



T.C.

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GİRESUNSPOR FUTBOL KULÜBÜNDE OYNAYAN PROFESYONEL
SPORCULARDA D VİTAMİNİ VE TOTAL ANTIOKSİDAN SEVİYESİNİN
BELİRLENMESİ**

İREM BAHAR

Danışman

Doç. Dr. Ayşegül ÇEBİ

TIBBİ BİYOKİMYA ANABİLİM DALI

GİRESUN-2018



T.C.

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TIBBİ BİYOKİMYA ANABİLİM DALI

**GİRESUNSPOR FUTBOL KULÜBÜNDE OYNAYAN
PROFESYONEL SPORCULARDA D VİTAMİNİ VE
TOTAL ANTIOKSİDAN SEVİYESİNİN
BELİRLENMESİ**

İREM BAHAR

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Ayşegül ÇEBİ

Bu araştırma Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından

SAĞ-BAP-C-150616-127 proje numarası ile desteklenmiştir.

GİRESUN-2018

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü'nün onayı,

03./10/2018

Doç.Dr. Ayşegül ÇEBİ



Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. Sembol YILDIRMAK



Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve Yüksek Lisans tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarım.

Doç.Dr. Ayşegül ÇEBİ



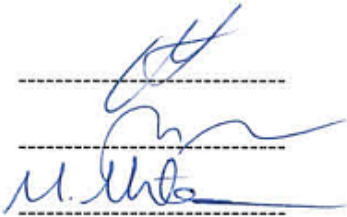
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç.Dr. Ayşegül ÇEBİ

Doç.Dr. Birşen BİLGİCİ

Doç.Dr. Murat USTA



TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

İrem BAHAR



Hayatımın her döneminde desteğini hissettiğim dayım Hulusi Köse'ye ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın tım aőamalarında her turlü bilimsel desteği sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Ayőegöl ÇEBİ'ye, bilgi, birikim ve gürüşleriyle katkı sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Murat USTA, Yrd. Doç. Dr. Esin AVCI ve Okt. Heves BOZBAĒ'a, kulüp başkanımız sayın Mustafa Temel BOZBAĒ'a, numuneleri toplamamda destek veren teknik direktörümüz sayın Metin DİYADİN ve yardımcı antrenörlerimize, altyapı antrenörlerimize, kulüp doktorumuz Ozan Erbil ALİCANOĒLU'na, tım futbolcularımıza ve kulüp personelimize teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalıőmam sırasında manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve sevgili Kevser KÖSE'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BEYAN.....	ii
İTHAF.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.D VİTAMİNİ.....	3
2.1.1.D VİTAMİNİ METABOLİZMASI.....	4
2.1.2.D VİTAMİNİ RESEPTÖRLERİ	4
2.1.3.D VİTAMİNİ FONKSİYONLARI	4
2.1.4.D VİTAMİNİ DÜZEYLERİ	5
2.1.5.D VİTAMİNİ EKSİKLİĞİ	5
2.1.6.D VİTAMİNİ EKSİKLİĞİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ	6
2.1.6.1.D VİTAMİNİ VE RAŞİTİZM.....	6
2.1.6.2.D VİTAMİNİ VE OSTEOMALAZİ	6
2.1.6.3.D VİTAMİNİ, OSTEOPOROZ, DÜŞME VE KIRIK	7
2.1.6.4.D VİTAMİNİ VE KAS FONKSİYONU ÜZERİNE ETKİLERİ	7
2.1.6.5.D VİTAMİNİ VE KARDİYOVASKÜLER SİSTEM ÜZERİNE ETKİLERİ	8

2.1.6.6.D VİTAMİNİ VE DİYABET	9
2.1.6.7.D VİTAMİNİ VE KANSER.....	9
2.1.6.8.D VİTAMİNİ VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİLERİ	10
2.1.6.9.D VİTAMİNİ VE NÖROPSİKİYATRİK FONKSİYON	11
2.1.7.D VİTAMİNİ EKSİKLİĞİ ÖNLEME VE TEDAVİ YAKLAŞIMI.....	11
2.1.8.D VİTAMİNİ İNTOKSİKASYONU	13
2.1.9.D VİTAMİNİ, SPOR VE SPORCU SAĞLIĞI.....	14
2.2.ANTİOKSİDANLAR.....	17
2.2.1.ANTİOKSİDANLARIN SINIFLANDIRILMASI.....	18
2.2.1.1.ENZİM SİSTEMLERİ.....	18
2.2.1.2.YAĞDA VE SUDA ÇÖZÜNEN RADİKAL TUTUCULAR	20
2.2.1.3.METAL İYONLARINI BAĞLAYAN PROTEİNLER	24
2.2.2.ANTİOKSİDANLARIN METABOLİZMA VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ	25
2.2.2.1.ANTİOKSİDANLAR VE KANSER.....	25
2.2.2.2.ANTİOKSİDANLAR VE KARDİOVASKÜLER SİSTEM ÜZERİNE ETKİLERİ	26
2.2.2.3. ANTİOKSİDANLAR VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİLERİ	27
2.2.2.4.ANTİOKSİDANLAR VE YAŞLANMA	28
2.2.2.5.ANTİOKSİDANLAR VE METABOLİZMA BOZUKLUKLARI ÜZERİNE ETKİLERİ	29
2.2.2.6.ANTİOKSİDANLAR VE İŞİĞA KARŞI KORUMA	29
2.2.2.7.ANTİOKSİDANLAR VE KATARAKT.....	29
2.2.2.8.ANTİOKSİDANLAR VE TOKSİKANTLAR.....	30
2.2.2.9.ANTİOKSİDANLAR VE HİPEROKSİJENASYON	30
2.2.3.ANTİOKSİDANLARIN SPOR VE EGZERSİZ ÜZERİNE ETKİLERİ	30
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	31

3.1.ARAŞTIRMANIN YERİ, ZAMANI VE ÖRNEKLEM SEÇİMİ	31
3.2.ARAŞTIRMANIN GENEL PLANI.....	31
3.2.1.BİREYLERİN GENEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ.....	31
3.2.2.ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER VE VÜCUT BİLEŞİMLERİNİN ÖLÇÜLMESİ.....	32
3.2.3.BİYOKİMYASAL ANALİZLER	32
3.2.4.SERUM D VİTAMİNİ DÜZEYİ ANALİZİ.....	32
3.2.5.SERUM TOTAL ANTİOKSİDAN KAPASİTE ANALİZİ	34
3.2.6.İSTATİSTİKSEL ANALİZLER	34
4. BULGULAR.....	36
5.TARTIŞMA	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
7.KAYNAKLAR.....	48
ETİK KURUL ONAYI.....	66
EKLER.....	67
ÖZGEÇMİŞ	72

TABLolar DİZİNİ	S
Tablo 4.1 Çalışmaya katılan futbolcuların ortalamaları	36
Tablo 4.2 Çalışmaya katılan futbolcular ile kontrol grubunun serum total antioksidan kapasitelerinin kıyaslanması	37
Tablo 4.3 Çalışmaya katılan futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre serum 25-hidroksi vitamin D seviyelerinin karşılaştırılması	38
Tablo 4.4 Çalışmaya katılan futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre serum total antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması	39
Tablo 4.5 Çalışmaya katılan futbolcuların besin desteği alma durumu ile serum 25-hidroksi vitamin D seviyesi arasındaki ilişki	39
Tablo 4.6 Çalışmaya katılan futbolcuların besin desteği alma durumu ile serum total antioksidan kapasite arasındaki ilişki	40
Tablo 4.7 Çalışmaya katılan futbolcuların doğum yeri ile serum 25-hidroksi vitamin D seviyesi arasındaki ilişki	40
Tablo 4.8 Çalışmaya katılan futbolcuların doğum yeri ile serum total antioksidan kapasite arasındaki ilişki	40
Tablo 4.9 Çalışmaya katılan futbolcular ile kontrol grubu arasındaki serum total antioksidan kapasite ilişkisi	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

S

Şekil 4.1 Çalışmaya katılan futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre dağılımı

37

Şekil 4.2 Çalışmaya katılan futbolcuların serum 25(OH)D seviyelerine göre dağılımı

38



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

1,25(OH) ₂ D	1,25-di Hidroksi Vitamin D
¹ O ₂	Singlet Oksijen
25(OH)D	25-Hidroksi Vitamin D
BCAA	Branched Chain Amino Acids (Dallı Zincirli Amino Asitler)
BİA	Biyoelektrik İmpedans Analizi
BKİ	Beden Kütle İndeksi
BMH	Bazal Metabolizma Hızı
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CAT	Katalaz Enzimi
CLA	Conjugated Linoleic Acid (Konjuge Linoleik Asit)
Cu	Bakır
FAD	Flavin Adenin di Nükleotid
Fe	Demir
Fe ²⁺	Ferröz
Fe ³⁺	Ferrik
FGF	Fibroblast Growth Factor (Fibroblast Büyüme Faktörü)
g	Gram
G6PD	Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz Enzimi
GSH-Px	Glutasyon Peroksidaz Enzimi
GSH-Red	Glutasyon Redüktaz Enzimi
GST	Glutasyon S-Transferaz Enzimi

H	Hidrojen
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
HDL	High Density Lipoprotein (Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein)
HIV	Human Immunodeficiency Virus (İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü)
HMP	Heksoz Mono Fosfat
HOCl	Hipoklorit
IL	İnterlökin
INF	İnterferon
IOM	Institute of Medicine (Tıp Enstitüsü)
IU	İnternasyonal Ünite
L	Litre
LDL	Low Density Lipoprotein (Düşük Yoğunluklu Lipoprotein)
M	Molar
Max (VO ₂)	Maksimal Oksijen Tüketimi
mL	Mililitre
mM	Milimolar
mmHg	Milimetre civa
mmol	Milimol
Mn	Manganez
MS	Multipl Skleroz
NADPH	Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat
ng	Nanogram
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey (Ulusal Sağlık ve Beslenme Kontrol Çalışması)

nm	Nanometre
NO·	Nitrik Oksit
O	Oksijen
O ₂ ^{·-}	Süperoksit
-OH	Hidroksil
ONOO ⁻	Peroksi Nitrit
P	Fosfor
PTH	Parathormon
RO·	Alkoksil
ROO·	Peroksil
ROT	Reaktif Oksijen Türleri
S	Kükürt
Se	Selenyum
SOD	Süperoksit Dismutaz Enzimi
SPF	Sun Protection Factor (Güneş Koruma Faktörü)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi)
SST	Separatör Jel İçeren Tüp
TAK	Total Antioksidan Kapasite
TNF	Tümör Nekroz Faktör
UV	Ultraviyole Işınları
VDR	Vitamin D Reseptörü
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
Zn	Çinko

λ Dalga boyu

μg Mikrogram

μl Mikrolitre



ÖZET

GİRESUNSPOR FUTBOL KULÜBÜNDE OYNAYAN PROFESYONEL SPORCULARDA D VİTAMİNİ VE TOTAL ANTİOKSİDAN SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Yeterli miktarda D vitamini düzeyleri; protein sentezi, kas gücü, atlama yüksekliği ile hızı, egzersiz kapasitesi ve fiziksel performans artışını sağlarken; stres kırıkları, yaralanma, düşme, kas gevşemesi, kas ağrısı ve güçsüzlüğü oranlarında ise azalmaya neden olmaktadır. Futbolcularda optimal performansı korumak ve arttırmak için serum 25-hidroksi vitamin D (25(OH)D) düzeyleri oldukça önem taşımaktadır.

Egzersiz sırasında serbest radikallerin oluşması ve oksidatif stres gelişiminin, optimal performansı ve antrenman sonrası toparlanma dönemini etkilediği bilinmektedir.

Çalışmanın amacı, profesyonel futbolcuların serum 25(OH)D ve serum total antioksidan kapasitelerinin belirlenmesidir. Çalışma grubunu Giresunspor Futbol Kulübü'nde oynayan 56 profesyonel futbolcu (26'sı A takım, 30'u alt yapı takımları) oluşturmaktadır. Kontrol grubunu ise 30 gönüllü, sağlıklı erkek birey oluşturmaktadır. Çalışma grubuna yüzyüze uygulanan anket verilerinin hesaplanması ve yorumlanmasında SPSS 21 paket program kullanılmıştır. Ayrıca biyoelektirik impedans analizi (BİA) prensibi ile çalışan InBody 230 cihazı ile futbolcuların vücut bileşimleri tespit edilmiştir. Çalışma grubunu oluşturan futbolcuların serum 25(OH)D seviyeleri referans değerlerle (≥ 30 ng/mL) kıyaslanmıştır. Serum total antioksidan kapasite ise kontrol grubunu oluşturan 30 gönüllü, sağlıklı erkek bireyler ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, futbolcuların ortalama serum 25(OH)D seviyeleri 31,68 ng/mL olarak belirlenmiştir. Çalışmaya katılan futbolcuların ortalama serum antioksidan kapasite değeri 1,97 mmol Trolox Equiv/L olarak belirlenmiştir. Futbolcuların kıyaslandığı kontrol grubunun ortalama serum antioksidan kapasite değeri ise 1,94 mmol Trolox Equiv/L'dür. Antrenman sırasında metabolik hızda artış görülmektedir, bu da serbest radikallerin hızla açığa çıkmasına neden olmaktadır. Bu düşünceye rağmen, çalışma ve kontrol grubu arasında serum total antioksidan kapasite bakımından büyük bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: D vitamini, futbolcular, sporcu, sporcu beslenmesi, total antioksidan kapasite



ABSTRACT

DEFINITION OF THE TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY AND VITAMIN D LEVELS IN PROFESSIONAL ATHLETES WHO PLAY FOOTBALL IN GİRESUNSPOR

A sufficient amount of vitamin D levels; while protein synthesis, muscle strength, jumping height, speed, exercise capacity and physical performance increase; stress fractures cause a decrease in the rates of injury, fall, muscle relaxation, muscle pain and weakness. Serum 25-hydroxy vitamin D (25(OH)D) levels are very important for maintaining and improving optimal performance in football players.

The formation of free radicals and oxidative stress during exercise is known to affect optimal performance and recovery period after exercise.

The aim of the study was to determine serum 25(OH)D and total antioxidant capacity of professional football players. The work group consists of 56 professional football players (26 teams A, 30 substructure teams) playing in Giresunspor Football Club. The control group consisted of 30 volunteer healthy male subjects. The SPSS 21 package program was used to calculate and interpret the survey data applied face to face to the study group. In addition, the body composition of the players was determined by the InBody 230 device which works with the principle of bioelectric impedance analysis (BIA). Serum 25(OH)D levels of the soccer players were compared with reference values (≥ 30 ng / mL). Serum total antioxidant capacity was compared with 30 healthy volunteers in the control group.

As a result of the study, mean serum 25 (OH) D levels of the players were determined as 31.68 ng / mL. The mean serum antioxidant capacity of the participants was found to be 1.97 mmol Trolox Equiv/L. The mean serum antioxidant capacity of the control group was 1.94 mmol Trolox Equiv/L. There is an increase in metabolic rate during training, which leads to a rapid release of free radicals. Despite this thought, there was no significant difference in serum total antioxidant capacity between the study and control groups.

Keywords: athletes, soccer players, sports nutrition, total antioxidant capacity, vitamin D



1. GİRİŞ

Beslenme, sağlığın korunması, büyüme, hayatın devamlılığı için besinlerin kullanılması olup, insan ihtiyaçlarının öncelikleri arasındadır (Baysal, 2009).

Sporcu beslenmesi dendiğinde öncelikli olarak düzenli antrenman yapan sporcular düşünülür. Bu bireyler fiziksel güçlerini maksimal seviyede kullandıklarından, araştırmacılar için çalışma alanı oluşturmaktadırlar. Çoğu spor dallarında beslenme ve performans arasında önemli ilişki vardır. Maksimal performans için beslenme son derece mühimdir. Fakat, beslenme şekli sporcuya ve yaptığı spor branşına göre büyük farklılıklar göstermektedir. Sporcunun performansını genetik ve çevresel birçok faktör etkilemektedir. Fakat, gerekli beslenme sağlanmadan sporcunun maksimal potansiyele ulaşması çok zordur; performans üst seviyeye çıkamaz, antrenmanlar yeterli düzeyde yapılamaz, sporcu enfeksiyon ve sakatlıklara karşı daha duyarlı hale gelir (Ersoy, 2012).

Sanayi ve teknoloji alanındaki gelişmeler, insanların zamanlarının önemli bir kısmını binalarda, arabalarda, güneş korumalı mekanlarda geçirmeye başlamasıyla sonuçlanmıştır. D vitamini yetersizliği artık tüm dünyanın sorunudur ve pandemi olarak belirtilmektedir (Holick ve Chen, 2008).

Vitamin D gereksiniminin %95'i esas olarak ciltte 7-dehidrokolesterol'den ultraviyole ışınlarının etkisiyle karşılanmaktadır. Vitamin D'nin ciltte sentez edilen formu kolekalsiferol (Vitamin D₃), diyetle alınan formu ergokalsiferol (Vitamin D₂)'dür. Beslenme ve ciltte sentezlenen D vitamini daha sonra dolaşıma katılır. Burada Vitamin D bağlayıcı protein ile birlikte taşınır. Karaciğerde bulunan 25-hidroksilaz enzim ile 25-hidroksi vitamin D (25(OH)D)'ye dönüşür. 25(OH)D, böbrekte 1-alfa hidroksilaz enzim ile aktif form olan 1,25-dihidroksi vitamin D'ye dönüşür. Aktif haldeki D vitamini kemik mineral dengesinin devamlılığında ve insülin salınımında önemli görev alır. Vitamin D yetersizliği, kalsiyum dengesinin bozulmasına ve sekonder hiperparatiroidizme sebep olur. Ayrıca D vitamini; vasküler hastalıkların patogenezinde rol oynar. D vitamininin antiarteriosklerotik etkileri arasında; makrofajların köpük hücrelere dönüşümünü engellemesi, vasküler düz kas hücre proliferasyonu ve migrasyonunun down regülasyonu ile endotelial adezyon moleküllerinin ekspresyonunu aktifleyen inflamasyonun baskılanması yer almaktadır (Brewer ve ark., 2011).

Kardiyovasküler sistem ile olan bu olumlu etkileri ile D vitamini sporcuları için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, sakatlıkları önleme konusunda bir pozitif etken olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle sporcuların serum D vitamini seviyelerini tespit etmek ve buna bağlı olarak önlem almak gerekmektedir.

D vitamininden farklı olarak total antioksidan kapasitesinin, insanların sağlıklı ve uzun yaşam sürmesi üzerine olan etkisi son yıllarda yapılan çalışmalarda oldukça irdelenmeye başlamıştır. Radikaller aynı zamanda alınan ilaçlar, kimyasal maddeler gibi hücre esaslı savunma sisteminin salgıladığı salgıların yer aldığı, metabolizma sonucu oluşan ürünlerdir. Bu ürünlerin en bilinen özelliği son derece reaktif olmalarıdır. Karşılıklarına çıkan her madde ile (özellikle canlı dokusunda bulunan) reaksiyona girebilirler (Velioğlu, 2000).

Serbest radikaller hücre membranına, hücre yapısında bulunan proteinlere, lipitlere, DNA'ya ve nükleik asitlere hasar vermekte; sonuç olarak başta kanser, diyabet, koroner hastalıklar, karaciğer harabiyeti, katarakt gibi pek çok hastalığa sebebiyet vermektedir. Bu radikaller hücrede membran, mitokondri, peroksizomlar ve endoplazmik retikulumda üretilmektedir. Endojen veya eksojen kaynaklarla oluşan serbest radikal hasarına karşı organizmanın antioksidan savunma mekanizmaları bulunur. Bu mekanizmalar, serbest radikallerin sebep olduğu reaksiyonu engeller (Velioğlu, 2000).

Sporcuların düzenli antrenman yapması, normal sağlıklı bireylere göre daha fazla oksidan üretebilir fikrinden yola çıkarak, biyolojik sistemlerinde buna karşı sahip oldukları total antioksidan kapasitesini belirlemek önem arz etmektedir.

Tüm bu bilgiler ile bu çalışmada, sporcuların kan serumlarından bakılacak olan D vitamini referans değerlere göre ve total antioksidan kapasitesi seviyeleri test sonuçlarına göre değerlendirilecek, normal sağlıklı bireylerin referans değerleri ile karşılaştırılacak ve yorumlanacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 D Vitamini

Kalsiyum (Ca) metabolizması için gerekli olan Vitamin D yağda çözünen bir vitamindir. Doğada D3 ve D2 olarak iki formda bulunur. Kolekalsiferol insan derisinde güneş ışığında bulunan ultraviyole-B ışınlarıyla sentezlenir veya diyetle alınır. Bitkiler ise daha sonra ergokalsiferole dönüştürülecek olan ergosterol sentezlerler (Sungurluoğlu, 2014).

Vitamin D organizmada pek çok mekanizmayı regüle eden, hormon olarak da adlandırılan çok önemli bir moleküldür. Vücutta kemik ve kas gelişimini destekleyen birçok mekanizmada doğrudan veya dolaylı olarak görev yapan, yağda çözünen sterol yapılı moleküldür (Sercan ve ark., 2015). D vitamini insan vücudunda bağırsak ve böbreklerde kalsiyum, fosfor (P) emilimini sağladığı için mineral dengesinin devamlılığında da önemli görev alır. Vitamin D yetersizliğinin kolon başta olmak üzere bazı kanser çeşitleri, multipl skleroz, diyabet ve romatoid artrit gibi hastalıklara sebep olduğu, bunun dışında da artan kan basıncı seviyesini azaltmada etkin olduğu gösterilmiştir (Holick, 2004; 2007).

D vitamini endojen olarak sentezlenmesinin yanında diyetle de alınmaktadır (Öngen ve ark., 2008). Ancak D vitamininin esas kaynağı ultraviyole-B (UVB) ışınlarıdır (Holick, 2006). Vitamin D kalsiyum metabolizmasında 1,25 dihidroksi vitamin D ($1,25(OH)_2D$) formu ile görev alır (Heath ve Elovic, 2006).

Vitamin D'nin besinlerle alımı ise sınırlıdır. En fazla somon, uskumru, sardalya gibi yağlı balıklarda ve yumurta sarısında bulunur (Holick, 2006). D vitamini besinlerle, bitkilerde var olan ergokalsiferol ve hayvan dokularında var olan kolekalsiferol olarak vücuda girmektedir (Öngen ve ark., 2008). Besinlerle alınan ergokalsiferol ve kolekalsiferol emildikten sonra (ince bağırsaklar), şilomikronlarla venöz dolaşıma katılır (Holick, 2007).

Besinlerle alınan veya endojen olarak sentezlenen ergokalsiferol veya kolekalsiferol yağ hücrelerinde depolanır, ihtiyaç halinde dolaşıma verilir (Holick, 2007).

2.1.1. D Vitamini Metabolizması

Deride sentezlenerek veya besinlerle birlikte alınan ergokalsiferol ve kolekalsiferol inaktif durumda oldukları için, vitamin D bağlayıcı protein (VDR) ile birlikte karaciğere taşınır ve karaciğerde bulunan 25-hidroksilaz enzimi ile 25(OH)D'ye dönüştürülür. Daha sonra aktif form için böbreklerde 1-alfa hidroksilaz enzimi yardımıyla 1,25(OH)₂D'ye çevrilir. D vitamininin dolaşımdaki esas formu 25(OH)D'dir; aktif halde olmayan bu formun dolaşımdaki yoğunluğu 1,25(OH)₂D'nin yaklaşık 1. 000 kat fazlasıdır (Holick, 2007).

Vitamin D sentezinde önemli rol alan 1-alfa hidroksilaz enziminin düzenlenmesinde; parathormon (PTH), Ca, P ve fibroblast büyüme faktörü 23 (FGF 23) görev alır. Serum Ca, P seviyelerinin düşmesi ve PTH düzeyinin artması vitamin D sentezini arttırmaktadır. Böbrek ve ince bağırsak hücrelerinde sodyum-fosfat kotransportunda görev alan FGF 23 ise 1,25(OH)₂D üretimini baskılar, 24-hidroksilaz enzimini aktif hale getirerek 1,25(OH)₂D'nin aktif olmayan forma dönüşmesine sebep olur (Öngen ve ark., 2008).

2.1.2. D Vitamini Reseptörleri

Vitamin D reseptörleri vücutta oldukça geniş bir dağılım gösterir (Wang ve ark., 2008). Intraselüler reseptörlerdir. Ca ve P metabolizmasının bulunduğu tüm dokularda, beyin, akciğer, prostat, kolon gibi normal dokularda ve tümör hücrelerinde bulunur (Langley, 2007). Dolaşımdaki 1,25(OH)₂D direkt veya dolaylı biçimde, insülin ve renin üretimini, lenfositlerden sitokin salınımını ve vasküler düz kas hücrelerinin büyümesini ve proliferasyonunu içeren 200'e yakın geni düzenler (Lee ve ark., 2008).

2.1.3. D Vitamini Fonksiyonları

1,25(OH)₂D'nin birincil görevi plazma Ca seviyelerini regüle etmektir. Duodenumdan Ca, ileumdan P emilimini arttırmaktadır (Öngen ve ark., 2008).

Vitamin D yokluğunda diyetle alınan Ca'un %10-15'i, P'un %60'ı emilebilir (Harvey ve Champe, 2007). Vitamin D varlığında ise bu değerler Ca için %30-40, P için %80'e kadar çıkabilmektedir (Holick, 2007).

1,25(OH)₂D, plazma Ca düzeyinin devamlılığı için böbreklerden Ca atılımını azaltmaktadır. 1,25(OH)₂D'nin diğer işlevleri arasında; kemik rezorpsiyonunu arttırmak, PTH sentez ve salınımını azaltmak, insülin yapımını yükseltmek, renin sentezini

düşürmek ve miyokardiyal kontraktiletiyi arttırmak sayılabilir. Bunun yanı sıra 1,25(OH)₂D, T lenfositleri aktive ederek sitokin salınımını, B lenfositleri aktive ederek immunoglobulin sentezini arttıran “kathelisidin” diye adlandırılan maddenin yapımını sağlayarak immunomodulatör olarak da görev alır (Öngen ve ark., 2008).

2.1.4. D Vitamini Düzeyleri

Bireylerde D vitamini seviyesinin normal, düşük ya da fazla olduğunu tespit etmek için serum 25(OH)D düzeyi saptanmalıdır. 25(OH)D; yarı ömrü 2-3 hafta olan, dolaşımdaki asıl formdur ve hem D vitamini alımını hem de endojen sentezi gösterir (Bouillon, 2001).

Biyolojik olarak aktif form olan 1,25(OH)₂D ise ölçüm için uygun değildir. Sebebi ise; yarı ömrünün 4-6 saat olması ve dolaşımdaki seviyesinin 25(OH)D'den 1.000 kat daha az olmasıdır. Eğer bireyde D vitamini eksikliği var ise bağırsaklardan Ca emilimi azalır. Bununla bağlantılı olarak iyonize Ca azalır; PTH sentez ve salınımı artar (Bouillon, 2001). PTH salınımının artmasıyla böbreklerde 1,25(OH)₂D yapımı, Ca'un geri emilimi ve kemiklerde Ca mobilizasyonu artar (Bouillon, 2001; Holick, 2006). Serum 25(OH)D düzeyleri (Lavie ve ark., 2011):

≤10 ng/mL ise; önemli eksiklik,

10-20 ng/mL ise; eksiklik,

20-30 ng/mL ise; orta derecede eksiklik veya yetersizlik,

≥30 ng/mL ise; yeterli,

40-50 ng/mL ise; ideal,

>150 ng/mL ise; toksik olarak değerlendirilmektedir.

2.1.5. D Vitamini Eksikliği

Serum 25(OH)D seviyesinin 20 ng/mL'den düşük olması vitamin D yetersizliği olarak tanımlanır. Bu seviyelerdeki D vitamini kemik demineralizasyonuna neden olarak; çocuklarda raşitizm, erişkinlerde osteomalazi riskini arttırır. Dünya üzerindeki 1 milyar bireyde vitamin D yetersizliği olduğu belirtilmektedir (McKenna, 1992; Malabanan ve ark., 1998; Holick, 2006).

Derideki pigmentasyon da vitamin D eksikliği üzerinde etkilidir (Harris ve Dawson-Hughes, 1998). Koyu tenli bireylerde yüksek oranda bulunan melanin pigmenti, UVB ışınlarının emilimine engel olmaktadır (Goswani ve ark., 2000).

Vitamin D'nin emilimi ileumda olduğu için yetersizliği pek çok gastrointestinal bozukluğa sebep olur. Crohn ve çölyak gibi emilim bozuklukları bununla ilişkilidir. Bireylerde obezite varlığı da vitamin D eksikliğine sebep olabilir çünkü yağda çözünen vitamin dolaşıma katılmak yerine adipoz dokuda depo edilir (Heath ve Elovic, 2006).

Vitamin D eksikliğinin nedenleri arasında; ileri yaş, genetik faktörler, kapalı kıyafetler, kapalı ortamlarda bulunmak, güneş kremi kullanmak, fiziksel aktivite yapmamak, sigara kullanmak, hava kirliliği, böbrek hastalıkları, karaciğer hastalıkları, antikonvülzanlar ve glukokortikoidler gibi vitamin D metabolizmasına etki eden ilaçların kullanımı sayılabilir (Lavie ve ark., 2011).

2.1.6. D Vitamini Eksikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri

2.1.6.1.D Vitamini ve Raşitizm

Raşitizm, kemiklerin yetersiz mineralizasyonudur. Çocukluk çağında görülür. Hastalığı ortadan kaldırmak için yapılan tüm çalışmalara rağmen, yayınlarda sıkça hastalık beyan edilmiştir. El-ayak bilekleri, kıkırdak-eklem birleşim yerlerinde genişleme ve bacaklar ile göğüs kafesinde deformite ile tanımlanmaktadır. Diğer belirtiler arasında ağrı, yürüme-ayağa kalkma durumlarında gecikme ve gelişim geriliği sayılabilir. Raşitizm tanısı olan çocuklarda serum 25(OH)D seviyesi genel olarak 5 ng/mL'den düşüktür (Tracher ve ark., 2006).

2.1.6.2.D Vitamini ve Osteomalazi

Erişkinlerde görülen vitamin D yetersizliğine bağlı kemik hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Osteoblastların oluşturduğu kemik yapısının mineralizasyonunda eksiklik görülür. Artrit ve fibromiyalji ile karıştırılabilen ağrı, kas güçsüzlüğü ile karakterizedir. Biyokimyasal değerlendirmede serum alkalin fosfat ve PTH seviyelerinde yükselme; Ca, P ve serum 25(OH)D düzeylerinde düşüş görülür (Bingham ve Fitzpatrick, 1993).

2.1.6.3.D Vitamini, Osteoporoz, Düşme ve Kırık

Azalmış serum 25(OH)D seviyeleri sekonder hiperparatiroidizme sebep olarak osteoklastlar üzerinden kemik rezorpsiyonuna yol açarak; erişkinlerdeki osteopeni ve osteoporozu hızlandırıp kötü hale getirebilirler (Holick, 2007). Vitamin D; PTH düzeylerini fizyolojik açıdan sağlıklı düzeylerde tutarak osteoblastik aktiviteyi artırarak kemik mineralizasyonunu destekler, dolayısıyla düşme, kırık oluşma riskini anlamlı ölçüde azaltır (Dawson-Hughes ve ark., 2005; Holick, 2007). Serum 25(OH)D seviyesi >30 ng/ml olan bireylerde kırık oluşma riskinin daha az olduğunu gösteren veriler bulunmaktadır (Wacker ve Holick, 2013). 30. 000'den fazla bireyin katıldığı bir çalışma göstermiştir ki; yaklaşık 800 internasyonel ünite (IU)/gün vitamin D takviyesi non-vertebral kırık riskini %14, kalça kırık riskini ise %30 oranında azaltmıştır (Bischoff-Ferrari ve ark., 2012).

Serum 25(OH)D ile alt ekstremitte işlevleri, kas gücü ve fiziksel aktivite arasında pozitif ilişki bulunur (Bischoff-Ferrari ve ark., 2004; Bischoff-Ferrari, 2012). D vitamini yetersizliği özellikle yürüyüş ve postural denge için gerekli olan alt ekstremitenin antigravite kaslarına etki etmektedir (Akınar ve İçağasıoğlu, 2012). Yaşlı bireylerde serum 25(OH)D vitamini seviyeleri ile düşme riski arasında anlamlı ilişki görülmektedir. Kas gücü, postural ve dinamik denge vitamin D desteği ile iyileştirilebilir (Bischoff-Ferrari ve ark., 2004; Bischoff-Ferrari, 2012).

Sonuç olarak, vitamin D eksikliğinin osteoporoz, kırık ve düşme için bilinen bir risk faktörü olduğu görülmektedir (Mosekilde, 2005).

2.1.6.4.D Vitamini ve Kas Fonksiyonu Üzerine Etkileri

Yapılan çalışmalar, azalmış serum 25(OH)D seviyesi ile kas güçsüzlükleri arasında ilişki olduğu göstermektedir. Genetiğe bağlı D vitamini yetersizliği bulunan çocuklarda belirgin kas güçsüzlüğü olduğu, D vitamini takviyesiyle hızla düzelme görüldüğü belirtilmiştir. Günde 800-1. 000 IU D vitamini takviyesi yapılan 3 çalışmanın meta analizinde, alt ekstremitte kas gücü ve dengede anlamlı derecede iyileşme belirtilmiştir (Muir ve Montero-Odasso, 2011).

2.1.6.5.D Vitamini ve Kardiyovasküler Sistem Üzerine Etkileri

Vitamin D eksikliğinde kardiyovasküler hastalık ve hipertansiyon riskinde artış görülür (Giovannucci ve ark., 2006; Holick, 2006). Yapılan bir çalışmada UVB radyasyonuna 3 ay süre ile haftada 3 kez maruz kalan hipertansiyonlu bireylerde serum 25(OH)D seviyelerinin yaklaşık %180 değerinde yükselmiş olduğu, sistolik ve diastolik kan basıncı düzeylerinin ise 6 mmHg oranında düştüğü belirtilmiştir (Krause ve ark., 1998).

Yapılan National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) III çalışmasında, 65 yaş üzeri kişilerde, serum 25(OH)D düzeyi 40 ng/mL'den fazla olanlarda, 10 ng/mL'nin altında olanlara oranla mortalite riskinin %45 daha az olduğu görülmüştür (Ginde ve ark., 2009). Fakat bu sonuç, altta yatan başka hastalık veya immobil bireylerin açık alanlarda daha az vakit harcamaları veya yeterli beslenmemeleri nedeniyle serum 25(OH)D seviyelerinin daha az olmasıyla da ilişkilendirilebilir. Gözlemsel çalışmalar, düşük serum 25(OH)D seviyesi ile hipertansiyon ve kardiyovasküler olaylar arasında ilişki olduğunu söylese de, randomize çalışmalar bu konuda çelişmektedir (Norris ve Williams, 2013).

Kan basıncı, coğrafik ve ırka göre değişiklikler göstermektedir. Yüksek tansiyon riskinin kuzey yarım kürede daha fazla olduğu belirtilmiştir. Yapılan hayvan çalışmalarında, 1,25(OH)₂D'nin renin-anjiyotensin sistemini düzenlediği görülmüştür. Vitamin D reseptörü olmayan veya 1-alfa hidroksilaz gen eksikliği bulunan farelerde, artmış renin seviyesi ve hipertansiyon ile kardiyak hipertrofi belirtilmiştir (Li ve ark., 2002). Hipertansif bireylerde kan basıncı üzerine vitamin D takviyesinin etkisini araştıran 8 randomize çalışmanın meta analizi; vitamin D tedavisi alanlarda, plasebo grubuna kıyasla diastolik kan basıncı üzerinde anlamlı derecede düşüş olduğu gözlenmiştir (Witham ve ark., 2009). Bunun yanında yapılan bir başka 10 çalışmanın meta analizinde ise; vitamin D tedavisinin, sistolik kan basıncında önemsiz bir düşüş ile birlikte diastolik kan basıncı üzerinde bir etkisi olmadığı belirtilmiştir (Pittas ve ark., 2010).

Vitamin D ve kardiyovasküler hastalık ile ilgili yapılan 19 prospektif çalışmanın (65.994 birey) meta analizinde; serum 25(OH)D seviyesi ile kardiyovasküler hastalık arasında ters ilişki belirtilmiştir (Wang ve ark., 2012). Framingham Offspring çalışmasında serum 25(OH)D seviyesi <15 ng/mL olan bireylerde, ≥15 ng/mL olanlara

kıyasla, ilk kardiyovasküler olayın ortalama 5,4 yıl daha önce görüldüğü belirtilmiştir (Wang ve ark., 2008). 2001-2004 yılları arasında yürütülen NHANES’de koroner kalp hastalığı görülme sıklığı; serum 25(OH)D seviyesi <20 ng/mL olan bireylerde, ≥ 30 ng/mL olanlara kıyasla daha fazla olduğu gözlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise, serum 25(OH)D seviyesinin 23 ng/mL’den 40 ng/mL’ye yükseltilmesinden sonra kardiyovasküler veya metabolik riskler üzerinde herhangi bir iyileşme olmadığı belirtilmiştir (Kim ve ark., 2008; Kendrick ve ark., 2009).

2.1.6.6.D Vitamini ve Diyabet

Vitamin D ile tip 1 diyabet arasında ilişki kurulmasının sebebi, D vitamininin bağışıklık sistemi üzerine etkisi ile bağlantılıdır. İnsanlar üzerinde yapılan bazı çalışmalar, D vitamini yetersizliği ile tip 1 diyabet arasında ilişki olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmalar, erken bebeklik döneminde vitamin D takviyesinin sonradan tip 1 diyabet oluşma riskini %30 düşürdüğünü göstermiştir (Zipitis ve Akobeng, 2008). Bununla birlikte çocuklarda tip 1 diyabet görülme sıklığı ile vitamin D takviyesi arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışma bulunmamaktadır. Yapılan bir başka çalışmada tip 1 diyabet ile vitamin D yetersizliğine neden olan genetik polimorfizm arasında ilişki bulunmuş, bu da tip 1 diyabet ile vitamin D yetersizliği arasında bir ilişki olabileceğini akla getirmiştir (Cooper ve ark., 2011). VDR’nin pankreas β hücrelerinde de var olduğunun belirtilmesiyle, D vitamininin insülin salgı ve sensitivitesini arttırabileceği belirtilmiştir. Vitamin D seviyesinin obez ve tip 2 diyabetli kişilerde daha düşük olduğu görülmüştür (Ozfirat ve Chowdhury, 2010). Ancak vitamin D tedavisinin glisemi üzerine etkisini araştıran 8 çalışmanın sonucunda, glisemi veya diyabet gelişimi üzerine herhangi bir etkisi bulunamamıştır (Pittas ve ark., 2010).

2.1.6.7.D Vitamini ve Kanser

D vitamini yetersizliği ile kanser arasında ilişki olduğunu belirten bazı veriler bulunurken, yüksek doz vitamin D takviyesinin kanseri önleyeceğini veya tedavi edeceğini söyleyecek kadar yeterli kanıt bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar, vitamin D veya analoglarının hücre proliferasyonunu azaltabildiğini ve bunun için pek çok geni aktif veya inaktif edebildiğini belirtmiştir (Bouillon ve ark., 2006).

Hayvanlar ile yapılan çalışmalarda, vitamin D reseptör yetersizliğinin prekanseröz lezyonlara yatkın olduğu gösterilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kolon kanserinin,

vitamin D yetersizliği ile bağlantısı bulunduğunu söylemektedir. Bu tespit, 9 vaka-kontrollü bir çalışmanın meta analizi ile desteklenmiştir.

Serum 25(OH)D seviyesinde her 4 ng/ml'lik yükselişin, kolorektal kanser riskini %6 oranında düşürdüğü gösterilmiştir (Chung ve ark., 2011). Bazı çalışmalar ise, daha yüksek serum 25(OH)D seviyelerinin pankreas kanseri riskini arttırdığını göstermiştir (Stolzenberg-Solomon ve ark., 2006).

Yapılan bazı çalışmalar daha yüksek serum 25(OH)D seviyesinin prostat kanseri riskini arttırdığını tespit ederken, bazıları ise bu riskte azalma olduğunu belirtmiştir (Gilbert ve ark., 2011).

Neoplastik hücreler VDR taşımaktadır. D vitamini yetersizliğinde pankreas, prostat, kolon, akciğer gibi birçok kanserin görölme sıklığında artış gözlemlenmiştir (Ahonen ve ark., 2000; Feskanich ve ark., 2004).

Çalışmalarda kuzey kutbunda yaşayan bireylerde pankreas, akciğer, kolon, prostat ve hodgkin lenfomaya sahip olma ve bu sebepten ölüm riskinin güney kutbunda yaşayan bireylere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (Ahonen ve ark., 2000; Luscombe ve ark., 2001; Giovannucci, 2005; Holick, 2006).

Prospektif ve retrospektif çalışmalar göstermiştir ki serum 25(OH)D seviyesi 20 ng/mL'den az olduğunda kolon, prostat ve akciğer kanserlerinden ölüm oranı %30-50 değerinde artış göstermektedir (Ahonen ve ark., 2000; Giovannucci, 2005; Gorham ve ark., 2005; Holick, 2006; Giovannucci ve ark., 2006).

2.1.6.8.D Vitamini ve Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkileri

Vitamin D, immün sistem hücreleri üzerinde etkilidir. Dentritik hücreler, makrofajlar ve T, B lenfositler gibi antijen sunan hücreler VDR'e sahiptir. Ancak normal seviyede veya normal seviyeye yakın serum 25(OH)D'ye sahip sağlıklı erişkinlerde, vitamin D takviyesinin üst solunum yolu enfeksiyonu görölme sıklığını düşürdüğü gösterilememiştir. Bunun yanında vitamin D yetersizliği ve otoimmün hastalıklar ile enfeksiyonlar arasındaki bağlantı da tam anlamıyla aydınlatılmamıştır. 1,25(OH)₂D, dentritik hücre matürasyonunu inhibe etmekte ve immün modölatör olarak etki etmektedir. Bu sebeple vitamin D yetersizliğinin otoimmün hastalık riskini arttırdığı düşünölmektedir. Bu durum yapılan hayvan çalışmalarında belirtilmiştir (Ponsonby ve

ark., 2002). İnsanlar üzerinde yapılan bazı çalışmalarda ise, vitamin D yetersizliği ile tip 1 diyabet ve multipl skleroz (MS) arasında bağlantı olduğu iddia edilmiştir (Munger ve ark., 2002).

Vitamin D ve alerjik hastalıklar için çelişkili yayınlar görülmektedir. Kimi yayınlar, vitamin D yetersizliğini, astım gibi alerjik hastalık oranlarında artış ile ilişkilendirilirken kimi yayınlar da bu hastalıkların görülme sıklığında düşüş olduğunu belirtmiştir (Lange ve ark., 2009).

2.1.6.9.D Vitamini ve Nöropsikiyatrik Fonksiyon

İnsan beyinde, VDR ve 1-alfa hidroksilaz enzimi de bulunur. Vitamin D'nin nöronal proliferasyon, diferansiyasyon, migrasyon ve apoptozis üzerine etkin olduğu ve beyin gelişiminde önemli role sahip olabileceği belirtilmektedir. Prenatal vitamin D yetersizliğinin şizofreni gibi nöropsikiyatrik hastalıkların riskini yükseltebileceği düşünülmektedir (McGrath, 2001). Alzheimer hastalığında sık olarak düşük serum 25(OH)D seviyesi belirtilmiştir (Balion ve ark., 2012).

Depresyon tanısı bulunan, vitamin D yetersizliği olan 243 bireyin katıldığı çalışmada, bir gruba vitamin D takviyesi (40. 000 IU/hafta), diğer gruba da plasebo uygulanmış; depresyon semptomları açısından yapılan değerlendirmede iki grup arasında bir fark oluşmadığı görülmüştür (Kjærgaard ve ark., 2012).

Nöropsikiyatrik hastalık tanısı bulunan bireylerin immobil olmaları ve yeterince güneşe ışığı almamalarına bağlı olarak vitamin D yetersizliği görülüyor olabilir diye belirtilmektedir (Kjærgaard ve ark., 2012).

2.1.7. D Vitamini Eksikliği Önleme ve Tedavi Yaklaşımı

İnsan vücudunda vitamin D'nin %90-95 kadarı güneş ışınları ile ciltte sentezlenir. D vitamini ile zenginleştirilmediği sürece diyetle alınan D vitamininin pek önemi yoktur. Temel kaynak güneş ışınlarıdır ve yeterince maruz kalınırsa takviye vitamin D'ye gerek yoktur. Amerika'nın kuzeyinde yapılan bazı çalışmalar, haftada 2-3 kez el, yüz ve kolları 5-15 dakika güneşe maruz bırakmanın vücudun vitamin D gereksinimini karşılamak için yeterli olabileceğini belirtmektedir (Holick, 1996; Akpınar ve İçağasıoğlu, 2012). Bunun yanı sıra, güneş ışınlarıyla deride vitamin D sentezinin mevsimlere ve coğrafik bölgelere göre farklılıklar oluşturabileceğini de göz ardı etmemek gerekir. Yaklaşık 33° enlemin

kuzey ve güneyinde yaşayan bireylerde kış ayları boyunca hemen hemen hiç vitamin D sentezlenmemektedir (Wacker ve Holick, 2013). Artmış deri pigmentasyonu, ilerleyen yaş ve güneş kremlerinin kullanımı gibi pek çok etken cildin vitamin D sentezini olumsuz yönde etkilemektedir (Holick, 1996; Holick ve ark., 2011). 30 faktörlü güneş koruma (güneş koruma faktörü, SPF) kremlerinin deride D vitamini sentezini %95-98 oranında düşürdüğü belirtilmektedir. 8 SPF güneş kremlerinin bile kandaki vitamin D seviyesini ciddi anlamda düşürdüğü belirlenmiştir (Wacker ve Holick, 2010). Yaşlı bireylerde UV sonrası vitamin D sentezleme yeteneğinin 30 yaş altı yetişkinlere kıyasla 1/4 ile 1/5 oranında azaldığını gösteren kanıtlar bulunmaktadır. Vitamin D'nin esas kaynağı olan güneş ışınlarının kullanımını; bulutlu hava, yoğun ozon miktarı, hava kirliliği, mevsim, deri pigmentasyonu gibi etkenler güçleştirmektedir (Tsiaras ve Weinstock, 2010).

Vitamin D yetersizliğini engellemek için Washington Tıp Enstitüsü (Institute of Medicine, IOM); ilk 1 yıl boyunca yenidoğanlara 400 IU D vitamini takviyesinin hemen başlanılmasını, 1-70 yaş arasındaki bireylere 600 IU/gün ve 70 yaş üzerindeki bireylere de 800 IU/gün D vitamini takviyesini tavsiye etmektedir. Bu dozlar, serum 25(OH)D seviyesini kemik sağlığı için yeterli olduğu düşünülen 20 ng/mL düzeylerine yükseltebilir ancak Washington Endokrin Topluluğu'nun önerdiği 30 ng/mL için yetersizdir. Bu nedenle, vitamin D yetersizliğini engellemek adına Washington Endokrin Topluluğu uygulama rehberinde; yenidoğanlarda ilk 1 yıl için günlük 400-1.000 IU (2.000 IU'ye kadar güvenli), 1-18 yaş arası çocuk ve adolesanlar için günlük 600-1.000 IU (4.000 IU'ye kadar güvenli), 18 yaş üzeri yetişkinler için ise günlük 1.500-2.000 IU (10.000 IU'ye kadar güvenli) vitamin D takviyesi tavsiye etmektedir. Bununla beraber obez bireylerde, malabsorpsiyon sendromu bulunan bireylerde, glukokortikoid ve anti epileptik ilaç kullanan bireylerde daha fazla doz uygulama gerekebilmektedir (Wacker ve Holick, 2013).

Washington Endokrin topluluğu, uygulama rehberinde bireylerin yaş ve altta yatan tıbbi durumlara göre vitamin D yetersizliği olan bireyler için bir takım tedavi stratejileri belirlemiştir (Holick ve ark., 2011):

- 0-1 yaş arası vitamin D yetersizliği olan bebeklere; 2.000 IU/gün ya da 50.000 IU/hafta vitamin D2 veya D3 6 hafta süre ile, bunu takiben serum 25(OH)D düzeyini 30 ng/mL'nin üzerinde tutabilmek için 400-1.000 IU/gün devam doz uygulaması,

- 1-18 yaş arası vitamin D yetersizliği olan çocuklara; 2. 000 IU/ gün ya da 50. 000 IU/hafta vitamin D2 veya D3 6 hafta süre ile, bunu takiben serum 25(OH)D düzeyini 30 ng/mL'nin üzerinde tutmak için 600-1. 000 IU/gün devam doz uygulaması,
- Vitamin D yetersizliği bulunan tüm yetişkinlere; 6. 000 IU/gün ya da 50. 000 IU/hafta vitamin D2 veya D3 8 hafta süre ile, bunu takiben serum 25(OH)D düzeyini 30 ng/mL'nin üzerinde tutmak için 1. 500-2. 000 IU/gün devam doz uygulaması,
- Obez bireyler, malabsorpsiyon tanısı olan bireyler ve vitamin D metabolizmasını etkileyen ilaç kullanan bireyler için yüksek doz, en azından 6. 000-10. 000 IU/gün D vitamini ile tedavi ve 3. 000-6. 000 IU/gün devam doz uygulaması tavsiye edilmektedir (Holick ve ark., 2011).

Ayda 2 kez yapılan 50. 000 IU D vitamini takviyesi stratejisinin, 6 yıllık süre boyunca herhangi bir toksik etki olmadan, eksikliği tedavi ettiği ve tekrarını önlediği belirtilmiştir (Wacker ve Holick, 2013). Yapılan bir çalışmada; yetişkinlerde 6 yıl süresince her 2 haftada bir 50. 000 IU ya da eşdeğer olarak 3. 000 IU/gün vitamin D takviyesi, herhangi bir toksik etki olmadan serum 25(OH)D seviyesini 40-60 ng/mL arasında tuttuğu gösterilmiştir. Çocuk ya da yetişkinlerde vitamin D takviyesinin artmasının, granulomatoz durumlar (tüberküloz gibi) hariç bilinen bir zararı bulunmamaktadır. Bütün yetişkinlerin 2. 000 IU/gün vitamin D takviyesi alması gereklidir (Holick, 2012). Öte yandan, granulomatoz hastalıklar, genetik hastalıklar ya da vitamin D metabolizmasını etkileyen enzimlerin polimorfizmi gibi durumlarda vitamin D toksisite riskinin arttığı göz ardı edilmemelidir (Wacker ve Holick, 2013).

2.1.8. D Vitamini İntoksikasyonu

Serum 25(OH)D seviyesi 150 ng/mL üzerinde seyrettiğinde intoksikasyon gözlenmektedir. Fakat bu durumla nadir karşılaşılır. Yenidoğanlarda vitamin D'nin günde 40. 000 IU olacak şekilde 1-4 ay takviyesi, yetişkinlerde ise günde 100. 000 IU olacak şekilde birkaç ay takviyesi sonrasında D vitamini intoksikasyonu görülmektedir (Langley, 2007).

D vitamini toksisitesinin başlıca semptomları, sindirim kanalından fazla Ca emilmesi sonucu oluşan hiperkalsemiyle karakterizedir (Morita ve ark., 1993; Hatun ve ark., 2003). Ca; sinir, kas, kalp, sindirim sistemi ve böbreklere etki eder. Hiperkalsemi sonucu yorgunluk, kaslarda güçsüzlük, karın ağrısı, bulantı, konstipasyon, peptik ülser, polidipsi,

poliüri, dehidratasyon, hipertansiyon, hiperkalsiüri, böbrek yetersizliği gibi durumlar gelişebilmektedir (Hatun ve ark., 2003).

2.1.9. D Vitamini, Spor ve Sporcu Sağlığı

Rus ve Alman sporcuların performansı arttırmak ve kronik ağrıları azaltmak amacıyla 1930 ve 1940'lı yıllarda UV ışığı kullandıkları bilinmektedir. Sporcuların eğitiminde “güneş lamba merkezi” sistemi uygulanmıştır. Sportif performans üzerine etkisi net olmasa da, spor yaralanmalarını azaltma üzerine anlamlı etkisi görülmüştür (Spellerberg, 1952). Alman araştırmacılar 1944 yılında 32 tıp öğrencisini 6 hafta boyunca haftada 2 kez ışınlamış, sonrasında bisiklet ergometrisi performansında %13 oranında iyileşme saptamış, kontrol grubunun performanslarında ise değişiklik belirleyememişlerdir (Lehmann ve Mueller, 1944).

Dışarıdan gelen herhangi bir uyarana (silah, top, rakip vs) verilen yanıt kadar geçen toplam süre “reaksiyon zamanı”dır. Bu tepkime hareketinin başlatılması birçok spor dalında optimal sportif performansın kritik bir ögesidir. D vitamini ve reaksiyon süresi arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma 1950'lerde Almanya'da yürütülmüştür. Reaksiyon zamanının; çocuklarda %25, tedavi grubundaki yetişkinlerde ise %20 oranında iyileştiği belirtilmiştir (Clark ve ark., 2003).

D vitamini ve sprint hızı arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışmada, güneş lambası kullanılan ve ışınlama olmayan iki grup kıyaslanmıştır. Her iki grup aynı antrenmanları uygulamış, ışınlama yapan grupta 100 metrede hızlanmanın daha iyi olduğu gözlenmiştir (Bannert ve ark., 1991).

Sporcularda D vitamini düzeyindeki artışın kas-iskelet sistemi üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Protein sentezi, ATP derişimi, kas gücü, atlama yüksekliği, atlama hızı, atlama gücü, egzersiz kapasitesi ve fiziksel performansta artış sağlarken; stres fraktürü oranlarında ise azalmaya sebep olmaktadır (Pfeifer ve ark., 2002; Larson-Meyer ve Willis; 2010; Rejnmark, 2011; Ogan ve Pritchett, 2013).

Performans üzerine D vitamininin etkisini gösteren çalışmalar oldukça az sayıdadır. Yapılan bir çalışmada, fiziksel olarak aktif üniversite öğrencisi erkeklerde D vitamininin etkisini belirlemek için maksimal oksijen tüketimine ($maxVO_2$) bakılmış; yüksek serum 25(OH)D düzeylerinin, artmış $maxVO_2$ ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bu bulgular, D vitamininin aerobik performansı arttırabileceğini akıllara getirmektedir (Forney, 2012).

Toplam 24 elit balerinin 4 aylık D vitamini desteği sonrası kas fonksiyonları (izometrik kuadriseps kontraksiyonu, dikey sıçrama) ve tedavi süresince spor yaralanmaları kaydedilmiş, kış aylarında vitamin D takviyesi alan balerinlerde kas performansı ve sakatlık oluşumu üzerine olumlu etkiler görülmüştür (Wyon ve ark., 2014).

D vitamini ile kuvvet, güç ve hız arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmaların yetersizliğine rağmen; biyomekanik çalışmalar kesinlikle olumlu bir ilişki olduğunu göstermektedir. Sıçanlarda yapılan bir çalışma, D vitamininin güç ve sprintte anaerobik performans için kritik olan tip II kas liflerinin sayısını ve boyutunu arttırarak olumlu etki gösterdiğini bildirmiştir (Kraemer ve ark., 1996). D vitamini yetersizliğine tip II kas lifleri özellikle hassastır. Bu liflerin anaerobik faaliyetlerde ve güç üretiminde önemli olduğu sürekli anımsanmalıdır. Tip II kas lifleri birçok sportif performansta yer alan patlayıcı aktiviteler için oldukça önemlidir (Pfeifer ve ark., 2002).

Vitamin D; vücudun temel süreçlerinde bulunmaktadır. Yokluğunda, hücrenin patolojik olaylara cevabında ve fizyolojik sinyallerde bozulma olduğu gözlenmiştir (Heaney, 2008). D vitamini eksikliğinde farklı sporlara bağlı kronik kas ağrısı, kas atrofisi, kas kasılmasında yavaşlama ve kas gevşeme süresinde artış görülür (Young ve ark., 1981).

Koşucular ile yapılan bir çalışmada, serum 25(OH)D seviyeleri 32 ng/mL'den düşük iken, inflamatuvar belirteç olan tümör nekroz faktörün (TNF) ciddi ölçüde artış gösterdiği bildirilmiştir. Artmış serum 25(OH)D seviyeleri, inflamasyonu azaltıcı etki göstermektedir. Özellikle dayanıklılık gerektiren sporlarda yoğun antrenman sonrası; proinflamatuvar sitokinler (TNF- α , INF- γ) ve antiinflamatuvarlar (IL-4, IL-10) ile birlikte düşük D vitamini seviyeleri de görülmüştür (Willis ve ark., 2009). Artan inflamasyon sürecinde sporcuda "aşırı antrenman" veya "aşırı yüklenme" sendromu meydana gelebilmektedir (Cannell ve ark., 2009).

Nöromuskuler etki ve kas kontraksiyon mekanizması direkt veya indirekt olarak sporcu performansını etkiler. Yeterli miktarda serum 25(OH)D düzeyleri; yaralanma, düşme, kas gevşemesi, kas ağrısı ve güçsüzlüğünü azaltıcı etki göstermektedir. Sporcularda optimum performansı korumak ve arttırmak için D vitamininin etkili olduğu belirtilmektedir (Chatterjee ve ark., 2014).

D vitamini düzeyi düşük olduğunda, paratiroid hormon (PTH) kemiklerden emilimi artırarak vücudun kalsiyum gereksinimini karşılamaya çalışır. Düşük D vitamini seviyeleri, kemik döngüsünü artırarak kemik yaralanması riskini ortaya çıkarmaktadır. Stres kırıkları sporcular arasında yaygın olup, sıklıkla atletlerde gözlenir. Stres kırıklarına bağlı ağrı önemli ölçüde performansı etkiler ve kalıcı yaralanmalara sebebiyet verebilir. Kadın donanma askerlerinin katıldığı bir çalışmada 800 IU/gün D vitamini takviyesi alan grupta, plasebo grubuna göre %20 daha düşük stres kırığı görülmüştür (Lappe ve ark., 2008).

98 sporcunun katıldığı, serum 25(OH)D seviyelerinin incelendiği bir çalışmada, sporcuların toplam %73'ünde D vitamini yetersizliği (<30 ng/mL) belirtilmiştir. Bu eksiklik çalışmaya katılan sporcular arasında; açık hava sporları ile ilgilenen sporcularda %48, kapalı alan sporlarıyla ilgilenen sporcularda ise %80 olarak belirlenmiştir (Constantini ve ark., 2010).

Güreş, basketbol ve yüzme gibi kapalı alan sporları ile ilgilenen sporcular ile; futbol, kros veya atletizm gibi açık hava sporları yapan sporcularının kıyaslanması sonucu; kapalı alan sporcularında sonbahar mevsiminde anlamlı derecede düşük D vitamini seviyeleri görülmüştür. D vitamini eksikliğinin yaralanma riski üzerindeki etkisi; kas, bağ, tendon ve benzeri diğer dokulardaki işlevi tam olarak aydınlatılmamıştır. D vitamini eksikliği; antrenman kalitesi, yaralanma sıklığı ve süresine etki ederek atletik performans üzerinde olumsuz etki gösterebilir. Ayrıca çalışmada, D vitamini seviyeleri ile vücut yağ oranları arasında sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde negatif korelasyon gözlenmiştir (Halliday ve ark., 2011).

Buna ek olarak; D vitamininin özellikle bağışıklık fonksiyonuna ve inflamatuvar yanıtlara önemli bir bileşen olabileceği düşünülmektedir. Düşük vitamin D seviyeleri ile soğuk algınlığı, grip ve gastroenterit gibi hastalıkların görülme sıklığının arttığı belirtilmektedir. D vitamini eksikliğinin vücut yağ yüzdesini etkileyip etkilemediği ya da bu oranın D vitamini eksikliğinin bir sonucu olup olmadığı henüz tam anlamıyla belirlenememiştir (Halliday ve ark., 2011). Sürekli kapalı alanda spor yapan Alman cimnastikçiler ile yapılan bir çalışmada, D vitamini düzeylerinin bu sporcuların %77'sinde 35 ng/mL'den düşük, %37'sinde ise 10 ng/mL'den düşük olduğu görülmüştür. Ancak bu çalışmada kemik matürasyonu ile D vitamini eksikliği arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir (Bannert ve ark., 1991).

İspanya’da 34 farklı spor branşı ile ilgilenen 408 sporcu üzerinde yapılan bir çalışmada D vitamini düzeyinin %82 oranında optimal seviyeden düşük olduğu saptanmıştır. Tüm gün açık alanda yüzme çalışması yapan sporcuların, sabah erken veya akşam geç saatlerde antrenman yapan sporculara kıyasla daha yüksek serum 25(OH)D düzeylerine sahip oldukları gözlenmiştir (Valtueña ve ark., 2013).

D vitamini sporcularda kas ve yağ dokusunda saklanabilmekte ve gerektiğinde kullanılabilir. Vitamin D seviyesinin 32 ng/mL’den düşük olması performans üzerinde olumsuz etki gösterebilmektedir (Cannell ve ark., 2009). Ayrıca, serum 25(OH)D seviyesinin 40 ng/mL üzerinde olmasının kemik kırıklarını önlediği düşünülmektedir. Optimal kas-iskelet sisteminin korunması için; serum 25(OH)D seviyesinin 30 ng/mL’den yüksek olması önemlidir (Glowacki, 2007). Yapılan son çalışmalar değerlendirildiğinde, genel anlamda sporcularda serum 25(OH)D seviyelerinin 32 ng/mL’nin, hatta 40 ng/mL’nin üzerinde olması tavsiye edilmektedir (Larson-Meyer ve Willis, 2010).

2.2.Antioksidanlar

Biyolojik sistemlerde oksidatif stres sonucu oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşturduğu hasarı engellemek için, vücutta pek çok savunma sistemi bulunmaktadır. Bu sistemler “antioksidanlar” olarak bilinirler. Antioksidanlar, belirli seviyeyi aşmış oksidan moleküllere direkt etki ederek onları etkisiz hale getiren moleküller olarak bilinirler. Etkili bir antioksidan molekülünün iki özelliği bulunur. İlki, serbest radikaller ile reaksiyona girerek yeni bir radikal oluşmasına sebep olmaktır. İkincisi ise, oluşan yeni radikale, dokulara zarar vermeyen ve reaktif olmayan özellik kazandırmaktır (Alan, 2013).

Serbest radikaller bir veya birden çok eşlenmemiş elektrona sahiptir. Molekül ağırlığı düşük, kararsız, kısa ömürlü etkin moleküller olarak bilinirler (Halliwell ve Gutteridge, 2000). Vücutta bazı metabolik süreçler sonucu ortaya çıkan serbest radikaller ile antioksidanlar arasındaki dengenin, serbest radikaller lehine olması oksidatif stresi meydana getirir (Nakanishi ve ark., 1995). Organizma oksidatif hasara karşı kendini enzimatik (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) vb), enzimatik olmayan (C vitamini, E vitamini, flavonoidler ve koenzim Q10 vb) antioksidan sistemleriyle korumaktadır (Halliwell ve Gutteridge, 2000). Oksidatif stres hücre hasası

sebebidir. Egzersiz, yaşlanma gibi pek çok faktör oksidatif stres ve antioksidan savunma sistemini etkilemektedir (Netzer ve ark., 2015; Belviranlı ve Okudan, 2015; Jones, 2015).

2.2.1. Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidanlar sınıflandırılırken, endojen ve eksojen kaynaklı antioksidanlar veya enzim ve enzim olmayan antioksidanlar şeklinde isimlendirilir (Akkuş, 1995; Seven ve Candan, 1996).

2.2.1.1. Enzim Sistemleri

Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzimi:

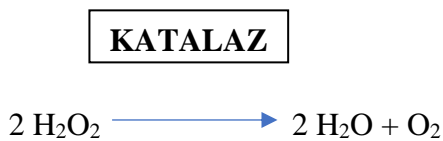
SOD enzimi, serbest radikallere karşı organizmanın ilk savunma sistemidir. Enzimin işlevi; oksijeni metabolize eden hücreleri, süperoksit hasarına karşı korumaktır. Süperoksitin hidrojen peroksit (H_2O_2)'e dönüşümünü katalize eder.



SOD enzimi H_2O_2 ürettiği için, H_2O_2 uzaklaştırıcı enzimlerle birlikte görev yapar. Ökaryotik hücrelerde süperoksit dismutaz enziminin 3 izoformu bulunmaktadır. Cu ve Zn içeren CuZnSOD, manganez (Mn) içeren MnSOD ve Cu ve Zn içeren ECSOD. Süperoksit dismutaz enziminin ekstrasellular aktivitesi çok düşük seviyededir (Halliwell, 1994; Akkuş, 1995; Seven ve Candan, 1996).

Katalaz (CAT) Enzimi:

Tüm hücre çeşitlerinde farklı konsantrasyonlarda bulunan, hemoprotein yapılı ve özellikle peroksizomlarda lokalize 4 alt birimden oluşan bir enzimdir. H_2O_2 'nin yıkımına neden olur. H_2O_2 oluşma hızının yüksek olduğu durumlarda indirgeyici özellik göstermektedir.

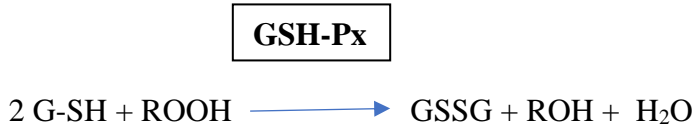


H₂O₂ oluşma hızının daha düşük olduğu veya yüksek konsantrasyonlarda elektron vericisinin bulunduğu durumlarda peroksidatif aktivite gözlenir (Murray ve ark., 1996; Onat ve ark., 2002).



Glutasyon Peroksidaz (GSH-Px) Enzimi:

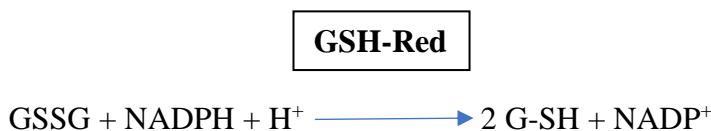
GSH-Px ve CAT hücrelerin farklı yerlerinde bulunsalar da karaciğerde doğal olarak oluşan H₂O₂ seviyesini düzenlemede birlikte görev alırlar. Ancak H₂O₂' in detoksifikasyonundan öncül olarak GSH-Px sorumludur. Lipid peroksidasyonunun başlamasını ve gelişmesini önler. Hücrede sitozole yerleşmiş şekilde bulunur. Selenyuma (Se) bağımlı ve bağımsız olmak üzere iki çeşidi gözlenir. Selenyuma bağımlı olan; hem H₂O₂ hem de lipid hidroperoksitlerini, selenyumdan bağımsız olan; sadece lipid hidroperoksitlerini metabolize etmektedir (Seven ve Candan, 1996).



Hücrelerde ayrıca sitozolik olan fosfolipid hidroperoksit glutasyon peroksidaz (PLGSH-Px) enzimi de bulunur. Membran fosfolipid hidroperoksitlerinin alkollere indirgenmesini sağlar (Seven ve Candan, 1996).

Glutasyon Redüktaz (GSH-Red) Enzimi:

GSH-Red, sitozol ve mitokondride bulunan, prostetik grubu flavin adenin dinükleotid (FAD) olan enzim çeşididir. Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) varlığında oksitlenmiş glutasyonu indirgeme reaksiyonunda görev alır (Halliwell, 1994).



Glutasyon-S-Transferazlar (GST):

GST her biri iki alt birimden oluşan enzim topluluğudur. Katalitik ve katalitik olmayan birçok fonksiyonu üstlenirler. Antioksidan savunma mekanizması açısından önemli ksenobiyotiklerin (yabancı maddeler) biyoformasyonu ve detoksifikasyonunda aktif rol alırlar ve lipid peroksitlerine karşı selenyumdan bağımsız olarak GSH-Px aktivitesi gösterirler (Akkuş, 1995).



Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz (G6PD):

Heksoz mono fosfat (HMP) yolunun birinci basamağını katalizleyen önemli enzim olarak bilinir. G6PD'nin iki alt monomeri vardır ve her birinde 515 aminoasit bulunur. Aktif enzim, dimer şeklinde olup NADP'ye sıkı bir şekilde bağlıdır. Ayrıca NADP'ye bağlı tetramer veya hekzamer yapıların da bulunduğu ve tetramer yapıdakilerin de enzimatik yönden aktif olduğu belirtilmiştir. Normal eritrositte, sürekli olarak glukozun %90'ı aerobik glikolizle yıkılırken, %10'u heksoz monofosfat (HMP) yolu ile metabolize olur ve NADPH ortaya çıkar. HMP yolunun aktivitesi oksidatif stres varlığında belirgin oranda artış gösterir. Eritrositlerde NADPH elde etmek için tek kaynak heksoz monofosfat metabolik yolu olup, G6PD yetersizliğinde NADPH üretimi ciddi oranda azalmaktadır. NADPH'ın eritrositlerdeki en kilit rolü oksitlenmiş glutasyonu (GSSG) indirgenmiş glutatona (GSH) çevirmektir. Glutasyonun indirgenmiş formunun (GSH), serbest tiyol grubu içeren bir tripeptit olduğu bilinmektedir (γ -glutamil sisteinil glisin). Serbest tiyol grubu (-SH), hemogloblin ve eritrosit proteinlerini indirgenmiş halde tutarak sülfidril tamponu olarak işlev görür; aynı zamanda H₂O₂ ve organik peroksitlerle reaksiyona girerek detoksifikasyon olaylarında görev alır (Büyükokuroğlu ve Süleyman, 2001).

2.2.1.2.Yağda ve Suda Çözünen Radikal Tutucular

C Vitamini (Askorbik Asit):

Vitamin C suda çözünen, vücudun hücre dışı sıvılarında bulunan oldukça önemli bir antioksidandır. Vücutta sentez edilemediğinden, diyetle dışardan alınması gerekir (Diplock, 1998).

Askorbat etkili olarak, H₂O₂, hipoklorit (HOCl), süperoksit (O₂⁻), hidroksil ([•]OH) ve peroksil (ROO[•]) radikalleri ile singlet oksijeni (¹O₂) tutmaktadır. Sıvı fazdaki tüm peroksil radikallerini plazma lipidlerine difüze etmeden tutar ve bu şekilde lipid peroksidasyonunun başlamasını önler. Membranlarda oluşan α-tokoferol radikali ile reaksiyona girerek α-tokoferolün rejenerasyonunun sağlanmasında görev alır (Halliwell, 1994; Akkuş, 1995).

C vitamininin fagositoz için de önemli olduğu belirtilmiştir; aktive nötrofillerin neden olduğu peroksidasyona karşı plazma lipidlerini korur ve aynı zamanda güçlü bir hipoklorit gidericisi olarak görev yapar (Seven ve Candan, 1996). Sigara dumanında bulunan reaktif oksijen türlerine karşı koruma sağlar. Sigara içenlerde ve pasif içicilerde plazma C vitamini düzeylerinin sigara içmeyenlere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Yapılan çeşitli çalışmalarda bazı gıdalarda ve sigara dumanında bulunan nitrozaminleri inaktive ederek, antitümörjenik rolü olduğu görülmüştür (Block, 1999; Anderson, 2007).

Askorbik asidin yüksek konsantrasyonlarda antioksidan aktivitesinin yanında, düşük konsantrasyonlarda prooksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Geçiş metalleri varlığında demiri indirgeyerek Fenton reaksiyonu ile OH radikali oluşumunu sağlar. Sağlıklı organizmada geçiş metal iyonları proteinlere bağlı şekilde bulduklarından dolayı, bu durum in vivo koşullarda çok sınırlıdır ve askorbik asidin antioksidan özelliğinin prooksidan özelliğinden çok daha baskın olduğu bilinmektedir (Halliwell, 1994).

α-tokoferol:

Doğada yaygın halde bulunan E vitamini ailesinin ana bileşenidir. Yapısında bulunan fenolik hidroksil grubuna sahip aromatik halkadan dolayı antioksidan özellik kazanmıştır (Akkuş, 1995). Lipofilik özelliği sayesinde lipid peroksidasyonuna karşı hücre membranlarının ve plazma lipoproteinlerinin en önemli zincir kırıcı antioksidanı olarak bilinmektedir. α-tokoferol radikali glukuronik asit ile konjugasyona uğrayıp safra ile atılabilmektedir. Okside olduktan sonra veya atılmadan önce C vitamini ve glutatyon tarafından yeniden indirgenebilmektedir. Bu sayede rejenere edilmiş olur. Yapılan çalışmalarda, serbest radikallere karşı α-tokoferol ile GSH-Px'ın birbirini tamamlayıcı olduğu bildirilmiştir (Akkuş, 1995; Seven ve Candan, 1996).

Son yıllarda aterosklerozun gelişiminde lipid peroksidasyonunun özellikle de düşük dansiteli lipoprotein (LDL) peroksidasyonunun rol oynadığı belirtilmektedir. Lipid peroksidasyonu α -tokoferol tarafından yayılma basamağında önlenir. Koroner kalp hastalıkları riskinin α -tokoferol alımıyla azaldığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Anderson, 2007).

α -tokoferol nitrillerin nitrozaminlere dönüşümünü engelleyerek, antikarsinojen etki gösterebilmektedir. α -tokoferol, Se'un organizmadan kaybolmasını engelleyerek ve onu aktif halde tutarak Se metabolizmasında önemli görev üstlenir (Seven ve Candan, 1996; Anderson, 2007).

Karotenoidler:

Karotenoidler, bitkiler tarafından oluşturulan, 9 veya daha çok konjuge çift bağ bulunduran, 40 karbon atomlu pigmentlerdir (Tan, 1988; Jayaprakasha ve ark., 2001). Çoklu doymamış yapıya sahiptirler. Bu özellikleri sayesinde, kolay okside olabilen ve stabil olmayan bir yapıları vardır (Dikshit ve ark., 1988). Sarı, kırmızı ve turuncu renk pigmentlerinin esas kaynağıdır. Hidrokarbonlar ve ksantofiller olarak 2 sınıfa ayrılırlar. C ve hidrojen (H) bulunduran başlıca hidrokarbonlar; α -, β -, γ -karoten ve likopendir. Yapısında metoksi, hidroksi, keto, karboksi ve epoksi formunda oksijen bulunduran ksantofiller ise; lutein ve kapsantindir (Tan, 1988; Basu ve ark., 2001).

A vitamininin öncül maddesi olan karotenoidler, insan sağlığı için son derece önemlidir. Yapılan çalışmalar karotenoid açısından zengin olan sebze ve meyve tüketiminin ve kanda yüksek β -karoten düzeylerinin; bazı kanser çeşitlerini, yaşa bağlı dejenerasyonları, katarakt ve kalp-damar hastalıkları görülme sıklığını düşürdüğünü belirtmektedir (Kalt ve ark., 1999; Dietmar ve Bamedi, 2001; Sulaeman ve ark., 2001). Antiülser özellikleri de ortaya konulan karotenoidlerin ayrıca ışığa karşı koruma ve bağışıklık sistemini güçlendirme gibi potansiyel etkileri de belirtilmektedir (Bureau ve Bushway 1986; Kurilich ve ark., 1999).

Biyolojik antioksidan olarak ise karotenoidler pek çok çalışmanın ilgi odağı haline gelmiştir. İçerdikleri çift bağ sayısı arttıkça antioksidan aktiviteleri de artış göstermektedir. Karotenoidler içerisinde en etkili antioksidan likopendir. Likopeni, β -kriptoksantin ve β -karoten izlemektedir. Ksantofiller ise minimum aktiviteye sahiptir (Bohm ve ark., 2002). Likopenin, β -karoten'in iki katı kadar radikal yok edici etkiye sahip

olduğu, bunun da likopen zincirinin her iki ucunda bulunan açık β -iyonon halkalarından kaynaklandığı belirtilmektedir (Di mascio ve ark., 1991).

Lipofilik özelliklerinden dolayı, oksidatif hasara karşı hücre membranları ve lipoproteinleri korumada önemli görev alırlar. β -karoten reaktif azot türlerini yok etmede C ve E vitaminleri ile sinerjik etki göstermektedir (Stahl ve Sies, 1999; 2003).

Flavonoidler:

Bitkilerin sekonder metabolitleri olan polifenolik bileşiklere verilen addır. Günümüzde 4 000'den fazla flavonoid olduğu belirtilmektedir. Halka yapılarına göre (flavonoller, flavonlar, flavanonlar, antosiyaninler, kateşinler ve izoflavonoidler) sınıflandırılırlar (Bilaloğlu ve Harmandar, 2000). Flavonoidler ve diğer bitki fenoliklerinin singlet oksijen ($O_2^{\cdot-}$), lipid alkoksil (RO^{\cdot}), lipid peroksil (ROO^{\cdot}) ve nitrik oksit (NO^{\cdot}) radikallerini yok etme, Fe ve Cu şelatlama, α -tokoferol rejenerasyonu işlevleri olduğu da gösterilmiştir (Rice-Evans, 1999; Miller ve Luiz-Larrea, 2002; Ross ve Kasum, 2002).

Flavonoid ve fenolik antioksidanlar lipid oksidasyonunu önler. Bileşğin yapısı ile antioksidan kapasitesi ilişkilidir; fenolik bileşiklerde -OH grubu sayısı, flavonoidlerde B halkasının 5-OH, 3-OH ve 4-OH grupları olması antioksidan aktivite üzerinde etki eder (Cotelle ve ark., 1996; Çimen, 1999).

Glutatyon (G-SH):

Glutamiasit, sistein ve glisinden meydana gelen bir tripeptittir. Aminoasitlerin hücre içine taşınmasında görevlidir (Onat ve ark., 2002). Suda çözünür. H_2O_2 , disülfidler, askorbat ve serbest radikalleri indirgemektedir. G-SH, eritrositlerde hemoglobinin ve diğer proteinlerin tiyol gruplarını (-SH) indirgenmiş halde tutarak, oksidasyona karşı koruyucu etki gösterir. Böylece hemoglobinin methemoglobine dönüşümünü dolayısıyla protein ve enzimlerin inaktivasyonunu önler (Onat ve ark., 2002).

Ürik Asit:

Plazmada bulunan ve suda çözünme özelliği gösteren ürat; pürin metabolizmasının son ürünüdür. Normal plazma konantrasyonlarında bulunan ürat (160-450 μ M) hidroksil, süperoksit, peroksit radikalleri ve singlet oksijeni giderme görevi görür. Ancak lipid radikalleri üzerinde etkisi yoktur (Akkuş, 1995).

Ürik asit plazmada C vitaminini stabilize eder. Bu özelliği, antioksidan özelliğinden daha önemlidir (Keaney ve Frei, 1994).

Bilirubin:

Bilirubin, askorbat ve bilirubin urat ile birlikte plazmanın üç temel antioksidanını oluşturur (Stryer, 1995; Seven ve Candan, 1996). Suda çözünen peroksitlere karşı korumada askorbat kadar etkili bir antioksidandır. In vitro koşullarda düşük konsantrasyonlarda lipid peroksidasyonunu engellediği belirtilmiştir (Yeşilkaya ve ark., 1998).

Melatonin:

Melatonin immünite, uyku, üreme ve sirkadien ritmin düzenlenmesi gibi pek çok olayda görev alan, önemli bir hormondur (Reiter, 1998). Antioksidan etkisi, literatürde ilk kez 1991'lerde yer almış ve daha sonra yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarla da onaylanmıştır. $\cdot\text{OH}$ (hidroksi), H_2O_2 (peroksit), $^1\text{O}_2$ (singlet oksijen), HOCl (hipoklorid asit), $\text{NO}\cdot$ (nitrik oksit), $\text{ONOO}\cdot$ (peroksi nitrit) gibi serbest radikalleri detoksifiye ettiği bildirilmektedir. Hem suda hem lipid fazda çözünebildiğinden, geniş alanda antioksidan aktivite gösteren güçlü bir antioksidan çeşididir (Yazıcı ve Köse, 2004)

α -Lipoik Asit:

Kükürt (S) bulunduran, endojen antioksidan çeşididir. $\cdot\text{OH}$ radikali ve H_2O_2 'i nötralize edici özelliği vardır. Hem lipid hem sulu fazda serbest radikalleri giderici etki gösterir. Prooksidan şelatlayarak da antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir (Scott ve ark., 1994; Packer ve ark., 1995; Percival, 1998).

2.2.1.3.Metal İyonlarını Bağlayan Proteinler

Geçiş metalleri, oksidan hasarını dolaylı olarak hızlandırmaktadır. Demir ve bakır iyonları in vivo koşullarda bazı az reaktif bileşiklerin çok az sürede daha reaktif hale dönüşmesini sağlayabilmektedir. Bu sebeple vücutta taşıyıcı protein ve depo proteinlere bağlı olarak bulunurlar (Halliwell, 1994; Onat ve ark., 2002).

Vücuttaki demirin 2/3'si hemoglobinde, az bir kısmı miyoglobinde, çeşitli enzimlerde, demir taşıyıcı protein olan transferrinde ve kalan kısmı da ferritinde bulunur. Ferritin, dokulardaki demiri bağlayıp depolanmasında görev alır. Laktoferrin ve

transferrin ise dolaşımdaki serbest demiri bağlamaktadır. Albümin, miyeloperoksidaz kataliziyle oluşan HOCl'nin giderilmesini sağlar ve ayrıca bakırın bağlanması da görevlidir (Halliwell ve Gutteridge, 1990).

Seruloplazmin plazmadaki bakırı bağlayan bir proteindir ve ekstrasellüler antioksidan savunmaya katkıda bulunur. Seruloplazmin enzimatik tarzda bir mekanizma ile ferröz (Fe^{2+})'ı ferrik (Fe^{3+})'e yükseltgeyerek Fenton reaksiyonunu ve dolayısıyla $\cdot OH$ oluşumunu engeller (Gutteridge ve ark., 1980).

2.2.2. Antioksidanların Metabolizma ve Sağlık Üzerine Etkileri

2.2.2.1. Antioksidanlar ve Kanser

Tüm kanserlerin %80-90'ının potansiyel olarak kontrol edilebilir nedenlerden oluştuğu ve %30-35'inin doğrudan beslenme ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Williams, 1993; Thurnham, 1993). Bazı gıdaların ve gıda bileşiklerinin risk oluşturduğu belirtilmektedir. Bunlar arasında alkol, nitritler, doymuş yağlar, pestisitler ve duman sayılabilir. Sağlıklı bir hücrenin kanserleşmesi; başlangıç, gelişme ve son aşama olmak üzere 3 basamaktan oluşur. Bu basamakların birinden diğerine geçişini karsinojen bileşikler indükler ve geçiş süresi 10-30 yıl sürebilir. Sürenin uzun olması ve geri dönüşümün söz konusu olması nedeniyle bu süre, gelişmeyi önleyici bileşikler açısından oldukça değerlidir. Kanser oluşumuna sebebiyet veren beslenme tarzı ve çevresel faktörler aktif oksijen ve süperoksit olarak adlandırılan radikalleri üretmeye meyillidir. Bu açıdan antioksidanlar oldukça önem taşımaktadır. Örneğin, nitrozaminler karsinojen bileşiklerdir ve nitritlerden sağlanmaktadır. Buna karşılık, vitamin E ve vitamin C kombinasyonunun güçlü bir nitrit yok edici özelliği olduğu bilinmektedir (Chen ve ark., 1988; Byers ve ark., 1990; Lathia ve Blum, 1991).

Yapılan çalışmalarda, turunçgillerin yapısındaki bileşiklerin kanser önleme üzerindeki olumlu etkisi belirtilmiştir. Vitamin E'nin antikarsinojen etkisi lipid antioksidanı, serbest radikal yok edici ve nitrozasyon blokeri olmasından ileri gelir. Ayrıca mutajen oluşumunu engeller, membranları ve DNA'yı onarıcı etki gösterir. Vitamin C'nin ise kanserin önlenmesinde yararlı etkisi olabilir ancak esas etkisi antioksidan özellik göstermesidir. Bağışıklık sisteminin fonksiyonlarını arttırmakta, mutajen ve nitrozamin oluşmasını engellemektedir. Hormona bağımlı olmayan kanser çeşitlerinde yüksek dozda C vitamini alımının koruyucu etkisi olduğu belirtilmektedir.

Vitamin C alımının ağız, yemek borusu, mide ve kolorektal kanser oluşum riskini azalttığı bildirilmiştir (Nagy ve Attaway, 1992; Block ve ark., 1992).

Vitamin C ile karotenoidler gibi bileşiklerin kanser riskini azaltmada ortak etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Karotenoidler antioksidan ve fotoprotektif özellikleri nedeniyle ultraviyole ışınlarının indüklediği kanser çeşitlerine karşı koruyucudur (Clark, 1996; Jacob ve Burri, 1996).

Yapılan hayvan çalışmalarında, yüksek dozda β -karoten alımının radyasyon ve kimyasalların indüklediği kanser çeşitlerinde tümör gelişimini inhibe ettiği, bağışıklık sisteminin verdiği yanıtı uyardığı ve antikarsinojen olarak etki ettiği bulunmuştur. Çalışmaların hemen hepsinde β -karotenden zengin besin alımı ile özellikle akciğer kanseri riskinin azaldığı görülmüştür. Sigara kullananlarda β -karoten takviyesi kanser oluşumunu %18'e kadar azaltmıştır. Artan β -karoten alımı ile serviks, yemek borusu ve mide kanseri arasında da ilişki bulunmuştur (Brouhier, 1999).

2.2.2.2. Antioksidanlar ve Kardiyovasküler Sistem Üzerine Etkileri

Dünyada ölüm nedenleri arasında kardiyovasküler hastalıklar ilk sırada bulunmaktadır. Kalp krizlerinde en önemli etken aterosklerozdur. Damar iç kısmının (intima) mekanik stres veya oksidatif hasar sonucu tahrip olması sonucu aterosklerotik plaklar meydana gelir. Bunu takiben aktive olmuş monositler ve makrofajlar oksijen radikalleri ve hidrojen peroksit üretmeye başlar. Hidrolitik enzimler ve oluşan radikaller komşu hücrelere ve damar içi hasarı arttırarak kas hücrelerine zarar verirler. Koroner kalp hastalıklarının yüksek kolesterol seviyesi, hipertansiyon ve sigara kullanımı gibi bilinen risk faktörleri bulunur. Farklı beslenme şekilleri ile koroner kalp hastalıklarından ölüm oranlarının azaltılabileceği belirtilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin ve antioksidanların potansiyel olumlu etkileri bilinmektedir. Özellikle vitamin E'nin yağda çözünmesi nedeniyle ateroskleroza önlemede önemli rolü olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda E vitamini takviyesinin koroner kalp hastalıkları riskini azalttığı belirtilmiştir (Fitch, 1994; Clark, 1996; Jacob ve Burri, 1996; Hercberg ve ark., 1998).

Vitamin C kolesterol metabolizmasını etkiler, eksikliğinde ratlarda kolesterolün safra tuzlarına dönüşümü azalmış ve aterosklerotik lezyonlar meydana gelmiştir. Vitamin C alım düzeyi ile; plazma kolesterol düzeyi arasında ters ilişki, HDL kolesterol düzeyi ile doğrudan ilişki vardır. Yapılan araştırmalarda C vitamininin kardiyovasküler sağlık

üzerindeki olumlu etkisinin; HDL (yüksek dansiteli lipoprotein) kolesterol, total kolesterol, kan basıncı ve plateletler (trombositler) üzerindeki olumlu etkilerinden ve ayrıca kolajen sentezindeki rolü sonucu damarları güçlendirici etki göstermesinden, lipidleri ve diğer molekülleri serbest radikallerin etkilerinden korumasından ve vitamin E'nin aktif formunu rejenere etmesinden kaynaklandığını bildirmektedir. Meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunan flavonoidlerin günlük tüketiminin 23-170 mg kadar olduğu düşünülmektedir. Bu bileşiklerin değişik mekanizmalarla kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkilerinin olduğu gösterilmiştir (Pratt, 1992; Brun, 1995; Cook ve Samman, 1996).

Yüksek düzeyde alınan karotenoidlerin kardiyovasküler sağlık üzerindeki etkisi, vitamin E ve vitamin C'ye göre daha düşüktür. Yapılan bir çalışmada, kardiyovasküler hastalık belirtileri olan bireylere β -karoten takviyesi sonucu hastalık gelişiminde %40 oranında azalma görülmüştür. Yüksek düzeyde vitamin E içeren diyetle beslenen ratlarda etanolün indüklediği serbest radikal oluşumunda azalma gözlenmiştir (Eskelson ve ark., 1993). Başka bir denemede, diyetle yapılan vitamin E takviyesi sonucu plazmada α -tokoferol/kolesterol ve β -karoten/kolesterol oranında artış bildirilmiştir (Calzada ve ark., 1995).

2.2.2.3. Antioksidanlar ve Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkileri

Bağışıklık sistemini baskılayan koşullar ve enfeksiyonlar bazı kanser türlerinin gelişimini arttırabilir. Bağışıklık sisteminin bazı hücreleri serbest radikal ve reaktif oksijen üretir ve bunu kullanırlar. Ancak bu reaktif türler gereğinden fazla üretilirse kendisini ve komşu hücre, dokuları da tahrip etmeye başlar. Bağışıklık sisteminin iyi çalışması, antioksidan olarak etki edebilecek mikronutrientlerin vücuda alımı ile ilişkilidir. Bazı çevresel faktörler bağışıklık fonksiyonunu azaltıcı etki gösterebilir. Bunlar arasında, ultraviyole ışınlar, sigara dumanı, çevre kirliliği, bazı ilaç ve ksenobiyotiklerin metabolizması, HIV gibi virüslerle enfekte olmak sayılabilir. Bağışıklık sistemindeki hücreler salgılarını membran yüzeyinden salgırlar. Membranın geçirgenlik özelliklerinde, bileşiminde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonu oldukça önemlidir. Bu yağ asitleri, serbest radikallerden kaynaklanan membran lipid peroksidasyonunda da substrat oluşturmaktadır. Bu bağlamda, yağda çözünürlük ve antioksidan özelliğiyle vitamin E, bağışıklık sisteminin düzeninde çok önemli bir bileşendir. Lenfositler ve monositler, vücutta vitamin E'nin en yoğun

bulunduğu hücrelerdir. Vitamin E eksikliği olan ratlarda bağışıklık sisteminin baskılandığı görülmüştür. Takviyesi sonucunda ise deney hayvanlarında enfeksiyonlara karşı direnç artmıştır. Vitamin E, hücrelerde oluşan oksidatif hasarlarda nötrofillerin tahribatını antioksidan etkisi dolayısıyla inhibe etmektedir. Vitamin C ise bağışıklık sisteminin düzenli çalışmasında etkindir. E vitamininin indirgenmiş formunu rejenere etmektedir. Vitamin E bağışıklık sistemi için çok önemlidir ve bunun vitamin C ile korunması tüm vücudun bağışıklık sistemine etki eder. C vitamini, bağışıklık sisteminin salgı üretmesinde, interferon üretiminde ve nötrofil fonksiyonlarının gelişmesinde rol oynar. Karotenoidlerin, bağışıklık sistemini provitamin A aktivitesinden bağımsız olarak geliştirdiği bulunmuştur. Bu olgu, bazı karotenoidlerin singlet oksijeni yakalamasından ve antioksidan özelliklerinden ileri gelmektedir. Karotenoidlerin, özellikle de β -karoten'in fagotik hücreleri oksidatif hasarlardan koruduğu, T ve B lenfositlerinin çoğalma yeteneklerini arttırdığı, T hücrelerinin ve makrofajların fonksiyonunu uyardığı pek çok çalışmada bildirilmiştir (Halliwell, 1994).

Vitamin E ve vitamin C'nin bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri pek çok kez belirtilmiştir (Siegel ve Klurfeld, 1993; Bendich ve Klurfeld, 1993; Block ve Langseth, 1994; Brun, 1995; Halliwell, 1996; Weber ve ark., 1996).

2.2.2.4. Antioksidanlar ve Yaşlanma

Yaşlanma üzerine pek çok teori vardır, bunlardan en fazla kabul gören teoriye göre yaşlanma olayının kökeninde normal aerobik metabolizma sonucu oluşan serbest radikaller bulunmaktadır. Serbest radikallerin önemli bir kısmı vücudun doğal antioksidan mekanizması ile etkisiz hale getirilmektedir. Doğal antioksidan metabolizmasından kaçan bir kısım serbest radikal; moleküler hasara yol açmakta, bu hasarların bir kısmı onarılamamakta ve sonuçta yaşlanmaya, metabolik işlevlerin azalmasına sebep olmaktadır. Yaşlanmaya karşı vücudun en önemli savunması SOD enzimidir. Bu enzim, zararlı oksijen radikallerini hidrojen peroksite dönüştürür. Vücudun savunma sisteminin güçlendirilmesi, oksidatif stresi ve yaşlanma oranını azaltacaktır. Antioksidanlar arasında yaşlanmanın azaltılması üzerinde en çok ürik asidin etkili olduğu bildirilmiştir ancak bilindiği gibi bu bileşik normal beslenmenin bir parçası değildir (Byung, 1994; Weindruch, 1996). Bilinçli beslenme ile serbest radikal oluşumu ve bu radikallerin neden olduğu lipid peroksidasyonu engellenebilir. Sonuçta DNA ve sitozolik savunma sistemi daha az zarar görür ve yaşlanmanın yavaşlaması sağlanabilir (Yu, 1993).

2.2.2.5. Antioksidanlar ve Metabolizma Bozuklukları Üzerine Etkileri

Artan oksijen radikalleri Akdeniz anemisi, orak hücreli anemi gibi metabolizma bozukluklarına sebep olmaktadır. Ayrıca serbest radikaller kanda lipoprotein artışına yol açmaktadır. Bunun sonucunda damarlarda hasar ve ateroskleroz meydana gelmektedir. Buna karşı vitamin C, vitamin E ve karotenoid uygulamaları tedavide olumlu sonuç göstermektedir (Werman ve ark., 1989; Bermond, 1990; Dickerson, 1995; Bingham ve ark., 1998).

2.2.2.6. Antioksidanlar ve Işığa Karşı Koruma

Bitkilerde fotosentez sırasında singlet oksijenden kaynaklanan önemli miktarda serbest radikal meydana gelmektedir. β -karoten gibi antioksidan özellikli pigmentler, bitkileri bu öldürücü olabilen oksidasyondan korumaktadır. Işığa duyarlı ciltlerde ve retinada oluşan hasarlara karşı β -karoten tedavisinin etkili olduğu bilinmektedir (Krinsky, 1989). Buna ek olarak, cildin ışıktan kaynaklanan zararlanmalarında vitamin E'nin antioksidan etkisinin yanı sıra prooksidan etkisi de belirtilmiştir (Witt ve ark., 1993; Kyung, 1996).

2.2.2.7. Antioksidanlar ve Katarakt

Başta ışık (ultraviyole, mikrodalga vb) olmak üzere oksijen, diyabet, tansiyon gibi etmenler katarakt oluşumuna etki etmektedir. Bu faktörler, göz merceğindeki proteinlerin okside olmasına, yapısının değişmesine, enzimatik ve nonenzimatik glikozillenmeye sebep olur. Proteinlerin yanı sıra göz merceğindeki DNA ve lipidler de oksidatif hasara uğrayabilir. Katarakt gelişiminde serbest radikallerin ve okside edici bileşiklerin önemli rolü olduğu düşünülmektedir. Işıklar, serbest radikal oluşumunu ve bu radikaller de katarakt oluşumunu uyarır. Göz merceğinin çeşitli savunma mekanizmaları bulunur. Bunların başında enzim sistemleri (SOD, GSH-Px, CAT) ve vitamin C gelmektedir. Günlük C vitamini tüketimi ile katarakt oluşumu arasında ters ilişki vardır. Bunun yanı sıra E vitamininin de göz merceği lipidlerindeki fotoperoksidasyonu engellediği bilinmektedir (Fitch, 1994; Heseke, 1995; Sardi, 1997; Staehlin, 1999; Carr ve Frei, 1999).

2.2.2.8. Antioksidanlar ve Toksikantlar

Duman, çevre kirliliği, alkol tüketimi, ilaç yan etkileri, pestisitler ve gıda zehirleri başlıca toksikantlardır. Bu zararlı etkilerin farklı düzeylerde serbest radikallerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Antioksidan tedavisinin bu etkileri azalttığı öngörülmektedir (Bermond, 1990).

2.2.2.9. Antioksidanlar ve Hiperoksijenasyon

Yüksek basınçlı oksijenin solunduğu durumlarda eğer antioksidan gıdaların alımı yetersiz kalmışsa, özellikle bebek ve çocuklarda zararlı etkiler meydana gelmektedir. Yetişkinlerde ise hiperbarik oksijen; araşidonik asit metabolitleri, tromboksan vb bileşiklerin fazla salgılanmasına yol açar ve bunun sonucunda damarlarda birikim görülür. Bu bireylerin tedavisinde antioksidan takviyesinin olumlu etkileri bildirilmiştir (Bermond, 1990).

2.2.3. Antioksidanların Spor ve Egzersiz Üzerine Etkileri

Egzersiz sırasında açığa çıkan serbest radikaller oksidatif strese neden olur. Oksidatif stres, sporcunun optimum performansını ve antrenman sonrası toparlanma sürecini olumsuz yönde etkilemektedir. Egzersiz fizyolojisi de, egzersizin serbest radikal üretimini arttırdığını ve bunun mutlaka önlenmesi gerektiğini savunmaktadır. Akut egzersiz yapan, antrenmansız bireyler ve hayvanlarda oksidatif stres artarken, düzenli egzersiz yapan bireyler antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırarak dolayısıyla oksidan üretimini düşürerek bu etkiyi ters yöne döndürebilir (Urso ve Clarkson, 2003; Finaud ve ark., 2006). Bunun yanı sıra, serbest radikallerin sebep olduğu hasara karşı C vitamini oldukça etkili bir antioksidandır (Akkuş, 1995).

Egzersiz ile ilgili durumlarda vücudun oksijen tüketimi artmakta ve vücutta daha fazla oksijen radikali ve hidrojen peroksit (H_2O_2) meydana gelmektedir. Kaslara çok yüklenilmesi durumunda mitokondri solunum sisteminin ve sarkoplazmik retikulumun yapısının bozulması sebebiyle kas hasarı oluşmaktadır. Vücutta aşırı radikal üretimi söz konusu olduğunda; vitamin E ve vitamin C takviyesi olumlu etki göstermektedir (Singh, 1992).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Bu çalışmaya, Ağustos 2017-Kasım 2017 tarihleri arasında Giresunspor Futbol Kulübü'nde profesyonel futbol oynayan 56 gönüllü futbolcu katılmıştır. Bunlardan 26'sı A takımında ve 30' u alt yapı takımlarında görev almaktadır. Kontrol grubunu ise yaş ve cinsiyet açısından çalışma grubuyla eşleştirilmiş, herhangi bir kronik hastalık (diyabet, hipertansiyon, ülseratif kolit gibi) tanısı bulunmayan 30 gönüllü erkek birey oluşturmaktadır.

Bu çalışma için, 05.04.2018 tarihinde Ordu Üniversitesi Etik Kurul Başkanlığı tarafından 2018-63 numaralı karar doğrultusunda onay alınmıştır.

3.2.Araştırmanın Genel Planı

Çalışmaya katılan futbolculara genel özellikleri (yaş, cinsiyet, eğitim durumu, hastalık, gibi), sigara/alkol kullanımı ve besin takviyesi kullanımı ile ilgili bilgileri içeren bir anket formu araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Çalışmaya katılan tüm bireylere (futbolcular ve kontrol grubunu oluşturan erkek bireyler) gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Futbolcuların serum 25-hidroksi vitamin D (25(OH)D) düzeyini saptamak ve futbolcular ile kontrol grubunu oluşturan bireylerin serum total antioksidan kapasite analizi için 12 saatlik açlık üzerine kan örnekleri toplanmıştır. Kontrol grubuna serum 25(OH)D ölçümü yapılmamış olup, futbolcuların serum 25(OH)D seviyeleri referans değerler ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra futbolculardan bazı antropometrik ölçümler alınmıştır.

3.2.1. Bireylerin Genel Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmaya katılan futbolculara ilişkin bilgiler (yaş, cinsiyet, yaşanılan yer, eğitim durumu, kronik hastalık tanısı gibi genel özellikler) anket formundaki soruların yanıtları, araştırmacı tarafından futbolcuların doğrudan kendilerine sorularak elde edilmiştir. Kontrol grubuna anket uygulaması yapılmamıştır.

Futbolcuların sigara ve alkol kullanımına yönelik bilgiler, anket formundaki sorularla belirlenmiştir; sigara içme ve alkol kullanma durumları ile ne sıklıkla tükettikleri sorgulanmıştır. Herhangi bir besin takviyesi kullanımı olup olmadığı da aynı şekilde belirlenmiştir. Kullanılıyorsa eğer takviyenin cinsi öğrenilmiştir. Ayrıca, kullanılan besin

takviyesinin serum 25(OH)D düzeylerini ve serum total antioksidan kapasiteyi etkileyip etkilemediği araştırılmıştır. Futbolcular için antrenman sıklığı, geçirilmiş sakatlık olup olmadığı ve vücut kompozisyonu memnuniyeti sorgulanmıştır.

3.2.2. Antropometrik Ölçümler ve Vücut Bileşimlerinin Ölçülmesi

Çalışmaya katılan futbolcuların boy uzunlukları, vücut ağırlıkları ve vücut bileşimleri ölçülmüştür. Boy uzunluğu ölçümü, ayaklar bitişik ve baş Frankfurt düzlemde olacak şekilde yapılmıştır (Baysal ve ark., 2008). Vücut ağırlıkları ve bileşimleri ise aç karnına ve hafif giysi ile biyoelektriksel impedans analizi (BİA) prensibi ile çalışan InBody 230 vücut analizörü ile ölçülmüştür. Yapılan analizde vücut yağ yüzdesi, yağsız vücut kütlesi (kg), vücut su kütlesi (kg), beden kütle indeksi (BKİ), bazal metabolizma hızı (BMH, kkal/gün) saptanmıştır. Her futbolcuda BİA ölçümü için gereken koşullar sağlanmıştır.

BKİ, kilogram türünden ağırlık değerinin, metre türünden boy uzunluğunun karesi ile bölünmesiyle tespit edilir. Dünya Sağlık Örgütü'nün BKİ değeri sınıflandırması aşağıdaki gibidir (Baysal, 2008):

<18,5 kg/m ²	Aşırı Zayıf
18,5-24,9 kg/m ²	Normal
25-29,9 kg/m ²	Hafif Kilolu
≥30 kg/m ²	Obez

3.2.3. Biyokimyasal Analizler

Serum 25(OH)D düzeylerini ve serum total antioksidan kapasiteyi saptamak amacıyla bireylerden 12 saatlik açlık üzerine alınan kan, 2 ayrı separatör jel içeren tüplere (SST) alınmıştır. Serum 25(OH)D vitamini ve serum total antioksidan kapasitesini saptamak için alınan kanlar 4 000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek serum ayrılmış ve analize kadar ependorf içerisinde -80 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Serum D Vitamini Düzeyi Analizi

25(OH)D serumda immunassay yöntem ile Roche Cobas e411 marka modellenli test analizöründe yapılmıştır. Bu testin prensibi, yarışma prensibidir ve analiz süresi 27 dakikadır. Yapılan işlemler aşağıda belirtilmiştir:

a. Birinci İnkübasyon: Numune ön işlem reaktifi 1 ve 2 ile inkübe edilerek, bağlı D vitamini (25-OH), D vitamini bağlayıcı proteinden salınır.

b. İkinci İnkübasyon: Ön işleme tabii tutulmuş numune, rutenyumla işaretlenmiş D vitamini bağlayıcı protein ile inkübe edilerek, D vitamini (25-OH) ve rutenyumlanmış D vitamini bağlayıcı protein arasında bir kompleks oluşturulur.

c. Üçüncü İnkübasyon: Streptavidin kaplı mikropartiküllerin ve biyotinle işaretlenmiş D vitamininin (25-OH) eklenmesinden sonra, rutenyumla işaretlenmiş, bağlanmamış D vitamini bağlayıcı proteinler dolu hale gelir. Rutenyumlanmış D vitamini bağlayıcı protein ve biyotinlenmiş D vitamininden (25-OH) oluşan bir kompleks meydana gelir ve biyotin ile streptavidinin etkileşimi aracılığıyla katı faza bağlanmış hale gelir.

Reaksiyon karışımı, mikropartiküllerin elektrodun yüzeyine manyetik olarak yakalandıkları ölçüm hücresi içine aspire edilir. Bundan sonra, bağlanmamış maddeler ProCell/ProCell M ile uzaklaştırılır. Elektrot üzerine voltaj uygulanması kemilüminesans emisyonunu indükler, bu da bir foto çoğaltıcı ile ölçülür.

Sonuçlar, 2 noktalı kalibrasyon ile cihaza özel olarak oluşturulmuş bir kalibrasyon eğrisi ve reaktif barkod aracılığıyla edinilen bir ana eğri (master) ile tayin edilir. Reaktifler, çalışma solüsyonları reaktif paketi (M, R1, R2) ve ön işlem reaktifleri (PT1, PT2), VITD-T olarak etiketlenmiştir.

PT1, Ön İşlem Reaktifi 1 (beyaz kapaklı), 1 şişe, 4 mL: Ditiyotreitol 1 g/L, pH 5,5

PT2, Ön İşlem Reaktifi 2 (gri kapaklı), 1 şişe, 4 mL: Sodyum hidroksit 55 g/L

M, Streptavidin Kaplı Mikropartiküller (saydam kapaklı), 1 şişe, 6,5 mL: Streptavidin kaplı mikropartiküller 0,72 mg/mL; koruyucu madde

R1, D Vitamini Bağlayıcı Protein-BPRu (gri kapaklı), 1 şişe, 9 mL: Rutenyumla işaretlenmiş D vitamini bağlayıcı protein (150 µg/L); bis-tris propan tamponu 200 mmol/L; albümin (insan) 25 g/L; pH 7,5; koruyucu madde

R2, 25-Hidroksivitamin D-Biyotin (siyah kapaklı), 1 şişe, 8,5 mL: Biyotinlenmiş D vitamini (25-OH) (14 µg/L); bis-tris propan tamponu 200 mmol/L; pH 8,6; koruyucu madde.

3.2.5. Serum Total Antioksidan Kapasite Analizi

Total antioksidan kapasite (TAK), numunedeki antioksidanların koyu mavi-yeşil renkli 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikal katyonunun (ABTS*+), renksiz indirgenmiş ABTS formuna dönüşme esasına göre değerlendirilmiştir. Numune TAK seviyesi 660 nm'deki absorban değişimi ile ilişkilidir. Kalibrasyon için bir vitamin E analogu olan (\pm)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Trolox Equivalent) kullanılmıştır. Sonuçlar mmol Trolox Equiv./l olarak ifade edilmiştir.

Ölçüm için 2 reaktif hazırlanmıştır. Reaktif 1 için 0,4 M, pH: 5,8 asetat tamponu hazırlanırken; reaktif 2 için önce 30 mM, pH: 3,6 olan asetat tamponu hazırlanmıştır. Daha sonra bu tampon kullanılırken 2 mmol/l'lik H₂O₂ solüsyonu hazırlanmıştır. Son hazırlanan solüsyon kullanılarak ABTS final konsantrasyonu 10 mmol/l olan reaktif 2 hazır hale getirilmiştir.

Daha önce TAK için tanımlanmış metot ARCHITECT c8 000 (Abbott, Abbott Park, Illinois, U.S.A.) klinik kimya otoanalizörüne aşağıda gösterildiği gibi applike edilmiştir.

Mod: End Point (azalan)

Reaktif 1 volümü: 160 μ l

Reaktif 2 volümü: 25 μ l

Numune volümü: 10 μ l

Primer dalga boyu (λ): 660 nm

Sekonder dalga boyu (λ): 480 nm

Okuma noktaları: 31-33

Kalibratör (Trolox Equivalent) konsantrasyon değeri: 1,5 mmol/l Trolox

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Verilerin analizinde SPSS 21 paket programı kullanılmıştır. Futbolculara ait özet istatistikler, oran, ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Yaş, BKİ, yağ yüzdesi, serum 25(OH)D seviyesi ile serum total antioksidan kapasite değişkenleri dışında kalan değişkenlerin nitel olması nedeniyle, değişkenler arasındaki ilişkinin araştırılmasında Phi Ki-Kare test istatistiklerinden yararlanılmıştır. Nicel

verilere ait grupların karşılaştırılmasında normallik varsayımının sağlanmaması nedeniyle parametrik olmayan testlerden faydalanılmıştır. İki grup karşılaştırılmasında Mann-Whitney U, ikiden fazla grubun karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis H testleri kullanılmıştır.



4. BULGULAR

Bu çalışmadaki veriler Giresunspor Kulübü'nde futbol oynayan profesyonel futbolculardan elde edildi. Futbolculara yapılan anket sonucunda bilgiler toplandı. Serum 25(OH)D seviyesi referans değerlerle (≥ 30 ng/ml) karşılaştırıldı. Bunun yanında serum total antioksidan kapasite ise; futbolcu olmayan, sağlıklı 30 erkek bireyin serumundaki total antioksidan kapasite ile kıyaslandı.

Tablo 4.1 Çalışmaya katılan futbolcuların ortalamaları

Değişkenler	Ortalama± Standart Sapma
Yaş (yıl)	22,96±5,26
BKİ (kg/m ²)	21,40±0,33
Yağ Yüzdesi (%)	9,06±2,59
Serum 25-Hidroksi Vitamin D Seviyesi (ng/mL)	31,68±12,69

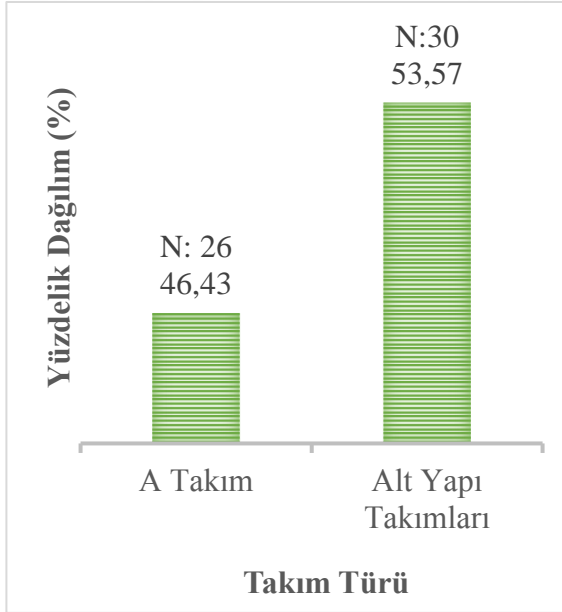
Değişkenler	N	(%)
Sigara Kullanımı	3	5,4
Alkol Kullanımı	5	8,9
Besin Desteği Kullanımı	24	42,9
Whey Protein Kullanımı	12	21,4
BCAA (Dallı Zincirli Amino Asitler) Kullanımı	13	23,2
L-Karnitin Kullanımı	2	3,6
CLA(Konjuge Linoleik Asit) Kullanımı	2	3,6
Kreatin Kullanımı	3	5,4
B Vitamini Kullanımı	0	0
D Vitamini Kullanımı	3	5,4
Multivitamin Kullanımı	14	25
Rutin Dışı Antrenman Yapan Sporcular	27	48,2
Fitness	19	33,9
Karın Egzersizleri	11	19,6
Ağırlık Antrenmanı	1	1,8
Kuvvet Antrenmanı	2	3,6
Dayanıklılık Antrenmanı	3	5,4

Çalışmaya katılan futbolcuların ortalamaları; yaş için 23, beden kütle indeksi (BKİ) için 21 kg/m², yağ yüzdesi için %9, serum 25(OH)D seviyesi için 32 ng/ml'dir. Futbolcuların yaklaşık %5'inin sigara, %9'unun alkol ve %43'ünün besin desteği kullandığı saptandı. En fazla tercih edilen besin destekleri sırasıyla multivitamin (%25) ve BCAA (%23)'dür. Futbolcuların %48'inin rutin dışında da antrenman yaptıkları tespit edildi. En çok tercih edilen antrenman türleri ise fitness (%34) ve karın egzersizleri (%20)dir.

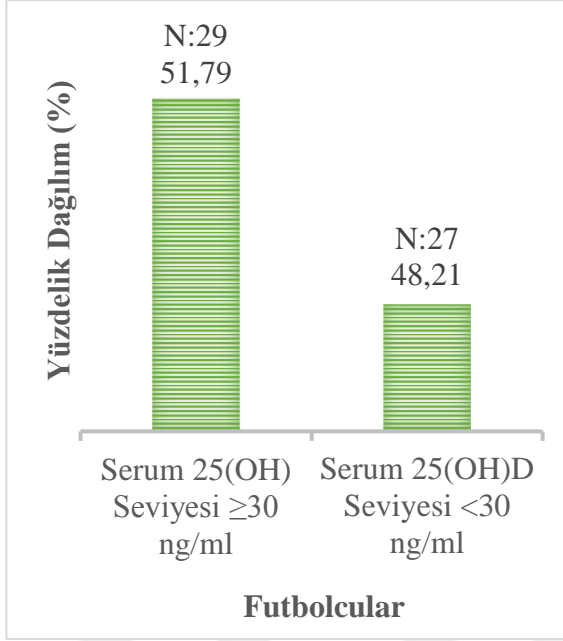
Tablo 4.2 Çalışmaya katılan futbolcular ile kontrol grubunun serum total antioksidan kapasitelerinin kıyaslanması

Değişkenler	Ortalama± Standart Sapma
Kontrol Grubu Serum Total Antioksidan Seviyesi	1,94±0,23
Futbolcu Grubu Serum Total Antioksidan Seviyesi	1,97±0,15

Çalışmaya katılan futbolcuların serum total antioksidan kapasitesi 1,97 mmol Trolox Equiv/L, kontrol grubunun ise 1,94 mmol Trolox Equiv/L olarak saptandı. Futbolcuların serum total antioksidan seviyelerinin, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu belirlendi.



Şekil 4.1 Çalışmaya katılan futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre dağılımı. Çalışmaya katılan futbolcuların yaklaşık %54'ünün alt yapı takımlarında (90 dakika antrenman), %46'sının ise A takımında (120 dakika antrenman) görev aldıkları belirlendi (Şekil 4.1).



Şekil 4.2 Çalışmaya katılan futbolcuların serum 25(OH)D seviyelerine göre dağılımı

Çalışmaya katılan futbolcuların serum 25(OH)D seviyelerinin yaklaşık %52'sinin referans aralık içerisinde olduğu (≥ 30 ng/ml) görüldü. %48,21'inin ise serum 25(OH)D seviyelerinin referans aralığının altında olduğu tespit edildi (Şekil 4.2).

Tablo 4.3 Çalışmaya katılan futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre serum 25(OH)D seviyelerinin karşılaştırılması

Takım türü	N	Ortalama Sıra	Toplam Sıra	U	p
Alt Yapı Takımları	30	24,38	731,5	266,50	0,042
A Takım	26	33,25	864,50		

Futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre ölçülen serum 25(OH)D seviyeleri bakımından farklılık olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile test edildi. Testin sonucuna göre, futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre ölçümü yapılan serum 25(OH)D seviyeleri bakımından farklılık olduğu görüldü ($p=0.042$). Alt yapı takımlarında görev alan futbolcuların serum 25(OH)D medyan değeri 29,4 ng/mL iken; A takımında görev alan futbolcuların serum 25(OH)D medyan değeri 33,56 ng/mL olarak saptandı. Buna göre, A takımında görev alan futbolcular istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek serum 25(OH)D değerlerine sahip idi.

Tablo 4.4 Çalışmaya katılan futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre serum total antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması

Takım türü	N	Ortalama Sıra	Toplam Sıra	U	P
Alt Yapı Takımları	30	32,63	979	266	0,041
A Takım	26	23,73	617		

Futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre ölçülen serum total antioksidan kapasite bakımından farklılık olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile test edildi. Testin sonucuna göre, futbolcuların görev aldıkları takım türüne göre ölçümü yapılan serum total antioksidan kapasite bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görüldü ($p=0,041$). Alt yapı takımlarında görev alan futbolcuların serum total antioksidan kapasite medyan değeri 2,01 mmol Trolox Equiv/L iken; A takımında görev alan futbolcuların serum total antioksidan kapasite medyan değeri 1,90 mmol Trolox Equiv/L olarak belirlendi. Bu sonuca göre, A takımında görev alan futbolcular istatistiksel olarak anlamlı daha düşük serum total antioksidan kapasite değerine sahip idi.

Tablo 4.5 Çalışmaya katılan futbolcuların besin desteği alma durumu ile serum 25(OH)D seviyesi arasındaki ilişki

Besin Desteği Alma Durumu	N	Ortalama Sıra	Toplam Sıra	U	P
Evet	24	36,71	881	187	0,001
Hayır	32	22,34	715		

Futbolcuların besin desteği alma durumuna göre serum 25(OH)D seviyesi arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile test edildi. Testin sonucuna göre, futbolcuların besin desteği alma durumu ile ölçülen serum 25(OH)D seviyeleri arasında farklılık olduğu görüldü ($p=0,001$). Besin desteği alan futbolcularda serum 25(OH)D medyan değeri 35,82 ng/mL iken; besin desteği almayan futbolcularda serum 25(OH)D medyan değeri 26,14 ng/mL olarak saptandı. Bu sonuca göre, besin desteği alan futbolcular istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek serum 25(OH)D seviyelerine sahiptir.

Tablo 4.6 Çalışmaya katılan futbolcuların besin desteği alma durumu ile serum total antioksidan kapasite arasındaki ilişki

Besin Desteği Alma Durumu	N	Ortalama Sıra	Toplam Sıra	U	P
Evet	24	24,42	586	286	0,101
Hayır	32	31,56	1010		

Futbolcuların besin desteği alma durumuna göre ölçülen serum total antioksidan kapasitesi arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile test edildi. Testin sonucuna göre, futbolcuların besin desteği alma durumu ile ölçülen serum total antioksidan kapasite arasında farklılık olmadığı görüldü ($p=0,101$).

Tablo 4.7 Çalışmaya katılan futbolcuların doğum yeri ile serum 25(OH)D seviyesi arasındaki ilişki

Doğum Yeri	N	Ortalama Sıra	H	P
Giresun	25	23,10	5,072	0,079
Giresun Dışı Türkiye	22	32,20		
Yurtdışı	9	34,44		

Futbolcuların doğum yerlerine göre serum 25-hidroksi vitamin D seviyesi bakımından farklılık olup olmadığı Kruskal-Wallis (H) testi ile test edilmiştir. Testin sonucuna göre, futbolcuların doğum yerine göre ölçülen serum 25(OH)D seviyesi bakımından farklılık olmadığı görüldü ($p=0,079$).

Tablo 4.8 Çalışmaya katılan futbolcuların doğum yeri ile serum total antioksidan kapasite arasındaki ilişki

Doğum Yeri	N	Ortalama Sıra	H	P
Giresun	25	32,04	4,231	0,121
Giresun Dışı Türkiye	22	22,93		
Yurtdışı	9	32,28		

Futbolcuların doğum yerlerine göre serum total antioksidan kapasitesi bakımından farklılık olup olmadığı Kruskal-Wallis (H) testi ile test edilmiştir. Testin sonucuna göre, futbolcuların doğum yerine göre ölçülen serum total antioksidan kapasite bakımından farklılık olmadığı görüldü ($p=0,121$).

Tablo 4.9 Çalışmaya katılan futbolcular ile kontrol grubu arasındaki serum total antioksidan kapasite ilişkisi

Futbolcu Olma Durumu	N	Ortalama Sıra	Toplam Sıra	U	P
Evet	56	44,38	2485	791	0,657
Hayır	30	41,87	1256		

Futbolcular ile kontrol grubu arasındaki serum total antioksidan kapasite arasında fark olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile test edilmiştir. Testin sonucuna göre, futbolcular ile kontrol grubu arasında serum total antioksidan kapasite bakımından farklılık olmadığı görüldü ($p=0,657$).

5. TARTIŞMA

D vitamini; kalsiyum metabolizması için gerekli olan, yağda çözünen, organizmada kemik ve kas gelişimi dahil birden fazla mekanizmayı düzenleyen, hormon olarak da isimlendirilen önemli bir moleküldür (Sercan ve ark., 2015). Besinlerle alımı sınırlıdır, güneş ışığı ile temas sonucu deriden sentezlenir.

Antioksidanlar, oksidatif stres sonucu ortaya çıkan reaktif oksijen türlerinin meydana getirdiği hasarı önleyen moleküllerdir. Organizmalar kendilerini oksidatif hasara karşı enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan sistemlerle korumaktadır (Halliwell ve Gutteridge, 2000). Çünkü oksidatif stres önemli bir hücre hasarı nedenidir. Yapılan çalışmalar egzersiz, yaşlanma gibi etkenlerin antioksidan savunma sistemini etkilediğini göstermiştir (Netzer ve ark., 2015; Belviranlı ve Okudan, 2015; Jones, 2015).

Yapılan bu çalışmada Giresunspor Futbol Kulübü'nde oynayan profesyonel futbolcuların serum 25(OH)D seviyeleri ile serum total antioksidan kapasiteleri belirlendi. Bunun yanı sıra, futbolculara yapılan anket sonucunda sigara/alkol kullanma durumu, herhangi bir besin takviyesi kullanma durumu, antrenman sıklığı/süresi, rutin dışı yapılan antrenman sıklığı/süresi, daha önce geçirilmiş sakatlık varlığı, herhangi bir kronik hastalık durumu ve beden algıları (sahip oldukları kilodan memnun olup olmadıkları) sorgulandı. Ayrıca BİA prensibi ile çalışan InBody 230 cihazı ile vücut bileşimleri tespit edildi.

Egzersiz, vücudun antioksidan dengesini bozan önemli bir etkidir (Powers ve Jackson, 2008; Pialoux ve ark., 2009). Egzersiz sırasında serbest radikallerin açığa çıkması ile oksidatif stres gelişimi sporcuların performansını etkilemektedir.

Çalışmaya katılan futbolcuların yaklaşık %54'ünü alt yapı (90 dakika antrenman), %46'sını ise A takım (120 dakika antrenman) oluşturmaktadır. Yapılan ankette elde edilen verilere göre; çalışmaya katılan futbolcuların yaş ortalaması 22,9'dur. Bunun yanı sıra BKİ ve yağ yüzdesi ortalamaları sırasıyla; 21,40 kg/m² ve %9,06'dır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün BKİ sınıflandırmasına göre çalışmaya katılan futbolcuların ortalama BKİ değerleri normal aralıktadır. Birçok spor branşında olduğu gibi futbolda da antropometrik ölçümler önem teşkil etmektedir. Yüksek yağ yüzdesi fiziksel aktiviteyi önleyici etki göstermektedir. Futbol; dayanıklılık, kuvvet, sürat,

esneklik üzerine kurulu bir spor dalıdır. Yağ yüzdesi yüksek futbolcular, dayanıklılık antrenmanlarında daha fazla inaktif dokuyu taşımak zorunda kaldıklarından, diğer futbolculara kıyasla antrenman boyunca daha çok enerji harcamaları gerekmektedir. Vücut yağ yüzdesi; kuvvet ve dayanıklılığı direkt etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Bu çalışmaya katılan Giresunspor futbol takımı sporcularının yağ yüzdeleri, Döner (2011) ile Akın ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmalarda sporculara göre daha düşük olarak belirlendi. Bu sonuç, yapılan antrenmanların sıklık ve yoğunluklarının farklı olabileceği ile ilişkilendirildi.

Çalışmaya katılan futbolcuların besin desteği kullanma oranı %42,9'dur. En çok tercih edilen besin desteği ise %25 ile multivitaminidir. Bunu, %23,2 ile BCAA ve %21,4 ile whey protein kullanımı takip etmektedir. Futbolcuların en az tercih ettiği besin destekleri ise %3,6 ile L-karnitin ve CLA'dır. Bunun yanı sıra, çalışmaya katılan hiçbir futbolcu B vitamini desteği almamaktadır.

Besin destekleri, sporcuların egzersiz performansını arttırmak amacıyla kullandıkları ürünlerdir. Egzersiz performansının yanı sıra müsabaka verimini arttırmak amacıyla doping sayılmayan bu tür besin desteklerinin kullanımı oldukça yaygındır. Çalışmaya katılan futbolcuların çoğunluğu antrenman sonrası toparlanmayı hızlandırmak amacıyla vitaminleri ayrı ayrı kullanmaktansa multivitamin şeklinde kullanmayı tercih etmektedirler. Aşırı egzersiz sonucu açığa çıkan serbest radikaller nedeniyle antioksidan vitaminlerin ve enerji metabolizmasında rolü olan B vitaminlerinin ihtiyacını bu şekilde karşılamaktadırlar. Ayrıca bu tür vitaminlerin, sporcularda dayanıklılığı arttırdığı bilinmektedir.

Çalışmaya katılan futbolcuların %48,2'sinin günlük rutin dışında da antrenman yaptığı tespit edildi. En çok tercih edilen antrenman türü %33,9 ile fitness olarak belirlendi. Bunu %19,6 ile karın egzersizleri takip etmektedir. Futbolcuların en az tercih ettikleri antrenman türü ise %1,8 ile ağırlık antrenmanlarıdır.

Çalışmaya katılan futbolcuların ortalama serum 25(OH)D seviyeleri 31,68 ng/mL'dir. Futbolcuların serum 25(OH)D seviyelerinin %52'si referans aralık (≥ 30 ng/mL) içerisinde. Alt yapıda görev alan futbolcuların serum 25(OH)D medyan değeri 29,4 ng/mL iken; A takımında görev alan futbolcuların serum 25(OH)D değeri 33,56 ng/mL'dir. Buna göre, alt yapıya kıyasla A takımının daha yüksek serum 25(OH)D

seviyelerine sahip olduğu tespit edildi. A takımındaki futbolcuların serum D vitamini seviyesinin alt yapıdaki futbolculara göre yüksek bulunması antrenman zamanının daha fazla olmasıyla yani güneş ışınlarından daha fazla faydalanmış olmalarıyla açıklanabilir. Maroon ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Ligi'nde futbol oynayan sporcuların serum 25(OH)D seviyeleri ortalama değeri 27,4 ng/mL olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışma göstermiştir ki, siyahi futbolcuların beyaz futbolculara göre serum 25(OH)D seviyeleri daha düşüktür. Krzywanski ve ark. (2016)'larının yaptığı bir çalışmada, Polonya'lı kapalı alanda spor yapan sporcuların D vitamini seviyeleri ortalama değeri 27 ng/mL olarak bulunmuştur. Benzer bir sonuç Bauer ve ark. (2018)'lerinin Almanya'da hentbol oynayan sporcular üzerinde yaptıkları çalışmada da gösterilmiştir. Buna göre, kapalı alanda spor yapan sporcularda daha düşük serum 25(OH)D seviyeleri gözlenmektedir.

Çalışmaya katılan futbolcuların besin desteği alma durumu ile serum 25(OH)D seviyeleri arasındaki ilişki incelendi. Besin desteği alan futbolcuların serum 25(OH)D medyan değeri 35,82 ng/mL iken; besin desteği almayan futbolcuların serum 25(OH)D medyan değeri 26,14 ng/mL olarak belirlendi. Bu sonuç, futbolcuların kullandıkları besin desteğinin içeriği ile ilişkilendirildi. Ayrıca A takımda besin desteği kullanımının daha yaygın olduğu tespit edildi ve bu sonucun serum D vitamini seviyelerini olumlu yönde etkilediği belirlendi. Sporcularda D vitamini düzeyindeki artışın kas-iskelet sisteminde olumlu etkileri bulunmaktadır. Yeterli D vitamini seviyeleri sporcularda protein sentezi, kas gücü, atlama yüksekliği/hızı, egzersiz kapasitesi ve fiziksel performansı olumlu yönde etkilemektedir. Aynı zamanda yeterli miktarda serum 25(OH)D seviyelerine sahip sporcularda stres fraktürü oranlarında azalma tespit edilmiştir (Pfeifer ve ark., 2002; Larson-Meyer ve Willis; 2010; Rejnmark, 2011; Ogan ve Pritchett, 2013).

Yeterli miktardaki serum 25(OH)D düzeyleri; yaralanma, düşme, kas gevşemesi, kas ağrısı ve güçsüzlüğünü azaltıcı etki göstermektedir. Sporcularda optimum performansı korumak ve arttırmak için D vitamininin etkili olduğu belirtilmektedir (Chatterjee ve ark., 2014). D vitamininin performans üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar kısıtlı olsa da, kas yaralanmalarından korunmak ve stres kırıklarının önlenmesi açısından D vitamininin önemi büyüktür. Ayrıca, normal D vitamini düzeylerinin kronik hastalıkların önlenmesindeki olumlu etkileri, sporcularda da yaşam kalitesini arttırmaktadır.

Çalışmaya katılan futbolcuların doğum yeri ile serum 25(OH)D seviyeleri arasında ilişki olup olmadığı incelendi, bununla ilgili herhangi bir korelasyon bulunmadı. Literatürde doğum yeri ve serum 25(OH)D seviyeleri arasındaki ilişkiyi ifade eden bir çalışmaya da rastlanmadı.

Çalışmaya katılan futbolcuların ortalama serum antioksidan kapasitesi 1,97 mmol Trolox Equiv./L'dir. Bunun yanı sıra, futbolcuların serum antioksidan kapasite bakımından kıyaslandığı kontrol grubunun ortalama serum antioksidan kapasitesi ise 1,94 mmol Trolox Equiv./L'dir. Çalışmaya katılan futbolculardan alt yapıda görev alanların serum antioksidan kapasite medyan değeri 2,0 mmol Trolox Equiv./L; A takımında görev alan futbolcuların serum antioksidan kapasite medyan değeri ise 1,90 mmol Trolox Equiv./L olarak tespit edildi. Genel olarak antrenman sırasında, kas aktivitesinin şiddeti ile ilişkili olarak, dolaşımdaki eritrosit miktarı, dolaşım hızı, arteriovenöz oksijen farkı; yani aktif halde olan kasa bırakılan oksijen miktarı ve metabolik hızda artış görülmektedir (Ji ve Leichtweis, 1997). Bu da serbest radikallerin daha hızlı açığa çıkmasına neden olmaktadır. Bu bilgiden yola çıkarak A takım daha uzun süre antrenman yaptığı için (120 dakika antrenman) serbest radikal oluşumu daha fazladır; bu sebeple serum total antioksidan kapasitesi alt yapıda görev alan futbolculara (90 dakika antrenman) göre daha düşüktür.

Çalışmaya katılan futbolcuların besin desteği alma durumu ile serum total antioksidan kapasite arasındaki ilişki incelendi. Futbolcuların besin desteği alma durumu ile serum total antioksidan kapasite arasında bir ilişki bulunmadı. Benzer bir sonuç White ve Warren (2017)'ın yaptıkları çalışmada da gösterilmiştir. Yarış atları üzerinde yapılan bu çalışma, selenyum (Se) takviyesi ve düzenli egzersiz sonrası, antioksidan enzimler olan SOD ve GSH-Px aktivitesi ölçülmüştür. Yapılan Se takviyesinin herhangi bir etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Çalışmaya katılan futbolcuların doğum yeri ile serum total antioksidan kapasite arasında ilişki olup olmadığı incelendi. Futbolcuların doğum yeri ile serum total antioksidan kapasite arasında bir ilişki olmadığı tespit edildi.

Çalışmaya katılan futbolcular ile kontrol grubu arasında serum total antioksidan kapasite bakımından bir fark olup olmadığı incelendi. Futbolcular ile kontrol grubu arasında serum total antioksidan kapasite açısından bir farklılık olmadığı belirlendi. Bu

çalışmanın aksine, Brites ve ark. (1999)'larının futbolcular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, kontrol grubuna kıyasla futbolcuların serum total antioksidan kapasiteleri %25 daha fazla bulunmuştur.

Çalışmanın sınırlamaları şöyle sıralanabilir. Giresunspor futbol kulübünde oynayan profesyonel futbolcuların (A takım ve alt yapı) serum D vitamini seviyeleri referans değeriyle karşılaştırıldı. Kontrol grubuna serum D vitamini ölçümü ve anket uygulaması yapılmadı.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Türkiye’de profesyonel futbolcularda serum 25(OH)D ve serum total antioksidan kapasitesini değerlendiren ilk tez çalışmasıdır. Giresunspor futbol kulübünde oynayan A takım ve alt yapı takımlarının serumlarında 25(OH)D seviyeleri referans değerine göre değerlendirildi ve A takımda görev alan futbolcuların serum 25(OH)D seviyeleri yeterli bulunurken; alt yapıda görev alan futbolcuların serum 25(OH)D seviyeleri referans aralığının altında bulundu. Bu sonucu A takım futbolcularının daha çok besin desteği kullanmalarıyla ve daha uzun antrenman saatleri ile ilişkilendirebiliriz.

Serum total antioksidan kapasite bakımından kıyaslandığında, alt yapı takımlarında görev alan futbolcuların A takım futbolcularına göre daha yüksek serum total antioksidan kapasiteye sahip oldukları tespit edildi. Ayrıca çalışmaya katılan futbolcular ile kontrol grubu arasında serum total antioksidan kapasite bakımından istatistiksel anlamda bir fark bulunmadı. A takım futbolcularının, alt yapı takımları futbolcularına göre daha düşük total antioksidan kapasite seviyeleri A takım futbolcularının daha fazla antrenman yapıyor olmaları ile açıklanabilir.

7. KAYNAKLAR

Ahonen, M.H., Tenkanen, L., Teppo, L., Hakama, M. ve Tuohimaa, P. (2000). Prostate cancer risk and prediagnostic serum 25-hydroxyvitamin D levels (Finland). *Cancer Causes and Control*, 11: 847-852.

Akın, G., Özder, A., Özet, B. K., ve ark. (2004). Elit Erkek Sporcuların Vücut Kompozisyonu Değerleri. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 44(1): 125-134.

Akkuş, İ. (1995). Serbest radikaller ve fizyolojik etkileri. Mimoza Yayınları, Konya.

Akpınar, P. ve İçağasıoğlu, A. (2012). The relation between vitamin D and quality of life. *Türk Osteoporoz Dergisi*, 18: 13-18.

Alan, Ü. (2013). Bor bileşik ve minerallerinin antioksidan enzim aktivitelerine etkileri. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Balıkesir.

Anderson, R.A. (2007). Prescribing antioxidants. In: *Rakel: Integrative Medicine*, 2nd ed., Saunders, pp. 1083-1094.

Balion, C., Griffith, L.E., Striffler, L., Henderson, M., Patterson, C., Heckman, G., Llewellyn, D.J. ve Raina, P. (2012). Vitamin D, cognition and dementia: a systematic review and meta-analysis. *Neurology*, 79(13): 1397.

Bannert, N., Starke, I., Mohnike, K. ve Fröhner, G. (1991). Parameters of mineral metabolism in children and adolescents in athletic training (German). *Kinderärztliche Praxis*, 59: 153-156.

Basu, H.N., Del Vecchio, A.J., Flider, F. ve Orthofer, F.T. (2001). Nutritional and potential disease prevention properties of carotenoids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(7): 665-675.

Bauer, P., Henni, S., Dörr, O., et al. (2018). High prevalence of vitamin D insufficiency in professional handball athletes. *The Physician and Sports Medicine*, DOI: 10.1080/00913847.2018.1520055.

Baysal, A. (2009). *Beslenme*. Hatipoğlu Kitabevi, Ankara.

Baysal, A., Aksoy, M., Besler, H.T., Bozkurt, N., Keçecioğlu, S., Kutluay-Merdol, T., Pekcan, G., Mercanlıgil, S.M. ve Yıldız, E. (2008). *Diyet El Kitabı*. Hatipoğlu Kitabevi, Ankara.

Belviranlı, M. ve Okudan, N. (2015). Well-known antioxidants and newcomers in sport nutrition: coenzyme Q-10, quercetin, resveratrol, pterostilbene, pycnogenol and astaxanthin. In: antioxidants in sports nutrition (Lamprecht, M. Ed.), Boca Raton (FL): CRC Press/ Taylor&Francis, pp. 79-102.

Bendich, A. ve Klurfeld, D.M. (1993). Vitamin E and human immune functions. In: nutrition and immunology. *Plenum Publishing Corporation*, pp. 217-228, New York.

Bermond, P. (1990). Biological effects of food antioxidants. In: food antioxidants (Hudson, B.J.F., Ed.) pp. 193-252, Elsevier Inc.

Bilaloğlu Guliyev, V., ve Harmandar, M. (2000). *Flavonoidler: Molekül yapıları, kimyasal özellikleri, belirleme teknikleri, biyolojik aktiviteleri*. Aktif Yayınevi, İstanbul.

Bingham, C.T. ve Fitzpatrick, L.A. (1993). Noninvasive testing in the diagnosis of osteomalasia. *Annals of Medicine*, 95(5): 519-523.

Bingham, S.A., Atkinson, C., Liggins, J., Bluck, L. ve Coward, A. (1998). Phytoestrogens: where are we now? *British Journal of Nutrition*, 79(5): 393-406.

Bischoff-Ferrari, H.A, Dietrich, T., Orav, E.J., Hu, F.B., Zhang, Y., Karlson, E.W., et al. (2004). Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged ≥ 60 years. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80: 752-758.

Bischoff-Ferrari, H.A. (2012). Relevance of vitamin D in muscle health. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 13: 71-77.

Bischoff-Ferrari, H.A., Willett, W.C., Orav, E.J., Lips, P., Meunier, P.J., Lyons, R.A., et al. (2012). A pooled analysis of vitamin D dose requirements for fracture prevention. *New England Journal of Medicine*, 367: 40-49.

Block, G. (1999). Emerging role of nutrition in chronic disease prevention: a look at the data with with an emphasis on vitamin C. In: antioxidant food supplements in human health (Packer, L., Hiramatsu, M., Yoshikawa, T., Ed.), Elsevier Inc., pp. 45-54.

Block, G. ve Langseth, L. (1994). Antioxidant vitamins and health prevention. *Food Technology*, 47(7): 80.

Block, G., Patterson, B. ve Subar, A.F. (1992). Fruit, vegetable and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutrition and Cancer*, 18: 1-29.

Bohm, V., Putpitasari-Neinaber, N.L., Ferruzzi, M.G. ve Schwartz, S.J. (2002). Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of alfa-caroten, beta-caroten, lycopene and zeaxanthin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 221-226.

Bouillon, E., Eelen, G., Verlinden, L., Mathieu, C., Carmeliet, G. ve Verstuyf, A. (2006). Vitamin D and cancer. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 102(1-5): 156.

Bouillon, R. (2001). Vitamin D: From photosynthesis, metabolism and action to clinical applications. *Endocrinology*, pp. 1009-1028.

Brewer, L.C., Michos, E.D. ve Reis, J.P. (2011). Vitamin D in atherosclerosis, vascular diseases and endothelial function. *Current Drug Targets*, 12: 54-60.

Brites, F.D., Evelson, P.A., Christiansen, M.G., et al. (1999). Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. *Clinical Science*, 96(4): 381-385.

Brouhier, K. (1999). A tomato a day may keep cancer away. *Food Processing*, April: 58.

Brun, S. (1995). Biological properties of non-alcohol constituents of wine. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 30(4):224-229.

Bureau, J. ve Bushway, R.J. (1986). HPLC determination of carotenoids in fruits and vegetables in the United States. *Journal of Food Science*, 51(1): 128-130.

Büyükokuroğlu, M.E. ve Süleyman, H. (2001). Glikoz 6-fosfat dehidrogenaz eksikliği. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 21: 415-419.

Byers, T., Lachance, P. Ve Pierson, H. (1990). New directions. The diet-cancer link. *Patient Care*, 24: 34-48.

Byung, P.Y. (1994). How diet influence the aging process of the rat. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 205(2): 97-105.

Calzada, C., Bizzotto, M., Paganga, G., Miller, N.J., Brucdorfer, K.R., Diplock, A.T. ve Rice-Evans, C. (1995). Levels of antioxidant nutrients in plasma and low density lipoproteins: a human volunteer supplementation study. *Free Radical Research*, 23(5): 489-503.

Cannell, J.J., Hollis, B.W., Sorenson, M.B., Taft, T.N. ve Anderson, J.J.B. (2009). Athletic performance and vitamin D (review). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41: 1102-1110.

Carr, A.C. ve Frei, B. (1999). Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6): 1086-1107.

Chatterjee, S., Mondal, S., Borman, A.S. ve Konar, A. (2014). Vitamin D, optimal health and athletic performance: a review study. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 3: 526-533.

Chen, L.H., Boissonneault, G.A. ve Glauert, H.P. (1988). Vitamin C, vitamin E and cancer (review). *Anticancer Research*, 8: 739-748.

Chung, M., Lee, J., Terasawa, T., Lau, J. ve Trikalinos, T.A. (2011). Vitamin D with or without calcium supplementation for prevention of cancer and fractures: an updated meta-analysis for the U.S. Preventive Services Task Force. *Annals of Internal Medicine*, 155(12): 827.

Clark, J.P. (1996). Tocopherols: natural antioxidants for food and human health. IFT annual meeting: book of abstracts, ISSN 1082-1236, pp. 103.

Clark, M., Reed, D.B., Crouse, S.F. ve Armstrong, R.B. (2003). Pre- and post-season dietary intake, body composition and performance indices of NCAA division I female soccer players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13: 303-319.

Constantini, N.W., Arieli, R., Chodick, G. ve Dubnov-Raz, G. (2010). High prevalence of vitamin D insufficiency in athletes and dancers. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20: 368-371.

Cook, N.C. ve Samman, S. (1996). Flavonoids chemistry, metabolism, cardioprotective effects and dietary sources. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 7: 66-76.

Cooper, J.D., Smyth, D.J., Walker, N.M., Stevens, H., Burren, O.S., Wallace, C., Greissl, C., Ramos-Lopez, E., Hyppönen, E., Dunger, D.B., Spector, T.D., Ouweland, W.H., Wang, T.J., Badenhop, K. ve Todd, J.A. (2011). Inherited variation in vitamin D genes is associated with predisposition to autoimmune disease type 1 diabetes. *Diabetes*, 60(5): 1624-1631.

Cotelle, N., Bernier, J.L., Catteau, J.P., Pommery, J., Wallet, J.C. ve Gaydou, E.M. (1996). Antioxidant properties of hydroxy-flavones. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(1): 35-43.

Çimen, M.B.Y. (1999). Flavonoidler ve antioksidan özellikleri. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 19: 296-304.

Dawson-Hughes, B., Heaney, R.P., Holick, M.F., Lips, P., Meunier, P.J. ve Vieth, R. (2005). Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporosis International*, 16: 713-716.

Di Mascio, P., Murphy, M.E. ve Sies, H. (1991). Antioxidant defense system: the role of carotenoids, tocopherols and thiols. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53: 194-200.

Dickerson, J.W.T. (1995). Pharmacological effects of food ingredients. *Journal of Food Science and Technology*, 9(3): 167-173.

Dietmar, E.B. ve Bamedi, A. (2001). Carotenoid esters in vegetables and fruits: a screening with emphasis on b-cryptoxanthin esters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4): 2064-2067.

Dikshit, S.N., Udipi, S.A., Rao, A. ve Manohar, V. (1988). Separation of carotenoids and estimation of beta-carotene content of selected Indian food and food preparations by HPLC. *Journal of Food Science and Technology*, 25(1): 39-41.

Diplock, A. (1998). Healthy lifestyles nutrition and physical activity: antioxidant nutrients. ILSI Europe Concise Monograph Series, Belgium, pp. 59.

Döner, H. (2011). *Futbolcuların Mevkilerine Göre Somatotip Özelliklerinin Belirlenmesi (Diyarbakır Örneği)*. Selçuk Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Ersoy, G. (2012). *Egzersiz ve Spor Yapanlar İçin Beslenme*. Nobel Kitabevi, Ankara.

Eskelson, C.D., Odeleye, O.E., Watson, R.R., Earnest, D.L. ve Mufti, S.I. (1993). Modulation of cancer growth by vitamin E and alcohol. *Alcohol and Alcoholism*, 28(1): 117-125.

Feskanich, D., Ma, J., Fuchs, C.S., et al. (2004). Plasma vitamin D metabolites and risk of colorectal cancer in women. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 13: 1502-1508.

Finaud, J., Lac, G. ve Filaire, E. (2006). Oxidative stress: relationship with exercise and training. *Sports Medicine*, 36: 327-358.

Fitch, H.B. (1994). Antioxidants: health implications still debated. *Inform*, 5(3): 242-252.

Forney, L. (2012). Vitamin D status, adiposity and athletic performance measures in college-aged students. Graduate Faculty of the Louisiana State University, MS Thesis, LA.

Gilbert, R., Martin, R.M., Beynon, R., Harris, R., Savovic, J., Zuccolo, L., Bekkering, G.E., Fraser, W.D., Sterne, J.A. ve Metcalfe, C. (2011). Associations of circulating and dietary vitamin D with prostate cancer risk: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Cancer Causes and Control*, 22(3): 319-340.

Ginde, A.A., Scragg, R., Schwartz, R.S. ve Camargo, C.A. (2009). Prospective study of serum 25-hydroxyvitamin D level, cardiovascular disease mortality and all cause mortality in older U.S. adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(9): 1595-1603.

Giovannucci, E. (2005). The epidemiology of vitamin D and cancer incidence and mortality: review (United States). *Cancer Causes and Control*, 94: 1867-1875.

Giovannucci, E., Liu, Y., Rimm, E.B., et al. (2006). Prospective study of predictors of vitamin D status and cancer incidence and mortality in men. *Journal of the National Cancer Institute*, 98: 451-459.

Glowacki, J. (2007). Vitamin D inadequacy in 2007: what is it and how to manage it (review). *Current Opinion in Orthopaedics*, 18: 480-485.

Gorham, E.D., Garland, C.F., Garland, F.C., et al. (2005). Vitamin D and prevention of colorectal cancer. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 97: 179-194.

Goswami, R., Gupta, N., Goswan, D., Marwaha, R.K., Tandon, N. ve Kochupillai, N. (2000). Prevalence and significance of low 25-hydroxyvitamin D concentrations in healthy subjects in Delhi. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72: 472-475.

Gutteridge, J.M.C., Richmond, R. ve Halliwell, B. (1980). Oxygen free radicals and lipid peroxidation: inhibition by the protein caeruloplasmin. *FEBS letters*, 112(2): 269-272.

Halliday, T.M., Peterson, N.J., Thomas, J.J., Kleppinger, K., Hollis, B.W. ve Larson-Meyer, D.E. (2011). Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury and illness in college athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43: 335-343.

Halliwell, B. (1994). Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutrition Reviews*, 52(8): 253-265.

Halliwell, B. (1996). Oxidative stress, nutrition and health. Experimental strategies for optimization of nutritional antioxidant intake in humans. *Free Radical Research*, 25(1): 57-74.

Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C. (1990). Role of the free radicals and catalytic metal ions in human diseases. In: *methods in enzymology*, 186: 1-85.

Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C. (2000). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 534-537.

Harris, S.S. ve Dawson-Hughes, B. (1998). Seasonal changes in plasma 25-hydroxyvitamin D concentrations of young American black and white women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 67: 1232-1236.

Harvey, R.A. ve Champe, P.C. (2007). *Biyokimya, Lippincott's Illustrated Reviews*. In: *Metabolizmanın düzenlenmesi, Vitaminler* (Ulukaya, E., Ed.), pp. 384-387, Nobel Tıp Yayınevi, İstanbul.

Hatun, Ş., Bereket, A., Çalikoğlu, A.S. ve Özkan, B. (2003). Günümüzde D vitamini yetersizliği ve nutrisyonel rikets. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 46: 224-241.

Heaney, R.P. (2008). Vitamin D in health and disease (review). *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3: 1535-1541.

Heath, K.M. ve Elovic, E.P. (2006). Vitamin D Deficiency: Implications in the rehabilitation settings. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85: 916-923.

Hercberg, S., Galan, P., Preziosi, P., Alfarez, M. ve Vasques, C. (1998). The potential role of antioxidant vitamins in preventing cardiovascular disease and cancers. *Nutrition*, 14: 513-520.

Heseker, H. (1995). Antioxidative vitamins and cataracts in old age. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 34(3): 167-176.

Holick, M.F. (1996). Vitamin D and bone health. *Journal of Nutrition*, 126: 1159-1164.

Holick, M.F. (2004). Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers and cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80: 1678-1688.

Holick, M.F. (2006). Calcium plus vitamin D and the risk of colorectal cancer. *New England Journal of Medicine*, 354: 2287-2288.

Holick, M.F. (2006). High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clinic Proceedings*, 81: 353-373.

Holick, M.F. (2006). Resurrection of vitamin D deficiency and rickets. *Journal of Clinical Investigation*, 116: 2062-2072.

Holick, M.F. (2007). Optimal vitamin D status for the prevention and treatment of osteoporosis. *Drugs Aging*, 24: 1017-1029.

Holick, M.F. (2007). Vitamin D deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357: 266-281.

Holick, M.F. (2012). Vitamin D: extraskeletal health. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 38: 141-160.

Holick, M.F. ve Chen, T.C. (2008). Vitamin D deficiency: a worldwide problem with consequences. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87: 1080-1086.

Holick, M.F., Binkley, N.C., Bischoff-Ferrari, H.A., Gordon, M.C., Hanley, D.A., Heaney, R.P., et al. (2011). Evaluation, treatment and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practise guideline. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 96: 1911-1930.

Jacob, R.A. ve Burri, B.J. (1996). Oxidative damage and defense. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63(6): 985-990.

Jayaprakasha, G.K., Singh, R.P. ve Sakariah K.K. (2001). Antioxidant activity of grape seed (*vitis vinifera*) extracts on peroxidation models in vitro. *Food Chemistry*, 73: 285-290.

Ji, L.L., Leichtweis, S. (1997). Exercise and Oxidative Stress: Sources of Free Radicals and Their Impact on Antioxidant Systems. *Age (Omaha)*. 20(2): 91-106.

Jones, D.P. (2015). Redox theory of aging. *Redox Biology*, 5: 71-79.

Kalt, W., Forney, C.F., Martin, A. ve Prior, R.L. (1999). Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11): 4638-4644.

Keaney, J.F. ve Frei, B. (1994). Antioxidant protection of LDL and its role in the prevention of atherosclerotic vascular disease. In: natural antioxidants in health and disease (Frei, B., Ed.), Academic Press Inc., pp. 303-309.

Kendrick, J., Targher, G., Smits, G. ve Chanchol, M. (2009). 25-hydroxyvitamin D deficiency is independently associated with cardiovascular disease. *Atherosclerosis*, 205(1): 255.

Kim, D.H., Sabour, S., Sagar, U.N., Adams, S. ve Whellan, D.J. (2008). Prevalence of hypovitaminosis D in cardiovascular diseases. *American Journal of Cardiology*, 102(11): 1540.

Kjærgaard, M., Waterloo, K., Wang, C.E., Almås, B., Figenschau, Y., Hutchinson, M.S., Svartberg, J. ve Jorde, R. (2012). Effects of vitamin D supplement on depression scores in people with low levels of serum 25-hydroxyvitamin D: nested case-control study and randomised clinical trial. *British Journal of Psychiatry*, 201: 360.

Kraemer, W.J., Fleck, S.J. ve Evans, W.J. (1996). Strength and power training: physiological mechanism of adaptation (review). *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24: 363-397.

Krause, R., Buhning, M., Hopfenmuller, W., Holick, M.F. ve Sharma, A.M. (1998). Ultraviolet band blood pressure. *Lancet*, 352: 709-710.

Krinsky, N.I. (1989). Antioxidant function of carotenoids. *Free Radical Biology and Medicine*, 7(6): 617-635.

Krzywanski, J., Mikulski, T., Krysztofiak, H., et al. (2016). Seasonal vitamin D status in Polish elite athletes in relation to sun exposure and oral supplementation. *PLOS One*, 11: e0164395.

Kurilich, A.C., Tsau, G.J., Brown, A., Howard, L., Klein, B.P., Jeffrey, E.H., Kushad, M., Wallig, M.A. ve Juvik, J.A. (1999). Carotene, tocopherol and ascorbate contents in subspecies of Brassica Oleracea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(4): 1576-1581.

Kyung, J.Y. (1996). Carotenoids: functions and recent research progress. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 1(2): 256-261.

Lange, N.E., Litonjua, A., Hawrylowicz, C.M. ve Weiss, S. (2009). Vitamin D, the immune system and asthma. *Expert Review of Clinical Immunology*, 5(6): 693.

Langley, S. (2007). The ABC of vitamin D a primer for physicians. *Medical Post*, Toronto: Dec 4, vol. 43, Iss. Pg. 23, 1 pgs.

Lappe, J., Cullen, D., Haynatzki, G., Recker, R., Ahlf, R. ve Thompson, K. (2008). Calcium and vitamin D supplementation decreased incidence of stress fractures in female navy recruits. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23: 741-749.

Larson-Meyer, D.E. ve Willis, K.S. (2010). Vitamin D and athletes (review). *Current Sports Medicine Reports*, 9: 220-226.

Lathia, D. ve Blum, A. (1991). Role of vitamin E as nitrite scavenger and N-nitrosamine inhibitör. *Fett Wissenschaft Technologie*, 93(6): 271-271.

Lavie, C.J., Lee, J.H. ve Milani, R.V. (2011). Vitamin D and cardiovascular disease will it live up to it is hype? *Journal of the American College of Cardiology*, 58: 1547-1556.

Lee, J.H., O'Keefe, J.H., Bell, D., Hensrud, O.D. ve Holick, M.F. (2008). Vitamin D deficiency an important, common and easily treatable cardiovascular risk factor. *Journal of the American College of Cardiology*, 52: 1949-1956.

Lehmann, G. ve Mueller, E.A. (1944). Ultraviolet irradiation and altitude fitness (German). *Luftfahrtmedizin*, 9: 37-43.

Li, Y.C., Kong, J., Wei, M., Chen, Z.F., Liu, S.Q. ve Cao, L.P. (2002). 1,25-dihydroxyvitamin D(3) is a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system. *Journal of Clinical Investigation*, 110(2): 229.

Luscombe, C.J., Fryer, A.A., French, M.E., et al. (2001). Exposure to ultraviolet radiation association with susceptibility and age at presentation with prostate cancer. *Lancet*, 358: 641-642.

Malabanan, A., Veronikis, I.E., Holick, M.F. (1998). Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet*, 351: 805-806.

Maroon, J.C., Mathyssek, C.M., Bost, J.W., et al. (2015). Vitamin D profile in national football league players. *Am J Sport Med*, 43: 1241-1245.

McGrath, J. (2001). Does “imprinting” with low prenatal vitamin D contribute to the risk of various adult disorders? *Medical Hypotheses*, 56(3): 367.

McKenna, M.J. (1992). Differences in vitamin D status between countries in young adults and the elderly. *American Journal of Medicine*, 93: 69-77.

Miller, N.J. ve Luiz-Larrea, M.B. (2002). Flavonoids and other plant phenols in the diet: their significance as antioxidants. *Journal of Nutritional and Environmental Medicine*, 12: 39-51.

Morita, R., Yamamoto, I., Takada, M., Ohnaka, K. ve Yuu, I. (1993). Hypervitaminosis D. *Nippon Rinsho*, 51: 984-988.

Mosekilde, L. (2005). Vitamin D and the elderly. *Clinical Endocrinology*, 62: 265-281.

Muir, S.W. ve Montero-Odasso, M. (2011). Effects of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(12): 2291-2300.

Munger, K.L., Levin, L.I., Hollis, B.W., Howard, N.S., et al. (2002). Health and nutrition examination survey, 1988-1994. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(1): 187-192.

Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A. ve Rodwell, VW. (1996). *Harper'in Biyokimyası* (Dikmen, N., Özgünen, T. Ed.), 24. Baskı, Barış Kitabevi, İstanbul.

Nagy, S. ve Attaway, J.A. (1992). Anticarcinogenic activity of phytochemicals in citrus fruit and their juice products. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 105: 162-168.

Nakanishi, K., Tajima, F., Nakamura, A., Yagura, S., Dokawara, T., Yamashita, H., Suzuki, K., Taniguchi, N. ve Ohno, H. (1995). Effects of hypobaric hypoxia on antioxidant enzymes in rats. *Journal of Physiology*, 489: 869-876.

Netzer, N., Gatterer, H., Faulhaber, M., Burtscher, M., Pramsohler, S. ve Pesta, D. (2015). Hypoxia, oxidative stress and fat. *Biomolecules*, 5: 1143-1150.

Norris, K.C. ve Williams, S.F. (2013). Race/ethnicity, serum 25-hydroxyvitamin D and heart disease. *Journal of the American Medical Association*, 310(2): 153.

Ogan, D. ve Pritchett, K. (2013). Vitamin D and the athlete: risks, recommendations and benefits. *Nutrients*, 5: 1856-1858.

Onat, T., Emerk, K., ve Sözmen, E.Y. (2002). *İnsan Biyokimyası*. Palme Yayıncılık, Ankara.

Ozfirat, Z. ve Chowdhury, T.A. (2010). Vitamin D deficiency and type 2 diabetes. *Postgraduate Medical Journal*, 86(1011): 18.

Öngen, B., Kabaroğlu, C. ve Parıldar, Z. (2008). D vitamininin biyokimyasal ve laboratuvar değerlendirmesi. *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, 6: 23-31.

Packer, L., Witt, E.H. ve Tristchler, H.J. (1995). Alpha-lipoic acid as a biological antioxidant. *Free Radical Biology and Medicine*, 19(2): 227-250.

Percival, M. (1998). Antioxidants. *Clinical Nutrition Insight*, 10: 1-4.

Pfeifer, M., Begerow, B. ve Minne, H.W. (2002). Vitamin D and muscle function (review). *Osteoporosis International*, 13: 187-194.

Pialoux, V., Mounier, R., Rock, E., Mazur, A., Schmitt, L., Richalet, J.P., Robach, P., Coudert, J. ve Fellman, N. (2009). Effects of acute hypoxic exposure on prooxidant / antioxidant balance in elite endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 30: 87-93.

Pittas, A.G., Chung, M., Trikalinos, T., Mitri, J., Brendel, M., Patel, K., Lichtenstein, A.H., Lau, J. ve Balk, E.M. (2010). Systematic review: vitamin D and cardiometabolic outcomes. *Annals of Internal Medicine*, 152(5): 307.

Ponsonby, A.L., McMichael, A. ve Van Der Mei, I. (2002). Ultraviolet radiation and autoimmune disease: insights from epidemiological research. *Toxicology*, 181-182: 71-78.

Powers, S.K. ve Jackson, M.J. (2008). Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 88: 1243-1276.

Pratt, D.E. (1992). Natural antioxidants from plant material. In: phenolic compounds in food and their effects on health (Huang, M.T., Ho, H.T., Lee, C.Y., Ed.) *American Chemical Society Symposium Series*, 507: 54-71.

Reiter, R.J. (1998). Melatonin and human reproduction. *The Finnish Medical Society Duodecim*, 30(1): 103-108.

Rejnmark, L. (2011). Effects of vitamin D on muscle function and performance a review of evidence from randomized controlled trials. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, 2: 25-37.

Rice-Evans, C. (1999). Screening of phenolics and flavonoids for antioxidant activity. In: antioxidant food supplements in human health (Packer, L., Hiramatsu, M., Yoshikawa, T. Ed.), Elsevier Inc., pp. 239-253.

Ross, J.A. ve Kasum, C.M. (2002). Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects and safety. *Annual Review of Nutrition*, 22: 19-34.

Sardi, B. (1997). Nutrition and eyes: clearing up misconceptions. *Health Food Business*, 43(8): 29-30.

Scott, B.C., Auroma, O.I., Evans, P.J., O'neill, C., Van Der Vliet, A., et al. (1994). Lipoic acid and dihydrolipoic acid as antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(2): 119-133.

Sercan, C., Yavuzsoy, E., Yüksel, İ., Can, R., Oktay, Ş., Kiraç, D. ve Ulucan, K. (2015). Sporcu sağlığı ve atletik performansta D vitamini ve reseptörünün önemi. *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(4): 259-264.

Seven, A., ve Candan, G. (1996). Antioksidan savunma sistemleri. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 27(1): 41-50.

Siegel, B.V. ve Klurfeld, D.M. (1993). Vitamin C and the immune response in health and disease. In: nutrition and immunology human nutrition. *Plenum Publishing Corporation*, pp. 167-196, New York.

Singh, V.N. (1992). A current perspective on nutrition and exercise. *Journal of Nutrition*, 122(3S): 760-765.

Spellerberg, A.E. (1952). Increase of athletic effectiveness by systematic ultraviolet irradiation (German). *Strahlentherapie*, 88: 567-570.

Stahlin, H.B. (1999). The impact of antioxidants on chronic disease in ageing and in old age. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 69(3): 146-149.

Stahl, W. ve Sies, H. (1999). Carotenoids: occurrence, biochemical activities and bioavailability. In: antioxidant food supplements in human health (Packer, L., Hiramatsu, M., Yoshikawa, T., Ed.), Elsevier Inc., pp. 183-202.

Stahl, W. ve Sies, H. (2003). Antioxidant activity of carotenoids. *Molecular Aspects of Medicine*, 24: 345-351.

Stolzenberg-Solomon, R.Z., Vieth, R., Azad, A., Pietinen, P., Taylor, P.R., Virtamo, J. ve Albanes, D. (2006). A prospective nested case-control study of vitamin D status and pancreatic cancer risk in male smokers. *Cancer Research*, 66(20): 10213.

Stryer, L. (1995). *Biochemistry*. W.H. Freeman and company, 4th edition, New York.

Sulaeman, A., Keeler, L., Giraud, W., Taylor, S.L., Wehling, R.L. ve Driskell, J.A. (2001). Carotenoid content and physicochemical and sensory characteristics of carrot chips deep fried in different oils at several temperatures. *Food and Chemical Toxicology*, 66(9): 1257-1264.

Sungurluoğlu, K. (2014). *Biyokimya*. Akademisyen Kitabevi, Ankara.

Tan, B. (1988). Analytical and preparative chromatography of tomato paste carotenoids. *Journal of Food Science*, 53(3): 954-959.

Thurnham, D. (1993). Chemical aspects an biological mechanism of anticancer nutrients in plant food (Waeldron, K.W., Johnson, J.T., Fenwick, G.R., Ed.) *The Royal Society of Chemistry*, pp. 461.

Tracher, T.D., Fischer, P.R., Strand, M.A. ve Pettifor, J.M. (2006). Nutritional rickets around the world: causes and future directions. *Annals of Tropical Paediatrics*, 26(1): 1-16.

Tsiaras, W.G. ve Weinstock, M.A. (2010). Commentary: ultraviolet irradiation and oral ingestion as sources of optimal vitamin D. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 62: 935-936.

Urso, L. ve Clarkson, P.M. (2003). Oxidative stress, exercise and antioxidant supplementation. *Toxicology*, 189: 41-54.

Valtueña, J., Gonzáles-Gross, M., Huybrechts, I., et al. (2013). Factors associated with vitamin D deficiency in European adolescents: the HELENA study. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 59: 161-171.

Velioğlu, S. (2000). Doğal Antioksidanların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi. *Gıda Dergisi*, 25(3): 167-176.

Wacker, M. ve Holick, M.F. (2013). Sunlight and vitamin D: a global perspective for health. *Dermato-Endocrinology*, 5: 51-108.

Wacker, M. ve Holick, M.F. (2013). Vitamin D effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. *Nutrients*, 5: 111-148.

Wang, L., Song, Y., Manson, J.E., Pilz, S., März, W., Michaëlsson, K., Lundqvist, A., Jassal, S.K., Barrett-Connor, E., Zhang, C., Eaton, C.B., May, H.T., Anderson, J.L. ve Sesso, H.D. (2012). Circulating 25-hydroxyvitamin D and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis of prospective studies. *Circulations: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 5(6): 819.

Wang, T.J., Pencina, M.J., Booth, S.L., Jacques, P.F., Ingelsson, E., Lanier, K., Benjamin, E.J., D'Agostino, R.B., Wolf, M. ve Vasan, R.S. (2008). Vitamin D deficiency and risk of cardiovascular disease. *Circulation*, 117(4): 503-511.

Weber, P., Bendich, A. ve Schalch, W. (1996). Vitamin C and human health- a review of recent data relevant to human requirements. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 66: 19-30.

Weindruck, R. (1996). Caloric restriction and aging. *Scientific American*, 274(1): 32-38.

Werman, M.J., Mokady, S., Neeman, I., Auslaender, L. ve Zeidler, A. (1989). The effect of avocado oils on some liver characteristics in growing rats. *Food and Chemical Toxicology*, 27(5): 279-282.

White, S.H. ve Warren, L.K. (2017). Submaximal exercise training, more than dietary selenium supplementation, improves antioxidant status and ameliorates exercise-induced oxidative damage to skeletal muscle in young equine athletes. *Journal of Animal Science*, 95(2): 657-670.

Williams, G.M. (1993). Food: it is role in the etiology of cancer. In: food and cancer prevention (Waeldron, K.W., Johnson, J.T., Fenwick, G.R., Ed.) *The Royal Society of Chemistry*, pp. 3-11.

Willis, K.S., Broughton, K.S. ve Larson-Meyer, D.E. (2009). Vitamin D status and immune system biomarkers in athletes. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 109(9 suppl): A15.

Witham, M.D., Nadir, M.A. ve Struthers, A.D. (2009). Effects of vitamin D on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension*, 27(10): 1948.

Witt, E., Kagan, V.E. ve Packer, L. (1993). Vitamin E in skin: antioxidant and prooxidant balance. In: vitamin E in health and disease (Fuchs, J., Ed.) pp. 775-783, New York.

Wyon, M.A., Koutedakis, Y., Wolman, R., Nevill, A.M ve Allen, N. (2014). The influence of winter vitamin D supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: a controlled study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17: 8-12.

Yazıcı, C. ve Köse, K. (2004). Melatonin: karanlığın antioksidan gücü. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(2): 56-65.

Yeşilkaya, A., Yeğin, A., Özdem, S. ve Aksu, T.A. (1998). The effect of bilirubin on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in cumene hydroperoxide treated erythrocytes. *International Journal of Clinical an Laboratory Research*, 28: 230-234.

Young, A., Edwards, R.H.T., Jones, D.A. ve Brenton, D.P. (1981). Quadriceps muscle strenght and fibre size during treatment of osteomalacia. In: mechanical factors and the skeleton. Stokes IAF, London, pp. 137-145.

Yu, B.P. (1993). Antioxidant action of dietary restriction in the aging process. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 39(suppl): 75-83.

Zipitis, C.S. ve Akobeng, A.K. (2008). Vitamin D supplementation in early childhood and risk of type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Disease in Childhood*, 93(6): 512.



ORDU
ÜNİVERSİTESİ

Ordu Üniversitesi - Ordu Üniversitesi
Rektörlüğü - Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Müdürlüğü
06.04.2018 09:35
Sayı: 91120269-800-E 00000211707
00000211707

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarihi	Toplantı Sayısı	Toplantı Saati	Karar Sayısı
05/04/2018	08	15.30	2018-63

Ordu Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Ahmet KARATAŞ başkanlığında toplanarak aşağıdaki kararları almıştır.

KARAR NO: 2018/ 63

Sorumlu yürütücü Doç.Dr. Ayşegül ÇEBİ'nin KAEK 51 Nolu başvurusunun değerlendirilmesi sonucu "*Giresunspor Futbol Kulübünde Oynayan Profesyonel Sporcularda D Vitamini ve Total Antioksidan Seviyesinin Belirlenmesi*" başlıklı araştırmasının etik ilke ve kurallara uygunluk açısından yapılabilirliğine ve konunun ilgili öğretim üyesine tebliğine toplantıya katılanların oy birliği ile karar verildi.

e-İmzalıdır

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet KARATAŞ
Ordu Üniversitesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

EKLER



EK: 1

ANKET FORMU

Dikkat: Bu veriler yalnızca bilimsel bir araştırma yapmak amaçlı toplanmaktadır ve tamamen gizlidir.

Anket No:

Tarih:

Katılımcının:

Adı-Soyadı:

Adresi:

Telefonu:

E-Mail:

A. GENEL BİLGİLER

Cinsiyet:

a. Erkek

b. Kadın

Doğum Tarihi:

-----/-----/-----

Eğitim Durumu:

a. İlköğretim

b. Ortaöğretim

c. Lise

d. Üniversite

e. Lisansüstü (Yüksek Lisans/Doktora)

Sigara kullanıyor musunuz?

- a. Evet
- b. Hayır

Cevabınız '**Evet**' ise günlük kullandığınız miktar nedir?

- a. 1-4 adet
- b. 5-9 adet
- c. 10-19 adet
- d. ≥ 20 adet

Alkol kullanıyor musunuz?

- a. Evet
- b. Hayır

Cevabınız '**Evet**' ise ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- a. Ayda bir
- b. 2 haftada bir
- c. Haftada bir
- d. Haftada 2-3 gün
- e. Her gün

Herhangi bir besin desteği (suplement) kullanıyor musunuz?

- a. Evet
- b. Hayır

Cevabınız '**Evet**' ise hangi ürünü kullanıyorsunuz?

- a. Whey Protein
- b. BCAA
- c. L-Karnitin
- d. CLA
- e. Kreatin
- f. B Vitamini
- g. D Vitamini
- h. Multivitamin

i. Diğer (Belirtiniz -----)

Ne sıklıkta antrenman yapıyorsunuz? (Kaç saat sürdüğünü belirtiniz)

- a. Her gün (.....)
- b. Haftanın 5 günü (.....)
- c. 2 günde 1 (.....)
- d. Haftada 2 gün (.....)
- e. Diğer (.....)

Günlük rutinin dışında ne sıklıkta hangi antrenmanları yapıyorsunuz?

- a. Fitness (.....)
- b. Karın Egzersizleri (.....)
- c. Ağırlık (.....)
- d. Kuvvet (.....)
- e. Dayanıklılık (.....)
- f. Diğer (.....)

Profesyonel futbol yaşamınız boyunca geçirmiş olduğunuz sakatlık var mı? Varsa lütfen belirtiniz.

Herhangi bir kronik hastalığınız var mı?

- a. Evet
- b. Hayır

Cevabınız '**Evet**' ise hangi hastalık olduğunu belirtiniz.

Kilonuzdan memnun musunuz?

- a. Evet
- b. Hayır

Cevabınız '**Hayır**' ise;

- a. Kilo almak istiyorum
- b. Kilo vermek istiyorum

B. ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER:

Vücut Ağırlığı (kg):

Boy Uzunluğu (cm):

BMI (kg/m²):

Bel/Kalça Oranı (cm):

Yağ Yüzdesi:

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İrem BAHAR
Doğum Yeri/Tarihi : Giresun/ 01.11.1990
Yabancı Dili : İngilizce
E-Mail : dyt.irembahar@gmail.com
İletişim Bilgileri : 0(531) 813 3739

Derece	Bölüm/Program	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Yıl
Lisans	Beslenme ve Diyetetik	Yakın Doğu Üniversitesi/KKTC	2013
Lise	Sayısal	Özel Yavuz Fen Lisesi	2007

İş Deneyimi :

Görev	Görev Yeri	Yıl
Diyetisyen	İrem Bahar Beslenme ve Diyet Danışma Merkezi	2014-Halen
Diyetisyen	Giresunspor Kulübü Derneği	2014-Halen
Diyetisyen	Özel Filiz Diyaliz Merkezi	2014-2017