

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ELİT ERKEK YÜZÜCÜ VE SEDANTERLERDE MAKSİMAL AEROBİK
YÜKLENMENİN TOTAL OKSİDAN VE TOTAL ANTİOKSİDAN
SEVİYELERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bayram YALÇINKAYA

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Muhsin HAZAR

ANKARA
Mart 2010

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

**Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.**

Tez Savunma Tarihi : 05/03/2010

**İmza
Prof.Dr. Kemal TAMER
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı**

**İmza
Yrd.Doç.Dr. Muhsin HAZAR
Gazi Üniversitesi**

**İmza
Yrd. Doç.Dr. Nevin GÜNDÜZ
Ankara Üniversitesi**

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	I
Şekiller, Grafikler ve Tablolar	IV
Simgeler, Kısaltmalar	V
Önsöz ve Teşekkür	VII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres.....	3
2.1.1. Egzersiz ve Oksidatif Hasarın Hücresel Temeli.....	3
2.1.2. Egzersiz ve Oksidatif Stres.....	6
2.1.3. Fiziksel aktivite ve anti oksidan mekanizma.....	9
2.1.4. Düzenli Egzersizde Oksidatif Stres.....	11
2.1.5. Düzenli Egzersizde Antioksidan Savunma.....	11
2.1.6. Egzersiz, Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma.....	13
2.1.7. Akut Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma.....	13
2.1.7.1. Akut Egzersizde Oksidatif Stres.....	14
2.1.7.2. Akut Egzersizde Antioksidan Savunma.....	15
2.2. Antioksidan Sistemler.....	16
2.2.1. Enzimatik olmayan Antioksidan Savunma.....	16

2.2.2. Enzimatik Antioksidan Savunma.....	16
2.2.3. Enzimatik Antioksidanlar, Egzersiz ve Antrenman.....	16
2.2.3.1. Süperoksit Dismutaz (SOD).....	16
2.2.3.2. Glutadyon peroksidaz (GSHPx).....	17
2.2.3.2. Katalaz.....	17
2.3. 20 Metre Mekik Koşu Testi.....	17
2.4. Yüzme Fizyolojisi.....	18
2.4.1. MaxVO ₂ ve Yüzme Performansı.....	18
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	20
3.1. Çalışma Grupları.....	20
3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler	20
3.2.1. Boy Uzunluğu Ölçümü	20
3.2.2. Vücut Ağırlığı Ölçümü	20
3.2.3. 20 Metre Mekik Koşu Testi	21
3.2.4. Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması.....	21
3.3. Verilerin Analizi.....	21
3.3.1. Serumların Analizi.....	21
3.3.1.1. Total Antioksidan serumlarının analizi.....	21
3.3.1.2. Total Oksidan serumlarının analizi.....	22

3.3.2. Sonuçların İstatistikî Analizi.....	22
4. BULGULAR.....	23
4.1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri.....	23
4.2. Deneklerin Antrenman Öncesi ve Antrenman Sonrası TAS ve TOS Değerleri.....	23
4.3. Gruplar Arası Karşılaştırma.....	25
5. TARTIŞMA.....	27
6. SONUÇ.....	30
7. ÖNERİLER.....	31
8. ÖZET.....	32
9. SUMMARY.....	33
10. KAYNAKLAR.....	34
11. EKLER.....	42
11.1. Kontrol Grubu Olarak İncelenecek “Sağlıklı Gönüllüler” İçin Olur Form.....	42
11.2. İlaç Dışı Çalışmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	44
12. ÖZGEÇMİŞ.....	48

ŞEKİLLER, GRAFİKLER VE TABLOLAR

Şekil 1: 20 metre mekik koşu testi.....	21
Grafik 1: Sedanter ve Elit yüzücülerin antrenman öncesi ve sonrası TAS değerleri.....	25
Grafik 2: Sedanter ve Elit yüzücülerin antrenman öncesi ve sonrası TOS değerleri.....	26
Tablo 1: Deneklerin Fiziksel Özellikleri.....	24
Tablo 2: Deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası TAS ve TOS ortalamaları ve grup içi karşılaştırmaları.....	24
Tablo 3: Deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası TAS ve TOS ortalamaları ve gruplar arası karşılaştırmaları.....	26

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
kg	: Kilogram
cm	: Santimetre
mg	: Miligram
gr	: Gram
Std. Sapma	: Standart Sapma
AÖ	: Antrenmandan Önce
AS	: Antrenmandan Sonra
TAS	: Total Antioksidan
TOS	: Total Oksidan
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
SOD	: Süperoksit Dismutaz
O ₂	: Süperoksit Radikali
SR	: Serbest Radikal
AOSS	: Antioksidan Savunma Sistemi
LP	: Lipit Peroksidasyon
ATP	: Adonezin Tirifosfat
H ₂ O ₂	: Hidrojen Peroksit
NADP	: Nikotinamid Dinükleotid
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat
PMNL	: Polimorf Çekirdekli Lökositler

ONOO	: Peroksinitrit
MaksVO ₂	: Maksimal Oksijen Tüketimi
PUFA	: Poliansatüre Yağ Asitleri
MDA	: Malondialdehit
GSSG	: Okside Glutasyon
RONs	: Reaktif Oksijen ve Nitrojen Türleri
TBARS	: Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler
GSH	: Glutasyon
VO ₂	: Oksijen Tüketimi
GSHPX	: Glutadyon Peroksidaz

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Ülkemizde gitgide popülerleşmeye başlayan yüzme sporunda özellikle antrenman metodolojisi ile ilgili yapılmış olan bilimsel çalışmaların az olması uygulama alanına da olumsuz şekilde yansımaktadır. Bu nedenlerle maksimal aerobik yüklenmenin elit yüzücüler ve sedanterlere total oksidan ve total antioksidan maddeler üzerindeki etkilerini açıklamak için 20m mekik koşu testi öncesi ve sonrası aldığımız verilerle laboratuvar ortamında karşılaştırarak, yapılan antrenman türünün vücutta meydana getirdiği hasarların ve yenileme sisteminin bilinmesinde, Bilimsel alanda ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca çalışmalarımın başından sonuna kadar bana her türlü desteği veren ve yol gösteren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Muhsin HAZAR'a teşekkür ederim.

Bu çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen Enka spor kulübü yönetimine, tüm sedanter ve elit erkek yüzücülere, Halil Yıldırım'a, Mehmet Neşiray' a, Utku Alemdaroğlu'na, Yusuf Köklü'ye, istatiki analizde yardımcı olan Yrd.Doç.Dr Serdar Demir'e ve bana manevi desteğini esirgemeyen eşim Gülsüm Yalçınkaya'ya teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Yüzme sporu, uluslararası standartlarda boyutu olan (50 metre boyunda 25 m eninde, 8–10 kulvar) havuzlarda bedenın kulaç ve ayak hareketlerinden başka bir yardım almadan, her yarışmacının kendi kulvarında, serbest, sırtüstü, kelebek ve kurbağalama stillerinin her birinde veya dördü birden karışık olarak, 50, 100, 200, 400, 800, 1500 metrelerde bireysel veya ekip olarak yaptıkları yarışmaya denir. Kelebek, sırtüstü, serbest, kurbağalama ve karışık stillerde olmak üzere yüzme stilleri bulunmaktadır.¹

Yüzme sporunda özellikle orta ve uzun mesafe yüzücülerinde enerji ihtiyacının büyük bir kısmı aerobik yolla karşılanmaktadır² Muayyen bir eforun devam süresi her şeyden evvel bireyin maxVO₂ (maksimum oksijen volümü) bağlıdır. Egzersizde artan oksijen tüketimi serbest radikal üretimini artırır. Artan bu serbest radikaller enzimatik ve nonenzimatik antioksidanları içeren bir savunma sistemi tarafından nötralize edilir. Egzersiz, reaktif oksijen türleri (ROS) ve antioksidanlar arasında oksidatif stres olarak adlandırılan bir dengesizlik oluşturur. Sağlık açısından düzenli antrenmanların çok sayıda faydası varken, şiddetli fiziksel stresörler muhtemelen reaktif oksijen türleri (ROS) üretimindeki artıştan dolayı oksidatif hasarı artırabilir.³

Özellikle son 10 yılda akut egzersizin oluşturduğu oksidatif stres kapsamlı olarak araştırılmıştır. Egzersizin reaktif oksijen türleri (ROS) ve nitrojen türlerinin oluşumuna ve bununla bağlantılı oksidatif hasara neden olduğu, düzenli antrenmanın ise reaktif oksijen türleri (ROS)' un neden olduğu lipid peroksidasyonuna karşı direnci artırdığı ve oksidatif proteinleri ve DNA hasarını azalttığı bilinmektedir. Önceki çalışmaların akut egzersizden sonra kandaki oksidatif stres markerlerinde artış tanımlaması, oksidatif stresin sadece hücresel

elemanlarla sınırlı olmadığına işaret etmektedir.³ Sprint türü antrenman sonucunda yüzücülerde meydana gelen kas hasarı çok yüksektir. Bunun sınırını belirleyen faktörlerden en önemlisi oksijen kullanma kapasitesidir.⁴

Egzersiz, oksijen ve diğer türden serbest radikal üretiminde artışa neden olduğu çok sayıda araştırmacı tarafından rapor edilmiştir. Antioksidan kapasite kas lifi tipine bağlı olarak değişir. Egzersizin kas liflerinin antioksidan enzim aktiviteleri üzerindeki etkileri konusunda literatürde görüş birliği yoktur. Bazıları enzim aktivitelerinde artış kaydederken bazıları bir değişimin olmadığını belirtmektedirler⁵

Türkiye’de gitgide popülerleşmeye başlayan yüzme sporunda özellikle antrenman metodolojisi ile ilgili yapılmış olan bilimsel çalışmaların az olması uygulama alanına da olumsuz şekilde yansımaktadır. Bu nedenlerle maksimal aerobik yüklenmenin elit yüzücüler ve sedanterlere total oksidan ve total antioksidan maddeler üzerindeki etkilerini açıklamak için 20m mekik koşu testi öncesi ve sonrası alınan veriler laboratuvar ortamında karşılaştırarak, yapılan antrenman türünün vücutta meydana getirdiği hasarların ve yenileme sisteminin bilinmesinde, Bilimsel alanda ise ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Aerobik solunum yapan canlılarda tüketilen oksijenin % 3'lük bir kısmı süperoksit anyonuna dönüşür. Süperoksit anyonu oksijen kaynaklı diğer serbest radikallerin öncüsüdür. Serbest radikaller başta kanser, yaşlanma dâhil olmak üzere birçok hastalığın nedeni olarak gösterilmektedirler.⁶ Aerobik canlılar çeşitli kaynaklardan oluşan oksijen ve diğer iyon kaynaklı serbest radikalleri etkisiz hale getirmek için enzimatik ve nonenzimatik yapıda olan antioksidan özellikte bir koruma sistemine sahiptirler.⁷⁻⁸

2.1. Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres

Serbest radikaller bir veya daha fazla eşlenmemiş elektrona sahip, kısa ömürlü, kararsız, molekül ağırlığı düşük ve çok etkin moleküllerdir. Serbest radikaller, (a) radikal olmayan bir atom veya molekülden bir elektron çıkmasıyla veya (b) radikal olmayan bir atom veya moleküle bir elektron ilavesiyle oluşurlar⁹.

Serbest radikaller ve oksijenin radikal olmayan türevleri birlikte reaktif oksijen türleri (ROS) olarak adlandırılırlar. Reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri, bütün aerobik organizmalar tarafından metabolik süreçlerin sonucu olarak üretilen serbest radikal ürünleridir⁹⁻¹⁰. Oksijenin radikal olmayan ozon ve hidrojen peroksit gibi türevleri oksijenden daha reaktiftirler ve aynı zamanda oksidatif hasara sebep olabilirler¹¹.

2.1.1. Egzersiz ve Oksidatif Hasarın Hücresel Temeli

Kas aktivitesindeki artış, enerji üretim ve tüketimini dinlenme düzeyine oranla artırır, buna bağlı olarak çalışan kasa kan akımı ve süperoksit

radikali (O₂) kullanımı da önemli derecede artmaktadır. Giderek artan şiddette iş yapıldığında kullanılan süperoksit radikali (O₂) miktarı yapılan egzersizin türüne ve şiddetine bağlı olarak doğrusal bir şekilde belirli bir düzeye erişinceye kadar artmaktadır. Artan süperoksit radikali (O₂) kullanımı sonucu metabolik süreçler hızlanarak serbest radikal (SR) oluşumu Antioksidan savunma sistemi (AOSS) kapasitesini aşan oranda artınca hücre hasarı oluşabilir¹².

Serbest radikal (SR) ile membran peroksidasyonu hücresel düzeyde potansiyel olarak zararlı olabilir. Membran Lipit peroksidasyon (LP) özellikle hipoksik dokuların reoksijenasyonu sırasında hücresel fonksiyonlarda birçok değişikliklere neden olur¹³⁻¹⁴. Bunlar membran geçirgenliğinde artma, sarkoplazmik retikulumda Ca²⁺ transportunun azalması, değişmiş mitokondriyal işlev, metabolit oluşumunda artma, hücresel glutatyon metabolizmasının değişimi gibi farklılaşmalardır. Egzersiz sırasında kanın yeniden dağılımı ile bazı dokular hipoksik kalabilir ve böylece reperfüzyonda peroksidasyona daha duyarlı olabilir. Egzersiz sonrası mitokondriyal şişme, ödem oluşumu, proteinüri ve hemoliz gözleendiğinden belki de egzersiz ile uyarılan serbest radikal (SR) oluşumu ve bunu izleyen olaylar bazı hücresel işlevlerin değişmesine neden olabilir¹³.

Mitokondrideki oksidatif fosforilasyon sırasında süperoksit radikali (O₂) mitokondriyal elektron taşıma sisteminde adonezin trifosfat (ATP) ve su oluşumu için kullanılarak azaltılmaktadır. Fakat bu işlem sırasında moleküler oksijenin bir kısmı (~% 2'si mitokondride kullanılır) solunum zincirindeki elektron taşıyıcılarından sızan tek elektronlara bağlanabilmekte ve bunun sonucunda süperoksit radikali oluşmaktadır. Süperoksit radikalleri ise bakır ve demir varlığında yüksek reaktif yapıdaki hidroksil radikallerin ve Hidrojen peroksit'in (H₂O₂) oluşumuna öncülük edebilir^{15,16,17}.

Egzersiz sırasında splanknik bölgelerden ve diğer organlardan kanın aktif iskelet kasına yeniden dağılımı geçici bir hipoksik durumun varlığını düşündürür. Egzersizin sonlanmasıyla oksijenlenmiş kanın bu bölgelere geri dönüşü reoksijenasyon ile sonuçlanır ve iskemi-reperfüzyon fazında reaktif oksijen türleri (ROS) oluşumuna neden olur¹⁸. Kısacası egzersiz sırasında kan doğrudan doğruya egzersize katılan kaslara akmakta, bunun sonucunda diğer organlara özellikle karaciğer, böbrek ve bağırsağa giden kan süperoksit radikali (O₂) akımında önemli ölçüde azalma (hipoksi) olmaktadır. Bunun yanı sıra egzersiz sırasında veya maksimum süperoksit radikali (O₂) tüketimi üzerinde, hatta düşük yoğunluktaki egzersizlerde egzersize katılan kas fibrillerinde hipoksi oluşabilmektedir. Egzersiz bittikten sonra ise karaciğer, böbrek ve bağırsağa kan akımı ve oksijenlenme yeniden başlamaktadır. Bu iskemi reperfüzyon olayının fazla miktarda serbest radikal (SR) üretimi, dolayısıyla önemli ölçüde doku hasarına neden olduğu bilinmektedir¹².

Egzersiz sırasında ve egzersizden sonra serbest radikal (SR) lerin dolaşıma salınımı polimorf çekirdekli lökositler (Poli Morpho Nuclear Leucocytes, PMNL)'in plazma membranında yerleşmiş Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) oksidaz enzim sisteminin aktivasyonu ile de açıklanabilir. Membran aracılı bu süperoksit anyonu, hidrojen peroksit, hidroksil radikali ve hipokloröz asidi de içeren toksik ROS'nin üretimi ve salınımı aşamalarının dahil olduğu 'respiratory burst- solunum patlaması' olayını başlatır. NADPH oksidaz sistemi özgül doku patolojisinin bir sonucu olarak üretilen mediyatörleri içeren çeşitli fizyolojik uyarılara cevap olarak aktive edilir. Elektronlar, reaktif oksijen türlerini (ROS) oluşturmak üzere sitozolik Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) dan ekstraselüler sıvıda veya intraselüler fagolizozomlarda çözülmüş moleküler oksijene aktarılır^{19,20,21}.

Reaktif oksijen türlerinin (ROS) diğer kaynakları süperoksit anyonu oluşturan ekstraselüler endotelial işlemlerdir. Eğer oluşan süperoksit anyonu nitrik oksit ile birleşerek peroksinitritti (ONOO) oluşturursa, bu türev hızla hasar verici etkisi oldukça yüksek olan hidroksil radikallerini oluşturabilir. İskemik dokular reperfüze olduğunda süperoksit anyonu ve nitrik oksitin aynı anda oluşması hücre membranının hidroksil radikali ve peroksinitrit radikali etkisiyle hasar görmesine neden olabilir²².

Serbest radikaller normal metabolizmanın bir sonucu olarak düşük düzeyde üretilir ve dokuları oksidatif hasardan koruyan toplayıcı ve antioksidan sistemler tarafından dengelenir. Süperoksit dismutaz (SOD), dismutaz ve katalaz gibi serbest radikal toplayıcı enzimlerin iskemik dokuların deneysel reperfüzyonunda doku hasarını azalttığı bilinmektedir^{23,24}. Üç amino asitlik bir peptit olan glutasyon, Hidrojen peroksit (H₂O₂) ve süperoksitin hasar yeteneği daha düşük olan moleküllere indirgenmesinde önemli rol oynar^{25,19,26}. Egzersiz sırasında oksijen kullanımının yaklaşık 10 kat artışı bu savunma sistemlerinin reaktif oksijen türlerinin (ROS) toplama kapasitesini aştığından hücresel elemanlarda (proteinler, nükleik asitler ve hücre membranındaki lipitler) oksidatif hasar gözlenir. Hücre membranının hasarı hücre canlılığının azalmasına ve hücre nekrozuna yol açabilir. Oksidatif reaksiyonlar doku hasarına bağlı olan dolaylı etkilerin yanı sıra doğrudan kas yorgunluğuna da neden olabilir^{13,18,27}.

2.1.2. Egzersiz ve Oksidatif Stres

Oksidatif stres, prooksidanlar ve antioksidanlar arasındaki dengenin prooksidanlar yönünde kaymasının bir sonucudur²⁸.

Genel olarak akut, yoğun egzersizin lipit peroksidasyonunu arttırdığı, düzenli egzersizlerin ise organizmanın antioksidan durumunu olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Düzenli yapılan antrenmanlar sonucunda

antioksidan savunma mekanizması düzenlenmekte ve yenilenmektedir. Böylece antrenmanlı kişilerde hücre hasarı antrenmansız kişilere oranla daha düşüktür²⁹. Egzersiz tipi, şiddeti ve süresi lipit peroksidasyonunu etkilemektedir. Literatürde, maksimal oksijen volümü (MaksVO₂) tüketiminin % 40 olduğu egzersizlerde plazma lipit peroksidasyonunda azalma, maksimal oksijen volümü (MaksVO₂) tüketiminin % 100 olduğu egzersizlerde ise lipit peroksidasyonunda artış olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, antrenmansız kişilerde yoğun ve yorucu egzersizlerin daha çok oksidatif hasara neden olduğu ve hasarın kan gören kaslarda daha etkili olduğu ifade edilmiştir¹³.

%75 maksimal oksijen volümü (MaksVO₂) , yoğunluğunda fiziksel egzersiz yapan insanlarda dinlenme halindeki deneklerle karşılaştırıldığında oksidatif lipit hasarı veya lipit peroksidasyonunun yan ürünü olan pentan düzeylerinin solukla verilen havada 1,8 kat arttığı belirlenmiştir³⁰.

Kas kasılmasını tetikleyen birincil faktör K⁺ çıkışını izleyen Na⁺ girişine dayanan bir elektriksel sinyal olan aksiyon potansiyelidir. İnsan ve hayvan deneyleri venöz plazma K⁺ konsantrasyonlarının kas kasılması sonrasında önemli oranda arttığını²⁷ böylece de K⁺'un ana kaynağının kasılmakta olan kas olduğunu göstermiştir. K⁺ ve su çıkışındaki önemli artıştan dolayı yoğun kas kasılmasının dokuda hücre içi K⁺ konsantrasyonlarında % 6-20'lik bir azalma ile sonuçlandığı gösterilmiştir. Hücreden önemli miktarda K⁺ çıkışı sarkolemmal ve T-tübüler membranların eksitasyonunu bozabilir ve sonuçta yorgunluğun başlamasına neden olabilir³¹.

Poliansatüre yağ asitlerindeki (Polyunsaturated fatty acids, PUFA) çoklu doymamış noktalar reaktif oksijen türlerinin (ROS) atağına ve oksidatif hasara duyarlı yapıları oluşturur. Lipit peroksidasyonu metilenden (CH₂) bir H atomu çıkaracak yeterli enerjiye sahip bir reaktif oksijen türü (ROS) , Poliansatüre

yağ asitleri (PUFA) ile etkileştiğinde baslar. Böylece oluşan peroksit radikalleri özellikle tehlikelidir, çünkü oksidatif hasarı iletme yeteneğine sahiptirler. Bu reaktif süperoksit radikali (O₂) türevleri kanla taşınarak yeni süperoksit radikali (O₂) hasarı oluşturacakları hedeflere ulaşabilir. Membran lipitlerinin peroksidasyonu akışkanlık ve geçirgenliği değıstirebilir²⁸.

İnsanlarda DNA'da günde yaklaşık 10000 oksidatif hasar olduğu ve DNA'nın oksidatif lezyonları yas ile biriktiğı gösterilmiştir³². Farklı egzersiz yoğunluğunda insan lökosit DNA'sının nasıl etkilenebileceğı araştırılmıştır¹⁶.

Sonuçlar egzersiz aracılı oksidatif stresin lökositlerde DNA hasarını başlatabileceğı olasılığını göstermiş fakat 9 denek, 4 egzersiz testi ile 36 ölçümün yapıldığı bir çalışma sonunda DNA hasarı saptanamamıştır. Diğer bir çalışmada genç sağlıklı erkeklerde 90 dakika bisiklet egzersizinden sonra RNA'nın metabolik ürünü olan 8-OH guanozinin idrar düzeylerinde önemli değışme gözlenmediğı belirtilmiştir.^{13,30} Palazzetti ve arkadaşları, 9 triatlon ve 6 sedanter denek üzerinde yapmış olduğu 4 haftalık aşırı yüklenmeli egzersiz (Overloaded Training) sonrasında oxidative stres, kas ve DNA hasarlarını incelemiştir. Sonuç olarak oxidative stres düzeylerinde anlamlı bir artış bulurken kas ve DNA hasarı üzerinde daha geniş deneklerle çalışmaya ihtiyaç olduğunu belirtmiştir³⁴.

Kısaca özetlemek gerekirse egzersiz sırasında serbest radikal oluşum nedenlerini şu şekilde belirtilebilir³⁵.

1. Egzersiz süresince artan süperoksit radikali (O₂) tüketimi (10-40 kat artmaktadır) baslı basına serbest radikal üretimine neden olabilir.

2. Süperoksit radikali (O₂) kısmi azalmasına bağlı olarak artış gösteren metabolik ara ürünlerin oluşumu da (örneğin; süperoksitler, hidrojen peroksit ve hidroksil radikaller) serbest radikal üretimine neden olabilir.

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

4. Egzersiz sırasında kanın büyük bölümü çalışan kaslara aktığı için bir çok organ ve dokuya giden kan akımı azalmakta ve bu bölgelerde hipoksi oluşturmaktadır. Egzersiz bittikten sonra yeniden kan akımının başlaması ile tekrar oksijenlenme sonucu birdenbire reaktif süperoksit radikali (O₂) molekülleri artabilir.

2.1.3. Fiziksel Aktivite ve Antioksidan Mekanizma

İskelet kası, kalp ve karaciğer gibi organlarda antioksidan mekanizmaların fiziksel antrenmanlılık durumu ile modüle edildiği bilinmektedir. 1973'te ilk defa akut egzersizin sıçan karaciğer, kalp ve iskelet kasında katalaz aktivitesini artırdığının gösterilmesinden sonra birçok çalışmada çeşitli dayanıklılık egzersizi antrenman programlarının antioksidan savunma sistemleri üzerindeki etkileri test edilmiştir.^{23, 24, 36, 33}. Denekler MaksVO₂ > 60ml/kg/dk olmak üzere yüksek yoğunlukta antrenman ve MaksVO₂ < 60 ml/kg/dk olmak üzere düşük yoğunlukta antrenman yüklemesi yapılmıştır. Yüksek yoğunlukta çalışan grubun kas biyopsilerinde anlamlı olarak yüksek katalaz ve Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi gözlenirken, maksimal oksijen volümü (MaksVO₂) ve kas katalaz aktivitesi arasında kuvvetli pozitif ilişki bulunmuştur. Benzer ilişki maksimal oksijen volümü (MaksVO₂) ve kas SOD'ı ile de saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada, doku süperoksit radikali (O₂) tüketimi ile antioksidan enzim aktivitesi arasında düzenli bir ilişki olduğu bulunmuştur³³.

Diğer bir çalışmada, diyabetik genç erkeklerde egzersizle uyarılan oksidatif stres deneyinde plazma malondialdehit (MDA) dinlenme düzeyleri ve malondialdehit’de (MDA), egzersizle uyarılan artış arasında deneklerin kendi aerobik kapasiteleri ile kuvvetli ilişki saptanmıştır ve bu da fiziksel sağlığın koruyucu etkisini göstermektedir. 12 haftalık aralıklı antrenmanın etkisi incelendiğinde sıçan iskelet kasında değişimler saptanmıştır. Araştırmacılar 5 dakika aralıklı yoğun antrenmanın kas antioksidan savunma sistemlerini uyardı, orta yoğunlukta devamlı egzersizden daha faydalı olduğunu vurgulamışlardır³⁷. Diğer bir çalışmada sıçanların hız koşusu antrenmanı ile iskelet kaslarının total glutatyon havuzunun kalp ve iskelet kasının glutatyon peroksidaz aktivitesinin önemli ölçüde artırıldığı gösterilmiştir. Orta yoğunluktaki dayanıklılık egzersizi fizyolojik antioksidan savunmayı artırabilir. Diğer yandan düzenli fiziksel egzersiz reaktif süperoksit radikali (O₂) hasarına karşı doğal kapasitenin sürdürülmesi ve geliştirilmesi için çok önemlidir¹⁶.

İnsanda kan glutatyon oksidasyonunun egzersizle uyarıldığı saptanmıştır³⁴. İnsan eritrositleri glutatyonca zengindir ve kan glutatyonunun çoğunu içerir. Submaksimal egzersiz kan glutatyon durumunu etkiler. %65 MaksVO₂ yoğunluktaki bir egzersizin ilk 15 dakika’sında kan Okside Glutatyon (GSSG) düzeylerinde kesin bir artış gözlenmiştir. Bir çalışmada 6 sağlıklı bisikletçi %70 MaksVO₂’da 134 dakika egzersiz yapmışlardır. Egzersizin sonlanmasını izleyen 60’nci ve 120’nci dakika’larda alınan kan örneklerinde Okside Glutatyon (GSSG) düzeylerinde anlamlı değişim gözlemlenmemiştir. Sağlıklı genç erkeklerde yapılan çalışmada maksimum kan Okside Glutatyon (GSSG) düzeylerinin bisiklet ergometre testinden 14 dakika sonra, aerobik esikteki egzersizden 30 dakika sonra ve anaerobik eşikte bisiklet egzersizinden 30 dakika sonra saptandığı ve 24 saat toparlanmanın kan Okside Glutatyon (GSSG) düzeylerinin egzersiz öncesi düzeylere dönmesinde yeterli olduğu gözlenmiştir³⁷.

2.1.4. Düzenli Egzersizde Oksidatif Stres

Antrenmansız erkeklere 12 haftalık yorucu bir dayanıklılık antrenman programından önce ve sonra bisiklet ergometresinde egzersiz yaptırılmış ve yüksek şiddetteki dayanıklılık antrenmanının eritrositlerdeki antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı ve tüketici egzersize cevap olarak nötrofillerden süperoksit üretimini azalttığı gösterilmiş, üstelik antioksidan savunmadaki bu upregülasyonun eritrosit membranında egzersizin neden olduğu lipid peroksidasyondaki azalma ile bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür³⁸.

2.1.5. Düzenli Egzersizde Antioksidan Savunma

Düzenli egzersiz, akut egzersizin yol açtığı oksidatif stresi azaltmak için adaptasyona neden olabilir. Antrenmana cevap olarak antioksidan enzim aktivitesinin artması, sistemin reaktif oksijen ve nitrojen türlerine (RONS) karşı korumayı kolaylaştırmak için antioksidan oluşturma ihtiyacından doğar. Çok hafif egzersiz adaptasyon sağlamada başarısız olur, çünkü oluşan reaktif oksijen ve nitrojen türlerine (RONS) antioksidan savunma sistemi tarafından yeterince elimine edilmez. Yeterli şiddet ve sürede tekrarlanan egzersizlerin biriken etkilerinin sonucunda adaptasyon gerçekleşir. Özetle, aerobik antrenmanlar egzersizin neden olduğu oksidatif stresi baskılamaya ilaveten antioksidan üretimini de uyarır³⁹.

Düzenli antrenmanın, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırmak suretiyle oksidatif stresin zararlı etkilerini ortadan kaldırdığı gösterilmiş, bu upregülasyonun, antioksidan enzimlerin mitokondriyal biyosentezini uyararak serbest radikal miktarındaki artışın sonucu olduğu ileri sürülmüştür⁴⁰.

Bir diğer araştırmada antrenmanın neden olduğu antioksidan enzimlerdeki artışın kasa özgü olduğunu bulmuşlar, yüksek ve orta şiddetteki

antrenmanın ventrikül kasındaki süperoksit dismutaz aktivitesini artırdığı gösterilmiştir⁴¹.

İki temel antioksidan enzim olan mitokondriyal süperoksit dismutaz ve sitozolik glutatyon peroksidaz aktivitesi antrenman yapan hayvanlarda yapmayanlara göre önemli ölçüde yüksek bulunmuş, katalaz ve sitozolik süperoksit dismutazda ise küçük bir farklılık gözlenmiştir⁴².

Araştırmacılar yaptıkları çalışmada şiddete ilave olarak antrenman hacminin de antioksidan enzim aktivitelerinin adaptasyonunda önemli olduğunu göstermişlerdir⁴³.

Sporcularda 90 günlük antioksidan takviyesinin submaksimal testten sonra lenfosit katalaz aktivitesinde belirgin adaptasyona neden olduğu bulunmuştur⁴⁴.

Antrenmanlı denekler sedanter bireylerden daha yüksek eritrosit antioksidan enzim aktivitesi gösterirler⁴⁵.

Başlangıç antrenman durumu, antrenman protokolü ve sporcunun beslenme durumu gibi birçok faktörün bazal eritrosit antioksidan enzim aktivitelerini etkilediği bilinmektedir⁴⁴.

6,5 hafta kronik treadmill egzersizinden sonra sıçanların beyin Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler (TBARS) seviyelerinde önemli bir değişiklik gözlenmezken antrenman periyodu esnasında C vitamini takviyesi yapılan sıçanlarda beyin Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler (TBARS) seviyelerinin yükseldiği gözlenmiştir⁴⁶.

Sıçanlarda 8 haftalık koşu egzersizinin yavaş kas liflerinde Malondialdehit (MDA), protein karbonil ve ubikinon seviyelerini artırıp glutamin sentetaz aktivitesini ve askorbik asit seviyelerini azalttığı, hızlı kas liflerinde Malondialdehit (MDA) seviyesini ve glutamin sentetaz aktivitesini artırırken askorbik asit ve α -tokoferol seviyelerini azalttığı, kalpte Malondialdehit (MDA)

seviyesini artırdığı, karaciğerde protein karbonil, sistein ve sistin seviyelerini, glutamin sentetaz aktivitesini azalttığı, beyinde askorbik asit seviyesi artarken Malondialdehit (MDA) seviyesini azalttığı gözlenmiştir.⁴⁷

Kütle başına oksijen tüketimi ve oksidan oluşumu en fazla organ olan kalp, karaciğere kıyasla 4 kat daha az süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesine sahiptir ve katalaz aktivitesi de düşüktür⁴⁸.

Bilim adamları doymamış yağ içeren diyetin yüzme egzersizinden sonra sadece karaciğerdeki lipid peroksidasyonunu biraz arttığını, düzenli egzersiz yaptırılan sıçanların kaslarında (muhtemelen artan glutatyon seviyelerinden dolayı) bu artışın daha az olduğunu göstermişlerdir⁴⁹.

2.1.6. Egzersiz, Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma

Oksijen tüketiminin artması serbest radikal üretiminde artışa yol açar. Oluşan bu serbest radikaller enzimatik ve nonenzimatik antioksidanları içeren bir savunma sistemi tarafından nötralize edilir. Egzersiz, reaktif oksijen türlerinin (ROS) ve antioksidanlar arasında oksidatif stres olarak adlandırılan bir dengesizlik oluşturur⁵⁰.

Düzenli antrenmanın sağlık açısından çok sayıda faydası varken, şiddetli fiziksel stresörler muhtemelen reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimindeki artıştan dolayı oksidatif hasarı artırabilir⁵¹.

2.1.7. Akut Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma

Egzersiz, radikal oluşumunda birçok farklı sistemin aktivasyonuna neden olabilir. Primer kaynaklar aerobik solunum esnasında mitokondriden elektron sızıntısı, prostanooid metabolizması, katekolaminler, ksantin oksidaz ve NADPH oksidaz enzimleridir. Sekonder kaynaklar ise fagositik hücreler, demir içeren proteinlerin parçalanması ve aşırı kalsiyum birikmesidir⁵².

Akut egzersizin, özellikle yüksek şiddette yapıldığı zaman, oksidatif strese neden olduğu gösterilmiştir. Akut aerobik egzersizde oksidatif stresle bağlantılı iki mekanizma vardır:

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

b) Pro-oksidanlara kıyasla antioksidan aktivite yetersizdir⁵³.

2.1.7.1. Akut Egzersizde Oksidatif Stres

Akut egzersizin oluşturduğu oksidatif stres özellikle son 10 yılda geniş bir şekilde araştırılmıştır. Egzersizin reaktif oksijen türlerinin (ROS) ve nitrojen türlerinin oluşumuna ve bununla bağlantılı oksidatif hasara neden olduğu, düzenli antrenmanın ise reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu lipid peroksidasyonuna karşı direnci artırdığı ve oksidatif proteinleri ve DNA hasarını azalttığı bilinmektedir⁵⁴. Önceki çalışmaların akut egzersizden sonra kandaki oksidatif stres markerlarında artış tanımlaması, oksidatif stresin sadece hücresel elemanlarla sınırlı olmadığına işaret etmektedir⁵⁵.

Fiziksel aktivite serbest radikal üretimini birçok yolla artırır.

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

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

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

4. Egzersizin neden olduğu hipertermi oksidatif hasara neden olabilir.

5. Oksihemoglobinin methemoglobine otooksidasyonu egzersiz ile artabilir, bu da süperoksit üretimiyle sonuçlanır⁵⁶.

2.1.7.2. Akut Egzersizde Antioksidan Savunma

Antioksidan durumu egzersiz tipine ve organa bağlı olarak büyüklük ve yön açısından farklılıklar gösterir. Farklı egzersiz tiplerinin farklı seviyelerde oksidatif hasarla sonuçlandığı bilinmektedir.

Akut egzersiz beyin koenzim Q10, karaciğer sistein ve sistin ve yavaş kas askorbik asit seviyelerinde azalmaya, kalp Glutatyon (GSH) ve askorbik asit seviyelerinde artışa neden olur⁴⁷.

Araştırmacılar akut egzersizin sıčan kalbi antioksidan enzim aktivitesinde kronik egzersizin yaptığından daha büyük bir artışa yol açtığını göstermişlerdir⁴⁸. Bu farklılığın tüketici egzersiz esnasında artan süperoksit ve oksiradikal üretimi ile başa çıkmak için kompensatuar mekanizmanın sonucu olduğu ileri sürülmüştür.

Bir saatlik yüzme egzersizinin erkek sıçanlarda katalaz seviyelerini karaciğerde % 462, kalpte % 302, böbrekte % 598 ve akciğerde % 253, dişi sıçanlarda ise karaciğerde % 436, kalpte % 251, böbrekte % 760 ve akciğerde % 271 artırdığı gösterilmiştir⁵⁷.

2.2. Antioksidan Sistemler

2.2.1. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar

Glutasyon, askorbik asit ve ürik asit önemli hidrophilik antioksidanlardandır. Vitamin E majör lipophilic antioksidandır ve membran ve lipoproteinlerde mevcuttur⁵⁸⁻⁵⁹.

2.2.2. Enzimatik antioksidanlar

Enzimatik antioksidanlar enzimatik olmayan antioksidanları tamamlarlar ve hem reaktif oksijen türlerini (ROS) uzaklaştırmada reaksiyonları katalizlerler hem de oksidize olmuş antioksidanları çoğaltırlar. Örneğin, glutasyon reduktaz, glutasyonu azaltmak için oksidize olmuş glutasyon'u (GSSG, glutasyon disülfat) çoğaltabilirken, süperoksit dismutaz (SOD), oksijen ve daha az reaktif radikal olmayan türler, hidrojen peroksitten süperoksit radikalleri üzerine hareket eder. süperoksit dismutaz (SOD) içeren majör antioksidan enzimler; glutasyon peroksidaz, glutasyon reduktaz, katalaz ve thioeredoksinler, glutaredoksinler ve peroksiredoksinler⁶⁰

2.2.3. Enzimatik antioksidanlar, egzersiz ve antrenman

2.2.3.1. Süperoksit Dismutaz (SOD): Egzersiz ve antrenmanla ilişkide süperoksit dismutaz (SOD) diğer antioksidan enzimlerin herhangi birinden daha büyük bir genişlikte çalışılmaktadır. İnsan deneklerdeki çalışmalar hem maraton koşusunu takiben kasın toplam süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinde hiçbir değişiklik olmadığını hem de kısa-ıslımlı süre devam eden bisiklet egzersizini takiben kırmızı kan CuZn süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinde hiçbir değişikliğin olmadığını göstermişlerdir⁶¹⁻⁶². Çalışmaların büyük çoğunluğu, kemirgenlerde egzersizi takiben süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesini göstermişlerdir⁶³.

Gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir çoğunluğu da zaten antrenmanı takiben süperoksit dismutaz (SOD) düzeylerinde artışlar olduğunu bildirmişlerdir.

2.2.3.2. Glutadyon peroksidaz (GSHPx): Araştırmaların çoğunluğu dayanıklılık antrenmanları ile kastaki Glutadyon peroksidaz (GSHPx) aktivitesinde bir artış göstermiştir. ⁶⁴⁻⁶⁵ Atletlerin aşırı yüklenme antrenmanı plazmada Glutadyon peroksidaz (GSHPx) artışıyla sonuçlanırken, eritrositte bir artış gözlenememiştir ⁶⁶.

2.2.3.3. Katalaz: Katalaz, antrenman ve egzersizle ilişkide hem SOD hem de Glutadyon peroksidaz (GSHPx)' den daha az bir kapsamda çalışılmaktadır ⁶⁰.

2.3. 20 Metre Mekik Koşu Testi

Maksimal aerobik kapasiteyi ölçen birçok yöntem vardır. Geçerliliği en çok kabul görenlerden biriside 20 m Mekik koşusudur. Bu test kaydedilmiş biplerin arasındaki zaman içinde 20 m'lik 2 çizgi arasında sürekli koşuyu içerir. Kaydedilen biplerin arasındaki zaman her dakika azalır(seviye). Test 23 seviyeden oluşur ve her seviye 1 dk sürer. 8,5 km/hat hızla başlar ve her seviyede 0,5 km/hat artan mekik serilerini içerir. Kasetteki tek bip mekiğin bittiğini ve 3 bip bir sonraki seviyenin başladığını ifade eder. Sporcu testten önce 5-10 dk ısınır. Her mekiğin sonunda 20 m çizgisinin üzerine veya ötesine ayağını koymalıdır. Sporcu bip'ten önce mekiğin sonuna ulaştıysa bip sesini beklemeli ve koşmaya devam etmelidir. Sporcu 2 veya 3 defa üst üste mekiği yakalamayı başaramazsa test sonlandırılır. Seviye ve mekik sayısı not edilir. ⁶⁷⁻⁶⁸⁻⁶⁹

2.4. Yüzme Fizyolojisi

Yüzme antrenmanları, özellikle interval çalışmaları, aerobik gücü geliştirir. Bireyin kullandığı oksijen (O_2) miktarı, oksijen volümü (VO_2) yüzme süratiyle linear veya hafifçe exponential bir şekilde artar. Efor şiddeti arttıkça nabız, da aynı şekilde arttığına göre absis ve ordinattan birine oksijen volümü (veya nabız) diğerine sürat yerleştirildiği takdirde; Muhtelif yüzücülerin kulaç etkinlikleri değerlendirilebilir ya da aynı yüzücüde ölçümlerin tekrarı ile antrenman sonuçları değerlendirilebilir. Yüzücülerde de diğer spor dallarında olduğu gibi nabız yapılan işin şiddet derecesinin en iyi göstergesidir. Yüzücülerde eforun bitiminden hemen sonra alınmalıdır. Yüzme ergometresi kullanılarak yapılan bir incelemede $MaxVO_2$ ölçümleri erkek yüzücülerde 5.05 lt/dk kızlarda 3.4 lt/dk bulunmuştur. Diğer taraftan aynı yüzücülerin koşu bandında ölçülen $maxVO_2$ leri ise erkeklerde 5.3 lt/dk, kızlarda 3.64 lt/dk bulunmuştur. Görüldüğü gibi aynı yüzücülerde $maxVO_2$, yüzme ve koşma esnasında ölçüldüğü zaman farklı çıkmaktadır. Holmer'e göre $maxVO_2$ yüzerken ölçüldüğünde koşudakine oranla % 6-7 daha düşüktür. Hele yüzücü antrene değilse bu düşüklük % 20 ye kadar inebilir. Şu halde bir yüzücünün performansı ile ilgili $maxVO_2$ ölçümleri yürüyen koşu bandı veya bisiklet ergometre sinde yapılmaktansa suda yüzerken yapılmalıdır. Holmer'in 9 yüzücüde bulduğu $maxVO_2$ ortalama değerleri bu hususta oldukça aydınlatıcıdır.⁷⁰

2.4.1. $MaxVO_2$ ve yüzme performansı

$MaxVO_2$ bireyler arasında karşılaştırma yapabilmek için vücut ağırlığının kilo subaşına düşen miktar olarak ifade edilir. Böyle bir ifade fizyolojik yönden daha anlamlıdır. Vücut ağırlığı 60 kg ve 80 kg gelen iki kişide $maxVO_2$ yi 4 litre bulsak bu her iki şahsın maksimal aerobik gücünün aynı olduğu anlamına gelmez. Hatta daha da ileri giderek yağsız vücut kitlesi başına düşen miktar hesap

edilir. Yüzücülerde ise suda ağırlık, gerçek ağırlığın ancak % 10 u kadar olduğundan vücut ağırlığı bir yük olmaktan çıkar. Bu nedenle yüzücülerde maxVO₂ yi vücut ağırlığının kg başına düşen miktardan ziyade total değer olarak ifade tercih edilir. Yapılan incelemelerde gerek erkek gerek kız yüzücülerde maxVO₂ kontrollerde oranla daha yüksek çıkmıştır. Daha evvel de söylenildiği gibi bugün yüzme sporunda sürat olsun dayanıklılık olsun günlük, haftalık antrenman volümü artmış (günde 10 -16 Km) aerobik kapasite, yüzme stiline göre biraz farklı da olsa, hepsi için önemli bir hale gelmiştir. Onun için bütün yüzücülere bir dayanıklılık sporcusu gibi bakılabilir. Nitekim dünya çapındaki erkek yüzücülerde maxVO₂ 6.0 lt/dk civarında bulunmuştur.⁷⁰

Roma 1960 olimpiyatlarında 400 metre serbest yüzmede gümüş madalya kazanmış bir kızda bu değer 3.75 lt/dk olarak saptanmıştır. Mashita ve ark. Japon yüzücülerin maxVO₂ lerini kontrol şahıslarınkinden % 30–40 daha yüksek bulmuşlardır. Değerler yüksek bir aerobik gücü ifade ederler. Performansı yüksek yüzücülerde maksimal kalp dk. volümü de yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu yüzücülerin incelenen kaslarında suksinik dehidrogenaz gibi oksidatif enzimlerin aktivitesi ve kapillerin artmış olduğu da gözlenmiştir. Bütün bunlar dayanıklılık sporcularında görülen yüksek oksidatif kapasitenin kanıtlarıdır. Bu nedenle yüzücüler genellikle yüksek bir aerobik kapasite ve sahiptirler.⁷⁰

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Çalışma Grupları

Araştırmada gönüllü olarak Enka Spor Kulübünde aktif olarak spor yaşantısını sürdüren ve sezonda Türkiye şampiyonalarında finallere kalan spor yaşı 5'in üzerinde sağlıklı 12 elit erkek yüzücü ve aynı bölgede yaşayan, aynı yaş grubunda, rasgele seçilmiş 12 sedanterden oluşturulmuştur.

Araştırmada 20 m mekik koşu testi kullanılarak aerobik yüklenmenin total oksidan ve total antioksidan seviyeleri laboratuvar ortamında karşılaştırılmıştır.

Araştırmada her iki gurubunda antrenman öncesinde ve sonrasında verileri alınıp karşılaştırılmalar yapılmıştır.

3.2.Kullanılan Araç ve Gereçler

3.2.1 Boy Uzunluğu ölçümü:

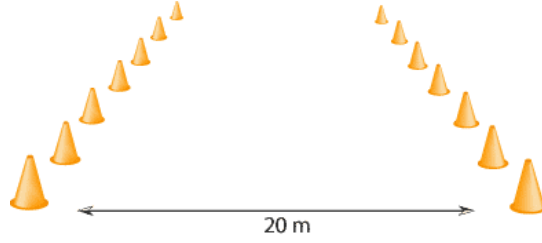
Öğrencilerin boy uzunluklarını ölçmek için hassasiyeti ± 1 mm olan (Holtain, UK) stadiometre kullanılmıştır. Boy uzunlukları; anatomik duruşta, çıplak ayak, ayak topukları birleşik, nefesini tutmuş, baş frontal düzlemde, baş üstü tablası verteks noktasına degecek şekilde pozisyon alındıktan sonra 'cm' olarak ölçülmüştür.⁷¹

3.2.2 Vücut Ağırlığı ölçümü:

Öğrencilerin vücut ağırlıklarını ölçmek için hassasiyeti ± 0.1 kg olan standart klinik baskülü (Standard balance beam scale) kullanılmıştır. Deneklerin vücut ağırlıkları; t-şort ve şortla, çıplak ayak ve anatomik duruş pozisyonunda iken 'kg' olarak ölçülmüştür.⁷²

3.2.3. 20 Metre Mekik Koşu Testi

Bu test öğrencilerin aerobik kapasitelerini ölçmek için uygulanmıştır. 20 metre mekik koşusu testi, 8.5 km.s-1(9 sn)'dan başlayan ve her 1 dakikada koşu hızının 0.5 km.s-1 arttığı, 20 metrelik mesafenin gidiş-dönüş olarak koşulduğu bir testtir. Koşu hızı belli aralıklarla sinyal veren bir teyple denetlenmiştir. Test, öğrenci iki sinyale üst üste yetişemediği zaman ya da testi bıraktığı zaman sonlandırılmıştır.⁷³⁻⁷⁴



Şekil 1. 20 metre mekik testi

3.2.4 Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması

Deneklerden maksimal aerobik yüklenme öncesi ve sonrasında (20 m mekik koşusu öncesi ve sonrası) iki kez 5 cc'lik enjektörle ön kol venlerinden kan örnekleri alındı. Alınan kan örnekleri 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek serumları ayrıştırıldıktan sonra analiz zamanına kadar -80 santigrat derece'de muhafaza edilmiştir.

3.3. Verilerin Analizi:

3.3.1. Serumların Analizi:

3.3.1.1. Total antioksidan serumlarının analizi:

Plazmadaki toplam antioksidan durumu Erel⁷⁵ tarafından geliştirilen yeni bir metot ile belirlenmektedir.⁷⁶ Bu metotta en potent (güçlü)

biyolojik radikal olan hidroksil radikali oluşur. Deney örneklerin potentsiz hidroksil radikali üretimi ile başlayan biyolojik kök reaksiyonlarına karşı antioksidatif etkilerini ölçer. Deneyin hassaslığı mükemmeldir ve yüzde 3 ten daha düşüktür. Sonuçlar $\mu\text{mol Trolox eşdeğeri/L}$ olarak açıklanır.

3.3.1.2. Total oksidan serumlarının analizi:

Serumun toplam oksidan durumunun belirlenmesi biraz önce açıklanan yeni metotla yapılmaktadır. Oksitlenme reaksiyonları reaksiyon ortasında ortaya çıkan glycerol molekülleri sayesinde güçlendirilmiştir.⁷⁶ Ferric (demir) iyon asit solüsyonunda xylenol orange ile renkli kompleks oluşturur. Spektrofotometrik olarak ölçülen Renk yoğunluğu örnekte bulunan toplam oksidan molekülleri miktarı ile orantılıdır. Deney hidrojen peroksit ile kalibre edilmiştir. Sonuçlar litre başına micromolar hidrojen peroksit eşdeğeri olarak açıklanmıştır.

3.3.2. Sonuçların İstatiki Analizi:

Özellikle sporcu yani denek sayısı az olan branşlar da, elde edilen verilerin çözümlenmesinde örneklemin büyüklüğü dikkate alınarak non-parametrik test uygulanmaktadır.

Dolayısıyla her gruba ilişkin AÖ ile AS ortalamalarının karşılaştırılması için Wilcoxon Testi (bağımlı iki örneklem ortalamasının karşılaştırılmasına ilişkin parametrik olmayan bir test),

Gruplar arasındaki ortalamaların karşılaştırılması için Mann-Whitney Testi (bağımsız iki örneklem ortalamasının karşılaştırılmasına ilişkin parametrik olmayan bir test) kullanılmıştır.⁷⁷⁻⁷⁸

Anlamlılık düzeyi $\alpha = 0.05$ olarak alınmıştır.⁷⁹

4. BULGULAR

4.1. Deneklerin fiziksel özellikleri

Çalışmaya katılan deneklerin fiziksel özellikleri tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Deneklerin Fiziksel Özellikleri

	Elit Erkek Yüzücüler		Sedanterler	
	Ortalama	Std Sapma (±)	Ortalama	Std Sapma (±)
Boy uzunluğu (cm)	181,83	3,87	176	0,055
Yaş (Yıl)	18,17	1,14	20	1,81
Spor Yaşı (Yıl)	11	1,78	-	-
Vücut Ağırlığı (Kg)	75,5	7,61	71,17	13,00
Mekik Koşusu (Adet)	115	16,48	106,33	22,50

4.2. Deneklerin Antrenman öncesi ve Antrenman sonrası TAS ve TOS değerleri:

Çalışmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası TAS ve TOS ortalamaları ve grup içi karşılaştırmaları tablo 2 de verilmiştir.

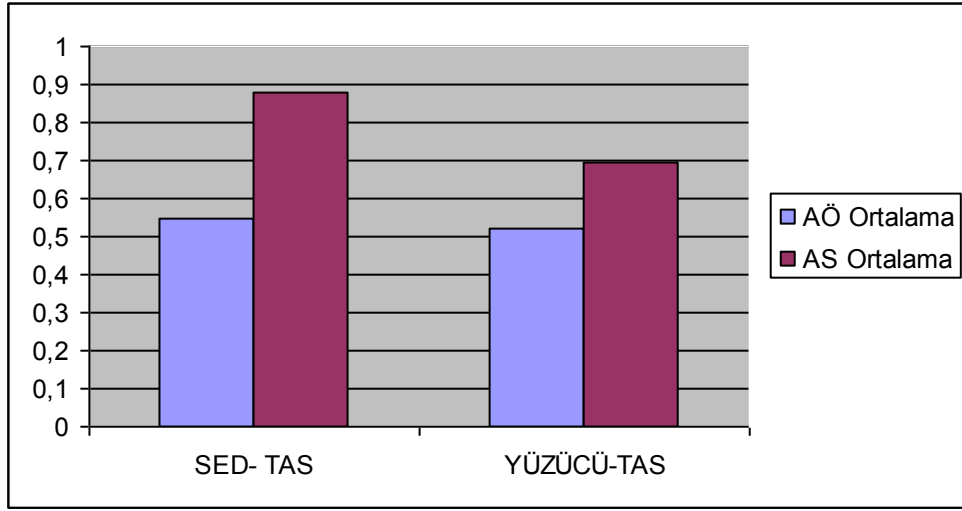
Tablo 2: Deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası TAS ve TOS ortalamaları ve grup içi karşılaştırmaları

	AÖ Ortalam a	AS Ortalam a	AÖ Standart Sapma	AS Standart Sapma	p
SED- TAS	0.5450	0.8800	0.1064	0.1545	0.0022*
SED- TOS	19.1442	21.6683	5.1431	6.7303	0.0342*
YÜZÜCÜ-TAS	0.5192	0.6945	0.1662	0.1430	0.0022*
YÜZÜCÜ-TOS	22.8100	26.0292	6.8536	7.7741	0.0047*

*p < 0.05

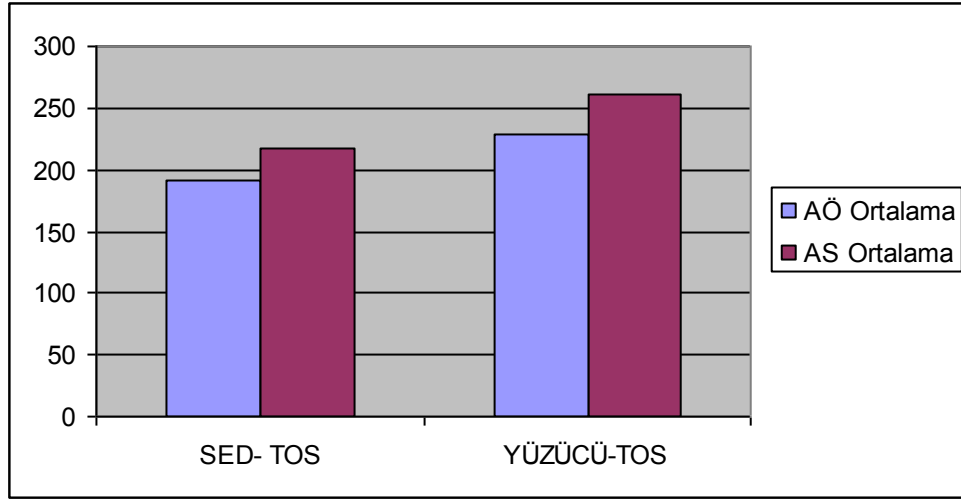
Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki grupta da hem TAS hem de TOS değerlerinin AÖ ile AS ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$)

Çalışmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve sonrası TAS değerleri Grafik 1 de verilmiştir.



Grafik 1: Sedarter ve Elit yüzücülerin antrenman öncesi ve sonrası TAS değerleri

Çalışmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve sonrası TOS değerleri Grafik 2 de verilmiştir.



Grafik 2: Sedanter ve Elit yüzücülerin antrenman öncesi ve sonrası TOS değerleri

4.3.Gruplar arası karşılaştırma:

Çalışmaya katılan deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası TAS ve TOS ortalamaları ve gruplar arası karşılaştırmaları tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3: Deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası TAS ve TOS ortalamaları ve gruplar arası karşılaştırmaları

	SED. Ortalama	YÜZÜCÜ Ortalama	SED. Standart Sapma	YÜZÜCÜ Standart Sapma	p
TAS-AÖ	0.5450	0.5192	0.1064	0.1662	0.3540
TAS-AS	0.8800	0.6945	0.1545	0.1430	0.0029*
TOS-AÖ	19.1442	22.8100	5.1431	6.8536	0.3865
TOS-AS	21.6683	26.0292	6.7303	7.7741	0.1189

*p < 0.05

Çalışmaya katılan Sedanterler ile elit erkek yüzücüler karşılaştırıldığında sadece antrenman sonrası TAS değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken diğer parametrelerde istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır.($p<0.05$)

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, maksimal aerobik çalışma sonrası sporcu ve sedanterler de total oksidan ve total antioksidan düzeylerini belirlemek ve iki grup arasındaki farkları ortaya koymak için yapılmıştır.

Bu çalışmada, literatürde incelenen araştırmaların yanı sıra sedanterler ve elit yüzücülere maksimal aereobik yüklenme öncesinde ve sonrasında veri alınarak, maksimal aerobik yüklenme sonrasında oluşabilecek total oksidan ve total antioksidan ilişkinin belirlenmesi adına önem taşımaktadır.

Fiziksel egzersiz modern yaşamın vazgeçilmez bir koşulu haline gelmiştir. Zihinsel masa başı çalışmaların arttığı günümüzde fiziksel egzersiz artık bir ihtiyaç olmuştur. Egzersizin insan yaşamına ve sağlıklı yaşam kalitesine ulaşmakta en etkili yöntemlerden bir tanesi olduğu gerçeği artık bilinmektedir. Ancak fiziksel egzersizin pek çok faydalı etkisinin yanı sıra alışılmadık yoğun egzersizin, vücutta oksidatif olarak stresli ortam yaratarak oksidan stres oluşumuna neden olabileceğine dair pek çok yayın bulunmaktadır.

Egzersizin oksidatif strese neden olduğunun bilinmesine rağmen antrenmanlılık düzeyinin, SR belirleyicileri⁸⁰ ve antioksidan sistemlere²³ etki ettiği ve egzersiz programlarının uygun hazırlanması ile bu sorunun çözümlenebileceği bildirilmiştir.⁸¹

Dolayısıyla aşırı egzersizler insan organizmasında serbest radikallerin oluşumuna neden olabilir. Ancak bununla birlikte düzenli egzersiz ile antioksidan savunma mekanizmalarında da belirgin bir direnç sağlanabilmektedir.⁸²

Bazı çalışmalarda⁸³ düzenli olarak yapılan dayanıklılık ve direnç egzersizlerinin oksidatif stresi azalttığını ve antioksidan düzeyini arttırdığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada⁸⁴ ise tek yüklenmelik maksimal aerobik egzersizin oksidatif strese neden olmasına karşın düzenli fiziksel egzersizlere katılımın; egzersize ve egzersize bağlı oksidatif strese adaptasyonun

sağlanmasıyla oksidasyona bağlı zararlı etkilerin azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca İnal ve arkadaşları, yaşları 15-21 olan 800m yüzücüsü (n=10) ile 100m yüzücüsü (n=9) olan 19 denek üzerinde yapmış oldukları çalışmada antioksidan parametrelerini değerlendirmiş ve sonuç olarak egzersiz ile birlikte antioksidan savunma enzimlerinde artış bulmuşlardır.⁸⁵ Yapılan çalışma da da inal ve arkadaşlarının çalışması ile aynı doğrultuda sonuçlar elde edilmiştir. İnal ve arkadaşlarının yapmış oldukları bu çalışma sonucuna göre antrenman öncesi ve sonrası sedanter ve yüzücü grupta hem TAS hem de TOS değerlerinin arttığı ve bu artışında istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur($p < 0.05$).

Elit kayakçılarda iki günlük şiddetli egzersiz sonrasında plazma total antioksidan kapasitesinin arttığını ve oksidatif stres işaretçilerinin seviyesinde artış olmadığı tespit edilmiştir.⁸⁶ Farklı spor disiplinlerinden en az 6-7 yıl amatör olarak sporla uğraşanlarda egzersiz öncesi ve sonrası kan örnekleri alınarak yapılan çalışmada aerobik egzersizin oksidatif strese daha az derecede sebep olduğunu, aerobik, anaerobik egzersizin birlikte yapıldığında daha yüksek derecede istatistiksel olarak da anlamlı oksidatif stres oluşturduğunu belirtmişlerdir.⁸⁷ Yapılan tüm bu çalışmalar, elde edilen değerler ile aynı doğrultuda sonuçlar ortaya koymaktadırlar.

Bayan güreşçilerde yapılan çalışmada aşırı egzersizin oksidatif stresi arttırdığı ve antioksidan kapasiteyi düşürdüğü belirtilmektedir.⁸⁸ Antioksidan kapasite artışının dayanıklılık antrenmanı sonrasında elde edilebileceği,⁸⁹ yorucu egzersizin yorucu olmayandan daha fazla oksidatif stres oluşturduğu bildirildi.⁹⁰ Bu çalışma elde edilen sonuçlar bayan güreşçilerden elde edilen sonuçlara göre farklılık ortaya koymaktadır. Bunun nedeni belirtildiği gibi aerobik yada anaerobik çalışmalar arası fark veya cinsiyet farkı olarak yorumlanmaktadır.

Kürkçü yapmış olduğu çalışmada Taekwandoculara ki total antioksidan, oksidan, oksidatif stres ve lipid hioperoksidasyonundaki artış, uzun süredir düzenli egzersiz yapmaya bağlı olarak ikili etkiyle oksidan oluşumu ile oksidatif stresi ortaya çıkarırken, bir yandan da antioksidan enzimleri indükleyip antioksidan sentezini artırdığını belirtmişlerdir.⁹¹ Kürkçünün yapmış olduğu araştırma bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Sedanterlerde total oksidana karşı üretilen antioksidan seviyelerinin yüzücülerden daha yüksek olmasının; sedanterlerin egzersiz stresine karşı alışık olmadıklarından dolayı, ani ve aşırı tepkisinden kaynaklandığı düşünölmektedir.

Maksimal aerobik yüklenme sonrasında (AS) elit erkek yüzücülerin, total oksidan ve total antioksidan değerlerinin sedanterlere göre daha yüksek bulunmasının, Yüzücülerin antrene olmalarından dolayı yüklenme seviyelerinin ve test başarılarının daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir

Yapılan bu çalışma sonucunda da tüm değerlerde bir artış gözlenmiş ancak antrenman sonrası TAS değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$)

6. SONUÇ

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada; maksimal aerobik egzersizin her iki grupta da TAS ve TOS değerlerinin antrenman öncesine göre antrenman sonrasında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur.

Çalışmaya katılan sedanterler ile elit erkek yüzücüler maksimal aerobik yüklenme öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında;

- Sedanterlerde Total Antioksidan (TAS) değerlerinde (0,5450 den 0,8800'e çıkmıştır) anlamlı artış bulunmuştur. ($p<0.05$)
- Sedanterlerde Total Oksidan (TOS) değerlerinde (19,1442 den 21,6683'e çıkmıştır) anlamlı artış bulunmuştur. ($p<0.05$)
- Elit erkek yüzücülerde Total Antioksidan (TAS) değerlerinde (0,5192 den 0,6945'e çıkmıştır) anlamlı artış bulunmuştur. ($p<0.05$)
- Elit erkek yüzücülerde Total Oksidan (TOS) değerlerinde (22,8100 den 26,0292'e çıkmıştır) anlamlı artış bulunmuştur. ($p<0.05$)

Elit erkek yüzücüler ve sedanterlerin maksimal aerobik yüklenme sonrası (AS) değerleri karşılaştırıldığında, her iki grupta da artış olmasına rağmen sedanterlerdeki artış yüzücülere göre anlamlı olarak daha yüksektir.

Çalışmaya katılan gruplar arası karşılaştırma yapıldığında (Sedanterler ile Yüzücüler) sadece antrenman sonrası TAS değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$)

7.ÖNERİLER

- Cinsiyet faktörünün etkisi araştırılabilir,
- Denek sayıları artırılabilir,
- Yüzme branşın da kısa mesafecilerle, uzun mesafeciler arası farklara bakılabilir,
- Antrenmanların kronik etkisinin olup olmadığı araştırılabilir,
- Farklı antrenman türlerinin farklılıklarının etkisi araştırılabilir,
- Yüzme antrenmanlarının etkisine bakılabilir.
- Aerobik ve anaerobik antrenmanlar arası farklar karşılaştırılabilir.
- Antioksidan özelliği olan maddelerde çalışmalarda kullanılabilir.

8. ÖZET

Bu çalışma elit erkek yüzücü ve sedanterlerde maksimal aerobik yüklenmenin total oksidan (TOS) ve total antioksidan (TAS) seviyelerine etkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya Enka Spor Kulübünde aktif olarak spor yaşantısını sürdüren ve sezonda Türkiye şampiyonalarında finallere kalan spor yaşı 5'in üzerinde sağlıklı 12 elit erkek yüzücü ve 12 sedanter gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan deneklerin boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları ölçüldükten sonra deneklerin aerobik güçlerini belirlemek için 20m mekik koşu testi yapılmıştır. Ayrıca 20 m mekik koşu testi öncesinde ve sonrasında deneklerden kan örnekleri alınmıştır. Deneklerin AÖ ile AS ortalama değerlerinin karşılaştırılması için Wilcoxon Testi kullanılırken Gruplar arasındaki ortalamaların karşılaştırılması için Mann-Whitney Testi kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki grupta da hem TAS hem de TOS değerleri ile AÖ ile AS ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca sedanterler ile yüzücüler karşılaştırıldığında antrenman sonrası TAS değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Sonuç olarak; yüzücülerde maksimal aerobik egzersiz sonrasında egzersiz öncesine göre, total oksidan ve total antioksidan seviyelerinde anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir.

9. SUMMARY

The purpose of this study was to investigate the effects of maximal aerobic test on total oxidant (TOS) and total antioxidant (TAS) in elite male swimmers and sedentary. 12 elite male swimmers and 12 sedentary participated in this study voluntarily. After measuring height and body weight of participating subjects in the study, 20 m shuttle run test was performed to determine the aerobic power of subjects. While Wilcoxon test was used to compare mean values of post-exercise and pre-exercise, Mann-Whitney test was used to compare mean of groups. As a result of the statistical analysis significant differences were found between the pre total antioxidant and total oxidant and also post total antioxidant and total oxidant in both groups ($p < 0.05$). Additionally, statistically significant difference was found between the post-exercise total antioxidant average values of swimmers and sedentary ($p < 0.05$). In conclusion, a significant increase was determined in total oxidant and total antioxidant levels among swimmers after maximal aerobic exercise compared to pre-exercise.

10. KAYNAKLAR

1. Alpar R. Yüzme ve sutopu antrenmanlarının temelleri. 2. Ankara :Yüzme atlama sutopu federasyonu yayın no 130;1994.
2. Günay E. Düzenli yüzme antrenmanının çocukların tüm fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi. Sağlık bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Bitirme Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi; 2008
3. Özal M. Elit güreşçilerde egzersizin ve egzersizde çinko uygulamasının antioksidan aktivite üzerine etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Bitirme Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi; 2008
4. Sideraviciute S, Gailiuniene A, Visagurskiene K, Vizbaraitė D, et al. The effect of long-term swimming program on glycemia control in 14-19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. *Medicina (Kaunas)* 2006; 42(6):513–518.
5. Powers Sk, Sen Ck Part IV: Antioxidant defenses. Physiological antioxidants and exercise training. In: Edited by Sen C, L. Packer L, D Hänninen D, editors *The Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise* Amsterdam, Elsevier; 2000
6. Joannidis M, Gstraunthaler G, Pfaller W, et al. Xanthine oxidase: evidence against a causative role in renal reperfusion injury. *Am J Physiol Renal Physiol.*1990; 258 (2) : 232–236.
7. Kinnunen S, Atalay M, Hyypä S, Lehmuskero A, Hänninen O, Oksala N et al. Effects of prolonged exercise on oxidative stress and antioxidant defense in endurance horse. *Journal of Sports Science and Medicine* 2005; 4(1): 415 –421.
8. Navarro A, Sanchez M, et al. Age and exercise-related changes in lipid peroxidation and superoxide dismutase activity in liver and soleus muscle tissues of rats. *Mech Ageing Dev* 1998; 104(1):91-102.
9. Halliwell B, Gutteridge C. *Free radicals in biology and medicine*. New York: Oxford University Pres; 2000.
10. Urso ML, Clarkson PM, et al. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 2003; 189(1 -2):41 -54.

11. Deaton CM, Marlin DJ, et al. Exercise-associated oxidative stress. *Clin Tech Equine Prac* 2003; 2 (3), 278 – 291.
12. Chandan KS, Lester P, Osmo H, editors. *Handbook of oxidants and antioxidants in exercise*. Amsterdam: Elsevier Science; 2000.
13. Lovlin R, Cottle W, Pyke I, Kavanagh M, Belcastro AN, et al. Are indices of free radical damage related to exercise intensity. *Eur. J. Appl. Physiol* 1987; 56 (3):313–316.
14. Bishop ML, Janet LP. *Free radicals in clinical Chemistry: Principles, Procedures, Correlations* Third edition Philadelphia: Williams & Wilkins; 1996.
15. Cooper CE, Vollaard NBJ, Choverri T, Wilson MT, et al. Exercise, free radicals and oxidative stress, *Bio. Society Transactions* 2002; 30(2): 280-285.
16. Viguie CA, Fre B, Shigenaga MK, Ames BN, Packer L, Brooks GA, et al. Antioxidant status and indexes of oxidative stress during consecutive days of exercise. *J. Appl. Physiol.* 1993; 75(2): 566–572.
17. Vina J, Carmen M, Lloret A, Marquez R, et al. Free radicals in exhaustive physical exercise: Mechanism of production by antioxidants. *IUBMB Life* 2000; 50(12): 271–277.
18. Mcardle A, Jockson MJ, et al. Intracellular mechanisms involved in damage to skeletal muscle. *BAM* 1994; 4(1): 43–50.
19. Allen RG. Oxygen-reactive species and antioxidant responses during development: the metabolic paradox of cellular differentiation. *PSEBM.* 1991; 196(4): 117- 129.
20. Oostenbrug GS, Mensink RP, Hardeman MR, Vries TD, Brouns F, Honstra G, et al. Exercise performance, red blood cell deformability and lipid peroxidation: effects of fish oil and Vit E. *J. Appl. Physiol* 1997; 83 (3): 746- 752.
21. Sen C.K., Atalay M., Hanninen O., Exercise- induced oxidative stress: glutathione supplementation and deficiency. *J. Appl. Physiol.* 1994; 77(5): 2177–2187.
22. Sinclair AJ, Barnett AH, Lunec J, et al. Free radicals and antioxidant systems in health and disease. *Br. J. Hosp. Med.* 1990; 43(5):334–344.

23. Dudek IM, Kowalczyk P, Fijalkowski P, Kedziora J, et al. Effect of a submaximal physical exercise on antioksidan enzymes in the erythrocytes of healthy men. *Biol. Sport* 1994; 11(3): 227–231.
24. Wozniak EH, Panczenko KB, Lerczak K, Posnik J, et al. Effects of graded treadmill exercise on the activity of blood antioksidan enzymes, lipid peroxides and non enzymatic antioxidants in long distance skiers. *Biol. Sport* 1994; 11(3): 217-226.
25. Halliwell B, Chirico S, et al. Lipid peroxidation: Its mechanisms, measurement and significance. *Am. J. Clin. Nutr.* 1993; 57(5) : 715–725.
26. Mulholland CW, Strain J, et al. Serum total free radical trapping ability in acute myocardial infarction. *Clin. Biochem.* 1991; 24(5): 437–441,
27. Jackson MJ, Mcardle A. Free radicals, muscle fatigue and damage. *Immunopharmacology of free radical species*. 11. New York; Academic Pres Ltd.; 1995.
28. Jenkins RR. Free radical chemistry, relationship to exercise. *Sports Med.* 1988; 5(3): 156-170,.
29. Pittaluga M, Parisi P, Sabatini S, Ceci R, Caporossi D, Catani MV, Savini I, Avighlono I, et al. Cellular and biochemical parameters of exercise-induced oxidative stress: Relationship with training levels, *Free Radical Research* 2006;40(6): 607–614.
30. Barclay JK, Hansel M, et al. Free radicals may contribute to oxidative skeletal muscle fatigue. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 1991; 69(2): 279–284.
31. Sjogaard G, Exercise-induced muscle fatigue the significance of potassium. *Acta. Physiol. Scand. Suppl.* 1990; 593(2): 1–63.
32. Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM, et al. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 1993; 90(17): 7915–7922.
33. Sen CK, Oxidants and antioxidants in exercise. *J. Appl. Physiol.* 1995; 79(3): 675- 686.
34. Palazzetti S, Richard MJ, Favier A, Margaritis I, et al. Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage. *Can J Appl Physiol* 2003; 28(4):588–604.

35. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor fiziyojisi ve performans ölçümü, enerji metabolizması, solunum sistemi ve egzersiz. Ankara; Gazi Kitabevi; 2006.
36. Koz M, Erbas D, Lgehan A, Arıcioglu A, et al. Effects of acute swimming exercise on muscle erythrocytes MDA, serum myoglobin and plasma ascorbic acid concentrations. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 1992; 70(1): 1392–1395.
37. Sen CK, Rahkıla P, Hanninen O, et al. Glutathione metabolism in skeletal muscle derived cells of the L6 line. *Acta. Physiol. Scand*1993;148(1): 21-26.
38. Miyazaki H, Ohishi S, Ookawara T, Kizaki T, Toshinaı K., Ha S, Haga S, Ohno H, et al. Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. *Eur J Appl Physiol* 2001; 84(2): 1-6.
39. Bloomer RJ, Goldfarb AH, et al. Anaerobic exercise and oxidative stress: A review. *Can J Appl Physiol*, 2004; 29(3): 245 – 263.
40. Greathouse KL, Samuels, M., Dimarco, N.M., Criswell, D.S, et al. Effects of increased dietary fat and exercise on skeletal muscle lipid peroxidation and antioxidant capacity in male rats. *Eur J Nutr* 2005; 44(7):429-435.
41. Powers SK, Criswell D, Lawler J, Ji LL, Martin D, Herb RA, Dudley G, et al. Influence of exercise and fiber type on antioxidant enzyme activity in rat skeletal muscle *am J Physiol* 1994; 266(2): 375 – 380.
42. Leeuwenburgh C, Heinecke JW, et al. Oxidative stress and antioxidants in exercise. *Curr Med Chem* 2001; 8(7):829- 838.
43. Hellsten Y, Apple FS, Sjodin B, et al. Effect of sprint cycle training on activities of antioxidant enzymes in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 1996; 81(4): 1484- 1487.
44. Tauler P, Agulo A, Gimeno I, Fuentespina E, Tur JA, Pons A, et al. Response of blood cell antioxidant enzyme defences to antioxidant diet supplementation and to intense exercise. *Eur J Nutr* 2005; 45(4): 187-195.
45. Robertson JD, Maughan RJ, Duthie GG, Morrice PC, et al. Increased blood antioxidant systems of runners in response to training load. *Clin Sci* 1991; 80(6):611–618.
46. Coskun S, Gonul B, Guzel NA, Balabanlı B, et al. The effects of vitamin c supplementation on oxidative stress and antioxidant content in the brains of chronically exercised rats. *Mol Cell Biochem* 2005; 280(1–2): 135–8.

47. Liu J, Yeo HC, Overvik DE, Hagen T, Doniger SJ, Chyu DW, Brooks GA, Ames BN, et al. Chronically and acutely exercised rats: biomarkers of oxidative stress and endogenous antioxidants. *Appl Physiol* 2000; 89(1):21–28.
48. Somanı SM, Frank S, Rybak LP, et al. Responses of antioxidant system to acute and trained exercise in rat heart subcellular fractions. *Pharmacol Biochem Behav* 1995; 51 (4):627–34.
49. Karanth J, Kumar R, Jeevaratnam K, et al. Response of antioxidant system in rats to dietary fat and physical activity. *Indian J Physiol Pharmacol* 2004; 48(4):446–52.
50. Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 2003; 189(1 -2):41 -54.
51. Vollaard NB, Shearman JP, Cooper CE, et al. Exercise- induced oxidative stress: myths, realities and physiological relevance. *Sports Med* 2005; 35(12): 1045–62.
52. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, Mckenzie MJ, Consitt LA, et al. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res* 2005; 19(2):276–85.
53. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL, et al. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9): 1576–81.
54. Radak Z, Taylor AW, Sasvari M, Ohno H, Horkay B, Furesz J, Gaal D, Kanel T, et al. Telomerase activity is not altered by regular strenuous exercise in skeletal muscle or by sarcoma in liver of rats. *Redox Rep* 2001; 6(2):99–103.
55. Quindry JC, Stone WL, King J, Broeder CE, et al. The effects of acute exercise on neutrophils and plasma oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(7): 1139–45.
56. Deaton CM, Marlin DJ. Exercise-associated oxidative stress. *Clin Tech Equine Prac* 2003; 2 (3), 278 – 291.
57. Terblanche SE. The effects of exhaustive exercise on the activity levels of catalase in various tissues of male and female rats. *Cell Biol Int* 2000; 23(11):749–53.

58. Burton GW, Joyce A, Ingold KU, et al. First proof that vitamin e is major lipid soluble, chain breaking antioxidant in human blood plasma. *Lancet* 1982; 2(8):293–327.
59. Frei B. Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: mechanism of action. *Am J Med* 1994; 97(3A): 5 – 13.
60. Marlin D, Deaton M. Exercise – associated oxidative stres. *Equine Sports Medicine* 2004; 2(3) 278 – 291.
61. Cooper Mb, Jones Da, Edwards Rh, et al. The effect of marathon running on carnitine metabolisim and on some aspect of muscle mitochondrial activities and antioxidant mechanisms. *J Sports Sci* 1986; 4(2): 79 – 87.
62. Mena P, Maynar M, Gutierrez JM, et al. Erythrocyte free radical scavenger enzymes in bicycle professional racers, adaptation to training. *Int J Sports Med* 1991; 12(6): 563 – 566.
63. Powers SK, Sen CK. Physiological antioxidants and exercise training, in hanninen o editors. *handbook of oxidants and antioxidants in exercise*. Amsterdam, Elsevier Science. 2000.
64. Leeuwenburg C, Friebig R, Chandwaney R, et al. Aging and exercise training in skeletal muscle: responses of glutathione and antioxidant enzyme systems. *Am J Physiol* 1994; 267(2): 439 – 445.
65. Somanı SM, Frank S, Rybak LP, et al. Responses of antioxidant system to acute and trained exercise in rat heart subcellular fractions. *Pharmacol Biochem Behav* 1995; 5(4): 627 – 634.
66. Palazzetti S, Richard MJ, Favier A, et al. Overloaded training increases exercise – induced oxidative stress and damage. *Can J Appl Physiol* 2003; 28(4): 588 – 604.
67. Leger L, Lambert J. Maximal multistage 20 m shuttle run test to predict vo2 max. *European Journal of Applied Physiology* 1982; 49(1): 1-5,
68. Leger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6(2):93-101
69. Leger L, Gadoury, C. Validity of the 20m shuttle run test with 1min stages to predict VO2max in adults. *Can. J. Appl. Sport Sci*. 1989;14(1): 21-26.
70. Çetinkaya S. Yüzme ders notları. Trakya Üniversitesi. Edirne . 2005

71. Svensson M, Drust B. Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences* 2005; 23(6): 601 – 618
72. Cooper S, Baker J, Tong R, Roberts E, Hanford M, et al. The repeatability and criterion related validity of the 20 m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men. *Br. J. Sports Med* 2005;39(4);19
73. Cooper S. Institute for Aerobics Research. The Prudential fitnessgram: Test administration manual. Dallas, Author.1992.
74. Lohman Tg, Roche Af, Martorell R, editors. Anthropometric Standardization Reference Manual. Human Kinetics Books, Champaign: IL. New York: Cornell University, Ithaca;1991.
75. Erel O. A novel automated method to measure total antioxidant response against potent free radical reactions. *Clin Biochem* 2004; 37(2): 112-9.
76. Erel O. A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *ClinBiochem* 2005; 38(12): 1103-11
77. Gunther WC. Analysis of Variance. Englewood Cliffs,NJ: Prentice Hall; 1964.
78. Gürbüzsel E, Kullanıldığı Tek-Faktör Bölünüme Bağlı Olmayan Varyans Analizi, Yüksek Lisans. Ankara: Gazi Üniversitesi; 1990.
79. Gamgam H. Parametrik Olmayan Yöntemler. Ankara: Gazi Kitabevi; 2008.
80. Ji LL, Exercise and oksidative stress. Role of the cellular antioxidant systems, editors. *Exercise Sport Sci. Rev.* Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1995.
81. Margaritis I, Tessier F, Richard MJ, Marconnet P, et all. No evidence of oxidative stress after a triathlon race in highly trained competitors. *Int. J. Sports Med.* 1997; 18 (3): 186-190.
82. Güllü E, Sedanterlerde ve dayanıklılık sporcularında maksimal ve submaksimal egzersiz sonrası oluşan oksidan stres ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi. ANKARA: Gazi Üniversitesi; 2007.
83. Jamurtas AZ, Fatouros I G, Deliconstatinos G, et al. Chronic endurance and resistance exercise effects on oxidative stres and antioxidant status of

inactive older adults, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2003; 35 (5): 96.

84. Leaf DA, Kleinman MT, Hamilton M, et al. The exercise- induced oxidative stress paradox, *The American Journal of Medical Sciences*, 1999; 317 (5), 295-306,
85. İnal M, Akyüz F, Turgut A, Getsfrid WM, et all. Effect of aerobic and anaerobic metabolism on free radical generation swimmers. *Med. Sci. Sports. Exerc* 2001; 33(4): 564-567
86. Subudhi A, Davis S, Kipp R, Askew E, et al. Antioxidant status and Oxidative stress in elite alpine ski racers. *Int J Sport Nutr Exerc Met* 2001; 11(1): 32-41.
87. İlhan N, Kamanli A, Özmerdivenli R, İlhan N, et all. Variable Effects of Exercise Intensity on Reduced Glutathione, Thiobarbituric Acid Reactive Substance Levels, and Glucose Concentration *Archives of Medical Research* 2004; 35(4) : 294–300
88. Kahraman A, Çakar H, Vurmaz A, Gürsoy F, Koçak S, Serteser M, et all. Effect of heavy exercise on oxidative stress. *The Medical Journal of Kocatepe* 2003; 2, 33-38
89. Demirel Ha, Powers Sk, Zergeroglu Ma, Shanely Ra, Hamilton K, Coombes J, Naito H. Short-term exercise improves myocardial tolerance to in vivo ischemia-reperfusion in the rat. *J Appl Physiol* 2001; 91(5): 2205-12.
90. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. *Sports Med* 2006; 36(4):327–358
91. Kürkçü R. Taekvando antrenmanlarının çocuklarda oksidatif stres üzerine etkisi. 10. Uluslar arası spor bilimleri kongresi poster bildiri. BOLU ; 2008

11. EKLER

11.1. Kontrol Grubu Olarak İncelenecek “Sağlıklı Gönüllüler” İçin Olur Formu

Enstitümüzde, Bayram YALÇINKAYA sorumlu araştırmacısı olduğu, “Elit Erkek Yüzücülerde Maksimal Aerobik Yüklenmenin Total Oksidan ve Antioksidan Seviyelerin Üzerine Etkisi ” isimli bir araştırma yapılması planlanmaktadır.

Çalışmanın amacı: Elit erkek yüzücülerde maksimal aerobik egzersizim total oksidan ve antioksidan seviyeleri üzerine etkileri ve bu etkilerin cinsiyet, egzersiz türü, antrene durumu ve sportif performans açısından değerlendirilmesidir.

Bu çalışmanın bilimsel olarak yürütülebilmesi için, araştırmaya katılan deneklerden; antrenman öncesi ve antrenman sonrası 10’ar ml kan alınmasına gereksinim vardır. Bu sayede, deneklerin antrenman öncesi ve antrenman sonrası seviyeleri karşılaştırılabilecektir.

Bu çalışmaya, “**sağlıklı deney grubu**” olarak katılmayı kabul ederseniz, sizden istenen tek şey, 2 kez 10 ml kan vermenizdir.

Vereceğiniz kanda, **oksidan - antioksidan** araştırılacaktır. Yapılacak işlem antrenman öncesi, antrenman sonrası ve antrenmandan bir saat sonra 10’ar ml kan alınmasından ibarettir. Çalışma doktorunuz sizden elde edilen sonuçları, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimliğiniz gizli tutulacaktır.

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirseniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir.

(Katılımcının Beyanı)

GÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünde Beden Eğitimi ve Spor bilimi Dalında Bayram YALÇINKAYA tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu koşullarla “sağlıklı deney grubu” olarak, 2.kez, 5'er ml kan vermeyi kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:.....

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı: Dr. Efgan KORGAL

Adres: Gazi Üniversitesi, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı

Tel: 0312 2022727 -0532 6229078

İmza:

Tarih:

11.2. İlaç Dışı Çalışmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

“Elit erkek yüzücülerde maksimal aerobik yüklenmenin total oksidan ve antioksidan seviyeleri üzerine etkisi ” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini, olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlıklarını bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın ve bu bilgileri ailenizle ve/veya doktorunuzla tartışın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

Bu başlık altında aşağıdaki bilgiler yer almalıdır:

- Araştırmanın amacı,
- Araştırma konusu ile ilgili başka çalışmalar olup olmadığı,
- Çalışmaya kaç kişinin alınmasının planlandığı (tek ya da çok merkezli ise belirtilmesi)

Bu çalışmaya katılmamalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirseniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmeniz sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

Bana önerilen araştırma yöntemi dışında başka alternatif yöntemler var mı?

Katılımcı hastaya, araştırma yöntemi dışında hangi alternatif yöntemlerin bulunduğunu; bu yöntemlerin neler olduğunu açıklayınız.

Bu çalışmaya katılırsam beni neler bekliyor?

Bu başlık altında aşağıdaki bilgiler yer almalıdır:

- Çalışmanın hangi yöntemlerle gerçekleştirileceği,
- Her bir deneysel uygulamanın bildirilmesi,
- Plasebo grubu olacaksa belirtilmesi
- Randomizasyonun açıklanması
- Araştırmanın süresi

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları nelerdir, göreceğim olası bir zarar durumunda ne yapılacak?

Bu başlık altında aşağıdaki bilgiler yer almalıdır:

- Görülebilecek komplikasyonlar
- Ortaya çıkabilecek komplikasyonların tedavi edilebilirliği
- Araştırmadan dolayı katılımcının göreceği olası bir zararda bunun sorumluluğunun ve giderilmesi için gerekli her türlü tıbbi müdahalenin yapılacağını; bu konudaki tüm harcamaların üstlenileceğini belirtiniz.
- Katılımcıyı koruyucu nitelikte hangi önlemlerin alındığını açıklayınız
- Muhtemel zarar durumunda gönüllünün veya yakınının bilgi için ilişki kuracağı kişinin ismini veriniz.

Çalışmada yer almamanın yararları nelerdir?

Kişi veya kişiler için araştırmadan beklenen tıbbi yarar (lar) açıklanmalıdır.

Bu çalışmaya katılmamanın maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Çalışma doktorunuz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz çalışma boyunca hekiminiz tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?

Çalışma ilacı ile ilgili bir sorunuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI: Bayram YALÇINKAYA

GÖREVİ: G.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Yüksek Lisans

Öğrencisi

TELEFON: 0532 671 05 32

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

G.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulunda Bayram YALÇINKAYA tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağını bilincindeyim)*. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, **Dr. Efgan KORGAL'ı Gazi Üniversitesi, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı, Sağlık Merkezi Adresinden ve (312) 2022727 numaralı telefondan** arayabileceğimi biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:.....

Adres:.....

Tel:

İmza:.....

Tarih:.....

Görüşme tanığı

Adı soyadı: **Yrd. Doç. Dr. Muhsin HAZAR**

Adres: **BESYO. Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü**

Tel: **0535 967 53 61**

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı: **Dr. Efgan KORGAL**

Adres: **Gazi Üniversitesi, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı**

Tel: **0312 2022727 -0532 6229078**

İmza:

Tarih:

12. ÖZGEÇMİŞ

Adı: Bayram

Soyadı: YALÇINKAYA

Doğum Yeri ve Tarihi: Rotterdam/ HOLLANDA

01.12.1976

Eğitimi: G.Ü. BESYO. Beden Eğitimi Öğretmenliği (2000–2004)

Ankara Etlik Lisesi (1990–1993)

Gürün Orta Okulu (1987–1990)

Gürün Cumhuriyet İlk Okulu (1982–1987)

Yabancı Dili: İngilizce

Bilimsel Etkinlikleri

Yüzme Antrenörlük Kursları ve seminerleri

Triatlon Antrenörlük Kursları ve seminerleri

Sualtı Sporları Dalgıçlık kursları, eğitimlik seminerleri