



T.C
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**FUTBOLDA TİYOL DİSÜLFİT DENGESİ VE OTONOM
SİNİR SİSTEMİ AKTİVİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hami Sergen KATIRCIOĞLU

**Samsun
Ocak-2020**



T.C

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİM ANABİLİM DALI

**FUTBOLDA TİYOL DİSÜLFİT DENGESİ VE OTONOM
SİNİR SİSTEMİ AKTİVİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hami Sergen KATIRCIOĞLU

Danışman

Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

**Samsun
Ocak-2020**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Hami Sergen KATIRCIOĞLU tarafından Doç.Dr.Yıldırım KAYACAN danışmanlığında hazırlanan “Futbolda tiyol disülfid dengesi ve otonom sinir sistemi aktivitesi arasındaki ilişkinin incelenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 09/01/2020 tarihinde yapılan sınav ile Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yücel MAKARACI

Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi

ONAY

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... /... /2020

Prof. Dr. Ahmet UZUN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Spor bilimi adına yaptığı çalışmalar ve insani ilişkileri yönünden bana bir rol model olan, tezimin bütün aşamalarında gece gündüz fark etmeksizin fikir alışverişinde bulunabildiğim, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi ve aynı zamanda danışman hocam Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN'a;

Tez çalışmamda, çalışmanın ortaya çıkmasında yardımcı olan Ordu Kotyora Futbol Kulübü Sporcularına;

Dünyaya geldiğim ilk günden beri bütün imkanlarıyla koşulsuz şartsız destek olan, vatana millete hayırlı bir evlat olmam için çabalayan, eğitim hayatım için birçok fedakârlıkta bulunarak beni bugünlere getiren her şeyden çok sevdiğim canım annem Nuray Katırcıoğlu ve babam Yalçın Katırcıoğlu'na;

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından PYO.YDS.1904.18.009 kodu ile Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

ÖZET

FUTBOLDA TİYOL DİSÜLFİT DENGESİ VE OTONOM SİNİR SİSTEMİ AKTİVİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Yoğun bir antrenman formuna sahip olan futbolda, egzersizden kaynaklanan hücrel hasarın (oksidatif stres), yeni bir ölçüm metodu olan tiyol disülfid ekseninde incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Bu çalışma futbolda aktif spor yaşantısını sürdüren yaşları 19-32 arasında olan 15 erkek futbolcu tarafından uygulanmıştır. Her bir sporcudan sabah uyaadıklarında (09.00-12.00) dinlenik durumdayken TLC 5000 holter kullanılarak 5 dakika elektrokardiyogram kayıtları gerçekleştirilmiştir. Sporculardan antrenman maçı öncesinde dinlenik durumdayken ve antrenman maçı sonrasında (ön test- son test) 5 cc ön kol venöz damardan kan alınarak tiyol disülfid parametreleri tespit edilmiştir.

Bulgular: Antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası tiyol disülfid (TD) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($P>0,05$). Ancak antrenman maçı sonrası değerlerinden NT, TT, DDS ve OT parametrelerinde artış gözlenmiştir. Kalp hızı değişkenliği (KHD) parametrelerinin kendi içinde korelasyona sahip olduğu gözlenmiştir. KHD'yi en iyi tanımlayan parametrelerin SDNN ve RMSDD olduğu belirlenmiştir. Yaş ile antrenman maçı öncesi TD parametresi arasında korelasyonların fazla olduğu tespit edilmiştir. TD parametresinin zaman bağımlı parametrelerden AVRR (antrenman maçı sonrası); frekans bağımlı parametrelerden ise LF ile (antrenman maçı öncesi) korelasyonlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Sonuç: Sunulan çalışma, ilk defa bir oksidatif stres belirteci olarak tiyol-disülfid dengesi ve KHD arasındaki ilişkiyi tespit etmiştir. Ayrıca spor bilimlerinde, hücrel düzeyde yapılan araştırmalarda otonom sisteminin rolünü kuvvetlendirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz; Tiyol disülfid dengesi; Oksidatif stres

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM ACTIVITY AND THIOL DISULPHIDE BALANCE IN FOOTBALL

Aim: Football has an intensive exercise and training process. In this study I try to examine cellular damage process (oxidative stress) with thiol disulfide method which is new examination methodly on discipline.

Material and Method: This study was conducted between 19-32 years of age; 15 male football players who are active in football. Electrocardiogram was taken from the athletes by using TLC 5000 holter before noon. Thiol disulfide parameters were determined before and after a football match (90 min) and 5 cc venous blood was taken.

Results: There was no statistically significant difference between the thiol disulfide (TD) parameters before and after the training ($P > 0.05$). However, NT, TT, DDS and OT parameters were increased in AS values. It was observed that heart rate variability (HRV) parameters were correlated in itself. The best defining HRV parameters were SDNN and RMSDD. Correlations between age and pre-training TD parameters were found to be high. AVR (post-training): It was observed that correlations with LF (pre-training) were higher among frequency dependent parameters.

Conclusion: The present study identified the relationship between thiol-disulfide balance and HRV as an oxidative stress marker for the first time. Besides, it has strengthened the role of the autonomous system in sports sciences at the cellular mechanism researches.

Keywords: Exercise: Thiol Disulfide Balance: Oxidative Stress

Hami Sergen Katırcıoğlu, Master Thesis

Ondokuz Mayıs University - Samsun, January-2020

SİMGELER VE KISALTMALAR

ATP: Adenozin Trifosfat

AVRR: R-R İntervallerinin ortalaması (Average of all R-R intervals)

DNA: Deoksiribonükleik Asit

EKG: Elektrokardiyogram

FFT: Fast Fourier Transform

HF: Yüksek Frekans (High Frequency)

HRV: Kalp Hızı Değişkenliği (Heart Rate Variability)

KHD: Kalp Hızı Değişkenliği

LA: Sol Kol (Left Army)

LF: Düşük Frekans (Low Frequency)

LL: Sol Bacak (Left Leg)

MAXRR: Maksimum R-R intervali

MİN: Minumum

NN: Normal to Normal

O2: Oksijen

OSS: Otonom Sinir Sistemi

PNN50: Ardışık NN İntervalleri Arasındaki Farkın 50 ms den Daha Büyük Olduğu Atımların Yüzde Oranı (Percentage of Differences Between Adjacent NN Intervals That Are Greater Than 50 ms; a Member of the Larger pNNx Family)

RA: Sağ Kol (Right Army)

RMSSD: 24 Saatlik Kayıtta Ardışık NN Aralıkları Farklılıklarının Karelerinin Toplamının Karekökü (Square Root of the Mean of the Squares of Differences Between Adjacent NN Intervals)

ROS: Reaktif Oksijen Türleri

SA: Sino-Atrial

SDANN: Kayıt Boyunca 5 Dakikalık Kayıt Bölümlerinin Ortalama NN Aralıklarının SS'sı (Standard Deviation of the Average NN Intervals for Each 5 Min Segment of a 24 h HRV Recording)

SDNN: İnceleme Boyunca Bütün NN İntervallerinin Standart Sapması Standard Deviation of All NN Intervals (Standard Deviation of All NN Intervals)

-SH: Sülfidril

ULF: Ultra Düşük Frekans (Ultra Low Frequency)

VLF: Çok Düşük Frekans (Very Low Frequency)



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Tiyol Disülfit Dengesi.....	4
2.1.1 Oksitadif Stres	5
2.1.2. Serbest Radikaller.....	6
2.2. Tiyol Disülfit Dengesi ve Egzersiz	7
2.3. Futbol ve Oksidatif Stres.....	9
2.4. Kalbin Anatomisi	10
2.4.1 Kalp Atım Hızı	11
2.5. Elektrokardiyogram ve İşaretleri.....	11
2.6. Kalp Aktivitesinin İncelenme Metotları ve Derivasyonlar	12
2.7. Kalp Hızı Değişkenliği.....	13
2.7.1. Kalp Hızı Değişkenliğinin Analizi	14
2.7.2. Zaman Bağımlı Ölçümler	15
2.7.3. İstatistiksel Metotlar	15
2.7.4. Geometrik Metotlar	16
2.7.5. Frekans Bağımlı Ölçümler	17
2.8. Kalp Atımı Kontrolü: Otonom Sinir Sistemi	19
3. MATERYAL VE METOT.....	22
3.1. Araştırma Grubu.....	22
3.2. Antrenman Protokolünün Uygulanması.....	22
3.3. Kan Örneklerinin Alınması	22
3.4. EKG Ölçümünün Alınması	22
3.5. Biyokimya Analizleri	23
3.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	25
4. BULGULAR.....	26
5. TARTIŞMA	32

6. SONUÇ ve ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR	40
EKLER	46
ÖZ GEÇMİŞ	47



1. GİRİŞ

Tiyoller, reaktif oksijen türlerinin (ROS) ortaya çıkardığı doku ve hücre hasarlarının oluşumunu önlemek için serbest radikallerle tepkimeye girebilen ve önemli rolü bulunan sülfidril (-SH) grubu içeren organik bir bileşiktir (Ateş ve ark., 2015). -SH grubu içeren bileşikler için tiyol kavramı kullanılmaktadır (Kaya, 2015). Tiyol, yalnızca antioksidan bileşik değildir, aktif olduğu anlarda -SH atıklarının oluşması ile birlikte karakterize olan organik sülfür türlerinin bir çeşididir. Tiyol, aerobik yaşam formlarına dağılmış bir durumda yer almakla beraber, antioksidan savunmadaki kritik rolüyle birlikte birçok farklı işleve sahiptir (Sen ve Packer, 2000).

ROS, kontrolsüz bir şekilde üretildiğinde, nükleik asit, protein ve lipit gibi biyomoleküller oksitler ve genetik bilginin değişmesine, protein yapısının bozulmasına, enzim aktivitesinin engellenmesine ve hücrel membranların zedelenmesine neden olur. Bu durum oksidatif stres olarak tanımlanır (Pala, 2011).

Oksidatif stres altında tiyol disülfid dengesi bozulur. Dinamik tiyol-disülfid homeostazisi, antioksidasyonun korunması, detoksifikasyon, sinyal iletimi, apoptozenzimatik aktivitenin regülasyonu ve selüler sinyal mekanizmalarında kritik role sahiptir (Bektaş ve ark., 2015).

Oksidatif stres, ROS ve antioksidan moleküller arasında ki dengesizlik sonucu meydana gelir (Ateş ve ark., 2015). ROS seviyesi arttıkça, redoks reaksiyonuyla birlikte içinde sistein olan sülfür atomu yan zincirini oksitler ve disülfid oluşur (Cremers ve Jakop, 2013).

Hücrel seviyede oksidatif hasarın ilk seviyesi ortaya çıkar. Fizyolojik sürecin organizmada devam edebilmesi için tiyol disülfid homeostazı önemlidir. Apoptozis ve protein kimyasal yapılarının stabilizasyonu bunlar arasındadır (Schafer ve Buettner, 2001).

İnsanda ilk olarak 35 yıl önce egzersizin oksidatif strese katkısı olduğu bildirildi (Davies, 1982). O günden bu güne, birçok çalışma, uzun süreli ya da yüksek yoğunluklu egzersizin kan ve iskelet kasında makro moleküllere oksidatif hasar verdiğini ortaya çıkarmıştır. Egzersiz anında ROS üretiminden sorumlu olan dokular tartışmanın bir konusu olsada, güçlü deliller kas aktivitesinin iskelet kası liflerinde oksidan üretimini arttırdığını göstermektedir (Servais ve ark., 2003; Powers ve Hogan, 2016).

Düzenli olarak egzersiz yapan ve sedanter kişiler arasında kardiyavasküler sistemin işleyişi, kalbin çalışma temposu arasında farklılıkları bilinmektedir. Dinlenik durumda ve egzersiz durumunda kalbin çalışma fonksiyonlarında değişiklikler ortaya çıkmaktadır (Kayacan, 2009).

Otonom sinir sistemi tarafından düzenlenen kalp; stres, anksiyite, depresyon gibi durumlarında bozulmaktadır (Gorman ve Sloan, 2000). Kalp hızı değişkenliği (KHD=HRV, Heart rate variability), kalbin sempatik ve parasempatik aktivitesinin değerlendirildiği non-invaziv bir yöntemdir. KHD'nin düşmesi parasempatik aktivitenin düştüğünü, sempatik aktivitenin ise yükseldiğini göstermektedir (Malik, 1996; Gorman ve Sloan, 2000).

KHD, zaman içinde kalp hızında ortaya çıkan değişiklikleri veya kalp ritminde ortaya çıkan periyodik farklılıkları tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Fiziksel aktivite, postural değişiklikler ve emosyonel uyarıların yokluğunda KHD, sinüs düğümü hızında otonom sistem tarafından kontrol edilen sürekli değişiklikleri gösterir (Kayacan, 2009).

Sunulan araştırmada kan alımı antreman maçı öncesinde ve sonrasında (ön test-son test) ön kol venöz damardan yaklaşık 5 cc kan alınmıştır. Alınan kanların serumundan yeni bir oksidatif stres markeri olan tiyol disülfid dengesi ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Elektrokardiyogram (EKG) kayıtları sporculardan 5 dakika olmak üzere sabah uyaandıklarında (09.00-12.00) dinlenik durumdayken TLC 5000 holter kullanılarak yapılmıştır. Tüm sporculara çalışmanın yapılacağı gün, ölçüm öncesinde herhangi bir ilaç kullanmamaları ve rutin aktiviteler dışında herhangi bir egzersiz yapmamaları hususunda bilgi verilmiştir.

Sunulan araştırmanın temel amacı; yoğun bir antrenman formuna sahip olan futbolda, egzersizden kaynaklanan hücrel hasarın (oksidatif stres), yeni bir ölçüm metodu olan tiyol disülfid ekseninde incelenmesidir. Ayrıca sempatik ve parasempatik aktivitenin önemli bir göstergesi olan KHD'yi tespit etmek için sporcuların EKG kayıtları ve ölçülen kalp dalgaları analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda tespit edilen oksidatif hasar verileri ile EKG bulguları arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

Literatür incelendiğinde futbolda tiyol disülfid dengesi ve otonom sinir sistemi aktivitesi arasındaki ilişkinin incelenmesine dayalı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, sunulan bu tez çalışması kendi alanında bir ilk olma özelliği taşımaktadır.

Tezin problem cümlesi; yoğun bir antrenman formuna sahip olan futbolda, egzersizden kaynaklanan hücrel hasarın (oksidatif stres), yeni bir ölçüm metodu olan tiyol disülfid ekseninde incelenmesidir. Bununla birlikte sunulan çalışmanın hipotezleri şu şekilde tasarlanmıştır:

1. Tiyol disülfid parametreleri antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası anlamlı düzeyde farklıdır (H_0).
2. Kalp hızı değişkenliği ve tiyol disülfid parametreleri arasında anlamlı düzeyde korelasyon vardır. (H_0).
3. Kalp hızı değişkenliği parametrelerinin kendi içinde korelasyona sahiptir. (H_0).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tiyol Disülfid Dengesi

Tiyol grupları; oksidatif stres hasarının tahripkâr tesirlerine karşı organizmayı savunan -SH grubu bulunduran organik, esansiyel ve güçlü antioksidan moleküllerdir. Sistein, homosistein, glutatyon, albümin ve diğer proteinlerdeki tiyol grupları ROS'un primer hedef noktasıdır (Öksüz, 2018).

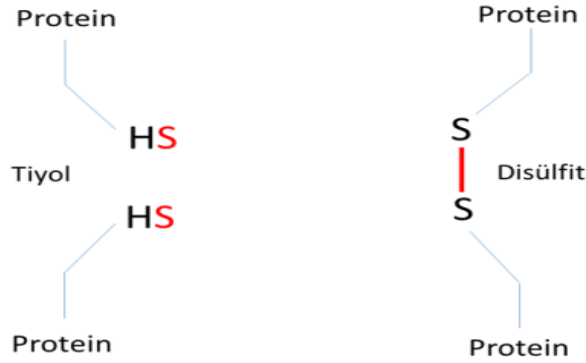
Tiyoller, oksidanlar ve disülfid bağları ile birlikte oksidasyon reaksiyonuna girebilirler. Disülfid bağı kovalent bir bağıdır, bu bağı ayrıca SS-Bağı veya disülfid köprüsüde denir. Oksidatif stres şartları altında sistein tortuları geri dönüşebilir ve karışık disülfidlerin protein disülfid ve düşük moleküler kütleli tiyol gruplarına dönüşmesine öncülük edebilir. Disülfid bağlarının formu tiyol gruplarına tekrar indirgenebilir yani dinamik tiyol disülfid homestazı korunur (Erel ve Neşelioglu, 2014).

Tiyol ve disülfidlerin; proteinlerin yapılarının stabilizasyonunda, proteinlerin ve enzim fonksiyonlarının regülasyonunda, reseptörlerde, taşıyıcılarda, Na-K kanalında, transkripsiyonda rolleri vardır. Dinamik tiyol-disülfid denge durumu; antioksidan savunma, detoksifikasyon, apoptozis, enzim aktivitelerinin düzenlenmesi, transkripsiyon ve hücrel sinyal iletimi mekanizmalarında kritik rollere sahiptir (Ateş ve ark., 2015). Çok büyük bir bölümü temel olarak albümin ve diğer proteinlerden oluşan plazma tiyol havuzunun, küçük bir bölümü de sistein, sisteinil glisin, glutatyon, homosistein ve γ -glutamil sistein gibi düşük molekül ağırlıklı tiyollerden oluşmaktadır. Tiyol grubu bulunduran bileşikler indirgeyici özellikleri ile oksidatif strese karşı savunmada kritik görevi olan organik maddelerdir. Organizmada oluşan ROS gibi oksidatif ürünler fazla elektronlarını tiyol bulunduran bileşiklere aktararak indirgenirken tiyol grupları okside olur (Gumusyayla ve ark., 2016). Proteinlerin tiyol grupları; düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin tiyol grupları, sistein rezidüleri ve diğer tiyol grupları, ortamda bulunan oksidan moleküller tarafından oksitlenerek tersinir disülfid bağ yapılarına dönüşürler. Oluşan disülfid bağ yapıları tekrar tiyol gruplarına redüklenebilir ve böylece tiyol disülfid dengesi sürdürülür. ROS ile ortamda bulunan tiyol grupları oksitlenerek geri dönüşlü disülfid bağlarına dönüşmesi radikal aracılı protein oksidasyonun en erken belirtisidir. Bu nedenle tiyol-disülfid dengesi bir oksidatif stres belirteci olarak kabul edilmektedir. Toplam tiyol ve doğal tiyolde azalma, disülfid düzeyinde artış oksidatif stres lehine değerlendirilir (Öksüz, 2018).

Anormal tiyol-disülfid denge düzeyleri diabetes mellitus, kardiyovasküler hastalıklar, malignite, romatoid artrit, kronik böbrek yetmezliği, Parkinson Hastalığı, Alzheimer Hastalığı, multiple sklerozis ve karaciğer hastalıkları gibi çeşitli hastalıkların patogeneğinde yer almaktadır (Ateş ve ark., 2015).

Tiyol-disülfid denge ölçümleri; Doğal tiyol (-SH), dinamik disülfid (-S-S-), toplam tiyol [(-SH)+(-S-S-)] düzeylerinin, dinamik (-SH/-S-S-) dengenin değerlendirilmesinde kullanılır (Ateş ve ark., 2015).

Tiyol-disülfid dengesi 1979 yılından bugüne yalnızca tek bir yönde ölçülebilirken, Erel ve Neselioğlu tarafından bulunan ve geliştirilen yeni yöntemle beraber, her iki değişken düzeyinin de ayrı ayrı ölçülmesi ve aynı zamanda birlikte ölçülmesini sağlamaktadır (Ateş ve ark., 2015).



Şekil 1. Tiyol disülfid yapısı (Erdal'dan 2019)

2.1.1 Oksitadif Stres

Atmosferin %21'ini insan vücudunun %65'ini oksijen meydana getirir. Karbonhidratlar, proteinler ve yağlar oksijen elementin temelini oluşturan yapısal bileşiklerdir. Yalnız oksijenin biyolojik yönden önemi oksidatif metabolizma ile ilgilidir. Enerji üretiminin gerçekleşmesi için hücrede bulunması gereken oksijen dünyada ki hayatın sürekliliği yönünden vazgeçilmezdir. Oksijen varlığında glikoz ve diğer organik moleküllerden adenosin trifosfat (ATP) üretimi oksidatif metabolizma ya da aerobik (oksijenli) solunum olarak adlandırılır (Yorulmaz ve Metin, 2011). Hücrenin ana yapısı olan lipid, deoksiribonükleik asit (DNA), protein molekülleri oksitleyerek bunlara ciddi zarar oluşturan serbest radikaller oksijen merkezlidir. Temelinde oksijen olan serbest radikallere ROS denilir (Cornelli, 2009). Hücrelerde meydana gelen bütün

metabolik aktivitelerde serbest radikaller oluşabilmektedir (Keleştemur ve Özdemir, 2011).

Sağlıklı bir organizmada serbest radikallerin meydana gelmesi ile bunların ortadan kaldırılması bir denge içindedir. Bu dengenin serbest radikaller lehine bozulmasıyla, hücre fonksiyonları üzerinde oluşan olumsuz etki “oksidatif stres” olarak adlandırılır (Yorulmaz ve Metin, 2011).

Basit bir şekilde oksidatif stres, vücudun antioksidan savunması ile hücrelerin lipid tabakasının peroksidasyonuna neden olan serbest radikal üretimi arasındaki dengesizlik olarak tanımlanabilir (Mercan, 2004).

Organizma serbest radikallere ve bunların ortaya çıkardığı zararlara karşı bir savunma sistemine sahiptir (Aydemir ve Sarı, 2009). Serbest radikallerden oluşan oksidan hasara karşı antioksidanlar olarak adlandırılan türlü enzim ve besinler organizmayı korur. Antioksidanlar serbest radikallerin oluşumunu ve aktivitelerini azaltarak, serbest radikalleri enzim tepkimeleri aracılığıyla temizleyerek veya meydana gelen zararı yine enzimler yoluyla tamir ederek etkiler (Cornelli, 2009).



Şekil 2. Serbest radikallerin ve oksidatif stresin hücre üzerine etkisi (Önal'dan, 2016)

2.1.2. Serbest Radikaller

En dış yörüngesinde çiftleşmemiş elektron bulunan atom ya da moleküllere serbest radikal denir. Eksik elektronlu olan bu moleküller kısa ömürlü, kararsız, molekül ağırlığı düşük ve çok etkin moleküllerdir. Serbest radikaller tek elektronlarını çiftlemek üzere diğer moleküller ile hızla reaksiyona girme, dolayısıyla onların kimyasal yapılarını değiştirip kararsız (reaktif) bir atom haline getirme eğilimlidirler (Önal, 2016).

Hayatımız için oksijen kritik öneme sahip vazgeçilmez bir elementtir. Hücreler enerji üretimi için oksijen kullanmaya başladığında, mitokondriya tarafından ATP üretiminin bir sonucu olarak serbest radikaller meydana gelir (Çerit, 2018).

Serbest radikaller, hücrelerde endojen ve ekzojen kaynaklı etmenlere bağlı olarak oluşurlar. Serbest radikaller bir veya daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip, kısa ömürlü, kararsız, molekül ağırlığı düşük ve çok etkin moleküller olarak tanımlanır (Mercan, 2004). Serbest radikaller organik ve inorganik moleküller halinde bulunmalarının yanı sıra oldukça reaktif özelliklere sahiptir (Kavas, 1989).

In vivo olarak hücrede normal metabolizmanın ürünleri şeklinde açığa çıkan radikaller olduğu kadar, organizmanın iyonize edici radyasyona, oksitleyici özellik taşıyan ajanlara ve doğal durumda serbest radikal metabolitleri oluşturabilen ksenobiotiklere maruz kaldığı durumlarda da meydana gelirler (Erden, 1992).

Yaşamın sürmesi için zorunlu bir parça olan oksijen radikalleri bir çok enzimatik reaksiyon ve biyolojik işlevler için lazımdır (Kavas, 1989). Fakat, radikallerin yapısından kaynaklı ve etkili olduğu bölgeye göre hücresel amaçlar tehlikededir (Erden, 1992).

2.2. Tiyol Disülfid Dengesi ve Egzersiz

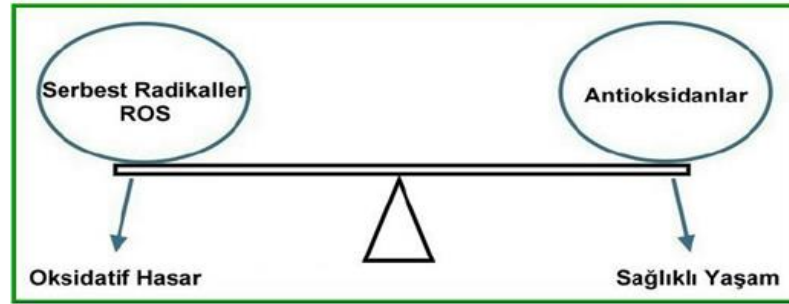
Yüksek yoğunlukta ki egzersizler özellikle iskelet kaslarda yüksek oksijen tüketimini de beraberinde getirir. Egzersiz anında metabolik aktivitenin yükselmesi ile birlikte oksijen aktivitesi de artar. Bunun sonucu olarak ROS serbest kalır. Uzun süreli yüksek yoğunluklu egzersizler kanda ve iskelet kasında oksidatif stresin haddinden fazla arttığını ve makro moleküllerin parçalandığını göstermiştir (Kayacan ve ark., 2019).

Tiyoller oksidanlar yoluyla oksidasyon reaksiyonuna girerek disülfid oluşturmalarına neden olabilir. Oksidatif stres arttığında, sistein kalıntılarının oksidasyonu, tiyoller ve protein tiyol grubu arasındaki moleküler ağırlıklarının karışık disülfitlerinin oluşumuna yol açabilir. Ancak bu oluşum her durumda geri dönüşümlüdür. Disülfid bağları ayrıca tiyol gruplarında azaltılabilir, böylece tiyol/disülfid homeostazı ortaya çıkar. Dinamik tiyol / disülfid homeostazı, hücre sinyal mekanizmalarında, transkripsiyon faktörlerinde, enzimatik düzenlemede, aktivasyonlar, apoptoz ve sinyal iletimi, antioksidan koruma ve detoksifikasyon önemli bir rol oynar (Kayacan ve ark., 2017).

Egzersizin şekli, yoğunluğu, çalıştırdığı kas grubu gibi parametreler ile egzersizler birbirlerinden değişik yoğunlukta oksidatif strese sebep olurlar (Kayacan ve ark., 2019).

Egzersiz de serbest radikal ve ROS üretimi birkaç şekilde meydana gelmektedir (Kayacan ve ark., 2019). Birincisi mitokondride elektronların yok olması diğeri yüksek egzersizler anında dolaşım, kan ve oksijen eksikliğinin olmasıdır (Doğanay, 2014). Genel olarak, mitokondri içinde gerçekleşen oksijen metabolizmasının serbest radikal üretimi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Tüketilen oksijenin %95-99' unun mitokondride sitokrom oksidaz sistemi tarafından suya dönüştürüldüğü ve kalanının (%1-5) oksijen tüketimi sırasında mitokondriden sızarak süperoksit radikalini oluşturduğu tespit edilmiştir (Kayacan ve ark., 2019). Egzersizle ihtiyaç duyulan oksijenin artması serbest radikallerin çoğalmasına sebep olmaktadır (Doğanay, 2014).

Uzun süreli submaksimal aerobik egzersiz sırasında serbest radikal üretimindeki artışın esas olarak oksijen tüketimindeki büyük artışa bağlı olduğu üzerinde durulmaktadır. Son 30 yılda, egzersize bağlı oksidatif stresin biyolojik etkileri konusundaki bilgilerimiz hızla artmıştır. Gerçekten de yüksek seviyelerde serbest radikallerin hücresel bileşenlere zarar verebileceği ve düşük / orta dereceli oksidanların ise gen ekspresyonunun kontrolü, hücre sinyal yollarının düzenlenmesi ve iskelet kaslarında kas kuvveti oluşumunun modülasyonu gibi düzenleyici roller oynadığı bilinmektedir (Kayacan ve ark., 2019).



Şekil 3. Oksidatif stres dengesi (Küçük'den, 2018)

Vücudumuzda oluşacak olan oksidatif stres hasarın önüne geçebilmek için antioksidanlar devreye girmektedir. Serbest Radikallere fazla elektronlarını veya hidrojenlerini verirler. Oksidatif Stresin ortaya çıkaracağı zararın önüne geçmek için ortamda yani vücutta yeterli antioksidan olması gerekmektedir (Küçük, 2018)

2.3. Futbol ve Oksidatif Stres

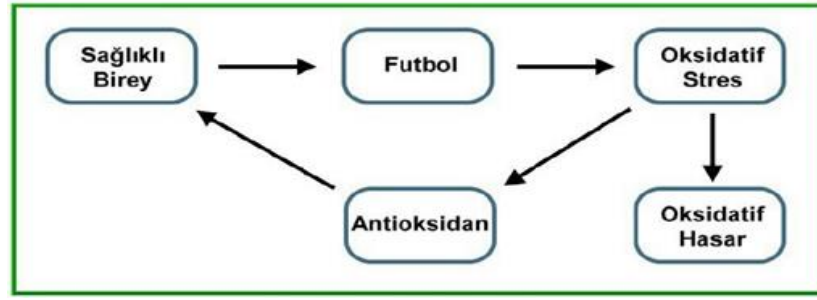
Geleneksel bir spor olarak gösterilen futbolun bilim ile tanışması 1960-1970'li yıllara dayanmaktadır. O zamanlar yapılan çalışmalar günümüz için önemli bir altyapı oluşturmaktadır. Yaşadığımız çağ için bilim, futbol uygulayıcıları tarafından çok fazla önemsenmektedir. Bilimin ışığı altında teknik direktörler, kondisyonerler ve bireysel antrenörler çok kritik roller almışlardır. Bu roller; seyahat düzenlemeleri, uyku programları, ısınma, soğuma, antrenman programları, teknik-taktik performans analizleri, müsabaka öncesi ve sonrası beslenme programları hazırlanması gibidir (Küçük, 2018).

Antrenörler ve bilim insanları tarafından futbolcuların fiziksel ve psikolojik performanslarını yükseltmek ilk hedef olmuştur. Elde edilen veriler, analizler, bulgular, sonuçlar kolektif ve sportif başarı için futbola özgü tecrübeler ile bütünleştirilip günümüz çağdaş antrenmanların düzenlenmesi ve uygulamaya konulmasına yardımcı olmaktadır. Başka spor branşlarında olduğu gibi futbolda da hedeflenen kısa ve uzun vadeli sonuçlara ulaşmak için antrenmanların bütünden parçaya olacak şekilde planlanıp düzenlenmesi gerekmektedir (Küçük, 2018).

Teknik, taktik, teorik, psikolojik ve kondisyon antrenmanları bilimsel açıdan futbol antrenmanlarını oluşturmaktadır. Kuvvet, dayanıklılık, sürat, hareketlilik ve koordinasyon çalışmalarından kondisyon antrenmanı oluşur (Küçük, 2018).

Futbol müsabakalarında sporcuların maksimal performansın %85-90'larına ulaştığı görülmektedir. Futbol antrenmanları ile hafif şiddette egzersiz çalışmalarını kıyasladığımızda futbol için daha çok enerjiye ihtiyaç olduğu görülmektedir. Antrenmanlarda uygulanan çalışmaların planına göre yüklenmeler farklılık gösterse de maksimal kuvvetin sınırlarının zorlandığı bilinmektedir (Küçük, 2018).

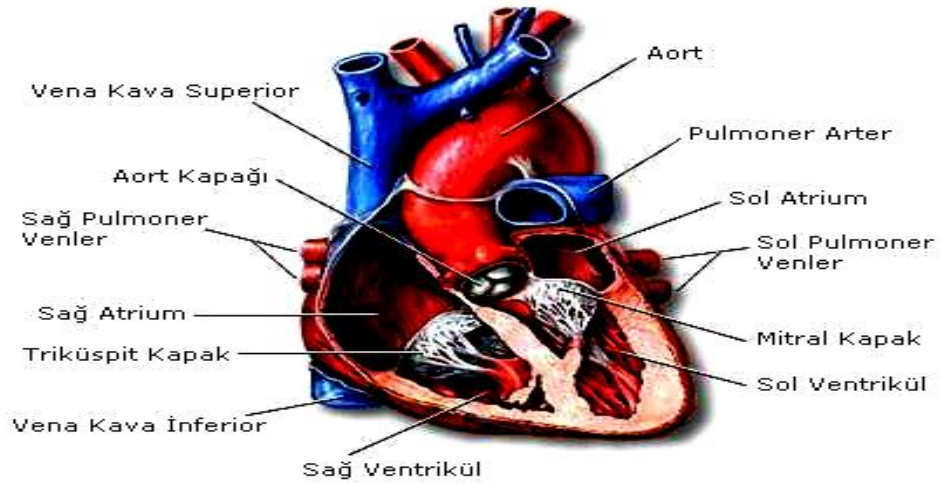
Futbol antrenmanlarının ortalama süresi 80-100 dakika arasındadır. Futbol maçının normal süresinin 90 dakika, uzatmalarla birlikte maksimum 120 dakika sürdüğünü biliyoruz. Müsabaka veya antrenman anında sporcunun tüketmiş olduğu enerji, göstermiş olduğu performans göz önünde bulundurulursa açığa çıkacak olan ROS, serbest radikal ve bunun devamında oluşacak oksidatif stres göz ardı edilemeyecek kadar etkili olacaktır (Küçük, 2018).



Şekil 4. Futbol ve oksidatif stres (Küçük'den, 2018)

2.4. Kalbin Anatomisi

Kalp, ortalama 13 cm boyunda ve 8 cm genişliğinde küre şeklindedir. İki akciğer arasında, göğüs boşluğunun ortasında bulunur. Miyokart olarak adlandırılan çizgili kas yapısı özelliğindedir (Tüfekçioğlu, 2008). Kalbin, ortalama ağırlığı yetişkin bir insanda 250–300 gram kadardır. Kalp, birbiriyle kan alışverişi olmayan iki bölümden oluşur. Bunlar sağ kalp ve sol kalp diye ayrılırlar. Bunlar bir üst bir alt olmak üzere ikişer boşluktan oluşurlar. Üst boşluklar “atriyum” alt boşluklar “ventrikül” olarak adlandırılırlar. Atriyum ve ventriküller kalp kapakları ile birbirlerinden ayrılır. Sağ atriyumun alt ve üst ana toplardamarlar, sol atriyumun 4 akciğer veni açılır. Sempatik sinirler: Sino-Atrial (SA) düğümünde kalbe ulaşırlar (Tüfekçioğlu 2008). Kalp, kasılma işlevini “sistol” gevşeme işlevini ise “diastol” dönemleri ile gerçekleştirir. Atriyumlar ve ventriküller aynı anda kasılır ve gevşerler. Ventriküller, atriyumlardan 1/10 saniye sonra kasılırlar. Bu sürede ventriküller, atriyumlardan gelen kan ile dolar. Bu olay daima tekrar eder (Kaya, 2006).



Şekil 5. Kalbin yapısı (Kayacan'dan, 2009)

2.4.1 Kalp Atım Hızı

Bir dakikadaki kalbin kasılma hızına kalp atım hızı veya nabız adı verilmektedir. Normal bireylerde dinlenik durumdayken kalp atım sayısı ortalama 70-80 atım/dk'dır. Kalp atım hızı bazı fiziksel ve fizyolojik faktörlere bağlı olarak etkilenmektedir. Bunlar; yaş, vücut ağırlığı, cinsiyet, postur, yiyecek alımı, heyecan ve duygular, vücut ısısı, egzersiz, çevresel etmenler diye sıralanabilir (Yapıcı, 2006).

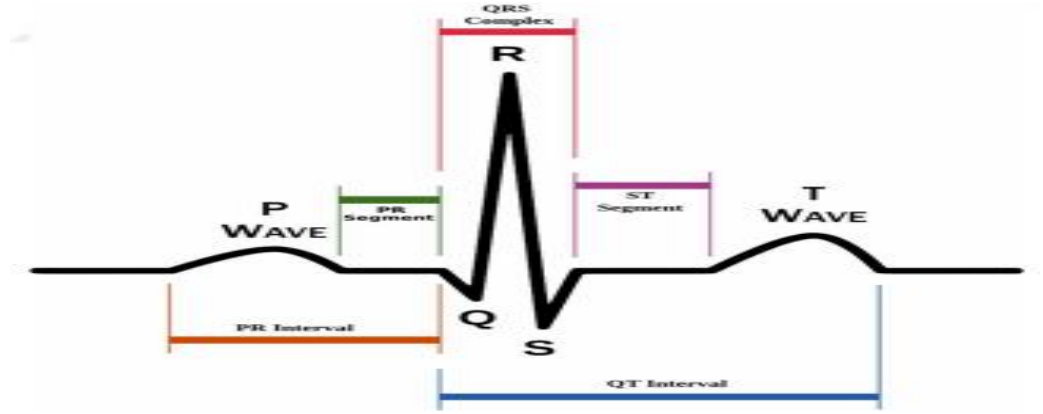
Dinlenik kalp atım sayısı sporcularda normal bireylere göre daha düşüktür. Egzersiz sonrası sedanter bireylerde kalp atım hızında meydana gelen artış spor yapanlara oranla daha yüksektir. Bu durum sporcuların sedanter bireylere göre daha güçlü ve daha iyi çalışan bir kalbe sahip olduklarını göstermektedir (Yapıcı, 2006).

Kalp, kanın dolaşım sistemi içerisindeki dolanımını sağlayan kassal bir pompadır. Kalbin büyüklüğü kişinin vücut yapısına ve yapmış olduğu fiziksel aktivite türüne göre değişim gösterir. Kalp kası miyokard, süreli ve ritmik olarak kasılan bir dokudur (Yapıcı, 2006).

2.5. Elektrokardiyogram ve İşaretleri

Kalp kaslarının düzenli olarak kasılıp gevşemesi sonucu oluşan elektriksel işaretler farklı farklı şekillerde eğriler elektrokardiyograf cihazlarında gözlenir. Bu çeşitli eğrilere elektrokardiyogram, uygulanan bu işleme de elektrokardiografi denir (Gürkan, 2006).

Elektrokardiografi kalbin işlevinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli yöntemlerden biridir. Bu işaretlerin genlikleri en çok 2-3 mV olup, frekansları 0,05 Hz ile 150 Hz arasındadır. Normal EKG işareti kalbin dinlenme durumundaki taban seviyesi üzerinde sıralanan P, Q, R, S, T adları verilen dalgalardan oluşur. Doğrudan doğruya kalp kasının kasılma şeklini gösterir. Şekil 6' da elektrokardiyogram işareti görülmektedir. EKG, kalp kaslarında bazı rahatsızlıklar ve iletim bozuklukları şeklindeki hastalıkları teşhis için kullanılabildiği gibi, ekranlı EKG monitörleri ile kritik kalp hastalarının sürekli izlenmesi de çok yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. EKG işaretlerinin algılanmasında standart olarak kabul edilen derivasyonlar Einthoven derivasyonları (çift kutuplu), Goldberger derivasyonları (tek kutuplu), Wilson derivasyonlarıdır (Çakır, 2014).



Şekil 6. Elektrokardiyogram işareti (Kaghazcı'den, 2019)

2.6. Kalp Aktivitesinin İncelenme Metotları ve Derivasyonlar

Kalbi gövde içinde bir elektrik üretici olarak düşünmek mümkündür. Kalbin kasılma düzeni, oluşturduğu elektriksel sinyalin, belirli bir anda belirli bir yön ve doğrultuda olacağını gösterir. Pratikte belirli teşhislere varılabilmesi için, belirli yönlerdeki elektriksel aktivitenin zamanla değişiminin ayrı ayrı incelenmesi gerekir. Bu ayrı yönlerdeki EKG sinyallerinin her birine derivasyon denir. En yaygın olarak kullanılan derivasyonlar frontal ve transversal düzlemde çeşitli doğrultularda değerlendirme olanağı sağlayan derivasyonlardır (Yıldız, 2000)

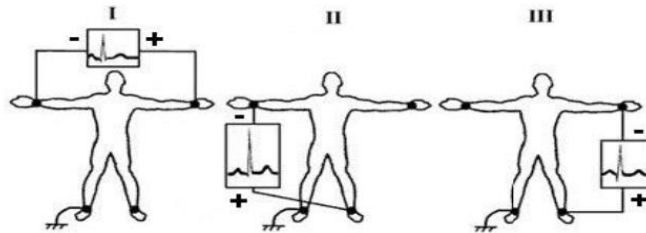
Bu ölçümler sağ bacak referans elektrodu olarak alınarak, Eithoven üçgenin köşe noktalarını oluşturmak üzere kol ve bacaklar üzerinden yapılır. Bunlara standart I, II ve III derivasyonları denir. Şekil 7' de derivasyon bağlantıları görülmektedir (Yıldız, 2000).

Bunlar yükseltici girişine;

I: Sağ kol (RA) ile sol kol (LA),

II: Sağ kol (RA) ile sol bacak (LL),

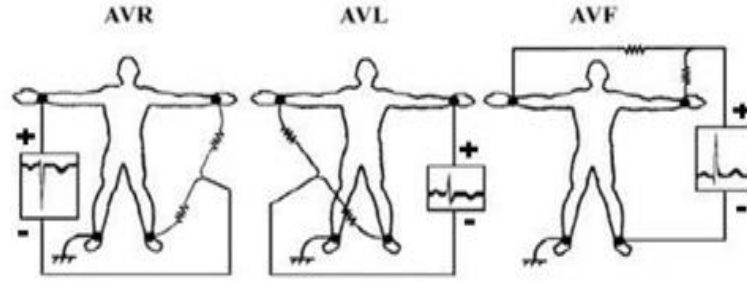
III: Sol kol (LA) ile sol bacak (LL),



Şekil 7. Einthoven derivasyonları (Gürkan'dan, 2006)

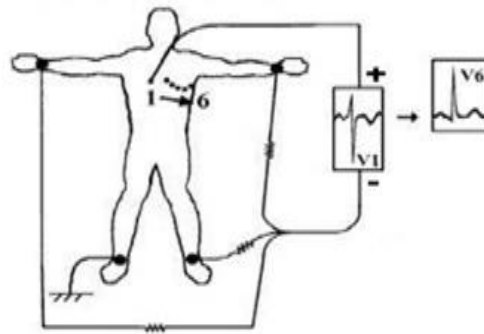
Goldberger derivasyonlarında ise sağ kol, sol kol ve sol bacdaktan birisi kuvvetlendiricinin evirmeyen girişine, diğcr ikisi ise birer direnç üzerinden ortalanarak kuvvetlendiricinin eviren girişine bağlanır (Gürkan, 2006)

Şekil 8’ de görüldüğü gibi bağlantı şekline göre aVR, aVL ve aVF derivasyonları elde edilmektedir. Bu derivasyonlar ile görüntülenen EKG işaretlerinin Einthoven derivasyonuyla görüntülenen işaretlere göre daha yüksek genliklere sahip olması nedeniyle, Goldberger derivasyonları kuvvetlendirilmiş (augmented) derivasyonlar olarak da isimlendirilir (Gürkan, 2006)



Şekil 8. Goldberger derivasyonları (Gürkan’dan, 2006)

Wilson derivasyonlarında Şekil 9’ da görüldüğü gibi sağ kol, sol kol ve sol bacak birer eş direnç üzerinden bir noktada birleştirilir. Wilson merkezi olarak adlandırılan bu nokta kuvvetlendiricinin eviren ucuna, göğüs üzerindeki belirli noktalardan birine yerleştirilen göğüs elektrodu ise kuvvetlendiricinin evirmeyen girişine bağlanır (Gürkan, 2006).



Şekil 9. Wilson derivasyonları (Gürkan’dan, 2006)

2.7. Kalp Hızı Değişkenliği

Çağımızda düzenli olarak egzersiz yapan kişilerle sedanter kişiler arasında kardiyovasküler sistemin aktivasyonu ve kalbin çalışma temposu bakımından

farklılıkları bilinmektedir. Dinlenik halde ve egzersiz sırasında kalbin çalışma işlevlerinde türlü farklılıklar oluşmaktadır. Dinlenme anında iskelet kaslarına giden kan, kalbin dakika volümünün % 15–20 sini oluşturduğu halde, egzersizde bu oran % 85–90 ortalamasını bulur. Bazı organlara giden kan miktarında azalma olur, ancak beyine giden kan miktarı değişmez. Sedanter kişilerde uyum, kalp atım hızının yükselmesiyle, antrenmanlı kişilerde ise debinin yükselmesi ile meydana gelir (Kayacan, 2009).

Sinüs hızında belirli bir zaman içinde ortaya çıkan anlık değişiklikler ya da ortalama kalp hızı çevresindeki kalp hızı dalgalanmalarına KHD denir (Ayyıldız, 2009). Sağlıklı bir kalpte alımlar saat gibi düzenli değildir. Fiziksel ve mental stres, solunum, egzersiz ve metabolik sebeplere bağlı olarak kalp hızında otonomik tonusla ilgili değişiklikler olmaktadır. Sempatik-parasempatik denge hakkında bilgi veren KHD de kardiyak otonom tonusun bir ölçüsü ve kardiyorespiratuar sistemin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Kayacan, 2009).

Kalbin nöral kontrolünün bir göstergesi olarak kabul edilen KHD, sinus düğümü düzeyindeki otonomik tonüsteki dalgalanmaları, etkileşimleri belirlemede invazif olmayan bir yöntem olarak kullanılmaktadır. KHD elektrokardiyografide ardışık RR aralığı analizlerine dayanan temel bir yöntemdir (Ayyıldız, 2009).

2.7.1. Kalp Hızı Değişkenliğinin Analizi

Kalp hızındaki farklılıklar kalp atımlarının bir zaman süresince seri olarak kaydedilmesinden sonra her bir kalp atımının, kendisinden önceki atıma göre ne kadar süre sonra ortaya çıktığı hesaplanarak bulunmaktadır. KHD analizinde S-A uyarıyı esas yansıtan P dalgaları olmasına rağmen, EKG’de diğer dalgalara göre oldukça yüksek voltajlı, hem de hızlı yükselen bir pik olduğundan saptanması daha kolay olan R dalgası kullanılmaktadır. Yüzey elektrotlarından kaydedilen EKG sinyali uygun oranda yükseltilip, anormal vuruların temizlenmesi için uygun bantlarda filtrelendikten sonra dijitalize edilerek saklanacağı ve analiz edileceği bilgisayara gönderilmekte, belirli algoritmeler kullanan bilgisayar programları gönderilen EKG sinyalindeki R dalgalarının belirleyerek aralarındaki uzunlukları (zaman farkını) saptamaktadır. Böylece elde edilen R-R dizileri çeşitli yapaylık giderme işlemlerinden geçirildikten sonra analiz edilir (Ayyıldız, 2009).

Sürekli EKG kayıtlarındaki, QRS kompleksleri üzerindeki, birbirini takip eden R dalgaları arasında geçen zamanın değişiminden tespit edilen, birbirini takip eden kalp periyotları süresindeki değişim, KHD olarak adlandırılmaktadır (Ayyıldız, 2009).

P Dalgası (Atrial Kompleks) : "P" dalgası, impulsun S-A düğümünden atriumlara geçişini temsil eder. İnsanda devamı 0,1 saniye kadardır. "P" dalgasının sonunda impuls A-V düğümüne ulaşmıştır. "P" dalgasının yüksekliği, atriyum fonksiyonel aktivitesi hakkında bilgilendir (Kayacan, 2009).

P-R Aralığı (HİS Demeti iletim Zamanı): "P" dalgasının başlangıcından "R" dalgasının başlangıcına kadar geçen zaman His demetinin impuls iletim zamanını temsil eder. Bu zaman normal insanda 0.13–0.16 saniye kadar sürer (Kayacan, 2009).

Q R S T Dalgaları (Ventriküler kompleks): EKG de atriyumların repolarizasyonu ventriküllerin depolarizasyonu ile baskılanır. "P" dalgasından sonra kısa bir izoelektrik devre mevcuttur. Bundan sonra gayet küçük aşağı doğru bir dalga vardır ki, bu "Q" dalgasıdır. Bunu gayet bariz, yüksek ve yukarı doğru "R" dalgası takip eder ve bunun sonunda gene küçük ve genellikle belirsiz ve aşağı doğru olan "S" dalgası görülür. "S" dalgasından sonra şekil tekrar izoelektrik düzeye dönüş yapar (Kayacan, 2009).

2.7.2. Zaman Bağımlı Ölçümler

Süreklilik gösteren zaman alanlı bir EKG kaydında, QRS kompleksleri tek tek bulunarak herhangi bir zamanda alınan kalp hızı veya birbirini izleyen normal kompleksler arasındaki mesafe (normal-normal (NN) aralıkları) saptanır. Kayıtlardan ortalama NN aralığı, ortalama kalp hızı, en uzun ile en kısa NN aralığı arasındaki fark gibi çeşitli değişkenler hesaplanır. Genelde zaman alanlı metotlar kısa dönemli kayıtların analizi için uygundur. Zaman bazlı yöntemler, istatistiksel veya geometrik olabilir. Bu amaçla geliştirilen ve en sık kullanılan indeksler Tablo 1’de özetlenmiştir (Göçmen, 2018).

2.7.3. İstatistiksel Metotlar

Özellikle 24 saat gibi uzun süreli kaydedilen kayıtlar, anlık kalp hızları veya siklus mesafeleri dizisinden daha karmaşık istatistiksel zaman-bağımlı ölçümler hesaplanabilir (Kayacan, 2009).

2.7.4. Geometrik Metotlar

NN mesafeleri dizisinin geometrik bir modele dönüştürülmesinde 3 genel yaklaşım vardır.

- 1) Geometrik modelin basit bir ölçümü (Örneğin dağılım histogramının belli bir seviyedeki genişliği) KHD ölçümüne dönüştürülmesi
- 2) Geometrik model matematiksel olarak tanımlanmış bir şekil ile eklenmesi (Örneğin dağılım histogramının bir üçgenle yaklaşık olarak hesabı ya da diferansiyel histogramın eksponansiyel bir eğri ile yaklaşık olarak hesabı)
- 3) Geometrik şekil KHD'nin değişik sınıflarını temsil eden birçok model temelli kategorilere göre sınıflandırılması (Örneğin Lorenz şemasının eliptik, lineer ve üçgensel şekilleri) (Kayacan, 2009)

Tablo 1. Kalp hızı değişkenliği parametrelerinin analizinde kullanılan indeksler (Göçmen'den, 2018)

Parametre	Tanım
Ortalama NN (ms)	İki normal kalp vurusu arasındaki ortalama çevirim uzunluğu
SDNN (ms)	Normal normal aralıkların standart sapması
SDANN	Kayıt boyunca 5 dakikalık kayıt bölümlerinin ortalama NN aralıklarının SS'sı
RMSSD (ms)	Normal normal aralıkların ortalama karesel farklarının karekökü olup asıl olarak vagal aktiviteyi yansıtır
PNN50	Aralarındaki fark 50 ms'den daha büyük normal normal aralıkların yüzdesi

NN aralıkları arasındaki farklardan hesaplanan değişkenler olan rMSSD, pNN50 kısa süreli ölçümler olup, kalp hızındaki yüksek frekanslı değişimleri gösterirler. Bunlar kalp hızındaki günlük ve başka etkilerden tamamen farklı olup vagal yoldan uygulanan otonom değişiklikleri yansıtır. NN aralığından doğrudan hesaplanabilen SDNN, SDNN indeksi ve SDANN değişkenlerinde günlük etkileşim mevcuttur ve kalp hızında solunuma bağlı oluşan kısa süreli değişikliklerin katkısı çok değildir (Göçmen, 2018). SDNN kayıt süresindeki değişkenlikten sorumlu tüm döngüsel bileşenlerini gösterir. SDNN kayıt süresinden etkilenmektedir. Kayıt süresi fazlaştıkça değerlerde artış olur. Kısa süreli (5 dakikalık) kayıtlar incelendiğinde yüksek frekanslı değişiklikleri, uzun süreli (24 saatlik) kayıtlar incelendiğinde düşük frekanslı değişiklikleri gösterir. Dolayısıyla karşılaştırılacak SDNN değerlerini

belirlemek için kullanılan kayıtların süreleri standardize hale getirilmelidir. SDNN indeksi kalp hızında beş dakikadan daha kısa süreli olan değişiklikleri ortaya çıkarırken, SDANN kalp hızındaki uzun süreli (5 dakikanın üzerinde) değişiklikleri gösterir. Triangular (Üçgen Şeklinde) indeks düşük frekanslardan etkilenir. Doğru değerlendirme için en az 20 dakikalık kayıt ihtiyacı vardır (Göçmen, 2018).

Avrupa Kardiyoloji Topluluğu ve Kuzey Amerika Elektrofizyoloji Topluluğu tarafından 1996 yılında birlikte yayınlanan KHD kılavuzunda zaman alanlı ölçümlerden dört tanesinin kullanımı tavsiye edilmiştir. Bu parametreler KHD'nin tüm bileşenleri hakkında bilgi veren SDNN ve triangular indeks, KHD'nin uzun süreli bileşenleri hakkında bilgi veren SDANN ve KHD'nin kısa süreli bileşenleri hakkında bilgi veren RMSSD'dir. rMSSD ve pNN50 otonomik tonunun özellikle parasempatik kısmını yansıtır. En çok tavsiye edilen bu dört zaman alan ölçümünün hiçbiri bir diğerinin yerine uygulanmaz. Yapılan çalışmanın amacına göre farklı yöntem seçilir. Zaman alanlı ölçümler birbirleriyle korelasyon içermektedir (Göçmen, 2018).

2.7.5. Frekans Bağımlı Ölçümler

KHD sinyalleri güç spektral yoğunluğu analizleri aracılığıyla spektral bileşenlere ve şiddetlerine göre ayrılabilir. 1960'lardan beri spektral yöntemlerden yararlanılmaktadır. Güç spektral yoğunluğu, nonparametrik ve parametrik olmak üzere iki seçenekle analizi mümkündür (Göçmen, 2018).

“Fast Fourier Transform” (FFT) bu metotlardan en kolay yapılabilir. Günümüzde KHD analizlerinde, FFT tabanlı ve otoregresif model parametrelerine dayanan çeşitli güç spektrumu kestirimi yöntemleri tercih edilmektedir (Göçmen, 2018).

Spektral analizler, 2 ile 5 dakika arasında değişen kısa dönem veya 24 saatlik uzun dönem, KHD kayıtları için uygulanmaktadır. Kısa dönem analizler sempatik ve parasempatik sistemler hakkında müdahalesiz bir gösterge olarak geçerli olduğu düşünülmektedir. Bu yöntemle kalp hızı sinyalleri, frekans ve yoğunluklarına göre seçenklendirilir. Burada değişik frekanslardaki periyodik kalp hızı dalgalanmalarından faydalanılarak kalp hızındaki tüm değişme miktarları hakkında bilgiye ulaşmaya fırsat verir (Göçmen, 2018).

Güç spektral yoğunluğu analizi kullanılarak yapılan ölçümler 0–0,5 Hertz arasında değişen 4 frekanstan meydana gelmektedir. Bu bileşenler; ultra düşük frekans, ULF; çok düşük frekans, VLF; düşük frekans, LF ve yüksek frekans, HF olarak

isimlendirilmektedir. Bu frekans bantlarından en sık LF, HF ve bunların oranı (LF/HF) kullanılmaktadır (Göçmen, 2018).

Frekans analizinin HF esas olarak parasempatik aktivite için başlıca belirleyici olduğu konusunda ortak görüş vardır. LF bileşenin ise hangi sistemi yansıttığı tam olarak ortaya konmamıştır. Yapılan çalışmalarda varılan çelişkili sonuçlar LF'nin hem sempatik hem parasempatik sistemi gösterdiği düşünülmektedir (Göçmen, 2018).

Bir grup köpeğin ameliyat öncesi gösterebildikleri refleks LF gücünde ki artışı, bilateral stellektomi sonrası gösteremediklerini ve LF'nin sempatik sistem aktivitesini gösterdiğini rapor ederken, diğer çalışmacılar egzersiz ya da adrenerjik agonist kullanarak sempatik sistem aktivitesini arttırdıkları durumlarda LF gücünde belirgin bir artış saptamamışlardır (Göçmen, 2018). Randall ve arkadaşları köpeklerde yaptıkları bir çalışmada total LF gücünün %50 parasempatik, %25 sempatik, %25 diğer aydınlatılması gereken faktörlerden oluştuğu sonucuna varmışlardır. LF/HF oranı ise LF ve HF deki değişimlere bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, çoğu araştırmacı LF/HF oranındaki artışın sempatik aktivite egemenliğini gösterdiğinin üzerinde durmuştur. VLF ve ULF bileşenleri ile fizyolojik olaylar arasındaki ilişkiler net olarak ortaya konmamıştır (Göçmen, 2018).

Tablo 2. Frekans-bağımlı kalp hızı değişkenleri (Göçmen'den, 2018)

Parametre	Frekans (Hz)	Özellikleri
HF (ms ²) (Yüksek FB)	0.15-0.4	PS aktivasyon solunumda etkilenir.
LF (ms ²) (Düşük FB)	0.04-0.15	Sempatik ve Ps tonüsü yansıtır. Termoregülasyon ve periferik vazomotor aktivite ile ilgili
VLF(ms ²) (Çok Düşük FB)	0.003-0.04	Net bir bilgi yok
ULF(ms ²) (Ultra Düşük FB)	<0.0003	Net bir bilgi yok

FB: Frekans Bandı

Kısa kayıt frekans-alanlı ölçümler: Kısa dönem (2–5 dakika) kayıtlardan elde edilen üç parametre VLF, LF ve HF parametreleri olarak belirlenmiştir. LF veya HF güçlerinin normalleştirilmesi ile total güçteki değişikliklerin ve çevresel etkilerin, LF ve

HF üzerine etkisi en aza indirilmiş olmakta ve sonuçlar daha sağlıklı bir şekilde kontrol edilebilmektedir. VLF bileşkesinin fizyolojik etkileşimleri henüz tam bilinmediği için ULF'deki değişikliklerin yorumlanması zordur (Göçmen, 2018).

Uzun kayıt frekans-alanlı ölçümler: Uzun dönem (24 saat) kayıtlardan ULF, VLF, LF ve HF parametreleri ortaya çıkarılabilir. Uzun süreli kayıtlarda LF ve HF parametrelerine etki eden fizyolojik mekanizmaların sabit kalması doğal olarak umulmaz. Yirmi dört saatlik kaydın tümünün incelenmesinden elde edilen spektral parametreler ya da 24 saatlik kaydın tümünün beşer dakikalık periyotlardan elde edilen spektral parametrelerin ortalaması alındığında benzer LF ve HF değerleri ortaya çıkarılır. Ancak bu ortalama değerler otonomik denge hakkında ayrıntılı bilgi vermekte yetersiz kalmakta ve bu nedenle frekansalanlı ölçümler için kısa süreli kayıtlar seçilmektedir (Göçmen, 2018).

Frekans bağımlı ve zaman bağımlı parametrelerin birbiri ile güçlü bir şekilde ilgili olduğu belirtilmiştir. SDNN total güç ile SDNN indeksi VLF'yle, SDANN ULF ile, rMSSD ve pNN50 HF'yle ilişkili olan KHD parametreleridir (Kleiger ve ark., 2005).

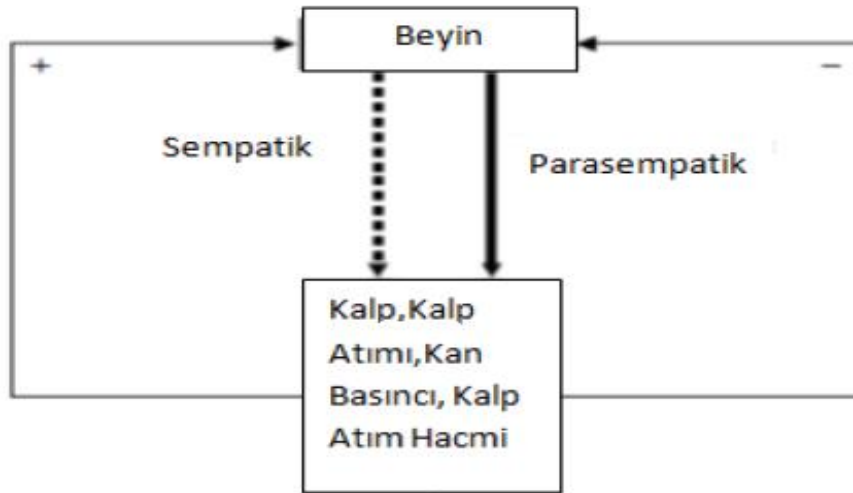
2.8. Kalp Atımı Kontrolü: Otonom Sinir Sistemi

Ortalama 30 yıldan beri KHD analizleri, sağlıklı ve hasta kişilerin kalp ve Otonom Sinir Sisteminin (OSS) işlevinin müdahalesiz ve dolaylı yoldan incelenmesinde, araştırma ve klinik maksatlı kullanılan bir araç olarak kullanılmıştır (Kayacan, 2009).

Sempatik ve parasempatik sinirler otonom sinirleri oluşturur. Bunlar miyelinden ya da myelinsiz fibrillerden hem ileti getirir hem de iletim yaparlar (iletirler). Genel bir tanımda iki bölümde birbirini tamamlayıcıdır, sempatik sinir sisteminin aktif olması kalp atımını hızlandırır, damarları daraltır (sıkılaştırır), sindirim sistemi faaliyetlerini azaltır ve kasa baskı uygulanır, parasempatik sistem ise kalp atımını yavaşlatır ve sempatik sistemin yapmış olduğu değişimlerin karşıtlarını yapmakla görevlidir. Otonom sistem, hem ileti iletme hem de getirme işini yapar, sempatik sinir uçları miyokardiyum ve parasempatik sistem ise sinoatrial düğümü, atrial miyokardiyumu ve atrio ventrikular düğümleri her yönden çevreler (Aubert ve ark., 2003).

Tablo 3. Parasempatik ve sempatik sistemlerin fizyolojik etkileri (Göçmen'den, 2018)

Parasempatik Sistem	Sempatik Sistem
Dinlen ve beslen	Savaş ya da kaç
Kalp hızı yavaşlar	Kalp hızı artar
Konsantrasyon azalır	Konsantrasyon artar
Kan basıncı azalır	Kan basıncı artar
Miosis (pupil constriction)	Mydriasis (Pupil Dilatation)
Bronkokonstriksiyon olur	Bronkodilatasyon olur
Akamodasyon fazlalığı	Akamodasyon paralizi
Bağırsak faaliyetleri hızlanır	Bağırsak faaliyetleri yavaşlar
Salgı artar	Salgı azalır
Vazokonstriksiyon olur	Vazodilatasyon olur
Ter bezlerine uyarım gitmez	Terleme artar



Şekil 10. Parasempatik ve sempatik sistem denge modeli (Göçmen'den, 2018)

Kalp, diğer organların ihtiyacı olan kanı sağlamak üzere, sinoatrial düğümde (S-A düğümü) bulunan özelleşmiş kalp hücreleri tarafından üretilen elektriksel uyarımlara bağlı olarak kasılıp gevşer. Bu uyarımların sıklığı; OSS'nin sempatik ve parasempatik (vagal) dalları tarafından düzenlenmektedir (Kayacan, 2009). Sempatik sistem savaş ya da kaç olarak da adlandırılan adrenalin ve kortizol hormonları

salınımıyla vücudu daha canlı bir hale getirir. Bu esnada kalp atımı hızlanır, göz bebekleri büyür, kaslara daha çok kan gönderilir, dikkat artar. Parasempatik sistem ise dinlen ve beslen olarak adlandırılır ve vücudu sakinleştirir. Bu esnada kalp atımı yavaşlar, kan basıncı azalır ve sempatik sistemin tüm etkilerini dengeler. Parasempatik sinir sisteminin etkisi nervus vagus aracılığı ile asetilkolin salgısıyla gerçekleşirken, sempatik sinir sisteminin etkisi ise epinefrin ve norepinefrin aracılığıyla gerçekleşmektedir (Göçmen, 2018).

Kalbin otonomik kontrolü, sempatik ve parasempatik sistemler arasındaki denge tarafından sağlanmaktadır. Egzersiz, fiziksel ve mental stres, solunum ve metabolik nedenlere bağlı olarak kalp hızında otonomik tonusla ilgili değişiklikler olmaktadır. Birçok hastalıkta sempatik ve parasempatik sistemler arasındaki bu denge etkilenmekte ve kardiyak otonomik fonksiyon bozuklukları ortaya çıkmaktadır (Ayyıldız, 2009).

Basit bir model ile sergilenen sinirsel faaliyetler sempatik sistemine (kalp hızındaki artış) ve parasempatik sisteme (kalp hızındaki yavaşlama) etkisi ‘ denge modeli’ olarak adlandırılır. Daha detaylı bir çalışma modelinde kalp damar sistemi mekanizmaları kalp atımı, kan basıncı ve geribildirim veren baro refleksler tarafından kontrol edilir. Bu sergilenen bağımsız vagal faaliyetleri, sempatik sistemin α ve β 'sıdır (α = α -sympathetic system, β = β - sympathetic system). Onların faaliyetleri kalp atım hızı değişkenliği, kan basıncı değişkenliği ve barorefleks mekanizmalar ölçülerek hesaplanabilir. Parasempatik sistem faaliyetleri düşük nabıza eşlik eden baroreseptörlerin harekete geçmesi ve kalp çarpıntısına eşlik eden baroreseptörlerin inaktif olmasından sorumludur, sempatik sinir sisteminin de aynı zamanda küçük bir rol oynar (Göçmen, 2018).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırma Grubu

Çalışmaya futbolda aktif spor yaşantısını sürdüren Ordu Kotyora Futbol Kulübü sporcularından 19-32 yaş arasında olan 15 erkek futbolcu katılmıştır.

Çalışmaya başlamadan önce Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2017/453 karar numarası ile izin alınmıştır. Bu çalışma Ondokuz Mayıs niversitesi tarafından PYO.YDS.1904.18.009 kodu ile Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

3.2. Antrenman Protokolünün Uygulanması

Antrenman maçı 90 dakika boyunca normal futbol oyun kuralları içerisinde uygulanmıştır. Antrenman maçına başlamadan önce sporcular 10 dakika ısınma koşusu yaptıktan sonra eni ve boyu 10 metrelik alanda 5 dakika hedefsiz oyunla ısınmayı devam ettirmiş ve son olarak üçerli gruplar halinde pas çalışması uygulayıp açma ve germe hareketleriyle antrenman maçına hazır hale gelmişlerdir.

3.3. Kan rneklerinin Alınması

Sporculardan antrenmana başlamadan önce dinlenik durumdayken Ordu Karşyaka Spor Tesislerinde uzman hemşireler tarafından ön kol venöz damardan 5 cc kan alınmıştır. Uygulanan antrenman sonrasında da aynı şekilde 5 cc kan alınmıştır. Alınan numuneler tiyol disülfid hemostaz testleri için 30 dakika geçtikten sonra Ordu Devlet Hastanesinde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Plazma ve serum ayrıştırılarak serum rnekleri Eppendorf' tüplerde -80° C de saklanmıştır. Daha sonra örnekler soğuk zincir ile Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya A.D.'ye gönderilmiştir. DTNB (5,5'-dithiobis-2-nitrobenzoic acid), disülfid düzeyi (serum total tiyol - serum native tiyol) / 2 formülü ile hesaplanmıştır. Kan tiyol – disülfid homeostazisi Erel ve Neşelioglu tarafından yeni geliştirilen otomatik ölçüm yöntemiyle çalışılmıştır (Erel ve Neşelioglu, 2014).

3.4. EKG lmnn Alınması

Sporcuların EKG kayıtları TLC 5000 holter kullanılarak yapılmıştır. Sporcuların lmleri sabah uyandıklarında (09.00-12.00) dinlenik durumdayken gerçekleştirilmiştir.



Şekil 11. TLC 5000 Holter

4 adet el ve ayak derivasyonları vardır. Bu 4 adet el ve ayak derivasyonları alınacak kişinin sağ el bileği, sol el bileği, sol ayak bileği ve sağ ayak bileğine birer adet bağlanarak ölçüm alınır. 200/500/1000 örneklem/saniye aralığında seçilebilir örneklem aralığı vardır.

3.5. Biyokimya Analizleri

Çalışmada antremana başlamadan önce sporculardan ön kol venöz damardan 5 cc kan ve uygulanan antrenman sonrasında aynı şekilde 5 cc kan alındı. Alınan numuneler 30 dakika geçtikten sonra tiyol / disülfid hemostaz testleri için 10 dakika santrifüj edildikten sonra plazma ve serum ayrıştırılarak serum örnekleri Eppendorf tüplerde $-80^{\circ}C$ de saklandı.

Numuneler çalışma gününden 24 saat önce kuru buz sistemi ile laboratuvara aktarıldı. Gelen örnekler tekrar mikro santrifüjlendi ve çalışma test parametreleri Rel Assay Diagnostics kitlerinde incelendi. Bu çalışmanın biyokimyasal analizi de Sakarya Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi Klinik Biyokimya Laboratuvarı'nda (Beckman Coulter, tamamen otomatik kimya analizörü AU 680, seri numarası: 2016024580, Japonya'da Yapılan) yapıldı. Bu çalışmada, DTNB (5,5'-dithiobis-2-nitrobenzoic acid) olmak üzere; disülfid düzeyi (serum total tiyol - serum native tiyol) / 2 formülü ile hesaplandı. Kan tiyol – disülfid homeostazisi Erel ve Neselioglu tarafından yeni geliştirilen otomatik ölçüm yöntemiyle çalışıldı.

Yeni Yöntemin Özellikleri

Hassasiyet (Duyarlılık)

Yeni testin hassasiyetine karar vermek için 3 farklı seviye plazma havuzu test edildi. Yüksek seviye disülfid içeren plazma havuzunun örnekleri şeker hastalarından

oluşan gruptan elde edildi. Orta seviye disülfid içeren plazma havuzunun örnekleri sağlıklı kişilerden elde edildi. Düşük seviye disülfid içeren plazma havuzunun örnekleri mesane kanseri hastlarından elde edildi. Yüzdelerik değışim katsayısı (%CV) yüksek seviyede 4 (\bar{X} = 29.12 ve σ_x = 1.2), orta seviyede 5 (\bar{X} = 16.03 ve σ_x = 0.79), düşük seviyede ise 13 (\bar{X} = 7.15 ve σ_x = 0.98) şeklinde ölçüldü.

Toplam tiyol (-SH+-S-S-) ve natif tiyol (-SH) karışımları Ellmann'ın yöntemiyle ölçüldü ve Ellmann ölçeğine göre düzenlendi. Natif tiyol içeriğı total tiyol içeriğinden düşüldü. Farkın yarısı dinamik disülfid (-S-S-) bağlarının oranını verdi. Ek olarak, $(-S-S-) \times 100/(-SH)$, $(-S-S-) \times 100/(-SH + -S-S-)$, ve $-SH \times 100 / (-SH + -S-S-)$ oranları bu parametreler kullanılarak hesaplandı.

Analitik İyileştirme

Yeni yöntemin geri kazanım yüzdesi, plazma numunelerine 200 µM oksitlenmiş glutatyon ilavesiyle belirlendi. Ortalama yüzde iyileşme % 98-101 idi

Doğrusallık

Doğal tiyol ölçümünün doğrusallığı Ellman'ın reaktif testiyle aynıydı. Glutatyon çözeltisinin seri seyreltileri üretildi. Doğal tiyol ölçümü için doğrusallığın üst sınırı 4000 µM idi. Toplam tiyol ölçümünün doğrusallığı da NaBH₄ ve formaldehit konsantrasyonlarının miktarlarına bağıydı. Oksitlenmiş glutatyon çözeltisinin seri seyreltileri de üretildi. Disülfid ölçümü için doğrusallığın üst sınırı 2000 µM idi. Plazma numunelerinin seyreltilmesi yeni tahlili etkilememiştir.

Alt algılama sınırı

Testin tespit etme sınırı, sıfır kalibratörün 10 kez tekrar edilmesiyle belirlendi. Sıfır kalibratör + 3 standart sapmaların (SD) ortalama değeri olarak tanımlanan tespit sınırı, 2.8 µM idi.

Analitik Hassasiyet

Kalibrasyon çizgisinin eğimi olarak analitik duyarlılık 7.9×10^{-4} Emilim / Miktar, $(A \times (\mu M) - 1)$ olarak bulundu.

Etkileşim

Hemoglobin, EDTA, sitrat ve oksalatın geliştirilen tahlile etki etmediği ancak Bilirubin'in tahlile olumsuz yönde etki ettiği bulunmuştur. Lipaemik ve uraemik plazma numuneleri test ile etkileşime girmedi. Örneklem olarak plazma ve serum örnekleri kullanılabilir.

Depolama

1 gün boyunca 4 ° C'de saklamak, doğal tiyol miktarında % 7'lik bir düşüşe ve disülfid miktarında % 170'lik bir artışa neden oldu (taze ve depolanmış plazma örneklerinin toplam tiyol, doğal tiyol ve disülfid seviyeleri sırasıyla 391 1mol / L, 357 µmol / L, 17 µmol / L ve 391 µmol / L, 333 µmol / L, 29 µmol / L olarak ölçüldü). Plazma doğal tiyol, toplam tiyol ve disülfid karışımları, -80 ° C'de 3 ay boyunca depolandı ve etkilenmedi.

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Bulgular ortalama ± standart hata ve standart sapma olarak sunulmuştur. Elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Antrenman öncesi-sonrası karşılaştırmalar için eşleştirilmiş t testi (paired t test); tiyol disülfid ve KHD parametreleri arasındaki korelasyonların tespiti için ise Pearson analizi yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi P < 0.05 olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Elde edilen bulgularda antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası Tiyol Disülfid (TD) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Ancak antrenman maçı sonrası değerlerinde NT, TT, DDS ve OT parametrelerinde artış gözlenmiştir (Tablo 4, şekil 12-14). Kalp hızı değişkenliği (KHD) parametrelerinin kendi içinde korelasyona sahip olduğu gözlendi (Tablo 8). KHD parametrelerini en iyi tanımlayan bulgular MAXRR, SDNN, RMSSD, VLF, LF, HF olduğu belirlendi (Tablo 8). Yaş ile antrenman maçı öncesi TD parametreleri arasında korelasyonların fazla olduğu tespit edilmiştir. TD parametresinin zaman bağımlı parametrelerden AVRR (antrenman maçı sonrası); frekans bağımlı parametrelerden ise LF ile (antrenman maçı öncesi) korelasyonlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Tespit edilen bulgulara yönelik tablo ve grafikler aşağıda belirtilmiştir.

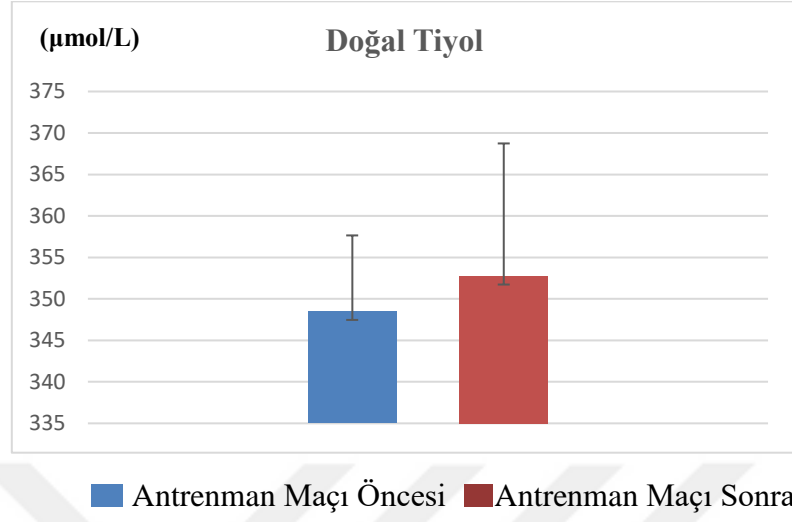
Tablo 4. Tiyol disülfid tanımlayıcı istatistik bulguları

Parametreler		Ortalama	Ortalama Fark	Std. Sapma	Std. Hata
NT ($\mu\text{mol/L}$)	Ant. Öncesi	348,46	-4,26	25,97	6,70
	Ant. Sonrası	352,73		45,26	11,68
TT ($\mu\text{mol/L}$)	Ant. Öncesi	1374,73	-16,46	121,41	31,34
	Ant. Sonrası	1391,20		170,59	44,04
DDS (%)	Ant. Öncesi	2052,53	-24,4	193,15	49,87
	Ant. Sonrası	2076,93		253,35	65,41
RT (%)	Ant. Öncesi	25,53	133	743	191
	Ant. Sonrası	25,40		632	163
OT (%)	Ant. Öncesi	149,26	-0,134	1,22	315
	Ant. Sonrası	149,40		1,40	362
TOR (%)	Ant. Öncesi	17,00	067	654	169
	Ant. Sonrası	16,93		798	206

(NT ($\mu\text{mol/L}$) Doğal Tiyol/ TT ($\mu\text{mol/L}$) Toplam Tiyol/ DDS (%) Dinamik Disülfid / RT (%) Azaltılmış Tiyol/ OT (%) Oksitlenmiş Tiyol/ TOR (%) Oksitlenmiş Azaltılmış Tiyol)

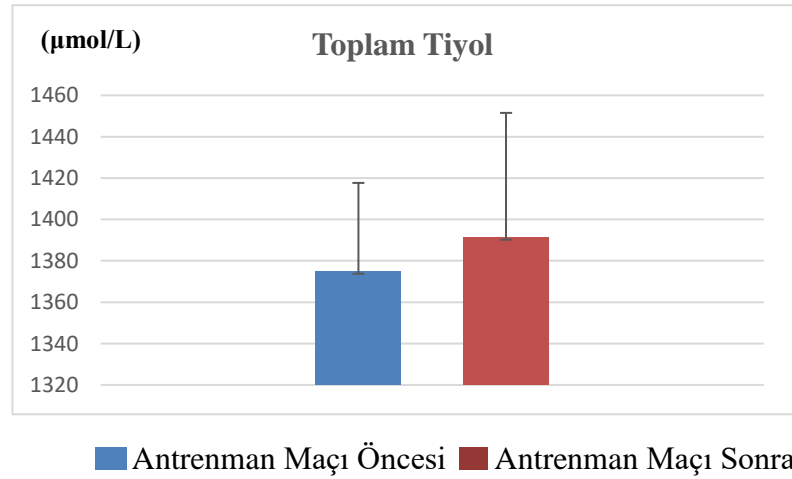
Tablo 5'te tiyol disülfid dengesi ve otonom sinir sistemi arasındaki aktivitenin incelendiği bu çalışmada, antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası tiyol

disülfid tanımlayıcı istatistik bulguları değerleri ortalama, ortalama fark, standart sapma ve standart hata ortalamaları olmak üzere gösterilmiştir.



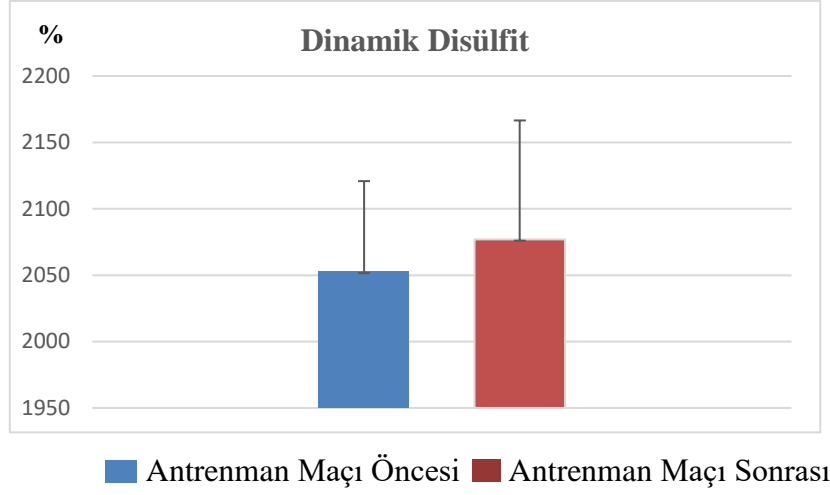
Şekil 12. Doğal tiyol antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası grafik değerleri

Şekil 12 incelendiğinde doğal tiyol antrenman maçı öncesi ($348 \pm 6,71 \mu\text{mol/L}$) ve antrenman maçı sonrası ($352 \pm 11,69 \mu\text{mol/L}$) arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ancak antrenman maçı sonrası değerleri artmıştır.



Şekil 13. Toplam tiyol antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası grafik değerleri

Şekil 13 incelendiğinde toplam tiyol antrenman maçı öncesi ($1374 \pm 31,35 \mu\text{mol/L}$) ve antrenman maçı sonrası ($1391 \pm 44,05 \mu\text{mol/L}$) arasında anlamlılık saptanmamıştır. Ancak antrenman maçı sonrası değerleri artmıştır.



Şekil 14. Dinamik disulfid antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası grafik şekilleri

Şekil 14 incelendiğinde dinamik disulfid antrenman maçı öncesi ($2052 \pm 49,87$ %) ve antrenman maçı sonrası ($2076 \pm 65,42$ %) arasında anlamlılık saptanmamıştır. Ancak antrenman maçı sonrası değerleri artmıştır.

Tablo 5. Tiyol disülfid parametreleri ile yaş, boy, kilogram ve KHD arasındaki korelasyon bulguları

PARAMETRELER		Yaş	BOY	KG	MAXRR	MİN	AVRR	SDNN	RMSSD	PNN50	ULF	VLF	LF	HF	
Antrenman Maçı Öncesi	NT1	r	-0,410	0,402	-0,422	*0,019	*0,002	0,176	0,143	-0,036	0,151	-0,032	-0,020	*0,022	-0,109
		P	0,129	0,137	0,117	0,946	0,994	0,531	0,610	0,899	0,592	0,910	0,944	0,938	0,699
	TT1	r	-,516*	0,413	-0,350	-0,076	-0,092	0,099	0,110	-0,060	0,158	-0,046	-0,051	*0,005	-0,132
		P	*0,049	0,127	0,201	0,789	0,745	0,725	0,698	0,831	0,574	0,871	0,856	0,987	0,638
	DDS1	r	-,539*	0,410	-0,326	-0,100	-0,116	0,077	0,099	-0,066	0,158	-0,049	-0,059	*0,000	-0,137
		P	*0,038	0,129	0,235	0,723	0,681	0,784	0,725	0,815	0,574	0,862	0,834	1,000	0,626
	RT1	r	,551*	-0,290	-0,051	0,303	0,408	0,221	-0,028	*0,007	-0,297	-0,027	0,105	0,085	0,139
		P	*0,033	0,294	0,857	0,272	0,132	0,429	0,922	0,981	0,283	0,923	0,710	0,764	0,621
	OT1	r	-,542*	0,211	*0,015	-0,306	-0,380	-0,174	-0,035	-0,107	0,056	-0,026	-0,076	-0,051	-0,122
		P	*0,037	0,450	0,959	0,268	0,162	0,535	0,902	0,704	0,842	0,926	0,787	0,857	0,664
TOR1	r	,566*	-0,256	0,070	0,398	0,189	0,082	0,141	0,156	*0,018	0,267	0,209	*0,050	0,142	
	P	*0,028	0,356	0,804	0,141	0,501	0,772	0,616	0,579	0,949	0,336	0,455	0,858	0,614	
Antrenman Maçı Sonrası	NT2	r	0,062	-0,074	-0,480	0,181	,587*	,608*	-0,021	-0,113	-0,193	-0,061	*0,041	-0,008	-0,089
		P	0,825	0,792	0,070	0,520	*0,022	*0,016	0,942	0,689	0,492	0,830	0,885	0,977	0,754
	TT2	r	-0,055	-0,018	-0,477	0,180	,535*	,572*	*0,023	-0,126	-0,214	*0,012	0,101	*0,037	-0,076
		P	0,846	0,950	0,072	0,521	*0,040	*0,026	0,935	0,656	0,444	0,966	0,721	0,897	0,787
	DDS2	r	-0,096	*0,003	-0,471	0,178	0,511	,553*	*0,038	-0,129	-0,219	*0,038	0,121	0,052	-0,071
		P	0,733	0,992	0,076	0,527	0,051	*0,032	0,892	0,648	0,433	0,894	0,668	0,853	0,802
	RT2	r	,555*	-0,352	-0,081	-0,133	0,194	0,155	-0,278	-0,074	-0,006	-0,274	-0,256	-0,275	-0,147
		P	*0,032	0,198	0,773	0,636	0,489	0,581	0,316	0,793	0,982	0,323	0,358	0,322	0,601
	OT2	r	-,555*	0,243	-0,102	-0,087	-0,255	-0,203	0,152	-0,134	-0,149	0,359	0,267	0,162	*0,001
		P	*0,032	0,382	0,717	0,758	0,359	0,467	0,589	0,633	0,596	0,189	0,337	0,565	0,998
	TOR2	r	0,488	-0,224	-0,077	0,205	0,221	0,237	0,032	0,292	0,239	-0,203	-0,065	-0,042	0,163
		P	0,065	0,422	0,784	0,464	0,429	0,395	0,910	0,291	0,391	0,469	0,817	0,882	0,562

Tablo 5’te KHD ile TD parametresi arasındaki korelasyon bulguları belirtilmiştir. Bulgular incelendiğinde yaş ile antrenman maçı öncesi TD parametreleri arasında korelasyonların fazla olduğu tespit edilmiştir. TD parametresinin zaman bağımlı parametrelerden AVRR (Antrenman maçı sonrası); frekans bağımlı parametrelerden ise LF ile (Antrenman maçı öncesi) korelasyonlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Tablo 6. KHD parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel bulgular

Parametreler	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Hata
YAŞ/YIL	19,00	32,00	24,000	3,664
BOY/CM	170,00	187,00	177,266	4,682
AĞIRLIK/KG	66,00	93,00	76,266	7,777
MAXRR	1065,00	2000,00	1387,666	284,867
MINRR	460,00	1120,00	817,000	164,813
AVRR	947,70	1351,50	1090,173	137,159
SDNN (ms)	32,40	134,00	75,766	26,223
RMSSD (ms)	35,40	162,40	82,686	34,450
PNN50	10,70	61,10	40,753	14,522
ULF (Hz)	3,50	488,30	137,000	148,619
VLF (Hz)	37,10	1610,10	766,020	492,761
LF (Hz)	40,10	4404,70	997,793	1049,094
HF (Hz)	56,00	3900,20	748,786	959,740

Tablo 6’da KHD tanımlayıcı istatistik bulgularının minimum, maximum, ortalama ve standart hata değerleri gösterilmektedir.

Tablo 7. Antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası TDP’lerine ait eşleştirilmiş t testi bulguları

Parametreler	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	P
NT (1) – NT (2)	-4,266	41,948	10,830	,700
TT (1) – TT (2)	-16,466	166,815	43,071	,708
DDS (1) – DDS (2)	-24,400	252,808	65,274	,714
RT (1) – RT (2)	,133	,743	,191	,499
OT (1) – OT (2)	-,133	1,457	,376	,728
TOR (1) – TOR (2)	,066	,883	,228	,774

Tablo 7’de tiyol disülfid dengesini belirten parametreler, antrenman maçı öncesi (1) ve sonrası (2) bulgularına göre karşılaştırılmıştır. Bulgularda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$).

Tablo 8. KHD kendi içindeki korelasyon

PARAMETRELER		MAXRR	MINRR	AVRR	SDNN	RMSSD	PNN50	ULF	VLF	LF	HF
MAXRR	r	1	,033	,297	,727**	,710**	,214	,109	,549*	,735**	,751**
	P		,908	,283	,002	,003	,443	,699	,034	,002	,001
MINRR	r	,033	1	,577*	-,332	-,354	-,355	-,350	-,245	-,125	-,321
	P	,908		,024	,226	,196	,194	,201	,378	,658	,244
AVRR	r	,297	,577*	1	,192	,071	,050	-,015	,261	,055	-,114
	P	,283	,024		,493	,802	,859	,957	,347	,847	,687
SDNN	r	,727**	-,332	,192	1	,855**	,529*	,423	,868**	,827**	,818**
	P	,002	,226	,493		,000	,042	,116	,000	,000	,000
RMSSD	r	,710**	-,354	,071	,855**	1	,723**	,112	,574*	,747**	,869**
	P	,003	,196	,802	,000		,002	,691	,025	,001	,000
PNN50	r	,214	-,355	,050	,529*	,723**	1	,097	,270	,218	,349
	P	,443	,194	,859	,042	,002		,732	,330	,434	,203
ULF	r	,109	-,350	-,015	,423	,112	,097	1	,739**	,047	,122
	P	,699	,201	,957	,116	,691	,732		,002	,867	,665
VLF	r	,549*	-,245	,261	,868**	,574*	,270	,739**	1	,626*	,604*
	P	,034	,378	,347	,000	,025	,330	,002		,013	,017
LF	r	,735**	-,125	,055	,827**	,747**	,218	,047	,626*	1	,916**
	P	,002	,658	,847	,000	,001	,434	,867	,013		,000
HF	r	,751**	-,321	-,114	,818**	,869**	,349	,122	,604*	,916**	1
	P	,001	,244	,687	,000	,000	,203	,665	,017	,000	

Tablo 8 incelendiğinde kalp hızı değişkenliğinin kendi içinde korelasyonundaki parametreler gösterilmiştir. Kalp hızı değişkenliği kendi içinde incelendiğinde veriler arasında korelasyonların olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bulgularda MAXRR, SDNN, RMSSD, VLF, LF, HF parametrelerinin kalp hızı değişkenliğini en iyi tanımlayan bulgular olduğu gözlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Sunulan çalışmada yeni bir yöntemle ilk defa futbolda tiyol disülfid dengesi ve otonom sinir sistemi aktivitesi arasındaki ilişki birlikte değerlendirilerek ele alınmıştır.

Antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası tiyol disülfid (TD) parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($P>0,05$). Ancak antrenman maçı sonrası değerlerinde NT, TT, DDS ve OT parametrelerinde artış gözlenmiştir.

Kalp hızı değişkenliği (KHD) parametrelerinin kendi içinde korelasyona sahip olduğu gözlenmiştir. KHD'yi en iyi tanımlayan parametrelerin MAXRR, SDNN, RMSSD, VLF, LF, HF olduğu belirlenmiştir.

Yaş ile antrenman öncesi TD parametresi arasında korelasyonların fazla olduğu tespit edilmiştir. TD parametresinin zaman bağımlı parametrelerden AVRR (antrenman sonrası); frekans bağımlı parametrelerden ise LF ile (antrenman öncesi) korelasyonlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Tespit edilen bulgular ayrı başlıklar halinde tartışılmıştır.

5.1. Tiyol disülfid dengesi, AÖ ve AS'de değişmedi

Antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası tiyol disülfid değerlerinde istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. Ancak antrenman maçı sonrasında NT, TT, DDS, OT parametrelerinde artış olduğu tespit edilmiştir. RT ve TOR parametrelerinde ise azalma tespit edilmiştir.

Egzersiz yoğunluğu / zamanı bağlamında oksidatif stres parametreleri ile ilgili birçok çalışma olmasına rağmen, konuyla ilgili tartışmaların devam ettiği görülmektedir (Kayacan ve ark. 2019). Oksidatif stres, reaktif oksijen türlerinin üretimi ile reaktif ara maddelerin detoksifikasyonu veya meydana gelen hasarın uygun bir antioksidan savunma ile onarılması arasındaki dengesizliği yansıtır (Pingitore ve ark. 2015). Genel bir ilke olarak, egzersiz sağlık için çok faydalı olabilir; ancak tehlikeli bileşikler de oluşturabilir. Egzersizin redoks dengesi üzerindeki etkisi yaşa, cinsiyete, egzersiz seviyesine, egzersiz yoğunluğuna ve süreye bağlı olarak son derece karmaşıktır (Kayacan ve ark. 2019).

Sunulan çalışmada hafif/orta şiddetli egzersizin bir oksidatif stres markeri olan disülfid düzeyini artırdığını ancak anlamlı düzeyde etkilemediği tespit edilmiştir.

Literatür incelendiğinde egzersizin oksidatif stres (OS)'i artırma ya da azaltma yönüyle farklı bulgulara rastlanmaktadır. Bazı araştırmalarda egzersiz OS düzeyi üzerinde bir etki oluşturmamıştır. Örneğin Schneider ve ark. (2005) yapmış oldukları çalışmada orta şiddetteki bir egzersiz öncesi ve sonrası lipid peroksidasyonlarında ve total antioksidan kapasitelerinde hem antrenmanlı hem de antrenmansız deneklerde anlamlı bir fark bulamadıklarını ifade etmişlerdir. Aldred ve Rohalu (2011) Bu çalışma orta şiddette bir egzersizin yaşlı erişkinlerde oksidatif stres üzerindeki etkisini araştırmıştır. Orta şiddette bir egzersiz programı yaşlı erişkinlerde oksidatif stresi artırmamıştır. Literatürdeki bazı araştırmalarda ise egzersiz şiddetine göre oksidatif stres düzeyini etkilemiştir. Örneğin; Ravi Kiran ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmada, sıçanlara hafif orta ve yüksek şiddette 4 hafta boyunca her gün 20 ve 40 dk yüzme egzersizi uygulanmıştır. Çalışma sonunda, 20 dk hafif yoğunluklu egzersiz yapan sıçanlarda, orta ve yüksek şiddetli egzersiz yapan sıçanlara göre oksidatif strese karşı daha koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır. Düzova ve ark. (2007) orta ve yüksek düzeyde koşubandı egzersizinin sıçanlarda kas ve eritrosit oksidan/antioksidan sistemi üzerine etkisini araştırmıştır. Sıçanlar kontrol grubu, orta şiddette egzersiz (30 dk) ve yüksek şiddette egzersiz (60 dk) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. 13 hafta boyunca günde 30 dk ve 60 dk süre ile koşu bandı eğimi değiştirilerek koşturulmuştur. Sonuç olarak orta düzeyde egzersizin antioksidan aktivite üzerinde daha etkili olduğu, ancak; yüksek düzeyde antrenmanın hayvanlarda oksidan/antioksidan sistemler arasındaki dengeyi daha iyi düzenlendiği saptanmıştır. Kayacan ve ark. (2019), farklı yoğunluktaki koşu bandı egzersizlerinin sıçanlarda oksidatif stres belirteci olan tiyol disülfid homeostazı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonunda orta şiddette egzersizin, oksidatif stresi azaltmada düşük ve yüksek şiddette egzersizlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Algül ve Özçelik (2017) Günün farklı zamanlarında yapılan futbol maçlarında oksidan-antioksidan dengenin incelenmesini araştırmıştır. Çalışmaya katılan 10 antrenmanlı ve 10 sedanter erkek denek sabah ve gece futbol maçı yapmışlardır. Sonuç olarak akut egzersiz sırasında oksidatif stresin arttığı ve egzersiz zamanının önemi açığa çıkmaktadır. Kahraman ve ark. (2003) Ağır egzersizin oksidatif stres üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak egzersizin oksidatif stresi arttırdığı görülmüştür. Pal ve ark. (2018), Postpubertal kız ve erkeklerde yüksek yoğunluklu egzersize bağlı oksidatif stres düzeylerinde cinsiyetle ilişkili farklılıkları

araştırdı (n =44). Yüksek yoğunluklu egzersizin hem oksidatif strese neden olduğu hem de pubertal sonrası kız ve erkek çocuklarda iskelet kası hasarı endeksini arttırdığı sonucuna varıldı. Bununla birlikte, ergenlik sonrası kızların oksidatif stres ve kas hasarlarından erkeklerden daha iyi korunmuş olduklarını buldular. (Benzer yaş ve fiziksel aktivite seviyelerinde). Fiziksel aktivite, metabolik s¼reçleri ve oksijen t¼ketimini şiddete ve s¼reye oranla artırabilir ve daha serbest radikal oluşumuna neden olabilir. Yoğun egzersiz, iskelet kaslarında oksidan üretiminde artışa neden olabilir. (Hetlelid ve ark. 2015; Beck ve ark. 2018; Kayacan ve ark. 2019).

Munoz ve ark. (2010), iki farklı yoğunluğa sahip bisiklet egzersizlerinde erkek bisikletlilerin oksidatif stresini ve antioksidan tepkilerini analiz etmişlerdir. Maksimal ve submaksimal sonuğlarına g¼re, katılımcılara iki farklı bisiklet egzersizi uygulanmış, maksimum yoğunluktaki kısa s¼reli siklik egzersizin plazmada oksidatif stres değerlerinde artışa neden olduğunu bulmuşlardır.

Parker ve ark. (2014), 14 erkekten oluşan, % 70 ve üzerindeki aşırı y¼klerin, farklı yoğunluklardaki 5 dakikalık bisiklet testinin bir sonucu olarak egzersize dayalı reaktif oksijen t¼rlerinde bir artışa neden olabileceğini buldu (% 40,% 55 ,% 70,% 85 ve% 100 MaxV02).

Mastaloudis ve ark. (2001), aşırı dayanıklılık egzersizinin lipid peroksidasyonuna etkilerini belirlemek i¼in 50 km'lik ultramaton koşusu ¼ncesinde ve sonrasında 11 sporcunun kan analizini inceledi. Araştırmacılar, aşırı dayanıklılık egzersizinin lipid peroksidasyonunun oluşmasıyla sonuğlandığını bulmuşlardır.

Goto ve ark. (% 25, % 50 ve % 75 VO2Max.) Farklı yoğunlukta farklı eğitimler uygulayan (2003), 26 erkeğe, % 75 yoğunluk ile yapılan egzersizin, OS parametrelerini ¼nemli ¼l¼de arttırdığını ve hafif yoğunluk egzersizinin azalma eğiliminde olduğunu bulmuştur.

Literat¼rdeki araştırmaların oksidatif stresin akut tepkilerine odaklandığı g¼r¼lmektedir. Elektron transferinin bozulmuş olduğu, elektron taşıma zincirindeki s¼peroksit radikalinin üretimini arttırdığı ve dolayısıyla aerobik egzersiz sırasında artan oksijen t¼ketimine bağlı olarak makromolek¼ler oksidasyonun arttırdığı yaygın olarak kabul g¼rmektedir (Beck ve ark. 2018). Ek olarak, akut aerobik egzersizlerin oksidatif stresin tepkilerini yoğunlaştırdığı bildirilmiştir (Parker ve ark. 2014). ¼te yandan, d¼zenli olarak aerobik egzersiz yapıldığında uzun s¼redir oksidatif stresin bir g¼stergesi

olan lipid peroksidasyonu hem erkeklerde hem de kadınlarda artmış tiobarbitürik asit reaktif madde ve antioksidan enzim aktivitesi (SOD, GSH-Px, CAT) seviyesini düşürmüştür (Pal ve ark. 2018). Araştırmacılar düzenli egzersiz yapan kişilerin fiziksel aktivite programına adapte olduklarını ve oksidatif hasara daha dirençli olduklarını bildirmişlerdir (Huertas ve ark. 2017, Kayacan ve ark. 2018, 2019). Bu nedenle düzenli egzersiz OS'ye kronik direnci artırır. Sunulan çalışmada tespit edilen bulgularda bu durumun etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2. KHD ve TDP arasında korelasyon tespit edildi

Sunulan çalışmada yaş ile antrenman öncesi TD parametresi arasında korelasyonların fazla olduğu tespit edilmiştir. TD parametresinin zaman bağımlı parametrelerden AVRR (antrenman sonrası); frekans bağımlı parametrelerden ise LF ile (antrenman öncesi) korelasyonlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Aslında hayvan deneyleri, kardiyovasküler hastalıkların patogenezinde reaktif oksijen türleri (ROS) ve HRV ile diğer kardiyovasküler hastalıklar arasında ilişki olduğunu belirtmektedir. Oksidatif stres, vücutta reaktif oksijen türlerinin seviyelerinin arttığı veya bir başka deyişle oksidan-antioksidan dengesizliğinden kaynaklanan bir durumdur (Kayacan ve ark., 2019). Hipertansiyon dahil birçok kardiyovasküler hastalığın patogenezinde rol oynadığı bildirilmiştir (Pavithran ve ark., 2008). ROS ayrıca, nitrik oksit üretimini azaltarak merkezi ve periferik sempatik aktiviteyi arttırmada rol oynar (Campese ve ark., 2004). Hipertansiyondaki oksidatif stres ateroskleroz ve end organ hasarı ile sonuçlanır (Redon ve ark., 2003).

Literatürde sporcu gruplarında oksidan/antioksidan kapasite ve KHD arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamdaki araştırmaların hava kirliliğinden kaynaklanan ROS seviyeleri ve KHD arasındaki ilişkilerin incelendiği görülmektedir (Chuang ve ark., 2014; Laumbach ve ark., 2013; Chahine ve ark., 2007). Bununla birlikte uyguladığımız egzersiz protokolünün hafif/orta yoğunluklu bir antrenman programına sahip olması tespit edilen bulguların elde edilmesinde önemli olduğu düşünülmektedir.

5.3. SDNN ve RMSSD kalp hızı değişkenliğini en iyi tanımlayan parametrelerdi

KHD bulgularının kendi içindeki korelasyonlar incelendiğinde SDNN ve RMSSD parametrelerinin hem zaman hem de frekans bağımlı parametrelerle korelasyonlarının yüksek olduğu gözlenmiştir. Literatür incelendiğinde bu parametrelerin farklı KHD ölçüm teknikleri ile korelasyonları olduğu tespit edilmiştir (Windham ve ark., 2012; DeGiorgio ve ark., 2010). Yine futbolcularda yapılan bir araştırmada benzer bulgulara rastlanmıştır (Kayacan ve ark., 2020). KHD ölçümlerinin linear ya da non-linear metotlarla ölçülebilmektedir (Gencay, 1999). Ancak hangi yöntemle ölçülürse ölçülsün elde edilen bulguların kendi içinde bir korelasyona sahip olması gerekmektedir. Çünkü Kalp atış hızı değişkenliği, önceden belirlenmiş bazı frekanslarda ortalama R-R aralığı dalgalanmalarının genel büyüklüğünü, zaman ve frekans alanı yöntemleri ile geleneksel olarak analiz edilmesi yöntemidir (Huikuri ve ark., 2010). Yani elde edilen veriler R-R aralığı referansına göre hesaplanmaktadır. Ancak bazı KHD parametreleri diğer parametrelerle kuvvetli korelasyonlar kurabilmektedir. Bizim tespit ettiğimiz verilere göre SDNN ve RMSSD zaman ve frekans bağımlı parametrelerle daha fazla bir korelasyona sahip idi. Bu durum literatürdeki bulgularla da örtüşmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sunulan çalışmada, futbolda aktif spor yaşantısını sürdüren Ordu Kotyora Futbol Kulübü sporcularından 19-32 yaş arasında olan 15 erkekten antrenman maçı öncesi ve sonrası kan alındı. Sporculardan sabah uyandıklarında (09.00-12.00) dinlenik durumdayken EKG kayıtları yapılarak tiyol disülfid parametrelerinin otonom sinir sistemi aktivitesi arasındaki ilişkisi araştırıldı.

Antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası tiyol disülfid parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Ancak antrenman sonrası değerlerinden NT, TT, DDS ve OT parametrelerinde artış gözlenmiştir. Kalp hızı değişkenliği parametrelerinin kendi içinde korelasyona sahip olduğu gözlemlendi. Kalp hızı değişkenliği parametrelerini en iyi tanımlayan bulgular MAXRR, SDNN, RMSSD, VLF, LF, HF olduğu belirlendi. Yaş ile antrenman öncesi tiyol disülfid parametreleri arasında korelasyonların fazla olduğu tespit edilmiştir. Tiyol disülfid parametrelerinin zaman bağımlı parametrelerden AVRR (antrenman maçı sonrası); frekans bağımlı parametrelerden ise LF ile (antrenman maçı öncesi) korelasyonlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda:

1. Tiyol disülfid parametrelerinde antrenman maçı öncesi ve antrenman maçı sonrası anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmedi (H_0 reddedildi H_1 kabul edildi).
 2. Kalp hızı değişkenliği ve tiyol disülfid parametreleri arasında anlamlı düzeyde korelasyon tespit edildi (H_0 kabul edildi H_1 reddedildi).
 3. Kalp hızı değişkenliği parametreleri, kendi içinde korelasyona sahipti (H_0 kabul edildi H_1 reddedildi).
- Doğal tiyol antrenman sonrası değerleri daha yüksek tespit edilmiş fakat anlamlı bir fark saptanmamıştır.
 - Toplam tiyol antrenman sonrası değerleri daha yüksek tespit edilmiş fakat anlamlı bir fark saptanmamıştır. Sporcu grupta egzersiz total ve doğal tiyol düzeyini artırıcı bir etki göstermiştir. Bu belli düzeydeki egzersizin sporcu popülasyonda antioksidan kapasiteyi artırıcı bir parametre olarak değerlendirilebilir.

- Dinamik disülfid antrenman sonrası değerleri daha yüksek tespit edilmiş fakat anlamlı bir fark saptanmamıştır. Oksidasyonun temel belirteçlerinden biri olan dinamik disülfid değeri hafif antrenman şiddetinde anlamlı değişmemiştir.
- Azaltılmış tiyol antrenman sonrası değerleri daha düşük tespit edilmiş fakat anlamlı bir fark saptanmamıştır.
- Oksitlenmiş tiyol antrenman sonrası değerleri daha yüksek tespit edilmiş fakat anlamlı bir fark saptanmamıştır.
- Oksitlenmiş azaltılmış tiyol antrenman sonrası değerleri daha düşük tespit edilmiş fakat anlamlı bir fark saptanmamıştır.
- NT, TT, DDS, OT tiyol disülfid parametreleri değerleri antrenman sonrası yükselirken RT ve TOR değerleri antrenman sonrası düşmüştür.
- Yaş ile antrenman öncesi tiyol disülfid parametreleri arasında korelasyonların fazla olduğu tespit edilmiştir.
- Tiyol disülfid parametrelerinin zaman bağımlı parametrelerden AVRR (antrenman sonrası); frekans bağımlı parametrelerden ise LF ile (antrenman öncesi) korelasyonlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Fizyolojik olarak bu parametrelerin birbiri ile ilişkili olması muhtemeldir. Ancak sunulan çalışma ile egzersizin şiddetinin bu iki veri arasındaki ilişkiyi etkileyebildiği tespit edilmiştir. Farklı egzersiz süre ve yoğunluklarına göre bu değerler arasındaki ilişki incelenmelidir.
- Kalp hızı değişkenliği parametreleri kendi içerisinde korelasyona sahip olduğu belirlendi. Bu parametrelerde MAXRR, SDNN, RMSSD, VLF, LF, HF kalp hızı değişkenliğini en iyi tanımlayan parametrelerdi. Sonraki çalışmalarda SDNN ve RMSSD KHD belirteci olarak tercih edilen bir parametre olabilir. Bununla birlikte bazı EKG yazılımlar sadece frekans ya da zaman bağımlı ölçümlere izin vermektedir. Bu iki parametre KHD ölçüm yöntemlerini kolaylaştıracaktır.

Çalışmada antrenman yükünün hesaplanmaması ve antrenman programının süre ve şiddetinin sporculardaki fizyolojik parametrelere etkisinin kontrol altında tutulmaması araştırmanın en büyük sınırlılığını oluşturmaktadır. Burada araştırma için verilen bütçenin düşük olması ve yapılacak ölçümlerin maliyetli olması, ölçümlerin farklı bir şehirde gerçekleştirilmesi araştırma sürecini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca

alınan kanların hemen hastaneye götürölme zorunluluğu, ölçüm sürecinin tek araştırmacı tarafından yürütölmesi, hastane- araştırma alanı arasındaki mesafenin uzaklığı çalışmayı zorlaştırmıştır.

Bu çalışma futbolda oksidatif stresin otonom sinir sistemi üzerindeki aktivitesini inceleyen ilk çalışma olup bundan sonraki çalışmalara ışık tutacak yön verecektir.



KAYNAKLAR

- Aldred S, Rohalu MA. Moderate intensity exercise program did not increase the oxidative stress in older adults. *Archives of gerontology and geriatrics* 2011;53(3):350-353.
- Algül S, Özçelik O. Günün farklı zamanlarında yapılan futbol maçlarında oksidan-antioksidan dengenin incelenmesi. *Genel Tıp Dergisi* 2017;27(4): 129-135.
- Ates I, Ozkayar N, Topcuoglu C, Dede F. Relationship between oxidative stress parameters and asymptomatic organ damage in hypertensive patients without diabetes mellitus. *Scandinavian Cardiovascular Journal* 2015;49(5):249-256.
- Ateş İ, Özkayar N, İnan B, Yılmaz FM, Topçuoğlu C, Erel Ö ve ark. Yeni Tanı Hipertansiyon Hastalarında Tiyol Disülfid Dengesi. 17. Ulusal Hipertansiyon ve Böbrek Hastalıkları Kongresi, Antalya, 2015; 1-21.
- Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports medicine* 2003;33(12):889-919.
- Aydemir B, Sarı EK. Antioksidanlar ve büyüme faktörleri ile ilişkisi. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 2009;2(2):56-60.
- Ayyıldız P. Astımlı çocuklarda egzersizin kalp hızı değişkenliği üzerine etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Samsun, Yandal Uzmanlık Tezi, 2009; 19-21.
- Beck ON. Use aerobic energy expenditure instead of oxygen uptake to quantify exercise intensity and predict endurance performance. *Journal of applied physiology* 2018;125 (2):672–674.
- Bektaş H, Vural G, Gümüşyayla Ş, Deniz O, Alışık M, Erel Ö. Akut iskemik inmeli hastalarda tiyoldisülfid dengesinin araştırılması. *Türk Beyin Damar Hastalıkları Dergisi* 2015 Cilt 21; Ek 1; 1-35.
- Bloomer RJ, Fisher-Wellman KH. Blood oxidative stress biomarkers: influence of sex, exercise training status, and dietary intake. *Gender medicine* 2008;5(3):218–228.
- Campese VM, Ye S, Zhong H, Yanamadala V, Ye Z, Chiu J. Reactive oxygen species stimulates central and peripheral sympathetic nervous activity. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2004; 286: 695–703.
- Chahine T, Baccarelli A, Litonjua A, Wright RO, Suh H, Gold DR, Schwartz J. Particulate air pollution, oxidative stress genes, and heart rate variability in an elderly cohort. *Environmental health perspectives* 2007;115(11):1617-1622.

- Chuang HC, Hsueh TW, Chang CC, Hwang JS, Chuang KJ, Yan YH, Cheng TJ. Nickel-regulated heart rate variability: the roles of oxidative stress and inflammation. *Toxicology and applied pharmacology* 2013;266(2):298-306.
- Cornelli U. Antioxidant use in nutraceuticals. *Clinics in dermatology* 2009;27(2):175-194.
- Cremers CM., Jakob U. Oxidant sensing by reversible disulfide bond formation. *Journal of Biological Chemistry* 2013;288(37):26489-26496.
- Çakır L. Elektrokardiyogram (EKG) işaretlerinin optik biyotelemetri kullanarak iletimi. Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 2014; 7-9.
- Çerit G. Sıçanlarda egzersize bağlı koenzim q10 kullanımının epileptiform aktivite üzerindeki etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 2018; 6.
- Davies KJ, Quintanilha AT, Brooks GA, Packer L. Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochemical and biophysical research communications* 1982;107(4):1198-1205.
- DeGiorgio CM, Miller P, Meymandi S, Chin A, Epps J, Gordon S, Harper RM. RMSSD, a measure of vagus-mediated heart rate variability, is associated with risk factors for SUDEP: the SUDEP-7 Inventory. *Epilepsy & Behavior* 2010;19(1),78-81.
- Demir AY, Metin A. Akne Vulgaris ve Oksidatif Stres. *Türkiye Klinikleri Journal of Dermatology* 2011;21(2):75-82.
- Doğanay S. Akut yorucu egzersiz yaptırılan ratlarda kan ve karaciğer oksidan /antioksidan sistemler üzerine bilberry'nin (yaban mersini) etkileri. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fiziyojji Anabilim Dalı, Doktora Tezi; 2014; 43.
- Düzova H, Emre MH, Karakoç Y, Karabulut AB, Yılmaz Z, Gürsul C, Yoloğlu S. Orta ve yüksek düzeyde treadmill egzersizinin sıçanların kas ve eritrosit oksidan/antioksidan sistemine etkisi. *İnönü Tıp Dergisi* 2007.
- Erdal H. Kronik böbrek hastalarında dinamik tiyol-disülfit dengesi ile tiyoredoksin redoktaz enzim düzeyleri ve hemodiyalizin tiyol dengesi üzerine etkisi. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hatay, Doktora Tezi, 2019; 43
- Erden M. Serbest radikaller. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences* 1992;12(3): 201-207.
- Erel O, Neselioglu S. A novel and automated assay for thiol/disulphide homeostasis. *Clinical biochemistry* 2014;47(18):326-332.

- Falone S. Differential impact of acute bout of exercise on redox-and oxidative damage-related profiles between untrained subjects and amateur runners. *Physiological research* 2010;59(6):953–961.
- Gencay, R. (1999). Linear, non-linear and essential foreign exchange rate prediction with simple technical trading rules. *Journal of International Economics*, 47(1), 91-107.
- Gorman JM, Sloan RP. Heart rate variability in depressive and anxiety disorders. *American heart journal* 2000;140(4):77-83.
- Goto C. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans: role of endotheliumdependent nitric oxide and oxidative stress. *Circulation* 2003;108(5):530–535
- Göçmen R. Kalp atım hızı değişkenliği geribildirim antrenmanının erkek basketbolcularda temel beceriler ve bilişsel özellikler üzerine etkisinin incelenmesi. Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Yüksek Lisans Tezi, 2018; 15-20
- Gumusayla S, Vural G, Bektas H, Deniz O, Neselioglu S, Erel O. A novel oxidative stress marker in patients with Alzheimer's disease: dynamic thiol–disulphide homeostasis. *Acta neuropsychiatrica* 2016;28(6):315-320.
- Gürkan K. Biyomedikal işaretlerinin görüntülenmesine ilişkin çok kanallı bir tehzizatın geliştirilmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2006; 9-14.
- Hetlelid KJ. Rethinking the role of fat oxidation: substrate utilisation during high-intensity interval training in well-trained and recreationally trained runners. *BMJ open sport and exercise medicine* 2015;1(1): 1-9
- Huertas JR, Antioxidant effect of exercise: exploring the role of the mitochondrial complex I superassembly. *Redox biology* 2017;13: 477–481.
- Huikuri HV, Mäkikallio TH, Perkiömäki J. Measurement of heart rate variability by methods based on nonlinear dynamics. *Journal of electrocardiology* 2003;36: 95-99.
- Kaghazchi H. Kalbin iskemik bölgelerindeki iletkenlik değişikliğinin elektrokardiografi üzerine etkilerinin sonlu elemanlar yöntemiyle araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Doktora Tezi, 2019; 20.
- Kahraman A, Çakar H, Vurmaz A, Gürsoy F, Koçak S, Serteser M. Ağır Egzersizin Oksidatif Stres Üzerindeki Etkisi. *Kocatepe Tıp Dergisi* 2003;4(2): 33-38.


- Kavas GÖ. Serbest radikaller ve organizma üzerine etkileri. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences* 1989;9(1):1-8.
- Kaya B. İş yerinde zihinsel yüklenme ve egzersizin kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkisi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2006; 5.
- Kaya BK. Astımlı çocuklarda oksidatif stresin tiyol disülfit dengesi üzerinden değerlendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Yüksek Lisans Tezi, 2015; 16.
- Kayacan Y, Çetinkaya A, Yazar H, Makaracı Y. Oxidative stress response to different exercise intensity with an automated assay: thiol/disulphide homeostasis. *Archives of physiology and biochemistry*, 2019;1-5.
- Kayacan Y, Yazar H, Kisa EC, Ghojebegloo BE. A novel biomarker explaining the role of oxidative stress in exercise and l-tyrosine supplementation: thiol/disulphide homeostasis. *Archives of physiology and biochemistry* 2018;124(3):232-236.
- Kayacan Y. Profesyonel erkek hentbolcularda ekg bulguları ve kalp hızı değişkenliği, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars, Yüksek Lisans Tezi, 2009; 1-29.
- Keleştemur GT, Özdemir Y. Balıklarda antioksidan savunma ve oksidatif stres. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 2011;4(1):69-73.
- Kiran T, Subramanyam MV, Asha Devi S. Swim exercise training and adaptations in the antioxidant defense system of myocardium of old rats: relationship to swim intensity and duration. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol*. 2004;137(2):187-96.
- Kleiger RE, Stein PK, Bigger Jr JT. Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Annals of Noninvasive Electrocardiology* 2005;10(1):88-101.
- Küçük M. Düzenli antrenman yapan genç futbolcularda antep fıstığı'nın (pistacia vera) oksidatif hasara karşı koruyucu etkisi. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Yüksek Lisans Tezi, 2018; 15-16.
- Laumbach RJ, Kipen HM, Ko S, Kelly-McNeil K, Cepeda C, Pettit A, Veleparambil, MA. controlled trial of acute effects of human exposure to traffic particles on pulmonary oxidative stress and heart rate variability. *Particle and fibre toxicology* 2014;11(1):45.
- Malik M. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology* 1996;1(2):151-181.

- Mastaloudis A, Leonard SW, Traber MG. Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise. *Free radical biology and medicine* 2001;31(7):911–922.
- Mercan U. Toksikolojide serbest radikallerin önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2004;15(1):91-96.
- Munoz D. Effect of different exercise intensities on oxidative stress markers and antioxidant response in trained cyclists. *Journal of sports medicine and physical fitness* 2010;50(1): 93-8.
- Niess AM. DNA damage after exhaustive treadmill running in trained and untrained men. *International journal of sports medicine* 1996;17(06):397–403.
- Öksüz M. Omuz artroskopisi geçirecek hastalarda genel anestezi ve ultrasonografi eşliğinde uygulanan interskalen bloğun ağrı ve oksidatif stres üzerine etkilerinin tiyol-disülfid dengesi ve c-reaktif protein ile değerlendirilmesi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Fatih Sultan Mehmet Sağlık Uygulama Ve Araştırma Merkezi, İstanbul, Uzmanlık Tezi*, 2018; 10.
- Önal UFS. Oksidatif Stres ve Egzersiz. 2016(1); 57-65.
- Pal S. High-intensity exercise induced oxidative stress and skeletal muscle damage in postpubertal boys and girls: a comparative study. *The journal of strength & conditioning research* 2018;32(4):1045–1052.
- Pala R. Boks milli takımının avrupa şampiyonasına hazırlık kampları süresince bazı fiziksel ve oksidatif stres parametrelerinin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Doktora Tezi*, 2011; 28.
- Parker L, McGuckin TA, Leicht AS. Influence of exercise intensity on systemic oxidative stress and antioxidant capacity. *Clinical physiology and functional imaging* 2014;34(5):377–383.
- Pavithran P, Nandeesha H, Sathiyapriya V, Bobby Z, Madanmohan T. Short-term heart variability and oxidative stress in newly diagnosed essential hypertension. *Clinical and experimental hypertension* 2008;30(7):486-496.
- Pingitore A. Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition* 2015;31(7–8):916–922.
- Powers SK, Hogan MC. Exercise and oxidative stress. *The journal of physiology* 2016;594(18):5079.
- Redon J, Olivia MR, Tormos C, Giner V, Chaves J, Iradi A. Antioxidant activities and oxidative stress byproducts in human hypertension. *Hypertension*. 2003; 41: 1096–1101.

- Schafer FQ, Buettner GR. Redox environment of the cell as viewed through the redox state of the glutathione disulfide/glutathione couple. *Free radical biology and medicine* 2001;30(11):1191-1212.
- Schneider CD, Barp J, Ribeiro JL, Klein BA, Oliveira AR. Oxidative stress after three different intensities of running. *Can. J. Appl. Physiol.* 2005;30 (6): 723-734.
- Sen CK, Packer L. Thiol homeostasis and supplements in physical exercise. *The American journal of clinical nutrition* 2000;72(2): 653-669.
- Servais S, Couturier K, Koubi H, Rouanet JL, Desplanches D, Sornay-Mayet MH, Favier R. Effect of voluntary exercise on H₂O₂ release by subsarcolemmal and intermyofibrillar mitochondria. *Free Radical Biology and Medicine* 2003;35(1): 24-32.
- Tüfekçioğlu E. Sedanter bireylerde kara ve su egzersizlerinin kalp atım hızı değişkenliğine etkileri. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. Doktora Tezi, 2008; 16-17.
- Windham BG, Fumagalli S, Ble A, Sollers JJ, Thayer JF, Najjar SS, Ferrucci L. The relationship between heart rate variability and adiposity differs for central and overall adiposity. *Journal of obesity* 2012(149516);2012:8.
- Yapıcı A. Mekik koşu testinin hemoreolojik parametreler üzerine etkisi. Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Yüksek Lisans Tezi 2006; 25-26.
- Yıldız M. EKG VE EMG sinyallerinin yüksek duyarlılık olarak ölçülmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 2000;15-17.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Raporu



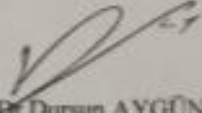
T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODML.0.20.08/ 1319-1360-1679 30.05.2018

Sayın Ürd. Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Futbolda tiyol disülfid dengesi ve otonom sinir sistemi aktivitesi arasındaki ilişkinin incelenmesi** başlıklı OMÜ KAİK 2017/453 Karar nolu Biyokimya çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 28.12.2017 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.


Prof. Dr. Dursun AYGÜN
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tel:03623332199/3782-4176007 Omueetik@omuef.com
Hattısı: 0362 333 2199 / 3782-4176007

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hami Sergen Katırcıoğlu

Doğum Yeri : Ordu

Doğum Tarihi :24/08/1993

Medeni Hali : Bekâr

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Eğitim Durumu : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı / 2017-2020 (Yüksek Lisans)

E-posta : hamikatircioglu@gmail.com