

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ

**ALP KAYAĞI ANTRENMANLARININ OKSİDATİF
STRES VE ANTİOKSİDAN DÜZEYLERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Hazırlayan
Duran DEMİRYÜREK

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Metin POLAT

Yüksek Lisans Tezi

HAZİRAN 2019
KAYSERİ

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI,
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ**

**ALP KAYAĞI ANTRENMANLARININ OKSİDATİF
STRES VE ANTİOKSİDAN DÜZEYLERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
Duran DEMİRYÜREK**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Metin POLAT**

Yüksek Lisans Tezi

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
TYL-2017-7493 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**HAZİRAN 2019
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Duran DEMİRYÜREK

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Alp Kayağı Antrenmanlarının Oksidatif Stres ve Antioksidan Düzeylerine Etkisinin İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Duran DEMİRYÜREK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Metin POLAT

Beden Eğitimi ve Spor ABD Başkanı

Prof. Dr. Nihat EKİNCİ

Dr. Öğr. Üyesi Metin POLAT danışmanlığında Duran DEMİRYÜREK tarafından hazırlanan “Alp Kayağı Antrenmanlarının Oksidatif Stres ve Antioksidan Düzeylerine Etkisinin İncelenmesi” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Beden Eğitimi ve Spor** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

20.06.2019

JÜRİ:

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Metin Polat

Üye : Prof. Dr. Serkan HAZAR

Üye : Dr. Öğr. Üye. Kerimhan KAYMAK

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Bilal AKYÜZ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana önderlik edip engin bilgileri ile beni aydınlatan ve yönlendiren, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, sevgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Metin POLAT'a;

Çalışmam esnasında bilgileri ile çalışmaya değer katan değerli hocam 2. danışmanım Prof. Dr. Cevat YAZICI'ya

Çalışmamın kan analizlerinin gerçekleşmesinde yardımlarından dolayı sayın Dr. Öğr. Üyesi İnayet GÜNTÜRK'e

Çalışmamın çoğu aşamasında sürekli fikir alışverişinde bulunduğum gerek bilimsel gerekse manevi olarak bana her konuda yardımcı olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli arkadaşlarım Taner BALOĞLU, Soner GÜZEL ve;

Çalışmaya gönüllü olarak katılan ve ölçümler sırasında uygulamaları gereken kurallara titizlikle riayet eden sporculara;

Eğitim Öğretim hayatım boyunca gerek maddi gerekse manevi desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen bugünlere gelmemde en büyük emeği olan başta eşim olmak üzere değerli aileme;

SONSUZ TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM

**ALP KAYAĞI ANTRENMANLARININ OKSİDATİF STRES VE
ANTİOKSİDAN DÜZEYLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**
Duran DEMİRYÜREK

Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Hareket ve Antrenman Bilimleri

Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Metin POLAT

ÖZET

Bu çalışmada alp kayakçılarının rutin olarak gerçekleştirdikleri büyük slalom ve slalom antrenmanları süresince oluşan total oksidan seviyesi (TOS) ve total antioksidan seviyesi (TAS) değerlerinde gözlenecek değişimlerin incelenmesi planlandı. Çalışmaya alp disiplini yarışmaları deneyimine sahip, 18 yaş üzerinde 20 erkek gönüllü sporcu katıldı. İlk olarak gönüllülerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, beden kitle indeksi ve MaxVO₂ değerleri tespit edildi. Daha sonra, gönüllülere Erciyes Kayak Merkezinde uluslararası standartlara uygun yarışma pistinde, beş gün arayla büyük slalom antrenmanı ve slalom antrenmanı uygulandı. Her iki antrenmandan önce ve sonra gönüllülerden 5ml kan örnekleri alınarak TOS ve TAS değerleri tespit edildi. Elde edilen veriler SPSS 20 programında değerlendirilerek, antrenman öncesi ve sonrası değerlerin karşılaştırılmasında non-parametrik test olan Wilcoxon Signed Ranks Test kullanıldı. Gönüllülerin büyük slalom antrenman öncesi TOS değerleri 7,94 (7,50-8,58) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L iken büyük slalom antrenman sonrasında 8,42 (7,54-9,22) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). Slalom antrenmanı öncesindeki TOS değerleri 7,14 (6,70-7,72) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L iken antrenman sonrasında 6,88 (6,26-8,02) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). Büyük slalom antrenman öncesi TAS değeri 1,37 (1,32-1,44) mmol Trolox Equiv/L iken antrenman sonrasında bu değer 1,43 (1,37-1,55) mmol Trolox Equiv/L'e çıkarak istatistiksel bir artış gösterdi ($p<0,05$). Slalom antrenmanı öncesindeki TAS değeri 1,34 (1,30-1,43) mmol Trolox Equiv/L değerinden 1,44 (1,33-1,69) mmol Trolox Equiv/L değerine çıkarak istatistiksel olarak anlamlılık gösterdi ($p<0,05$). Sonuç olarak, yapılan bu

Çalışmada hem büyük slalom hem de slalom antrenmanı sonrasında TAS değeri istatistiksel olarak artış gösterdiği tespit edildi. Bununla birlikte, TOS değeri büyük slalom antrenmanı sonrasında istatistiksel olarak olmamasına rağmen hafif bir artış gösterirken, slalom antrenmanı sonrasında ise yine istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen hafif bir düşüş gösterdiği gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Kayak, Alp Disiplini, Oksidatif Stres, Antioksidan



INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ALPINE SKI TRAININGS ON OXIDATIVE STRESS AND ANTIOXIDANT LEVELS

Duran DEMİRYÜREK

**Erciyes University, Institute of Health Sciences Physical Education and Sports
Undergraduate Movement Training Science**

M.s.D. Thesis, June 2019

Advisor: Asst. Prof. Dr. Metin POLAT

ABSTRACT

In this study, it was planned to investigate the changes to be observed in total oxidant level (TOS) and total antioxidant levels (TAS) occurring during giant slalom and slalom trainings performed by alpine skiers routinely. Twenty male volunteer athletes who are over the age of 18 and are experienced in alpine competitions participated in the study. Firstly, age, height, body weight, body mass index and MaxVO₂ values of the volunteers were determined. Then, giant slalom training and slalom training were applied to the volunteers on the ski-run at Erciyes Ski Center being in accordance with international standards one in every five days. Before and after both training sessions, 5ml blood samples were taken from the volunteers and TOS and TAS values were determined. The data obtained were evaluated by SPSS 20 program and Wilcoxon Signed Ranks Test, which is a non-parametric test, was used to compare pre- and post-training values. While the TOS values of volunteers before giant slalom training were 7.94 (7.50-8.58) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L, it was detected that TOS values became 8.42 (7.54-9.22) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L after giant slalom training and the difference was not statistically significant ($p > 0.05$). While TOS values before slalom training were 7.14 (6.70-7.72) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L, it was detected that TOS values became 6.88 (6.26-8.02) $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv/L after training and the difference was not statistically significant ($p > 0.05$). While the TAS values of pre-training giant slalom was 1.37 (1.32-1.44) mmol Trolox Equiv/L, it increased to 1.43 (1.37-1.55) mmol Trolox Equiv/L after the training and showed a statistically significant increase ($p < 0.05$). TAS values before slalom training increased from 1.34 (1.30-1.43) mmol Trolox Equiv/L to 1.44 (1.33-1.69) mmol Trolox Equiv/L and showed statistically significance ($p < 0.05$). As a result, in this study carried out, it was determined that TAS values after both giant slalom and slalom training increased statistically. However, TOS value showed a slight increase

after the giant slalom training, although not statistically significant, but it showed a slight decrease after slalom training, although not statistically significant.

Key Words: Ski, Alpine discipline, Oxidative Stress, Antioxidant



İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI.....	ii
ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISA ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1.KAYAK ALP DİSİPLİNİ.....	4
2.1.1. Slalom Yarışmaları.....	5
2.1.2. Büyük Slalom	6
2.1.3. Süper Büyük Slalom	6
2.1.4. İniş.....	7
2.1.5. Alp Kombinesi.....	7
2.2. ALP DİSİPLİNİNDE SPORTİF BAŞARIYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	7
2.2.1. Fiziksel Faktörler	8
2.2.1.1. Kuvvet.....	9
2.2.1.2. Sürat	9
2.2.1.3. Dayanıklılık.....	9
2.2.1.4. Koordinasyon	10

2.2.1.5. Çabukluk	11
2.2.1.6. Beceri	11
2.2.1.7. Hareketlilik	11
2.2.2. Fizyolojik Faktörler	12
2.2.2.1. Yaş	12
2.2.2.2. Cinsiyet	12
2.2.2.3. Kinantropometrik Özellikler	13
2.2.2.4. Genetik	13
2.2.2.5. Antrenman Yaşı	13
2.2.3. Psikolojik Faktörler	13
2.3 ALP KAYAĞININ ENERJİ GEREKSİNİMLERİ	14
2.3.1 Aerobik Metabolizma	14
2.3.2. Anaerobik Güç	18
2.4. OKSİDATİF STRESS	19
2.4.1. Oksidatif Stresin Egzersizle İlişkisi	20
2.5. ANTİOKSİDANLAR	24
2.5.1. Başlıca Antioksidan Etkiler	25
2.5.1.1. Enzim Olan Antioksidanlar	25
2.5.1.1.1 Süperoksit Dismutaz (SOD)	25
2.5.1.1.2. Glutasyon Peroksidaz (GPx)	26
2.5.1.2 Enzim Olmayan Antioksidanlar	26
2.5.1.2.1 E Vitamini	26
2.5.1.2.2 Beta-karoten (Vitamin A)	28
2.5.1.2.3 Vitamin C (Askorbik asit)	28
2.5.1.3. Diğer Antioksidan Moleküller	29
2.5.1.3.1. Glutasyon (GSH)	29
2.5.1.3.2. Koenzim Q10 (CoQ10)	29
2.5.1.3.3. Ürik asit	30

2.5.1.3.4. Albumin	30
2.6. Antioksidanların Egzersiz ile İlişkisi.....	30
3.YÖNTEM.....	32
3.1. Gönüllü Grubunun Oluşturulması	32
3.2. Deneysel Tasarım	32
3.2.1. Büyük Slalom Antrenman Parkuru ve Antrenmanları	33
3.2.2. Slalom Antrenman Parkuru ve Antrenmanları	33
3.2.3. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümü.....	33
3.2.5. Aerobik Kapasite Ölçümü:	33
4.BULGULAR	38
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	43
6.KAYNAKLAR	54
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR ve SİMGELER

SOD:	Süperoksit Dismutaz
GPx:	Glutasyon Peroksidaz
ROS:	Reaktif Oksijen Türleri
CAT:	Katalaz
MDA:	Malondialdehit
FIS:	Uluslar Arası Kayak Federasyonu
SL:	Slalom
GS:	Büyük Slalom
SG:	Süper Büyük Slalom
DH:	İniş
MaksVO ₂ :	Maksimal Oksijen Tüketimi
NADPH:	Nikodinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
NAD:	Nikotinamid Adenin Dinükleotit
ATP:	Adenozin Trifosfat
H ₂ O ₂ :	Hidrojen peroksit
TBA:	Tiyobarbitürik Asit
GSH:	Glutasyon
CoQ10:	Koenzim Q10
TAS:	Total Antioksidan Seviye
TOS:	Total Oksidan Seviye

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.	Çalışmaya katılan gönüllülerin tanımlayıcı bilgileri.....	38
Tablo 2.	Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması.....	39
Tablo 3.	Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması.....	40
Tablo 4.	Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması.....	41
Tablo 5.	Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması.....	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması	39
Şekil 2. Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması.....	40
Şekil 3. Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması	41
Şekil 4. Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması.....	42



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Serbest radikaller birden fazla eşleşmemiş elektronu olan, ömrü kısa, molekül ağırlığı az ve çok etkin moleküllerdir (Halliwell, 2000). İnsan vücudunda fizyolojik süreçler sırasında meydana gelen serbest radikaller ile antioksidan savunma mekanizması arasındaki dengenin serbest radikaller lehine bozulmasıyla oksidatif stres meydana gelir (Nakanishi ve ark., 1995). İnsan organizması oksidatif hasara karşı kendini enzimatik (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutatyon peroksidaz (GPx) vb.) ve enzimatik olmayan (C vitamini, E vitamini, flavonoidler ve koenzim Q10 vb.) antioksidan sistemleriyle korur (Halliwell, 2000). Oksidatif stres önemli derecede hücre hasarına neden olmaktadır. Birçok çalışmada hipoksinin, antrenman ve yaş yükselimi gibi pek çok değişik sebebin oksidatif stres ve antioksidan savunma sistemini etkilediği belirtirmiştir. Hipoksi ve antrenman prooksidan/antioksidan dengesini bozan önemli faktörlerdir (Netzer ve ark., 2015).

Antrenman sırasında serbest radikallerin meydana gelmesi ve oksidatif stres oluşması optimal performans ve antrenman sonrası toparlanma döneminde önemlidir. Akut egzersizler sedanterler ve hayvanlarda oksidatif stresi yükseltir ancak düzenli antrenman antioksidan enzimlerin aktivitesini yükseltip, oksidan üretimini azaltırsa bu etkiyi terse çevirebilir (Urso ve Clarkson, 2003). Genel olarak, hipoksinin nedeni olarak oksijen kaynaklı serbest radikallerin azalacağı düşünülmesine rağmen, uzun süreli yüksek irtifaya maruz kalmanın ekspire edilen pentan miktarını ve lipid peroksidasyonunu arttırdığı belirtilmiştir. (De Groot ve Littauer, 1989).

Birçok canlının antioksidan savunma mekanizmaları, kronik olarak maruz kaldıkları oksidanlara karşı adapte olabilme becerisine sahiptirler. Fiziksel egzersizler esnasında meydana gelebilecek oksidatif stresin boyutu sadece serbest radikallerin üretimi ile değil ayrıca antioksidanların savunma kapasiteleri aracılığıyla da anlaşılmaktadır. Antrenman esnasında üretilen reaktif oksijen türlerine (ROS) karşı ilk savunma hattını SOD, CAT (katalaz) ve MDA (malondialdehit) sağlamaktadır. Bu nedenle egzersizin

direkt olarak bu enzimleri etkileyebileceği düşünülmektedir (Selçuk, 2003). Serbest radikaller ya moleküldürler ya da dış yörüngelerinde eşleşmemiş elektronlar içeren moleküler bileşenlerdir. Bu bileşenler komşu moleküllerle oksidasyon yaparak elektron yapılandırmayı sağlamlaştırmaya çalışırlar. Serbest radikallerin iletimdeki rollerini göz önünde bulundurduğumuzda, serbest radikaller dönüşümsüz oksidatif stresin bir parçasıdır. Egzersizle olan ilişkisine baktığımızda, serbest radikallerin, kas kasılmasında, enerji üretiminde ve sonuçta fiziksel performansta etkili oldukları tahmin edilebilir (Andrew ve ark., 2001).

Alp kayağı, hız, denge pozisyonunun sürekli değişimi, kısa süreli-yüksek şiddetli efor gerektiren, hipobarik, hipoksik ve soğuk ortamda gerçekleştirilen bir spor dalıdır (Neumayr ve ark., 2003). Alp kayağı yarışmaları, dönüş yarıçapı, hız ve pist uzunluğu ile farklılaşan iki hız ve iki teknik kategoriden oluşmaktadır. Hız kategorisi, iniş ve süper büyük slalom (süper G) müsabakalarından oluşmaktadır.

İniş yarışması dağın doğal eğimini takip eder ve 130km/s hız' a kadar ulaşılabilir. Bir iniş yarışı 2-3 dakikada sonuçlanır. Süper G, iniş ve büyük slalomun bir kombinasyonudur (White ve Johnson, 1993) ve daha kısa bir pistte yapılarak daha fazla dönüş içerir (Szmedra ve ark., 2001). Bununla birlikte süper G yarışı 1-2 dk' da sonlanmaktadır. Büyük slalom (GS) 60-90s arasında sonlanırken, slalom (SL) 45-60s kadar sürer ve oldukça dar kısa dönüşlerden oluşmaktadır (Szmedra ve ark., 2001).

Her branş ayrı fiziksel ve fizyolojik özellikleri gerektirmektedir. Fakat tüm elit kayakçılar orta dereceden yüksek dereceye kadar aerobik ve çok yüksek düzeyde anaerobik güce gereksinim duymaktadır (Andresen ve Montgomery 1999). Aerobik ve anaerobik gücün yanı sıra hız, çeviklik, denge ve koordinasyon gibi karmaşık motorik yeteneklerde gereklidir (Brown ve Wilkinson, 1983).

Alp kayağının, yüksek hızda gerçekleştirilmesi, pistin zaman zaman engebeli ve buzlu olması ve dönüşler esnasında titreşime maruz kalınması gibi dış kuvvetlere maruz kalındığı bilinmektedir. Alp kayağı esnasında maruz kalınan titreşim sıklıkla sınırları aşmaktadır. Kayma esnasında pistin buzlu ve tümsekli olmasından dolayı titreşime maruz kalmak hem de dönüş fazı esnasında kasların izometrik kasılmasından dolayı aktif kaslarda iskemik koşullar oluşabilmektedir (Bovenzi, 2002). Bununla birlikte kayma esnasında yüksek düzeyde kas kasılmalarının bir sonucu olarak intramüsküler basınç artmakta (Sejersed ve ark., 1984) ve bu durum kas kan akımını sınırlamakta hatta

durdurabilmektedir (Bonde-Petersen ve ark., 1975). Sonuçta aktif kaslara oksijen iletilmesinde azalma olmakta ve doku oksijenasyonunda azalma gerçekleşmekte ve kas iskemik koşullara maruz kalmaktadır. Yapılan bir çalışmada GS ve SL esnasında quadriceps kasında oksijen saturasyonunun azalması rapor edilmiştir. Bu çalışmada GS’da görülen azalmanın SL’da görülen azalmadan daha fazla olduğu bildirilmiştir (Szmedra ve ark., 2001). Bununla birlikte, alp kayakçıların antrenmanları esnasında, yüksek irtifa kaynaklı hipobarik hipoksik ortam, düşük ortam ısı ve fazla miktarda UV ışınlarına maruz kalmak gibi çevresel faktörlerin oksidatif stres oluşumunda rol oynayabileceği düşünülmektedir (chao ve ark., 1999)

Alp kayağı esnasında titreşime maruz kalmak, dönüş fazı esnasında kasların izometrik kasılmasından dolayı aktif kaslarda iskemik koşulların oluşabilmesi, ayrıca ortaya çıkabilecek olan oksidatif stresten dolayı yorgunluk oluşarak atletik performans olumsuz etkilenebilir. Alp kayağı esnasında bahsedilen bu faktörlerin ne kadar etkili olduğunun bilinmesi ve bu doğrultuda antrenman stratejilerinin geliştirilmesi Alp kayağı performansı açısından gerek antrenörler gerekse de sporcular açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada alp kayakçıların rutin olarak gerçekleştirdikleri GS ve SL antrenmanları süresince oluşan TOS ve TAS seviyelerinde gözlenecek değişimlerin incelenmesi planlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.KAYAK ALP DİSİPLİNİ

İnsanlar bugüne kadar belirli ihtiyaçları olmuştur ve bu ihtiyaçlara çözüm amaçlı birtakım şeyler üretmişlerdir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda doğan üretmeye zaman geçtikçe daha iyisini üretme içgüdüğü de eklenmiştir. Zamanla ilerleyen teknoloji ile birlikte bu güdü gittikçe artmaktadır. Bu gelişimi her konuda beklediğimiz gibi sporda da bu gelişimi beklemekteyiz. Reaksiyon ve performans sporu günümüzde birçok insan tarafından büyük ilgi görmekte, bu sporun gelişimini sağlayan şey ise ihtiyaçlarla gelişen araç gereçlerdir.

Kayak yapmak, insanlığın milattan önceki senelerde savaşlarda, avlanmalarda, taşımacılıkta, haberleşmelerde vb. ihtiyaç duyulan konularda rastlantı ile bulunmuş ve kayak da kullanmış olduğu aletlere denir. Önce ki zamanlarda tahtalardan yapılmakta olan kayaklar şimdiki zamanda ise yerini tahtalar, plastikler, çelikler, magnezyum, titanyum vb. maddelerden oluşturulan karışımlar ile yapılabilen teknolojik carving kayak takımlarına bırakmışlardır, gezegenimiz de ve ülkemizde de kabul görmüş olan ve zaman geçtikçe yaygınlaşmış olan bir performans sporu olmuştur (Ana Britanica Ansiklopedisi, 1988)

20.yy'ın başında ilk defa Norveç de tanınmış olan kayak, ülkemiz de ise 1914 senesinde ulaşmıştır ve ilk defa 1939 yılında spor olarak ülkemiz de kullanılmaya ve ilerlemeye başlamıştır (Gelişim Hachette Ansiklopedisi, 1990).

Kayak branşı çoğu spor branşında olduğu gibi farklı disiplinlere bölünmüştür. Bunlar; Alp Disiplini ve Kuzey Disiplini olmak üzere ikiye ayrılır.

Alp disiplini ilk defa Alp Dağların da yapılmış olduğu sebebi ile ismini buradan almıştır. Alp disiplini, yapılma şekli açısından birden çok spordan zor

yapılmaktadır ve bu branşı seçen sporcu kişiler anaerobik gücü daha ileri durumda olduğu için temel motorik özelliği iyi durumda olması şarttır(Aktaş, 2009).

Kayak sporu günümüzde rekreasyonel olarak milyonlarca insan tarafından yapılmaktadır. Ayrıca müsabaka sporu olarak da çok önemli ve çok ilgi toplayan bir spor branşıdır. Alp disiplini sporunda beş ana yarışmaçeşidi vardır. Bunlar;

1-Slalom

2-Büyük Slalom

3-Süper Büyük Slalom

4-İniş

5-Alp Kombinesi

2.1.1. Slalom Yarışmaları

Slalom yarışmaları alp disiplini yarışmaları içerisinde çeviklik ve dayanıklılığın yanı sıra, üst seviyede denge gerektiren teknik bir yarışma çeşididir. SL yarışmaları alp disiplini yarışmaları içindeki en teknik branştır. Alp disiplini sporunda SL yarışmaları, sürat olarak en yavaş ve dönüş mesafesi olarak en kısa olan branştır. Bu yarışmaların düzenlenebilmesi için FIS yarış kuralları gereğince pistin eğimi 33 ila 45 derece arasında olmalıdır. Bazen pistin kısa bir bölümünde eğim 52 dereceye kadar çıkabilmektedir. SL yarışmalarında irtifa farkı 120 ila 220m arasında olmalıdır. İki kapı arasındaki mesafe 4 ila 13 m (geçiş kapıları hariç) arasında, kapı âdeti irtifa farkının %30-35 'inin ± 3 'ü kadar olmalıdır. Yarış süresi 70 saniye(sn) sürebilmekte ve bu yarışmalarda hız 70 km/h kadar çıkabilmektedir (Şimşek, 2012)

Slalom yarışmaları bir slalom dönüşü ve iki adet slalom sopalarından oluşmaktadır. Dikey kombinasyonları hariç olan kapılar arka arkaya gelmiş ve renk değiştirmiş durumda olmalıdır. Bir kapı en az 4 metre, en çok 6 metre genişliğe sahip olmalıdır. Bu iki kapı arasında ki aralık 0.75 metre den az olmaması gereklidir. Bu aralık hem farklı olan kapılara ait sopaların aralarında hem de bir kapıya ait kapı çizgisin de ve diğer kapının sopaları aralığında korunmalı bir şekilde olmalıdır. Dönüş sopasından itibaren takip eden kapıların dönüş sopalarına kadar olan aralık 0.75 metreden az 13 metreden fazla olmamalıdır (Kurt, 2008).

2.1.2. Büyük Slalom

Bu slalom, diğer slalom yarışmalarından farklı olarak kapı adeti daha az sayıda, fakat süratli olmak, dayanıklı olmak ve güçlü olmak yönünden daha da yoğun olan yarışma olarak bilinir. GS yarışmaları, alp disiplini slalom türüne göre dönüş kısımları daha uzun olup, süratli olmak bakımından da hızlı olan kısmıdır (Demirci, 2010).

GS yarışlarında İki kapı arasındaki mesafe 10 m den az olmamalı, irtifa farkı 250 ila 450 m arasında ve kapı adeti irtifa farkının % 11-15 'i kadar olmalıdır. GS yarışmalarında yarış süresi 80 sn' ye ve hız 100km/h kadar çıkabilmektedir (Şimşek, 2012).

Bir GS kapısı, 4 slalom sopası ve 2 bayraktan meydana gelir. Ardı ardına gelen kapıların rengi kırmızı-mavi olarak değişmelidir. Bayraklar 75 santimetre genişliğinde ve 50 santimetre yüksekliğinde olması gerekmektedir. Bunlar kapılara bağlandığı zaman bayrakların karın bulunduğu mesafeden yüksekliği minimum 1 metre ve kapıdan yırtılabilmeli ve çıkabilmelidir. Kapılar minimum 4 metre ve maksimum 8 metre genişliğinde olmak zorundadır (Kurt, 2008).

2.1.3. Süper Büyük Slalom

Süper Büyük Slalom(SG), SL ve GS yarışlarına göre teknik kapasitesi daha az, ama dayanıklılık ve sürat bakımından daha hızlı bir yarışmadır. SG yarışmaları 1983 de F.İ.S yarışlarına eklendi ve ilk kez 1988 Calgary Olimpiyat oyunlarında yarışıldı (Demirci, 2010).

SG yarışmalarında kapılar arasındaki mesafe en az 25 m (geçiş kapıları hariç) olmalıdır. SG yarışmalarında irtifa farkı 350 ila 650 m arasında, kapı adeti irtifa farkının %6-7 arasında olmalıdır. Yarışma süresi 140 sn ve hız 130km/h kadar çıkabilmektedir (Şimşek, 2012).

Bir SG kapısı dört slalom sopası ve iki bayraktan meydana gelir. Ardı ardına gelen kapılar kırmızı-mavi olarak değişmelidir. Bayraklar 75 santimetre genişliğinde ve 50 santimetre yüksekliğinde olması gerekmektedir. Bunlar kapılara bağlandığı zaman bayrakların karın bulunduğu mesafeden yüksekliği minimum 1 metre ve kapıdan yırtılabilmeli ve çıkabilmelidir. (Kurt, 2008)

2.1.4. İniş

İniş (DH) yarışları, alp disiplini yarışları içindeki maksimum dayanıklılığı gerekli olan ve en süratli olan yarışma çeşididir. Alp yarışma çeşitlerinin teknik özellikleri bakımından yarışlar zamanları 45 ile 165 saniye aralığında sürer. Bu farklı zamanlardan kaynaklı, vücudun gereksinim duyduğu enerji kaynakları değişkenlik gösterir. İniş yarışlarında iki kapı arası olan mesafe minimum 25 metre burada geçiş kapıları hariçtir ve irtifa farkı 450 ile 1000 metre aralığında olması gerekmektedir. Bu türdeki yarışlarda yarışma süreleri 165 saniye ve sürati 150 km/h kadar ulaşabilmektedir (Şimşek, 2012).

İniş kapıları 4 slalom sopası ve 2 adet bayraktan oluşur. Yarış alanları da tek renkte kapı olmalıdır. Bu renkler kırmızı veya mavi olmak zorundadır. Eğer ki erkek ve kadınlar aynı pistte yarışıyorlarsa, kadınlar için fazladan kapılar mavi renkte olmak zorundadır. Dikdörtgen geometriye sahip bez bayraklar, enleri 0.75 metre, boyları 1 metre olmak zorundadır. Sopalara geçirilen bayraklar yarışmacıların kapıları rahat bir şekilde görmesini sağlamaktadır. Kırmızı renkteki bayraklar yerine fosforlu turuncu renkli bayraklar kullanılır. Eğer yarış alanında emniyeti sağlayan ağlar bayraklar ile aynı renkteyse, emniyet ağlarının ön tarafında bulunun bayraklar görünmesi, belirgin olması zor hale geliyorsa, alternatif olan bayrak renkleri bu kapılara takılabilir. Bunlar çoğunlukla kırmızı ve mavi renkte olur. Kapılar minimum 8 metre genişliğinde olması gerekir (Kurt, 2008).

2.1.5. Alp Kombinesi

Bu yarışma da, SG ve SL yarışlarının kombinasyonu ile yapılır. Süper kombine ilk olarak SG yarışları düzenlenmektedir, fakat hava durumu ve yarış alanının durumları değişikliğe ile ilk öncede SL yarışları da düzenlenebilir.

Süper kombine yarışları için, yükseklik farkı ve kapı sayıları açısından SL ve SG yarışlarında ki kurallar burada da bulunur. Yarış sıralaması ise SL ve SG yarışlarının zamanlarının toplamı ile belirlenmektedir.

2.2. ALP DİSİPLİNİNDE SPORTİF BAŞARIYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yarışmacı, yaptığı sporu kendi alanında vücut yapısı ile fiziksel, fizyolojik, mental ve kapasitesi ile yaptığı idmanlarla, en iyi olduğu düşüncesiyle yarışlara katılmaktadır. Yarışmacının aynı branşta olduğu yarışmacılarla yarışlara katılması ve başarılı sonuçlar

alması onun en doğal isteğidir. Fakat bir yarışmada derece elde edebilmek veya yarışta başarılı olmak için fiziksel ve ruhsal açıdan çok iyi durumda olduğunu ve yeterli seviyede, bilince sahip ve tekniğe uygun olan bir hazırlık aşaması geçirmiş olduğunu yarış anında kanıtlaması gerekmektedir. Kişinin her branş için her defasında başarılı olabilmesi beklenmesi mümkün olmaz. Kişi, özelliğine, yaşına ve kapasitesi için uygun spor çeşitlerini seçmeli ve yaptığı spor için uygun teknikte antrenman yaparak, sabırlı ve uzun sürede başarıya kavuşabileceği bilincine sahip olmalıdır (Akın ve ark., 2006).

Başarılar, sportif performansı maksimum seviyeye çıkararak sağlanmaktadır. Bu performans bileşenlerden meydana gelmektedir. Tümünün içerisinde yer almakta olan çeşitli etmelerin karşılıklı etkileşimlerinin dereceleri ve yönleri bu performansın seviyesini belirler. Performansın artırabilmek için yalnızca fiziksel, anatomik, düşünce kapasitesinin uygun ve maksimum olması bile yeterli olmamaktadır. Spor yapan kişinin ruhen ve sosyal açıdan da kendisini hazırlaması ve motivasyonunu sağlaması ile bu alanda ki yeteneğini maksimum hale getirmesi gerekmektedir. Bunu sağlamanın en önem gerektiren durumlarında biri ise sporcu kişinin kendi kapasitesi ve yeteneklerinin farkında olması, sporun ne anlama geldiğini, nasıl hazır hale gelmesi gerektiğini bilmesi gereklidir (Öcal, 2004; Parker, 1995).

Sportif başarıyı etkileyen birçok unsur vardır. Bu unsurları şu başlıklar altında inceleyebiliriz:

1. Fiziksel faktörler
2. Fizyolojik faktörler
3. Psikolojik faktörler

2.2.1. Fiziksel Faktörler

Her spor dalında olduğu gibi alp disiplini branşında da fiziksel uygunluk çok önemli bir yere sahiptir. Sporcuların sportif başarıyı elde edebilmeleri için vücutlarının yapılacak spora uygun fiziksel özelliklere sahip olması beklenmektedir. Örneğin; jimnastik sporunda sporcunun çok üst düzeyde bir esnekliğe sahip olması beklenir. Aksi halde sportif başarının elde edilmesi çok zordur. Bunun gibi etmenler sportif başarının elde edilmesinde çok önemli yere sahiptir (Şimşek, 2012).

2.2.1.1. Kuvvet

Harre'ye (Bompa, 1998), göre kuvvet; bir dirence karşı kasların kasılabilme veya direnç karşısında belli bir seviyede dayanabilme yeteneğidir. Fizyolojik olarak ise kuvvet kas kasılması sırasında ortaya çıkan gerilimi anlatmaktadır. Kısaca kuvvet, uygulayabilme yeteneği olarak da tanımlanabilir. Kuramsal bir bakış açısından bakacak olursak kuvvet; hem mekanik yapıya sahip özellik, hem de bir insanın yeteneği olarak da kabul edilebilir. Kuvvet en önemli biomotor yetilerden bir tanesidir ve spor yapan kişinin idmalarında çok önem arz etmektedir. Geliştirebilme çeşitlerinin doğru bir şekilde anlaşılabilmesi birinci seviyede önem taşır. Çünkü kuvvet hem hızlı hem de dayanıklı olmayı etkiler (Bompa, 1998).

Kayak branşında da kuvvetin yeri çok önemlidir. Özellikle yüksek hızlara ulaşılan DH ve SG yarışmalarında zemin, sürat, hava koşulları, yer çekimi gibi birçok dış etkenlerle mücadele edebilmek için üst düzey kuvvete ihtiyaç vardır (Şimşek, 2012).

2.2.1.2. Sürat

Schnabel ve Thiess (Dündar, 1994) için sürat, belli şartlarda motorik aksiyonu maksimum yoğunluğa sahip ve minimum zaman içinde gerçekleştirme yeteneği olarak bilinir. Sürat, fizyolojik tarafından değerlendirilmesi ile sinir sisteminin hareketli ilkesine dayanarak kas sisteminin hareketleri minimum zamanda yapabilme kapasitesine sahip biçimdedir. Sürat, kuvvet ile aralarında bağlantı olan bir özelliktir. Farklı bir söyleyişle, hareket uyarını ile uyarının kesilmesi aralığındaki süratli değişim sonucunda kar sistemi uygun olan yüksek seviyede bir hareket olanağı sağlamaktadır. Bu hareketlere erişebilmek için uygun olan kuvvet ile sağlanır. Sürat, çok yönlü ve karışık oluşu ile idman bilimin de en karışık temaların başında gelir. Mekanik bakışa göre hız, süre ile mesafe arasında olan oran olarak açıklanır (Bompa, 1998).

2.2.1.3. Dayanıklılık

Dayanıklılık kavramı için farklı tanımlamalardan bahsedilmektedir. Genel olarak, yorgunluğa karşı koyabilme ve hızla yenilenebilme yeteneği olarak değerlendirilmektedir (Dündar, 1994). Dayanıklı olmak, çalışma kalitesinin düşürülmesine olanak sağlamadan durağan ya da dinamik bir çalışmayı, olabildiğince uzun zaman yapabilmektir.

Dayanıklı olmak için uzmanlar tarafından farklı sınıflandırmalar oluşturulmuştur. Bu sınıflandırmalardan birinci sırada enerji oluşum sistemleri tarafından değerlendirme alır. Bu kısımda dayanıklı olmak, aerobik dayanıklılık ve oksijensiz dayanıklılık olmak üzere iki kısma ayrılır. Organizmanın işten sonra baştan toparlanabilme olasılığı; kalp, kan akışı, solunum sistemi ve sinir sistemlerinin görevlerini yerine getirebilmesi ve sistemler ile organlar arasında olumlu bir iş birliğine bağlı haldedir (Bompa, 1998).

Kayak alp disiplini sporunda, iki kapı arasındaki mesafenin en düşük olduğu SL yarışmasından, iki kapı arasındaki mesafenin en uzun olduğu DH yarışmasına doğru gidildikçe, dayanıklılık ihtiyacı bunun paralelinde artmaktadır. Artan bu dayanıklılık ihtiyacını karşılayabilmek kayak sporunda başarıyı oluşturan önemli etkenlerden biridir.

2.2.1.4. Koordinasyon

Koordinasyon en kapsamlı motorik yetenektir, tüm diğer yetenekleri amaca uygun bir şekilde yönetmektedir. Hız, kuvvet, dayanıklı olmak ve esneklik konuları ile birlikte ilişki içindedir. Teknik ve taktik sorunların çözülmesi, değişen durumlara amaca uygun adapte olma koordinasyon yeteneğinin fonksiyonlarından (Çakıroğlu, 1997).

Başka bir deyişle koordinasyon, hareket uygulanması için katılan iskelet kasları, eklemler ve bağları ile merkezi sinir istemi arasında olan iş birliği olarak da bilinir. Zor hareketlerin kolay bir şekilde yapılması becerinin olumlu özelliklerinden bir tanesidir. İyi sporcular uyguladığı hareketlerde üstünlüklerinin sebebi antagonist ve sinerjik kaslar arasında olan gayet güzel birlikte uyumdur (Sevim, 2007).

Koordinasyon, kendi içerisinde genel ve özel koordinasyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Genel koordinasyon, bireyin herhangi bir spor dalında çeşitli hareket becerilerini kazanmasıdır. Özel koordinasyon ise bir spor branşında çeşitli ve arka arkaya gelen hareketlerin akıcı ve uyumlu bir şekilde yapılabilmesidir. Koordinasyon alp disiplini sporu için çok önemli etkenlerden biridir. Özellikle SL müsabakalarında sporcunun saliseler ile ifade edilen kısa süreler içerisinde kapıları kurallar dahilinde geçebilmesi için vücut hareketlerinin uyum içerisinde olması, yani sporcunun yüksek derecede koordinasyon yetisine sahip olması şarttır. Aksi halde sporcunun yarışta başarılı olması mümkün olamamaktadır (Şimşek, 2012).

2.2.1.5. Çabukluk

Çabuk olmak, kasların minimum sürede dış dirençlere vücudun bir kısmının direncine rağmen eklem bölgelerini harekete geçirme özelliği olarak bilinir. Çabuk olmak veya çevik olmak ile tüm motorik davranışlara ait kondiyonel ve koordinatif kalitesi anlatılmak istenmektedir (Bompa, 1998).

Kayak alp disiplini sporunda çabukluk, özellikle SL ve GS branşlarında vazgeçilmez bir unsurdur. Bu spor saliselerle ifade edildiği için sporcu çıkış aldıktan sonra pisti hatasız bir şekilde tamamlayabilmeli veya pist içerisinde yaptığı hataları kısa sürede telafi edebilmelidir. Bunun için de sporcuların farklı kapı kombinasyonlarına veya herhangi bir dış etkene karşı daha hızlı reaksiyon gösterebilmeleri için üst düzeyde çabukluğa ihtiyaçları vardır (Şimşek, 2012).

2.2.1.6. Beceri

Becerili olmak, iş yapan kişiye nispeten daha az efor kullanarak daha fazla iş yapabilme olanağı sağlar. Becerili olmak kas grupları içinde birlikte uyumu sağlar. Spor yapan kişinin yaptığı hareketleri doğru bir şekilde, hedefli ve minimum efor ile uygulamasını; yeni ve her zaman değişiklik göstermekte olan oyun akışı içinde en güzel çözümü bulmasıdır; yeni hareketler minimum sürede öğrenmesini mümkün kılabilen bir özellik olduğu söylenebilir (Bompa, 1998). Kayak alp disiplini her ne kadar üst seviyede fiziksel ve fizyolojik faktörlere gereksinim duyulsa da, iyi bir teknik olmadan sporcuların başarı elde edebilmesi çok zordur. Bazı sporcular sahip oldukları üst düzey teknik sayesinde kendilerinden daha güçlü rakipleri karşısında daha başarılı olabilmektedirler. Bu da sporcunun beceri seviyesinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

2.2.1.7. Hareketlilik

Sporda hareketli olma kavramı kişinin hareketleri açısal bir değer olmasıyla büyük bir genişlik içinde yapma yeteneği olarak tanımlanır. Spor yapan kişinin hareket yapmasını eklemler vasıtası ile mümkün olan genişlik içinde tüm yönlere uygulama yeteneğine denir. Hareketli olmak çoğu zaman değişik idmanlar da belirli bir hareket büyüklüğü standarttı olarak bilinmektedir (Bompa, 1998).

Otururken, dizlerimizi düz bir şekilde vücudumuzu ön tarafa doğru götürerek, ellerimiz ile ayaklarımız burunlarımıza değdirerek hareketli olmaya örnek olarak gösterilir. Çoğu zaman sporda esnek olmak ve hareketli olmak kavramları bir birine karıştırmamak gerekir. Esnek olmak, hareketli olmanın bir paçası olarak söyleyebiliriz. Esnek olmak salt kasla ilgili iken, hareketli olmak eklemler, kaslar, bantlar ve kirişler tarafından belirlendiği ortam içinde ve nörofizyolojik yönlendirebilme zamanı ile gerçekleşir (Bompa, 1998). Bütün sporlarda esneklik unsuru hareketlerin temelini oluşturur.

Sporcu, fiziksel yeteneklerini sergilerken onları bir uyum içerisinde hareket ettirebilmek için sahip olduğu esneklik değerini kullanır. Kayak sporunda dönüş yapabilmek için vücudun doğru açıyla bir taraftan diğer tarafa aktarılabilmesi gerekir. Bunun için sporcu esnekliğini kullanarak doğru hareket açısını yakalamalıdır. Sporcunun bu işlemi tüm kapı kombinasyonların da uygulayabilmesi vücudunun hareketlilik kapasitesine bağlıdır (Şimşek, 2012).

2.2.2. Fizyolojik Faktörler

Alp disiplini sporunda sporcular SL yarışından DH yarışına kadar yükselen zaman ve güçlüklerle karşılaşır. Fizyolojik bakımdan üstün ve daha hazır olan sporcular, diğer sporculara göre daha avantaj sahibi olurlar ki bunun içinde yarışma öncesi çok iyi antrenman yapmaları gerekmektedir (Şimşek, 2012).

2.2.2.1. Yaş

Çoğunlukla yetişkinlik çağına kadar yaş ile fiziksel ve psişik ilerleme birlikte bütün haldedir. Bundan dolayı yetişkinlik dönemine kadar yarışlar yaşları yakın olan kişiler arasında grup olarak yapılır. Kayakta yetişkin insanlar, genç olanlar, yıldız ve küçükler olarak ayrılır. Belli sporlarda bazı yaş gruplarından oluşan kişilerden yüksek performanslar elde edilebilir. Örnek olarak; Alp disiplini için yaş aralığı 14 ila 30 iken kayak mukavemetinde 30 ila 40 arasında olduğu görülebilir (Aktaş, 2009).

2.2.2.2. Cinsiyet

Cinsiyetler arasında, vücut kompozisyonundan tutunda, kas kütesine, hormonal düzende ve seyirde ve oksijen tüketimine kadar ciddi değişiklikler olmaktadır. Bunun yanında kayak da antropometrik özelliklerin hem alan seçimi hem de performans üzerine etkin olduğu bilinir (Aktaş, 2009).

2.2.2.3. Kinantropometrik Özellikler

Farklı spor branşlarında yarışan sporcuların birbirinden farklı boy, kas kitlesi, yağ yüzdesi, vücut ağırlığına sahip olduğu ve bununla birlikte vücut kompozisyonlarının performansla ilişkili olduğu bilinmektedir. Kayak sporunda da yarışma çeşidine göre boy, kas kitlesi ve ağırlık unsurlarının performans açısından çok önemli olduğu bilinmektedir (Aktaş, 2009).

2.2.2.4. Genetik

Kuşkusuz spor performansında birçok yapısal ve fonksiyonel karakterin oluşması için genetik faktörler çok önemlidir. Genetik bireyin kas iskelet yapısını, kas tipini, refleks kapasitesini, metabolik etkinliğini, akciğer kapasitesini, enerjisini v.b gibi birçok unsuru etkilemektedir. Bu da sporcuların performanslarını direkt olarak etkilemektedir (Aktaş, 2009).

2.2.2.5. Antrenman Yaşı

Kayakçılar, halterciler, hentbolcular, bisikletçiler arasında yapılmış olan bazı çalışmalar göstermiştir ki senelere yayılmış özel ve uzun süreli antrenmanlar bu branşlarda yarışan sporcuların performanslarını olumlu yönde etkileyebilmektedir (Aktaş, 2009).

2.2.3. Psikolojik Faktörler

Günümüzde sportif performansı etkileyen faktörlerin, sporcunun fiziksel ve fizyolojik kapasitesiyle sınırlı kalmadığı, sporcunun ruhsal durumunun da çok önemli bir etken olduğu görülmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, sporcuların başarılı ve sağlıklı olmasını etkileyen nedenlerin başında psikolojik faktörlerin geldiğini göstermektedir. Psikolojik faktörler kişilik, motivasyon, benlik, algı, konsantrasyon, rekabet ve hırs, heyecan, saldırganlık, kaygı, korku, stres, isteksizlik, psikolojik yüklenmeler, duygusal ve zihinsel çatışmalar, takıntılar vb. gibi birçok unsurdan oluşmaktadır. Bu gibi birçok psikolojik etkenlerinde sporcuları olumsuz etkilediği aşîkârdır. Örneğin; Kayak sporunda sporcu 100 km/h hızla giderken başarısızlık kaygısı, korku, konsantrasyon eksikliği ve aşırı hırs gibi psikolojik unsurlar sporcunun hata yapma olasılığının artmasına, başarısız olmasına ya da sakatlanmasına neden olabilmektedir. Spor yaralanmalarının oluşmasındaki en önemli etkenlerden biri de psikolojik nedenlerdir. Bu gibi önemli sorunların ortadan kaldırılması için sporcular mental antrenman

yapmaktadırlar. Bu antrenmanlar sayesinde sporcular içerisinde olduğu olumsuz ruh haliyle başa çıkmayı öğrenip gerçek performanslarını sergileyebilirler (Şimşek, 2012).

2.3 ALP KAYAĞININ ENERJİ GEREKSİNİMLERİ

2.3.1 Aerobik Metabolizma

Aerobik kapasite vücudun oksijen taşıyabilme ve kullanma yeteneği olarak tanımlanır. Aerobik kapasitenin değerlendirilmesinin en etkili yolu maksimal oksijen tüketimi (MaksVO_2)'dir (Willmore ve Costil, 2004). Aerobik egzersizleri devam ettirebilme, aerobik kapasite (güç) veya MaksVO_2 ile bağlantılıdır. MaksVO_2 vücuttaki büyük kas gruplarında aralarında bulunduğu yükselen yüklenmelerde devam eden eforlarda atmosferden dokulara birim zamanda taşınan maksimum oksijen miktarı olarak belirtilmiştir (Bassett ve Howley, 2000). Ayrıca MaksVO_2 vücudun ATP üretilmesi için maksimum oksijen metabolize edebilme hızı olarak da 16 adlandırılabilir. MaksVO_2 genel olarak sporcuların kardiyorespiratuvar fitness seviyesi olarak da kullanılır (Gürses, 2011).

Egzersiz sırasında sporcuların giderek artan şiddet ile tüketilen oksijen miktarı da doğrusal olarak artar. Egzersiz yükü arttığı fakat tüketilen oksijen miktarının fazla artmadığı nokta (doğrusallığın kırılma noktası) MaksVO_2 olarak kabul edilir (Astrand ve Rodahl, 1986).

Daha önce yapılmış çalışmalarda araştırmacılar MaksVO_2 'nin anlamlı olarak yorgunluk yüzdesi ile ters korelasyona sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Dupont, ve ark., 2005). Bir başka çalışmada yüksek MaksVO_2 seviyesine sahip olanların sabit yüklenmeli aktiviteler esnasında daha hızlı O_2 tüketim hızına sahip olduklarını ve sporcunun tekrar eden yüksek şiddette aktiviteler esnasında daha hızlı O_2 kullanarak performanslarındaki düşüşün daha az MaksVO_2 seviyesine sahip olanlara göre düşük olduğu görülmüştür (Dupont ve ark., 2005). Böylece fosfojen enerji sisteminden sağlanan yardımın yüksek şiddette tekrarlanan performansın belirleyici faktörlerden biri oksidatif kapasite ve hızının belirleyici olduğu kanıtlanmıştır (Gürses, 2011)

Gerek laboratuvar ölçümleri gerekse saha testleri ile yapılan ölçümler aerobik performansın alp kayakçıları için oldukça önemli olduğunu göstermiştir (White ve Johnson, 1993). Yüksek aerobik uyum sürekli olarak gerçekleştirilen anaerobik egzersizlerden kaynaklanan yorgunlukla başa çıkmaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca,

birçok alp disiplini yarışı 10.000 feet ve üzerinde gerçekleştirildiğinden dolayı aerobik gücün yeterli bir düzeyde olması gereklidir (White ve Johnson, 1993).

Birçok çalışmada alp kayakçılarının yüksek MaksVO₂ değerlerine sahip olduğu belirtilmesine rağmen, bazı çalışmalarda ise çeşitli yetenek düzeylerine sahip kayakçılar arasında MaksVO₂ açısından bir fark olmadığı rapor edilmiştir (White ve Johnson, 1993). Alp kayağında aerobik ve kuvvet parametreleri üzerine elde edilen sonuçların, yağsız vücut kitlesindeki farklılıkları göz önünde bulundurmadığını belirtmek gereklidir (Haymes ve Dickinson, 1980).

Kuvvete dayalı pek çok sporda performans karşılaştırması yapılırken atletin vücut ağırlığının hesaba katılması oldukça önem taşımaktadır. Örneğin, (Haymes ve Dickinson, 1980) mutlak MaksVO₂ ile vücut ağırlığıyla oranlanan MaksVO₂ ve anaerobik gücü karşılaştırdıklarında, bayanların erkeklere daha benzer değerlere sahip olduklarını bildirmişlerdir (>%23 fark).

Aerobik kapasite ya da kas kuvveti gibi fizyolojik ölçütlerin anlamlı bir karşılaştırmasını sağlamak için, araştırmalar vücut boyutları açısından kayakçılar arasındaki farkları göz önünde bulundurmalıdır (Markovic ve Jaric, 1995). Önceleri yapılan bazı araştırmalarda (Tesch ve ark., 1978), elit kayakçılar için %80-90 MaksVO₂ ve performans düzeyi daha düşük kayakçılar için %60 MaksVO₂ değerleri bildirilmiştir.

Eşit sürelerdeki maksimal bisiklet testlerinde genellikle %175'e kadar MaksVO₂ değerleri elde edilmesinden dolayı, büyük slalom kayağı bir submaksimal aktivite olarak düşünülmüştür (Saibene ve ark., 1985). Bu çalışmalardan elde edilen bulgularla çelişkili olacak bir şekilde, Veicsteinas ve arkadaşları (Veicsteinas ve ark., 1984) eşit seviyedeki kayakçıların VO₂'sinin %200, slalom ve büyük slalomda ise %160 MaksVO₂ civarında olduğunu, yeteneksiz kayakçılarda bile VO₂'nin %130 MaksVO₂ olduğunu rapor etmişlerdir.

Oldukça düşük VO₂ katkısı ölçen bu çalışmalar, aktivite sırasında sadece O₂ tüketimini ölçmüş (yalnızca aerobik sistemin bir ölçümü), anaerobik kaynakların oksijen tüketimini içeren toplam oranı dışarıda bırakmıştır (Veicsteinas ve ark., 1984). Bu durum, söz konusu çalışmalarda gözlenen farklılıklara karşılık gelebilir. Kayak yarışı sırasında aerobik sistemin kullanılması karmaşıktır.

Aerobik metabolizma, kayak yarışının izometrik kasılmaları sırasında oluşan vasküler oklüzyon ile engellenmektedir (Roberts, 2005). Bu oklüzyon, yüksekliğin hipoksik ortamında olduğu gibi artan laktat üretimi oluşturur. Örnek olarak, (Saibene ve ark., 1985) Gladden ve Welch'in deniz seviyesinden yaklaşık 2000 m yükseklikte %120 MaksVO₂ bisiklet egzersizi sırasında anaerobik laktat sisteminde %15'lik ek bir artış belirlediklerini bildirmişlerdir.

Soğuk ve hipobarik hipoksik ortam (1500-2000m irtifada tipik olarak görülür) azalmış alveolar ve arteriyel oksijen basıncı ile sonuçlanmakta, sonrasında da aynı egzersizin daha ılıman sıcaklıkta, düşük seviyeli iklimde gerçekleştirilmesiyle karşılaştırıldığında glikolitik oranda artış ve glikojen depolarında azalma ile anaerobik sistemi daha fazla zorladığı bildirilmektedir (Haman ve ark., 2002).

Koistinen ve arkadaşları (Koistinen ve ark., 1995), yüksek aerobik kapasiteye sahip hem kuvvet hem de dayanıklılık atletleri ile yapmış oldukları çalışmada yüksek aerobik kapasiteye sahip olanların yüksek irtifada daha fazla aerobik işe ve daha yüksek düzeyde laktatı tolere etme yeteneklerine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, daha verimli ST liflerinin çokluğu, bacak kaslarında hipoksi, hipobari ve hipotermi'nin neden olduğu periferik sınırlamaları azaltabilir ve böylelikle anaerobik yük azalarak bu çevresel şartlarla başa çıkmaya yardımcı olabilir (Seifert ve ark., 2005).

Farklı kayak disiplinlerinin fizyolojisi ve enerji sistemlerinin katkılarının net olarak anlaşılması gerekmektedir. Basit şekilde teknik müsabakalar anaerobik metabolizmaya daha fazla bağımlı görünürken, daha uzun süreli hız müsabakaları aerobik metabolizmadan daha fazla katkı sağlamaktadır. (Duvillard, 1995).

Slalom ve büyük slalom için benzer toplam enerji harcamasını bildirilmiştir (Veicsteinas ve ark., 1984). Büyük slalomun slaloma kıyasla 15 sn ya da daha fazla sürdüğü düşünüldüğünde, enerji sağlama oranı buna göre büyük slaloma kıyasla slalom için daha fazladır (sırasıyla %200 MaksVO₂'ye karşı %160 MaksVO₂). Bu da anaerobik kaynaklardan daha fazla enerji gereksinimini yansıtmaktadır (Veicsteinas ve ark., 1984).

Erkek ve bayan kayakçılarda kombine/tüm disiplinciler ve hız disiplincileri (Süper Büyük Slalom / İniş) ya da teknik disiplincilerin (Slalom / Büyük Slalom) fitness seviyeleri arasında küçük farklılıklar bulunmuştur (Neumayr ve ark., 2003). 1997-2003 World-Cup sonuçlarına göre, Erkek ve bayan kayakçılar arasında, aerobik kuvvetin

yarış performansı ile pozitif olarak korelasyona sahip olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar bu durumun müsabakanın asıl fizyolojik gereksiniminden ziyade, slalom kayakçıları tarafından yapılmış olduğu özel kar üstü antrenmanlarının yüksek volümlerinden kaynaklanıyor olabileceğini ileri sürmüşlerdir (Neumayr ve ark., 2003). Literatürde diğer disiplinler arası direkt karşılaştırmalar nadirdir. Bunlardan bir tanesi Yapılan çalışmada elit slalom ve iniş kayakçıları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, slalom kayakçılarına kıyasla iniş kayakçıları için daha fazla vücut yağ % ve vücut boyutları gözlemlenmiştir (Haymes ve Dickinson, 1980).

Araştırmacıların çoğu, kayak yarışmaları için aerobik gücün etkisini bildirmiş olmalarına rağmen, bu kapasitenin nasıl ve neden önemli olduğuna dair bir anlaşmazlık mevcuttur (Bacharach ve Duvillard, 1995). Örneğin yapılan çalışmada maksimal aerobik gücün ya da aerobik kapasitenin alp disiplini yarışmalarında başarı için belirleyici olamayacağını bildirmektedir (Tesch, 1995).

Anaerobik gücün önemli olmasına rağmen sporcuları çeşitli kategorilere ayırmada bir öneminin olmadığını bildirmektedir (White ve Johnson, 1993). Bu erken dönemde yapılan araştırmaların tersine, dünya çapında baskın olan Avusturya Milli Takımı üzerine yakın zamanda yapılan bir çalışma, aerobik gücün uluslararası kayak başarılarıyla kuvvetli bir ilişkisi olduğunu göstermiştir (Neumayr ve ark., 2003). Bununla birlikte, aerobik enerji katkısının kayak yarışı için önemli olup olmadığı ya da bazı ulusların uyguladığı geniş çaplı antrenman yükünün bir sonucu olup olmadığı açık ve net değildir (Tesch, 1995).

Aerobik sistemin önemi üzerine karmaşa göz önünde bulundurulduğunda, kayak yarışmacılarının aerobik gücündeki gelişmelerinin literatürde açık ve net olmadığı şaşırtıcı değildir. Aslında aerobik güç üzerine bazı varyanslar günümüze dek yayınlanmış çalışmalar arasında bildirilmiştir. Örneğin, (Saibene ve ark., 1985) ile (Brown ve Wilkinson, 1983) milli seviyedeki erkek kayakçıların MaksVO₂ değerlerini sırasıyla 58.9±2.2 mL/kg/dk ve 63.1±1.3mL/kg/dk belirlemiştir. Andresen ve Montgomery (1999) çok daha yüksek değerler bildirirken (67mL/kg/dk), Veicsteinas ve arkadaşları (1984) daha düşük değerler (52mL/kg/dk) bildirmiştir (Veicsteinas ve ark., 1984). Dünya şampiyonu Avusturya takımı üzerine yakın zamanda bulunan veriler sırasıyla 1999 ve 2000 sezonları için 59.5±4.7 ve 58.7±3.7mL/kg/dk olarak belirlenmiştir (Neumayr ve ark., 2003). Bu veriler yaklaşık 20 yıl öncesinde bildirilen

verilerle benzerlik göstermektedir. Ölçümler arası gözlenen bu farklılıkların bir kısmı, daha önceleri aerobik gücün tespit edilebilmesi için koşu bantları kullanırken, yakın zamandaki çalışmalarda bisiklet ergometresi kullanılması gibi farklı test metodolojilerinin kullanılması ile açıklanabilir (Neumayr ve ark., 2003).

Aerobik antrenman açısından bakıldığında, literatürün büyük bir kısmı enerji sağlamasından ziyade toparlamadaki rolüyle ilgili olarak aerobik kuvvetin etkisini kabul etmektedir. Verimli bir aerobik sistemi, her bir iniş arasındaki toparlanma için ve aynı zamanda da uzun ve yorucu müsabakalar ile kar üstü antrenman sezonlarında devamlılık için temeldir. (Neumayr ve ark., 2003). Örneğin, 5-7 gün boyunca kayak yapıldığında, kendi form durumlarına göre yüksek iş yüklerinde çalışan gönüllülerin nadiren maksimal seviyeleri aşmalarına rağmen, tahmin edilen HRmaks'ın %75'ine eşdeğerde HR'yi devam ettirdikleri görülmüştür (Grover ve ark., 1990). Karvonen ve arkadaşları (1985) nispeten yoğun slalom antrenmanında geçen üç ay sonrasındaki tek anlamlı değişimin anaerobik kapasite ve laktat toleransında artış olduğunu bulmuş, slalomun gereksinimlerinin daha fazla aerobik kuvvet geliştirmek için yetersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır. (Karvonen ve ark., 1985).

2.3.2. Anaerobik Güç

Anaerobik enerji sisteminde, vücut egzersiz için gerekli olan enerjiyi, oksijen kullanmaksızın ya kaslarda depo halinde bulunan CP grubundan ya da glikojen depolarından sağlamaktadır (Ergen, 2003). Anaerobik sistem, daha çok kısa ve orta mesafe egzersizlerinde vücudun kullanmış olduğu enerji metabolizmasıdır. Örneğin; bir 100 m. koşucusu, enerjisinin tamamını ATP-PC (Fosfojen) sisteminden karşılamaktadır.

400-800m koşularında (orta mesafe) enerji, yine bir anaerobik sistem olan anaerobik glukoliz sisteminden sağlamaktadır (Guyton ve Hall, 2001). Duvillard (1995), anaerobik kuvvet testlerinin özellikle de vücut kütesine göre ayarlandığında, aerobik kuvvet testlerine kıyasla çok daha fazla kayak başarısıyla bağlantılı olduğunu bildirmiştir. White ve Johnson, kayak performansının en iyi işaretçisi olarak dikey sıçramaları bildirmiş, Haymes ve Dickinson (1980) dikey sıçramanın FIS puanlarıyla anlamlı şekilde ilişkili olduğunu bulmuştur. Andresen ve arkadaşları (1990) High Box Test ve Hexagonal Obstacle Testinin ağırlık merkezinin altından bacakları hareket ettirme gereksiniminden dolayı kayak performansı ile en iyi şekilde korele olduğu

sonucuna ulaşmıştır. Veicsteinas ve arkadaşları (1984) ile Saibene ve arkadaşları (1985) kayağa relatif enerji katkısını araştırmışlardır.

Her iki gurup da kayak yarışının anaerobik sistemden %65 oranında bir katkı olduğu sonucuna ulaşmış ve kuvvet üretimi ile nöromusküler koordinasyonun antrenmanda odak noktası özelliğini koruması gerektiğini önermiştir. Hem Veicsteinas ve arkadaşları (1984) hem de Saibene ve arkadaşları (1985) 1mmol/L kan laktatının 3,15 mL O₂/kg ile ilişkili olduğu varsayımına dayanarak enerji metabolizmasına laktat katkısının çıkarımını sağlamak için kan laktat ölçütleri kullanmıştır.

Yazarlar bu durumun bazı hataları içerdiğini, yüksek irtifa ve daha yüksek şiddette egzersiz gibi değişkenlerin ilave edilmesiyle hata oranının daha da artabildiğini bildirmişlerdir. Veicsteinas ve arkadaşları (1984) ile Saibene ve arkadaşlarının (1985) yapmış olduğu araştırmaların her ikisi de Alp disiplininde aeroabiğe kıyasla anaerobik katkının daha fazla olduğuna işaret etmektedir. Buna göre, daha fazla aerobik katkının nöromusküler sistemdeki yükü daha fazla azalttığı böylelikle de anaerobik ve kuvvet üretim/antrenmana olan bağımlılığı azalttığı savunulabilir (Kyrolainen ve ark., 1998). Aeroabiğe karşı anaerobik sistemin nispi katkısının net bir şekilde anlaşılması, fiziksel antrenman sırasında bu sistemlerden her birine yapılan vurguyu belirleyecektir (Turnbull ve ark., 2009).

2.4. OKSİDATİF STRESS

Organizmada çeşitli sebeplerle oluşmuş olan serbest oksijen radikallerine karşı oksidatif stresi engelleyen, sınırlayan ya da kısmen ortadan kaldıran antioksidanlar olarak adlandırılan koruyucu mekanizmalar vardır (Halliwell ve Whitemann, 2004).

Bu mekanizmalar serbest oksijen radikallerinin öncül maddelerini devre dışı bırakarak veya oluşan serbest haldeki radikalleri temizlemesiyle elde eder. Sağlıklı kişilerde oluşacak serbest oksijen radikalleri ile antioksidan koruma sistemi denge halindedir, fakat çeşitli sebeplerle antioksidan koruma zayıf hale gelebilir ya da serbest oksijen radikallerinin üretimi artar hale gelebilir ya da her iki etki birlikte görülebilir.

Böylelikle direk olarak veya dolaylı olarak hücre hasarı ile sonuçlanmış olan, serbest radikal üretimi ile organizmaların antioksidan koruma mekanizmaları arasında bulunan dengesizlik olarak tanımlanabilen duruma ise oksidatif stres denir (Halliwell, 2006).

Oksidatif stres, nonenzimatik ve enzimatik antioksidanların aktivite ve konsantrasyonunda bir azalma ya da nonenzimatik antioksidanların oksidasyonunda bir artış olarak da nitelendirilir (Deaton ve Marlin, 2003).

Oksidatif stres sonucunda protein, lipit, nükleik asit ve enzimlerin yapı ve fonksiyonları bozulmaktadır (Bompa, 1998). Aslında oksidatif stres her zaman oksidatif hasarla sonuçlanmaz. Ancak lipit, protein ve DNA yapılarında oksidatif hasara neden olabilir ve atletik performansı da düşürür (Deaton ve Marlin, 2003).

2.4.1. Oksidatif Stresin Egzersizle İlişkisi

İnsan vücudu karşılaştığı değişik iç ve dış kaynaklı streslere karşı belirgin bir uyum yeteneğine sahiptir. Antrenman, bu tip bir stres kaynağı olarak değerlendirilebilir (Deaton ve Marlin, 2003). Antrenmanın, insan sağlığı üzerinde çok fazla yararlı etkilere sahip olmasının yanında zararlı etkilerinden de bahsedilmekte (Witt ve ark., 1992) ve reaktif oksijen çeşitlerinin ve serbest radikal oluşumlarının özellikle şiddetli olan antrenmanlar yapılırken yükseldiğine ve oksidatif stresin kas, karaciğer, kan ve diğer dokularda meydana geldiğine dair bulgular da mevcuttur (Witt ve ark., 1992).

Antrenman ile ilgili olan oksidatif stres, antrenman türü ve antrenmanın azlığı, çokluğu ile bağlantılıdır (Revan ve Erol, 2008). Antrenman ne kadar fazla olursa, oksidatif hasar ve serbest radikal oluşumu da o kadar fazla olur (Revan ve Erol, 2008). Özellikle akut, yoğun antrenmanların oksidatif hasara sebep verdiği gösterilirken, düzenli dayanıklılık antrenmanlarının, antrenman sonrası oksidatif stresi, kas hasarını azalttığı ve antioksidan savunma kapasitesini geliştirdiği öne sürülmektedir (Revan ve Erol, 2008).

Orta şiddetli uzun süreli egzersizin ise ratların dayanıklılığını artırdığını, insanlarda da kanser, kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi hastalık oranlarını azalttığını gösteren çalışmalar vardır (Deaton ve Marlin, 2003). Ancak orta seviyede bir egzersizin bile serbest oksijen radikallerinde antioksidan kapasiteyi aşan bir artış oluşturduğu bildirilmektedir.

Egzersiz esnasında serbest oksijen radikallerinin belirli kaynakları, mitokondriyal elektron transport zincirinden elektron kaçaklarına, ksantin oksidaz reaksiyonuna, hemoglobin oksidasyonuna ve aktifleşmiş nötrofillere neden olur (Aguilo ve ark., 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalar, akut egzersizin neden olduğu serbest oksijen

radikallerinin kas ve diğer dokularda hasara neden olduğunu desteklemektedir (İlhan ve ark., 2004).

Akut aerobik antrenman ve oksidatif hasarı birbirine bağlayan iki mekanik mevcuttur; ilki oksijen kullanımının dinlenmeden 10-15 kat daha fazla olması, ikincisi ise oksidanların oluşumu sonrası antioksidan aktivite azlığıdır (Çelik ve ark., 2007). Akut ve düzensiz antrenmanın negatif etkilerinin yanı sıra düzenli antrenmanların, gelişmiş bir antioksidan sisteme ve lipit peroksidasyonunda ise düşüşe sebep olduğu öne sürülmektedir (Hamurcu ve ark., 2010).

Düzenli egzersizin lipit profilindeki etkileri trigliserid, LDL ve VLDL kolesterol düzeylerinde azalmaya, HDL kolesterol düzeyinde artışa neden olur. Düzenli egzersiz yapan bireylerde serum LDL düzeyi sedanter bireylerden daha düşüktür (Arslan ve ark., 2005).

Kronik fiziksel egzersiz; kardiyovasküler fonksiyon gelişimi vücut kompozisyonu ve kan basıncındaki değişiklikler, hücresel düzeyde birtakım biyokimyasal değişikliklerle beraber organizmayı günlük yaşam sorunlarına karşı daha güçlü hale getirebilir. Kronik fiziksel egzersiz birden fazla pozitif adaptasyonu beraberinde getirirken, bu sırada organizmaya zarar da verebilmektedir.

Antrenman nedeni ile oluşmuş olan serbest radikal jenerasyonu ve bunun başlattığı lipit peroksidasyonu organizmaya zarar veren mekanizmalardan bazılarıdır. Normalde dinlenme esnasında bile binlerce molekül serbest radikal üretiminin olduğu düşünülürse, metabolizmanın ileri seviyede hızlandığı antrenman esnasında serbest radikal oluşumunda belirgin bir artış olması normal bir beklentidir (Şen ve ark., 2008). Ancak, egzersizin oksidatif stres ya da oksidatif hasara sebep olduğu kesin olarak söylenemez. Çünkü oksidatif stres ya da hasarın üretimi ya da yoğunluğu üzerinde süre, şiddet, fiziksel uygunluk, sportif beceri, sağlık ve çevresel faktörler etkilidir (Deaton ve Marlin, 2003).

Egzersizle ilgili oksidan üretiminin çeşitli nedenleri vardır:

Oksijen tüketiminde artış olur (Deaton ve Marlin, 2003). Dayanıklılık egzersizine cevaben oksijen tüketimi sistemik olarak 10 ile 20 kat, iskelet kaslarında 100 ile 200 kat kadar artar (Mastaloudis ve ark., 2004).

Oksijenin kısmi azalmasına bağlı olarak artış gösteren metabolik ara ürünlerin oluşumu da (örneğin süperoksitler, hidrojen peroksit ve hidroksi radikaller) serbest radikal üretimine neden olmaktadır (Günay ve ark., 2006).

Egzersiz kaynaklı doku hasarı nikodinamid adenin dinükleotit fosfat (NADPH) oksidaz tarafından serbest radikal üretimiyle, nötrofiller gibi inflamatuvar hücrelerin aktifleşmesine neden olabilir (Deaton ve Marlin, 2003).

Egzersizde katekolamin konsantrasyonları artar ve onların otooksidasyonundan ROS meydana gelebilir (Deaton ve Marlin, 2003).

Mitokondriler artan ısıyla birlikte süperoksit üretimine maruz kalırlar. Bu yüzden hipertermiye neden olan egzersiz, oksidatif stres oluşturabilir (Deaton ve Marlin, 2003).

Metabolizma sonucu üretilen laktik asit hafif hasar oluşturan serbest radikal süperoksiti kuvvetli hasar oluşturan hidroksile çevirebilir (Günay ve ark., 2006).

Yoğun egzersizde aktif kas lifleri hipoksiye maruz kalabilir (Deaton ve Marlin, 2003). Ayrıca antrenman esnasında kanın büyük bir bölümü aktif olarak çalışan kaslara gittiği için birçok organ ve dokuya iletilen kan akımı düşmekte ve bu alanlarda da hipoksi oluşmaktadır. Antrenmandan sonra tekrardan kan akımı başlanması ile tekrar oksijenlenme sonucu birdenbire reaktif oksijen molekülleri yükselmektedir (Günay ve ark., 2006).

Antrenman, antioksidanlarla ROS arasında dengesizliğe sebep olarak oksidatif strese neden olabilir. Birçok çalışmada, özellikle yüksek şiddette akut aerobik egzersizin oksidatif strese sebep verdiği belirtilmiştir. Akut aerobik egzersiz ve oksidatif stres iki mekanizma ile birbirine bağlıdır;

1. Oksijen hacmi 10-15 kat arttırıldığında kütle hareket etkisi yoluyla prooksidan aktivitesi artar,
2. Prooksidanlara göreli olarak antioksidan aktivitesinin yetersiz kalması (Günay ve ark., 2006).

Antrenmanla ilişkili oksidan üretimi için birden fazla farklı yol mevcuttur. Oksijen tüketimi antrenmanda birkaç kat yükselir. Mitokondriyal elektron transfer zincirinden elektron sızıntısı, süperoksit anyonunun üretimiyle sonuçlanır. Diğer bir yol Ksantin

dehidrogenaz, hipoksantini ksantine, ksantini ürik asite oksitlerken elektron alıcısı olarak Nikotinamid adenin dinükleotit (NAD)'yi kullanarak NADH oluşumunu sağlar. İskemi esnasında aktif kaslarda ksantin, ATP'nin anaerobik metabolizması yoluyla oluşturulur, ve ksantin dehidrogenaz, ksantin oksidaza dönüştürülür. Reperfüzyon esnasında, oksijen yüklenmesindeki artış sonucu ksantin oksidaz ürik asiti hipoksantine dönüştürmeye devam eder fakat oksijenden elektron alıcısı olarak faydalanıp süperoksit oluşturur. Egzersizin sebep olduğu stres adenozin trifosfat (ATP)'nin hipoksantine yıkımını artırır. Ksantin oksidaz enzimi tarafından ürik asite dönüşümü sağlanır. Bu işlemde toksik süperoksit ve hidroksil radikalleri içeren serbest radikaller üretilir ve kas hücre hasarına sebebiyet verir (Çimen ve ark., 2002).

Antrenman sonrası doku hasarı, nötrofiller gibi inflamatuvar hücrelerin aktivasyonunu yükseltebilir, sonucunda da NADPH oksidaz tarafından serbest radikaller üretilir. Bir başka yol antrenman esnasında katekolaminlerin seviyesi yükselir ve onların otooksidasyonu ROS'la sonuçlanabilir. Bir başka yol ise Oksihemoglobinin methemoglobine otooksidasyonu sonunda süperoksit üretilir ve methemoglobin dönüşüm hızı antrenmanla yükselebilir (Bloomer ve Cole, 2009).

Oksidatif strese, hidroksil radikali (OH, Süperoksit anyonu (O₂)), Hidrojen peroksit (H₂O₂) gibi ROS'un artışı sonucu kullanılan kimyasal ve enzimatik antioksidan savunma sistemi yetersiz kalır. Şöyle söyleyebiliriz, şiddetli antrenman ROS'u yükseltebilir ve böylece oksidatif stres meydana gelebilir. Yine de bu sorunla ilgili insanlar üzerinde yapılmış çok fazla çalışma bulunmamaktadır çünkü biyomoleküllerde oksidatif lezyonları ölçmekte kullanılan metodlar kas biyopsisi gibi girişimsel ve zor yöntemlerdir (Powers ve ark., 2010).

Süresi fazla ve yoğun antrenmanlar, iskelet kası ve kalp kası hücrelerinin sarkoplazmik zarlarında hasara, kas kontraktilesinde ve miyofibril yapıda bozulmaya ve kan, üre, kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz aktivitesini de içinde bulunduran değişimlere sebep olmaktadır (Çimen ve ark., 2002).

Antrenmanın indüklediği ROS'nin meydana gelimi fiziksel egzersizin özelliği, yoğunluğu ve süresiyle değişir. Antrenmanda cinsiyet de önemlidir. ROS'nin kaynakları mitokondriyal elektron transport zinciri, ksantin oksidaz sistemi, enflamasyon ve katekolamin otooksidasyonudur. Maksimal aerobik antrenman sırasında bütün

vücudun oksijen tüketimi dinlenmedekine göre yaklaşık olarak 15-20 kat, aktif kaslardaki oksijen tüketimi ise 100 kat daha fazladır. Yükselmiş oksijen tüketimi ise ROS'nin üretimini arttırmaktadır (Watson ve ark., 2005).

İnsanlarda ılımlı antrenmanlarda, linoleik asitin peroksidasyonundan oluşan pentan artış gösterir. Yine insanlarda yüksek seviye egzersizden 30 dk. sonra plazma MDA'sının arttığı gösterilmiştir (Dündar ve Arslan, 1999).

Aldehitler özellikle MDA, egzersizle oluşan oksidatif stres belirteci olarak sık sık kullanılır. MDA, spektrofotometre ve spektrofloresans yöntemlerle ölçülebilir (Halliwell and Chirico 1993). Egzersizde MDA değişimlerini belirlemede kullanılan ortak yöntem tiyobarbitürik asit (TBA) yöntemidir (Carlssohn ve ark., 2010).

2.5. ANTİOKSİDANLAR

Hücrelerde oksidatif hasara engel olan, tamamen yok eden veya kısmi olarak azaltan bazı mekanikler mevcuttur (Demirbağ ve ark., 2006). Serbest radikallerin zarar veren etkilerini engel olmak üzere organizmada, enzimatik ve enzimatik olmayan bu savunma sistemlerine antioksidan savunma sistemleri ya da kısaca antioksidanlar denilmektedir (Evans, 2000). Görevleri, genel olarak koruma, durdurma ve onarma olmak üzere 3 bölümde toplanabilir. (Aksoy, 2002).

İlk olarak önleyici/koruyucu antioksidanlar (Süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, metallere kompleks yapıcı proteinler) radikal meydana gelmesini önlerler. Önlenemeyen antioksidanlar radikal yakalayıcılar (C vitamini, ürat, albumin zincir başlamasına engel olarak, E vitamini, ubikinon, karotenoidler, flavonoidler zincir ilerlemesini durdurarak) tarafından tutularak zincirin başlaması veya ilerlemesi durdurulur. Engel olunamayan radikaller hücreye zarar vermişse, tedavi edici antioksidanlar (lipaz, proteaz, DNA onarıcı enzimler, transferazlar) devreye girerler ve hücreleri onararak ya da yenileyerek hastalıkların meydana gelmesini önlerler (Okçu ve Keleş, 2009). Meyve, meyve suyu, sebze, kuruyemiş, çay ve tohumlardaki antioksidan içerik ve aktivite vücudu oksidatif hasara karşı korumada önemli görev almaktadır (Watson ve ark.,2005).

2.5.1. Başlıca Antioksidan Etkiler

Antioksidan maddeler başlıca altı mekanizma ile çalışırlar. Bunlar meydana gelen serbest radikalleri toplayıcı ve giderici etkileri ile bağlayarak veya kararlı hale getirerek; zincir kırıcı etki ile serbest radikal üreten kimyasal reaksiyonları durdurarak; baskılayıcı etki ile reaksiyon hızını azaltarak; onarıcı etki ile lipid, protein ve DNA gibi yapılarda oluşmakta olan biyolojik moleküler hasarı rejenere ederek; hücresel kinaz kayıplarını önleyip oksidasyon reaksiyonlarını durdurarak; organizmadaki SOD gibi antioksidan enzimler ile enzimatik olmayan antioksidanların sentezini artırarak etkilerini gösterirler (Dündar ve Arslan, 1999).

2.5.1.1. Enzim Olan Antioksidanlar

Enzimatik antioksidanlar, nonenzimatik antioksidanları tamamlar ve oksitlenmiş antioksidanları yeniler ya da reaktif oksijen türlerini ortadan kaldıracak reaksiyonları katalizler (Carlsohn ve ark. 2010). Katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz (26), glutatyon redüktaz, glutatyon transferaz (Aksoy, 2002) enzim olan antioksidanlara örnektir.

2.5.1.1.1 Süperoksit Dismutaz (SOD)

Endojen olarak meydana gelen ve organizmayı oluşturan her hücre için esansiyel bir enzimdir. SOD beş farklı formdadır: İnsan vücudunda en fazla olarak bulunan bakır çinko CuZn-SOD sitoplazmada bulunur. MnSOD, mitokondrilerde yer alır. Fe-SOD, E. Coli, Bacteroides fragilis ve Propionibacterium shermanii bakterilerinde anaerobik ortamda Fe içeren, aerobik ortamda ise Mn içeren SOD enziminin kullanıldığı özel bir sistem şeklinde bulunmaktadır. Ni-SOD, Streptomyces griseus bakterinde tanımlanan homotetramerik yapılı nikel içeren bir izoenzimdir (Baskin ve Salem, 1997). Ekstraselüler SOD (EC-SOD), Marklund tarafından 1982'de tanımlanmıştır ve CuZnSOD'dan farklı olarak bakır ve çinko taşıyan salgısal SOD'dur (Marklund, 1982).

EC-SOD, sadece fibroblast ve endotelial hücreler tarafından sentez edilir ve heparan sülfatlara bağlı olarak hücre yüzeyinde eksprese edilir. Damar endotelinden salınan endotelial heparin gevşetici faktör plazmada süperoksit tarafından nötrele edildiği için EC-SOD damar tonusunun düzenlenmesinde muhtemel rol oynar (Marklund, 1982): $2O_2^- + 2H^+ + SOD \rightarrow H_2O_2 + O_2$ SOD, ROS'lardan süperoksit bir elektron vererek H_2O_2 'ye indirgerken; katalaz ve selenyum-bağımlı glutatyon peroksidaz (GPx) ise

H₂O₂'yi suya indirger. SOD'un antioksidan etkisi süperoksit ile Fe₃⁺ 'ün, Fe₂⁺ 'ye indirgenmesi sonucunda hidroksil radikalının oluşumuna engel olması şeklindedir (Baskin ve Salem, 1997).

2.5.1.1.2. Glutasyon Peroksidaz (GPx)

Glutasyon redoks döngüsü, hücreiçi hidroperoksitlerin indirgenmesinde önemli rol oynamaktadır. GPx, dört atom selenyum bağladığından dolayı seleno-sistein bileşiği sınıfına girer ve katalitik aktivitesini bu özelliği gerçekleştirir. Ko-substrat olarak glutatyon gereklidir. GPx, glutatyonu okside ederek H₂O₂'yu H₂O'ya indirgemektedir (Eşitlik A). Glutasyonun okside formunun (GSSG) tekrar GSH'ya indirgenmesi ise glutasyon redüktaz (GR) tarafından sağlanır (Eşitlik B). SOD maksimum etkinlik için bakır, çinko ve manganez; GPx selenyum ve katalaz demir gibi geçiş metallerinin kofaktörlüğüne ihtiyaç duyar (Garewall, 1997). $H_2O_2 + 2GSH \rightarrow GSSG + 2H_2O$ (Eşitlik A) $GSSG + NADPH + H^+ \rightarrow 2GSH + NADP +$ (Eşitlik B)

2.5.1.2 Enzim Olmayan Antioksidanlar

Enzimatik olmayan mekanizmalar glutasyon, C vitamini, E vitamini ve benzer antioksidanlar gibi radikal temizleyici olarak rol oynayan basit hidrofobik ve hidrofilik moleküllerden oluşur. Enzimatik mekanizmalar ise, en belirgin basamakları süperoksit dismutaz ve katalazı içeren daha karmaşık ve enzimatik basamaklardan oluşur (Somerville ve ark., 2000). 4000 kadar antioksidan tanımlansa da, en bilinenleri vitamin, C, E ve karatinoidlerdir (Gechev ve ark, 2003). Özetle, A, E, C vitaminleri, glutasyon, ubikinon, flavonoidler bu gruba örnek olarak verilebilir (Maher ve ark., 2008).

2.5.1.2.1 E Vitamini

E vitamini; tokoferol ve tokotrienol türevlerini kapsayan bir vitamindir. Antioksidan aktivitesi en yüksek olan tokoferol alfa-tokoferoldür (Gechev ve ark, 2003). Alfa tokoferol en aktif formdur, dokulardaki E vitamini aktivitesinin yaklaşık %90'ı olarak bulunur. E vitamini, diyetle alınan zincir kırıcı ve başlıca lipofilik bir antioksidandır (Mugnaini ve Lucarini, 2007).

Tokoferoller açık sarı renkte ve yapışkan kıvamda maddelerdir. Bunlar lipitlerde ve birçok organik eriticide erir, suda erimezler. E vitamini ısıya, alkalilere, asitlere ve ışığa

karşı dayanıklıdır, fakat ultraviyole ışınlar karşısında kolayca bozulur. Oral yolla alınan tokoferol genellikle iyi absorbe edilir. Tokoferoller ince bağırsakta safranin yardımıyla emülsiyon haline gelir ve sonra absorbe olurlar. Yağlar ve safra tuzları E vitamininin absorpsiyonunu kolaylaştırır. Maksimum absorpsiyon E vitamini alındıktan birkaç saat sonra görülür. E vitamini karaciğer ve yağ dokularında depo edilir. Depolama miktarı yaşa ve cinsiyete göre değişir. Hücre içerisinde ise tokoferol mitokondri, mikrozom ve lizozomlarda konsantre olur. Bozulmuş yağlar E vitaminini oksidasyona uğratarak bozulmasına neden olur, mineral yağlar ise bu vitaminin absorpsiyonunu engeller (Proteggente ve ark., 2000).

Biyolojik membranlardaki oksidatif bozulmada esas olan maddeler fosfolipit bileşikleridir. Söz konusu fosfolipitlerdeki yapısal değişiklikler ise membranın yapısal (Del Rio ve ark., 2002) harabiyetine ve hücre bütünlüğünün bozulmasına yol açmaktadır. Membranların lipit peroksidasyonundan fazla etkilenmeleri, fosfolipit bileşiklerinin çoklu doymamış yağ asiti taşımalarından kaynaklanmaktadır.

Özellikle α -tokoferol çok kolay oksitlenebilme yeteneğine sahiptir. Antioksidan karakteri nedeniyle E vitamini aktif radikallerle reaksiyona girerek oksidasyona duyarlı moleküler yapıların istenmeyen oksidasyonlarının önlenmesinde ya da azaltılmasında etkili olur. Antioksidanlardan oluşan direncin kırılması oksidatif strese yol açar. E vitamini bulunduğu biyolojik ortamlardaki serbest radikal türlerini toplayarak peroksidasyonun erken döneminde zar fosfolipitlerindeki çoklu doymamış yağ asitlerini korumada oksidatif strese karşı ilk savunma hattını oluşturur. Bir diğer yol ile de singlet oksijen, süperoksit ve daha çok hidroksil radikallerini indirger (Proteggente ve ark., 2000). Bir molekül α -tokoferol 100 molekül çoklu doymamış yağ asidini peroksidasyondan koruyabilir. E vitamini bitkisel yağlar, yeşil yapraklı sebzeler ve kuru yemişlerde mevcut olup daha çok yer fıstığı, badem, pamuk yağı ve keten tohumunda; zeytinyağında ise iz miktarda bulunur (Alscher ve Hess, 1993).

E vitamininin fonksiyonunun devamı ve rejenerasyonu için askorbik asit ve GSH'a ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü askorbik asit tokoferoksil radikalini indirgeyerek tokoferolün radikal temizleme aktivitesini düzenlerken, askorbik asitin redoks durumu da hücre içi GSH tarafından kontrol edilmektedir (Soriani ve ark., 1994).

E vitamininin üzerinde yoğun olarak devam eden tartışma konularından birisi de “antioksidan etkinliğin gerçekleşebilmesi için gerekli doz” hakkındadır. Bu alanda türlere, cinsiyete, yaşa, patolojilere göre değişen miktarlar ortaya konmuştur. Yayınların önemli bir kısmında insanlarda 50, 100, 250, 400, 800 ve 1000 IU/günlük dozların araştırıldığı görülmektedir. Jilal’in, ulaştığı kanı olan “günlük 50 IU E vitamini katkısıyla antioksidasyon işlevin gerçekleşmesi beklenemez” yaklaşımı hemen tüm araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir. Birçok yayın normal antioksidan etki için 400 IU E vitamini, maksimum etki için ise 800 IU’yi kabul etmektedir. 1000 IU ise, megadoz olarak tanımlanmakta, bu tür uygulamalarda E vitamininin diğer maddelerle (Sinha ve ark., 2009) oluşturdukları kombinasyonlar nedeniyle “sinerjik toksisite” ye yol açabileceği ifade edilmektedir. Diğer yandan, besinlerle sağlanabilen alım dozuna eşdeğer E vitamini alındığında aynı etkiyi göstermediği, besinlerle doğal alımın daha güçlü antioksidasyon oluşturabildiği ileri sürülmüştür (Proteggente ve ark., 2000).

2.5.1.2.2 Beta-karoten (Vitamin A)

Karotenoidler, sebze ve meyvelerin renklerini meydana getiren maddelerdir ve vitamin A öncülleri olarak antioksidan etkileri mevcuttur. En önemlileri α - karoten, β -karoten, likopen, krosetin, kantaksantin ve fukoksantindir. Bunlardan β - karoten, iki molekül vitamin A’nın (retinol) birleşiminden meydana gelmiştir. β -karoten yüksek konsantrasyonlarda pro-oksidan olarak davranmakta ve proteazları aktive etmektedir. Ayrıca β -karoten diğer ROS’ları da etkisiz hale getirmektedir. Düşük oksijen basıncında β - karoten peroksil radikali ile direk reaksiyona girmekte ve bu durum yüksek oksijen basıncında vitamin E’nin aynı etkisi ile sinerji oluşturmaktadır (Baskin ve Salem, 1997).

2.5.1.2.3 Vitamin C (Askorbik asit)

Suda çözünebilen ve turuncgiller, patates, domates ile yeşil yapraklı sebzelerde yer alan antioksidandır. İnsanlar L-glukanolakton oksidaz enziminin azlığı sebebiyle d-glikozdan askorbik asidi sentezleyemezler ve bu nedenle gıdaları ile almak mecburiyetindedirler (Baskin ve Salem, 1997). Suda çözünebilen-zincir kıran bir antioksidan olması sebebiyle özellikle detoksifikasyon metabolizması sırasında oluşan serbest radikalleri ve ROS’ları etkisiz hale getirir (Carr ve ark., 2000). Redükte edici (elektron verici) bir ajan olması sebebiyle moleküler oksijen, nitrat, sitokrom a ve c’yi indirgeyebilir. Bir elektronun verilmesi sonucunda askorbat, semidehidroaskorbat

(DHA) radikaline çevrilir. Askorbat, süperoksit ve hidroksil radikalleri ile kolaylıkla reaksiyona girerek DHA oluşturur. DHA, vitamin C kaynağı olarak kullanılır (Baskin ve Salem, 1997). Askorbik asit + $2O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + DHA$ Hücresiz sistemlerde askorbatın α -tokoferole göre daha güçlü bir şekilde LDL oksidasyonu önlediği gösterilmiştir. LDL ile askorbatın birlikte oksidatif koşullarda inkübasyonu, LDL oksidasyonunu engelleyerek LDL partikülündeki endojen antioksidanların korunmasını sağlamıştır (Carr ve ark., 2000). Ayrıca vitamin C membrana bağlı Vitamin E'nin rejenerasyonunu da sağlar. α -tokoferoksil radikali ile reaksiyona girerek, tokoferol meydana getirirken kendisi de dehidroaskorbik aside dönüşür. Hayvanlara vitamin C verilmesi plazma ve doku vitamin E seviyelerini arttırmaktadır. Ayrıca, askorbik asit tek başına pro-oksidan etkilidir ve bakır ile demir tuzları için indirgeyici olarak davranmaktadır. Askorbik asit tarafından Fe^{+3} , Fe^{+2} 'e dönüştürülmektedir. Fe_2^+ böylece hidrojen peroksidin hidroksil radikaline çevrilmesine neden olmaktadır (Proteggente ve ark., 2000).

2.5.1.3. Diğer Antioksidan Moleküller

2.5.1.3.1. Glutatyon (GSH)

Vücutta direk olarak sistein, glisin ve glutamattan sentezlenmektedir. GSH redoks döngüsünün bir substratı olarak, hidroksil radikalleri ile singlet oksijenin temizlenmesinde yararlıdır. Direk olarak serbest radikalleri temizlemesinin yanı sıra; GPx ile birlikte enzimatik olarak da etki gösterir. GSH hücrelerde enzim ve diğer hücrel bileşenlerin redükte halde tutulmamaları için hayati rol oynar. GSH en çok karaciğerde sentezlenir ve yaklaşık % 40'ı safra ile atılır. Safradaki bu GSH'nın diyetteki ksenobiyotiklere karşı vücudu koruduğu, barsak lümenindeki lipid peroksidasyonun önlediği ve barsak epitelyumunu oksijen radikallerine karşı savunduğu düşünülmektedir (Maher ve ark., 2008)

2.5.1.3.2. Koenzim Q10 (CoQ10)

Ubiquinon olarak da kullanılır. Bütün canlı hücrelerde mevcuttur ve mitokondriler tarafından enerji üretilmesi için gereklidir. Ayrıca serbest radikallere karşı vücudu savunur ve immun direnci yükseltir (Sumien ve ark., 2009).

2.5.1.3.3. Ürik asit

Endojen olarak serbest radikal temizleyicisi ve antioksidan olarak davranır. Vücut sıvılarında yaklaşık olarak 0.5 mmol/L kadar mevcuttur ve pürin metabolizmasının son ürünü olarak sentezlenir. Ürik asit güçlü şekilde singlet oksijen, peroksil radikali ($ROO\cdot$) ve $OH\cdot$ temizleyicisidir (Sinha ve ark., 2009).

2.5.1.3.4. Albumin

Her bir molekülünde bir tane sülfhidril grubu taşıdığı için kendi başına serbest radikallere karşı koyar ve primer olarak ekstraselüler antioksidan savunma sisteminin ana üyesidir. Albumin de kendini adeta kurban eden bir molekül olarak bakırı sıkı; demiri ise zayıf bir şekilde bağlar ve bağlı metal yüzeyinde kalır. Bu metal HaberWeiss reaksiyonlarına katılabilir; fakat oluşan $OH\cdot$ Albumin tarafından hemen etkisiz hale getirilir. Albuminde meydana gelen hasar, plazmada albuminin çok bol olarak bulunması ve serbest radikallerin diğer antioksidanlar ile de etkisiz hale getirilmesi nedeniyle önemli değildir. Diğer plazma proteinleri serüloplazmin ve transferrin de antioksidan aktivite göstermektedir (Soriani ve ark., 1994).

2.6. Antioksidanların Egzersiz ile İlişkisi

Antrenman ile oksijen tüketimi ihtiyacı artmakta ve oksijen tüketiminin artması serbest radikal üretiminde yükselmeye sebebiyet vermektedir. Oluşmuş olan bu serbest radikaller enzimatik ve nonenzimatik antioksidanları içeren bir savunma sistemi tarafından nötralize edilir.

Düzenli egzersizin, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırmak suretiyle oksidatif stresin zararlı etkilerini yok ettiği belirtilmiştir (Maher ve ark., 2008).

Antrenmana cevap olarak oluşan faydalı etkiler oksidatif stres ve artan antioksidan kapasite arasında bir bağlantı olduğu anlamına gelir. Antrenmanlı bireylerde istirahatta kan antioksidan aktivite düzeyinde artış saptandığını ve bu antioksidan aktivitenin egzersiz sonrasında daha fazla yükseldiğini belirten çalışmalar vardır. Ancak bu sonuçların tartışmaya açık oluşu hala sürmektedir (Del Rio ve ark., 2002).

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

Düzenli antrenman, akut egzersizin sebep olduğu oksidatif stresi azaltmak için adaptasyona neden olabilir. Egzersize 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 yeterli şiddet ve sürede tekrarlanan egzersizlerin biriken etkilerinin sonucunda adaptasyon gerçekleşir. Özetle, aerobik antrenmanlar egzersizin neden olduğu oksidatif stresi baskılamaya ilaveten antioksidan üretimini de uyarır (Maher ve ark., 2008).

Sportif aktivitelerden sonra ise plazmada E vitamini seviyesinin arttığını gösteren çalışmalar vardır. Egzersiz sonrasında lipit peroksidasyonunun arttığını ve E vitamininin artan lipit peroksidasyonunu azalttığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Sinha ve ark., 2009).

E vitamininin atletik performans, dayanıklılık ve lipit peroksidasyonu üzerindeki etkisi, çalışmalarda sıkça kullanılan bir araştırma konusu olmuştur. Fakat egzersiz çalışmaları, şiddet, süre ve uygulanan çalışma modeli bakımından çeşitlilik (Sumien ve ark., 2009) göstermektedir. Ayrıca oksidatif stresi değerlendirmek için yapılan denemeler ve bireylerin fiziksel uygunluk düzeylerindeki farklılıklar bu konuda ortaya çıkan çelişkili bulguları desteklemektedir (Urban ve ark., 1997).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya başlamadan önce Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 20.01.2017 tarih ve 2017/32 kararı ile onay alındı. Ayrıca bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TYL-2017-7493 nolu proje ile desteklendi.

3.1. Gönüllü Grubunun Oluşturulması

Çalışma, herhangi bir sağlık problemi olmayan, uluslararası alp disiplini yarışmaları deneyimine sahip, 18 yaş üzerinde 20 erkek gönüllü sporcunun katılımıyla gerçekleştirilmiştir.

3.2. Deneysel Tasarım

Gönüllülere Erciyes Kayak Merkezinde uluslararası standartlara uygun yarışma pistinde, beş gün arayla büyük slalom antrenmanı ve slalom antrenmanı uygulandı.

Gönüllülerden büyük slalom antrenmanlarından 20 dk önce toplam oksidan ve antioksidan miktarlarının belirlenmesi için anteküital venden 5ml kan alındı. Daha sonra gönüllüler 2,5 saat süren büyük slalom antrenmanı uygulandı. Büyük slalom pisti Uluslararası Kayak Federasyonu (FIS) tarafından belirlenen kurallara uygun olarak hazırlandı. Büyük slalom pistinin özellikleri aşağıda verilmiştir. Gönüllüler büyük slalom uygulamasını bitirdikten 5 dk sonra toplam oksidan ve antioksidan miktarlarının belirlenmesi için yeniden anteküital venden 5ml kan alındı.

Daha sonra gönüllülerin 5 gün boyunca hiçbir egzersiz yapmamaları sağlandı. Beş gün sonra slalom antrenmanlarından 20 dk önce oksidan ve antioksidan miktarlarının belirlenmesi için anteküital venden 5ml kan alındı. Daha sonra gönüllülere ortalama 2,5 saat süren slalom antrenmanı uygulandı. Slalom pisti Uluslararası Kayak Federasyonu (FIS) tarafından belirlenen kurallara uygun olarak hazırlandı. Gönüllüler slalom uygulamasını bitirdikten 5 dk sonra toplam oksidan ve antioksidan miktarlarının belirlenmesi için yeniden anteküital venden 5ml kan alındı.

Çalışma boyunca tek bir gönüllüden 5 gün ara ile 10'ar mL olmak üzere toplam 20 mL kan alındı. Alınan numuneler, uygulamaların oksidatif stres üzerine etkilerini belirlemek amacıyla TAS ve TOS seviyeleri Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı'na iletili.

3.2.1. Büyük Slalom Antrenman Parkuru ve Antrenmanları

GS pisti FIS kuralları doğrultusunda hazırlanmıştır. Pistin irtifa farkı 300mt olup %11 i kadar yani 36 adet kapı kurulmuştur. Bu kapıların arası 28 metre uzunluğa sahip olarak ayarlanmıştır. Antrenman ortalama 2.5 saat sürmüştür.

3.2.2. Slalom Antrenman Parkuru ve Antrenmanları

SL pisti FIS kuralları doğrultusunda hazırlanmıştır. Pistin irtifa farkı 120mt olup %35 i kadar yani 42 adet kapı dikilmiştir. Normal kapıların arası 10 metre S kapıların arası 5.5 metre uzunluğa sahiptir. Antrenman ortalama 2.5 saat sürmüştür.

3.2.3. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümü

Sporcuların boy ölçümü çıplak ayaklı, vücut ağırlığı ölçümü ise çıplak ayak ve üzerlerinde şort-tişört olacak şekilde yapıldı. Boy ölçümü için 0.1cm hassasiyete sahip mezura ile yapıldı. Vücut ağırlığı ölçümü için ise 0.1kg hassasiyete sahip elektronik tartı ile yapıldı.

3.2.5. Aerobik Kapasite Ölçümü:

Sporcuların MaksVO₂ değerlerini belirlemek amacı ile şiddeti giderek artan egzersiz protokolü uygulandı. Teste %0 eğimde 7 km/saat'lik koşu hızı ile başlanıp ve izleyen süre zarfında hız dakikada 1 km/saat arttırılarak, sporcuların tükeninceye kadar egzersize devam etmeleri sağlandı. Sporcuların test sırasında maksimal kalp atım hızına ulaşmaları (220-yaş), ekspire edilen karbondioksit (VCO₂) ile alınan oksijen (VO₂), anlık olarak ifade edilen solunum değişim oranının (RER) 1.10'dan daha yüksek değerlere çıkması ve egzersiz yoğunluğu artmasına karşın oksijen alımının platoda kalması, MaksVO₂'a ulaşma kriterleri olarak kabul edildi (Howley ve ark., 1995). Bu kriterlerden en az iki tanesinin aynı anda gerçekleştiği en yüksek 15 saniyelik oksijen alım değeri, MaksVO₂ (ml/kg/dak) olarak kabul edildi. Tükenme zamanı testin toplam süresi olarak belirlendi.

Total Oksidan Seviyesi (TOS) Tayini

Serum TOS düzeyleri Rel Assay Diagnostics marka TOS kiti (Ref No: RL0024) kullanılarak ölçüldü.

Yöntemin Prensibi

Numunede bulunan oksidanların, kit içerisindeki çözeltide yer alan ferröz-iyon şelatör kompleksi ferrik iyonla oksitlemesi esasına dayanmaktadır. Oksidasyon reaksiyonu, reaksiyon ortamında bolca bulunan “enhancer” moleküller tarafından uzatıldı. Ortaya çıkan ferrik iyonun asit ortamda kromojen ile oluşturduğu renkli kompleksin yoğunluğu ortamda bulunan oksidan miktarı ile orantılı ve spektrofotometrik olarak ölçüldü. Yöntem, hidrojen peroksit ile kalibre edilir ve sonuç litre başına mikromol hidrojen peroksit eşdeğeri olarak ifade edildi ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv./L).

Kit İçeriği

Reagent 1	Tampon solüsyonu (H_2SO_4)	25 mM , pH 1.75
Reagent 2	Substrat solüsyonu;	
	H_2SO_4	25 mM, pH 1.75
	Demir iyonu	5 mM
	O-dianisidine	10 mM
SSS	Stabil standart solüsyon	10 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv./L
Kontrol 1		5.0 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv./L
Kontrol 2		20.0 $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv./L

Çalışma Planı

	Numune	Standart
Standart	-	75 µL
Numune	75 µL	-
Reagent 1	500 µL	500 µL
Karıştırılır ve 37 °C’de 30 saniye inkübasyondan sonra 530 nm’de okunur (A1)		
Reagent 2	25 µL	25 µL
Karıştırılır ve 37 °C’de 5 dakika inkübasyondan sonra 530 nm’de okunur (A2)		

Hesaplama

$A2-A1 = \Delta Abs$ (Numune ve standart için ayrı ayrı hesaplandı).

Sonuçlar; ΔAbs Numune/ ΔAbs Standart*Standart Konsantrasyonu (10 µmol/L) şeklinde hesaplandı ve µmol H₂O₂ Equiv./L olarak ifade edildi.

Total Antioksidan Seviyesi (TAS) Tayini

Serum TAS düzeyleri Rel Assay Diagnostics marka TAS kiti (Ref No: RL0017) kullanılarak ölçüldü.

Yöntemin Prensibi

Numunede bulunan antioksidanların koyu mavi-yeşil renkli ABTS radikalini renksiz ABTS formuna indirgemeleri esasına dayanır. 660 nm’de ölçülen absorbans değişimi, numunenin toplam antioksidan seviyesiyle ilişkilidir. Yöntem Trolox (suda çözünür bir vitamin E analogu) içeren kararlı bir antioksidan standart solüsyon ile kalibre edilir.

Kit İçeriği

Reagent 1	Tampon solüsyonu (Asetat tamponu)	0.4 mol/L pH 5.8
Reagent 2	Prokromojen solüsyonu (ABTS)	30 mmol/L
Standart	Trolox	1 mmol/L
Kontrol 1	Trolox	0.5 mmol/L
Kontrol 2	Trolox	2.0 mmol/L

Çalışma Planı

	Numune	Standart/H₂O
Standart	-	30 µL
Numune	30 µL	-
Reagent 1	500 µL	500 µL
Karıştırılır ve 37 °C’de 30 saniye inkübasyondan sonra 660 nm’de okunur (A1)		
Reagent 2	75 µL	75 µL
Karıştırılır ve 37 °C’de 5 dakika inkübasyondan sonra 660 nm’de okunur (A2)		

Hesaplama

$A2 - A1 = \Delta Abs$ (Numune ve standart için ayrı ayrı hesaplanır)

Sonuçlar; $[(\Delta Abs \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta Abs \text{ Numune})] / [(\Delta Abs \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta Abs \text{ Standart})]$ şeklinde hesaplanır ve litrede milimol Trolox eşdeğeri olarak ifade edilir (mmol Trolox Equiv./L).

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 20 programında değerlendirildi. İlk olarak tanımlayıcı istatistikler yapıldı. Daha sonra verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro- Wilk testi, çarpıklık ve basıklık değerleri ile histogram, Q-Q, P-P grafikleri ile değerlendirilerek, verilerin normal dağılım göstermediği tespit edildi. Uygulanan antrenmanlar öncesi ve sonrasındaki TAS ve TOS değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon Signed Ranks Test kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

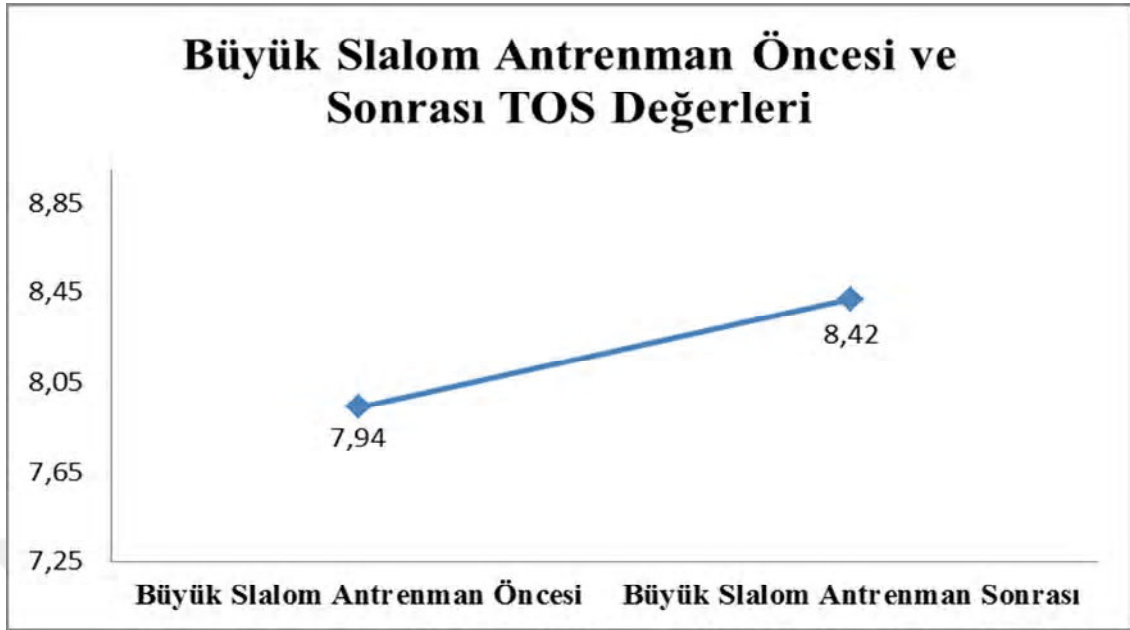


4.BULGULAR

Çalışmaya katılan gönüllülerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, BMI ve MaxVO₂ değerleri tablo 1’de verilmiştir. Gönüllülerin yaş ortalamaları 23,3(yıl), boy uzunlukları ortalamaları 176,1(cm), kilo ortalamaları 82,4 (kg), BMI ortalamaları 26,5(kg/m²), MaxVO₂ ortalamaları 50,46(ml.kg.dk⁻¹) olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya katılan gönüllülerin tanımlayıcı bilgileri

	n	$\bar{x} \pm SD$	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	18	23,28 $\pm$ 5,33	18	35
Boy uzunluğu (cm)	18	176,11 $\pm$ 4,39	170	184
Kilo (kg)	18	82,39 $\pm$ 9,04	68	103
BMI (kg/m²)	18	26,55 $\pm$ 2,61	22,78	33,25
MaxVO₂ (ml.kg.dk⁻¹)	18	50,46 $\pm$ 2,51	46,35	53,58

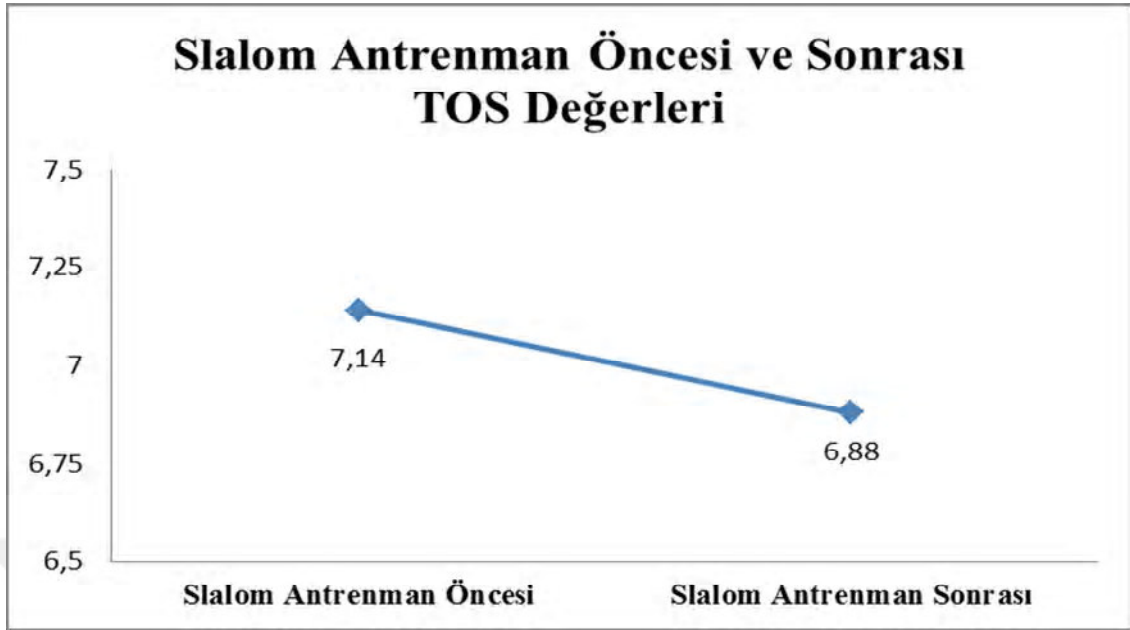


Şekil 1. Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 2. Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması

	n	Medyan (%25 - %75)	z	p
Antrenman Öncesi (µmol)	18	7.94 (7.50-8.58)	-	0,372
Antrenman Sonrası (µmol)	18	8,42 (7,54-9,22)	0,893	

Tablo 2’de gönüllülerin büyük slalom antrenmanı öncesi ve sonrasındaki TOS değerleri gösterilmektedir. Gönüllülerin antrenman öncesi TOS medyan değerleri 7.94 (7.50-8.58) iken, antrenman sonrasındaki TOS medyan değerlerinin 8,42 (7,54-9,22) olduğu görülmektedir. Antrenman öncesi ve sonrasındaki TOS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

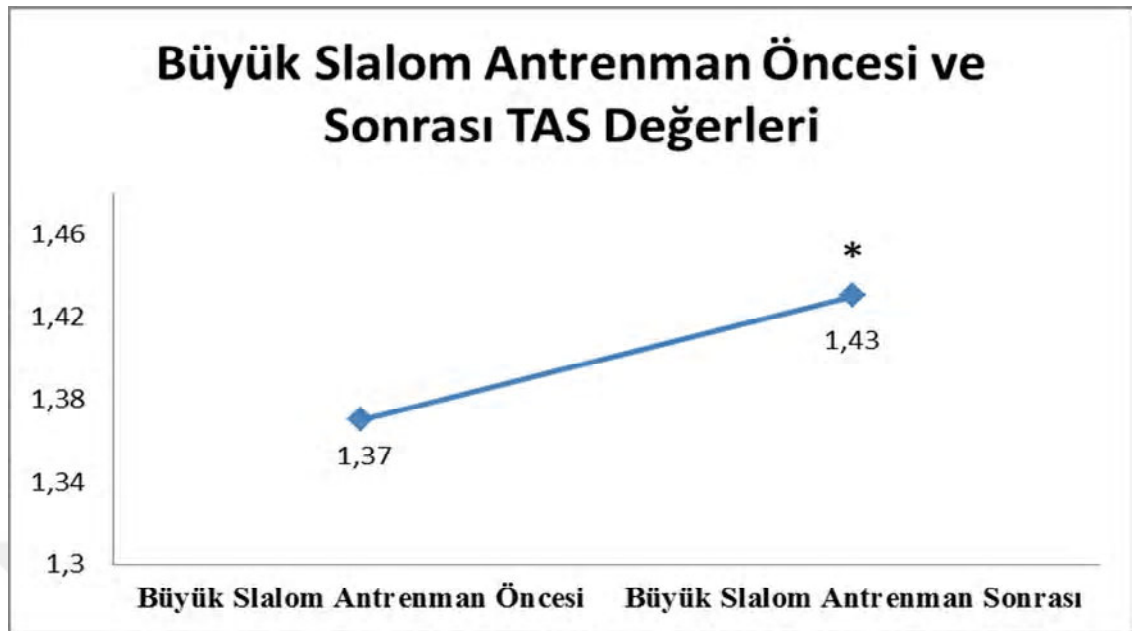


Şekil 2. Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması

Tablo 3. Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TOS Değerlerinin Karşılaştırılması

	n	Medyan (%25 - %75)	z	p
Antrenman Öncesi (μmol)	17	7,14 (6,70-7,72)	-0,237	0,813
Antrenman Sonrası (μmol)	17	6,88 (6,26-8,02)		

Tablo 3’de gönüllülerin slalom antrenmanı öncesi ve sonrasındaki TOS değerleri gösterilmektedir. Gönüllülerin antrenman öncesi TOS medyan değerleri 7,14 (6,70-7,72) iken, antrenman sonrasındaki TOS medyan değerlerinin 6,88 (6,26-8,02) olduğu görülmektedir. Antrenman öncesi ve sonrasındaki TOS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).



Şekil 3. Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması

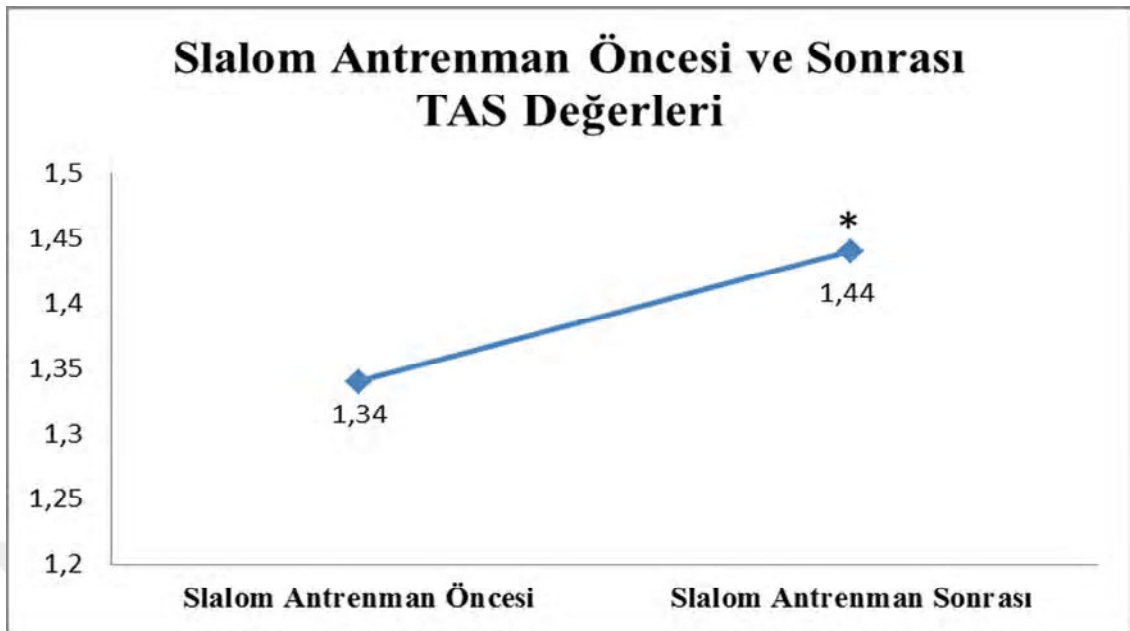
* $p < 0,05$

Tablo 4. Büyük Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması

	n	Medyan (%25 - %75)	z	p
Antrenman Öncesi (mmol)	18	1,37 (1,32-1,44)	-2,788	0,005*
Antrenman Sonrası (mmol)	18	1,43 (1,37-1,55)		

* $p < 0,05$

Tablo 4’de gönüllülerin büyük slalom antrenmanı öncesi ve sonrasındaki TAS değerleri gösterilmektedir. Gönüllülerin antrenman öncesi TAS medyan değerleri 1,37 (1,32-1,44) iken, antrenman sonrasındaki TAS medyan değerlerinin 1,43 (1,37-1,55) olduğu görülmektedir. Antrenman öncesi ve sonrasındaki TAS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. ($p > 0,05$).



Şekil 4. Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması

* $p < 0,05$

Tablo 5. Slalom Antrenman Öncesi ve Sonrası TAS Değerlerinin Karşılaştırılması

	n	Medyan (%25- %75)	z	p
Antrenman Öncesi (mmol)	17	1,34 (1,30-1,43)	-2,817	0,005*
Antrenman Sonrası (mmol)	17	1,44 (1,33-1,69)		

* $p < 0,05$

Tablo 5’de gönüllülerin slalom antrenmanı öncesi ve sonrasındaki TAS değerleri gösterilmektedir. Gönüllülerin antrenman öncesi TAS medyan değerleri 1,34 (1,30-1,43) iken, antrenman sonrasındaki TAS medyan değerlerinin 1,44 (1,33-1,69) olduğu görülmektedir. Antrenman öncesi ve sonrasındaki TAS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. ($p > 0,05$).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Fiziksel aktivitelerin sağlığa faydalı etkilerinin olduğu bilinmesine rağmen, bazı antrenmanların reaktif oksijen miktarını yükselterek, oksidatif strese neden olduğu birçok araştırma sonuçlarında görülmüştür. Aynı zamanda egzersizin serbest oksijen radikallerinin üretimini artırarak oksidatif stres oluşturan bir stres kaynağı olmasına rağmen antioksidan enzim aktivitesini etkileyerek oksidatif strese karşı direnç geliştirdiği bilinmektedir (Aguilo ve ark.,2003). Egzersiz sırasında açığa çıkacak oksidan ve antioksidanların oranı egzersiz şiddetiyle değişim gösterir (Radak ve ark., 2000) Akut tüketici (ağır) ve şiddetli egzersizlerde hasar yapıcı oksidan sistem daha fazla aktive olurken, (Banerjee ve ark., 2003) düzenli ve kısa süreli maksimal olmayan egzersizler ise antioksidan sistemleri daha fazla aktive etmektedir (White ve ark., 2001).

Alp kayağı yarışmaları ve bunların antrenmanları, yoğun tempo ve zor egzersizler içermektedir. Kar üzerinde yapılan faaliyetler esnasında yapılan hesaplamalar sonucunda sporcuların maksimum oksijen tüketiminin %90'ı bulduğu ve kandaki laktat seviyelerinin 10 mmol/L aştığı hesaplanmıştır. Bu nedenle vücuttaki antioksidan savunma ve oksidatif stres dengesinin çok önemli olduğu belirtilmektedir (Subudhi ve ark.,2001).

Yapılan bu çalışmada sporcuların büyük slalom antrenman öncesi TOS medyan değeri 7.94 iken bu değer büyük slalom antrenmanı sonrasında 8,42'ye yükselmiştir. Bununla birlikte aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Slalom antrenmanı öncesi TOS medyan değeri ise 7,14 iken slalom antrenmanı sonrasında bu değer 6,88'e düşmüştür. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Yapılan çalışmalarda büyük slalom branşının slalom branşına oranla daha fazla yorgunluk ve daha şiddetli kasılmalar meydana getirdiği belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak ise büyük slalomda yapılan daha uzun dönüşler esnasında daha fazla ve uzun süreli kasılma

gerektiren kaslarda biriken laktat miktarı olarak bildirilmektedir (Ferguson, 2009). Büyük slalom antrenmanları veya yarışmaları esnasında yüksek kuvvette ve uzun süreli kasılmaların gerekliliğinden dolayı intramüsküler basınçta artış gerçekleşmektedir (Szmedra ve ark., 2001). Bu durum, aktif kaslara kan akışını azaltmakta ve hatta durdurabilmektedir. Sonuç olarak aktif kaslara ulaşan oksijen miktarı azalmakta ve doku oksijenasyonu azalarak kas iskemisi oluşmaktadır. Bu iskemik koşullar ile laktat düzeyindeki artışlar kas yorgunluğuna neden olmakta ve performansta düşüş gerçekleşmektedir (Ferguson, 2009). Bu nedenlerden dolayı, büyük slalom antrenmanı sonrasında TOS değerinin istatistiksel olarak olmasa da bir artış gösterdiğini düşünmekteyiz. Slalom antrenmanı sonrasında ise yine istatistiksel olarak olmamasına rağmen TOS değerinde düşüş gerçekleşmesi ise, antrenman esnasında oksidan enzimlerin artmasına karşın antioksidan enzimlerin daha baskın olarak artış göstermiş olabileceği ve bu nedenle oksidatif enzimlerin azalmış olabileceğini düşünmekteyiz. Büyük slalom antrenmanı sonrasındaki TOS değeri hafif artarken, slalom antrenmanı sonrasındaki hafif düşüşün nedeni, büyük slalom antrenmanlarının daha şiddetli ve yorucu olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Bilimsel çalışmalar kısa süreli ya da akut yoğun egzersizlerin oksidatif stresi artırdığını belirtmektedir (Thirumalai ve ark., 2011). Oksidatif stresin belirteçlerinden olan TOS ve MDA değerlerini gösteren çalışmalarda MDA'nın egzersizin şiddet ve süresiyle orantılı olarak oksidatif strese neden olduğu ve lipid peroksidasyon reaksiyonlarını arttırdığı düşünülmektedir (Taş, 2006) MDA düzeylerinde saptanan farklılıkların en azından bir kısmı egzersizin plazma volümünde meydana getirdiği değişikliğe bağlı olabileceği belirtilmiştir (Taş, 2006). Literatürde ise MDA ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Marzatiko ve arkadaşları (Jakasevic ve ark.,2011) sprint ve yarı maratoncularda, Sahlin ve arkadaşları (1991) ise akut egzersizde MDA'nın arttığını tespit etmişlerdir. Egzersiz öncesine göre MDA'nın oksijen kullanımı arttıkça daha da arttığı bildirilmiştir (Lovlin ve ark., 1987). Güllü (2007) 10 dayanıklılık sporcusu ve 10 sedanter üzerinde yaptığı çalışmada maksimal akut egzersiz sonrası her iki grubun MDA değerlerinin de anlamlı düzeyde arttığını bildirmiştir. Grisham (1992), yaptığı çalışmada akut egzersizde MDA'da anlamlı fark bulamamıştır. Cholewa ve ark (2008), Vitamin C alımının maksimal egzersiz testinin sonrası basketbol oyuncularının kan antioksidan parametrelerine olan etkilerini araştırmışlardır. Egzersiz sonrası 21 gün

boyunca vitamin takviyesi alan gruptaki ve kontrol grubundaki deneklerin plazma MDA düzeylerinde düşük düzeyde bir artış olduğunu saptamışlardır. Belviranlı ve ark (2017), 4 haftalık yüksek irtifa antrenmanlarının pentatlon sporcularındaki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında MDA seviyelerinde anlamlı düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Rokitzki ve ark.(1994) yüksek antrenmanlı koşucu ve kayakçılarda uzun mesafe koşusundan 4.5 hafta önce antioksidan takviyesi yaparak yoğun egzersizin hemen peşinde MDA ve GPx seviyesine bakmışlar ve yüksek antrenmanlı koşucu ve kayakçılarda MDA'da artış gözlerken GPx düzeylerinde anlamlı değişimler olmadığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte her çalışma aynı sonucu vermemektedir. Örneğin 8 hafta süren orta yoğunluktaki bisiklet egzersizi programını tamamlayan sporcularda TOS değerlerinde artış görülmemiştir (Tidius ve ark., 1996).

Diğer yandan Alessio ve arkadaşları (2000), tüketici aerobik egzersizde MDA'nın değişmediğini, Leaf ve arkadaşları (1997), maksimal egzersizde, egzersiz öncesi ve sonrası MDA'da değişme olmadığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada Mignini ve ark (2008) sporcularda gerçekleştirdikleri stres testinin sonunda plazma MDA konsantrasyonlarında test sonrası belirgin bir değişiklik saptamamışlardır. Dernbach ve ark.(1993) 4 haftalık yoğun kürek çekme antrenmanının öncesi ve sonrasında sporcularda dinlenmede plazma MDA seviyesinde değişiklik görülmediğini bildirmişlerdir. Tidius ve arkadaşları (1996) 8 hafta süren orta yoğunluktaki bisiklet egzersizi programını tamamlayan sporcularda TOS değerlerinde artış görülmemiştir (Tidius ve ark., 1996.). Tauler ve ark. (1999) orta yoğunlukta biatlon aktivitesinin ardından TOS değerlerinde anlamlı bir değişim görmemiştir.

Subudhi ve ark (2001), elit alp kayakçılarında 4 günlük kara çalışması 1 günlük dinlenme ve ardından 5 günlük kayaklı çalışmaların oksidatif stres ve antioksidan statüleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 5 günlük kayaklı çalışma sonrası(SNOW) LOOH değerleri, kara antrenmanı öncesi (PRE) ve kara antrenmanı sonrası (LAND) değerlerinden daha düşük olduğu ve aradaki bu farklılıkların anlamlı olduğunu bildirmişlerdir.. Schippinger ve ark (2009), en üst seviyedeki 8 elit kayakçıda yarış periyodu boyunca (Temmuz, Kasım, Aralık, Ocak) oksidatif stress markerlarından peroxides ve oLab değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kasım ve aralık aylarında tek bir yarış sonrası uric acid değerlerinde yarış

öncesine göre artış saptanırken, aralık ölçümlerindeki farklılığın anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada sporcuların büyük slalom antrenman öncesi TAS medyan değeri 1,37 iken bu değer büyük slalom antrenmanı sonrasında 1,43'ye yükselmiştir. Bununla birlikte aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p>0.05$). Slalom antrenmanı öncesi TAS medyan değeri ise 1,34 iken slalom antrenmanı sonrasında bu değer 1,44'e yükselmiştir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p>0.05$).

Toplam antioksidan seviye (TAS) ise serbest oksijen radikallerine yani oksidanlara karşı vücudun savunma materyalleri olan antioksidan durumun toplam değerini veren bir ölçümdür (Ghiselli ve ark., 2000). AEROB Antioksidan Savunma Mekanizmaları Antioksidan savunma mekanizmaları enzimatik veya nonenzimatik olabilir. Sıklıkla görülen non-enzimatik antioksidanlar A, C ve E vitaminleri, glutatyon, alfa lipoik asit, karışık karotenoidler, koenzim Q10, çeşitli biyoflavonoidler, antioksidan mineraller (bakır, çinko, mangan ve selenyum) ve folik asit, ürik asit, albümin, B1, B2, B6 ve B12 vitaminleri gibi kofaktörlerdir. Enzimatik antioksidanlar ise süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GSH-PX) ve glutatyon redüktazdan (GSH-RD) oluşur (Maritim ve Sanders, 2003).

Literatür incelendiğinde yapılan akut veya kronik egzersizlerin ardından sporcuların antioksidan seviyeleri hakkında farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Mignini ve ark (2008) sporcularda gerçekleştirdikleri stres testinin sonunda eritrosit CAT aktivitesi % 33 oranında arttığını bildirmiş ve 24 saat sonra ise eritrosit CAT aktivitesi test öncesi düzeyine indiğini belirlemişlerdir. Bulduk (2010) çalışmasında antioksidan sistemin bir göstergesi olarak 20 m mekik koşusu testi öncesi ölçülen plazma katalaz düzeyleri, test sonrası ölçülen düzeylerden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p< 0.001$).

Rokitzi ve ark. (1994) maraton koşusundan sonra eritrosit CAT aktivitesinde hiçbir değişiklik tespit edememişlerdir. Aynı şekilde Marzatico ve ark., siprint egzersizi yapan koşucularda eritrosit CAT aktivitesinde değişiklik gözlemlenemediler ancak uzun mesafe koşucularında dayanıklılık egzersizinden 24 ila 28 saat sonra CAT aktivitesinde artış gözlemlenildi. Mena ve ark., bisikletçilerde CAT değerinin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Diğer taraftan Cholewa ve ark (2008) Vitamin C alımının maksimal egzersiz testinin sonrası basketbol oyuncularının kan antioksidan parametrelerine olan etkilerini araştırmışlardır. Egzersiz sonrası 21 gün boyunca vitamin takviyesi alan gruptaki ve kontrol grubundaki deneklerin eritrosit SOD, CAT, GPx ve GSH aktivitelerinde herhangi bir değişiklik saptamamış, plazma MDA düzeylerinde ise düşük düzeyde bir artış olduğunu saptamışlardır. Sinha ve ark (2009) insanlarda deniz seviyesinden 4650 metre yükseklikte 7 gün sonunda katalaz aktivitesinde bir artma tespit ederken, SOD aktivitesinde anlamlı bir değişiklik bulamamışlardır(GTD). Belviranlı ve ark (2017), 4 haftalık yüksek irtifa antrenmanlarının pentatlon sporcularındaki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında GSH (Glutasyon) seviyelerinde anlamlı düzeyde arttığını saptarken, SOD aktivitesinde herhangi bir değişiklik yaşanmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, yükseklik antrenmanı ve yükseklik hipoksisi ile oluşan hidrojen peroksit aktivasyonunun GPx tarafından nötröle edilebildiği ve dolayısıyla bu enzimin aktivitesinin artabileceği ileri sürülmüştür (Johnson ve ark., 2002).

Marzatico ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada yüksek seviyede sprint egzersizi yapmış sprinterlerde ve yüksek seviyede antrenman yapmış maratoncularda antrenman sonrası TAS değerlerini yüksek bulmuşlardır. Kanter ve ark. (1985) Elit sporculara uyguladıkları aşırı dayanıklılık antrenmanını takiben TAS değerlerinde artış yaşandığını bildirmişlerdir. Child ve ark., yarı maraton koşusunda, Lovlin ve ark. (1987) tüketici egzersizde, Mena ve ark. (1991) ise bisikletçilerde yapılan egzersizde TAS değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise Kızılay ve ark (2018) 8 haftalık aerobik egzersizlerinin sedanterler üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında TAS değerlerinde anlamlı artış tespit etmişlerdir. Yamaner (2010) ise futbolcuların yaptıkları antrenman sonrasında total antioksidan düzeylerinde anlamlı bir artış saptamıştır. Literatürdeki bu çalışmalar elde etmiş olduğumuz sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan literatürde sporcuların egzersiz sonrası antioksidan seviyelerinde değişim olmadığını belirten çalışmalarda mevcuttur. Alessio ve ark. (2000) tüketici aerobik egzersizde egzersiz sonrası TAS değerinde anlamlı değişim olmadığını, Duffaux ve ark. (1997) beden eğitimi öğrencilerinde yoğun koşu testinden sonra TAS değerlerinin belirgin bir artış göstermediğini, Leaf ve ark. (1997) maksimal egzersizde, egzersiz öncesi ve sonrası TAS değerlerinde anlamlı bir değişim olmadığını belirlemiştir.

Subudhi ve ark (2001), elit alp kayakçılarında 4 günlük kara çalışması 1 günlük dinlenme ve ardından 5 günlük kayaklı çalışmaların oksidatif stres ve antioksidan statüleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 4 günlük kara antrenmanı öncesindeki (PRE) a-tocopherol, y-tocopherol, SOD değerleri, kara antrenmanı (LAND) sonrası ve 5 günlük kayaklı çalışma (SNOW) sonrasında anlamlı bir düşüş yaşandığını tespit etmişlerdir. TEAC ve UA LAND değerini ile PRE ve SNOW değerlerinden daha yüksek olduğunu tespit etmiş ve bu farkın anlamlı olduğunu bildirmiştir. PRE GSH değeri ise LAND ve SNOW değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve PRE GSH ve LAND GSH değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu bildirilmiştir. Kayakçılar üzerine yapılan başka bir çalışmada ise Schippinger ve ark (2009), en üst seviyedeki 8 elit kayakçıda yarış periyodu boyunca (Temmuz, Kasım, Aralık, Ocak) antioksidan markerlarından (ascorbate, a-tocopherol, y-tocopherol, b-carotene) anlamlı bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca kasım ayında yapılan ölçümlerde tek bir yarış sonrası ascorbate değerlerinde yarış öncesine göre düşüş saptarken, aralık ayında yapılan ölçümlerde yarış sonrasında anlamlı bir artış saptamıştır.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada hem büyük slalom hem de slalom antrenmanı sonrasında TAS değerleri istatistiksel olarak artış göstermiştir. Bununla birlikte, TOS değeri büyük slalom antrenmanı sonrasında istatistiksel olarak olmamasına rağmen hafif bir artış gösterirken, slalom antrenmanı sonrasında ise yine istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen hafif bir düşüş göstermiştir. Bu durum, artan TAS enzimlerinin, oksidan enzimler üzerinde etkili olarak oksidatif stres enzimlerinin artmasına engel olduğunu düşündürmektedir.

6.KAYNAKLAR

1. Aguilo A, Tauler P, Fuentespina E et al. Antioxidant response to oxidative stress induced by exhaustive exercise. *Physiology & Behavior* 2005; 84: 1- 7.
2. Aguilo A, Tauler P, Pilar Guix M, Villa G, Cordova A, Tur JA, Pons A. Effect of exercise intensity and training on antioxidants and cholesterol profile in cyclists. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2003, 14: 319-325.
3. Akın G, Özder A, Koca Özer B. Sporcu gelişimi ve performans artırımında çevresel koşulların önemi. *Voleybol Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2006, 36: 1,32-41.
4. Aksoy Y. Antioksidan Mekanizmada Glutatyonun Rolü. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2002; 22: 442- 448.
5. Aktaş S. Elit Düzeydeki Alp Disiplini Kayakçılarında Dengenin Performans Üzerine Etkisi. Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Niğde: Niğde Üniversitesi, 2009.
6. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Sep;32(9):1576-81.
7. Alessio, H.M., Hagerman, A.E., Fulkerson, B.K., Ambrose, J., Rice, R.E., Wiley, R.L., “Generation of Reactive Oxygen Species After Exhaustive Aerobic and Isometric Exercise”, *Med Sci. Sports Exerc.*, Vol. 32 No.9, pp.1576-1581, 2000
8. Alpay CB, Hazar S, Güzel NA ve ark. Güreş Müsabakasının oksidan stres ve total antioksidan kapasiteye akut etkisi. *Beden Eğitimi Spor Bilimleri Dergisi* 2007; 9: (4): 40- 50.
9. Alscher RG, Hess JL. Antioxidants in higher plants. Boca Raton: CRC Pres, 1993, pp 1-20.
10. Ana Britanica Ansiklopedisi, Ankara, Gazi Kitapevi, 1988,10:93.
11. Andresen RE, Montgomery DL, Turcotte RA. An on-site test battery to evaluate giant slalom skiing performance. *J Sports Med Phys Fitness* 1990; 30: 276–282

12. Andresen RE, Montgomery DL. Physiology of alpine skiing. *Sports Med* 1999; 6: 210–221
13. Andrew W. Subudhi, Scott L. Davis, Ronald W. Kipp, and Wayne Askew, Antioxdant Status and Oxidative Stres in Elite Alpine Ski Racers. *İnternational Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2001; 11 32–41.
14. Antoncic-Svetina M, Sentija D, Cipak A et al. Ergometry induces systemic oxidative stress in healthy human subjects. *Tohoku J Exp Med* 2010; 221: (1): 43-8.
15. Arslan C, Gülcü F, Gürsu MF. Effects of oxidative stres caused by acute and regular exercise on levels of some serum metabolites and the activities of paraoxonase and arylesterase. *Biology of Sport* 2005; 22: (4): 375- 383.
16. Astrand, P.O., Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*, Third Edition. McGraw-Hill Book Company, USA.
17. Atalay M, Laaksonen DE. Diabetes, oxidative stres and physical exercise. *Journal of Sports Science and Medicine* 2002; 1: 1- 14.
18. Bacharach DW, Duvillard SP. Intermediate and long-term anaerobic performance of elite alpine skiers. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 305–309
19. Banerjee AK, Mandal A, Chanda D, Chakraborti S. Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 2003, 253: 307-312.
20. Baskin SI, Salem H. *Oxidants, antioxidants, and free radicals*. Washington DC: Taylor and Francis, 1997, pp 26-35.
21. Bassett, D.R., Howley, E.T. (2000). Limiting factors for maximal oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 32(1),70-84. PMID: 10647532.
22. Belviranlı, M., Okudan, N., Kabak, B., Erdoğan, M., Karanfilci, M., & Ada, M. A. (2017). Yüksek irtifa antrenmanının pentatlon sporcularında oksidatif stres ve antioksidan savunma belirteçleri üzerine etkisi. *Genel Tıp. Derg*, 27(3), 95-99.
23. Bloomer RJ, Cole BJ. Relationship Between Blood Lactate and Oxidative Stress Biomarkers Following Acute Exercise. *The Open Sports Medicine Journal* 2009; 3: 4448.
24. Bompa TO. *Theory and Methodology of Training*. Çeviri: Keskin İ, Taner AB. *Antrenman Kuramı ve Yöntemi*, 1. Baskı. Ankara, Bağırhan Yayım evi, 1998.

25. Bonde-Petersen F, Mørk AL & Nielsen E (1975). Local muscle blood flow and sustained contractions of human arm and back muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 34, 43–50.
26. Bovenzi, M (2002) [The European Directive 2002/44/CE on the protection of workers from risks resulting from mechanical vibration] *Med.Lav.* 93,551-560
27. Brown SL, Wilkinson JG. Characteristics of national, divisional and club male alpine ski racers. *Med Sci Sports Exerc* 1983; 15: 491–495
28. Bulduk, E. Ö. (2010). Bayan sporcularda 20 metre mekik koşu testinin oksidatif stres ve antioksidan düzeyleri üzerine etkisinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
29. Carlsohn A, Rohn S, Mayer F, Schweigert FJ. Physical Activity, Antioksidant Status, and Protein Modification in Adolescent Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2010; 42: (6): 1131-1139.
30. Carr AC, Zhu BZ, Frei B. Potential antiatherogenic mechanisms of ascorbate (vitamin C) and alpha-tocopherol (vitamin E). *Circ Res* 2000; 87: 349-354.
31. Chao, W. H., E. W. Askew, D. E. Roberts, S. M. Wood, and J. B. Perkins. Oxidative stress in humans during work at moderate altitude. *J. Nutr.* 129:2009-12,1999.
32. Cholewa, J., et al. "The influence of vitamin C on blood oxidative stress parameters in basketball players in response to maximal exercise." *Science & Sports* 23.3-4 (2008): 176-182.
33. Çakıroğlu Mİ. Antrenman Bilgisi-Antrenman Teorisi ve Sistematiği, 2.Baskı. Şeker Matbaası, Ankara, 1997
34. Çelik A, Varol R, Onat T, Dağdelen Y, Tugay F. Akut Egzersizin Futbolcularda Antioksidan Sistem Parametrelerine Etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2007; 4: 167- 172.
35. Çimen F, Ulubaş B, Eryılmaz T, Bilgin G. Sigara içenlerde Lipid Peroksidasyonu, Antioksidan Aktivite ve Solunum Fonksiyon Testleri. *T Klin Tıp Bilimleri* 2002; 22: 292296.
36. Çolakoğlu S, Çolakoğlu M, Kırkalı G, Örmən M, Akan P. E Vitamini Desteğinin Submaksimal Egzersizde Oksidan Stres ve Dayanıklılık Üzerine Etkileri. *Beden Eğitimi Spor Bilimleri Dergisi* 1999; 3: (3): 1- 8.

37. De Groot H, Littauer A. Hypoxia, reactive oxygen, and cell injury. *Free Radic Biol Med* 1989;6:541-51.
38. Deaton CM, Marlin DJ. Exercise-Associated Oxidative Stres. *Clinical Techniques in Equine Practice* 2003; 2: (3): 278- 291.
39. Del Rio LA, Corpas FJ, Sandalio LM, Palma JM, Gomez M, Barroso JB. Reactive oxygen species, antioxidant systems and nitric oxide in peroxisomes. *J Exp Bot* 2002; 53: 1255-1272
40. Demirbağ R, Yılmaz R, Güzel S et al. E Effects of treadmill exercise test on oxidative/antioxidative parameters and DNA damage. *Anadolu Kardiyol Derg* 2006; 6: 135- 40
41. Demirci İ. 16-19 Yaş Grubu Alp Disiplini Kayakçılara Uygulanan Hazırlık Dönemi Antrenman Programının Hücresel Bağışıklık Ve Hematolojik Değerlere Kronik Etkisi. Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Niğde: Niğde Üniversitesi, 2010.
42. Dernbach AR, Sherman WM, Simonsen JC, Flowers KM, Lamb DR. No evidence of oxidant stress during high intensity rowing training. *Journal of Applied Physiology*, 1993, 74(5): 2140-2145.
43. Duffaux B, Heine O, Kothe A, Prinz U, Rost R. Blood glutation status follovvng distance running. *International Journal Sports Medicine*, 1997, 18: 89-93.
44. Dupont, G., Millet, G.P., Guinhouya, C., Berthion, S. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *Eur J Appl Physio*, 95(1),27-34.doi: 10.1007/s00421-005-1382-8.
45. Duvillard SP. Introduction: the interdisciplinary approach to the science of alpine skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 303–304
46. DüNDAR U. Antrenman Teorisi, 2.Baskı. İzmir, Onlar Ajans, 1994.
47. DüNDAR Y, Aslan R. Bir antioksidan olarak vitamin E. *Genel Tıp Dergi* 1999; 9: (3): 109- 16.
48. Ergen E, Spor Fizyolojisi, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayını, 1993.
49. Evans WJ. Vitamin E, vitamin C, and exercise. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:647S–52S.
50. Ferguson RA. Limitations to performance during alpine skiing. *Exp Physiol* 2009;1-7

51. Garewal HS. Antioxidants and diseaseprevention. Florida: CRC Press LLC, 1997, pp 3-19.
52. Gechev T, Willekens H, Van Montagu M, et al. Different responses of tobacco antioxidant enzymes to light and chilling stress. J Plant Physiol 2003; 160: 509-515.
53. Gelişim Hachette Ansiklopedisi, İstanbul, Altınçağ Yayınları, 1990,7:173
54. Ghiselli, A., Serafini, M., and Natella, F., (2000). Total Antioxidant Capacity as a Tool to Assess Redox Status: Critical View and Experimental Data. Free Radical Biology Medicine, 29(11), 1106-1114.
55. Grisham, M.B., Reactive Meabolitesof Oxygen and Nitrogen in Biology and Medicine., RG Landes Comp. Pp.5-28, Austin Georgetown,1992
56. Grover RF, Tucker CE, McGroarty SR, Travis RE. The coronary stress of skiing at high altitude. Arch Intern Med 1990; 150: 1205–1208
57. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology, Çeviri: Çavusoğlu H. Tıbbi Fizyoloji, 10.Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevi, 2001.
58. Güllü E. Sedanterlerde ve dayanıklılık sporcularında maksimal ve submaksimal egzersiz sonrası oluşan oksidan stres ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. (Doktora Tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi, 2007.
59. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü, Gazi Kitabevi, Ankara 2006:343- 344.
60. Gürses, V. (2011).Basketbolcularda maksimal oksijen tüketimininbelirlenmesinde kullanılan koşu bandı testi ile yo-yo ve mekik testlerinde elde edilen cevapların..karşılaştırılması..
61. Halliwell B, Gutteridge JMC. Free Radicals in Biology and Medicine, Oxford University Pres New York USA 2000:534-7.
62. Halliwell B, Whiteman M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean?. British Journal of Pharmacology 2004; 142: 231– 255.
63. Halliwell B. Reactive Species and Antioxidants. Redox Biology Is a Fundamental Theme of Aerobic Life. Plant Physiology 2006; 141: 312–322.

64. Haman F, Peronnet F, Kenny GP, et al. Effects of cold exposure on fuel utilization in humans: Plasma glucose, muscle glycogen, and lipids. *J Appl Physiol* 2002; 93: 77–84
65. Hamurcu Z, Sarıtaş N, Demirtaş H. Yoğun Sportif Egzersiz ile İndüklenen Nükleer Protein İçeriğinin Akım Sistometrisi ile Ölçümü. *Erciyes Tıp Dergisi* 2010; 32: (3):155- 160.
66. Howley ET , Bassett DR Jr. Welch HG. Criteria For Maximal Oxygen Uptake: Review And Commentary. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27: 1292-130.
67. İlhan N, Kamanlı A, Özmerdivenli R, İlhan N. Variable Effects of Exercise Intensity on
68. Jakešević M, Aaby K, Borge GIA, Jeppsson B, Åhrne S, Molin G. Antioxidative protection of dietary bilberry, chokeberry and *Lactobacillus plantarum* HEAL19 in mice subjected to intestinal oxidative stress by ischemia-reperfusion. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2011, 27: 8-11.
69. Johnson TE, Henderson S, Murakami S, de Castro E, de Castro SH, Cypser J, Rikke B, Tedesco P, Link C. Longevity genes in the nematode *Caenorhabditis elegans* also mediate increased resistance to stress and prevent disease. *J Inherit Metab Dis* 2002;25:197-206.
70. Kanter M, Hamlin RL, Unverferth DV, Davis HW, Merola AJ. Effect of exercise training on antioxidant enzymes and cardiotoxicity of doxorubicin. *Journal of Applied Physiology*, 1985, 59: 1298-1304.
71. Karvonen J, Rauhala E, Chwalbinska-Moneta J. The effect of three months slalom training on physical performance capacity. *J Sports Med* 1985; 25: 194–197
72. Kızılcı F, Kışhalı NF. Alp Disiplini Kayakçılarında Sürat Egzersizleri Sonrası Kan Antioksidan Düzeylerinin İncelenmesi. *Ataspor* 2010; 12: (1): 1- 9.
73. Kızılay, F., Kerkez, F., & Arslan, C. (2018). Aerobik Egzersizin Sedanter Kadınlarda Oksidan ve Antioksidan Kapasiteye Etkisi. *Sport Sciences*, 13(4), 47-54
74. Koistinen P, Takala T, Martikkala V, Leppaluoto J. Aerobic fitness influences the response of maximal oxygen uptake and lactate threshold in acute hypobaric hypoxia. *Int J Sports Med* 1995; 16: 78–81
75. Kurt M, Alp Disiplini Kayak Yarışı Kuralları ve Fis Puan Kuralları, 1.Baskı, Ankara, Ata Ofset Matbaacılık, 2008

76. Kyrolainen H, Takala TES, Komi PV. Muscle damage induced by stretch-shortening cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 415–420
77. Leaf, D. A., Kleinman, M. T., Hamilton, M., & Barstow, T. J. (1997). The effect of exercise intensity on lipid peroxidation. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(8), 1036-1039.
78. Leaf, D.A., ve ark., “The effect of Exercise Intensity on Lipid Peroxidation”, *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 29, No.8, pp.1106-1109, 1997
79. Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavanagh, M., Belcastro, A..N., “Are Indices Of Free Radical Damage Related To Exercise Intensity”, *Eur J. Apply Physiol* 56: 313-316, 1987
80. Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavanagh, M., Belcastro, A..N., “Are Indices Of Free Radical Damage Related To Exercise Intensity”, *Eur J. Apply Physiol* 56: 313-316, 1987
81. Maher P, Lewerenz J, Lozano C, Torres JL. A novel approach to enhancing cellular glutathione levels. *J Neurochem.* 2008; 107: 690-700.
82. Maritim AC, Sanders RA, Watkins JB 3rd. Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: a review. *J Biochem Mol Toxicol.* 2003; 17(1): 24–38.
83. Marklund S. Human copper-containing superoxide dismutase of high molecular weight. *Proc Natl Acad Sci USA* 1982;79:7634-8.
84. Markovic G, Jaric S. Scaling of muscle power to body size: the effect of stretchshortening cycle. *Eur J Appl Physiol* 1995; 95: 11–19
85. Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, Della V. Blood free radical antioxidant enzymes and lipit peroxides following long-distance and lactacidemic performances in high trained aerobic and sprint athletes. *Journal of Sports Medicine Physical Fithess*, 1997, 37: 235-239.
86. Mastaloudis A, Morrow JD, Hopkins DW, Devaraj S, Traber MG. Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipit peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radic Biol Med.* 2004; 36(10):1329-41.
87. Mena, P., Maynar, M., Gutierrez, J.M., Maynar, J., Timon, J., Campillo, J.E., “Erythrocyte Free Radical Scavenger Enzymes in Bicycle Professional Racers, Adaptation to Training”, *Int. J. Sports Med.*, 12:6,563-566, 1991

88. Michalczyk M, Klapcinska B, Sadowska- Krępa E et al. Evaluation of the Blood Antioxidant Capacity in Two Selected Phases of the Training Cycle in Professional Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* 2008; 19: 93- 108.
89. Mignini F, Tomassoni D, Traini E, Streccioni V. Antioxidant endogenous defense in a human model of physical stress. *Clin Exp Hypertens*. 2008 Nov;30(8):776-84.
90. Mugnaini V, Lucarini M. Hydrogen bonding affects the persistency of alkyl peroxy radicals. *Org Lett* 2007; 9: 2725-2728
91. Nakanishi K, Tajima F, Nakamura A, Yagura S, Ookawara T, Yamashita H, Suzuki K, Taniguchi N, Ohno H. Effects of hypobaric hypoxia on antioxidant enzymes in rats. *J Physiol* 1995 ;489:869-76
92. Netzer N, Gatterer H, Faulhaber M, Burtscher M, Pramsohler S, Pesta D. Hypoxia, Oxidative Stress and Fat. *Biomolecules* 2015;5:1143-50.
93. Neumayr G, Hoernagl H, Pfister R, et al. Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *Int J Sports Med* 2003; 34: 571–575
94. Okcu Z, Keleş F. Kalp-Damar Hastalıkları ve Antioksidanlar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergi.* 2009; 40: (1): 153- 160. Okcu Z, Keleş F. Kalp-Damar Hastalıkları ve Antioksidanlar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergi.* 2009; 40: (1): 153- 160.
95. Öcal D. Yetişkin Elit Voleybolcularda Antropometrik Değişkenler ve Somatokartların İncelenmesi. *Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü. Lisans Mezuniyet Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, 2004.*
96. Parker HS. Aktif Sporcuların Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. *Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Uzmanlık Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 1995.*
97. Powers SK, Smuder AJ, Kavazis AN, Hudson MB. Experimental Guidelines for Studies Designed to Investigate the Impact of Antioxidant Supplementation on Exercise Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20: (1): 2–14.
98. Proteggente AR, Rehman A, Halliwell B, Rice-Evans CA. Potential problems of ascorbate and iron supplementation: prooxidant effect in vivo? *Biochem Biophys Res Commun* 2000; 277: 535-540.
99. Radak Z, Sasvari M, Nyakas C, Pucsok J, Nakamoto H, Goto S. Exercise preconditioning against hydrogen peroxide induced oxidative damage in proteins of rat myocardium. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 2000, 376: 248– 251.

100. Reduced Glutathione, Thiobarbituric Acid Reactive Substance Levels, and Glucose Concentration. *Archives of Medical Research* 2004; 35: 294- 300.
101. Revan S, Erol AE. Farklı Dayanıklılık Antrenmanlarının Oksidatif Stres Oluşumu ve Antioksidan Düzeyleri Üzerine Etkisi. *S.Ü. BES Bilim Dergisi* 2008; 10: (1): 11- 20.
102. Roberts D. Induction of endogenous erythropoietin: hypoxic exercise or natriuretic stimulus In: Muller E, Bacharach D, Klika R, Lindinger S, Schwameder H, (eds). *Science and skiing II*. Oxford: Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd, 2005; 39– 55
103. Rokitzki L, Logemann E, Sagredos AN, Murphy M, Wetzel-Roth W, Scand K. Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress. *Journal Acta Physiologica*, 1994, 151: 149-158.
104. Sahlin, K., Ekberg, K., Cizinsky, S., “Changes in Plasma Hypoxanthine and Free Radical Markers During Exercise in Man”, *Acta Physiol. Scand.* 142, 275-281, 1991
105. Saibene F, Cortili G, Gavazzi P, Magistri P. Energy sources in alpine skiing (Giant Slalom). *Eur J Appl Physiol* 1985; 55: 312–316
106. Schippinger, G., Fankhauser, F., Abuja, P. M., Winklhofer-Roob, B. M., Nadlinger, K., Halwachs-Baumann, G., & Wonisch, W. (2009). Competitive and seasonal oxidative stress in elite alpine ski racers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(2), 206-212.
107. Seifert JG, Kipp RW, Amann M, Gazal O. Muscle damage, fluid ingestion and energy supplementation during recreational alpine skiing. *Int J Sport Nutr Ex Met* 2005; 15: 528– 536
108. Sejersted OM, Hargens AR, Kardel KR, Blom P, Jensen O & Hermansen L (1984). Intramuscular fluid pressure during isometric contraction of human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 56, 287–295.
109. Selçuk M. Sedanterler ile kuzey disiplini yapan antrene bireylerde programlı aerobik ve anaerobik egzersizlerin bazı antioksidan profiller üzerine etkilerinin araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji ABD. Doktora tezi*. Van. 2003; 1–2
110. Sevim Y. *Antrenman Bilgisi*, 7. Baskı. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2007

111. Shin YA, Lee JH, Song W, Jun TW. Exercise training improves the antioxidant enzyme activity with no changes of telomere length. *Mech Ageing Dev.* 2008; 129; (5): 254- 60.
112. Sinha S, Singh SN, Ray US. Total antioxidant status at high altitude in lowlanders and native highlanders: role of uric acid. *High Alt Med Biol* 2009; 10: 269-274.
113. Somerville C, Browse J, Jarowski JG, Ohlrogge JB. Lipids. In: Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL, eds. *Biochemistry and molecular biology of plants*. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000, pp 456-527.
114. Soriani M, Pietraforte D, Minetti M. Antioxidant potential of anaerobic human plasma: role of serum albumin and thiols as scavengers of carbon radicals. *Arch Biochem Biophys* 1994; 312: 180-188.
115. Subudhi, A. W., Davis, S. L., Kipp, R. W., & Askew, E. W. Antioxidant status and oxidative stress in elite alpine ski racers. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 2001; 11(1), 32-41
116. Sumien N, Heinrich KR, Shetty RA, Sohal RS, Forster MJ. Prolonged intake of coenzyme Q10 impairs cognitive functions in mice. *J Nutr* 2009; 139: 1926-1932
117. Szmedra L, Im J, Nioka S, Chance B, Rundell W. Hemoglobin/myoglobin oxygen desaturation during alpine skiing. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 232–236
118. Şen İ, Çalışkan E, Gürsoy R ve ark. Orta Dereceli Yüksek Rakımda Yapılan Yedi Günlük Kamp Sürecinin Amatör Dağcılarda Oksidatif Stres ve Dinamik Akciğer Fonksiyonları Üzerine Etkisi. *Beden Eğitimi Spor Bilimleri Dergisi* 2008; 10: (2): 23- 33.
119. Taş M. Futbolcularda sürat egzersizlerinin serum süperoksid dismutaz, katalaz ve malondialdehit düzeylerine etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı (Yüksek Lisans), Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2006.
120. Tauler P, Gimeno I, Aguilo A, Guix MP, Pons A. Regulation of erythrocyte antioxidant enzyme activity during competition and short-term recovery. *Pflugers Arch*, 1999; 438:782-787.
121. Tesch PA, Larsson L, Eriksson A, Karlsson J. Muscle glycogen depletion and lactate concentration during downhill skiing. *Med Sci Sports* 1978; 10: 85–90
122. Tesch PA. Aspects on muscle properties and use in competitive alpine skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 310–314

123. Thirumalai, T., et al. "Intense and exhaustive exercise induce oxidative stress in skeletal muscle." *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 1.1 (2011): 63-66.
124. Tiidus PM, Pushkarenko J, Houston ME. Lack of antioxidant adaptation to short-term aerobic training in human muscle. *Am. J. Physiol*, 1996; 271: 832-836
125. Turnbull J R, Kilding AE, Keogh J W L. Physiology of alpine skiing. *Scand J Med Sci Sports* 2009; 19: 146–155
126. Urban P, Mignotte C, Kazmaier M, Delorme F, Pompon D. Cloning, yeast expression, and characterization of the coupling of two distantly related *Arabidopsis thaliana* NADPHcytochrome P450 reductases with P450 CYP73A5. *J Biol Chem* 1997; 272: 19176- 19186.
127. Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 2003;189:41-54.
128. Veicsteinas A, Ferretti G, Margonato V, Rosa G, Tagliabue D. Energy cost of and energy sources for alpine skiing in top athletes. *J Appl Physiol* 1984; 56: 1187–1190
129. Veicsteinas A, Ferretti G, Margonato V, Rosa G, Tagliabue D. Energy cost of and energy sources for alpine skiing in top athletes. *J Appl Physiol* 1984; 56: 1187–1190
130. Watson TA, Callister R, Taylor RD et al. Antioxidant Restriction and Oxidative Stress in Short-Duration Exhaustive Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: (1): 63- 71.
131. White A, Estrada M, Walker, K, Wisnia P, Filgueira G, Valdes F, Araneda O, Behn C, Martinez R. Role of exercise and ascorbate on plasma antioxidant capacity in thoroughbred race horses. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A Molecular and Integrative Physiology*, 2001, 128: 99-104.
132. White AT, Johnson SC. Physiological Aspects and Injury in Elite Alpine Skiers. *Sports Medicine* 1993; 15 (3): 170-178
133. Willmore, J., Costill, D. (2004), *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.
134. Witt EH, Reznick AZ, Viguie CA, Starke-Reed P, Packer L. Exercise, Oxidative Damage and Effects of Antioxidant Manipulation. *J Nutr.* 1992; 122: (3): 766- 73
135. Yamaner, F. (2010). Oxidative predictors and lipoproteins in male soccer players. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 40(3), 427-434.

136. Zadak Z, Hyspler R, Ticha A et al. Antioxidants and Vitamins in Clinical Conditions. *Physiol. Res.* 2009; 58: 13-17.



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANN AÇIK ADI		Alp kayığı antrenmanlarının oksidatif stres ve antioksidan düzeylerine etkisinin incelenmesi						
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU								
DEĞERLEN DIRİLEN BELGELER	BELGE ADI	Tarhi	Versiyon Numarası	Dili				
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe	İngilizce	Diğer		
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe	İngilizce	Diğer		
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe	İngilizce	Diğer		
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe	İngilizce	Diğer		
	BELGE ADI	Açıklama						
	SİGORTA							
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ							
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU							
	LAN							
	YILLIK BİLDİRİM							
	SONUÇ RAPORU							
KARAR BİLGİLERİ	Karar No :	2017/ 32	Tarih :	20.01.2017				
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.							

ASLI GİBİDİR



Funda KIZILMECI
Etik Kurul Sekreteri

KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL

Unvanı / Adı Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti	Araştırma ile İlgili	Katılım (*)	İmza
Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL	Çocuk Sağ ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Semi AYDOĞAN	Fizyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK	Halk Sağlığı	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Kemal DENİZ	Patoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Musa KARAKÜKÇÜ	Çocuk Sağ. ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Aydın ÜNAL	İç Hastalıkları	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Güven KAHRİMAN	Radyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Kemal ÖZYURT	Dermatoloji	Kayseri Eğitim Hast.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Emin Murat CANGER	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	E.Ü. Diş Hek.Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Cihangir BİÇER	Anest. ve Rean.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Yard. Doç. Dr. Zafer SEZER	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Yard.Doç.Dr. Gökmen ZARARSIZ	Biyoistatistik	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Av. Serhat ÜSTÜNEL	Avukat	Hukuk Müşaviri	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	
Ecz. Şükran TERZİ	Eczacı	Serbest Eczacı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Sevtap Koçer	Sivil Üye	Serbest	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Alp kaygı: antrenmanlarının oksidatif stres ve antioksidan düzeylerine etkisinin incelenmesi		
VARSA A. FAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU				
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ERCIYES ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU		
	AÇIK ADRES	Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Melikgazi/KAYSERİ		
	TELEFON	0 352 437 49 10 - 11		
	FAKS	0 352 437 82 88		
	E-POSTA	byancar@erciyes.edu.tr		
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI / ADI / SOYADI	Yrd. Doç. Dr. Metin Polat		
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Hareket ve Antrenman Bilimleri		
	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Erciyes Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu,, Kayseri		
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ ADI SOYADI			
	DESTEKLEYİCİ			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMCİLCİSİ			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐	
		FAZ 2	☐	
		FAZ 3	☐	
FAZ 4		☐		
Gözlemsel ilaç çalışması		☐		
Tıbbi cihaz klinik araştırması		☐		
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performansa değerlendirme çalışmaları		☐		
İlaç dışı klinik araştırma		☒		
Diğer ise belirtiniz		☐	Yüksek Lisans Tezi	
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEKMERKEZ ☒	ÇOKMERKEZ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL
İmza:

(Signature)

ASLI GİBİDİR



Funda HAŞÇİZMECİ
Etik Kurul Sekreteri

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Duran DEMİRYÜREK

Doğum yeri: KAYSERİ

Doğum Tarihi: 05/11/1992

Mail: durandemiryurekk@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lise:	Fevzi Çakmak Lisesi	2010
Üniversite:	Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği	2014
Lisansüstü:	Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü (Devam ediyor)	