadelede en iyi çaredir (6, 22, 24, 25).

3.2.2. Anaerobik Egzersiz

Ağırlık kaldırma gibi anaerobik egzersize örnek olan egzersizlerde kısa süre ile aşırı bir kuvvet harcanması gerekir. Anaerobik egzersizin anahtar özelliği, kısa sürede daha fazla enerjinin harcanmasının gerekliliğidir. Bunun için gerekli olan enerji kasın kendi enerji depolarından yani fosfokreatinin veya glikojenden sağlanır (6, 23). Anaerobik egzersizde, aerobik egzersize göre daha az kalori yakılır ve kardiyovasküler zindelik için aerobik egzersiz kadar etkili değildir. Ancak uzun vadeli çalışmalarda kas dokusu daha çok enerji harcar ve artan kas kitlesi kilo düşürme ve bu kilosunu devam ettirmesinde yardımcı olur (26, 27).

3.2.3. Egzersizin Etkileri

Egzersizin yapılan antrenmanlara ilişkili olarak organizma üzerinde kronik etkileri olduğu gibi, hemen ortaya çıkabilecek akut etkileri de vardır. Bu etkiler tüm organizma üzerinde veya bölgesel olabilir.

3.2.3.1. Egzersizin Akut Etkileri

Egzersiz ile birlikte ortaya çıkan etkiler, sarf edilen efor' un büyüklüğüne bağlı olduğu gibi, seçilen egzersiz tipine ve kullanılan kas çeşidine göre de değişir. Hareketin başlangıcında nabız, kalp debisi ve kan basıncı artar (28).

Akut sportif yüklenmenin kardiyovasküler sistem üzerine etkilerine bakıldığında ilk olarak kalp atım hızındaki ve volümündeki artış göze çarpar. Bununla birlikte sistolik kan basıncında artışlar görülür (29).

Kalp atım hızı, egzersizin şiddeti ile orantılı olarak artar. Böylece kalp atım hızının yanıtının büyüklüğü yaş, cinsiyet, vücut pozisyonu, kondisyon düzeyi, aktivite türü, kalp hastalığı durumu, ilaç kullanımı, kan hacmi, ısı ve rutubet gibi çevresel faktörlerle ilgilidir. Süresiz olarak, dinamik egzersizlere statik egzersizler ilave etmek kardiyovasküler strese neden olur. (30).

Kasları çalışmasında gerekli olan enerji ihtiyacı, büyük oranda istirahat halinden maksimal fiziksel aktiviteye doğru artabilir. İstirahat durumunda mevcut olan ATP rezervleri sınırlıdır ve artan aktiviteler için ancak birkaç saniyelik enerji üretebilirler. Sürekli enerjinin üretimi için devamlı resentez edilmelidir. Bu nedenle egzersizde yeterli ATP üretebilmek ve metabolik hızın oranını artırmak ve şiddeti aratan aktiviteye devam edebilmek için büyük bir kapasiteye sahip olmalıdır (31).

İzotonik egzersizde sistolik kan basıncı artar ve artan kan ihtiyacını karşılamak üzere kaslarda vasküler direnç düşer. Egzersizle ilgili olmayan bölgelerde ise vazokonstriksiyon meydana gelir. İzometrik egzersizde ise kasa

giden damarlardaki lokal kan akımı, nisbi olarak daha azdır. Bunun sistemik kan basıncına pek etkisi olmamakla birlikte, kan basıncındaki artış izometrik kasılmalarda daha fazladır. Ancak yapılan çalışmalarda kan basıncında en fazla artışın, maksimal istemle yapılan izotonik egzersizlerden sonra ortaya çıktığı saptanmıştır. İzotonik ve izometrik egzersizler bir arada yapıldığında kardiovasküler etki artmaktadır (28).

3.2.3.2. Egzersizin Kronik etkileri

Egzersizin kronik etkilerinden bahsedebilmek için, antrenmanda yer verilen, aerobik veya anaerobik çalışmalara göre değişmektedir. Uzun süreli dayanıklılık egzersizleri ile yavaş kasılan kaslarda hipertrofi daha çabuk gelişirken, yüksek atlama ve disk atmada hızlı kasların lifleri daha belirgin olarak hipertrofiye uğrar. Kas lifleri değişik düzeydeki egzersizlere verdiği tepkilerle büyük farklılaşmalar sergilerken, uzun süreli antrenmanları kas lif tipinin değiştirmedigine inanılmaktadır. Lif tipi dağılımının genetik olarak belirlendiği görüşü kabul edilir (28, 31).

Atletik antrenmanlarda kas gelişimi ve kuvvetin artışı kasa uygulanan yüke bağlıdır. Antrenman kaslarda % 30-60 kadar hipertrofiye neden olabilir. Kuvvet ve sürat antrenmanları ile FT liflerinde, dayanıklılık antrenmanları ile de ST liflerinde hipertrofi oluşur. Ayrıca fiziksel antrenmanlarda kasların metabolik özelliklerinin de etkilendiği görülmektedir. Dayanıklılık antrenmanları ile kastaki mitokondrial yoğunluğu artırmakta krebs çemberi, beta oksidasyonu ve elektron taşıma sistemini geliştirmektedir. Meydana gelen adaptasyon düzeyi antrenmanın

süresi ve şiddetine göre değişir. Ağır kuvvet antrenmanları ise kasın hacmini ve kuvvetini artırırken oksidatif kapasitesini azaltmaktadır (31).

3.2.4. Egzersiz ve Kan Fizyolojisi

Demir, hücrel oksidatif mekanizmalarda ve dokulara oksijen taşınmasında önemlidir. Miyoglobin ve hemoglobin gibi oksijen taşıyan proteinlerin, sitokrom oksidaz, peroksidaz ve katalaz gibi çeşitli enzimlerin yapısında demir bulunmaktadır. Demir, demir-kükürt proteinleri, ferritin ve tansferin yapısının en önemli bileşenidir. Transferin demiri depo bölgelerine ve kemik iliğine taşımaktadır. Ferritin ise demiri depolamakta ve metabolik ihtiyaçlar için hızla demir sağlamaktadır (32).

Havadan akciğerler yoluyla alınan % 20,9 oranındaki oksijen kan yoluyla kas hücrelerine taşınır. Bu taşıma işlemi kan içerisinde bulunan kırmızı kan hücrelerindeki hemoglobin maddesi tarafından gerçekleştirilir. Hemoglobin maddesinin işlevini yerine getirmesinde demir elementi önemli rol oynar. Aynı şekilde kas hücresinde enerji oluşumu sonucu meydana gelen karbondioksitte hemoglobin tarafından akciğerlere taşınarak vücut dışına atılır. Hemoglobinin kandaki normal miktarı erkeklerde 14-16 g/100cc arasındadır. Eğer gerek hemoglobin gerekse demir miktarları normal kabul edilen düzeylerin altına düşerse bu durum anemi ile sonuçlanır. Kaslara yeterli oksijen taşınamayacağı için sportif performansta düşmeler olabilir. Bu nedenle sezon başı sağlık muayenelerinde ve sezon boyunca birkaç kez kan tetkikleri yapılarak bu maddelerin düzeyleri araştırılmalıdır. Kansız çıkan sporcular hemen tedavi edilmeli ve tedavi süresince yüklenmeler azaltılmalıdır (16). Çakır (2006),

araştırmasında fiziksel egzersizler uzun süre dzenli uygulandığında kan parametreleri üzerinde etkilerinin farklı olabildiğini, dzenli olarak dayanıklılık antrenmanı yapan genç ve sağlıklı bireylerde 3 aylık antrenman programından sonra serum demir ve demir saturasyon indeksinin önemli dzenyde azaldığını bildirilmektedir. Aynı çalışmada spor yapan bireylerde serum demir, ferritin ve trasferin saturasyonu dzenyelerinin sedanter bireylerden önemli dercede dűřük olduğu bildirilmiştir (32).

3.2.5. Egzersizin Kas zerine Etkisi

Dayanıklılık antrenmanları daha fazla Tip I fibrillerde olmak üzere kasların oksidatif kapasitelerini (Oksijenle enerji elde etme kapasitesi) 3-4 misli arttırabilmektedir. Bu artış oksidatif kapasite ile ilgili enzimlerin (Sűksinik dehidrogenaz) artması, kas hűcresinde oksidatif yoldan enerjinin olduğu mitokondrilerin sayısının artması, aynı zamanda kas fibrillerine kan gűtüren kılcal damar sayısının artmasıyla sağlanmaktadır (2, 16, 31, 33).

Bir kasa, yűksek gerilimde uyarılar verilmesi sonucu kas liflerinin artmasına bađlı olarak kas kitlesi de bűyűr (6).

Bunlardan bařka kas hűcresinde glikozun depo řekli olan glikojen miktarı da antrene kimselerde iki misline kadar artabilmektedir. Ayrıca kas hűcresi içersinde oksijeni mitokondrilere tařıyan myogloblin miktarı da artıř gűsterir. Dayanıklılık antrenmanları kasların yađ ve karbonhidratları enerji kaynađı olarak kullanabilme yeteneđini de yűkseltirler. Kas hűcrelerinde depo enerji maddesi olarak bulunan ATP ve CP miktarlarının bazı çalıřmalarda dayanıklılık antrenmanları ile % 25-40 arası artabildiđi gűsterilmiřtir. Bu tűr antrenmanlarla

yavaş kasılan fibrillerde büyüme olmaktadır. Bu dayanıklılık antrenmanları kesildiğinde bu değişimler geri dönecektir. Bu nedenle kazanılan dayanıklılığın korunmasında belli bir oranda egzersiz yapılmalıdır (16, 34).

Yüksek şiddette interval antrenmanlar ise özellikle hızlı kasılan liflerin anaerobik özelliklerini arttırmaktadır. Anaerobik enzimler artmakta (Fosforilaz, fosfofruktokinaz, laktatdehidrogenaz) ve Tip II kas hücreleri büyümektedir. Bu tür antrenmanlarda aerobik enzimler ya da Tip I kas hücrelerinde değişiklik olmamaktadır. Futbolda performansı belirleyen eforlar anaerobik özellikte olanlardır (16).

Kuvvet antrenmanlarına çabuk kasılan fibriller (Kas hücreleri) daha iyi cevap vermektedirler. Bu nedenle aynı kuvvet antrenmanını yapan iki kişinin Tip I ve Tip II fibril oranları farklıysa meydana gelen kas büyümesi de farklı olmaktadır (16, 31, 35, 36).

3.2.6. Egzersizin Kalp ve Dolaşım Sistemine Etkisi

Aerobik egzersizler kardiyak volümü, dayanıklılık egzersizleri de miyokardiyal dayanıklılığı geliştirerek kalbin mekanik gücünü artırır (6).

Normal koşullarda istirahat halinde kalbin dakikada organizmaya gönderdiği kan 5-6 litre civarındadır. İstirahat kalp atım sayısını da 60-80 kabul edersek, kalbin bir dakikada dokulara gönderdiği kan miktarı $70 \text{ cc} \times 80 = 5600 \text{ cc}$ (5,6 litre/dk) dakika atım volümü olarak hesaplanabilir (16, 37).

Kassal egzersize geçildiğinde kalbin atım volümü artan enerji ihtiyacına cevap verebilecek şekilde artar. Bu yükselen kalp dakika volümü de dokuların

ihtiyacına göre dağılım gösterir. Kanın büyük kısmı kas dokusuna gönderilirken, karın organlarına giden kan azalır, beyin ve deriye giden kanda azalma olmaz. Kassal eforlar esnasında kalbin dakika volümünün artması bir taraftan atım volümünün artması bir yandan da atım sayısının artmasıyla mümkün olur (16).

Yapılan araştırmalarda kişilerin maksimal kalp atım sayılarının yaşla azaldığı saptanmıştır (16, 31).

Egzersiz esnasında kalp atım sayısındaki artmaya egzersiz tipinin etkisi vardır. En fazla kalp atım sayısı artışı sürat sporlarında olurken, en az artış halter, fırlatma gibi branşlarda meydana gelir. Hem dayanıklılık hem de süratli ve çabuk hareketlerin birlikte kullanıldığı futbol ve diğer takım sporlarında kalp atım sayısı oyunun temposuna göre çok değişkenlik gösterebilmektedir. Dinlenme durumunda ölçülen kalp atım sayısı futbolcularda bazı çalışmalarda 48-52 / dk arasında bulunmuştur. Sporcularda kasların ihtiyacı olan kanı gönderebilmede birincil öneme sahip kalp atım volümü artışı futbolcularda maratoncu ve uzun mesafecilere göre biraz daha azdır. Futbolcularda kalp atım volümü maksimal 150-160 cc'lere çıkabilirken, dayanıklılık sporu yapanlardaysa 180-200 cc'lere çıkabilmektedir. Bunun sonucu olarak dayanıklılık sporcuları kaslara daha fazla oksijen göndererek, daha fazla oksijen kullanılmasını sağlamış olmaktadır (16).

3.2.7. Egzersizin Solunum Sistemi Üzerine Etkisi

Solunum sistemi, dış ortam ile vücut gaz değişimini sağlar (38).

Egzersiz sırasında aktif soluk alıp verme, maksimum akciğer kapasitesi ve kasların artan oksijen ihtiyacını karşılamak üzere oksijen ihtiyacına paralel olarak oksijen alımının artmasına yardımcı olur. Gelişen solunum sistemiyle istenen

oksijeni sağlamak için daha az solumak yeterli olmaktadır. Azalan soluk sıklığı daha çok oksijenin kana geçmesine ortam hazırlamaktadır (6, 39).

Dolaşım sistemiyle kaslara taşınan oksijenin vücuda sokulmasından sorumlu olan bu sistemin ana organı akciğerlerdir. Hava yolları ve küçük hava keseciklerinden oluşan akciğerlerimize giren havada bulunan % 20.9 cc oksijen hava keseciklerinin cidarındaki kan damarlarına geçerek kandaki kırmızı hücrelerdeki (eritrosit) hemoglobin maddesine bağlanırlar. Böylece bu oksijen enerji oluşturacakları kas hücreleri veya diğer yapıların hücrelerine taşınırlar (16). Hücre içersindeki enerji oluşumu sırasında oksijenin besinlerle reaksiyona girmesiyle oluşan karbondioksit maddesi kanla akciğerlere taşınarak hava yoluyla dışarı atılır (16, 39).

Egzersizler sırasında akciğerlere giren ve çıkan havanın fazlalaşmasıyla sporcularda solunum kasları güçlenmektedir. Diğer yandan sporcular solunum kaslarının daha fazla enerji harcamasına neden olan göğüs solunumu yerine, daha çok diyaframlarını aşağı indirerek karın solunumu yaparlar. Bu nedenlerle bir süre sonra antrene edilen sporcular maksimal bir egzersizde akciğerlere spor yapmayanlara göre daha fazla hava sokabilmektedirler. İstirahat durumunda her soluk alıfta 500 cc hava akciğerlere sokulur, dakikada 12 soluk alındığında 6 litre hava alınmış olur. Maksimal bir egzersizde dakikada spor yapmayanlarda 100 litre, spor yapanlardaysa 200 litre kadar hava akciğerlere sokulabilmektedir (16). Dayanıklılık ile ilgili aktivitelerde sporcularda oksijen kullanma kapasitesi yüksektir (2).

3.3. Serbest Radikaller

Serbest radikallerin biyolojik materyallerdeki varlıkları yaklaşık olarak 50 yıl önce keşfedilmiştir (40).

Serbest radikal, atomik ya da moleküler yapılarda çiftlenmemiş tek elektron bölümlerine verilen isimdir. Başka moleküller ile çok kolayca elektron alışverişine giren bu moleküllere "oksidan moleküller" veya "reaktif oksijen partikülleri (ROP)" de denmektedir (6, 41).

Serbest radikal, bağlarında eşlenmemiş elektron ihtiva eden molekül veya moleküler parçalar olarak tanımlanır (31). Aerobik koşullarda canlı organizmalar sürekli oksijen kullandıklarından serbest oksijen radikalleri önem kazanmaktadır (28, 29).

Normal şartlarda aerobik mekanizmanın yan ürünü olarak tüm hücrelerde devamlı olarak üretilmesine rağmen, hasar verici etkileri nedeniyle organizmaya zararlı olan ve istenilmeyen bileşiklerdir (6).

Serbest radikaller eşlenmemiş elektronlarından dolayı oldukça reaktiftirler ve yarı ömürleri kısadır. Radikal olmayan maddeler ile reaksiyona girerek, yeni radikal oluşumuna yol açarlar ve böylelikle zincir reaksiyonunu başlatırlar (42).

Egzersiz sırasında meydana gelen metabolik hız artışı sonucunda iskelet kasında, kalpte ve diğer dokularda oksijen tüketimi belirgin olarak artmaktadır. Ancak bu durum, egzersiz esnasında serbest radikal oluşumunu açıklayan tek mekanizma değildir. İkinci mekanizma; ağırlık kaldırma veya yüksek yoğunlukta aerobik egzersizin geçici doku hipoksisi oluşturabildiği ve hidrojen iyonlarını

arttırabildiği şekilde özetlenebilir. Hidrojen, süperoksit anyonlarla reaksiyona girerek ilave oksijen radikalleri oluşumuna yol açar. Doku hipoksisi, demir ve bakır gibi metallerin serbest kalarak bu metallerin katalizlediği serbest radikal reaksiyonlarının oluşumuna yol açar. Üçüncü mekanizma; yorucu veya akut tüketici egzersizi takiben hücre hasarlanması nedeniyle nötrofillerin hasarlı iskelet kasına infiltre olarak, güçlü oksidanlar üretebilmelerini ifade eder. Dördüncü mekanizma; dolaşımdaki katekolamin seviyelerinin uzun süreli egzersizle artması ve katekolaminlerin myokard ve iskelet kasında β -adrenerjik reseptör aktivasyonu ile oksidatif metabolizmayı arttırmasıdır (21).

Serbest radikaller 3 yolla meydana gelirler (43).

1- Kovalent bağlı radikal olmayan bir molekülün bağlarının koparılması ile iki ayrı radikal oluşumu ile,

2- Normal bir molekülden tek bir elektronun kaybı veya bir molekülün bölünmesi ile,

3- Normal bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi ile.

Serbest radikaller, pozitif yüklü, negatif yüklü ya da nötral olabilirler. Biyolojik sistemlerde en fazla elektron transferi ile oluşurlar. Her ne kadar serbest radikal reaksiyonları, bağışıklık sistemi hücrelerinden nötrofil, makrofaj gibi hücrelerin savunma mekanizması için gerekli olsa da, serbest radikallerin fazla üretimi doku hasarı ve hücre ölümü ile sonuçlanmaktadır (6, 44).

ROS ve serbest radikallerin egzersizde iki türlü oluşumu söz konusudur. Birincisi; mitokondriada elektron kaybı, ikincisi; şiddetli egzersizler sırasında dolaşım, kan ve oksijen eksikliğinden dolayı (iskemi) oluşur (31).

3.4. Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

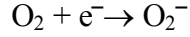
Biyolojik sistemlerdeki en önemli serbest radikaller, oksijenden oluşan radikallerdir. Serbest oksijen radikali biyokimyasında anahtar rolü oynayan maddeler oksijenin kendisi, süperoksid, hidrojen peroksid, geçiş metallerinin iyonları ve hidroksil radikalidir. Oksijen molekülü iki adet eşleşmemiş elektron içermesi nedeniyle serbest radikal tanımının içinde yer almamaktadır. Oksijen molekülünün eşleşmemiş elektronlarından her biri farklı yörüngelerde bulunur ve bunlar birbirleriyle aynı yönde dönerler. Aynı yönde dönüş oksijenin zayıf reaktivitesinin nedenini açıklamaktadır. Dönüş kısıtlaması oksijenin radikal olmayan moleküllerle tepkimeye girmesini yavaşlatır (45, 46).

Hidrojen peroksit (H_2O_2) çiftlenmemiş elektrona sahip olmadığı için radikal olarak adlandırılmaz. Fakat membranlardan kolaylıkla geçip hücreler üzerinde etkili olabilir. Bu nedenle H_2O_2 ve 1O_2 (Singlet Oksijen) gibi reaktif olup, radikal olmayan türleri de ifade edebilmesi için “**reaktif oksijen türleri (ROS)**” terimi kullanılır (6).

Serbest radikaller ve diğer oksijen türlerinin en fazla öneme sahip olanları şunlardır: (46, 47).

3.4.1. Süperoksit Radikali (O_2^-)

Moleküler oksijene tek elektron eklenmesi ile ortaya çıkan serbest radikale süperoksit radikali denir.



Organizmada sürekli olarak büyük miktarlarda süperoksit radikali oluşmaktadır. Normal metabolizma sırasında sürekli olarak oluşan süperoksit radikalleri organizmada şu reaksiyonlara girebilir (48, 49).

Süperoksit dismutaz ile dismutasyona uğrayarak H_2O_2 oluşturabilir. Süperoksit radikalleri ortamdan bir proton alarak perhidroksi radikali (HO_2) oluşturabilir. O_2^- ve H_2O_2 demir iyonu katalizörlüğünde hidroksil radikalini oluşturabilir ve bu tepkime de demir-katalizörlü Haber-Weiss reaksiyonu adını alır. Bu reaksiyonlar metal şelatörü ajanlarla inhibe edilebilir.

Süperoksit radikalleri enzimatik olmayan dismutasyon veya Haber-Weiss reaksiyonu sırasında singlet oksijen (1O_2) yapımına neden olabilir. Singlet oksijen süperoksit toksisitesine aracılık edebilmektedir.

Süperoksit radikali nitrik oksit radikaliyle (NO^-) reaksiyona girerek peroksinitrit oluşturabilir. Peroksinitrit çok daha reaktif ve sitotoksik bir türdür.

Süperoksit radikalleri, fenoksil radikalleri ile reaksiyona girebilir ve protein yapısında modifikasyona neden olabilir.

3.4.2. Hidroksil Radikali (OH⁻)

Bilinen en reaktif oksijen radikalidir. Biyolojik hasar yapma potansiyeli çok büyüktür. Hücre içindeki tüm moleküller ile reaksiyona girebilir ve serbest radikal zincir tepkimelerini başlatabilir.

Hidroksil radikali membran yapısında yer alan doymamış yağ asitlerini peroksidasyona uğratarak lipit radikallerinin oluşmasına neden olmaktadır. Hidroksil radikali üç tür reaksiyona katılabilir (46, 49).

1. Hidrojen ayrılması: Hidroksil radikali alkollerle reaksiyona girerek hidrojen çıkarma tepkimeleriyle bir karbon radikali ve su açığa çıkarır.

2. Eklenme: Hidroksil radikali, aromatik bileşiklerdeki çift bağlara eklenebilir, örneğin DNA'daki guanin bazına eklenerek hidroksilasyonuna ve DNA zincir kırıklarına neden olur.

3. Elektron transferi: Hidroksil radikali, organik ve inorganik bileşiklerde elektron transferi tepkimelerine neden olur.

3.4.3. Hipoklorik Asit (HOCl)

Radikal olmadığı halde ROS içinde yer almaktadır. Fagositik hücrelerin bakterileri öldürmesinde önemli rol oynarlar. Aktive olan nötrofiller, monositler, makrofajlar ve eozinofiller süperoksit radikallerini üretirler. Radikal üretimi fagositik hücrelerin bakterileri öldürmesinde büyük önem arz etmektedir.

3.4.4. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Hidrojen peroksit eşleşmemiş elektron içermediğinden radikal değildir. Oksijenin neden olduğu doku hasarında rol alan metabolitlerinden biridir. Biyolojik olarak önemli bir yükseltgendir. Doğal oksijene iki elektron katılması ve süperoksit radikalinin bir elektron alması ile peroksit iyonu oluşmasıdır. Peroksit iyonu ortamdaki hidrojen iyonları ile birleşerek hidrojen peroksidi oluşturur (50, 51).

Biyolojik önemi hidroksil radikali için kaynak oluşturmaktadır. Normalde mitokondri ve peroksizomlarda belirli miktarlarda üretilen hidrojen peroksit hücrelerden katalaz, glutatyon peroksidaz ve diğer bazı peroksidazlar aracılığıyla uzaklaştırılır (50).

3.4.5. Singlet Oksijen (¹O₃)

Normal oksijenden daha çok hızlı bir biyolojik moleküldür. Yapısında iki adet çiftlenmemiş elektron bulunur. Singlet oksijen eşleşmemiş elektronu olmaması nedeniyle bir radikal değildir. Ancak çok reaktif olması ve üretimi sırasında bazı radikal tepkimeleri oluşturması nedeniyle serbest radikal sayılmaktadır. Biyolojik moleküllerdeki oksijenin yeniden elektriksel düzenlenmesi ile oluşur. Bu radikalın DNA hasarı oluşturduğu ve mutajenik etkilerinin bulunduğu gösterilmiştir (49).

3.4.6. Nitrojen Oksitler

Suda ve organik çözücülerde çözünebilmesi nedeniyle hücre zarlarından kolaylıkla geçebilmektedir. Oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarına girerek

çeşitli nitrojen türevleri ve hidroksil radikali oluşturabilir (48, 49). Havadaki moleküler oksijenle reaksiyona girerek kendisinden çok daha reaktif kahverengi bir gaz olan nitrojen dioksit (NO₂) oluşturabilir.

Her yerde bulunabilen nitrik oksitin pek çok fizyolojik olaya katıldığı, ancak aynı zamanda çok reaktif olmasına bağlı olarak zararlı hale dönerek fizyopatolojik süreçlerin içinde de yer aldığı gösterilmiştir (52). Nitrik oksit biyolojik sıvılarda çeşitli reaksiyonlara girerek nitrit, nitrat ve peroksinitritlerin oluşmasına neden olur. Nitrat oluşması sırasında ara ürün olarak oluşan nitrit radikali ve hidroksil radikali oldukça reaktiftir (52, 53).

3.5. Serbest Radikallerin Kaynakları

Reaktif oksijen türleri fizyopatolojik durumlar gibi normal metabolik fonksiyonlar sırasında da meydana gelmektedir. Organizmada serbest radikal ve reaktif oksijen türlerinin oluşmasına yol açan endojen ve eksojen kaynaklar bulunmaktadır.

Endojen kaynaklar şunlardır (29).

1-Fiziksel aktiviteler /sedanter yaşam

2-Stres

3-Yaşlılık

4-Doku hasarı ve kronik hastalıklar(ateroskleroz, kanser, kronik inflamasyon vs)

5-Diyetsel antioksidanların sağlanmasını etkileyen koşullar (istahsızlık, kolestaz, malabsorbsiyon vs)

Canlı organizmada serbest radikal oluşturan eksojen kaynaklar şunlardır (29, 43).

1-Diyetsel

*Çok doymamıs yağ asitlerince zengin beslenme

*Alkol

*Fazla kalorili beslenme

*Hayvansal proteinlerce zengin beslenme

*Asırı demir ve bakır alınması

*Az meyve ve sebze yenilmesi

*Yiyeceklerin uygun olmayan koşullarda saklanması ve hazırlanması

*Yemek pişirme yöntemlerindeki hatalar

2-Çevresel

* Sigara dumanı

* Hava kirliliği (O₃, NO₂, SO₂, hidrokarbonlar)

* Diğer kirleticiler (Asbest, pestisitler, vs)

* Radyasyon

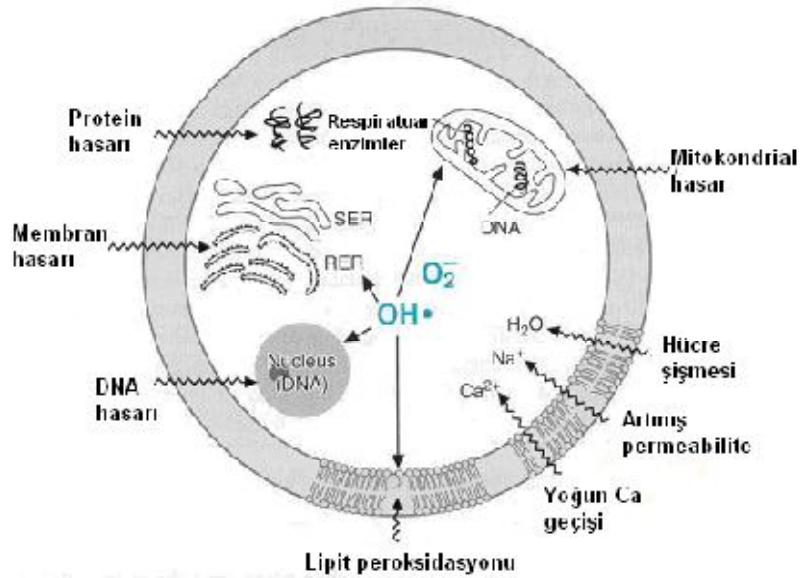
3-İlaçlar

* Antikanser ilaçlar (Adriamisin, vs)

* Glutasyon tüketen ilaçlar (Asetaminofen, kokain vs.)

3.6. Serbest Radikaller ile Oluşan Hücresel Hasarlar

Nükleik asitler, lipitler, proteinler, serbest amino asitler ve karbonhidratlar gibi hücresel bileşinlerle serbest radikaller reaksiyona girerek hücrelerde önemli hasarlar oluşturabilirler (Şekil 1).



Şekil 1. Serbest radikallerin hücre içi yapılara etkileri (45).

3.7. Egzersizde Serbest Radikaller ve Yaptığı Hasarlar

Eğer radikallerin üretimi vücudun normal antioksidan savunma sistemini aşarsa istenilmeyen zararlar ortaya çıkabilir. Serbest radikaller hücreyi, hücre yapısını proteinleri ve nükleik asitleri olumsuz bir biçimde etkileyebilir. Yapılan çalışmalar egzersiz sırasında serbest radikal oluşumunun arttığını göstermektedir. Serbest radikallerin şu şekilde olumu gösterilmiştir.

1. Egzersizin süresince tüketilen oksijenin artması (10-40 kat artmaktadır) serbest radikal üretimine neden olmaktadır.

2. Oksijen kısmi azalmasına bağlı olarak artış gösteren metabolik ara ürünlerin oluşumu da (süperoksitler, hidrojen peroksit ve hidroksiradikaller) serbest radikal üretimine neden olmaktadır.

3. Metabolik olarak inaktif oldukları zaman epinefrin ve diğer katekolaminlerin artışı oksijen radikallerini üretebilmektedir.

4. Metabolizma sonucu üretilen laktik asit hafif hasar oluşturan serbest radikal süperoksit, kuvvetli hasar oluşturan hidroksile çevrilebilir.

5. Egzersiz sırasında kanın büyük bölümü çalışan kaslara aktığı için birçok organ ve dokuya giden kan akımı azalır, bu bölgelerde hipoksi oluşturmaktadır. Egzersiz bittikten sonra yeniden kan akımının başlaması ile tekrar oksijenlenme sonucu birdenbire reaktif oksijen molekülleri artmaktadır (31).

Fiziksel aktivite, şiddet ve süresiyle bağımlı olarak, metabolik süreçleri ve oksijen tüketimini arttırarak daha fazla serbest radikal oluşumuna neden olabilir. Ayrıca yoğun egzersizler sonucu oluşan kas hasarı membranlarda lipid peroksidasyonuna neden olmakta, fiziksel yorgunluğa yol açacak düzeydeki yüklenmelerde, çok iyi antrenmanlı atletlerde bile, kas dokusunda harabiyet oluşturur (29). Hasar gören kaslardaki (inflamasyona bağlı olarak) beyaz kan hücreleri ve makrofajlardaki artış serbest radikal oluşumuna neden olan etmenler arasında yer almaktadır. Egzersizde serbest radikallerin oluşumu kas dokusuna zarar verir. Maksimal egzersizlerde süperoksit anyon radikaller (O_2^-) ve Hidrojen peroksitin (H_2O_2) oldukça arttığı ve bunların dokuda lipid peroksidasyonuna,

enzimlerin inaktivasyonuna, hücre zarı lizisine ve DNA'da değişikliklere neden olduğu görölmektedir (31).

Özellikle akut ve ağır sportif yüklenmelerin oksidatif hasarı tetikleyerek kas yaralanmalarına sebep olduğu ve radikallerin yorgunluğa sebep olduğu şeklinde çalışmaların olduğu bildirilmektedir (29).

3.7.1. Serbest Radikallerin Lipitlere Etkileri

Lipidler, serbest oksijen radikallerine karşı en hassas olan vücut bileşenleridir (43).

Lipit peroksidasyonu, doymamış yağ asitlerinin serbest radikallerle etkileşmesi sonucu doymamış yağ asidindeki metilen grubundan bir hidrojen atomunun uzaklaştırılması ile başlamaktadır. Biyolojik sistemlerde bu radikalın süperoksit anyon radikali ile hidroksil radikali olduğu kabul edilmektedir. Lipit peroksidasyonu zarın yapısında ve barındırdığı enzimlerde aşağıdaki hasarları oluşturur (45, 54).

Sonunda plazma membranının bütünlüğünün kaybıyla hücre ölümü ve doku nekrozu gerçekleşebilmektedir. Lipit peroksidasyonu, lipit peroksitlerinin malondialdehit (MDA) ve diğer karbonil bileşiklerine dönüşmesiyle sona erer. MDA ölçümü lipit peroksidasyonunun göstergesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu bileşiğin miktarının saptanmasında tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren maddelerin (TBARS) ölçümü yapılmaktadır (49).

Yağ asitlerinin peroksidasyonu sonrasında açığa çıkan ürünler zar geçirgenliğini ve akışkanlığını ciddi şekilde etkileyip hücre ve organel

içeriklerinin ayrılmasına neden olan kopma ve kırılmalara yol açar. Lipit peroksidasyonu ile meydana gelen zar hasarı geri dönüşümsüzdür (54).

3.7.2. Serbest Radikallerin Proteinlere Etkileri

Proteinler, radikallerin etkilerine lipitlere oranla daha az hassastır ve amino asit dizilişlerine bağlı olarak etkilenirler. Özellikle doymamış bağ ve sülfür içeren moleküllerin serbest radikallerle etkileşimi yüksektir. Bu nedenle triptofan, tirozin, fenil alanin, histidin, metionin ve sistein gibi amino asitleri içeren proteinler serbest radikallerden daha kolay etkilenirler (54).

Proteinlerdeki karbonil grupları oksidatif hasarın göstergesi olarak kabul edilmektedir. Serbest radikal hasarının bir göstergesi olarak protein oksidasyon ürünleri, spektrofotometrik yöntemle doku veya plazma örneklerinde ölçülebilmektedir (45).

3.7.3. Serbest Radikallerin DNA'ya Etkileri

Serbest radikallerin, DNA atakları mutasyonlara ve hücre ölümlerine yol açmaktadır. Hidroksil radikali bazlarla ve deoksiribozlarla kolayca reaksiyona girer.

Hidrojen peroksit ise membranlardan kolayca geçebileceğinden hücre çekirdeğindeki DNA'ya ulaşır ve hücrenin işlevini yitirmesine hatta ölümüne yol açar. Bu nedenle DNA kolay zarar görebilen bir moleküldür. Çeşitli reaktif oksijen türleri farklı yollardan DNA hasarlarına neden olurlar (45). Örneğin O_2 ve H_2O_2 hiçbir zaman bazlarla reaksiyona girmezken OH^- radikali DNA'daki dört bazdan herhangi birine bağlanarak farklı reaktif ürünlerin oluşmasına yol

açmaktadır. Singlet oksijen ise guanine spesifik bağlanarak hasar oluşturur (55). Baz ve şeker radikallerinin reaksiyonları; değişik modifiye baz ve şekerler, kontrolsüz baz dizilimi, zincir kırılmaları ve DNA-protein çapraz bağlarını meydana getirirler. Oksidatif DNA hasarları da denilen bu tip hasarlar mutagenezise, kanserogeneze ve yaşlanmaya yol açmaktadır (56).

3.7.4. Serbest Radikallerin Karbonhidratlara Etkileri

Serbest radikaller, glukoz ve diğer monosakkaritleri de hasara uğratabilirler. Hidroksil radikallerinin glukozu etki etmesi sonucu peroksit radikalleri oluşmaktadır. Ayrıca glukoz, aldehit grubu içermesi nedeniyle toksik etki yapabilmektedir. Aldehitler reaktif maddelerdir ve proteinler ile DNA'ya bağlanarak enzimatik olmayan glikasyonlara yol açarlar. Glikasyon ürünlerinin serbest radikallerle oksidasyonu sonucu ileri glikasyon son ürünleri oluşur. Glikasyon son ürünleri birikimi doku hasarına neden olur (49).

Serbest oksijen radikalleri bağ dokunun önemli bir bileşeni olan hiyalüronik asit gibi karbohidratların parçalanmalarına da yol açabilirler (54).

3.8. Kas Hasarı

Kas hasarı; şiddetli egzersizler sonrasında kaslarda tükenme, fonksiyon kaybı, güçsüzlük ve ağrı yaratan bir durumdur (57).

Egzersiz, şekli ve şiddeti ile bağlantılı olarak farklı seviyelerde, iskelet kaslarında hasar oluşmasına neden olduğunu gösteren çok çalışma mevcuttur (58).

Hasar temel olarak iki yolla açıklanmaktadır; birincisi alışık olunmayan egzersiz, ikincisi ise, tam olarak karakterize edilememesine rağmen kas

iskemisinin de katkısıyla doku yaralanmasıyla bazı metabolik ve kimyasal olayların ortaya çıkmasıdır (20, 59). Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarını meydana getirir. Bunun yanında eksantrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı oluşturmaktadır (20, 60, 61).

Egzersiz sırasında alışılmışın dışında herhangi bir hareket ile veya egzersizin şiddetine bağlı olarak iskelet kasında hasar meydana gelir. Bu tür bir hasar egzersiz sırasında olabileceği gibi günlük işlerin yapılması sırasında da meydana gelebilir (58).

Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarı meydana getirir. Ekzantrik tipteki aktiverler, örneğin; tepe aşağıya yapılan koşular, merdiven inme, ağırlığı aşağıya doğru bırakmalarda ve aşağı doğru inmelerin olduğu skuat ve sınav türü hareketlerde gözlenir. Sonunda normal kasılmaların gözlendiği ve kasılma sırasında kasın yüke karşı daha başarılı kasıldığı kasımlara göre kas hücrelerinde hasar daha fazla gözlenmiştir (57).

Kasta hasarlar kas fibrillerinin farklı bölümlerinde meydana gelebilir. Mitokondrial, myofibriller, T. Tübüleri, Z çizgileri, yapısal bağlarda, sarkolemma v.b. ayrıca ağır egzersizlerde kanda laktat dehidrogenaz ve kreatin kinaz gibi enzimlerin yoğunluğunun artışı da kas ağrılarının neden olabilir (20, 31).

Uzun süren periyotta, devam eden ya da aralıklı zorlu kasılmalarda, üç tip kas hasarı belirtisi bilinmektedir. Bunlardan birincisi ve en yaygın olarak gözlenen gecikmeli kas hasarı olarak bilinmektedir. Buna bağlı olarak kişiler egzersizden 12-48 saat sonrasında kaslarda başlayan zayıflık, yorgunluk ve hassasiyet hissinden şikâyet ederler. Bu rahatsız edici durum çoğu sporcunun

inaktif dönemden tekrar spora çok zorlu çalışmalarla başlaması sonucunda ve spora yeni başlayan sporcularda yaygın olarak gözlenmektedir. İkinci tip kas hasarı belirtisi; egzersizden hemen sonra oluşan yorgunluktur. Egzersiz esnasında veya egzersiz bittikten sonra kaybolur. Hem deneyimli hem de yeni başlayan sporcularda gözlenir. İzometrik kasılmalarda iskemiye sebep olarak anaerobik metabolizma sonucunda laktik asit üretilir ve laktik asitin kasta birikmesi sonucunda yorgunluk oluşmaya başlar. Üçüncü tip kas hasarı belirtisi; ise ağrı ile ilgilidir. Yüksek hızda yapılan kasılmalarda tekrarlanan egzersizler sırasında kas çekmesine benzer ağrı şeklinde gözlenir (57).

Günay ve arkadaşları ise; egzersize bağlı kas hasarını şu şekilde izah etmişlerdir.

1. Dokunun yırtılması,
 2. Isının artışı,
 3. Ph düşüşü,
 4. Laktat gibi metabolitlerin birikimi,
 5. Süperoksit Anyon Radikallerin ve Hidrojen Peroksidin artışına bağlıdır
- (31).

Araştırmacılar kas hasarının daha çok kas boyunun uzayarak kasıldığı eksantrik tipte kas kasılmaları sırasında gözlemlendiğini belirtmektedir (28, 31, 57, 62).

Egzersize bağlı kas hasarı olduğunda plazma ve serumda hücre içi enzim olan CK'nın aktivitesi artar. İskelet kas hasarı, kasa özel bileşenlerin membrandan kan dolaşımına sızmasına sebep olur. Bunlardan en önemlisi CK olmasına rağmen miyoglobin, laktat dehidrogenaz ve kas yapı proteinleri hasarın göstergesidir. Yüksek şiddetteki egzersizler kas hasarının oluşumunu arttırmaktadır (28). Bu egzersizler içerisinde en çok kuvvet üretimine katkı sağlayan eksentrik egzersizlerdir (20, 28).

Geniş kas yırtıklarında, kas dokusu harabiyetine işaret eden bazı enzim düzeylerinde artmalar görülür. İskelet kası hasarı kasa özel bileşenlerin membrandan kan dolaşımına sızmasına sebep olur. İskelet ve kalp kası hasarını tespitte yönelik çalışmalarda kullanılan yapılar; başta kreatin kinaz (CK) ve alt izoformları, myoglobin, aspartat aminotransferas (AST), laktat dehidrogenaz (LDH), beyin natriüretik peptit (BNP), atrial natriüretik peptit (ANP), karbonik anhidraz, troponin ve kas yapı proteinleri yaygın olarak kullanılan yapılardır. Bu yapılardan en önemlisi ve en çok kullanılanı CK'dır (57).

Kas hasarının belirlenmesinde doğrudan olduğu gibi dolaylı yöntem kullanılmaktadır (63).

İnsan kaslarındaki hasarın doğrudan yapılabilmesi için, biyopsi analizi ve MRI (magnetic resonance imaging) gibi yöntemlerle gerektirmektedir. Ancak bu yöntemler zor olduğu için daha çok dolaylı yöntemlere başvurulmaktadır (62).

Kas hasarının belirtileri fonksiyonel, biyokimyasal ve histokimyasal belirtiler olarak sınıflandırılabilir. Ağrı şişlik, kuvvet kaybı, hareket genişliğinde azalma tespit edilmesi kolay olan fonksiyonel belirtileridir. Aktivite ile meydana

gelen ağrı, kas hasarının subjektif belirtileri içerisinde en başta gelenidir. Genellikle 24 saat içerisinde gelişmekte olan ağrıya, giderek kas hassasiyeti ve sertliği de eklenir. Hiçbir ilave aktivite yapılmaksızın aşrı 5-7 gün devam edebilir (61).

3.8.1. Egzersize Bağlı Kas Hasarında Aktif Olan Enzimler

3.8.1.1. Kreatin Kinaz (CK)

İskelet kaslarında, kalp kasında ve beyin dokusunda bulunan, fosfokreatinden bir fosfat grubunun adenozin difosfata geçişini katalize ederek sonuçta kreatin ve adenozin trifosfat oluşmasını sağlayıcı bir enzimdir (28). CK kasılma veya taşıma sistemlerindeki ATP yenilenmesini sağlayan bir enzimdir (61).

Üç izoenzimi vardır. CK-BB izoenzimi beyin gastrointestinal sistem, prostat, plasenta ve akciğerde bulunur. CK-MB izoenzimi kalp ve iskelet kasında bulunurken, CK-MM iskelet ve kalp kasında bulunur. CK en fazla beyin ve kaslarda bulunur. Beyinde bulunan CK, hemen hemen kan beyin bariyerini geçemediği için dolaşıma geçemez. Bundan dolayı ölçülebilen CK düzeyi kalp kası veya iskelet kaslarında belirlenir (28). Kreatin Kinaz (CK)'nın en çok aktif olduğu yer iskelet kaslarıdır (61).

Kreatin Kinaz tip I liflerine göre tip II liflerinde daha çok aktif olabilir. Tepe aşağı yürüyüş egzersizlerinde tip II fibrillerinin tip I fibrillerine oranla daha çok hasara uğradıkları belirtilmiştir. Egzersizden sonra CK'nın en yüksek seviyeye ulaşması, egzersizin şiddeti, çeşidi ve süreye göre değiştiği, farklı çalışmalarda zirveye ulaşma zamanı hakkında değişik sonuçlar bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada egzersizi takibeden 2. ve 4. günden sonra en yüksek seviyeye ulaştığı, diğer bir çalışmada da bacak direnç egzersizlerinden sonra 3. ve 4. günlerde en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir (28).

Egzersizden sonra kasa özel olan bileşenlerin, kas hasarı sırasında membrandan kan dolaşımına sızmasına neden olmaktadır. Bu gibi durumlarda kanda en sık rastlanan enzim kreatin kinazdır. Kas hasarının bir diğer göstergeler serumda artmış Laktat dehidrogenaz (LDH) ve yapısal kas proteinleri düzeyidir. Ekzentrik egzersizler daha yüksek kuvvet üretimine yol açarlar. Kanda ortalama CK düzeyleri, egzersizden 3-4 gün sonra en yüksek seviyelere ulaşır. Çalışmalar egzersizden sonra 5. günde CK seviyesinin hâlâ yüksek olduğunu göstermiştir. Kas hasarı göstergelerinden olan ve serumda artış gösteren yapısal kas proteinlerin seviyesi ile laktat dehidrogenaz (LDH)'ın seviyesidir (61, 63, 64).

3.8.1.2. Laktat Dehidrogenaz (LDH)

LDH aktivitesi hemen hemen vücudun tüm hücrelerinde mevcut olmakla birlikte özellikle beyin, eritrositler, lokositler, böbrek, karaciğer, akciğer, lenf nodları, trombositler, miyokard ve iskelet kasında oldukça fazladır (28).

Miyokard infarktüsü, karaciğer hastalıkları, pernisiyöz ve megaloblastik anemilerde, pulmoner emboli, malignite ve kas distrofilerin değerlendirilmesinde kullanılır. Kalp, akciğer ve böbrek infarktüslerinde, kardiyopulmoner sistem, karaciğer, kollajen, hemolitik anemi, megaloblastik anemi, transfüzyon, felç, kas travması, kas distrofileri, akut pankreatit, hipotansiyon, şok, infeksiyöz mononükleoz, inflamasyon, neoplazi, intestinal obstrüksiyon, hipotiroidizm durumlarında yükselme görülür. İnsanlarda serum CK ile beraber LDH

düzeylerinde artış şeklinde gözlenir. Çünkü kas hasarının diğer bir göstergesi de serum da artmış laktat dehidrogenaz (LDH) düzeyidir (63).

Harbili (2007) erkek denekler üzerinde yaptığı araştırmada, egzersiz sonrası kas hasarının biyokimyasal belirteçlerinden CK enzim aktivitesinin hem kontrol grubunda hem de çalışma (Sauna) grubunda egzersizden sonra da artmış, fakat sauna grubunda bu değerlerin daha düşük bulunmuştur. LDH enzim değerlerinin ise saunadan 24 saat sonra, egzersiz öncesinde ve egzersizden sonra da başlangıçtan öncesine göre yüksek olduğu, kontrol grubunda ise egzersiz sonrası LDH enziminin değişmediğini bildirmektedir (65).

3.9. Oksidatif Stres

Organizmada serbest radikallerin oluşum hızı ile bunların ortadan kaldırılma hızı bir denge içerisinde ve bu durum oksidatif denge olarak adlandırılır. Oksidatif denge sağlandığı sürece organizma, serbest radikallerden etkilenmemektedir. Organizmada Hücrel savunma mekanizması vasıtasıyla ortadan kaldırılardan daha fazla reaktif oksijen türlerinin (ROS) meydana gelmesi **oksidatif stres** olarak tanımlanır. Oksidatif stres olarak adlandırılan bu durum özetle; serbest radikal oluşumu ile antioksidan savunma mekanizması arasındaki ciddi dengesizliği göstermekte olup, sonuçta doku hasarına yol açmaktadır (44).

Düzenli antrenmanın sağlık açısından çok sayıda faydası varken, şiddetli fiziksel stresörler muhtemelen ROT üretimindeki artıştan dolayı oksidatif hasarı arttırmaları (66).

Goto ve arkadaşları yaptıkları araştırmada egzersizin şiddeti artarsa bu durumun oksidatif stresi de artıracakını vurgulamışlardır (67).

Oksidan stres, aşırı ROS üretimi, antioksidan savunmanın yetersizliği ya da her iki durumun birlikte bulunması ile oluşur (68). İnsan vücudunda normal fizyolojik şartlar altında serbest radikaller ve hidrojen peroksit sabit bir hızla üretilir. Serbest radikallerin zararlı etkileri antioksidan savunma sistemleri tarafından azaltılır. Normal hızda üretilen serbest radikallere karşı yeterli etkinlikte antioksidan savunma sistemleri bulunur. Ancak antioksidan savunma sistemlerinin büyük bir yedeği yoktur. Hafif oksidan stres sonrası hasarlı moleküller tanınır, uzaklaştırılır ve yerine yenileri yapılırken şiddetli oksidan strese hücre hasarlanması olur. Sonuç olarak oksidan stresle adaptasyon ya da hücre ölümü gerçekleşebilir (69).

3.10. Akut Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Sistem

Oksidatif stres, pro-oksidanlar ve antioksidanlar arasındaki dengenin pro-oksidanlar lehine bozulmasının bir sonucudur. Akut, şiddetli egzersiz lipit peroksidasyonunu arttırmasına karşın, düzenli egzersizin ise antioksidan durumu olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Düzenli olarak yapılan antrenmanlar ile antioksidan savunma düzenlenerek yenilenmektedir. Böylece antrene edilmiş kişilerde hücre hasarı antrene edilmeyenlere göre daha düşüktür. Egzersizin süresi, şiddeti ve tipi lipit peroksidasyonunu etkilemektedir (70).

Akut egzersizin, özellikle yüksek şiddette yapıldığı zaman, oksidatif strese neden olduğu gösterilmiştir. Akut aerobik egzersizde oksidatif stresle bağlantılı iki mekanizma vardır (66, 71, 72).

1. VO₂ (Oksijen Volümü) istirahat seviyelerinin 10–15 kat üzerine çıktığı zaman kütle olayı etkisiyle pro-oksidan aktivite artar.

2. Pro-oksidanlara kıyasla antioksidan aktivite yetersizdir

Akut egzersiz beyin koenzim Q10, karaciğer sistein, sistin ve yavaş kas askorbik asit seviyelerinde azalmaya, kalp GSH ve askorbik asit seviyelerinde artışa neden olur (66). Yapılan bir çalışmada, maksimal egzersizden hemen sonra askorbik asit ve ürik asit seviyelerinin önemli ölçüde düştüğü bildirilmiştir (71).

Egzersiz sırasında serbest radikal oluşum nedenleri şu şekilde belirtilebilir (72).

1. Egzersiz süresince artan süperoksit radikali (O_2) tüketimi (10-40 kat artmaktadır) başlı başına serbest radikal üretimine neden olabilir.

2. Süperoksit radikali (O_2) kısmi azalmasına bağlı olarak artış gösteren metabolik ara ürünlerin oluşumu da (örneğin; süperoksitler, hidrojen peroksit ve hidroksil radikaller) serbest radikal üretimine neden olabilir.

3. Metabolizma sonucu üretilen laktik asit hafif hasar oluşturan süperoksit, kuvvetli hasara neden olan hidroksile çevrilebilir.

4. Egzersiz sırasında kanın büyük bölümü çalışan kaslara aktığı için bir çok organ ve dokuya giden kan akımı azalmakta ve bu bölgelerde hipoksi oluşturmaktadır. Egzersiz bittikten sonra yeniden kan akımının başlaması ile tekrar oksijenlenme sonucu birdenbire reaktif süperoksit radikali (O_2) molekülleri artabilir.

Akıl (2009) yaptığı araştırmada, akut egzersizin oluşturduğu oksidatif stresin son yıllarda geniş bir şekilde araştırıldığını ve egzersizin ROS ve nitrojen türlerinin oluşumuna ve bununla bağlantılı oksidatif hasara neden olduğu, düzenli

antrenmanın ise reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu lipid peroksidasyonuna karşı direnci artırdığı ve oksidatif proteinleri ve DNA hasarını azalttığını bildirmektedir. Önceki çalışmaların akut egzersizden sonra kandaki oksidatif stres markerlarında artış tanımlaması, oksidatif stresin sadece hücre sel elemanlarla sınırlı olmadığına işaret etmektedir (66,73).

Fiziksel aktivite serbest radikal üretimini birçok yolla artırır.

1. Egzersizde oksijen tüketimi birçok kat artar. Mitokondriyal elektron transfer zincirinden elektron sızıntısı süperoksit anyonu üretiminde artışla sonuçlanır.

2. Ksantin dehidrogenaz, hipoksantini ksantine ve ksantini de ürik aside okside eder. Şiddetli egzersizde aktif kaslar hipoksik olabilir. İskemide anaerobik metabolizmayla ksantin üretilir ve ksantin dehidrogenaz ksantin oksidaza dönüştürülür. Egzersiz sonucunda oluşan doku hasarı daha sonra NADPH oksidaz tarafından serbest radikal üretimi ile nötrofil gibi inflamatuvar hücrelerin aktivasyonuna neden olabilir.

3. Egzersiz esnasında katekolamin konsantrasyonu artar ve bu da ROS'un otooksidasyonu ile sonuçlanır.

4. Egzersizin neden olduğu hipertermi oksidatif hasara neden olabilir.

5. Oksihemoglobinin methemoglobine otooksidasyonu egzersiz ile artabilir, bu da süperoksit üretimiyle sonuçlanır (72).

Oksijen tüketimi ile birlikte serbest radikal üretiminde de artış meydana gelir. Egzersiz sırasında kaslarda meydana gelen kasılmalar enerji tüketimini ve oksijen kullanımını önemli ölçüde artırır (6, 74, 75).

Maksimal aerobik egzersiz süresince tüm vücudun oksijen tüketimi dinlenme anındakine göre yaklaşık 15-20 kat, çalışan kaslardaki oksijen tüketimi ise 100 kat daha fazladır. Artan oksijen tüketimi ise ROS'nin üretimini arttırmaktadır. Fiziksel egzersizin tipi, yoğunluğu, süresi ve egzersizi yapan kişinin cinsiyeti egzersizin indüklediği ROS'nin oluşumunu etkilemektedir (6, 7).

Düzova ve arkadaşları sıçanlar üzerinde yaptıkları araştırmada orta düzeyde egzersizin antioksidan aktivite üzerinde daha etkili olduğu, ancak; yüksek düzeyde antrenmanlı hayvanlarda oksidan/antioksidan sistemler arasındaki dengenin daha iyi düzenlendiğini saptamışlardır (76).

Yine başka bir çalışmada akut egzersiz sıçan kalbi antioksidan enzim aktivitesinde kronik egzersizin yaptığından daha büyük bir artışa yol açtığını göstermişlerdir. Bu farklılığın tüketici egzersiz esnasında artan süperoksit ve oksiradikal üretimi ile başa çıkmak için kompensatuar mekanizmanın sonucu olduğu ileri sürülmüştür (72).

Egzersiz sırasında Oksidan strese karşı vücudu korumak için E ve C vitaminlerini ve Beta karoten düzeylerinin her üçünün de yüksek olması gerekir. Yapılan araştırmalar E vitamini'nin kas yorgunluğunu geciktirerek performansını olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir (31).

3.10.1. Antioksidan Savunma Sistemleri

Aerobik canlılar serbest radikallerin toksik etkilerinden korunmak için antioksidan sistemler geliştirmişlerdir (43, 77).

Canlı hücrelerde bulunan protein, lipit, karbonhidrat ve DNA gibi okside olabilecek maddelerin serbest radikaller tarafından oksidasyonunu önleyen veya geciktirebilen maddelere antioksidanlar ve bu olaya antioksidan savunma denir (40).

Okside olabilen bir maddenin oksidasyonunu geciktiren ya da önleyebilen maddeler antioksidan olarak tanımlanmaktadır (78). Belirli bir düzeye kadar olan oksidan molekül artışı yine vücutta daima belirli bir seviyede bulunan doğal endojen antioksidan moleküller tarafından etkisiz hale getirilmektedir.

Böylece organizmada oksidan düzeyi ve antioksidanların gücü bir denge içindedir. Oksidanlar belirli bir düzeyin üzerinde oluşur veya antioksidanlar yetersiz kalırsa, oksidan moleküller organizmanın yapı taşları olan protein, lipit, karbonhidrat, nükleik asit ve yararlı enzimleri hasara uğratırlar (46).

Antioksidan sistem serbest radikallerin zararlı etkisinden korunmada önemli role sahiptir. Oksidan maddelere karşı savunmada, geçiş metal iyonlarının bağlanması, ROS oluşumunun önlenmesi, oluşan radikallerin toplanması veya baskılanması, radikal zincir reaksiyonlarının kırılması, hasara uğrayan hedef moleküllerin tamiri veya ortamdan uzaklaştırılması mekanizmaları yer almaktadır. Bu savunma mekanizmaları enzimatik veya enzimatik olmayan antioksidan moleküller aracılığıyla gerçekleşmekte ve antioksidan bileşikler etki açısından birbirlerini desteklemektedirler. Antioksidan savunma ile oksidanlar arasındaki

dengeinin bozulması oksidan strese ve bunun sonucunda doku hasarına yol açmaktadır (79).

Antioksidan savunma sistemi, normal metabolizmanın işleyişi sırasında koruyucu rolünü gerçekleştirir. Fakat asıl etkisini hastalık veya organizmada herhangi bir sebeple oluşan serbest radikal oluşumu durumunda artırmakta ve bu durumu etkisizleştirmeye çalışmaktadır. Vücutta serbest radikallerin oluşumu ve uzaklaştırılması sırasındaki denge bu antioksidan savunma sistemi ile sürdürülmektedir. Eğer durum radikal oluşumu tarafına bozulursa vücut birçok hastalıkla karşı karşıya kalabilir (80).

Hücre ve dokular, radikal ürünleri ve reaksiyonları inhibe eden bir sisteme sahiptir. Bunlar “antioksidan savunma sistemleri” veya kısaca “antioksidanlar” olarak bilinirler. Antioksidan savunma; radikal metabolit üretiminin önlenmesi, üretilmiş radikallerin temizlenmesi, oluşan hücre harabiyetinin onarılması, sekonder radikal üreten zincir reaksiyonlarının durdurulması ve endojen antioksidan kapasitenin artırılması işlevini yapar. Öte yandan, antioksidanlara daha spesifik rollerin yüklendiği çalışmalarda, antioksidan savunmanın; sellüler, membransal ve ekstrasellüler olarak sınırlandırıldığı görülmektedir (81).

Antioksidan moleküller endojen ve eksojen kaynaklı yapılar olup, oluşan oksidan moleküllerin neden olduğu hasarı hem hücre içi hem de hücre dışı savunma ile etkisiz hale getirilirler. Hücre dışı savunma, albümin, bilirubin, transferin, seruloplazmin, ürik asit gibi çeşitli molekülleri içermektedir. Hücre içi serbest radikal toplayıcı enzimler asıl antioksidan savunmayı sağlamaktadır. Bu enzimler süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon-S-transferaz, glutatyon

peroksidaz, glutasyon redüktaz, katalaz ve sitokrom oksidazdır. Bakır, çinko ve selenyumgibi eser elementler ise bu enzimlerin fonksiyonları için gereklidir (6, 44, 54).

Tablo 3.1. Antioksidan Sistemler (6)

ANTIÖKSİDAN SİSTEMLER			
Süpürücü	Enzimatik	Sentetik	Koruyucu
Antioksidanlar	Antioksidanlar	Antioksidanlar	Antioksidanlar
Askorbik asit	Katalaz	N-asetilsistein	Transferin
α -Tokoferol	Süperoksit dismutaz	Allopurinol	Albumin
Tiyoller	Glutasyonperoksidaz	Probakol	Seruloplazmin
β karoten	Paraoksonaz	Penisilamin	Ferritin
Ürik asit		Deforoksamin	
Flavonoidler		Butil-hidroksitoluen	
Ko-enzimQ			

3.10.2. Antioksidan Etki Mekanizmaları

Toplayıcı Etki; Serbest oksijen radikallerini etkileyerek onları tutma veya çok daha zayıf bir moleküle çevirme işlemine toplayıcı etki denir. Antioksidan enzimler bu tip bir etki gösterirler.

Bastırıcı Etki; Serbest oksijen radikalleriyle etkileşip onlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini azaltan veya inaktif şekle dönüştüren olaya bastırıcı etki adı verilir. A vitamini ve flavinoidler bu tarz bir etkiye sahiptirler.

Onarıcı Etki; Hedef moleküllerin hasar sonrası tamiri veya temizlenmesi

Zincir Kırıcı Etki; Serbest oksijen radikallerini kendilerine bağlayarak zincirlerini kırıp fonksiyonlarını engelleyici etkiye zincir kırıcı etki denir. E vitamini, hemoglobin, seruloplazmin ve mineraller zincir kırıcı etki gösterirler.

3.11. Total Antioksidan Durum

Normal fizyolojik koşullarda organizma, endojen veya eksojen nedenlerle oluşan serbest radikaller ve bunlara bağlı oluşan oksidatif stres ile mücadele eden karışık bir antioksidan savunma sistemine sahiptir. Vücudun oluşan oksidan durumlara karşı indirgenme ayarını sürdürebilmesinde plazma çok önemlidir. Çünkü plazma, antioksidanların vücudun tüm bölümlerine taşınımını ve dağıtımını gerçekleştirir (13).

Total antioksidan duruma en büyük katkı plazmadaki antioksidan moleküllerden gelmektedir. Plazmada serbest demiri toplayan transferrin ve seruloplazmin gibi proteinler yanında serbest radikalleri kapatan zincir kırıcı antioksidanlar da bulunmaktadır. Albumin, ürik asit ve askorbik asit insan plazmasındaki total antioksidan durumun %85'inden fazlasını oluşturur. Bu fark kanda bilirubin, GSH, flavinoidler, α -tokoferol ve β -karoten gibi antioksidan durumun komponentlerine nazaran albumin, ürik asit ve askorbik asitin seviyelerinin fazla olmasına bağlıdır. Plazmada antioksidanlar bir etkileşim içindedir. Bu etkileşimden dolayı bileşenlerin tek başlarına yaptıkları etkinin toplamından daha fazla bir etki oluşmaktadır.

Bu sinerjizme örnek olarak, glutatyonun askorbatı, askorbatın da tokoferolün yeniden aktifleşmesini sağlaması verilebilir. Total antioksidan seviyenin ölçümü, antioksidanların tek tek ölçümünden daha değerli bilgiler

verebilir. Bundan dolayı kanın antioksidatif durumunu saptamada bireysel antioksidanlardan çok bunların toplam antioksidan değerini veren toplam antioksidan kapasite (TAS) ölçümü yaygınlaşmaktadır (12, 13, 82).

Böylece plazmanın total antioksidan kapasitesinin her antioksidanın tek başına etkileri ile birlikte değişik antioksidanlar arasındaki ilişkilere bağlı olduğu söylenebilir (43).

Antioksidan savunmalar zayıfladığında vücut hücreleri ve dokuları disfonksiyon ve/veya hastalık geliştirmeye daha yatkın hale gelirler. Böylece, yeterli antioksidan düzeylerinin doz aşılardan sürdürülmesi, çok sayıda hastalık durumunu önlemek ve hatta kontrol altına almak için gereklidir. Birçok farklı patofizyolojik durumda (kalp hastalıkları ve vasküler hastalıklar, diyabet, nörolojik ve psikiyatrik hastalıklar, renal hastalıklar ve akciğer hastalıkları) kullanımı için çeşitli uyarıların dikkatlice yapılmasının gerekliliğine rağmen (uygun metodun seçilmesi, hücresel antioksidanlar gibi diğer antioksidanların kullanımı, genetik antioksidan cevap elementleri (ARE) veya antioksidan vitaminler ve değerli oksidatif/nitrozatif biyomarkörlerin kullanımı) TAC teşhis ve prognozda kullanılacak güvenilir bir biyomarkör olabilir. TAC, hastalık risklerinin ve hastalıkların önlenmesi için anti yaşlanma stratejileri de dahil olmak üzere, TAC açısından zengin yiyeceklerle besinsel müdahaleler gerçekleştirmek üzere kullanılabilir (83).

4. GEREÇ VE YÖNTEM

4.1. Araştırma Grubu

Araştırmanın amacını gerçekleştirmek üzere Futbolcu Deney Grubu, Türkiye Profesyonel Futbol 1. Ligi takımlarından Gaziantep Büyükşehir Belediyespor'da, haftada 5 gün ortalama 2 saat antrenman yapan, en az 5 yıl profesyonel futbol oynamış ve takımda faal olarak yer alan, yaş ortalaması 19.50 ± 2.46 , boy ortalaması 1.76 ± 0.06 cm, spor yaşı 8.3 ± 0.7 yıl, vücut ağırlıkları 69.55 ± 6.14 kg olan, 25 gönüllü futbolcudan oluşturuldu.

Sedanter Kontrol Grubu ise, yaş ortalaması 20.85 ± 1.81 boy ortalamaları 1.77 ± 1.49 cm, vücut ağırlıkları 68.80 ± 8.80 kg olan ve herhangi düzenli bir sportif faaliyeti bulunmayan, sağlıklı 30 erkek gönüllü bireylerden oluşturuldu.

Çalışma grupları; yaş, boy, kilo bakımından benzer özellikler taşıyan deneklerden seçildi (Tablo 4.1). Ayrıca çalışmaya katılıp ve herhangi bir nedenden dolayı müsabakayı tamamlayamayan veya çalışmada ölçümleri tamamlanmayan denekler değerlendirme dışı bırakıldı. Bu nedenle deney grubu futbolculardan 5 denek, sedanterlerden ise 10 denek çalışmadan çıkarıldı. Araştırmanın tüm aşamalarına dâhil olan 20 futbolcu ve 20 sedanter olmak üzere toplam 40 denek değerlendirmeye alındı.

4.2. Araştırmanın Dizaynı

Bu çalışmanın etik kurallara uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kuruludan 07.07.2010 tarih ve 7/2010-42 sayılı kararı ile izin alındı (Ek-1). Deney ve sedanter gurubunu

oluşturan tüm deneklere çalışma ile ilgili detaylı bilgi verilerek, imzalı aydınlanmış onam formu (Ek-2) alındı.

Tablo 4.1. Araştırma Gruplarının Fiziksel Özellikleri

Fiziksel Özellikler	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Futbolcular		Sedanterler	
	Futbolcular (n:20) $\bar{X} \pm S$	Sedanterler (n:20) $\bar{X} \pm S$	Max	Min	Max	Min
Yaş (yıl)*	19.50 ± 2.46	20.85 ± 1.81	16	25	18	24
Boy (cm)*	1.76 ± 0.06	1.77 ± 1.49	1.70	1.90	1.60	1.90
Kilo (kg)*	69.55 ± 6.14	68.80 ± 8.80	59	82	53	85
Spor Yaşı (yıl)	8.3 ± 0.69	----	5	13	--	--

*p>0.05 düzeyde anlamlı bulunmamıştır.

Futbolcu ve sedanterlerin yaş, boy ve kilo değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 4.1). Çalışmaya dahil edilen deneklerin, kronik hastalığı bulunmayan ve ilaç kullanmayan, tamamen sağlıklı olma kriteri temel alındı. Çalışma öncesinde sedanterlerin kan bulguları alınarak, futbolcuların ise Gaziantep Büyükşehir Belediyespor kulübünden alınan sağlık raporlarıyla egzersiz yapmaya engel herhangi bir sağlık problemin veya sakatlığın olmadığı tespit edildi. Çalışma grupları oluşturulurken; deneklerin son altı ay içerisinde dış tedavisi almamış olmaları, ölçümleri etkileyebilecek sürekli kullandıkları herhangi bir ilaç kullanmadıkları ve herhangi bir ameliyat, sakatlık ya da hastalık geçirip geçirmedikleri sorgulandı.

Ölçümleri etkileyebilecek olan preanalitik, analitik ve postanalitik evrelerde herhangi bir hatanın oluşmamasına özen gösterildi. Çalışma öncesinde deneklerin maç gününden en az 1 hafta önce oksidan ve antioksidan savunmayı etkileyecek herhangi bir ilaç almamaları konusunda uyarılarak, maçtan 24 saat

öncesiyle sonrasında alkol ve kafein gibi içeceklerle, sosis, salam, sucuk vb. gibi yiyecekleri tüketmemeleri, metabolik cevapların değişmemesi için maçtan önceki 48 saat öncesinde ağır fiziksel aktivite yapmamaları ve deney saatinden en az 4 saat öncesinden yiyecek-içecek almış olmaları, standardın korunması adına istendi.

Çalışmada deneklerin laboratuvar ortamında antropometrik ölçümleri (yaş, boy, kilo, spor yaşı (futbolcuların) alındı. Deneklere 45'er dakikalık iki devreli maç yaptırıldı. Maçtan 30 dakika önce (MÖ), maçtan sonra (MS) ve maç bitiminden 24 saat sonra (M24SS) alınan kan numunelerinin, Total Oksidan Seviye (TOS), Total Antioksidan Seviye (TAS), Oksidatif Stres İndeksi (OSI) ve kas hasarı belirteçlerinden; Kreatin Kinaz (CK) ile Laktat Dehidrogenaz (LDH) tayini Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Biyokimya Anabilim dalında çalışıldı.

4.3. Kullanılan Araç ve Gereçler

Antropometrik ölçümlere sporcular sadece şortla alınarak, bütün ölçümler aynı kişi tarafından alındı.

4.3.1. Boy ve Vücut Ağırlığının Ölçülmesi

Boy uzunluğu; Anatomik pozisyonda, çıplak ayakla, derin inspirasyon sırasında başa temas eden zemine paralel çizgi ile ayak tabanı arası mesafesi Seca marka dijital boy ölçerli baskül ile ölçüldü. Uzunluk 1 mm hassalık derecesinde değerlendirildi. Vücut ağırlıkları, deneklerin üzerinde yalnızca şort varken, çıplak ayakla ve aç karnına gerçekleştirildi.

4.4. Saha Testlerinin Uygulanması

Deney grubu futbolculara ve kontrol grubu sedanter bireylere 45'er dakikalık 2 devre halinde 90 dakikalık bir futbol maçı olarak akut egzersiz yaptırıldı. MÖ, MS ve M24SS kan örnekleri alındı. Yaptırılan akut egzersizde; deney grubu futbolcular ayrı bir günde 15-17 saatleri arasında, sedanter kontrol grubu ise farklı bir günde aynı zaman diliminde kendi aralarında iki takıma ayrılarak 90 dakikalık bir maç yaptırıldı.

4.5. Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması

Kan örneklerinden çalışılacak olan parametreler için 5'er ml'lik 2 adet antikoagülsüz vacutainer tüplere venöz kan ve 2 ml'lik 2 adet EDTA'lı tüplere venöz kan; MÖ, MS ve M24SS alındı. Tüpler 30 dakika oda ısısında bekletildikten sonra 3000 g'de 10 dakika santrifüj edilerek serum ve plazmaları ayrıldı.

Örnekleri ependorf tüpleri içinde çalışma zamanına kadar -80 °C'de saklandı. Örnekler derin dondurucudan çıkarıldıktan sonra oda ısısına getirilerek çalışıldı.

TAS (Total Antioksidan Seviye), TOS (Total Oksidan Seviye) ; Kolorimetrik yöntemlerle, Kreatin Kinaz, Laktat Dehidrogenaz (LDH) Tayini; Spektrofotometrik yöntemlerle, Tam Kan Sayımı; Tam Kan Cihazında çalışıldı.

4.6. Kan Analizleri

4.6.1. Total Antioksidan Seviye (TAS) Ölçümü

TAS ölçüm yöntemi Erel tarafından geliştirilen ve tam otomatik bir yöntem olup, güçlü serbest radikallere karşı vücudun total antioksidan kapasitesini ölçen bir metottur (84). Testin prensibi; ABTS+ (2,2'-azinobis-3-ethylebenzothiazoline-6-sulfonate), radikalinin oluşturduğu mavi-yeşil rengin ortama ilave edilen numunedeki antioksidanlar ile azalması esasına dayanmaktadır. ABTS, ABTS+ radikalini oluşturmak üzere bir peroksidaz olan metmiyoglobin (HX-Fe⁺) ve H₂O₂ ile inkübe edilir. Oluşan ferrilmiyoglobin ABTS ile ABTS+ radikalini oluşturmak üzere reaksiyona girer. ABTS+ radikali kısmen stabil, mavi-yeşil renktedir. İlave edilen numunedeki antioksidanların oranına göre renk oluşumu inhibe olur. Bu renk değişimi 600 nm'lik dalga boyunda ölçülür. TAS hesaplanmasında bir E vitamini analogu olan Trolox standart olarak kullanıldı. Birimi mmol trolox Eqv/L'dir (85).

4.6.2. Total Oksidan Seviye (TOS) Ölçümü

TOS ölçüm yöntemi Erel tarafından geliştirilen tam otomatik kolorimetrik bir yöntemdir. Örnekte bulunan oksidanlar ferröz iyon-o-dianisidine bileşkesini ferik iyon oksitlerler. Ortamda bulunan gliserol bu reaksiyonu hızlandırarak yaklaşık üç katına çıkarmaktadır. Ferrik iyonlar asidik ortamda xlenol orange ile renkli bir bileşke oluştururlar. Örnekte bulunan oksidanların miktarıyla ilişkili olan rengin şiddeti spektrofotometrik olarak ölçülmektedir Birimi µmol H₂O₂ Eqv. / L'dir (86).

4.6.3. Total Antioksidan Seviye (OSİ) Hesaplaması

Total Oksidan Seviyesi (TOS)/Total Antioksidan Seviyesi (TAS) şeklinde bölünerek Oksidatif Stres İndeksi (OSİ) hesaplandı. Birim AU'dir (87).

4.6.4. Kreatin Kinaz Tayini (CK)

Kreatin kinaz ölçümü için alınan 3 cc'lik kan numunesi 30 dk. oda ısısında bekletildikten sonra 3000 g'de 10 dakika santrifüj edilerek serum ve plazmaları ayrıldı. Elde edilen serumlar analiz edilinceye kadar -80 °C'de saklandı. Örnekler derin dondurucudan çıkarıldıktan sonra oda ısısına getirilerek Kone lab. 60 İ otoanalizatörü ile ölçümü yapıldı.

4.6.5. Laktat Dehidrogenaz Tayini (LDH)

Laktat dehidrogenaz ölçümü için alınan 3 cc'lik kan numunesi 30 dk. oda ısısında bekletildikten sonra 3000 g'de 10 dakika santrifüj edilerek serum ve plazmaları ayrıldı. Elde edilen serumlar analiz edilinceye kadar -80 °C'de saklandı. Örnekler derin dondurucudan çıkarıldıktan sonra oda ısısına getirilerek, plazma laktat dehidrogenaz konsantrasyonu Beckman Coulter 1X20 otoanalizatörde belirlendi.

4.7. İstatistiksel Analiz

CK, LDH, TAS, TOS ve OSI özellikleri bakımından dönem ve grupların karşılaştırılmasında tekrarlanan ölçümlü varyans analizi (repeated measurement ANOVA) tekniğinden yararlanıldı. Farklı grup ve dönemleri belirlemek amacıyla da Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. CK ve LDH özellikleriyle TAS ve TOS özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla Pearson-korelasyon katsayısından yararlanıldı.

5. BULGULAR

Tespit edilen özellikler bakımından biyokimyasal parametreler Tablo 5.1’de verilmiştir. TOS, TAS, OSI, CK ve LDH değerleri bakımından grup ve dönemlerin karşılaştırılması amacıyla yapılan, tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonuçları Tablo 5.2 - 5.6’ da topluca verilmiştir. TOS, TAS ve CK değerleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla hesaplanan Pearson korelasyon katsayıları (r) ve bunlara ilişkin anlamlılık düzeyleri (p-değerleri) ise Tablo 5.7 ve 5.8’ de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda TOS ($p<0.05$), OSI ($p<0.05$), CK ($p<0.01$), LDH ($p<0.01$), değerleri bakımından Grup x Dönem etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Dolayısıyla bu değerler bakımından gruplar arasındaki farklar, dönemlere göre değişmektedir. TOS, TAS, OSI, CK ve LDH değerleri bakımından farklı grup ve dönemlerin belirlenmesi amacıyla yapılan Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 5.2 - 5.6’ da verilmiştir.

Tablo 5.1. Çalışma Gruplarının Biyokimyasal Parametreleri

Özellikler	Dönem	Futbolcu (n=20)	Sedanter (n=20)	Futbolcu (n=20)		Sedanter (n=20)		Sig. (p)
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Min.	Mak.	Min.	Mak.	
CK(U/L)	MÖ	304.4±44.30	123.6 ± 11.5	88	737	75	259	0.000
	MS	408.6±52.90	172.8 ± 14.4	119	950	93	359	0.000
	M24SS	394.900 ± 45.40	283.400 ± 30.901	175	896	78	561	0.048
LDH(U/L)	MÖ	195.250 ± 6.19	184.800 ± 4.89	154	267	154	230	0.197
	MS	241.200 ± 7.57	202.10 ± 5.87	185	338	166	271	0.000
	M24SS	213.800 ± 5.27	177.950 ± 5.89	180	290	238	244	0.000
TAS (mmol trolox Eqv/L)	MÖ	1.772 ± 0.03	1.721 ± 0.03	1.525	1.997	1.511	1.922	0.226
	MS	1.911 ± 0.03	1.906± 0.03	1.688	2.189	1.698	2.534	0.945
	M24SS	1.849 ± 0.03	1.798 ± 0.03	1.643	2.087	1.566	2.081	0.207
TOS (µmol H2O2 Eqv./L)	MÖ	1.853 ± 0.14	2.961± 0.39	0.879	3.404	0.642	7.763	0.016
	MS	2.651 ± 0.39	3.578 ± 0.33	0.657	9.485	1.557	6.652	0.077
	M24SS	2.761 ± 0.28	2.315 ± 0.23	1.396	5.987	0.966	4.545	0.220
OSI (Tos/Tas AU)	MÖ	0.108 ± 0.01	0.174 ± 0.03	0.046	0.210	0.039	0.448	0.023
	MS	0.139 ± 0.02	0.188 ± 0.02	0.036	0.518	0.082	0.349	0.088
	M24SS	0.151 ± 0.02	0.131 ± 0.01	0.076	0.352	0.052	0.262	0.346

Kısaltmalar: \bar{X} : Ortalama, $S_{\bar{x}}$: Standart hata, CK: Kreatin kinaz, LDH: Laktat dehidrogenaz, TAS: Total antioksidan seviye, TOS: Total oksidan seviye, OSI: Oksidaif stres indeksi, MÖ: Maçtan önce, MS: Maçtan sonra, M24SS: Maçtan 24 saat sonra. Anlamlılık düzeyi *p<0.05 olarak alındı.

Tablo 5.2. TOS İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Gruplar	MÖ	MS	M24SS
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Futbolcular	1.853 ± 0.144 Bb	2.651 ± 0.394 ABb	2.761 ± 0.280 Aa
Sedanterler	2.961 ± 0.393 Aba	3.578 ± 0.334 Aa	2.315 ± 0.227 Ba

^{a,b} Aynı dönemde farklı küçük harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar anlamlıdır.

^{A,B} Aynı grupta farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar anlamlıdır (p<0.05).

TOS bakımından yapılan Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; (Tablo 5.2), sedanter grubun MÖ ve MS ölçülen TOS değerlerinin, futbolculara göre daha yüksek olduğu saptandı. M24SS ölçülen TOS değerleri bakımından ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Her bir grupta dönemler arasındaki farklar karşılaştırıldığında, futbolcuların MS ve M24SS ölçülen TOS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, bu iki dönemde ölçülen TOS değerlerinin, MÖ ölçülen TOS değerlerinden önemli düzeylerde daha yüksek olduğu gözlemlendi. Sedanterlerde ise TOS değeri ortalamasının MS en yüksek, M24SS en düşük olduğu gözlemlendi.

Tablo 5.3. TAS İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

MÖ	MS	M24SS
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
1.7465 ± 0.0203 C	1.9084 ± 0.0278 A	1.8235 ± 0.0202 B

^{A, B, C} Farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar anlamlıdır (p<0.01).

TAS bakımından ise sadece dönemler (p<0.01) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. TAS bakımından hangi dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonuçları Tablo 5.3' de verilmiştir. MS' ki TAS değerlerinin, M24SS' ki ve MÖ' ki TAS değerlerine göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptandı.

Tablo 5.4. OSI İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Gruplar	MÖ	MS	M24SS
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Futbolcular	0.1077 ± 0.0094Bb	0.1392 ± 0.0213ABb	0.1505 ± 0.0157 Aa
Sedanterler	0.1740 ± 0.0246 Aba	0.1880 ± 0.0181 Aa	0.1308 ± 0.0134Ba

^{a, b} Aynı dönemde farklı küçük harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar anlamlıdır.

^{A, B} Aynı grupta farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar anlamlıdır. OSI (p<0.05).

OSI bakımından yapılan Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Tablo 5.4), sedanter grubun MÖ ve MS ölçülen OSI değerlerinin, futbolcu

grubuna göre önemli düzeyde daha yüksek olduğu bulunurken, M24SS ölçülen OSI değerleri bakımından ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. Her bir grupta dönemler arasındaki farklar karşılaştırıldığında, futbolcuların sadece MÖ ve M24SS ölçülen OSI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunduğu saptandı. Sedanterlerde ise MS ve MÖ ölçülen OSI değerleri arasında anlamlı farkın bulunmadığı, ancak bu iki dönemde ölçülen OSI değerlerinin M24SS ölçülen OSI değerlerine göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlemlendi.

Tablo 5.5. CK İçin Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Gruplar	MÖ	MS	M24SS
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Futbolcular	304.40 ± 44.30Ba	408.60 ± 52.90Aa	394.90 ± 69.90Aa
Sedanterler	123.60 ± 11.50 Bb	172.80 ± 14.40 Bb	283.40 ± 30.90 Ab

^{a, b}Aynı dönemde farklı küçük harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.

^{A, B}Aynı grupta farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir. CK (p<0.01).

Tablo 5.5’ de, futbolcuların MÖ, MS ve M24SS’ ki CK değerleri ortalamasının, sedanterlere göre daha yüksek olduğu gözlemlendi. Her bir grupta dönemler arasındaki farklar karşılaştırıldığında ise futbolcuların MS ve M24SS’ki CK ortalamasının, MÖ’ ki CK ortalamasına göre daha yüksek olduğu gözlemlendi. Ancak, sedanterlerin CK ortalamaları dönemlere göre anlamlı bir değişiklik göstermediği saptandı.

Tablo 5.6. LDH için Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Gruplar	MÖ	MS	M24SS
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Futbolcular	195.25 ± 6.19 Ca	241.20 ± 7.57 Aa	213.80 ± 5.27 Ba
Sedanterler	184.80 ± 4.89 Ba	202.10 ± 5.87 Ab	177.95 ± 5.89 Bb

^{a,b} Aynı dönemde farklı küçük harflerle gösterilen grup ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.

^{A,B} Aynı grupta farklı büyük harflerle gösterilen dönem ortalamaları arasındaki farklar önemlidir. LDH (p<0.01).

LDH bakımından Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde (Tablo 5.6), futbolcu ve sedanterlerin MÖ' ki LDH ortalamaları arasında anlamlı farkların bulunmadığı ancak futbolcuların MS ve M24SS' ki LDH değerleri ortalamaları, sedanterlere göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Her bir grupta dönemler arasındaki farklar karşılaştırıldığında ise futbolcuların MS' ki LDH ortalamasının en yüksek olduğu, buna karşın MÖ' ki LDH değerleri ortalamasının da en düşük olduğu gözlemlendi. Sedanterlerde de LDH' in en yüksek çıktığı dönem maç sonrasıdır. Diğer yandan MÖ ve M24SS ölçülen LDH değerleri arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı saptandı.

Tablo 5.7. CK Seviyesi İle TAS ve TOS Değerleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r) ve Önemlilik Düzeyleri (p)

Gruplar	Değişkenler	MÖ		MS		M24SS	
		r	p	r	p	r	p
Futbolcular	CK-TAS	0.545	0.013*	0.520	0.019	0.464	0.039*
	CK-TOS	-0.317	0.173	0.160	0.502	0.173	0.465
Sedanterler	CK-TAS	0.004	0.986	0.034	0.887	0.294	0.208
	CK-TOS	0.402	0.079	0.213	0.366	-0.027	0.909

r: korelasyon katsayısı, p: anlamlılık düzeyi.

CK ile TAS ve TOS değerleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla hesaplanan Pearson-korelasyon katsayıları Tablo 5.7' de verilmiştir. Buna göre sedanterlerin MÖ, MS ve M24SS' ki CK, TAS ve TOS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmedi. Futbolcuların ise sadece MÖ (r=0.545, p<0.05) ve M24SS (r=0.464, p<0.05), CK ve TAS değerleri arasında anlamlı bir ilişkinin bulunduğu gözlemlendi. MS, CK ile TAS ve TOS arasında ise anlamlı bir ilişki gözlenmedi.

Tablo 5.8. LDH Seviyesi İle TAS ve TOS Değerleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r) ve Önemlilik Düzeyleri (p)

Gruplar	Değişkenler	MÖ		MS		M24SS	
		r	p	r	p	r	p
Futbolcular	LDH-TAS	0.413	0.070	0.631	0.003**	0.296	0.205
	LDH-TOS	0.158	0.505	0.101	0.672	0.151	0.524
Sedanterler	LDH-TAS	0.062	0.796	0.099	0.979	-0.168	0.479
	LDH-TOS	0.425	0.062	0.421	0.064	0.253	0.281

r: korelasyon katsayısı, p: anlamlılık düzeyi.

LDH ile TAS ve TOS değerleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla hesaplanan Pearson-korelasyon katsayıları Tablo 5.8'de verilmiştir. Sedanter grubun MÖ, MS ve M24SS ile LDH, TAS ve TOS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı gözlemlendi. Futbolcu grubunun ise sadece MS, LDH ve TAS değerleri arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu gözlemlendi ($r=0.631$, $p<0.05$).

6. TARTIŞMA

Bu çalışma, profesyonel futbolcular ile sedanterlerde akut egzersiz ile oluşan total oksidan (TOS), total antioksidan (TAS), oksidatif stres indeksi (OSİ) ve meydana gelen kas hasarı parametrelerinden; Kreatin Kinaz (CK) ile Laktat Dehidrogenaz (LDH) düzeylerini belirlemek ve iki grup arasındaki farkları ortaya koymak için yapılmıştır.

Bu çalışmada, konu ile ilgili olarak yapılan literatür incelemeleri ile birlikte profesyonel futbolcular ve sedanterlerden akut egzersiz öncesinde, sonrasında ve 24 saat sonrasında gerekli veriler alınarak, akut egzersiz ile oluşabilecek total oksidan, total antioksidan ilişki ve meydana gelen kas hasarının belirlenebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde sedanter yaşam tarzı yetişkinler arasında artmaktadır (88). Özellikle fiziksel aktivitenin azalması insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Bu nedenle egzersizin yaşam kalitesinin artırılmasında çok önemli bir role sahip olduğu gerçeği herkes tarafından kabul görmektedir. Ancak egzersizin birçok faydalı yönlerinin yanında, yoğun olarak yapılması sonucunda organizmada oksidan stres oluşumuna neden olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (70, 72). Araştırmada orta şiddette ve devamlı olarak yapılan egzersizlerin oksidatif stres ile başa çıkmada en uygun yol olabileceği tavsiye edilmektedir (88). Hem aerobik antrenmanın, hem de uzun süre düzenli olarak uygulanan direnç antrenmanlarının antioksidan enzim aktivitesini arttırdığı rapor edilmiştir (32, 89). Düzenli egzersizin, iskelet kasında antioksidan savunmayı

geliştirdiği (90) gibi oksidatif kapasiteyi de geliştirerek, oksidatif hasarın neden olduğu hastalık turlerini azaltarak, yaşam kalitesini yukselttiği (91), kadınlarda yapılan 8 haftalık aerobik egzersizin TAS'inde önemli artışlara neden olarak yaşam kalitesini arttırdığı gorusu ile desteklenmektedir (92).

Egzersiz serbest radikal üretimini farklı sebeplerle arttırarak, oksidatif strese neden olmaktadır (7, 93), Bazı çalışmalarda antrene olma düzeyi ve uygun egzersiz programları ile bu problemin giderilebileceği bildirilmiştir (70, 94). Şiddetli egzersiz ile oksijen alımındaki artışa paralel olarak ROS de artmaktadır (7, 8). Buna bağlı olarak antioksidan sistem de aktive olur. Ancak uzun süren bir ağır egzersiz, bazı antioksidanların sentezinde azalmalara neden olurken, oksidatif stresin artmasına ve doku hasarına neden olmaktadır (29, 95). Bu nedenlerden dolayı aşırı egzersiz insan organizmasında serbest radikallerin oluşmasına neden olabilir. Ancak bununla birlikte düzenli egzersiz ile antioksidan savunma mekanizmalarında da belirgin bir direnç sağlanabilmektedir (70, 72, 96).

Araştırmanın amacını gerçekleştirmek için futbolcu ve sedanterlerin fiziksel özelliklerinden yaş, boy ve kilo bakımından benzer özellikler taşıyan deneklerden seçildiğinden, aralarında yaş, boy ve kilo bakımından bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.1, $p>0.05$).

Tek yüklenmelik maksimal aerobik egzersizin oksidatif strese neden olduğu, düzenli egzersizin ise egzersize bağlı oksidatif strese adaptasyonun sağlanmasıyla oksidasyona bağlı zararlı etkilerin azaldığı (72), aynı şekilde aerobik egzersizin sporcularda fizyolojik adaptasyon oluşturduğu ve bu adaptasyonunda antioksidan parametreleri üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir

(89). Araştırmamızda akut etki açısından sedanter grubun MÖ ve MS ölçülen TOS değerlerinin, futbolculara göre daha yüksek olması, futbolcuların düzenli antrenman sonucunda organizmadaki antioksidanların sentezlenmesinde bir artışın olduğuna işaret ettiği söylenebilir. M24SS ölçülen TOS değerleri futbolcularda yüksek olması, oksidanların yeterince oluşmamasından kaynaklandığı gibi, sedanter grubun düzenli egzersiz yapmamış olması oksidatif stresin yüksek çıkmasına neden olarak gösterilebilir. Grup içi karşılaştırmada, futbolcuların MS ve M24SS ölçülen TOS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, bu iki dönemde ölçülen TOS değerlerinin, MÖ ölçülen TOS değerlerinden önemli düzeylerde daha yüksek olduğu gözlemlendi. Sedanterlerde ise TOS değeri ortalamasının MS en yüksek, M24SS en düşük olduğu gözlemlendi. (Tablo 5.2, $p<0.05$).

Yaşları 17-20 arasında 33 amatör futbolcu ve 18-20 yaşları arasında gönüllü 53 sağlıklı erkek üzerinde yapılan çalışmada futbolcuların ortalama toplam oksidan kapasitelerinin, kontrol grubundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Futbolcularda egzersizden sonra toplam oksidatif durum yükselmiştir (97).

Yalçinkaya çalışmasında antrenman öncesi ve sonrasında yüzücü ve sedanterlerde TOS değerlerinin arttığını saptamıştır (72). Bu sonuçlar dönemsel (MÖ- MS) olarak sedanter gruptaki bulgularımızla benzerlik gösterirken, futbolcu grubu ile uyumlu değildir.

Kürkçü (2008) Taekwandocularında oksidan, total antioksidan ve oksidatif stres artışının uzun süre düzenli yapılan egzersize bağlı olarak ikili etkiyle oksidan

oluşumu ile oksidatif stresin oluşmasını sağlarken, öte yandan antioksidan enzimleri indükleyerek antioksidan sentezini ve TOS değerinin anlamlı şekilde arttığını tespit etmiştir (98).

Çelik (2008), farklı yaş gruplarında aerobik antrenmanın antioksidan parametrelere etkisini araştırırken çalışmada orta yaş grubundaki bireylerin daha büyük aerobik kapasiteye (Max VO₂) sahip olmaları nedeniyle akut egzersiz esnasında organizmada daha fazla serbest radikal üretilmesine neden olabileceğini bildirmiştir (89).

Akut etki açısından egzersizden sonra antioksidan seviyesinin arttığını bildiren çalışmalar olduğu gibi (21) orta ve ileri yaş gruplarda akut tüketici egzersizin oksidan ve antioksidan parametreler üzerindeki etkisinin anlamlı düzeyde farklı olmadığı gözlemlenmiş ve sadece çok yüksek yoğunlukta veya çok uzun süreyle yapılan sportif yüklenmelerde serbest radikal üretimi antioksidan savunma sistemini aşmakta olduğu ve bunun da birkaç sebebe bağlı olabileceğini bildiren çalışmalarda mevcuttur (89). Şöyle ki; öncelikle farklı çalışmalarda farklı test denekleri kullanılmaktadır ki; antrenman durumu, yaş, cinsiyet, vücut yapısı, fiziksel aktivite geçmişleri, beslenmeleri vb birçok faktör oksidatif strese etki etmektedir. İkinci olarak çok çeşitli sportif yüklenme protokolleri kullanılmaktadır (29).

Tuna (2010) futbolculardan oluşan 16 kişilik sporcu gurubu ve aynı yaşlarda sağlıklı erkek öğrencilerden oluşan 10 kişilik sedanter guruba uygulanan anaerobik eşiğe ulaşana kadar çok aşamalı mekik koşu testi sonuçlarına göre; her iki grupta da egzersizden önce, sonra ve 24 saat sonra alınan kan örneklerinde

oksidanların arttığını, antioksidanların azaldığını rapor etmiştir. Ayrıca egzersizden 24 saat sonra sporcularda oksidanların ve antioksidanların toparlanması hızlı olurken, sedanterlerde böyle bir toparlanma olmadığı saptanmıştır (95).

İnal ve arkadaşları, 15-21 yaşları arasındaki 800m ve 100m yüzen 19 erkek denek üzerinde antioksidan parametrelerinin değerlendirildiği çalışmada, egzersiz ile birlikte antioksidan savunma enzimlerinin attığını rapor etmişlerdir (99).

Alpay ve arkadaşları, güreş müsabakaları sonrasında sporcuların oksidan strese maruz kaldıkları ancak müsabakadan 48 saat sonra oksidan stresin ortadan kalktığını rapor etmişlerdir (7).

Tredmil egzersiz testinin akut etkileri 113 sedanter üzerinde elde edilen bulgulara göre, oksidanlar artarak, TAC oksidatif tarafa doğru kaydığı rapor edilmiştir (100). Bu sonuçlara neden olarak; yapılan sportif yüklenmenin türü, süresi, şiddeti en büyük farklılık yaratan etkenler olabileceği ileri sürülmüştür (101, 102, 103, 104).

Plazma total antioksidan kapasitesinde kısa dönem antrenmana bağlı olarak oluşan artış, oksidatif strese erken evrede bir adaptasyonu yansıtabilir. Farklı formdaki egzersizlerin farklı düzeyde oksidatif strese yol açtığı ve uzun süreli antrenmanların antioksidan savunmayı geliştirdiği iyi bilinmektedir. Kronik egzersiz, sahip olduğu ikili etkiyle oksidan oluşumunu ve oksidatif stresi ortaya çıkarırken, bir yandan da antioksidan enzimleri indükleyip antioksidan sentezini artırdığı bildirilmiştir. Nitekim elit kayakçılarda iki günlük şiddetli egzersiz

sonrasında plazma total antioksidan kapasitesinin arttığı ve oksidatif stres işaretçilerinin seviyesinde artış olmadığı tespit edilmiştir (105).

Antioksidan göstergelerinin egzersizden hemen sonra artmaya başlaması, egzersizden 48 saat sonra seviyenin hala yüksek olması güreş müsabakasının sebep olduğu oksidan strese cevap olarak antioksidan kapasitenin geliştiğini göstermektedir. Sonuç olarak yapılan çalışmada güreş müsabakasının güreşçilerde önemli ölçüde oksidan strese sebep olurken total antioksidan kapasitede artışa sebep olduğu tespit edilmiştir (7).

Fatouros ve arkadaşları (2004), yaşlı ve sağlıklı bireylerde dayanıklılık antrenmanı sonucunda istirahat durumunda TAK' nin arttığını rapor etmişlerdir (106). Benzer bir çalışmada maksimal aerobik yüklenme sonrasında elit erkek yüzücülerin, total oksidan ve total antioksidan değerlerinin sedanterlere göre daha yüksek bulunmasının, yüzücülerin antrene olmalarından dolayı yüklenme seviyelerinin ve test başarılarının daha yüksek olmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (72).

Judo ve sedanter gruplar üzerinde yapılan çalışmada müsabık grupta sedanterlere oranla endojen kaynaklı antioksidan korumanın daha yüksek olduğu saptanmıştır (107).

Gravina ve arkadaşları (2011) kadın futbolcularda maç sonrasında meydana gelen metabolik değişikliklerin incelenmesi sonucunda, futbolcularda maça bağlı olarak antioksidan kapasitenin arttığı düşünülmüştür (108).

Bu sonuçlardan farklı olarak, genç yüzücüler ile sedanter bireylerin karşılaştırıldığı bir çalışmada TAK' nin sporcularda daha düşük olduğu

saptanmıştır (109). Yine başka bir çalışmada, amatör futbolcularda yapılan bir çalışmada, erkek futbolcularda toplam antioksidan kapasite düzeyi egzersizden sonra düşük bulunmuştur (97).

Orta ve yüksek yoğunlukta yapılan koşma ve bisiklet sporu gibi İki farklı egzersiz yoğunluğu ile çalışan bisikletçilerde yapılan bir çalışmada, her iki egzersiz yoğunluğunda da antioksidan konsantrasyonunda azalma olduğu bildirilmiştir (110).

Başka bir çalışmada, genç erkeklerde yapılan bir çalışmada sporcu ve sedanter gurupların egzersiz öncesine nazaran sedanter gurupta daha fazla olmak üzere her iki gurupta da oksidatif stres ürünlerinin arttığı; egzersizden 24 saat sonra ise antioksidan üretiminin sporcularda sedanterlere nazaran daha yüksek düzeye ulaştığı saptanmıştır (95).

Okudan ve arkadaşları (2011), oksidan ve antioksidan denge konusunda insanlar üzerinde yapılan çalışmalara paralel olarak sıçanlarda yaptıkları çalışmanın sonucunda da aynı ifadelerde bulunarak, literürde genel olarak kabul edilen görüşün, akut egzersiz sonucunda oksidatif stresin oluştuğunu dayanıklılık antrenmanlarının oksidatif stresi azalttığı ve antioksidan savunma kapasitesini geliştirdiği yönündedir. Ancak dayanıklılık antrenmanlarından sonra yapılan akut tüketici egzersiz sonrası meydana gelen değişiklikler hakkında bilinenlerin sınırlı olduğunu bildirmişlerdir (111). Nitekim akut yüzme egzersizinin ratlarda serbest radikal üretiminde artışa yol açtığı tespit edilmiştir (66).

Sıçanlarda yapılan çalışmada, kısa vadeli bir egzersiz sonucunda oksidan/antioksidan dengenin antioksidanlar lehine kaydığı saptanmıştır (105). Yine benzer bir çalışmada Gül ve arkadaşları (2006), sıçanlar üzerinde dayanıklılık ve akut egzersizin etkilerinin araştırılmasında, egzersiz ile indüklenen oksidatif stres ile başa çıkmak için egzersizin yeterli olamayacağı ileri sürülmüştür (112).

Sedanter ve aktif erkek bireylerin, oksidatif stres ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması için yapılan literatür çalışmasında, hayvanlar ve insanlar üzerindeki bulguların değerlendirilmesi ve ortak bir görüş belirtmenin oldukça zor olduğunu belirtmiştir. Çünkü her çalışmadaki uygulanan egzersiz programlarının ve katılan deneklerin farklı olması (yaş, cinsiyet, vb.) ortak sonuca ulaşmayı sınırlayan faktörlerdir. Ancak yapılan çalışmalara göre; egzersizin organizmaya getirdiği ek yük ile organizmanın oksijen kullanımını arttırarak oksidatif strese ve antioksidan savunma anlamında farklı adaptasyonlara neden olabileceği söylenebilir. Egzersizin süresi (akut ya da kronik olması) ve şiddeti oksidatif stresin oluşmasına farklı şekillerde katkıda bulunduğu kaydedilmektedir (88).

Yalçinkaya çalışmasında antrenman öncesi ve sonrasında yüzücü ve sedanterlerde (72), Ascensao ve arkadaşlarının futbol maçının oksidatif stres analizi için yaptıkları çalışmada MÖ ile M72SS, TAS değerlerinde ($p<0.05$) dönemsel olarak önemli ölçüde artış olduğunu kaydetmişlerdir (113).

Berzosa ve arkadaşları (2011) sağlıklı 34 sedanter erkek bireylere bisiklet egometresinde akut maksimal ve submaksimal çalışmalar yaptırarak, ES, EÖ'sine

göre plazma TAS'inde artış tespit etmişlerdir (114). Bu çalışmada akut egzersizin etkilerinin araştırılmış olması ve sonuçların MÖ ve MS şekliyle çalışmamızı güçlü kıldığı söylenebilir.

Taekwandoculara yapılan çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, total antioksidan kapasite (TAC) değerleri ortalamaları ($p<0.05$), seviyesinde taekwandocular lehine yüksek bulunmuştur (98).

Çalışmamızda TAS bakımından sadece dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. MS'ki TAS değerlerinin, M24SS ve MÖ' ki TAS değerlerine göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlemlendi (Tablo 5.3, $p<0.01$).

Oksidan-antioksidan kapasitedeki artışa bağlı olarak taekwandoculara OSİ arttığı gözlenmiştir (98).

Amatör adölesan sporcularda oksidan, antioksidan durum ile oksidatif stres indeksini aynı yaş ve cinsiyetteki sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırmak ve düzenli egzersiz yapmanın total oksidatif durum (TOD), total antioksidan kapasite (TAK) ve oksidatif stres indeksi (OSİ) üzerindeki etkisini değerlendirmek için yapılan çalışmada, amatör adölesan sporcularda TAK, TOD, OSİ, değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ($p< 0.0001$) kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunduğu gözlenmiştir (115).

Genç, sağlıklı bireylerde gerici egzersizlerin etkisinin incelendiği bir çalışmada, plazma TOS düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir değişiklik saptanmamış olmasına rağmen, 1. 3. ve 12. haftalarda uygulanan egzersiz protokolleri TOS seviyesinde artışa sebep olmuştur. Ancak akut egzersiz, TAS seviyesinde de artışa sebep olmuştur. Bu sebeple, TOS/TAS*100 şeklinde

hesaplanan OSI değerlerinde sadece 4. hafta ES, EÖ'ne göre istatistiksel olarak önemli düzeyde düşük bulunduğu rapor edilmiştir (21).

Çalışmamızda, Bonferroni sonuçlarına göre oksidan kapasitenin artışına bağlı olarak sedanter grubun MÖ ve MS ölçülen OSI değerleri futbolculara göre yüksek bulunurken, M24SS ölçülen OSI değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. Grup içi karşılaştırmalarda futbolcuların MÖ ve M24SS'ki OSI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Sedanterlerde ise MS ve MÖ'ki OSI değerleri arasında anlamlı farkın bulunmadığı, ancak bu iki dönemde ölçülen OSI değerlerinin M24SS ölçülen OSI değerlerine göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlendi (Tablo 5.4, $p<0.05$).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, bazı çalışmaların sonuçlarımızla dönemsel (ma öncesi ve sonrasında takip eden saat ve günlerde) olarak uyumlu olan ya da olmayan birçok çalışmanın mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığı çalışma sonuçları arasındaki çelişkiler, egzersiz sonrası ölçüm zamanlarındaki farklılıklardan, farklı yaş, branş ve kategorideki spor dallarından veya farklı sosyo-ekonomik düzeydeki insanlar üzerinde yapılan çalışmalar mevcuttur. Bizim uyguladığımız metod, çalışma gruplarımız ve baktığımız yöntemle sonuçların karşılaştırılıp değerlendirilmesini bir hayli zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bulgularımızın diğer çalışmalardaki bulgularla uyumlu olması ya da olmaması bu nedenlerden kaynaklanabilir.

Antioksidan sistem; serbest radikallerin zararlı etkisinden korunmada önemli role sahiptir. Antioksidan savunma ile serbest radikaller arasındaki

dengenin bozulması oksidan strese ve bunun sonucunda doku hasarına yol açmaktadır (79).

Uzun süreli zorlayıcı egzersize bağlı kas kasılması sırasında oluşan aşırı ROS, iskelet ve kalp kası hücrelerinin sarkoplazmik membranlarında hasara, kas kasılmasında ve miyofibril yapıda bozulmaya, kan üre, laktat dehidrogenaz aktivitesini de kapsayan bazı biyokimyasal parametrelerde değişikliklere yol açabilmektedir (6).

Düzenli egzersiz ile antioksidan savunma sistemi düzenlenerek yenilenir. Egzersiz yapanlarda hücre hasarı, yapmayanlara göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (116).

Korkmaz ve arkadaşları 15 erkek sporcuya maksimal hızda tekrarlanarak yaptırılan sprint koşularının serum LDH (356.8 ± 12.2 ve 435.28 ± 12.7 U/L) düzeyinde egzersizden hemen sonra, CK (184.2 ± 18.9 ve 259.8 ± 22.6 U/L ve 597.4 ± 91.7 U/L) düzeyinde ES ve E24SS anlamlı bir artışın olduğunu tespit etmişlerdir ($p < 0.05$) (117). Şam (2007) kayakçılarda yaptığı çalışmada, kontrol grubunun CK değerleri ölçüm zamanlarına göre karşılaştırıldığında egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersizden 1 saat sonra ve egzersizden 4 saat sonraki değerler arasındaki farkın istatistiksel bakımdan anlamlı olduğunu rapor etmiştir ($p < 0,05$) (62). Amatör olarak spor yapan ve yapmayan aynı yaş grubunda 30 sağlıklı erkek bireye uygulanan Bruce testi sonucunda, egzersizden sonra alınan kan örneklerinde CK değerleri her iki grupta egzersiz öncesine göre artış gösterdiği saptanmıştır (118).

Organizmada doku hasarı ve oksidatif stres akut sportif yüklenmeden çok daha sonra ortaya çıkabildiğini bildiren çalışmalar mevcuttur (119, 120). Akyüz çalışmasında CK ortalama değerleri, MÖ ile devre arası, MS, M24SS ve M48SS'ki değerler arasında ($p<0.01$) anlamlı fark bulmuştur (61). Şentürk yaptığı araştırmada, ölçümler arasında laktat dehidrogenaz kan parametresi farkının anlamlı olduğunu, çalışmaya katılan bayan ve erkek hentbolcularda laktat dehidrogenaz kan parametresi değerinin müsabaka sonrasında (447.375 ± 10.171 U/L) müsabaka öncesine göre önemli ölçüde daha yüksek bulunması (398.375 ± 8.302 U/L) yapılan müsabakanın laktat dehidrogenaz kan parametresi üzerinde etkili olduğunu saptamıştır (28). Harbili ve arkadaşları on bir sağlıklı erkek denek (yaş ort: 21.45 ± 0.93 yıl) üzerinde orta şiddette yapılan eksantrik egzersizle oluşturulan hasarın biyokimyasal parametrelerinin değerlendirilmesinde; EÖ, ES, E24SS ve E36SS yalnızca CK değerlerinde bir artış gözlenmiş, EÖ (40.76 ± 12.91), ES (46.94 ± 15.84), E24SS (97.33 ± 53.39), E36SS (110.40 ± 52.82) olarak tespit etmişlerdir. Buna karşın bir diğer biyokimyasal parametre olan LDH seviyesinde değişim gözlenmediği ifade edilmiştir (121).

Noakes (1987) maraton ve triatlon gibi uzun süren egzersizlerde CK enziminin egzersizden 24 saat sonra zirve yaptığı bildirilmiştir (122). Otuz dakika koşu bandında yaptırılan submaksimal bir koşu egzersizinden sonra, erkek ve bayanlarda CK seviyesinde anlamlı artış gözlenmiştir (123). Erdoğan (2009) farklı ısı koşullarında uygulanan maksimal aerobik yüklenmenin sonunda mekik koşusunun CK üzerinde etkileri incelendiğinde CK'ın koşunun hemen bitiminde koşu öncesi değerlere göre istatistikî yönden yükseldiği bulunmuştur ($p<0.05$) (57). Gleeson ve arkadaşları (1999), yaptırılan eksantrik egzersizden sonra CK

aktivitesinde anlamlı artış tespit etmişlerdir (124). Futbol maçı sonrasında kadın futbolcularda meydana gelen metabolik değişikliklerin incelendiği bir çalışmada, deneklerden 24 saat önce, maçtan hemen sonra ve 18 saat sonra alınan kan örneklerinde, LDH ($p<0.01$) ve CK oranında, M18SS önemli düzeyde ($p<0.001$) anlamlı olduğu tespit edilmiştir (108). Ancak Can (2010) yukarıda bahsedilen literatürden farklı olarak; erkek sıçanlarda yaptığı araştırmada, eksantrik çalışma sonucunda CK aktivitesinde herhangi bir değişimin olmamasını, olası kas hasarının kana çok yansımamasından veya beklenildiği kadar hasar oluşturmadığı rapor edilmiştir (20). Ratlar üzerinde yapılan başka bir çalışmada, 5 hafta yapılan sürekli ve interval antrenmanlar sonucunda LDH seviyesinin insanlardaki artışlarla benzer olduğu tespit edilmiştir (125).

Laktat dehidrogenaz (LDH), laktik asidi pirüvik aside çeviren sitoplazmik bir enzimdir. Hücre içi LDH düzeyleri serumdakinden 500 kat daha fazla olduğu için, serumdaki en küçük bir artış hücre hasarının bir göstergesidir (101). Haftalık ortalama 24 saat antrenman triatlon sporcularında LDH aktivitesini, sedanterlere göre önemli düzeyde yüksek bulmuşlardır (126). Ragbi oyuncularını ve sedanterlerde yapılan çalışmada CK ve LDH aktivitelerini, sporcularda daha yüksek olduğu saptamıştır (127). Vücut geliştirme sporu yapan bireylerde kas hasarının göstergesi olan LDH enzimi sedanter bireylere oranla yüksek olmadığı ve pozitif bir adaptasyon olarak görülebileceği önerilmiştir (91). Bisiklet sporcularında yapılan bir çalışmada, egzersizden sonra LDH ve CK değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir (93). Hazar (2004) çalışmasında, egzersizin mikro düzeyde kas hasarı oluşturduğu, egzersizin türünün ve boyutunun hasarın miktarında belirleyici rolü oynadığını belirterek, özellikle eksantrik kasılmalarda

ve maraton gibi uzun süre efor gerektiren spor türlerinde hasarın daha büyük olduğu ve bunun da yaş, cinsiyet, ırk ve antrene olma düzeyi ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (128).

Araştırmamızda, gruplar arası değerlendirmelere göre; futbolcuların hem MÖ, hem MS hem de M24SS'ki CK değerleri ortalamasının, sedanterlere göre önemli düzeylerde daha yüksek olduğu saptandı. Grup içi değerler karşılaştırıldığında ise futbolcuların MS'ki ve M24SS'ki CK ortalamasının, MÖ'ki CK ortalamasına göre önemli düzeylerde daha yüksek olduğu gözlemlendi. Diğer yandan, sedanterlerin CK ortalamaları ise dönemlere göre anlamlı değişiklik göstermedi (Tablo 5.5, $p < 0.01$).

LDH bakımından Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde (Tablo 5.6, $p < 0.01$), futbolcu ve sedanterlerin MÖ' ki LDH ortalamaları arasında anlamlı farkların bulunmadığı saptandı. Ancak, futbolcuların MS ve M24SS'ki LDH değerleri ortalamaları, sedanterlere göre anlamlı düzeylerde daha yüksek olduğu tespit edildi. Grup içi değerler arasındaki farklar karşılaştırıldığında ise futbolcuların MS'ki LDH ortalamasının en yüksek olduğu, buna karşın MÖ'ki LDH değerleri ortalamasının da en düşük olduğu gözlemlendi. Sedanterlerde de yine LDH' in en yüksek çıktığı dönem maç sonrasıdır. Diğer yandan MÖ ve M24SS ölçülen LDH değerleri arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı saptandı.

CK ile TAS ve TOS özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla hesaplanan Pearson-korelasyon katsayılarına göre, sedanterlerin hem MÖ, hem MS, hem de M24SS tespit edilen CK, TAS ve TOS özellikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı gözlemlendi. Futbolcularda sadece

MÖ ($r=0.545$; $p<0.05$) ve M24SS ($r=0.464$; $p<0.05$) CK ile TAS değerleri arasında anlamlı bir ilişkinin bulunduğu gözlenmiş, ancak MS CK ile TAS ve TOS arasında ise anlamlı bir ilişki gözlenmedi (Tablo 5.7).

LDH ile TAS ve TOS özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla hesaplanan Pearson-korelasyon katsayıları incelendiğinde, sedanter grubun MÖ, MS ve M24SS ile LDH, TAS ve TOS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı gözlemlendi. Futbolcu grubunun ise sadece MS LDH ve TAS özellikleri arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu gözlemlendi (Tablo 5.8, $r=0.631$, $p<0.05$).

Sonuç olarak; futbolcu ve sedanterlerde akut egzersiz sonrasında egzersiz öncesine göre, total oksidatif stres ve total antioksidan düzeyleri ile birlikte kas hasarı belirteçlerinden kreatin kinaz ve laktat dehidrogenaz seviyelerinde anlamlı bir artışın olduğu, antioksidan seviyelerinin akut egzersiz ile kastaki oksijen azlığı ile oluşan serbest radikal nedeniyle azaldığı düşünülmektedir. Egzersiz sırasında futbolcu ve sedanterlerde oluşan total oksidatif stres seviyesinin, serbest radikaller ve total antioksidan seviye arasındaki dengeyi etkileyen egzersizin şiddeti ve süresi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlardan; akut egzersizin oksidatif strese adaptasyon yeteneğini geliştirmediği oksidasyona bağlı zararlı etkilerin MS MÖ'ne göre artış gösterdiği söylenebilir.

Sedanterlerde akut egzersiz ile oluşan TOS'yi en aza indirmek için basamaklı olarak artan doğrultuda egzersiz programları önerilebilir. Futbolcularda akut egzersiz ile oluşan TOS ve kas hasarından tamamen korunmak için düzenli aerobik egzersizler ile birlikte, TAS'yi güçlendirmek için antioksidan vitamin

desteği alınabilir. Bu alışma, ma öncesi ve ma sonrası takip eden srelerde organizmada oluşabilecek oksidan-antioksidan dengenin takip edilmesi bakımından literatüre katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte elde edilen sonuçların daha anlamlı olabilmesi için akut egzersiz ile oluşan TOS, TAS ve meydana gelebilecek kas hasarı belirteçlerinden, CK, LDH' in daha geniş ve farklı gruplarda çalışılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Koçyiğit Y, Aksak MC, Atamer Y, Aktaş A, Futbolcu ve Basketbolcularda Akut Egzersiz ve C Vitamininin Karaciğer Enzimleri ve Plazma Lipid Düzeylerine Etkisi. Klinik ve Deneysel Araştırmalar Dergisi. 2011; 2 (1): 62–68.
2. Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, 2. baskı, İzmir, 1986.
3. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, et al: Changes in Physical Fitness and All-Cause Mortality: Aprospective Study of Healthy and Unhealthy And men: Jama. 1995; 273:1093-8.
4. Dunitz M, Kopelman PG. Dr. Dursun AN(Çeviren). Obezite ve İlişkili Hastalıkların Tedavisi. AND Yayıncılık, 181, 2003.
5. Eniseler N. Bilimin Işığında Futbol Antrenmanı. Manisa. 2010.
6. Gürsoy Ş. Düzenli Spor Yapan Öğrenci Gruplarında Egzersizin Total Antioksidan Kapasite ve Serum Lipit Profili Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Malatya: İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008.
7. Alpay C.B, Hazar S, Güzel NA, Gönenc A, Gökdemir K, Gürsoy R. Güreş Müsabakasının Oksidan Stres ve Total Antioksidan Kapasiteye Akut Etkisi. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. Cilt 9, Sayı 4, 2007.
8. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi Ve Performans Ölçümü. L. Baskı. Ankara: Gazi Kitapevi. 2006.
9. Atalay M, Laaksonen D. Diyabet, Oksidatif Stres ve Fiziksel Aktivite. Journal of Sports Science and Medicine. 2002; 1, 1-14
10. Abiaka C, Al-Awadi F, Al-Sayer H. Activities of Erythrocyte Antioxidant Enzymes in Cancer Patients. J Clin Lab Anal. 2002; 16(4):167-71.
11. Ak T. Curcumunin Antioksidan ve Antiradikal Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2006
12. Ghiselli A, Serafini M, Natella F, et al. Total Antioxidant Capacity as a Tool to Assess Redox Status: Critical View and Experimental data. Free Radic Biol Med . 2000; 29(11):1106-14.
13. Prior RL. Cao G. In Vivo Total Antioxidant Capacity: Comparison of Different Analytical Methods. Free Radic Biol Med. 1999; 27(11):1173-81.
14. İnal AN. Futbol'da Eğitim Öğretim. 2. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara, 2004.
15. Jens B. Futbolda Fizik Kondisyon Antrenmanı Bilimsel Bir Yaklaşım. Gündüz H (Çeviren). TFF Eğitim Yayınları. 1986.

16. Çetin İ. TFF Yayınları. İstanbul. 2006.
17. Köklü Y, Özkan A, Ersöz G. Futbolda Dayanıklılık Performansının Değerlendirilmesi ve Gerçekleştirilmesi. Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. Cilt:4. Sayı: 3. 2009.
18. Uz A. Akut Egzersizin Kalp Dokusu Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eczacılık Biyokimya Anabilim Dalı, 2011).
19. Yapıcı A. Mekik Koşu Testinin Hemoreolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2006.
20. Can S. Östrojenin Egzersize Bağlı Kas Hasarına Karşı Koruyucu Olup Olmadığının Araştırılması. Doktora Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, 2010.
21. Toprak EK. Genç, Sağlıklı Erkek Bireylerde İlerleyici Direnç Egzersizlerinin Hemoreolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (2010).
22. <http://www.tip2000.com/aktualite/spor.asp>. 05.05.2010.
23. Çiftçi AD. Obez Çocuklarda Erken Aterosklerotik Risk Faktörlerinin ve Hiperhomosisteineminin Değerlendirilmesi, Erken Aterosklerotik Bulguların Varlığının Araştırılması ve Mevcut Risk Faktörleri İle İlişkilerinin Değerlendirilmesi. Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği. İstanbul, (2006).
24. Pehlivan A. Fitness Salonlarında Risk Faktörü Taşıyan Kişilerde Uygulanabilecek İnterval Prensipli Aerobik Antrenman Programı. Spor Araştırmaları Dergisi 4. Cilt. Sayı 1. Ankara, 2000.
25. Demir M, Filiz K. Spor Egzersizlerinin İnsan Organizması Üzerindeki Etkileri. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, Cilt 5, Sayı 2, 2004; 109-114.
26. <http://www.itusozluk.com/goster.php/anaerobik+egzersiz>. 05.05.2010.
27. Vos N, Singh N, Ross D, Stavrinou T. Optimal Load for Increasing Muscle During Explosive Resistance in older Adults. The Journals of Gerontology, 60 A(5). 638-647. 2005
28. Şentürk A. Hentbolcularda Müsabaka Öncesi ve Sonrası Bazı Biyokimyasal Değişkenlerin Araştırılması. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2008.

29. Şinforoğlu T. Akut ve Düzenli Antrenmanın Hentbocülerde Oksidatif Stres Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2007.
30. Günay M, Şıktar E, Yazıcı M. Egzersiz ve Kalp. Gazi Kitabevi. Ankara, 2008.
31. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. 2. Baskı. Gazi Kitabevi. Ankara, 2010.
32. Çakır H. Farklı Şiddette Uygulanan Direnç Antrenmanlarının Oksidatif Stres ve Biyokimyasal Parametrelere Etkisinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisan Tezi, Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimi Anabilim Dalı, 2006.
33. Sevim Y. Antrenman Bilgisi Tutibay Ltd.Şti. Ankara, 1997.
34. Muratlı S, Şahin G, Kalyoncu O. Yayılım Yayıncılık. İstanbul, 2005.
35. Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi., 3. Baskı, 1. Cilt, Ankara, 1989.
36. Zorba E. Fiziksel Uygunluk. 2. Baskı. Gazia Kitabevi. Muğla, 2001.
37. Tamer K. Sporda Fiziksel ve Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Bağırğan Yayınevi. Ankara, 2000.
38. Gökhan İ. 8 Haftalık Yüzme Eğitim programının Genç Sedanter Erkeklerde Solunum, Dolaşım, kapiller Oksijen Saturasyonu ve Bazı Metabolik Parametreler üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2010.
39. Zergeroğlu M. Supramaksimal Egzersiz ve Oksidan Stres. Uzmanlık tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, 1992.
40. Ertürk B. Akciğer Kanseri Hastalarda Malondialdehit (mda) ve Total Antioksidan Kapasite (taok) Düzeyi Ölçümü İle Oksidan-Antioksidan Dengenin Araştırılması. Uzmanlık Tezi, İstanbul: Sağlık Bakanlığı, Süreyya Paşa Göğüs ve Kalp-Damar Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2006.
41. Halliwell B. Drug Antioxidant Effects. Drugs. 1991; 42(4): 569 - 605.

42. Jamieson D. Oxygen Toxicity and Reactive Oxygen Metabolites in Mammals. *Free Radical Biol Med* 1989; 7:87.
43. Mukul Y. İdiyopatik Trombositopenik Purpuralı Hastalarda Oksidan ve Antioksidan Durumun Araştırılması. Uzmanlık Tezi, Van: Yüzüncüyıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı Anabilim Dalı, 2008.
44. Altan N, Dinçel AS, Koca C. Diabetes Mellitus and Oxidative Stres, *Türk Biyokimya Dergisi*, 2006.
45. Çınar K. Düşük ve Yüksek Dereceli Glial Tümörlü Hastalarda Total Oksidan ve Total Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2010.
46. Halliwell B, Gutteridge JM. Comments on review of Free Radicals in Biology and Medicine, second edition, by Barry Halliwell and John M. C. Gutteridge. *Free Radic Biol Med*. 1992;12(1):93-5.
47. Tamer L, Polat G. Serbest radikaller. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 2000;1:52-58.
48. Winterbourn CC, Kettle AJ. Radical-Radical Reactions of Superoxide: Apotential Route to Toxicity. *Biochem Biophys Res Commun*. 2003;305:729-736.
49. Halliwell B, Gutteridge JM. Oxygen Free Radicals and Iron in Relation to Biology and Medicine: Some Problems and Concepts, *Arch Biochem Biophys*. 1986;246:501-514.
50. Schoneich C. Reactive Oxygen Species and Biological Aging: a Mechanistic Approach. *Exp Gerontol*. 1999;34:19-34.
51. Sohal RS. Mitochondria Generate Superoxide Anion Radicals and Hydrogen Peroxide. *FASEB J*. 1997;11:1269-1270.
52. Guix FX, Uribealago I, Coma M. The Physiology and Pathophysiology of Nitric Oxide in the Brain. *Prog Neurobiol*. 2005;76:126-152.
53. Beckman JS, Koppenol WH. Nitric Oxide, Superoxide, and Peroxynitrite: The Good, the Bad, and Ugly. *Am J Physiol*. 1996; 271:1424-1437.
54. Antmen Ş.E. Beta Talasemide Oksidatif Stres. Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, 2005.
55. Horwood E, Epe B. DNA and Free Radicals. *J Chichester*, 1993; 22:41-65.
56. Totter J. Spontaneous Cancer and Its Possible Relationship To Oxygen Metabolism. *Proc Natl Acad Sci*. 1980; 77:1763–1767.

57. Erdoğan M. Farklı Isı Koşullarında Uygulanan Maksimal Aerobik Yüklenmenin Kas Hasarı ve Performans Üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2009.
58. Demirel H. Egzersizle Oluşan Kas Hasarı. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi. Antalya. 2002; 291–295.
59. Hazar S. Egzersize Bağlı İskelet ve Kalp Kası Hasarı. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 2004; Cilt:2 Sayı 3: 119–124.
60. Brown S, Day S, Doneelly A. Indirect Evidence of Human Skeletal Muscle Damage and Collogen Breakdown Eccentric Muscle Action J Sports Science, 1999; 17(5), 397-402.
61. Akyüz M. Müsabaka Süresince Erkek Futbolcularda Oluşan Kas Hasarı. Yüksek Lisan Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2007.
62. Şam C.T. Alp Disiplini Kayakçılarda Karbonhidrat ve protein Karışımı Enerji Suplementinin Kas Hasarı Üzerine Etkileri.Yüksek Lisans Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2007.
63. Şendil A. Dehidrate Olmuş Bireylerde Step Machine Aletinde Yapılan Egzersize Bağlı Olarak Oluşan, Gecikmiş Kas Ağrısı (DOMS) Üzerine İzotonik Spor İçeceklerinin Etkisi. Doktora tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri ve Teknolojisi, 2008.
64. Walsh B, Tonkonogi M, Malm C. Effect of Eccentric Exercise on Muscle Oxidative Metabolism In Humans. Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 33, No.3, 2001; 436-441.
65. Harbili S. Sıcak Stresinin Ekzentrik Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarına Etkisi. Ankara. : Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri ve Teknoloji Programı, 2007.
66. Akıl M. Akut Yüzme egzersizi Yaptırılan Ratlarda Selenyum Uygulamasının Lipit peroksidasyonu ve Laktat Düzeylerine Etkisi. Doktora Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin ve Hijyen Teknolojisi Anabilim Dalı, 2009.
67. Goto C, Higashi Y, Kimura M, Noma, Hara K, Nakagawa K, Kawamura M, Chayama K, Yoshizumi M, Nara I, Effect of Different Intensities of Exercise on Endothelium-Dependent Vasodilatation in Humans: Role of Endothelium-Dependent Nitric Oxide and Oxidative Stres. 2003; 5; 108(5):530-5.

68. Schulz JB, Lindenau J, Seyfried J, Dichgans J. Glutathione, Oxidative Stress and Neurodegeneration. *Eur J Biochem.* 2000;267:4904-4911.
69. Gutteridge JM. Biological Origin of Free Radicals, and Mechanisms of Antioxidant Protection, *Chem Biol Interact.* 1994; 91:133-140.
70. Güllü E. Sedanterlerde ve Dayanıklılık Sporcularında Maksimal ve Submaksimal Egzersiz Sonrası Oluşan Oksidan Stres ve Antioksidan Düzeylerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2007.
71. Eren SH. Sıçanlarda Melatonin Desteğinin Akut (Hafif ve Ağır) Egzersizle Çeşitli Dokularda Oluşan Lipit Peroksidasyonu ve Antioksidan Durum Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji Anabilim Dalı, 2008.
72. Yalçınkaya B. Elit Yüzücü ve Sedanterlerde Maksimal Aerobik Yüklenmenin Total Oksidan ve Total Antioksidan Seviyelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2010.
73. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RL. Generation of Reactive Oxygen Species After Exhaustive Aerobic and Isometric Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32:1576-1581.
74. Özal M. Elit Güreşçilerde Egzersizde Çinko Uygulamasının Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008.
75. Skarpanska SA, Szyszka K, et al. The Influence Of Diet Rich Antioxidative Vitamins On The Glutathione Level And The Content Of Lipid Peroxidation Product In The Blood Of Rowers. *Med Sport*, 2001; 5: 35-40.
76. Düzova H, Emre MH, Karakoç Y, Karabulut AB, Yılmaz Z, Gürsol C, Yoloğlu S. Orta ve Yüksek Düzeyde Treadmill Egzersizinin Sıçanların Kas ve Eritrosit Oksidan/Antioksidan Sistemine Etkisi. *İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi dergisi*, 2006; 13(1) 1-5.
77. Özler M, Öter Ş, Korkmaz A, Ozon Gazının Tıbbi Amaçlı Kullanılması, *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 2009.
78. Rikans LE, Hornbrook KR. Lipid Peroxidation, Antioxidant Protection and Aging. *Biochim Biophys Acta.* 1997;1362:116-127.
79. Taşkıran A, Eskiocak S, Çıkrıkçıoğlu M, Ege T, Duran E. Koroner Arter Bypass Cerrahisi Öncesindeki Plazma Total Antioksidan Kapasite Düzeylerinin iskemi-Reperfüzyon Hasarı ile ilişkisi. *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 2005.

80. Karataş F, Aşkın U, Halifeoğlu İ, Dönder E. Guatr'lı Hastalarda Antioksidan Vitaminler (A, E ve C), Selenyum ve Glutasyon Peroksidaz(GSH-Px) Düzeylerinin Araştırılması. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2006; 278-279.
81. Ohgaki H, Dessen P, Jourde B, Horstmann S, Nishikawa T. Genetic pathways to glioblastoma: a population based study. *Cancer Res.* 2004; 64:6892-6899.
82. Yao KJ, Reddy R, McElhinny GL. Reduced Status of Plazma Total Antioxidant Capacity in Schizofrenia Schizofrenia Res. 1998; 32:1-8.
83. Kusano C., Ferrari,B., “Total Antioxidant Capacity: a Biomarker in Biomedical and Nutritional Studies”, *Journal of Cell and Molecular Biology*, 2008.
84. Erel O. A New Automated Method to Measure Total Antioxidant Response Againts Potent Free Radical reactions. *Clin Biochem.* 2004; 37:112-9.
85. Erel O. A Novel Automed Method to Measure Total Antioxidant Capacity Using a New Generation, More Stable ABTS Radical cation. *Clin Biochem.* 2004; 37:277-85.
86. Erel O.A New Automed Colorometric Method for Measuring Total Oxidant Status. *Clin Biochem.* 2005; 38:1103-11.
87. Kosecik M, Erel O, Sevinç E, Selek S. Increased Oxidative Stress in Children Exposed to Passive Smoking. *Int J cardiol.* 2005;100.61-4.
88. Tokmakçı HH. Sedarer ve Aktif Erkek Bireylerin, Oksidatif Stres ve Antioksidan Düzeylerinin Karşılaştırılması. Yüksek lisan Tezi, Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı, 2007.
89. Çelik A. Farklı Gruplarda Aerobik Antrenmanın Antioksidan Parametreler Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008.
90. Di Massimo C, Scarpelli P, Penco M, Tozzi-Ciancarelli MG Possible İnvolve ment of Plasma Antioxidant Defences in Training-Associated Decrease of Platelet Responsiveness in Humans. *Eur J Appl Physiol.* Apr; 2004; 91 (4):406-12).
91. Köleoğlu M, Vücut Geliştirme Sporunun Kardiyak Fonksiyonlar, Oksidatif Stres Oluşumu ve Antioksidan Düzeyleri Üzerine Etkisi. Uzmanlık Tezi, Kahramanmaraş: Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, 2008.
92. Joanna K, Edyta M, Barbara P, Ewa DS, Alicja N, Lucja PS. Response of Oxidative Stress Markers and Antioxidant Parameters to an 8-week Aerobic Physical Activity Program in Healthy, Postmenopausal Women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 2009; 49 ,67–71.

93. J.M. Morillas-Ruiz, J.A. Villegas Garcı, F.J. Lopez, M.L. Vidal-Guevara, P. Zafrilla Effect of Polyphenolic Antioxidants on Exercise-İnduced Oxidative Stres. *Clinical Nutrition* . 2006; 25, 444-453.
94. Margarıtıs I, Tessier F, Rıchard MJ, Marconnet P, et all. No Evidence of Oxidative Stress After a Triathlon race in Highly Trained Competitors. *Int. J. Sports Med.* 1997; 18 (3): 186-190.
95. Tuna Z. Antrene ve Sedanter Genç Erkeklerde Submaksimal Bir Egzersizin Plazma Sitokin, Oksidan ve Antioksdian Düzeylerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fiziyojji Anabilim Dalı, 2010.
96. Dağlıoğlu Ö. Elit Yüzücülerde ve Sedanterlerde Aerobik ve Anaerobik Egzersizin Oksidatif Stres Üzerine etkisi ve Pon1 Gen Polimorfizminin Araştırılması. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2009).
97. Yamaner F. Oxidative Predictors and Lipoproteins İn Male Soccer Players. *Turk J Med Sci.* 2010; 40 (3): 427-434. TÜBİTAK.
98. Kürkçü R. Taekvando Antrenmanlarının Çocuklarda Oksidatif Stres Üzerine Etkisi. 10. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Poster Bildiri. Bolu, 2008.
99. İnal M, Akyüz A, Turgut A. Getsfrıd WM., Effect of Aerobic and Anaerobic Metabolism on Free Radical Generation Swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 2001; 33(4): 564-567.
100. Demirbağ R, Yılmaz R, Güzel S, Celik H, Koçyigit A, Ozcan E. Effects of treadmill exercise test on oxidative/antioxidative parameters and DNA damage. *Anadolu Kardiyoloji Derg. Jun;* 2006; 6 (2): 135-40
101. Revan S, Erol AE. Fraklı Dayanıklılık Antrenmanlarının Oksidatif Stres Oluşumu ve Antioksidan Düzeyleri Üzerine Etkisi, S.Ü. BES Bilim Dergisi, Cilt 10, Sayı 1, 2008; 11-20.
102. Çelik A, Varol R, Onat T, Dağdelen Y, Tugay F, Akut Egzersizin Futbolcularda Antioksidan Sistem Parametrelerine Etkisi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2007; V (4) 167-172.
103. Bloomer RJ. Effect Of exercise on Oxidative Stres Biomarkers. *Adv Clin Chem* 2008; 46: 1-50.
104. Radovanovic D, Bratic M, Nurkic M, Cvetkovic T, Ignjatovic A, Aleksandrovic M. Oxidative Stres Biomarker Response to Concurrent Strength and Endurance Training. *Gen. Physiol. Biophys. Special Issue,* 2009; 28: 205-211

105. Fıçıncılar H. Akut Egzersiz ve Kısa Dönem Antrenmanın Trombosit Fonksiyonları ve Plazma Total Antioksidan Kapasitesi Üzerine Etkisi. Bilimsel Araştırma projesi, Ankara: Ankara Üniversitesi, 2004.
106. Fatouros IG, Jamurtas AJ, Villiotou V, Pouliopoulou S, Fotinakis P, Taxildaris K, Deliconstantinos G. Oxidative Stress Responses in Older Men During Endurance Training and Detraining. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004; 36:2065-2072.
107. El Abed K, Rebai H, Bloomer RJ, Trabelsi K, Masmoudi L, Zbidi A, Sahnoun Z, Hakim A, Tabka Z. Antioxidant Status and Oxidative Stress at Rest and in Response to Acute Exercise in Judokas and Sedentary Men. *J. Strength Cond res.* Sep; 2011; 25 (9): 2400-9.
108. Gravina L, Ruiz F, Lekue JA, Irazusta J, Gil SM. Metabolik İmpact of a Soccer Match on Female Players. *J Sports Sci.* Sep; 2011; 29 (12): 1345-52.
109. Kauretas D, Gougoura S, Nikolaidis MG, Kostaropoulos IA, Koukoulis G, Jamurtas AZ. Increased Oxidative Stress Indices in the Blood of Children Swimmers. 11 the Annual Congress of the Eur. Coll. Sport Sci. Lausanne-Switzerland. 2006.
110. Vierck HB, Darvin ME, Lademann J, Reibhauer A, Baack A, Sterry W, Patzelt A. The Influence of Endurance Exercise on The Antioxidative Status of Human Skin. *Eur J Appl Physiol.* 2012; Jan 22
111. Okudan N, Revan S, Belviranlı M, Balcı ŞŞ, Gökbel H, Pepe H, Yüzme Antrenmanının Sıçan Karaciğer Dokusunda Tükenme Egzersiziyle Oluşan Oksidatif Strese Etkileri. III. Ulusal Fizyoloji Sempozyumu, 2011.
112. Gül M, Demircan M, Taysi S, Ostasan N, Gümüştekin K, Siktar E, Polat MF, Akar S, Akçay F, Dane S. Effects of endurance training and acute exhaustive exercise on antioxidant defense mechanisms in rat heart. 2006.
113. Ascensao A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Perira L, Magalhaes J. Biocheical İmpact of a Soccer Match-Analysis of Oxidative Stress and Muscle Damage Markers Throughout Recovery. *Clinical Biochemistry*, 2008; 41, 841-851.
114. Bezosa C, Cebrian I, Fuentes-Broto L, Gomez Trullen E, Piedrafita E, Martinez Ballarin E, Lopez-Pinarron L, reiter RJ, Garcia JJ. *J Biomed Biotechnol.* (2011). 540458.
115. Çakmak A, zeyrek D, Kürkçü R, Ataş A, Çimen E, Ocak AR, Erel Ö. Amatör Adölesan Sporcuların Sistemik Oksidan-Antioksidan Durumlarının Değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri J Med Sci*; 2009; 29 (2).

116. Pittaluga M, Parisı P, Sabatını S, Ceci R, Caporossı D, Catanı MV, Savını I, Avıghono I. Cellular and Biochemical Parameters of Exercise-inducend Oxidative Stres. Relationship With Training Levels, Free Radical Research. 2006; 40. 607-14.
117. Korkmaz S, Aslankeser Z, Özdemir Ç, Mete Ö, Kurdak SS. Maksimal Şiddet ve Kapsamlı İnterval Sprint Egzersizin Kas Hasarı Göstergelerine, Serum İnsuliBenzeri Büyüme Faktörü-I ve İnflamasyon Mediatörlerine Etkisi. Adana: III. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu, 2011.
118. Otağ A, Deveci D. Sporcu ve sedanterlerde Egzersizin İnterlökin-10 İle Kreatin Kinaz İlişikisine Etkisi. Adana: III. Ulusal Fizyoloji Sempozyumu, 2011.
119. Graeme LC, Ashton T, Cable T, Doran D, MacLaren DPM. Eccentric Exercise, İsokinetic Muscle Torque and Delayed Onset Muscle Soreness: The Role of Reactive Oxygen Species, Eur J Appl Physiol, 2004; 91: 615-21.
120. Groussard C, Rannou-Bekono F, Machefer G, Chevanne M, Vincent S, Sergent O, et al. Changes in Blood Lipid Peroxidation Markers and Antioxidants After a Single Sprint Anaerobic Exercise. Eur J Appl Physiol, 2003; 89: 14-20.
121. Harbili S., Gencer E., Ersöz G., Demirel HA., (2008). Orta Şiddetli Ekzentrik Egzersiz Diğer Hasar Belirteçlerini Etkilemeksizin Plazma Kreatin Kinaz Düzeyini Arttırır. S.Ü. BES Bilim Dergisi, Cilt 10, Sayı 1. 21-31
122. Noakes TD. Effects of Exercise on Serum Enzyme Activities in Humans. Sports Med. 1987; 4:245–267.
123. Marcora SM, Bosio A. Effect of Exercise Induce Muscle Damage on Endurance Running Performance in Humans. Scand J Med Sci Sports.2007; Dec;17(6):662–71.
124. Gleeson M, Blannin A, Zhu B, Brooks S, Cave R. Cardiorespiratory, Hormonal and Haematological Responses to Submaximal Cycling Performed 2 Days After Eccentric or Concentric Exercise Bouts. 1999; 13(6):191.
125. Hu Y, Asona K, Kim S, Nagata H, Relationship Between serum Testosterone and Activities of Testicular Enzymes After Contiuous and İntermittent Training in Male Rats. Int J Sports Med. 2004; 25 (2): 99-102.
126. Brites F, Zago V, Verona J, Muzzio ML, Wikinski R, Schreier L, HDL Capacity to İnhibit LDL Oxidation in Well-Trained Triathletes, Life SCI: 2006; 78 (26):30781.
127. Evelson P, Gambino G, Travacio M, Jaita G, Verona J, Maroncelli C, et al. Higher Antioxidant Defences in Plasma and Low density Lipoproteins From Rugby Players. Eur j Clin Invest 2002; 32 (11): 818-25.
128. Hazar S, Egzersize Bağlı İskelet ve kalp Kası Hasarı. Spormetre Dergisi 2004; (2): 119-26.

8.EKLER

8.1. Etik Kurul Raporu

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK DEĞERLENDİRME KOMİSYONU

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYI

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU					
	ARAŞTIRMA ADI	Profesyonel futbolcularla sedanterlerde akut egzersiz ile oluşan total oksidan kapasitenin karşılaştırılması				
	SORUMLU ARAŞTIRICI UNVAN/ADI-SOYADI	Öğr.Gör.Bekir MENDEŞ Gaziantep Üniv. BESYO Öğr.Görevlisi				
	YARDIMCI ARAŞTIRICI UNVANI/ADI-SOYADI					
	KOORDİNATÖR MERKEZ					
DESTEKLEYİCİ						
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Değişiklik No/Tarihi	Dili			
	PROTOKOL	-	-			
	ARAŞTIRICI BROŞÜRÜ	-	-			
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLURU	-	-			
	OLGU RAPOR FORMU	-	-			
ÇALIŞMA ESASI	İYİ KLİNİK UYGULAMALARI KLAVUZU					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 7/2010-42		Tarih:07.07.2010			
	Gaziantep Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda yapılması planlanan ve yukarıda adı geçen klinik araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgelerin araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak 07.07.2010 tarihli Etik Kurul toplantısında incelenmesi sonucunda, adı geçen araştırmanın yapılmasının uygunluğuna oy birliği ile karar verilmiştir.					
ETİK KURUL ÜYELERİ						
Unvanı/Adı-Soyadı/ Etik Kurul Üyeligi	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza
Doç.Dr.Belgin ALAŞEHİRLİ Başkan	Farmakoloji	G.Ü.Tıp Fak. Farmakoloji A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof.Dr.Cemil SAVAŞ Başkan Yardımcısı	Gastroenteroloji	G.Ü.Tıp Fak. İç Hast.A.D. Gastr. B.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Prof.Dr.Serdar ÜŞÜMEZ Raportör/Üye	Diş Hekimi	G.Ü. Diş Hek. Fak.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Doç.Dr.Ercan SIVASLI Üye	Pediyatri	G.Ü.Tıp Fak. Farmakoloji A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	Katılmadı
Yrd.Doç.Dr.Beyhan CENGİZ Üye	Fizyoloji	G.Ü.Tıp Fak. Farmakoloji A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Yrd.Doç.Dr.Ş.Nur AKSOY Üye	Biyokimya	G.Ü.Tıp Fak. Farmakoloji A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Ecz.Ahmet BOŞNAK Üye	Eczacı	G.Ü. Tıp Fak. Farmakoloji A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	

* Araştırma ile ilişki
** Toplantıda Bulunma

8.2. Klinik araştırma amaçlı için aydınlatılmış Onam formu

Sayın Katılımcı;

Son yıllarda üzerinde binlerce çalışma yapılmış Total antioksidan seviyesi ile Total oksidan seviyeleri ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın ismi “*Profesyonel Futbolcular İle Sedanterlerde Akut Egzersiz İle Oluşan Total Oksidan ve Total Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması*” dır.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırmaya davet edilmenizin nedeni sizin profesyonel futbolcu veya herhangi düzenli bir sportif aktivitede bulunmuyor olmanızdır. Size 45 dakikalık iki devre halinde bir futbol maçı yaptırıp, maçtan önce, maçtan sonra ve maçtan 24 saat sonra kanınızı alacağız. Kanlarınızı aldıktan sonra Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Biyokimya anabilim dalında maç öncesi, sonrası ve 24 saat sonrası TAS, TOS, CK ve LDH testlerinizi çalıştıktan sonra ne derece değiştiğini gözlemleyeceğiz. Bu sonuçlar ışığında fiziksel aktivitenin oksidan, antioksidan ve kas hasarı değişimi üzerine bir bilgiye sahip olacağız. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Öğr. Gör. Bekir Mendesh'in denetiminde bir futbol maçı yapacaksınız. Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Biyokimya personeli kanlarınızı alacaklar. Bu kandan çalışmada kullanılacak olan tetkikler çalışılacaktır. Bu aşamada başarısız olduğunda bir kez daha kan vermeniz istenebilir.

Kan alınması sırasında oluşabilecek riskler:

1-) İğne batmasına bağlı olarak az bir acı duyabilirsiniz.

2-) Çok az bir ihtimal de olsa iğne batması sonrasında kanamanın uzaması veya enfeksiyon riski vardır.

Yukarıda sayılanlar böylesi bir analizde yaşanabilecek potansiyel risklerdir. Ancak bunlardan en az oranda zarar görmeyi hatta hiç zarar görmemeniz için elimizden geleni yapacağız. Çalışmanın devamı sırasında ortaya çıkabilecek sorun ve riskler katılımcının kendisine iletilecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde sizden alınan kan örneğinin derhal yok edileceğini ve hiçbir şekilde kullanılmayacağını taahhüt ederiz. Ayrıca çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Katılımcının Beyanı;

Gaziantep Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu ve Tıp Fakültesi, Temel Biyokimya AD 'da tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam sorumlu araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağını bilincindeyim)

Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim). Araştırma sırasında bir herhangi bir sorun ile karşılaştığında; herhangi bir saatte, Gaziantep Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğr. Gör. Bekir Mendeş'i arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun araştırmacı ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararımı aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Tarih : /..... /.....

Katılımcı :

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Görüşme Tanığı :

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen araştırmacı :

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel.

İmza

Sorumlu Araştırmacı :

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel.

İmza

9. ÖZGEÇMİŞ

02.01.1966 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Elazığ'da tamamladı. Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümünden 1991 yılında mezun oldu. 1991-1994 yılları arasında Sivas'ta, 1996-1998 yılları arasında Elazığ'da Beden Eğitimi Öğretmeni olarak görev yaptı. 1998 yılında Gaziantep Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. 2000 yılında Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında yüksek lisans programını tamamladı. 2008 yılında Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında doktora programına başladı. Halen Gaziantep Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

Evli ve iki çocuk babasıdır.