

**KADIN FUTBOLCULARDA YOĞUN İNTERVAL
ANTRENMAN PROGRAMININ LİPİD PEROKSİDASYONU
VE BAZI ANTİOKSİDAN AKTİVİTELER ÜZERİNE ETKİSİ**

Muhammed Zahit KAHRAMAN

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. İlhan ŞEN
II. Tez Danışmanı
Prof. Dr. Halit DEMİR**

Doktora Tezi-2020

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
KİŞİ SPORLARI VE SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KADIN FUTBOLCULARDA YOĞUN İNTERVAL
ANTRENMAN PROGRAMININ LİPİD
PEROKSİDASYONU VE BAZI ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELER ÜZERİNE ETKİSİ**

Muhammed Zahit KAHRAMAN

**Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. İlhan ŞEN**

**II. Tez Danışmanı
Prof. Dr. Halit DEMİR**

**ERZURUM
2020**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
KIŞ SPORLARI VE SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**KADIN FUTBOLCULARDA YOĞUN İNTERVAL ANTRENMAN
PROGRAMININ LİPİD PEROKSİDASYONU VE BAZI
ANTIOKSİDAN AKTİVİTELER ÜZERİNE ETKİSİ**

Muhammed Zahit KAHRAMAN

Tez Savunma Tarihi : 22.05.2020

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İlhan ŞEN (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Erdinç ŞIKTAR (Erzurum Teknik Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Elif AKKUŞ (Atatürk Üniversitesi)


Jüri Üyesi : Doç. Dr. Emre BELLİ (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ömer KAYNAR (Muş Alparslan Üniversitesi)

II. Tez Danışmanı : Prof. Dr. Halit DEMİR (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki Jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Fatih KIYICI
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından TDK-2020-7550 proje numarası ile desteklenmiştir.

Doktora Tezi
ERZURUM – 2020

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLOLAR DİZİNİ.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Futbol.....	4
2.1.1. Futbolun Tanımı	4
2.1.2. Futbolun Tarihçesi.....	4
2.1.3. Kadın Futbolu.....	5
2.1.3.1. Dünya’da Kadın Futbolu.....	7
2.1.3.2. Türkiye’de Kadın Futbolu.....	9
2.2. Antrenman Metotları	12
2.2.1. İnterval Antrenman Metotları.....	12
2.2.1.1. Yaygın (Ekstensive) İnterval Antrenman.....	14
2.2.1.2. Yoğun (İntensive) İnterval Antrenman	14
2.3. Serbest Radikaller.....	15
2.3.1. Reaktif Oksijen Türleri (ROS)	16

2.3.1.1. Süperoksit Radikali ($O_2^{\cdot-}$).....	18
2.3.1.2. Hidroksil Radikali (OH^{\cdot}).....	18
2.3.1.3. Hidrojen Peroksit (H_2O_2).....	19
2.3.1.4. Hipokloröz Asit ($HOCl$).....	19
2.3.1.5. Singlet Oksijen (1O_2).....	19
2.3.1.6. Nitrik Oksit (NO).....	20
2.3.2. Serbest Radikallerin Etkileri	20
2.3.2.1. Lipidlere Etkisi (Lipid Peroksidasyonu)	20
2.3.2.2. Nükleik Asitlere ve DNA'ya Etkisi.....	22
2.3.2.3. Karbonhidratlara Etkisi	22
2.3.2.4. Proteinlere Etkisi	22
2.4. Oksidatif Stres	23
2.5. Egzersiz ve Oksidatif Stres	24
2.6. Antioksidanlar	25
2.7. Endojen Antioksidanlar	26
2.7.1. Enzimatik Antioksidanlar	26
2.7.1.1. Süperoksit Dismutaz (SOD).....	26
2.7.1.2. Katalaz (CAT).....	27
2.7.1.3. Glutasyon Peroksidaz (GPx).....	27
2.7.1.4. Glutasyon S-Transferaz (GST)	28
2.7.1.5. Glutasyon Redüktaz (GR)	28
2.7.1.6. Mitokondriyal Sitokrom Oksidaz	29

2.7.2. Nonenzimatik Antioksidanlar	29
2.7.2.1. Redükte Glutasyon (GSH).....	29
2.7.2.2. Melatonin	30
2.7.2.3. Transferrin.....	30
2.7.2.4. Albümin.....	30
2.7.2.5. Ürik Asit.....	31
2.7.2.6. Bilirubin	31
2.7.2.7. Ubikinon (Koenzim Q10)	31
2.7.2.8 Selenyum.....	31
2.7.2.9. α -Lipoik Asit	32
2.7.2.10. Seruloplazmin.....	32
2.8. Eksojen Antioksidanlar.....	32
2.8.1. Vitamin Antioksidanlar.....	33
2.8.1.1. Askorbik Asit (Vitamin C).....	33
2.8.1.2. α -Tokoferol (Vitamin E)	34
2.8.1.3. β -Karoten (Vitamin A).....	34
2.8.1.4. Folik Asit (Vitamin B9)	35
2.8.2. İlaç Olarak Kullanılan Antioksidanlar	35
2.9. Egzersiz ve Antioksidanlar	36
3. MATERYAL VE METOT	38
3.1. Araştırma Etik Kurul Raporu	38
3.2. Araştırmanın Modeli.....	38

3.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi.....	38
3.4. Araştırma Grubu.....	38
3.5. Uygulanan Ölçüm ve Testler	38
3.5.1. Yaş.....	39
3.5.2. Boy Uzunluğu Ölçümü	39
3.5.3. Vücut Ağırlığı Ölçümü	39
3.5.4. Beden Kitle İndeksi (BKİ)	39
3.6. Kan Örneklerinin Alınması.....	40
3.7. Deneşlerde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler	40
3.8. Deneşlerde Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	42
3.9. Biyokimyasal Analizler	43
3.9.1. Malondialdehit (MDA) Düzeyinin Tayini	43
3.9.2. Redükte Glutatyon (GSH) Düzeyinin Tayini.....	44
3.9.3. Katalaz (CAT) Aktivitesinin Tayini	45
3.9.4. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Tayini.....	46
3.9.5. Glutatyon Peroksidaz (GPx) Aktivitesinin Tayini	47
3.10. Yoğun İnterval Antrenman Programı	49
3.11. İstatistiksel Analiz	51
4. BULGULAR.....	52
4.1. Genel Özellikler	52
4.2. Lipid Peroksidasyonu	53
4.3. Antioksidanlar	56

5. TARTIŞMA	65
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR	77
EKLER	97
EK-1. ÖZGEÇMİŞ.....	97
EK-2. TEZ BENZERLİK ORANI BEYAN FORMU.....	98
EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU.....	99

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaŐan, rehberlik eden, her konuda beni destekleyen ve daima yanımda olduklarını hissettiğim değerli danıŐman hocalarım Prof. Dr. İlhan ŞEN ve Prof. Dr. Halit DEMİR'e en derin saygı ve Őükranlarımı sunarım.

Tez izleme komitesinde yer alan ve doktora eğitimi süresince bana rehberlik eden Doç. Dr. Elif AKKUŞ'a, tez savunma jürimde yer alan Prof. Dr. Erdinç ŞIKTAR, Doç. Dr. Emre BELLİ ve Doç. Dr. Ömer KAYNAR'a, çalışma kapsamında kan örneklerini alan Öğr. Gör. Mesut YILMAZ ve Muhammed CAN'a, laboratuvar çalışmalarında büyük desteğini gördüğüm Seerwan Hamadameen SULAIMAN'a, tezi yazım ve dil bilgisi kurallarına göre kontrol eden Türkçe Öğretmeni Zeynep ERDEĞER MAMUK'a, bu çalıŐmayı TDK-2020-7550 proje numarası ile destekleyen Atatürk Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimine, çalışmaya gönüllü olarak katılan sporculara, çalıŐmalarım sırasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Alper KARADAĞ, Dr. Öğr. Üyesi M. Fatih BİLİCİ ve Sadettin ERDEĞER'e, yoğun eğitim sürecinde beni her zaman sabırla destekleyen eŐime, çocuklarıma ve aileme teşekkür ederim.

Muhammed Zahit KAHRAMAN

ÖZET

Kadın Futbolcularda Yoğun İnterval Antrenman Programının Lipid Peroksidasyonu ve Bazı Antioksidan Aktiviteler Üzerine Etkisi

Amaç: Futbol, artık günümüzde yüksek yoğunluklarda oynanan bir oyun haline gelmiştir. İnterval antrenmanlar, futbolda performansı arttırmak için tercih edilen etkili antrenman türlerinden biridir. Bu araştırma, kadın futbolculara uygulanan 12 haftalık yoğun interval antrenman programının lipid peroksidasyonu ve bazı antioksidan aktivitelere etkisini belirlemek amacıyla yapıldı.

Materyal ve Metot: Araştırma, ön test-son test kontrol gruplu randomize deneysel bir çalışma olarak tasarlandı. Araştırmaya, kadınlar 3. liginde oynayan ve yaşları 16-24 arasında olan 27 kadın futbolcu gönüllü olarak katıldı. Araştırmanın deney grubunu, düzenli futbol antrenmanının yanı sıra 12 hafta boyunca haftada 3 gün yoğun interval antrenman programı uygulanan 13 kadın futbolcu oluşturdu. Araştırmanın kontrol grubunu ise yalnızca düzenli futbol antrenmanı uygulanan 14 kadın futbolcu oluşturdu. Lipid peroksidasyonu ve bazı antioksidan aktiviteleri belirlemek amacıyla kadın futbolculardan antrenmanlar öncesinde ve sonrasında kan örnekleri alınarak santrifüj edildi ve uygun koşullarda saklandı. Serum MDA ve GSH düzeyleri ile CAT, SOD ve GPx aktiviteleri spektrofotometrik yöntemler kullanılarak ölçüldü.

Bulgular: Deney grubunda, GSH düzeyi, SOD ve GPx aktiviteleri ön test ve son test değerleri arasında son test lehine anlamlı bir farklılık tespit edilirken ($p<0.05$) MDA düzeyi ve CAT aktivitesi ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Kontrol grubunda ise yalnızca SOD aktivitesi ön test ve son test değerleri arasında son test lehine anlamlı bir farklılık tespit edilirken ($p<0.05$) MDA ve GSH düzeyleri ile CAT ve GPx aktiviteleri ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$).

Sonuç: Kadın futbolculara kronik olarak uygulanan yoğun interval antrenman programının, antioksidan aktiviteleri arttırdığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidanlar, antrenman, futbol, lipid peroksidasyonu, oksidatif stres.

ABSTRACT

The Effect of Intensive Interval Training Program on Lipid Peroxidation and Some Antioxidant Activities in Female Footballers

Aim: Football has nowadays become a game played at high intensities. Interval training is one of the effective training types preferred for increasing performance in football. This research was carried out to determine the effect of a 12-week intensive interval training program applied to female footballers on lipid peroxidation and some antioxidant activities.

Material and method: The research was designed as a randomized experimental study with pretest-posttest control group. 27 female football players aged 16-24 playing in the women's 3rd league participated in the study voluntarily. The experimental group of the study consisted of 13 female football players who underwent regular football training as well as an intensive interval training program 3 days a week for 12 weeks. The control group of the study consisted of 14 female football players who were only practiced football training regularly. In order to determine the lipid peroxidation and some antioxidant activities, blood samples were taken from female football players before and after training, centrifuged and stored under appropriate conditions. Serum MDA and GSH levels and CAT, SOD and GPx activities were measured using spectrophotometric methods.

Results: In the experimental group, there was a significant difference between the pretest and posttest values of GSH levels, SOD and GPx activities in favor of the posttest ($p < 0.05$) but no significant difference was found between the MDA level and the CAT activity pretest and posttest values ($p > 0.05$). In the control group, only a significant difference was found between the SOD activity pretest and posttest values in favor of the posttest ($p < 0.05$), while no significant difference was found between the MDA, GSH levels and CAT and GPx activities pretest and posttest values ($p > 0.05$).

Conclusion: It can be said that the intensive interval training program applied chronically to female footballers increased antioxidant activities.

Keywords: Antioxidants, training, football, lipid peroxidation, oxidative stress.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$^1\text{O}_2$: Singlet Oksijen
8-OHdG	: 8-Hidroksi-2'-Deoksiguanozin
BHT	: Bütil Hidoksi Toluen
CAT	: Katalaz
Cu^{+2}	: Bakır II
DHLA	: Dihidrolipoik Asit
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
DTNB	: 5',5'-Ditiobis-(2-Nitrobenzoik Asit)
EC	: Enzim Komisyonu Numarası
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit Disodyum
FAD	: Flavın Adenin Dinukleotid
Fe^{+2}	: Ferröz Demir
Fe^{+3}	: Ferrik Demir
GPx	: Glutasyon Peroksidaz
GR	: Glutasyon Redüktaz
GSSH	: Okside Glutasyon
GST	: Glutasyon S-Transferaz
H_2O_2	: Hidrojen Peroksit
HNO_2	: Nitrik Asit
$\text{HO}_2\cdot$: Hidroperoksil
HOB_r	: Hipobromöz Asit
HOCl	: Hipokloröz Asit
$\text{LOO}\cdot$: Lipid Peroksil
MDA	: Malondialdehit

mM	: Milimolar
N₂O₃	: Dinitrojen Triksid
N₂O₄	: Dinitrojen Tetrossid
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NBT	: Nitro Blue Tetrazolium
nm	: Nanometre
NO⁻	: Nitroksil Anyonu
NO[·]	: Nitrik Oksit
NO⁺	: Nitrosil Katyonu
NO₂[·]	: Nitrojen Dioksit
NO₂⁺	: Nitronyum Katyonu
NO₂Cl	: Nitril Klorid
O₂⁻	: Süperoksit
O₃	: Ozon
OD	: Optik Dansitite
OH[·]	: Hidroksil
ONOO⁻	: Peroksinitrit
ONOOH	: Peroksinitrik Asit
pH	: Potansiyel Hidrojen
RNS	: Reaktif Nitrojen Türleri
RO[·]	: Alkoksil
ROO[·]	: Peroksil
ROONO	: Alkil Peroksinitrit
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri

rpm	: Devir
-SH	: Sülfidril
SOD	: Süperoksit Dismutaz
TBA	: Tiobarbitürik Asit
TBARS	: Thiobarbiturik Reaktif Türevleri
TCA	: Trikloroasetik Asit
U/L	: Ünite/Litre
U/ml	: Ünite/Mililitre
VO_{2 max}	: Maksimal Oksijen Tüketimi
XOD	: Ksantin Oksidaz
µl	: Mikrolitre
µmol/L	: Mikromol/Litre

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Antrenman uygulaması örneği	12
Şekil 2.2. Serbest radikallerin ve diğer reaktif türlerin oluşumu	15
Şekil 2.3. Serbest radikallerin ve diğer reaktif türlerin uzaklaştırılması	16
Şekil 2.4. Haber-Weiss ve Fenton reaksiyonu	19
Şekil 2.5. Serbest radikallerin hücre bileşiklerine etkisi	20
Şekil 2.6. Oksidatif stresli hücre	23
Şekil 2.7. Oksidatif stres durumunda ROS ve antioksidan dengesi	24
Şekil 2.8. Süperoksit dismutaz (SOD) reaksiyonu	27
Şekil 2.9. Katalaz (CAT) reaksiyonu	27
Şekil 2.10. Glutasyon peroksidaz (GPx) reaksiyonu	28
Şekil 2.11. Glutasyon redüktaz (GR) reaksiyonu	28
Şekil 2.12. Redükte glutasyon (GSH) reaksiyonu	29
Şekil 3.1. Alınan kan örnekleri	40
Şekil 3.2. Spektrofotometre cihazı	41
Şekil 3.3. Laboratuvar çalışmaları	43
Şekil 4.1. MDA ön test ve son test değerleri	56
Şekil 4.2. GSH ön test ve son test değerleri	62
Şekil 4.3. CAT ön test ve son test değerleri	63
Şekil 4.4. SOD ön test ve son test değerleri	63
Şekil 4.5. GPx ön test ve son test değerleri	64

TABLULAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Kadınlar ligi ve sezona göre kulüp sayısı.....	11
Tablo 2.2. İnterval antrenmanın çalışma/dinlenme ilişkisi ve enerji yolları.....	13
Tablo 2.3. Reaktif oksijen türleri (ROS).....	17
Tablo 2.4. Reaktif nitrojen türleri (RNS).....	17
Tablo 2.5. Endojen antioksidanların sınıflandırılması.....	26
Tablo 2.6. Eksojen antioksidanların sınıflandırılması	33
Tablo 2.7. İlaç olarak kullanılan antioksidanlar	36
Tablo 3.1. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin tayini	47
Tablo 3.2. Glutasyon peroksidaz (GPx) aktivitesinin tayini	48
Tablo 3.3. 12 Haftalık Yoğun İnterval Antrenman Programı	50
Tablo 4.1. Grupların genel özelliklerine ait normallik testi sonuçları.....	52
Tablo 4.2. Grupların genel özelliklerine ait bağımsız örneklem t-testi sonuçları	53
Tablo 4.3. MDA ön test ve son test değerlerine ait normallik testi sonuçları.....	53
Tablo 4.4. Grupların MDA ön test değerlerine ait Mann Whitney U testi sonuçları	54
Tablo 4.5. Kontrol ve deney grubu MDA tanımlayıcı istatistik sonuçları	55
Tablo 4.6. Kontrol grubu MDA ön test ve son test değerleri Wilcoxon testi sonuçları	55
Tablo 4.7. Deney grubu MDA ön test ve son test değerleri Wilcoxon testi sonuçları	55
Tablo 4.8. GSH, CAT, SOD ve GPx değerlerine ait normallik testi sonuçları.....	57
Tablo 4.9. GSH ve CAT ön test değerleri Mann Whitney U testi sonuçları	58
Tablo 4.10. SOD ve GPx ön test değerleri bağımsız örneklem t-testi sonuçları.....	58
Tablo 4.11. Kontrol grubu GSH ve CAT değerleri tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	59
Tablo 4.12. Kontrol grubu GSH ve CAT değerleri Wilcoxon testi sonuçları	59
Tablo 4.13. Kontrol grubu SOD ve GPx değerleri bağımlı örneklem t-testi sonuçları	60

Tablo 4.14. Deney grubu CAT değerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	60
Tablo 4.15. Deney grubu CAT değerleri Wilcoxon testi sonuçları.....	61
Tablo 4.16. Deney grubu GSH,SOD,GPx değerleri bağımlı örneklem t-testi sonuçları	61

1. GİRİŞ

Antrenman bilimleri, teknolojik gelişmeler ile birlikte günümüzde artık daha önemli bir hale gelmiştir. Spor branşlarında, doğru antrenman programları başarıya ulaşmada önemli bir faktör olmuştur.¹ Futbol, bu gelişmeler ışığında daha çok performans gerektiren bir alan haline dönüşmüştür. Dolayısıyla futbol müsabakalarında oyuncu ve takımların toplam koşu mesafeleri, sprint sayıları ve sıçrama kapasiteleri performans için önemli göstergeler olmuştur.

Futbol, aerobik ve anaerobik kapasitenin birlikte sporcu performansını etkilediği bir spor branşdır.² Gerçekleştirilen maç analizleri neticesinde üst düzey futbolcuların, müsabakalarda yaklaşık olarak 8.6-14.2 km mesafe koştukları³ ve her futbolcunun, 1000-1400 defa 4-6 saniyelik kısa süreli eylem gerçekleştirdiği belirtilmektedir.⁴ Bu nedenle futbolcuların, oyun süresince düşük ve orta yoğunluktaki aktiviteler sırasında toparlanmaları ve yüksek yoğunluktaki sprint ve sıçrama aktivitelerini gerçekleştirmeleri için iyi bir kondisyona gereksinimleri bulunmaktadır.⁵

Antrenman, yalnızca yüksek seviyede gerçekleştirilen yüklemeler ile organizmayı uyuma zorladığı zaman faydalı olmaktadır. Yüklenme düzeyi, organizmada bir farklılık oluşturmak için yeterli seviyede değilse bu şekilde uyum sağlanmaz.⁶ Egzersiz; şiddet, süre ve kapsamına göre oksidatif strese sebep olabilir. Organizmada oksijen ihtiyacının az olduğu durumlarda antioksidan savunma sistemleri, serbest radikallerin oluşumunu engelleyebilir. Fakat oksijene gereksinimin fazla olduğu egzersizlerde antioksidanlar, serbest radikal oluşumunu durduramayabilir ve bu durum hücre hasarına neden olabilir.⁷ Yüksek yoğunlukta gerçekleştirilen aerobik egzersiz esnasında organizmanın oksijen tüketim miktarı, dinlenik duruma göre neredeyse 15-20 kat ve aktif olarak harekete katılan kaslardaki oksijen tüketim miktarı ise yaklaşık 100

kat daha fazladır. Dolayısıyla egzersiz ile birlikte ihtiyaç duyulan oksijen tüketim miktarındaki artış, serbest radikallerin oluşumunu arttırmaktadır.⁸

Futbolun yüksek şiddetlerde oynanan bir oyun olduğu değerlendirildiğinde, interval antrenmanların performansı arttırmak için tercih edilen etkili antrenman türlerinden biri olduğu belirtilmektedir.⁹ İnterval antrenmanlar, birden fazla egzersiz serisinin belli aralıklar ile tekrarlanmasıdır. Bu antrenman metodunun ana fonksiyonu, çalışma ile dinlenme veya yüksek ve alçak yüklenme evrelerinin sistematik olarak değişimidir.¹⁰ Dolayısıyla, futbolda iyi bir performans göstergesine ulaşmak, uygun antrenman programları sayesinde gerçekleştirilebilir. Ancak kadın futbolcularda, antrenman metotlarının biyokimyasal uygunluğunu belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar çok sınırlı sayıdadır. Kadın futbolcularda yoğun interval antrenman programlarının, lipid peroksidasyonu ve antioksidan aktiviteler üzerindeki etkileri ile ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ve yapılacak benzer çalışmalar, kadın futbolcularda iyi bir performansın sergilenmesi ve başarıya ulaşılması için daha uygun antrenman metotlarının belirlenmesini sağlayacaktır.

Bu araştırma, kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının lipid peroksidasyonu (MDA) ve bazı antioksidan (GSH, CAT, SOD ve GPx) aktiviteler üzerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Hipotezleri

H1₁: Kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının Malondialdehit (MDA) düzeyi üzerine bir etkisi vardır.

H2₁: Kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının Redükte Glutasyon (GSH) düzeyi üzerine bir etkisi vardır.

H3₁: Kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının Katalaz (CAT) aktivitesi üzerine bir etkisi vardır.

H4₁: Kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının Süperoksit Dismutaz (SOD) aktivitesi üzerine bir etkisi vardır.

H5₁: Kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının Glutatyon Peroksidaz (GPx) aktivitesi üzerine bir etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Futbol

2.1.1. Futbolun Tanımı

Futbol, yüzyılın oyunu olarak kabul edilir ve bütün ülkelerin merakla takip edip oynadığı bir oyun olarak bilinir.¹¹ Futbol, İngilizce kökenli “foot (ayak) ve ball (top)” sözcüklerinin birleşerek oluştuğu ayak topu oyununa verilen addır. Futbol müsabakasında iki rakip takım mücadeleye katılır. Futbolda top; eller ve kollar kullanılmaksızın kafa ve ayakla rakip takımın kalesine atılmaya çalışılır.¹² Futbol oyununda, her takımda on bir sporcu bulunur. Birbirine rakip olan iki takımın mücadele ettiği futbolda, futbolcular yuvarlak futbol topunu, eller ve kollar haricinde diğer vücut uzuvları ile karşı kaleye atmak için uğraşırlar.¹³

Futbol, belirlenen 17 kural ile birlikte, taç çizgisi uzunluğu 90 m-120 m aralığında kale çizgisi uzunluğu ise 45 m-90 m aralığında olan dikdörtgen yapıya sahip sahada oynanır. Futbol, yuvarlak ve ağırlığı 410 ile 450 gr arasında olabilen topun, el ve kol ile temas olmaksızın rakip kale direkleri içinden atılmaya çalışılan ve görevli hakemlerin yönettiği dünyanın en popüler spor branşıdır.¹⁴

Futbol, milletlerarası hareketliliği en üst düzeyde sağladığı için çağın sporu olarak ifade edilir. Ayrıca futbol; aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin art arda kullanıldığı, kondisyon ve koordinasyon gibi özelliklerin performansı birlikte etkilediği bir spor branşı şeklinde de tanımlanabilir.¹⁵

2.1.2. Futbolun Tarihçesi

Futbolun, ilk olarak dünyada hangi ülke ve hangi zamanda ortaya çıktığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak tarihsel kalıntılar incelendiğinde, futbol yaklaşık olarak 5000 yıl önce Mısır ve Asya’da kural olmadan eller, kollar ve ayaklarla serbest

oyunmuştur. Futbolun ilk doğduğu yıllarda bile farklı grup veya takımların rekabetinden bahsetmek mümkündür.¹⁶

Futbol oyunu, doğuşundan bu yana sürekli geniş kitlelere hitap etmiştir. Futbolun modern hale gelmesi 19. yüzyılın ortalarında İngiltere'de gerçekleşmiştir. Daha önceki yıllarda, yüzlerce kişinin beraber oynadığı, belirli bir kuralı olmayan, çoğunlukla sakatlıklara sebep olan ve tarihsel süreçte birçok yasaklamayla karşı karşıya kalan futbol,¹⁷ İngilizlerin bu oyunu farklı ülkelerde oynamalarıyla yaygın hale gelmiştir.¹⁶ Futbol, İngiliz asker, gemici ve tüccarlar aracılığıyla “Asya, Güney Afrika, Avrupa ve Güney Amerika” gibi kıtalara yayılmıştır.¹⁸

Futbol, günümüzdeki güncel formatına 1866 yılında “İngiltere, İskoçya, Galler ve İrlanda” futbol federasyonlarının birlikte hareket ederek futbol oyun kurallarını meydana getirmeleriyle ve ilk uluslararası futbol kuruluşu olan International Board’un temellerinin atılması ile ulaşmıştır.¹⁶ Futbol ile ilgili ilk kulüp, 1872 yılında La Havre şehrinde kurulmuştur. Bu tarihten sonra futbol kulüplerin kurulması hız kazanmış ve daha sonrasında 21 Mayıs 1904 yılında Uluslararası Futbol Federasyonu Birliği (FIFA) “Fransa, Belçika, İsveç, Hollanda, İsviçre, Danimarka ve İspanya” futbol federasyonlarının katılımıyla Paris’te kurulmuştur. Diğer Avrupa ülkeleri ise FIFA’ya daha sonraki yıllarda katılmışlardır.¹⁸

2.1.3. Kadın Futbolu

Toplumsal yaşamı oluşturan birçok alanda erkekler, egemen ve avantajlı durumdayken spor alanında da erkeklerin, kadınlara kıyasla daha etkin konumda bulunması sürpriz değildir.¹⁹ Sporun tarihsel kökeni incelendiğinde, Eski Yunan’da kadınlara spor yapma hakkı verilmemiştir. Bu anlayış, zamanla ne kadar değişime uğrasa da günümüzde spor alanında, erkeklerin egemen olduğu bir sistemin var olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Kadınların spor alanında yer almaları, fiziksel özelliklerinden

ve toplumların kültürel olarak geri kalmalarından dolayı sürekli kısıtlamalara karşı bir mücadele içinde geçmiş ve mücadele tarih boyunca devam ederek günümüze gelmiştir. Dünyada bilinen en eski spor faaliyetlerini oluşturan antik olimpiyatlarda, kadınların bu oyunları seyirci olarak izlemelerine bile izin verilmemiştir. Eski Yunan'da kadınları spordan uzak tutan tutum, 20. yüzyılın ilk yıllarında da sürdürülmüştür. Olimpiyat oyunlarının yeniden modern bir tarzda başlamasını sağlayan Fransız asıllı Baron Pierre de Coubertin'in oyunlarda yalnızca erkeklerin mücadele etmesini isteyen tutumu da spor alanında erkeklerin egemen olduğu bir yapının oluşmasına neden olmuştur. Sporun dünya çapında gelişmesi ve yaygınlaşması noktasında çok önemli bir yer tutan Coubertin, kadınların istedikleri sporu yapmalarını savunmuş fakat olimpiyat oyunlarında yer almamalarını istemiştir.²⁰

Kadınlar her alanda olduğu gibi, futbol alanında da tarihsel süreçte hep ayrımcılığa maruz kalmışlardır. Hemcinsleri ve özellikle de erkekler tarafından tuhaf bulunan kadın futbolcular, Afrika, Asya, Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Avrupa kıtalarında da benzer ayrımcılığa uğramışlardır. Bu önyargılı tutumlardan kaynaklı kadın futbolu, istenilen seviyelere ulaşma noktasında gecikmiştir. Erkeklerin neredeyse aşağılama seviyesindeki davranışları yüzünden kadınlar, daha feminen ve hırçın bir yapıya bürünmüşlerdir. Ayrıca kadınların toplum içindeki sosyal rolleri, belli bir seviyede tutularak engellenmeye çalışılmıştır. Kadınlar genelde ev hanımı, anne ve bakire kız rolünde tutulmak istenmiştir.²¹ Dolayısıyla kadın futbolu, bazı ülkelerde sosyolojik, kültürel, ailevi ve ekonomik koşullar sebebiyle gelişmemiştir.²²

Futbolun sadece erkeklerin oynayabileceği bir oyun olduğunu savunanlar, kadınların sosyolojik, psikolojik ve fizyolojik özelliklerinin bu branşa elverişsiz düşünmektedirler. Fakat kadın futbolu üzerine yapılan araştırmalarda kadınların futbol oynaması noktasında psikolojik, sosyolojik ve fizyolojik özellikler bakımından herhangi

bir engelin bulunmadığı değerlendirilmiştir.¹ Kadın futbolunun kökeni Avrupa olmasına rağmen dünya geneline yayılmıştır. Bu durumun birçok faktörü arasında en önemlisi kuşkusuz kadınların aktif olma istekleridir. Bu istek kadınları futbola yöneltmektedir.²³ Artık günümüzde kadın futbolu, dünya çapında ve Türkiye’de sayıları giderek artan genç kız ve kadınların anlamlı düzeyde futbol faaliyetlerine katılım sağlamaları, kadın liglerinin oluşturulması, Avrupa ve Dünya kadın futbol şampiyonalarının düzenlenmesi, olimpiyatlarda yer almış olması, kadınların futbola duyduğu ilgiyi artırmaktadır.²⁴

2.1.3.1. Dünya’da Kadın Futbolu

Kadın futbolunun tarihi, çok eskilere dayanmaktadır. Yaklaşık olarak 3000 yıl önce, Çin’de günümüz futbolunun temellerini oluşturan oyuna, kadınlar da katılmıştır. Söz konusu dönemlere ait birtakım gravür ve resimlerde, kadın figürlerinin yer alması bu savı desteklemektedir. 12. yüzyılda ise İngiltere’de kadınların, avam oyunlarına katıldıkları bilinmektedir. 17. yüzyılda İskoçya’da, evli ve bekar kadınların birbirleri ile yaptığı müsabakalar, kadın futbolunda organize futbolun ilk basamağı olarak kabul görmektedir.²⁵

Kadın futbolunda ilk kulüpleşme, 19. yüzyılın sonlarında İngiltere’nin Londra kentinde başlamıştır. Londra Preston’dan bir kadın futbol kulübü, büyük bir popülariteye ulaşarak büyük bir kulüp olmuştur. 1902 yılında “Preston Kadın Futbol Takımı” Amerika’da “New York, New Jersey ve Boston Kadın Futbol Takımları” ile müsabakalar yapmıştır. Bu müsabakalardan sonra İngiliz futbol birliği, kadın futbol takımlarını tescil edip bu takımlara destek vermiştir.²⁶

Günümüz futbolu, kadın kategorisinde 19. yüzyılda gelişmiştir. O yıllarda kadın futbolu İngiltere’de, Fransa’da ve Kanada’da belli bir üne kavuşmuştur. İlk kadın futbol kulübü, 1895 yılında “Britanya Kadınlar Futbol Kulübü” adıyla kurulmuştur. Kurulan bu kadın futbol takımı, kendi içerisinde bulundurduğu takımlar aracılığıyla ilk kadın

futbol müsabakalarının yapılmasını sağlamıştır. O yıllarda, İngiltere’de kadın müsabakalarının 50 binden fazla seyirci ile izlendiği arşivlerde yer almaktadır.²⁵ Kadınların, futbolcu olarak modern futbol branşına girmeleri İngiltere’de Victorian döneminin son dönemlerinde olmuştur. O yıllarda, kadın futbolcuların sayısı çok az olmasına karşın, düzenli bir seyirci sayısının var olduğu bilinmektedir.²⁷

23 Mart 1895 yılında “Britanya Kadınlar Futbol Kulübü”, Kuzey Londra ile Güney Londra’yı temsil eden iki takım halinde organize edilerek dünya çapındaki ilk kadın futbol maçı yapılmıştır. Bu maçta, Kuzey Londra takımı 7-1 skorla Güney Londra takımını yenmiştir.²⁸

20. yüzyılın başlarında altın çağını yaşayan kadın futbolu, 1921 yılında neredeyse bitme noktasına ulaştı. İngiliz Futbol Birliği, o yıl kadınların futbol oynamasını neredeyse yasaklayarak, kadınların futboldaki alanlarını büyük ölçüde kısıtlamıştır.²⁴ İlerleyen yıllarda yürütülen çalışmalar sayesinde kadın futbolundaki kısıtlama kaldırılmıştır.

1921’de İngiliz Futbol Birliği tarafından kadın futboluna konulan yasaklama, ilerlemeyi biraz durdursa da kadın futbolu, 1950’de Amerika Birleşik Devletleri’nde meydana gelen hareketlilik ile birlikte yeniden ilerlemeye başlamıştır. Bu yıllarda Latin Amerika’daki ülkelerde de kadın futboluna olan ilgi yükselmiştir. 1960 yıllarında ise doğu bloğunda bulunan ülkelerde kadın futbolu yaygınlaşmıştır. Dünya genelinde, ülke federasyonlarının kadın futbolunu resmi olarak kabul etmesi de 1970’li yılların başlarına denk gelmiştir.²⁵ 1980’li yıllara gelindiğinde Avrupa’da kadın futbol takımlarındaki sayısal artış, kadın futbolunun ilerlemesindeki önemli adımlardan biri olmuştur. Örnek olarak kadın futbol kulüplerinin sayısı, 1980 yılında 188 iken 1991 yılına gelindiğinde bu sayı 321’e ulaşmıştır.²²

Kadın futbolunda, milli takım düzeyinde büyüklerde ilk “Avrupa Futbol Şampiyonası” 1984 yılında; gençler kategorisinde ise 1997 yılında düzenlenmiştir. FIFA tarafından ilk “Dünya Kupası” 1991 yılında Çin’de düzenlenmiş, 1999’da ABD ile Çin arasında yapılan dünya kupası final müsabakasını 90 bin seyirci tribünden izlemiştir. Popülerliği yıllar geçtikçe yükselen kadınlar dünya kupası, artık günümüzde dünya çapında yapılan en önemli futbol organizasyonlarından biridir.²⁵ 2003’te Çin’de yapılması planlanan dünya kupası, sars salgın hastalığı yüzünden Amerika’ya alınmış ve kupayı Almanya kazanmıştır. 2007’de Çin’de yapılan dünya kupasında şampiyon tekrar Almanya olmuştur.²⁹

Genç kadınlar kategorisinde, U20 dünya kupası 2002 yılında; U17 dünya kupası ise 2008 yılında düzenlenmiştir. Kadın futbolunun Olimpiyat programına ilk alınması ise, 1996 yılında olmuştur. Son yıllarda Avrupa kıtasında “Şampiyonlar Ligi”, Güney Amerika kıtasında ise “Libertadores Kupası” kulüp düzeyindeki kadın futbolunun en önemli organizasyonları olarak öne çıkmaktadır.²⁵

2.1.3.2. Türkiye’de Kadın Futbolu

Türkiye, kadın haklarına önem veren ülkelerden biri olmasına karşın, kanunlarda geçen metinleri uygulamaya aktarma noktasında birtakım sorunlar yaşanmıştır. Kadınların ülkemizde toplumda etkin rol almaya başladığı dönem, Cumhuriyetin ilanından sonra olmuştur. Ancak toplumda var olan cinsiyet ayrımcılığı, “kadın sporu” ve “erkek sporu” gibi kavramların ön plana çıkmasını sağlamış ve kadınların spor alanında arka planda kalmalarına sebep olmuştur. Son yıllarda kadınlar, futbola yoğun ilgi göstermişler ancak “Futbol erkek sporudur” söylemi, kadınların futboldan uzaklaştırmıştır. Bu tür düşünce ve tutumlar, Türkiye’de kadınların futbol ailesi içinde “futbolcu, seyirci, yönetici, hakem ve antrenör” sayısı bakımından üst seviyelere ulaşmalarını engellemiştir.³⁰

Türkiye’de ilk kadın futbol müsabakasının, 1954’te oynandığı bilinmektedir. 24 Mayıs 1954’te 6 kadın futbolcunun yer aldığı karma takımdan oluşan bir futbol müsabakası İzmir’de yapılmıştır.³¹ Tamamı kadın futbolculardan meydana gelen ilk futbol müsabakası da 4 Temmuz 1954 tarihinde Mithatpaşa Stadı’nda “İzmir Kadınlar Futbol Takımı” ile “İstanbul Kadınlar Futbol Takımı” arasında yapılmıştır.³² Bu tarihten neredeyse bir yıl sonra 10 Temmuz 1955’te yine aynı statta düzenlenen spor festivalinde, kadınlar arasında bir müsabaka daha yapılmıştır.³³

Türkiye’deki ilk kadın futbol takımı, 1971’te Haluk Hekimoğlu’nun kişisel gayretleriyle oluşturulmuş 13 kadın futbolcudan meydana gelen “İstanbul Kız Futbol Takımı”dır. Bu takım 1973’te Dostlukspor adını almıştır. Sonraki yıllarda, “İstanbul, İzmir, Ankara, Bursa, Samsun ve Kocaeli” de farklı takımlar da kurulmuştur.²⁵ 1973’te “Dostlukspor Kız Futbol Kulübü Derneği” resmen tescil edilmiş ve Türkiye’nin ilk “Kız Futbol Kulübü Derneği” statüsünü almıştır.³⁴ Kadın futbolu, 1982’de şirket olarak kurulmuş "Dinarsu Kadın Futbol Takımı" ile birlikte bir ivmelenme yakalamıştır.³⁵

Kadın futbolu, 1993’te Türkiye Futbol Federasyonu’nun (TFF) aldığı karar ile resmen başlatılmıştır. 1993-1994 futbol döneminde, düzenlenen ilk kadınlar liginde şampiyonluğu göğüsleyen takım Dinarsu olmuştur. Dinarsu Kadın Futbol Takımı ilk defa yapılan, federasyon kupasında da kazanmıştır. 1996-1997 futbol sezonunda ise ilk defa kadınlar 2. lig müsabakaları oynanarak “Amatör İşler Kupası” aynı yıl yapılmıştır.²⁵ Dinarsu Kadın Futbol Takımı, 1998 yılında ligden çekilene dek, kadın futbolunda ciddi bir rakibi olmadan mücadele etmiştir.³⁶

Daha sonra 2001’den 2006 yılına kadar kadın futbolu, duraklama sürecine girmiştir. 2006’da kadınlar liginin tekrar start almasıyla birlikte, kadın futbolunda yeni bir sayfa açılmıştır. 2009’dan sonra en üst kadınlar liginde şampiyonluğu kazanan kulüp, “UEFA Kadınlar Şampiyonlar Ligi”ne katılmaktadır. Türkiye’de milli takımlar

bazında ilk kadın futbol takımı 1995'te kurulmuş ve ilk müsabaka Romanya kadın futbol takımı ile yapılmıştır. İstanbul'da gerçekleşen bu mücadeleyi Romanya 8-0 kazanmıştır. 1997'de kadın milli takımımız deplasmanda Gürcistan'ı yenerek ilk galibiyetini almıştır. Aynı yıl U18, 2001'de U19, 2006'da U17, 2009'da ise U15 kadın milli takımlarımız kurulmuştur. U15 Kadınlar Milli Takımımız, 2010'da Singapur'da ilk defa yapılan "1. Gençlik Olimpiyat Oyunları"nda 3.lük kazanmıştır. Bu sonuç, Türkiye'nin olimpiyat oyunlarında takım kategorisinde kazandığı ilk başarı olmuştur.²⁵

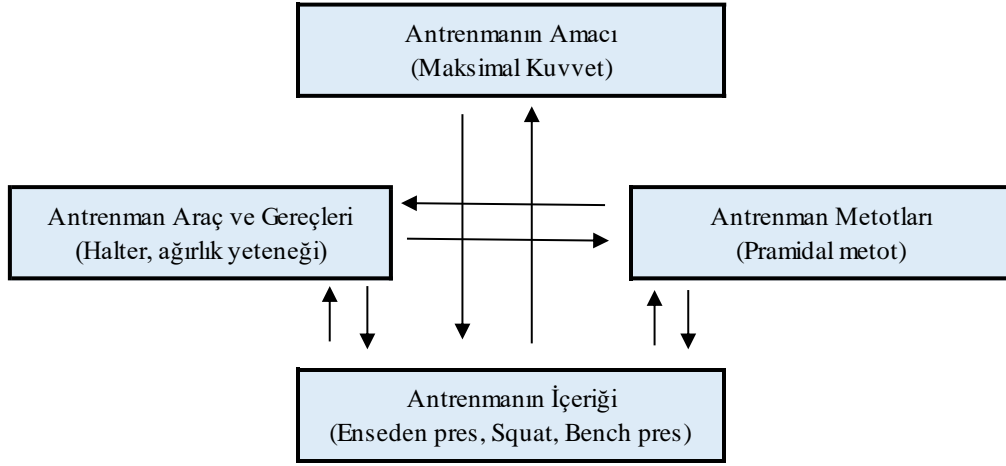
2019-2020 sezonu itibari ile Türkiye'de kadın futbolu lig kategorileri ve kulüp sayıları Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kadınlar ligi ve sezona göre kulüp sayısı

Sezon	1. Lig	2. Lig	3. Lig	Bölgesel Lig
2006-2007	14	-	-	-
2007-2008	25	-	-	-
2008-2009	10	19	-	-
2009-2010	10	10	-	22
2010-2011	12	10	-	23
2011-2012	12	39	-	-
2012-2013	10	50	-	-
2013-2014	8	69	-	-
2014-2015	10	12	57	-
2015-2016	10	12	82	-
2016-2017	10	14	103	-
2017-2018	10	16	98	-
2018-2019	10	15	85	-
2019-2020	12	13	78	-

2.2. Antrenman Metotları

Antrenman metotları, hedeflenen antrenman amaçlarına erişebilmek için genel olarak spor alıştırmalarından elde edilerek geliştirilen planlı ve programlı uygulamalardır. Örnek olarak, temel dayanıklılığın geliştirilmesi amacıyla uzun süreli değişmeli koşular antrenman metodunun kullanılması verilebilir. Antrenman uygulaması örneği Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.³⁷



Şekil 2.1. Antrenman uygulaması örneği³⁷

2.2.1. İnterval Antrenman Metotları

İnterval antrenman, yapılan birden fazla egzersiz serisinin belli aralıklar ile tekrar edilmesine denir.⁹ İnterval antrenmanın işlevi çalışma, dinlenme veya yüksek ve alçak yüklenme bölümlerinin sistematik bir şekilde değişmesidir. Dinlenme aktif ya da pasif şekilde verilebilir.³⁷ İnterval antrenmanda dinlenme, tam dinlenme şeklinde verilmez. Bu nedenle bu antrenman metodunda amaç, dayanıklılığı geliştirmek ya da başka bir ifadeyle yorgunluk direncini artırmaktır.³⁸ İnterval antrenman metodunda yapılan yüklenmeler ile kalp atım sayısı, belirli bir seviyeye ulaştığında çalışma durdurulur ve kalp atım sayısı tekrarlar arasında 120 atım/dk, setler arasında ise 140 atım/dk seviyesine geriledikten sonra yüklenmeye tekrar devam edilir.³⁹

İnterval antrenmanlarda temel kurallar aşağıdaki gibidir:³⁷

- Çalışmanın süresi
- Çalışmanın kapsamı
- Çalışmanın şiddeti, yoğunluğu
- Dinlenme

Çocuk ve gençlerde dinlenmenin daha fazla verilmesi gerekmektedir. Çünkü onların daha fazla dinlenme süresine gereksinimleri bulunmaktadır. İnterval antrenmanda tam dinlenme verilmez. Bunun nedeni şu şekilde açıklanabilir: Kalp ve kan dolaşımında meydana gelen büyüme geriye sarar, genel olarak kalp atışı ile kalp kaslarında gerçekleşen büyüme çalışma evresinde meydana gelir. Dolayısıyla, interval antrenmanlar kalbi büyük oranda özel bir yapıda tutar ve kalbin kısa sürede büyümesine katkı sağlar. Büyümüş kalp, tekrardan uygun bir maksimal oksijen alımı aracılığıyla dayanıklılık kapasitesini artırır. İnterval antrenmanların birkaç hafta boyunca uygulanması sonucunda kalbin volümü 220 cm³'e ulaşabilir.³⁷

Tablo 2.2. İnterval antrenmanın çalışma/dinlenme ilişkisi ve enerji yolları⁴⁰

Temel Enerji Yolları	Çalışma Süresi	Çalışma Dinlenme Oranları	Dinlenme Şekli
“ATP - CP	30 sn	1/3	Pasif dinlenme (yürüme, hafif jog koşu, esnetme)
ATP - CP Laktik Asit	30-90 sn	1/3	Aktif dinlenme
Laktik Asit O ₂ Yol	1.5-3 dk	1/2, 1/1	Aktif dinlenme
O ₂ 'li Yol	3 dk faz.	1/2	Aktif dinlenme”

2.2.1.1. Yaygın (Ekstensive) İnterval Antrenman

Yaygın interval antrenmanlarında, yüklenme şiddeti düşük fakat sürekli. Bu antrenman metodunda daha fazla dayanıklılık özelliğini ifade eden devamlılığın geliştirilmesi amaçlanır.³⁷

Yaygın interval antrenman metodunda “genel dayanıklılık, kuvvette devamlılık, süratte dayanıklılık, orta süreli dayanıklılık” özelliklerinde anlamlı bir geliştirilmenin sağlanması hedeflenir. Bu antrenman metodunda uygulanan yoğunluk %50-%70 aralığında olmalıdır. Orta yoğunlukta yapılan yüklenmenin kapsamı yüksek tutulmalı ve yapılan tekrarların sayısı 20 ile 40 arasında olmalıdır. Yaygın intervalda, yüklenme süreleri uzun olmalı ancak yüklenme arası verilen dinlenme ise verimsel dinlenme şeklinde 30-45 sn ile 60-90 sn aralığında kısa ayarlanmalıdır. Yaygın interval metodunda, tam dinlenme ilkesi uygulanmamaktadır.⁴¹

Yaygın interval antrenmanlarında genel olarak koşular %60-%80; kuvvet egzersizleri %50-%60 maksimum verim kapasitesi ile gerçekleştirilir. Tekrarlar arasındaki kalp atım sayısı, sporcularda 125-130'a; gençler ve yeni başlayan kişilerde ise 110-120'ye kadar düşmelidir.³⁷

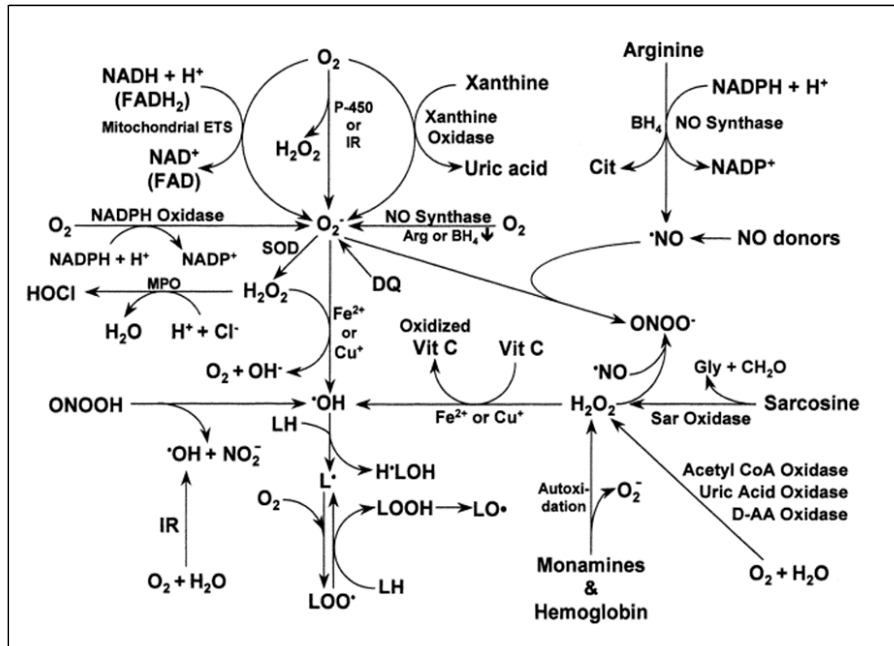
2.2.1.2. Yoğun (İntensive) İnterval Antrenman

Yoğun interval antrenmanlarında, yüklenme yoğunluğu yüksek fakat çalışma süresi kısa, dinlenme süresi uzundur. Bu antrenman metodunda kuvvet ve sürat özelliği biraz daha önem arz etmesine karşın dayanıklılık özelliği yine de daha ağırlıklıdır. Yoğun intervalda, yüklenme %75 maksimal performans ile uygulanmalı; dinlenme üst düzey sporcularda 1,5-3 dk, genç ve spora yeni başlayan kişilerde ise 2-4 dk olmalıdır. Tekrarlar arasındaki kalp atım sayısı, sporcularda 125-130; gençler ve yeni başlayan kişilerde ise 110-120'ye kadar düşmelidir.³⁷

Yoğun interval antrenman metodunda “sürat, çabuk kuvvet, kuvvette dayanıklılık ve süratte devamlılık” özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Metabolizma, egzersiz esnasında çok fazla oksijene ihtiyaç duyar ve metabolizmada oksijen borçlanması oluşur. Bu antrenman metodunda, yoğunluk %75-%90 aralığında submaksimal olup yüklenmenin kapsamı orta seviyede tutularak 2 veya 3 seri şeklinde, 6-12 tekrardan oluşan alıştırmalar uygulanmaktadır. Yoğun intervalda, yüklenme süreleri orta süreli tutularak yüklenme arası verilen dinlenme süresi ise verimsel dinlenme olarak 2 dakika ile 5 dakika aralığında ayarlanmalıdır. Yoğun interval metodunda da tam dinlenme ilkesi uygulanmamaktadır.⁴¹

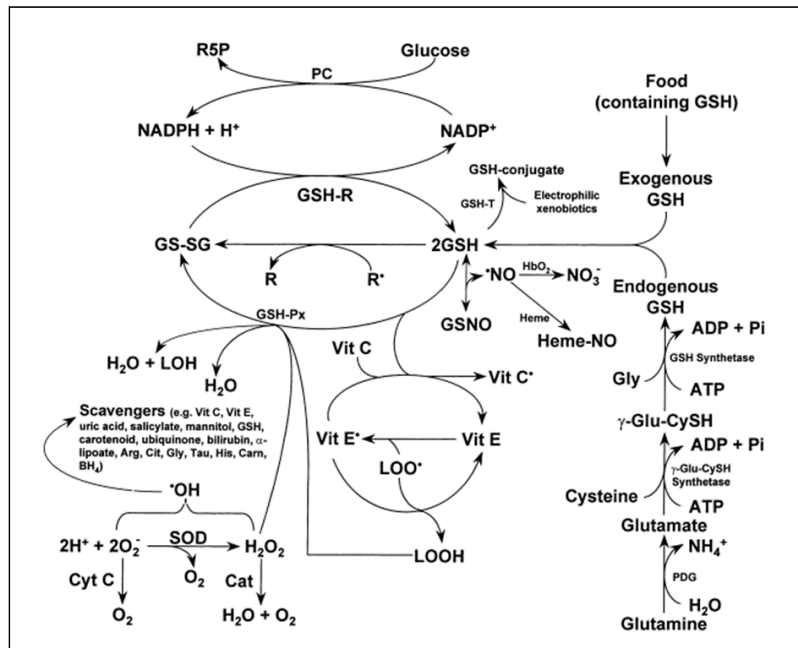
2.3. Serbest Radikaller

Serbest radikaller, hücresel düzeyde bir veya birden fazla eşlenmemiş elektron taşıyan yüksek bir enerjiye sahip atom ya da moleküller şeklinde tanımlanabilir.⁴² Serbest radikaller yapısal olarak, eşlenmemiş elektron taşıdıklarından ötürü hücrenin bütün maddeleriyle rahat bir biçimde etkileşim ve reaksiyona girerler.^{43,44}



Şekil 2.2. Serbest radikallerin ve diğer reaktif türlerin oluşumu⁴⁵

Serbest radikaller, canlılar için önemli bir role sahiptir bunun neticesinde organizmalar üzerinde faydalı etkilerini göstermektedir.⁴⁶ Örnek olarak, oksijen radikalleri, sinyal transdüksiyonu, gen transkripsiyonu ve hücrelerdeki çözünür guanilat siklaz aktivitesinin düzenlenmesi gibi kritik önemleri vardır.^{47,48} Bununla birlikte, bir demir sülfür merkezi içeren enzimlerin oksidanları ve inhibitörleri olarak serbest radikaller ve diğer reaktif türler, biyomoleküllerin (örn., protein, amino asitler, lipid ve DNA) oksidasyonuna sebep olur bu durum ise hücre hasarı ve ölümü ile sonuçlanır.^{46,49}



Şekil 2.3. Serbest radikallerin ve diğer reaktif türlerin uzaklaştırılması⁴⁵

Serbest radikaller, genel olarak aerobik sistemin bir yan ürünü halinde tüm hücrelerde devamlı üretilmesine karşın, organizma üzerindeki zararlı etkisinden ötürü istenilmeyen bileşiklerdir.⁵⁰

2.3.1. Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

Serbest radikallerin biyolojik ortamdaki türleri “Reaktif Oksijen Türleri (Reactive Oxygen Species: ROS) ve Reaktif Nitrojen Türleri (Reactive Nitrogen Species: RNS)” olarak ifade edilmektedir. ROS, oksijen radikallerini ve nonradikal

reaktif oksijen çeşitlerini kapsamaktadır. RNS ise organizmada fizyolojik açıdan önem ifade eden serbest radikal çeşitlerini içerir.^{51,52} ROS ve RNS insanlarda birtakım fizyolojik ve patolojik olaylarda meydana gelmektedir.⁵³

ROS “protein, lipid ve deoksiribo nükleik asiti (DNA)” içeren birtakım biyomoleküllerin yapısını bozabilen intrasellüler oksijen ara ürünleri olarak açıklanabilir.⁵⁴ ROS sınıflandırması Tablo 2.3.’te, RNS sınıflandırılması Tablo 2.4.’te gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Reaktif oksijen türleri (ROS)^{43,55}

Radikaller	Nonradikaller
“Süperoksit ($O_2^{\cdot-}$)	Hidrojen peroksit (H_2O_2)
Hidroksil (OH^{\cdot})	Hipokloröz asit ($HOCl$)
Peroksil (ROO^{\cdot})	Hipobromöz asit ($HOBr$)
Alkoksil (RO^{\cdot})	Singlet oksijen (1O_2)
Hidroperoksil (HO_2^{\cdot})	Ozon (O_3)”
Lipid peroksil (LOO^{\cdot})	

Tablo 2.4. Reaktif nitrojen türleri (RNS)^{43,55}

Radikaller	Nonradikaller
“Nitrik oksit (NO^{\cdot})	Nitrik asit (HNO_2)
Nitrojen dioksit (NO_2^{\cdot})	Nitroksil anyonu (NO^{\cdot})
	Nitrosil katyonu (NO^+)
	Dinitrojen trioksit (N_2O_3)
	Dinitrojen tetroksit (N_2O_4)
	Peroksinitrit ($ONOO^{\cdot}$)
	Peroksinitrik asit ($ONOOH$)
	Nitril klorid (NO_2Cl)
	Nitronyum katyonu (NO_2^+)
	Alkil peroksinitrit ($ROONO$)”

2.3.1.1. Süperoksit Radikali ($O_2^{\cdot-}$)

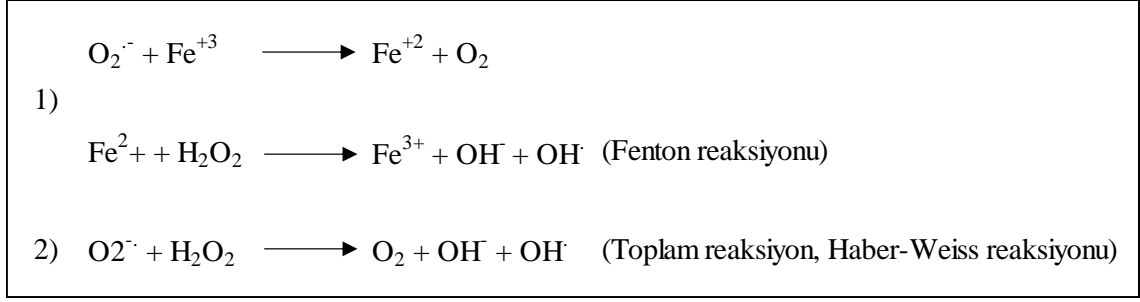
Oksijen kaynaklı bütün radikaller içerisinde en fazla ve hızlı oluşan süperoksit radikalidir. Bu durumun sebebi, oksijenin suya indirgenmesi esnasında ilk olarak oluşan radikal olmasındandır. Ayrıca süperoksit radikali, diğer radikallerin oluşmasına da sebep olabilmektedir.⁵⁶

Süperoksit radikali, neredeyse aerobik hücrelerin çoğunda oksijenin bir elektron alıp indirgenmesi neticesinde oluşmaktadır. Bu radikal, süperoksit dismutaz (SOD) antioksidan enzimiyle inaktive edilir.⁵⁷

2.3.1.2. Hidroksil Radikali (OH^{\cdot})

Hidroksil radikali, oksijen radikaller arasında en reaktif ve yarı ömrü en kısa olan radikaldir. Bu özelliğinden dolayı toksik bakımından etkili radikaldir. Hidroksil radikal, kaynağından çok fazla uzaklaşmayarak çevresindeki en yakın hedefleri etkilemektedir.⁵⁸

Hidroksil radikali, biyomoleküllerle daha kuvvetli bir reaksiyona girdiği için bu moleküllere diğer ROS radikallerinden daha çok hasar verebilmektedir. Şekil 2.4.'te "fenton reaksiyonu" gösterilmiştir. Bu reaksiyonda hidrojen peroksit, ferröz demir (Fe^{+2}) ve bakır II (Cu^+) ya da diğer geçiş elementlerinin bulunduğu ortamda indirgenerek hidroksil radikaline dönüşür. Yine Şekil 2.4.'te "Haber-Weiss reaksiyonu" verilmiştir. Bu reaksiyonda ise süperoksit radikali, fenton reaksiyonu ile etkileşim kurarak meydana gelen metal iyonlarının tekrardan kullanılması noktasında etkin bir işlev görür. Dolayısıyla geçiş metalleri, hidroksil radikalinin oluşumunda önemli bir görev üstlenmektedir.⁵⁹⁻⁶¹



Şekil 2.4. Haber-Weiss ve Fenton reaksiyonu

2.3.1.3. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Hidrojen peroksit, membranlardan rahatlıkla geçen uzun süre yaşayabilen bir oksidandır.⁶² Oksijenin enzimatik bir şekilde iki elektron ile indirgenmesiyle veya süperoksitlerin “enzimatik/nonenzimatik dismutasyonu” reaksiyonları neticesinde meydana gelir.⁶³

Peroksit, oksijenin etrafındaki moleküllerden iki elektron alması ile veya süperoksidin bir elektron alması ile oluşur. Peroksit molekülü ise iki hidrojen atomu ile birleşip hidrojen peroksidi meydana getirir.⁶²

2.3.1.4. Hipokloröz Asit (HOCl)

Hipokloröz asit, yapısal olarak zayıf bir asittir. Çözeltilerin pH seviyesine göre hipoklorit iyonu ve proton yapısına ayrılmaktadır. Genel anlamda hipokloröz asitin antiseptik etkisini, hipoklorit iyonunun da ortam temizliği verimlilik etkisini belirleyen etkenler olduğu değerlendirilmektedir.⁶⁴

Hipoklorik asit, dokularda hasara sebep olan kuvvetli bir oksidandır. Bundan ötürü radikal olmamasına rağmen ROS’ların içerisinde değerlendirilir. Hipoklorik asit, fagositik hücreler aracılığıyla bakterileri yok etmek için üretilmektedir.⁶⁵

2.3.1.5. Singlet Oksijen (¹O₂)

Singlet oksijen, eşlenmemiş elektronu bulunmadığından reaktif oksijen moleküllerinden biridir. Yüksek bir enerji yapısına sahip olan bu oksijen molekülü,

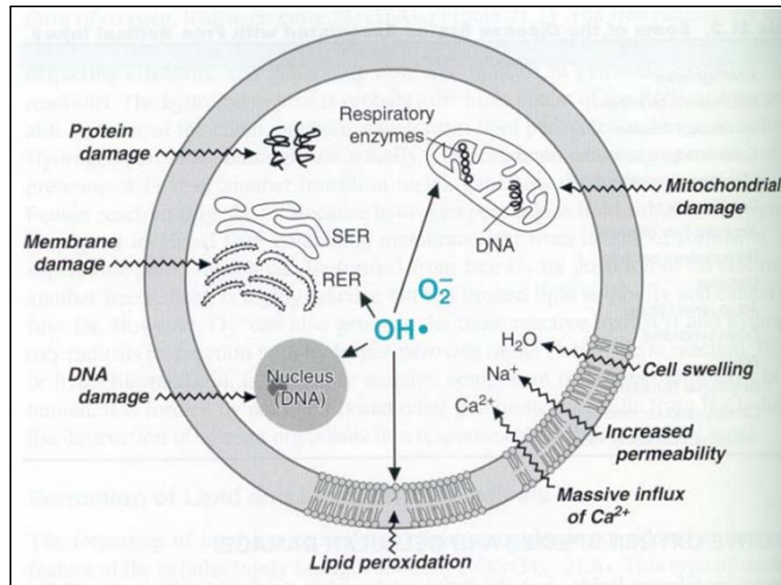
enerji neticesinde yer aldığı bölgeden farklı bir bölgeye ya da döngüsünün tersine doğru hareket edip yer değiştirmesi sonucu oluşmaktadır.⁶⁶

2.3.1.6. Nitrik Oksit (NO)

Nitrik oksit, orbitalinde taşımış olduğu eşleşmemiş tek elektrondan dolayı radikal özelliğindedir. Ancak süperoksit radikaline benzer şekilde çok reaktif bir yapıda değildir. Peroksil ve alkil radikallere benzeyen serbest radikaller ile rahat bir biçimde tepkimeye girebilir. Ayrıca serbest radikal temizleme işlevi de görerek hücre membranında lipid peroksidasyonuna engel olduğu belirtilmektedir.^{67,68}

2.3.2. Serbest Radikallerin Etkileri

Serbest radikaller, ilk olarak membran fosfolipidler, nükleik asitler ve proteinler olmak üzere bütün biyomolekülleri etkileyebilecek ve birtakım düzeylerde doku hasarına neden olurlar.⁶⁹



Şekil 2.5. Serbest radikallerin hücre bileşiklerine etkisi⁷⁰

2.3.2.1. Lipidlere Etkisi (Lipid Peroksidasyonu)

Lipid peroksidasyonu, serbest radikallerin lipidlerle reaksiyona girmesiyle oluşmaktadır ve organizmada genel olarak yaygın olduğu değerlendirilmektedir.

Membran fosfolipidleri, poliansature yağ asitlerini içerdiği için biyomembranlar, oksidatif etkiye özellikle duyarlı olurlar. Organizmada kullanılan oksijenin büyük bir bölümü hidrojen ile birleşip suyu oluşturmaktadır. Buna karşın %4-%5 oranında oksijen; süperoksit ve hidrojen peroksida benzer zararlı oksidasyon ürünlerinin oluşmasında kullanılmaktadır. Bu zararlı oksidasyon ürünleri, doymamış yağ asitleriyle tepkimeye girip lipid peroksidasyonu olarak tanımlanan kimyasal reaksiyonlar zincirini başlatır. Bu durum ise yeni bir serbest radikalın meydana gelmesine neden olabilir. Lipid peroksidasyonu, organizmada iyonik dengenin bozulması ve doku inflamasyonu gibi neticeler ile hücrelere zarar vermektedir.^{60,71}

Serbest radikallerin oluşturduğu zarara karşı en hassas yapılar lipidlerdir. Bunun için oksidatif stresin belirleme metotlarından biri, hücre membranında lipid peroksidasyon seviyesinin ölçülmesidir. Lipid peroksidasyonu, lipidlerin çok fazla ana oksidatif ürüne ayrıştırılması sürecidir.⁷² Bu oksidatif ürünler: Lipid hidroperoksidaz (konjuge çift bağlar), malondialdehit asit (MDA), ekshale edilen pentan, heksan ve ethan şeklinde sıralanabilir. Oksidatif stresin belirlenmesinde en sık kullanılan belirteçler, lipid peroksidasyonu ana ürünleri olan MDA ve konjuge çift bağların ölçümüdür. Bunlara ek olarak “thiobarbiturik asit ve thiobarbiturik reaktif türevleri (TBARS)” de lipid peroksidasyonun belirlenmesinde tercih edilen belirteçlerdendir.⁷³

MDA ölçümü, lipid peroksidasyonunun belirlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılır.⁷⁴ Organizmada MDA seviyesi, lipid peroksidasyonunun şiddet durumuna göre orantı bir şekilde artmaktadır fakat bu spesifik bir durum değildir.⁷⁵ MDA, lipid peroksidasyonun önemli bir indikatörü olmakla birlikte poliansature yağ asitlerinin de en önemli peroksidasyon ürünüdür.⁷⁶ MDA, sıklıkla egzersizin karşılığı olarak oksidatif stresin skalası şeklinde kullanılmaktadır.⁷⁷

2.3.2.2. Nükleik Asitlere ve DNA'ya Etkisi

Serbest radikaller, DNA üzerinde olumsuz etkiler oluşturarak hücrede mutasyonlara ve hücre ölümüne neden olabilir. Hidroksil radikali, deoksiriboz ve bazlarla rahatça tepkimeye girerek hücrede birtakım değişiklikler meydana getirirler. Hidrojen peroksit, aktive olmuş nötrofillerden kaynaklandığı için hücre membranlarından kolay bir şekilde geçer. Sonrasında hücre çekirdeğine ulaşan hidrojen peroksit, hücrede işlev bozukluğuna, DNA hasarına ve hücre ölümüne sebep olabilir. Bu nedenle DNA, serbest radikaller için kolay zarar görebilen önemli bir hedef teşkil etmektedir.⁷

DNA hasarı, toksik etkenlerden kaynaklı oranında artış eğilimi olan hücresel metabolizmanın kaçınılmaz bir sonucudur.⁷⁸ DNA hasarının belirlenmesi ile ilgili birçok metot tanımlanmasına karşın, en fazla kullanılanı 8-Hidroksi-2'-Deoksiguanozin (8-OHdG) belirteçidir.^{72,79} 8-OHdG organizmada sıklıkla oluşan bir hasar ürünü olduğu için oksidatif DNA hasar indeksi ve göstergesi olarak kabul edilmektedir.^{80,81}

2.3.2.3. Karbonhidratlara Etkisi

Uygun koşullar meydana geldiğinde glukoz ve diğer monosakkaritler, oksidasyona uğramaktadır. Basit monosakkaritler, hidrojen peroksit ve dikarbonil bileşikleri oluşturmak için rahatça oksidasyona uğrayabilmektedir.⁸²

Serbest radikallerin karbonhidratlarda oluşturduğu oksidatif hasarın belirlenmesinde deoksiriboz şekerine olan hasar ölçülmektedir.⁸³

2.3.2.4. Proteinlere Etkisi

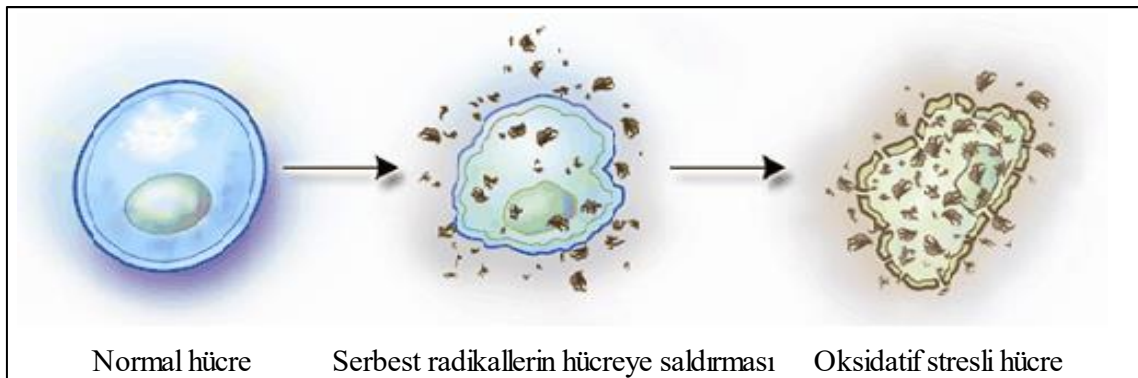
Serbest radikaller için proteinlerin yapı taşı olan amino asitler potansiyel bir hedeftir. Amino asitler, proteinleri oluşturduğu için hasar görmesi durumunda proteinde de kalıcı zararlara sebep olur. Bu zararlar “parçalanma, agregasyon ve proteolitik sindirme duyarlılık” şeklinde sıralanabilir. Serbest radikallere karşı doymamış ve sülfür

içerikli moleküllerin hassasiyeti daha çok olduğu için “sistin, sistein, histidin, metiyonin, triptofan ve trozin” içeren proteinler, serbest radikal oksidasyonunda en hassas olan proteinler arasında yer alır.⁸⁴

2.4. Oksidatif Stres

ROS, metabolizmanın normal hücre fonksiyonları sırasında bütün aerobik organizmalar aracılığıyla oluşturulmaktadır.⁸⁴ Oksidatif stres, ROS miktarlarında meydana gelen artış ya da antioksidan savunma sistemlerinde oluşan azalma şeklinde tanımlanır.⁸⁵

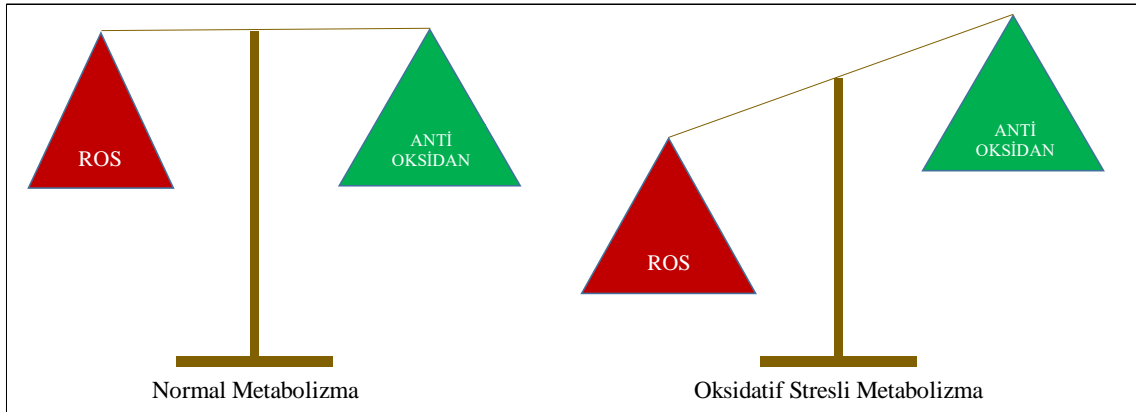
Oksidatif stres, organizmanın savunma sistemlerinin azaldığı durumlarda meydana gelmektedir.⁸⁶ Fizyolojik açıdan gündelik yaşam esnasında oluşan serbest radikallerin zararlı etkileri, antioksidan savunma sistemleri aracılığıyla indirgenmektedir. Fakat organizmada bu savunma sistemlerin büyük çaplı yedeği bulunmamaktadır. Hafif derecedeki oksidatif streste, hasarlı moleküller uzaklaştırılarak bunların yerini yenileri alabiliyorken şiddetli bir oksidatif stres durumunda hücresel düzeyde bir hasar meydana gelmektedir.⁸⁷



Şekil 2.6. Oksidatif stresli hücre

Metabolizmada ROS ile antioksidan savunma sistemleri arasında bir denge (Şekil.2.7.) bulunmaktadır. Bu denge, ROS lehine bozulduğu zaman oksidatif stres

durumu (Şekil 2.7.) gerçekleşir ve bunun sonucunda birtakım patolojik değişiklikler meydana gelir.⁸



Şekil 2.7. Oksidatif stres durumunda ROS ve antioksidan dengesi

2.5. Egzersiz ve Oksidatif Stres

Egzersiz ile birlikte organizmada oluşan en belirgin biyolojik farklılık, oksijen tüketim miktarındaki artıştır.⁸⁸ Oksijen tüketim miktarındaki artış, serbest radikallerin oluşumuna neden olur. Serbest radikallerin oluşumunu, antioksidan savunma sistemleri engellemeye çalışır. Egzersiz, ROS ve antioksidanlar arasındaki dengeyi bozar ve oksidatif stres durumunu meydana getirir.⁸⁹

Egzersiz, organizmada ROS oluşumuna sebep olan faktörlerdendir. Egzersiz esnasında kasların kontraksiyonu, metabolik aktivite ve enerji tüketimini büyük oranda hızlandırır. Metabolik aktivitenin hızlanması ile birlikte organizmanın ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı da artarak ROS oluşumu meydana gelir.⁸ Egzersizin şiddetine bağlı olarak dolaşımdaki eritrosit miktarı, kasılan kaslara ulaşan oksijen miktarı, dolaşım hızı ve metabolik hız artar.⁹⁰ Bu durumların sonucunda ise serbest radikallerin oluşumunda önemli bir artış görülür.⁵³

Son yıllarda akut egzersizin oksidatif stres üzerindeki etkisi çokça araştırılmıştır. Akut egzersizin, ROS ve RNS oluşumuna yol açtığı ve bunun sonucunda organizmada

oksidatif strese neden olduğu bilinmektedir. Düzenli olarak yapılan egzersizlerin ise lipid peroksidasyonu, oksidatif proteinleri ve DNA hasarını azalttığı bilinmektedir.⁹¹

2.6. Antioksidanlar

Yüksek reaktif bir yapıya sahip serbest radikallerin; lipid membranı, DNA, protein gibi bir takım kritik hücre bilişimlerinde değişiklik meydana getirerek doku hasarına sebep olduğu bilinmektedir. Serbest radikallerin oluşturduğu bu hasarlara karşı organizmada hücre ve dokuları korumak ile görevli biyokimyasal mekanizmalar bulunmaktadır.⁹² Bu savunma mekanizmaları, antioksidan savunma sistemleri ya da antioksidanlar şeklinde ifade edilmektedir.^{85,93}

Antioksidan savunma sistemlerinin beş ana işlevi vardır. Bunlar: “Radikal metabolik üretim in önlenmesi, üretilmiş radikallerin temizlenmesi, oluşan hücre hasarının onarılması, sekonder radikal üreten zincir reaksiyonlarının durdurulması ve endojen antioksidan kapasitenin arttırılması” olarak sıralanabilir.⁹²

Organizmada oluşan oksijen radikaller, enzimatik ve nonenzimatik yolları ile kısa sürede temizlenir. Yapım ile temizleme aşamalarında bir oran ve denge bulunduğundan dolayı hücre veya organizma herhangi bir zarara uğramaz. Bunun için antioksidanların yeterince bilinmesi, oksidan streslerin sebep olduğu zararların önlenmesi noktasında büyük bir önem taşımaktadır.⁹⁴

Antioksidanlar, “endojen antioksidanlar” ve “eksojen antioksidanlar” olarak ikiye ayrılır. Endojen antioksidanlar; enzimler, yağda ve suda  z nebilir radikal tutucuların bir kısmı ile metal iyonları birbirine bağlayan proteinleri kapsamaktadır. Eksojen antioksidanlar ise vitaminler, ilaçlar ve besin yoluyla alınan antioksidanları ifade etmektedir.⁹⁵

2.7. Endojen Antioksidanlar

Endojen antioksidanlar, yapılarına göre “enzimatik ve nonenzimatik antioksidanlar” olmak üzere ikiye ayrılır.⁹⁴ Endojen antioksidanların sınıflandırılması Tablo 2.5.’te verilmiştir.

Tablo 2.5. Endojen antioksidanların sınıflandırılması^{82,96}

Enzimatik Antioksidanlar	Nonenzimatik Antioksidanlar	
“Süperoksit dismutaz (SOD)	Glutasyon	Koenzim Q 10
Katalaz (CAT)	Melatonin	Selenyum
Glutasyon peroksidaz (GPx)	Ürik asit	α -lipoik asit
Glutasyon redüktaz (GR)	Bilirubin	Transferrin
Glutasyon S-Transferaz (GST)	Albümin	Seruloplazmin”
Mitokondriyal Sitokrom Oksidaz		

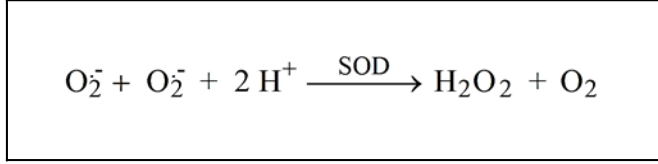
2.7.1. Enzimatik Antioksidanlar

“Süperoksit ismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutasyon peroksidaz (GPx), glutasyon S-Transferaz (GST), glutasyon redüktaz (GR) ve mitokondriyal sitokrom oksidaz” enzimatik antioksidanlar.⁹⁷

2.7.1.1. Süperoksit Dismutaz (SOD)

SOD (EC 1.15.1.1), vücutta serbest radikallerin ilk olarak karşılaştıkları enzimdir. Süperoksitin, hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene dönüştürülmesini katalizlemektedir.⁹⁸

SOD, serbest radikal süperoksidini, CAT veya GPx reaksiyonları ile yok edilebilen perokside dönüştürerek ortadan kaldırır. SOD, oldukça reaktif süperoksit radikalini, daha az reaktif H_2O_2 dönüştürür.⁹⁹

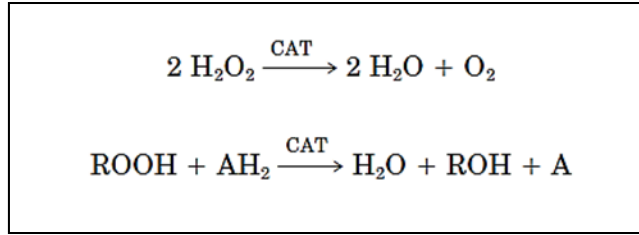


Şekil 2.8. Süperoksit dismutaz (SOD) reaksiyonu⁹⁹

SOD'un bir başka işlevi, dehidratazları serbest radikal süperoksit tarafından inaktivasyona karşı korumadır.¹⁰⁰

2.7.1.2. Katalaz (CAT)

CAT (EC 1.11.1.6), su ve moleküler oksijen oluşturmak için H₂O₂ ile çok verimli reaksiyona girer.⁹⁹ CAT, normal şartlarda birtakım hücre tiplerinde gerekli olmasa bile hücrelerin adaptif yanıtında oksidatif strese karşı konulmasında etkin bir işlev görür.¹⁰¹

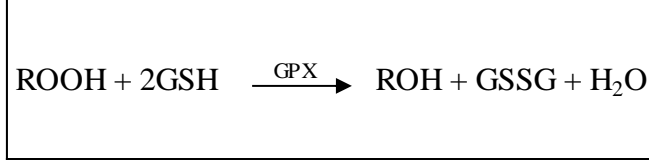


Şekil 2.9. Katalaz (CAT) reaksiyonu⁹⁹

CAT'ın antioksidatif fonksiyonu, Cu⁺² ve ferrik demir (Fe⁺³) iyonlarının katalize ettiği fenton reaksiyonu aracılığıyla H₂O₂'den hidroksil radikalinin oluşma ihtimalini en düşük seviyeye düşürmektedir. CAT'ın, nikotinamid adenin dinükleotit fosfata (NADPH) bağlanmasıyla enzimi inaktivasyondan korumasıyla beraber, kendi etkinliğinde de bir artış olmaktadır.¹⁰²

2.7.1.3. Glutatyon Peroksidaz (GPx)

GPx (EC 1.11.1.9), organik hidroperoksitlerin ve H₂O₂'in indirgenmesi ile ilgili bir enzimatik antioksidandır. GPx'in selenyuma bağımlı ve selenyumdan bağımsız olarak iki türü bulunur.^{54,103}



Şekil 2.10. Glutasyon peroksidaz (GPx) reaksiyonu⁹⁹

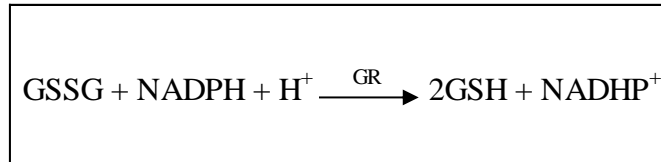
Selenyum içeren peroksidazlar, daha önemli bir örnek olan GPx, GSH kullanarak çeşitli hidroperoksitlerin (ROOH ve H₂O₂) azaltılmasını katalizler, böylece memeli hücreleri oksidatif strese karşı korur.⁹⁹

2.7.1.4. Glutasyon S-Transferaz (GST)

GST (EC 2.5.1.18), ksenobiotiklerin biyotransformasyonunda etkin işlev gören, her bir tanesi iki alt birimden meydana gelen bir enzimatik antioksidandır. GST, ilk önce araşidonik asit ve lineloat hidroperoksitler, daha sonra da lipid peroksitlere karşı selenyumdan bağımsız olarak GPx aktivitesi gösterip organizmada bir savunma bloğu oluşturmaktadırlar.⁸²

2.7.1.5. Glutasyon Redüktaz (GR)

GR (EC 1.6.4.2), GPx aracılığıyla hidroperoksitlerin indirgenmesi ile meydana gelen okside glutasyonun (GSSG) yeniden indirgenmiş glutatyona (GSH) dönüşmesini katalizler.¹⁰⁴



Şekil 2.11. Glutasyon redüktaz (GR) reaksiyonu

GR kalıtsal olarak otozomal dominanttır ve 8. kromozomda yer almaktadır. GR ile GPx birbirine benzeyen bir doku dağılımı göstermektedir. GR ayrıca flavin adenin dinukleotid (FAD) içermekte ve NADPH'tan bir elektronun, GSSG'nin disülfüd

bağlarına kaydırılmasını kataliz eder. Dolayısıyla NADPH serbest radikal hasarı için önemlidir ve ana kaynağı pentoz fosfat yoludur.¹⁰⁵

2.7.1.6. Mitokondriyal Sitokrom Oksidaz

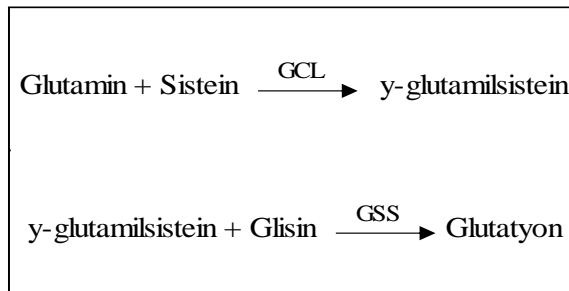
Mitokondriyal sitokrom oksidaz, mitokondrilerde yer alan solunum zincirinin son bileşimidir. Dehidrojenazlar tarafından substrat moleküllerinin oksidasyona uğraması ile oluşan elektronların, son akseptörleri olan moleküler oksijene taşınmasında işlev görür. Mitokondriyal sitokrom oksidaz enzimi, “karbon monoksit, siyanür ve hidrojen sülfür” aracılığıyla inhibe edilmektedir.¹⁰⁶

2.7.2. Nonenzimatik Antioksidanlar

Enzim olmayan antioksidanlar “glutasyon, melatonin, ürik asit, bilirubin, albümin, koenzim Q10, selenyum, α -lipoik asit, seruloplazmin ve transferrin” olarak sınıflanmaktadır.^{107,108}

2.7.2.1. Redükte Glutasyon (GSH)

GSH, birçok dokuda yüksek seviyede bulunan intrasellüler antioksidandır.¹⁰⁹ GSH, serbest radikal ve peroksitler ile tepkimeye girerek hücreyi oksidatif hasara karşı korur.⁸⁹ Bununla birlikte GSH, protein yapısında olan sülfidril (-SH) gruplarını indirgenmiş bir şekilde tutup birçok protein ve enzimin inaktivasyonunu önler. GSH, amino asitlerin zarlardan geçişini sağlar ve hemoglobinin methemoglobine dönüşümünü engeller. İndirgenmiş halde bulunan GSH, birtakım tepkimeler sonucunda yükseltgenmiş glutatyon (GSSG) dönüşür.^{110,111}



Şekil 2.12. Redükte glutasyon (GSH) reaksiyonu

2.7.2.2. Melatonin

Melatonin, organizma için en çok zararlı radikallerden biri olan hidroksil radikalini yok eden çok kuvvetli bir antioksidandır. Melatonin, hidroksil radikaliyle reaksiyona girerek indolil katyon radikaline dönüşmektedir. Daha sonra bu radikal de süperoksit radikalini tutup antioksidan faaliyet göstermektedir. Melatoninde olan bir başka özellik de lipofilik bir yapıya sahip olmasıdır. Bu özelliği ile melatonin, hücrenin tüm organelleri ile hücre çekirdeğine erişebilmekte ve kan-beyin bariyerini de rahatça geçmektedir. Bunun neticesinde, geniş ölçekte antioksidan aktivite sergilemektedir. Melatonin kullanımı, uzun vadeli ve çok yüksek dozlarda olsa da toksik etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca melatonin, DNA hasarını çok etkin bir biçimde inhibe etmektedir.¹¹⁰

2.7.2.3. Transferrin

Transferrin, organizmada birçok doku ve beyinde sentezlenebilen önemli antioksidan proteinlerden biridir.⁴³ Transferrin, ana kaynak olarak serumda yer almasına karşın, vücudun diğer sıvılarında daha az oranda bulunmaktadır. Transferinin ana işlevi, hücrelere Fe^{+3} taşımaktır. Transferrin ayrıca büyümenin önemli faktörlerindedir. Fe^{+2} fenton reaksiyonu aracılığıyla H_2O_2 'nin yüksek oranda toksik olan hidroksile dönüşmesini katalizleyip oksidatif strese neden olmaktadır. Bu noktada transferrin, serbest ferröz iyon konsantrasyonu azaltıp bir antioksidan şeklinde görev yapar.¹¹²

2.7.2.4. Albümin

Albümin, organizmada endojen aminoasit deposu şeklinde işlev görür. Plazma onkotik basıncının sürekliliğini sağlayan albümin, kanın viskozitesini de etkilemektedir. Albümin, plazma sülfidril grubunun büyük bileşeni olmakla birlikte plazmanın zincir kırıcı antioksidan aktivitesine aracılık etmektedir. Ayrıca albümin, plazmada hipokloröz asitin kuvvetli bir temizleyicisi olarak görev yapar.¹¹³

2.7.2.5. Ürik Asit

Ürik asit, organizmada oluşan süperoksit anyonu, hidroksil, peroksi radikallerini ve singlet oksijenini temizlemektedir. Ürik asit bu işleviyle, fizyolojik antioksidan olarak kabul edilmektedir. Ürik asit, demir ve bakır iyonlarını bağlayıp etkisiz hale getirir. Lipid radikalleri üzerinde etkisi bulunmayan ürik asit, vitamin C'nin oksidasyonuna engel olur.⁸²

2.7.2.6. Bilirubin

Bilirubin, önemli lipid antioksidanlardan biridir. Bilirubin, mikromolar konsantrasyonlarda bile peroksil radikalini yakalayarak zincir kıran bir antioksidan şeklinde işlev görmektedir.¹¹⁴

Bilirubin, uzun bir süre katabolizması neticesinde meydana gelen son atık ürün şeklinde değerlendirilmiştir. Fakat son zamanlarda gerçekleştirilen çalışmalarda, bilirubinün yalnızca son bir atık ürün olmadığını, fizyolojik tepkimelerle meydana gelen etkili bir antioksidan olduğu bildirilmiştir.^{115,116}

2.7.2.7. Ubikinon (Koenzim Q10)

Koenzim Q10, organizmada doğal halde sentezlenebilen vitamin benzeri bir benzokinon bileşimidir. Aerobik solunum ile metabolizmada veya hücre solunumu aşamalarında enerji üretimi noktasında hayati bir öneme sahiptir. Koenzim Q10, lipoproteinlerde ve neredeyse çoğu hücre membranlarında bulunduğu gibi lipidlerde de yüksek çözünürlüğe sahiptir. Bununla birlikte, mitokondrilerin iç membranında bulunan en az üç mitokondri enziminde bir kofaktör işlevi üstlenerek oksidatif fosforilasyonda etkin bir görev üstlenir.⁴³

2.7.2.8 Selenyum

Selenyum, antioksidan aktivite gösteren ve aynı zamanda bağışıklık düzenleyen temel elementlerdendir. Selenyum, selenosistein şeklinde adlandırılan, aminoasit

sentezinde kullanılan ve selenoprotein işveli için büyük önem arz eder. Organizmada minimum 25 selenoprotein bulunmaktadır. Bu selenoproteinler; antioksidan enzim ve protein ile diğer metabolik enzimlerin işlevlerine göre sınıflandırılmaktadır. Selenyum, GPx aktivitesini arttırdığı için reaktif oksijen türler (ROS) oluşumunu engelleyici bir fonksiyon görür.¹¹⁷

2.7.2.9. α -Lipoik Asit

α -Lipoik asit ile α -lipoik asitin indirgenmiş şekli olan dihidrolipoik asit (DHLA) kuvvetli antioksidanlar arasındadır. α -Lipoik asit “hidroksil, hipokloröz asit, peroksinitrit anyonu ve singlet oksijeni” süpürme görevi yapar. Bununla birlikte DHLA, peroksil ve süperoksit radikallerini de süpürür.¹¹⁸

2.7.2.10. Seruloplazmin

Seruloplazmin, kanda bakırın taşınmasını sağlar. Vücutta seruloplazmin eksik olduğunda, dokularda bakır birikimi meydana gelir ve bunun sonucunda beyin, böbrek karaciğer ve diğer bazı organlarda ölüm ile neticelenecek patolojik değişimler görülmektedir.¹¹⁹

Seruloplazmin, serbest radikallerin oluşmasını engelleyen bir antioksidandır. Doku homojenatları ve basit lipid emilasyonlarında kuvvetli bir serbest radikal inhibitörü olarak görev yapar.¹²⁰

Seruloplazmin, demirin transferrine tutunmasını kolaylaştırarak ekstraselüler SOD gibi davranmaktadır. Ayrıca seruloplazmin, ferooksidaz aktivitesine sahip olmakla birlikte demire bağlı lipid peroksidasyonunu inhibe etmektedir. Seruloplazmin, Fe^{+3} 'ü, Fe^{+2} 'ye yükseltgeyerek fenton reaksiyonunu önlemektedir.⁸²

2.8. Eksojen Antioksidanlar

Eksojen antioksidanlar, “vitamin eksojen antioksidanlar ve ilaç olarak kullanılan eksojen antioksidanlar” olarak iki gruba ayrılır.⁴³

Tablo 2.6. Eksojen antioksidanların sınıflandırılması^{92,96}

Vitamin Eksojen Antioksidanlar	İlaç Olarak Kullanılan Eksojen Antioksidanlar
“ α -Tokoferol (Vitamin E)	Allopurinol, oksipurinol, pterin aldehit, tungsten
β -karoten (Vitamin A)	Adenozin, lokal anestezikler, kalsiyum kanal blokerleri, nonsteroid antiinflamatuvarlar
Askorbik asit (Vitamin C)	Trolox-C
Folik asit (Vitamin B9)	Ebselen, asetilsistein
	Mannitol
	Desferroksamin
	Demir şalatörleri”

2.8.1. Vitamin Antioksidanlar

Dışarıdan aldığımız “ α -tokoferol (Vitamin E), β -karoten (Vitamin A), askorbik asit (Vitamin C) ve folik asit (Vitamin B9)” vitamin antioksidanlar olarak sıralanabilir.⁹⁷

2.8.1.1. Askorbik Asit (Vitamin C)

Vitamin C, suda çözülebilen bir vitamindir. Organizmada sentezlenemediği için diyet yoluyla alınması gerekmektedir. Dokuların yapım aşamasında, amino asit metabolizması ve hormonal sentezde önemli bir görev üstlenir. Vitamin C, ısıya karşı zayıftır ancak donmaya karşı dayanıklıdır. Doku ve plazmada askorbat iyonu halinde bulunmaktadır. Vitamin C, güçlü bir antioksidan olduğu için süperoksit radikali, hidroksil radikali ve singlet oksijenle rahatça reaksiyona girip onları etkisizleştirmektedir. Sulu bir fazda yer almasına rağmen lipid peroksidasyonunu başlatan radikalleri temizleyip lipid ve zarları oksidatif hasara karşı savunur.¹¹⁰

Vitamin C'nin organizmada katıldığı olaylar şunlardır;¹²¹

- Vitamin B1, B2, pantotenik asit, biyotin, folit asit, vitamin E ve vitamin A üzerinde koruyucu bir etkiye sahiptir.
- Destek doku (bağ doku, diş kemiği, kıkırdak, kemik) sentezine yardım eder.
- Böbreküstü bezlerinde steroid hormonlarının sentezini sağlar.
- Savunma işlevlerini aktive eder (antikor oluşumu)
- Aromatik amino asitlerin metabolizmasının düzenler.
- Alyuvarların oluşmasında demirin emilimini ve değerlendirilmesini yapar.
- Zehirli maddelerin toksisitesini düşürür.

2.8.1.2. α -Tokoferol (Vitamin E)

Vitamin E, çok etkili bir antioksidandır. Hücrenin membranında yer alan poliansatüre yağ asitlerini, serbest radikallerden savunan ön koruma duvarını meydana getirir.¹²² Zincir kırıcı antioksidan şeklinde rol alan vitamin E, serbest radikalleri etkisiz hale getirmektedir. Vitamin E'nin antioksidan işlevi, yüksek oksijen seviyelerinde etkilidir. Bundan dolayı üst seviyede oksijen kısmi basınçlarıyla karşılaşan lipid yapılarında konsantrasyon eğilimine sahiptir. Örnek olarak, eritrosit ve solunum sistemi zarları gösterilebilir. Vitamin E, hücre ve subsellüler yapılarıdaki membran lipidleri üzerinde oluşturduğu etki sebebiyle bu zarları oksidatif hasara karşı korumaktadır. Bu şekilde eritrosit zarlarının stabilitesini artırarak oluşturduğu bu etkiyi farklı hücrelerde de sergilemektedir.¹²³

2.8.1.3. β -Karoten (Vitamin A)

Yağda çözünen vitamin şeklindeki retinal, yalnızca yağ mevcudiyetinde emilmektedir. Retinal, genellikle beta-karoten halinde vücuda alınmakta ve daha sonrasında A vitaminine dönüşmektedir.¹²¹

Vitamin A, lipidlerde çözünen önemli antioksidanlardan biridir. Membran ve lipoproteinlerde 20'ye yakın değişik türde bulunmaktadır. Bu türlerde en önemlisi β -karotendir.¹²⁴ β -karotenin antioksidan aktivitesi, serbest radikallerin oluşmasını engelleyip ve ortam bulunan radikalleri toplayarak gerçekleşmektedir.¹²⁵

Son araştırmalara göre vitamin A'nın yeterli seviyede alınması tümör hücrelerinin büyümesine engel olabilir ve sigara içen kişilerde gırtlak kanseri risk düzeyini azaltabilir. Vitamin A yetersizliğinde, epitel doku dejenere olmakta, deri kuruyarak kepeklenmekte ve saçlar dökülmektedir. Vitamin A'nın aşırı dozda alınması halinde ise deride soyulma, mukoza zarında kızarma ve kaşıntı, karaciğer büyümesi, baş ağrısı, baş dönmesi, uyku düzensizliği ve birtakım nörolojik bozukluklar meydana gelir.¹²¹

2.8.1.4. Folik Asit (Vitamin B9)

Vitamin B9, organizmada nükleik asidin önemli bir ögesi olan pürin bazlarının sentezinde koenzim şeklinde işlev görmektedir. Vitamin B9 eksikliğinde hemoglobinin sentezinde birtakım problemler oluşur. Ayrıca kanda megaloblastik anemi (olgunlaşmamış eritrosit) meydana gelir, lökosit ve trombositlerin yenilenmesinde de bazı bozukluklar oluşur. Bununla birlikte ağız içinde bulunan mukoza zarında ödem oluşur ve saçlarda dökülme görülür.¹²¹

2.8.2. İlaç Olarak Kullanılan Antioksidanlar

İlaç olarak kullanılan antioksidanlar ve reaksiyonları Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7. İlaç olarak kullanılan antioksidanlar^{82,126}

Antioksidan	Reaksiyonu
“Allopurinol, oksipurinol, pterin aldehit, tungsten	Ksantin oksidaz reaksiyonunda süperoksit üretimini inhibe eder.
Adenozin, lokal anestezikler, kalsiyum kanal blokerleri, nonsteroid antiinflamatuvarlar	NADPH oksidaz inhibitörüdürler.
Trolox-C	Vitamin E analogu olarak görev yapar.
Ebselen, asetilsistein	Glutasyon peroksidaz (GPx) artırır.
Mannitol	Hidroksil radikalini toplayıcı etki gösterirler.
Desferroksamin	Serbest ferrik demiri bağlar.
Demir şelatörleri	Hücre içine girerek serbest demiri bağlayarak, fenton reaksiyonunu ve hidroksil radikali oluşumunu engeller.”

2.9. Egzersiz ve Antioksidanlar

Antioksidan savunma sistemleri, serbest radikaller ile girdikleri tepkimeler neticesinde serbest radikallerin başlatmış olduğu zincir reaksiyonunu durdurur veya bunları bütünüyle yok eder. Bu açıdan antioksidanlar, organizmada “DNA, protein ve lipid” gibi bazı yapıların zarar görmesini engelleyen moleküllerdir.¹²⁷

Antioksidan savunma mekanizmaları, dinlenik durumda serbest radikallerin oluşumunu dengede tutar.¹²⁸ Antioksidanlar, oksijen kullanımının az olduğu durumlarda ROS türlerinin organizmada oluşturacağı hasarları da ortadan kaldırabilir. Fakat egzersiz ile oksijen tüketim oranının yüksek seviyelere çıktığı durumlarda antioksidan savunma sistemleri, serbest radikallere karşılık verememekte ve hücrede meydana gelecek hasarlara engel olamamaktadır.⁷

Akut egzersizin, organizmada serbest radikal oluşumunda artışa yol açtığı, oksidatif stresi şiddetlendirdiği ve hücrel hasara neden olduğu ile ilgili birçok araştırma vardır.¹²⁹ Düzenli olarak yapılan aerobik ya da anaerobik egzersizlerin ise oksidatif stres ve lipid peroksidasyon seviyesini düşürdüğü ve antioksidan aktiviteleri arttırdığı belirtilmiştir.^{130,131}

Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar ile akut egzersizin oksidatif strese yol açtığı ve kronik egzersizin ise endojen antioksidan savunma sistemlerini geliştirdiği net bir şekilde açıklanmıştır.^{132,133} Dolayısıyla egzersiz, belirli bir yoğunlukta ve düzenli olarak gerçekleştirildiğinde antioksidan savunmayı kuvvetlendirmektedir.¹³⁴ Ayrıca organizmanın kronik olarak ılımlı seviyede bir oksidatif strese maruz kalması da antioksidan savunmayı kuvvetlendirmektedir.^{69,135}

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırma Etik Kurul Raporu

Araştırma, 24.01.2018 tarihli “Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurulu Onayı” alındıktan sonra gerçekleştirilmiştir (Bknz. Ek-3).

3.2. Araştırmanın Modeli

Araştırmada, “nicel araştırma yöntemi” tercih edilmiştir. Gerçek deneysel desen modellerinden “ön test-son test kontrol gruplu seçkisiz desen” araştırmada kullanılmıştır. Bu desen modelinde, yansız atamayla oluşturulmuş iki grup bulunmaktadır. Bu gruplar, deney grubu ve kontrol grubudur.¹³⁶

3.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, 2018/2019 futbol sezonunda TFF kadınlar 3. liginde mücadele eden kadın futbolcular oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise, 2018/2019 futbol sezonunda TFF kadınlar 3. liginde mücadele eden Muş ilindeki 13 kadın futbolcu oluşturmaktadır.

3.4. Araştırma Grubu

Araştırmaya, TFF kadınlar 3. liginde oynayan ve yaşları 16-24 aralığında olan 27 kadın futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmanın deney grubunu, düzenli futbol antrenmanının yanı sıra 12 hafta süresince haftada 3 gün yoğun interval antrenman programı uygulanan 13 gönüllü kadın futbolcu oluşturmaktadır. Araştırmanın kontrol grubunu ise sadece düzenli futbol antrenmanı uygulanan 14 gönüllü kadın futbolcu oluşturmaktadır. Araştırma sürecinde, deney grubundan 1 kişi antrenman programlarına düzenli olarak katılmadığı için çalışmadan çıkartılmıştır.

3.5. Uygulanan Ölçüm ve Testler

Araştırma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, araştırmaya gönüllü olarak katılan kadın futbolcular antrenmanlardan 1 hafta önce toplanmış; sporculara

araştırma ve test prosedürleri hakkında detaylı bilgi verilmiş ve gönüllü olur formları imzalatılmıştır. Sporculardan, test öncesi 48 saat içinde ağır bir egzersiz yapmamaları, alkol kullanmamaları ve dinlenik durumda olmaları istenmiştir. İkinci bölümde, antrenmanlar öncesinde sporcuların genel özelliklerine ait ölçümler gerçekleştirilerek ön test kan örnekleri alınmıştır. Üçüncü bölümde, antrenman programları uygulanmıştır. Dördüncü bölümde ise antrenmanlardan 48 saat sonra tam dinlenik durumda sporculardan son test kan örnekleri alınmıştır.

3.5.1. Yaş

Araştırmaya katılan kadın futbolcuların yaşları, lisans belgelerinden gün, ay ve yıl bazında alınarak veri formuna işlenmiştir.

3.5.2. Boy Uzunluğu Ölçümü

Araştırmada yer alan kadın futbolcuların boy uzunlukları, anatomik pozisyonda iken çıplak ayak ile 0.01 cm hassasiyetindeki mezura ile ölçülerek, belirlenen değer cm cinsinden veri formuna işlenmiştir.

3.5.3. Vücut Ağırlığı Ölçümü

Araştırmaya katılan kadın futbolcuların vücut ağırlığı, üzerlerinde şort ve tişört olacak şekilde, takı vb. materyal bulunmadan, çıplak ayak ile 0.1 kg hassasiyetle ölçülerek, belirlenen değer kg cinsinden veri formuna işlenmiştir.

3.5.4. Beden Kitle İndeksi (BKİ)

Beden Kitle İndeksinin (BKİ) hesaplanması; vücut ağırlığının, boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle gerçekleştirilir.¹³⁷

$$BKİ = \frac{\text{Ağırlık (kg)}}{\text{Boy uzunluğu (cm)}^2}$$

3.6. Kan Örneklerinin Alınması

Araştırmaya katılan kadın futbolcuların kan örnekleri, laboratuvar ortamında denek oturur pozisyonda bulunurken, yaklaşık 10 ml kan, antekübital veninden vakumlu kan alma iğneleri ile düz serum biyokimya içeren 2 ayrı tüpe alınmıştır. Bu işlem, antrenmanlar öncesinde ve 12 haftalık antrenmanlardan sonra gerçekleştirilmiştir. Alınan kan örnekleri, pıhtılaşması için 10 dk bekletildikten sonra serumu ayırtmak için 5000 devirde 10 dk santrifüj edilerek -80 °C derin dondurucuya atılarak muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Alınan kan örnekleri

3.7. Deneylerde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler

Araştırma kapsamında kullanılan cihaz ve malzemeler şunlardır;

- Ayarlanabilir otomatik pipetler,
- Balon joje,
- Beher,
- Cam pipet,
- Derin dondurucu tüpleri,
- Derin dondurucu,

- Erlen,
- Etüv,
- Hassas terazi,
- Kronometre,
- Magnet,
- Otomatik pipet ucu,
- Ph metre,
- Serum saklama tüpleri,
- Soğutmalı santrifüj,
- Spektrofotometre,
- Spektrofotometre küveti,
- Termostatlı su banyosu,
- Vorteks.



Şekil 3.2. Spektrofotometre cihazı

3.8. Deneylerde Kullanılan Kimyasal Maddeler

Araştırma kapsamında kullanılan kimyasal maddeler şunlardır;

- Bovin serum albümin,
- Bütilhidroksitoluen çözeltisi,
- CuCl_2 ,
- DTNB,
- EDTA çözeltisi,
- GR,
- GSH,
- GSSG,
- H_2O_2 ,
- KH_2PO_4 ,
- KOH,
- Ksantin,
- Ksantin oksidaz,
- Na_2CO_3 ,
- Na_2HPO_4 ,
- Na-azid,
- NADPH,
- NBT,
- $\text{NH}_4(\text{SO}_4)$,
- Saf alkol,
- Sodyum hidroksit çözeltisi,
- Sodyum sitrat,
- Tiobarbitürik asit çözeltisi,
- Trikloroasetik asit çözeltisi.

3.9. Biyokimyasal Analizler

Araştırma kapsamındaki biyokimyasal analizler, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyokimya Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Laboratuvar çalışmaları

3.9.1. Malondialdehit (MDA) Düzeyinin Tayini

MDA, yağ asitlerinin serbest radikaller ile girdiği tepkime neticesinde meydana gelen peroksidasyon ürünlerinden biridir. MDA, tiobarbutirik asitle renkli forma girmesi sonucu ölçülmektedir.¹¹⁵

Kullanılan çözeltiler:

1. “0.1 M EDTA çözeltisi (Etilen diamin tetra asetik asit disodyum): 37.224 gr EDTA- $\text{Na}_2\text{H}_2\text{O}$ 1 litre bidistile suda eritildi.
2. %88’lik BHT çözeltisi (Bütül hidroksi toluen): 0.220 gr BHT, 25 ml saf alkolde çözüldü.
3. 0.05 N NaOH çözeltisi (Sodyum hidroksit): 2 gr NaOH, 1 lt bidistile suda eritildi.

4. %1'lik TBA çözeltisi (Tiobarbitürik asit): 1 gr TBA 100 ml'ye 0.05 N NaOH ile tamamlandı.
5. %30'luk TCA çözeltisi (trikloroasetik asit): 30 gr TCA, 100 ml bidistile suda eritildi.
6. Fosfat Tamponu: 8.1 gr NaCl, 2.302 gr Na₂HPO₄, 0.194 gr NaH₂PO₄ bidistile suda eritilerek 1 lt'ye tamamlandı. pH'sı 7.4'ye ayarlandı.”¹³⁸

Deneyin yapılışı:

Serumdan 200 µl örnek bir tüpe alınır. Aynı tüpe 800 µl fosfat tamponu, 25 µl BHT çözeltisi ve 500 µl %30'luk TCA eklenir. Bütün tüpler vortekste yeterince karıştırılır ve 2 saat boyunca buzda tutulur. Daha sonra 2000 rpm hızında 15 dk boyunca santrifüj işlemi gerçekleştirilerek süpernatanttan 1 ml alınarak farklı tüplere aktarılır. Bu tüplere de 75 µl EDTA ve 25 µl TBA eklenir. Tüpler vortekste yeterince karıştırıldıktan sonra 15 dk sıcak su banyosunda tutulur. Son olarak oda ısısında 532 nm'de UV/Vis spektrofotometrede absorbansları okunur.¹³⁸

Hesaplamalar:

- “C: Konsantrasyon
- F: Seyreltme faktörü
- A: Absorbans
- C: F x 6,41 x A
- Düzey hesabı: µmol/L olarak hesaplandı.”¹³⁹

3.9.2. Redükte Glutasyon (GSH) Düzeyinin Tayini

GSH, eritrositte yer alan sülfidril gruplarının 5',5'-ditiobis-(2-nitrobenzoik asit) (DTNB) ile tepkimesi neticesinde sarı renk meydana gelir ve ölçüm yapılır. GSH seviyesinin ölçümü, düz serum biyokimya içeren kan örneklerinde 1 gün içinde (24 saat) spektrofotometre cihazında 412 nm'de gerçekleştirilir.¹⁴⁰

Kullanılan çözeltiler:

1. Fosfat tamponu; 0,3 M disodyum fosfat saf suyla hazırlanır.
2. Ellman's ayıracı; 40 mg DTNB ve %1 sodyum sitrat, 100 ml'ye saf suyla tamamlanır.¹³⁸

Hesaplamalar:

- "Glutasyon derişimi mmol/g protein biriminden hesaplandı.
- $C / 1000 = (OD2-OD1) / 13600 \times E1 \times 5/2 \times 1/2$
- 13600: GSH ile DTNB etkileşimi sırasında oluşan sarı rengin molar ekstinksiyon katsayısı.
- E1: Eni 6 nm'den büyük olan bant kullanılırsa hem ışık yolu hem de bant genişliği farklarını düzelteren bir türev ekstrinksiyon katsayısı kullanılır. Bizim kullandığımız bantın eni 2 nm'dir. Hesaplamalarda E1=1 olarak alındı.
- 1000: mmol'e dönüşüm katsayısı.
- C: mmol / glutasyon
- OD1: DTNB ilave edilmeden önce 412 nm dalga boyunda ölçülecek optik dansite.
- OD2: DTNB ilave edildikten sonra 412 nm dalga boyunda ölçülecek optik dansite."¹³⁸

3.9.3. Katalaz (CAT) Aktivitesinin Tayini

Araştırmada, katalaz aktivitesi Aebi yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Öncelikle iki tüp alınır ve biri kör diğeri numune tüpü olarak ayarlanır. Kör tüpüne 2,8 ml 30 mM'lık H₂O₂ ilave edilerek üstüne 0,2 ml fosfat tamponu ilave edilir. Numune tübüne ise 2,8 ml 30 mM'lık H₂O₂ konularak üstüne 0,2 ml enzim ilave edilip vorteks ile karıştırılır. Daha sonra 30 saniye aralıklar ile iki kes 240 nm'de absorbanslar okunur ve aktivite tayin edilir.¹⁴¹

Kullanılan çözeltiler:

1. 30 mM H₂O₂'nin hazırlanması: 100 ml saf suyun içine %30'luk H₂O₂'den 0,34 ml alınıp konulur.
2. 50 mM fosfat tamponunun hazırlanması: 6,81 g KH₂PO₄ ve 7,1 g Na₂HPO₄ saf suda çözülür, tamponun ph seviyesi 1N NaOH ile 7.4'e ayarlanır ve çözeltinin hacmi 1 L'ye tamamlanır.¹⁴²

Hesaplamalar:

- “E.Ü.= (2,3 / Δx) x [(log A₁ / log A₂)]
- Δx= 30 saniye
- 2,3= 1 μmol H₂O₂'nin 1 cm'lik ışık yolunda verdiği optik dansisite.”¹⁴²

3.9.4. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Tayini

SOD aktivitesinin tayini, Sun ve ark.¹⁴³ tarafından önerilen yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, ksantin ve ksantin oksidazın (XOD) kullanılmasıyla süperoksit radikalleri meydana getirilir. Bu radikallerin nitro blue tetrazolium (N.B.T) ile oluşturulan mavi renkteki formazan boyasının, 560 nm dalgada vermiş olduğu optik dansite (OD) okunur. Örnekte yer alan SOD aktivitesi, süperoksit radikallerini ortamdaki uzaklaştırıp formazan tepkimesini inhibe etmektedir. Deneme koşullarında SOD aktivitesinin bir ünitesi, N.B.T indirgenme hızının %50 inhibisyonudur.”¹⁴²

Reaktif Çözeltisinin Hazırlanışı:

1. “0.3 mM Ksantin*: 4.56 mg ksantin 100 ml bidistile suda çözüldü.
2. 0.6 mM EDTA: 4.46 mg EDTA 20 ml bidistile suda çözüldü.
3. 150 mg/L NBT: 12.3 mg NBT 100 ml bidistile suda çözüldü.
4. 400 mM Na₂CO₃: 2.544 g Na₂CO₃ 60 ml bidistile suda çözüldü.
5. Sığır serum albümin (1g/L): 12 mg BSA 12 ml bidistile suda çözüldü.

6. 40 ml ksantin çözeltisi, 20 ml EDTA çözeltisi, 20 ml NBT çözeltisi, 12 ml Na₂CO₃ çözeltisi, 6 ml BSA'yı karıştırıldı.
7. Ksantin oksidaz (167 u/L) enziminden 16 µl alınıp 1 ml 2 M (NH₄)₂SO₄ da çözüldü.
8. 2M (NH₄)₂SO₄ 10 ml'ye saf su ile tamamlandı (+4 °C'de muhafaza edildi).
9. 0,8 mM CuCl₂.2H₂O hazırlandı, 100 ml'ye saf su ile tamamlandı.

*Önce birkaç damla 1N NaOH de çözüldü.”¹⁴²

Deneyin yapılışı:

Tablo 3.1. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin tayini¹³⁸

	Kör	Örnek
“Reaktif	1.425 mL	1.425 mL
Örnek	-	0.05 mL
Bidistile su	0.1 mL	-
Ksantin oksidaz	0.025 mL	0.025 mL
25°C'de oda sıcaklığında 20 dk bekletilir		
CuCl ₂	0.050 mL	0.050 mL”

Tablo 3.1.'de belirtilen şekilde pipetleme işlemi yapılarak sonrasında kör ve örnek tüpleri 560 nm hızında saf suya karşı okunmaktadır.

Hesaplamalar:

- “(Kör OD – Numune OD) / Kör OD
- 1 Ünite SOD: NBT redüksiyonunu %50 inhibe eden enzim aktivitesidir.”¹³⁸

3.9.5. Glutasyon Peroksidaz (GPx) Aktivitesinin Tayini

Glutasyon peroksidaz aktivitesi belirlenmesi için Beutler'in¹⁴⁴ tayin yöntemi uygulandı. “Bu metodun prensibi redükte glutasyonun hidrojen peroksitle reaksiyonu sonucu okside glutatyona yükseltgenmesini katalizleyen glutasyon peroksidazin (glutasyon: H₂O₂ oksidoredüktaz, EC 1.11.1.9) aktivitesinin okside glutasyonun

(GSSG), NADPH varlığında glutatyon redüktaz (GR) enzimi tarafından GSH'a indirgenmesi, NADPH'daki azalmasının 340 nm'de takip edilmesi esasına dayanır."¹³⁸

Kullanılan Çözeltiler:

1. "Fosfat tamponu, 3.402 g KH_2PO_4 tartıldı, 100 ml deiyonize suda çözüldü, pH 1N KOH ile 7.0'a ayarlanıp hacim deiyonize su ile 250 ml ye tamamlandı.
2. 0.2 M EDTA, 0.37 g EDTA 5 ml deiyonize suda çözüldü.
3. 10 mM H_2O_2 , 8.59 μl orijinal (%35 w/w) şişeden alınıp 10 ml fosfat tamponunda çözüldü.
4. 0.4 M Na- azid, 0.026 g Na- azid 1ml deiyonize suda çözüldü.
5. 2 mM NADPH, 0.017 g NADPH 10 ml deiyonize suda çözüldü. Günlük olarak hazırlandı.
6. 0.1 M GSH, 0.03 g GSH 1ml deiyonize suda çözüldü. Günlük olarak hazırlandı.
7. 10 U/ ml GR, 100 μl GR 10 ml deiyonize suda çözüldü."¹³⁸

Deneyin yapılışı:

Tablo 3.2. Glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitesinin tayini¹³⁸

	Kör (μl)	Örnek (μl)
"Fosfat tamponu	100	100
GSH	-	10
EDTA	20	20
GR	100	100
Na-azid	10	10
NADPH	100	100
Numune	50	50
Bidistile su	640	630
Tüpler vortekslendi, 37°C'de 10 dakika inkübe edildi.		
H_2O_2	10	10
340 nm'de absorbanslar okundu."		

Tablo 3.2.'de belirtilen şekilde pipetleme işlemi yapılır ve sonrasında kör ve örnek tüpleri 340 nm'de saf suya karşı okunur.

Hesaplamalar:

- “Glutasyon peroksidaz Aktivitesi (U / ml) = ($\Delta OD / t$) x [(Vt) / (6,22 x Vö)]
- Glutasyon peroksidaz aktivitesi U/ ml olarak belirlendi.
- 0., 2,5., 5. dakikalarda 340 nm'de spektrofotometrede okumalar yapıldı.
- ΔOD : Zamana göre absorbans değişimi
- t: Zaman
- Vt: Toplam reaksiyon hacmi (ml)
- Vö: Örnek hacmi (ml)
- 6,22: 1 nmol NADPH'ın 1 cm'lik ışık yolunda verdiği optik dansite.”¹³⁸

3.10. Yoğun İnterval Antrenman Programı

Araştırmaya katılan deney grubundaki kadın futbolculara, yoğun interval antrenman programı uygulanmıştır. Kadın futbolculara 12 hafta süresince haftada 3 gün %80-%90 yoğunlukta 15 saniyelik sprint egzersizleri yaptırılmıştır. Antrenmanlarda tekrarlar arası dinlenme 30 sn tutulurken setler arası dinlenme ise verimsel formda 2 dk olarak ayarlanmıştır.

Antrenman şiddetinin belirlenmesi:

Kadın futbolculara uygulanan yoğun interval antrenmanların şiddetini belirlemek için Karvonen metodu¹⁴⁵ kullanılmıştır. Her bir sporcunun antrenmanlardaki yüklenme yoğunluğu, Karvonen formülü ile hesaplanmış ve hedef kalp atım sayıları belirlenmiştir.

$$HKAH = (MKAH - DKAH) \times (\% \text{ Antrenman Şiddeti}) + DKAH$$

- HKAH: Hedef Kalp Atım Hızı
- MKAH: Maksimum Kalp Atım Hızı (220- Yaş)
- DKAH: Dinlenik Kalp Atım Hızı

Tablo 3.3. 12 Haftalık yoğun interval antrenman programı

Haftalar	Yüklenme Yoğunluğu	Yüklenme Süresi	Tekrar Sayısı	Tekrarlar Arası Dinlenme	Yaklaşık Koşu Mesafesi	Set Sayısı	Setler Arası Dinlenme	Antrenman Süresi	Antrenman Sıklığı
1. Hafta	%80	15 sn	8	30 sn	75 m	1	-	6 dk	3 gün
2. Hafta	%85	15 sn	8	30 sn	80 m	1	-	6 dk	3 gün
3. Hafta	%85	15 sn	8	30 sn	80 m	1	-	6 dk	3 gün
4. Hafta	%90	15 sn	8	30 sn	85 m	1	-	6 dk	3 gün
5. Hafta	%80	15 sn	8	30 sn	75 m	2	1x2 dk	14 dk	3 gün
6. Hafta	%85	15 sn	8	30 sn	80 m	2	1x2 dk	14 dk	3 gün
7. Hafta	%85	15 sn	8	30 sn	80 m	2	1x2 dk	14 dk	3 gün
8. Hafta	%90	15 sn	8	30 sn	85 m	2	1x2 dk	14 dk	3 gün
9. Hafta	%80	15 sn	8	30 sn	75 m	3	2x2 dk	22 dk	3 gün
10. Hafta	%85	15 sn	8	30 sn	80 m	3	2x2 dk	22 dk	3 gün
11. Hafta	%85	15 sn	8	30 sn	80 m	3	2x2 dk	22 dk	3 gün
12. Hafta	%90	15 sn	8	30 sn	85 m	3	2x2 dk	22 dk	3 gün

3.11. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler, SPSS paket programı kullanılarak analiz edildi. Verilerin normallik düzeyi “Shapiro-Wilk testi” ile değerlendirildi.¹⁴⁶ Normal dağılım gösteren veriler için parametrik testlerden “bağımsız örnekleme (independent samples) t-testi ve bağımlı örnekleme (paired samples) t-testi” kullanıldı. Normal dağılıma sahip olmayan veriler için de nonparametrik testlerden “Mann Whitney U testi ve Wilcoxon testi” kullanıldı. İstatistiksel sonuçların yorumlanmasında $p < 0.05$ anlamlılık düzeyi kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Genel Özellikler

Kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının lipid peroksidasyonu ve bazı antioksidan aktiviteler üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlayan bu araştırmada, deney grubu (DG) ve kontrol grubu (KG) genel özelliklerine ait verilerin normallik dağılımları “Shapiro-Wilk testi” ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.1.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Grupların genel özelliklerine ait normallik testi sonuçları

Genel Özellikler	Gruplar	N	Shapiro-Wilk	p
Yaş	DG	13	.909	.171
	KG	14	.956	.659
Boy Uzunluğu	DG	13	.952	.623
	KG	14	.974	.927
Vücut Ağırlığı	DG	13	.970	.889
	KG	14	.892	.105
BKİ	DG	13	.943	.491
	KG	14	.968	.842

Tablo 4.1. incelendiğinde araştırmaya katılan deney ve kontrol grubundaki kadın futbolcuların genel özelliklerine ilişkin değerlerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p>0.05$).

Antrenmanlar öncesinde ilk olarak araştırma modeline göre yansız atama yöntemi ile oluşturulan deney ve kontrol grubunun birbirine benzer olup olmadıkları analiz edilmiştir. Yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve BKİ değerleri her iki grupta normal dağılıma sahip olduğu için istatistiksel karşılaştırmalar, “bağımsız örneklem (independent samples) t-testi” ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular Tablo 4.2.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Grupların genel özelliklerine ait bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Genel Özellikler	Gruplar	N	$\bar{X}\pm SS$	t	p
Yaş (yıl)	DG	13	18.78±1.63	-.841	.408
	KG	14	19.44±2.34		
Boy Uzunluğu (cm)	DG	13	162.69±3.40	.372	.713
	KG	14	162.14±4.20		
Vücut Ağırlığı (kg)	DG	13	53.94±6.90	.121	.905
	KG	14	53.66±4.75		
BKİ (kg/m ²)	DG	13	20.33±2.13	-.092	.927
	KG	14	20.40±1.36		

Bulgulara göre deney ve kontrol grubundaki kadın futbolcuların yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve BKİ değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Sonuçlar, deney ve kontrol grubunun genel özellikler açısından birbirine benzer olduğunu göstermiştir.

4.2. Lipid Peroksidasyonu

Araştırmaya katılan kadın futbolcuların lipid peroksidasyonu seviyesini belirlemek amacıyla gerçekleştirilecek analizler için MDA ön test ve son test değerlerinin normallik dağılımı “Shapiro-Wilk testi” ile kontrol edilmiştir. Sonuçlar Tablo 4.3.’te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. MDA ön test ve son test değerlerine ait normallik testi sonuçları

Testler	Gruplar	Shapiro-Wilk	p
MDA-Ön Test	DG	.762	.002
MDA-Ön Test	KG	.920	.217
MDA-Son Test	DG	.870	.052
MDA-Son Test	KG	.706	.000

Normallik testi sonuçlarına göre MDA parametresinde, deney grubunun ön test, kontrol grubunun ise son test değerlerinin normal dağılıma sahip olmadığı ($p<0.05$) gözlenmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının MDA ön test değerlerinin birbirine benzer olup olmadığını belirlemek amacıyla her iki grubun MDA ön test değerleri karşılaştırılmıştır. Deney grubu ön test değerleri, normal dağılım varsayımını ihlal ettiği için analiz nonparametrik testlerden “Mann Whitney U testi” ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular Tablo 4.4.’te verilmiştir.

Tablo 4.4. Grupların MDA ön test değerlerine ait Mann Whitney U testi sonuçları

Testler	Gruplar	N	$\bar{X}\pm SS$	$\bar{X}_{sıra}$	U	z	p
MDA-Ön Test ($\mu\text{mol/L}$)	DG	13	9.51 \pm 1.91	14.000	91.000	.000	1.000
	KG	14	9.45 \pm 1.52	14.000			

Bulgulara göre deney ve kontrol gruplarının MDA ön test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($z=0.00$, $p>0.05$). MDA ön test değerleri açısından deney ve kontrol gruplarının birbirine denk olduğu belirlenmiştir.

Kontrol ve deney grubunun antrenmanlar öncesi ve sonrasındaki MDA değerlerinde bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla grupların MDA ön test ve son test değerleri karşılaştırılmıştır. Kontrol grubunun son test değerleri, deney grubunun ise ön test değerleri normal dağılım varsayımını ihlal ettiği için analizler, nonparametrik testlerden “Wilcoxon testi” ile gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.5.’te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Kontrol ve deney grubu MDA tanımlayıcı istatistik sonuçları

Gruplar	Testler	N	$\bar{X} \pm SS$
KG	MDA Ön Test ($\mu\text{mol/L}$)	14	9.45 \pm 1.52
	MDA Son Test ($\mu\text{mol/L}$)	14	9.20 \pm 1.49
DG	MDA-Ön Test ($\mu\text{mol/L}$)	13	9.51 \pm 1.91
	MDA-Son Test ($\mu\text{mol/L}$)	13	10.25 \pm 1.60

Kontrol grubu MDA ön test ve son test değerlerine ait sonuçlar Tablo 4.6.'da deney grubu değerlerine ilişkin sonuçlar ise Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.6. Kontrol grubu MDA ön test ve son test değerleri Wilcoxon testi sonuçları

Testler		N	$\bar{X}_{\text{sıra}}$	$\sum \text{sıra}$	z	p
MDA Son Test- MDA Ön Test	Azalanlar	8	7.63	61.00	-.534	.594
	Artanlar	6	7.33	44.00		
	Eşit	0				
	Toplam	14				

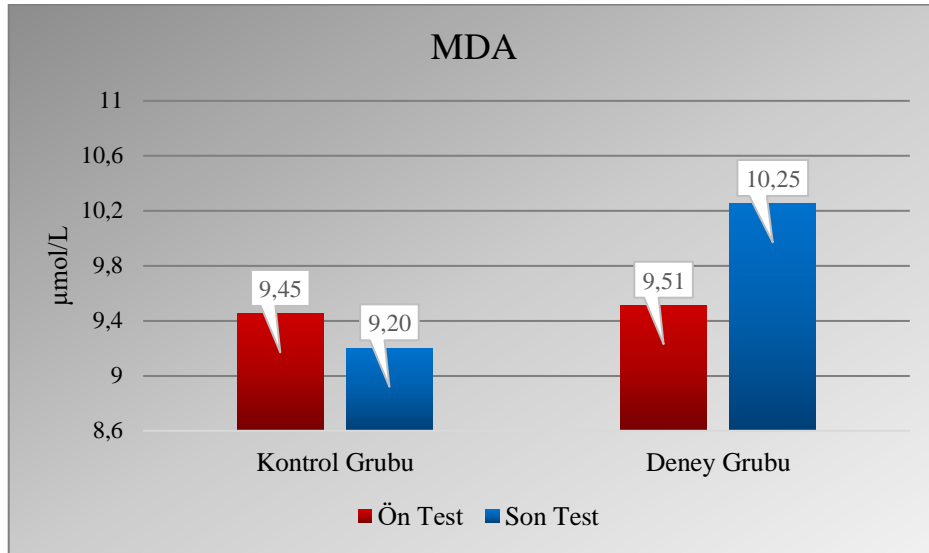
Kontrol grubu test sonuçlarına göre MDA ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($z=-0.534$, $p>0.05$).

Tablo 4.7. Deney grubu MDA ön test ve son test değerleri Wilcoxon testi sonuçları

Testler		N	$\bar{X}_{\text{sıra}}$	$\sum \text{sıra}$	z	p
MDA Son Test- MDA Ön Test	Azalanlar	4	6.75	27.00	-1.293	.196
	Artanlar	9	7.11	64.00		
	Eşit	0				
	Toplam	13				

Deney grubunda test sonuçlarına göre MDA ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($z=-1.293$, $p>0.05$).

Araştırmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, kontrol grubu kadın futbolcularının MDA ön test (9.45 ± 1.52 $\mu\text{mol/L}$) ve son test (9.20 ± 1.49 $\mu\text{mol/L}$) değerlerinin birbirine yakın olduğu ve aralarında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p>0.05$), deney grubu kadın futbolcularının ise MDA son test (10.25 ± 1.60 $\mu\text{mol/L}$) değerlerinin, ön test (9.51 ± 1.91 $\mu\text{mol/L}$) değerlerine göre ılımlı bir şekilde arttığı ancak artışın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Kontrol ve deney grubu MDA değerlerine ilişkin ortalamalar Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. MDA ön test ve son test değerleri

4.3. Antioksidanlar

Yoğun interval antrenman programının antioksidan aktiviteler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilecek analizler için GSH, CAT, SOD ve GPx ön test ve son test değerlerinin normallik dağılımı “Shapiro-Wilk testi” ile kontrol edilmiştir. Sonuçlar Tablo 4.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. GSH, CAT, SOD ve GPx değerlerine ait normallik testi sonuçları

Testler	Gruplar	Shapiro-Wilk	p
GSH-Ön Test	DG	.947	.548
GSH-Ön Test	KG	.711	.000
GSH-Son Test	DG	.952	.633
GSH-Son Test	KG	.961	.747
CAT-Ön Test	DG	.646	.000
CAT-Ön Test	KG	.616	.000
CAT-Son Test	DG	.628	.000
CAT-Son Test	KG	.516	.000
SOD-Ön Test	DG	.900	.136
SOD-Ön Test	KG	.940	.413
SOD-Son Test	DG	.873	.058
SOD-Son Test	KG	.972	.897
GPx-Ön Test	DG	.964	.808
GPx-Ön Test	KG	.951	.579
GPx-Son Test	DG	.904	.150
GPx-Son Test	KG	.937	.379

Normallik testi sonuçlarına göre GSH düzeyinde, kontrol grubunun ön test değerlerinin normal dağılıma sahip olmadığı ($p < 0.05$); CAT aktivitesinde, deney ve kontrol grubunun ön test ve son test değerlerinin normal dağılıma sahip olmadığı ($p < 0.05$); SOD ve GPx aktivitelerinde ise deney ve kontrol grubunun ön test ve son test değerlerinin normal dağılım gösterdiği ($p > 0.05$) gözlenmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının antioksidan aktivitelere ilişkin ön test değerlerinin birbirine benzer olup olmadığını belirlemek amacıyla her iki grubun GSH, CAT, SOD ve GPx ön test değerleri karşılaştırılmıştır. GSH düzeyinde kontrol grubunun ön test, CAT aktivitesinde her iki grubun ön test değerleri, normal dağılım varsayımını ihlal ettiği için analizler nonparametrik testlerden “Mann Whitney U testi” ile gerçekleştirilmiştir. SOD ve GPx aktivitelerinde ise değerler normal dağılım gösterdiği için analizler, “bağımsız örneklem (independent samples) t-testi” ile yapılmıştır. Bulgular Tablo 4.9. ve Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.9. GSH ve CAT ön test değerleri Mann Whitney U testi sonuçları

Testler	Gruplar	N	$\bar{X}\pm SS$	$\bar{X}_{sıra}$	U	z	p
GSH-Ön Test ($\mu\text{mol/L}$)	DG	13	0.76 \pm 0.17	15.846	67.000	-1.165	.244
	KG	14	0.77 \pm 0.34				
CAT-Ön Test (U/L)	DG	13	0.076 \pm 0.00	14.731	81.500	-.541	.588
	KG	14	0.076 \pm 0.00				

Bulgulara göre deney ve kontrol gruplarının GSH ön test değerlerinde, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($z=-1.165$, $p>0.05$). Aynı şekilde CAT ön test değerlerinde de gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($z=-0.541$, $p>0.05$). Bu sonuçlara göre GSH ve CAT ön test değerleri açısından deney ve kontrol gruplarının birbirine benzer olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.10. SOD ve GPx ön test değerleri bağımsız örneklem t-testi sonuçları

Testler	Gruplar	N	$\bar{X}\pm SS$	t	p
SOD-Ön Test (U/L)	DG	13	8.96 \pm 5.01	-.251	.804
	KG	14	9.35 \pm 3.04		
GPx-Ön Test (U/ml)	DG	13	1.11 \pm 0.23	-.113	.911
	KG	14	1.12 \pm 0.33		

Tablo 4.10.'a göre deney ve kontrol gruplarının SOD ön test değerlerinde, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t=-0.251$, $p>0.05$). Aynı şekilde GPx ön test değerlerinde de gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t=-0.113$, $p>0.05$). Bu sonuçlara göre SOD ve GPx ön test değerleri açısından deney ve kontrol gruplarının birbirine benzer olduğu belirlenmiştir.

Kontrol grubunun antrenmanlar öncesi ve sonrasındaki GSH, CAT, SOD ve GPx değerlerinde bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla aktivitelerin ön test ve son test değerleri karşılaştırılmıştır. GSH son test değerleri ve CAT ön test ve son

test değerleri, normal dağılım varsayımını ihlal ettiği için bu analizler nonparametrik testlerden “Wilcoxon testi” ile; SOD ve GPx ön test ve son test değerleri ise normal dağılıma sahip olduğu için bu analizler de “bağımlı örneklem (paired samples) t-testi” ile gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.11.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Kontrol grubu GSH ve CAT değerleri tanımlayıcı istatistik sonuçları

Gruplar	Testler	N	$\bar{X} \pm SS$
KG	GSH Ön Test ($\mu\text{mol/L}$)	14	0.77 \pm 0.34
	GSH Son Test ($\mu\text{mol/L}$)	14	0.82 \pm 0.10
KG	CAT-Ön Test (U/L)	14	0.076 \pm 0.00
	CAT-Son Test (U/L)	14	0.076 \pm 0.00

Kontrol grubu GSH ve CAT ön test ve son test değerlerine ilişkin bulgular Tablo 4.12.’de SOD ve GPx değerlerine ilişkin bulgular ise Tablo 4.13.’te gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Kontrol grubu GSH ve CAT değerleri Wilcoxon testi sonuçları

Testler	N	$\bar{X}_{\text{sıra}}$	$\sum \text{sıra}$	z	p	
GSH-Son Test- GSH-Ön Test	Azalanlar	4	8.75	35.00	-1.099	.272
	Artanlar	10	7.00	70.00		
	Eşit	0				
	Toplam	14				
CAT-Son Test- CAT-Ön Test	Azalanlar	5	4.50	22.50	-.707	.480
	Artanlar	3	4.50	13.50		
	Eşit	6				
	Toplam	14				

Kontrol grubunun test sonuçlarına göre GSH ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($z=-1.099$, $p>0.05$). Aynı şekilde CAT ön test ve son test değerleri arasında da anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($z=-0.707$, $p>0.05$).

Tablo 4.13. Kontrol grubu SOD ve GPx değerleri bağımlı örneklem t-testi sonuçları

Testler	N	$\bar{X}\pm SS$	t	p
SOD Ön Test (U/L)	14	9.35±3.04	-2.805	.015*
SOD Son Test (U/L)	14	12.09±2.38		
GPx-Ön Test (U/ml)	14	1.12±0.33	.369	.718
GPx-Son Test (U/ml)	14	1.08±0.18		

*p<0.05

Tablo 4.13.'teki kontrol grubu bulgularına göre SOD ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. (t=-2.805, p<0.05) GPx ön test ve son test değerleri arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (t=0.369, p>0.05).

Deney ve kontrol gruplarının antioksidan aktivitelere ilişkin ön test değerlerinin birbirine benzer olup olmadığını belirlemek amacıyla her iki grubun GSH, CAT, SOD ve GPx ön test ve son test değerleri karşılaştırılmıştır. CAT ön test ve son test değerleri normal dağılım varsayımını ihlal ettiği için bu analiz nonparametrik testlerden "Wilcoxon testi" ile; GSH, SOD ve GPx ön test ve son test değerleri ise normal dağılıma sahip olduğu için bu analizler de "bağımlı örneklem (paired samples) t-testi" ile gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.14.'te verilmiştir.

Tablo 4.14. Deney grubu CAT değerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları

Gruplar	Testler	N	$\bar{X}\pm SS$
DG	CAT-Ön Test (U/L)	13	0.076±0.00
	CAT-Son Test (U/L)	13	0.077±0.00

Deney grubu CAT ön test ve son test değerlerine ait istatistik sonuçları Tablo 4.15.'te; GSH, SOD ve GPx değerlerine ait sonuçlar ise Tablo 4.16.'da sunulmuştur.

Tablo 4.15. Deney grubu CAT değerleri Wilcoxon testi sonuçları

Testler	N	\bar{X} sıra	\sum sıra	z	p	
CAT Son Test- CAT n Test	Azalanlar	3	4.50	13.50	-.707	.480
	Artanlar	5	4.50	22.50		
	Eşit	5				
	Toplam	13				

Deney grubunun test sonuçlarına göre CAT n test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($z=-0.707$, $p>0.05$).

Tablo 4.16. Deney grubu GSH, SOD ve GPx değerleri bağımlı örneklem t-testi sonuçları

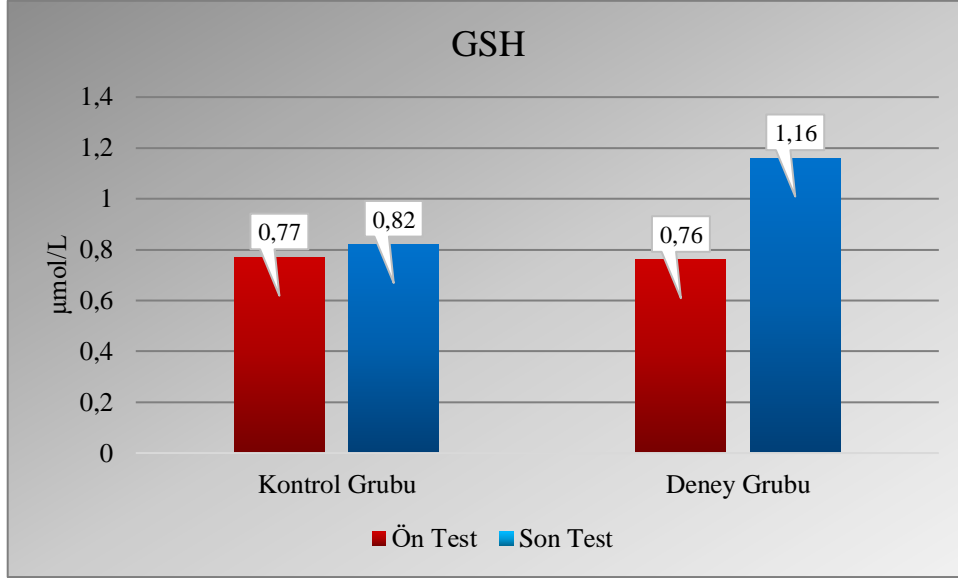
Testler	N	$\bar{X}\pm SS$	t	p
GSH-n Test ($\mu\text{mol/L}$)	13	0.76 \pm 0.17	-2.461	.030*
GSH-Son Test ($\mu\text{mol/L}$)	13	1.16 \pm 0.55		
SOD-n Test (U/L)	13	8.96 \pm 5.01	-2.716	.019*
SOD-Son Test (U/L)	13	12.75 \pm 2.04		
GPx-n Test (U/ml)	13	1.11 \pm 0.23	-2.500	.028*
GPx-Son Test (U/ml)	13	1.48 \pm 0.44		

* $p<0.05$

Deney grubu bulgularına göre GSH n test ve son test değerleri ($t=-2.461$, $p<0.05$), SOD n test ve son test değerleri ($t=-2.716$, $p<0.05$) ve GPx n test ve son test değerleri ($t=-2.500$, $p<0.05$) arasında son testler lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

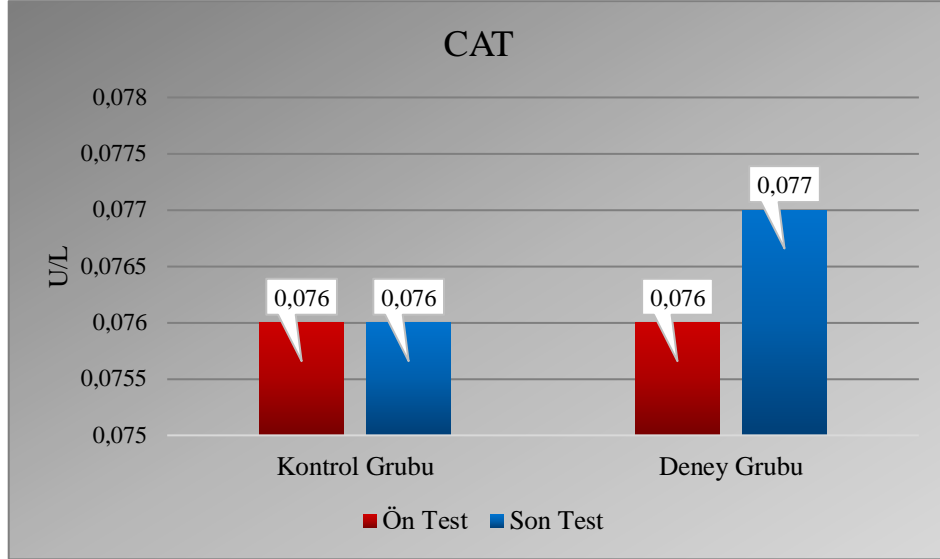
Araştırmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, kontrol grubu kadın futbolcularının GSH düzeyi ön test (0.77 \pm 0.34 $\mu\text{mol/L}$) ve son test (0.82 \pm 0.10 $\mu\text{mol/L}$) değerleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p>0.05$); deney grubu kadın futbolcularının ise GSH düzeyi son test değerlerinin (1.16 \pm 0.55 $\mu\text{mol/L}$), n test

değerlerine ($0.76 \pm 0.17 \mu\text{mol/L}$) göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Kontrol ve deney grubu GSH düzeyi ortalama değerleri Şekil 4.2.'de verilmiştir.



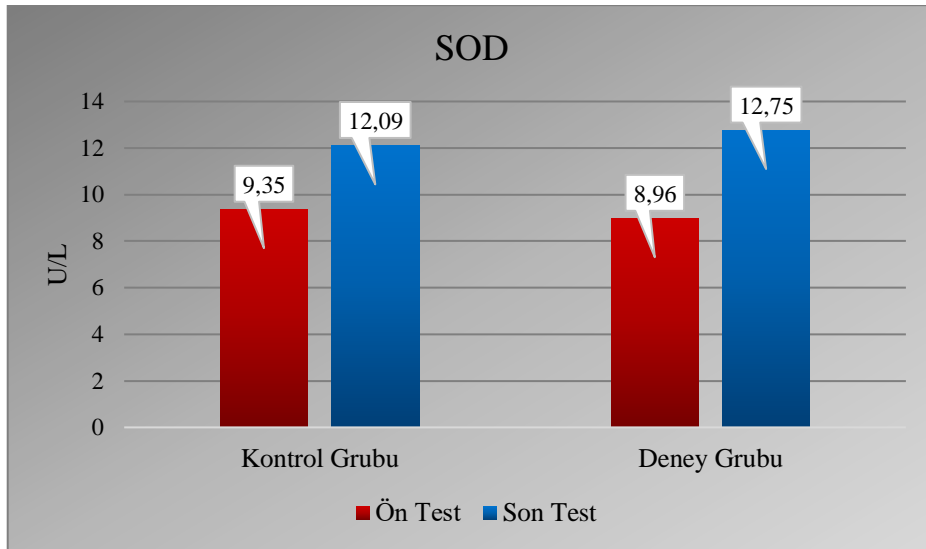
Şekil 4.2. GSH ön test ve son test değerleri

Araştırma sonuçlarına göre, kontrol grubu kadın futbolcularının CAT aktivitesi ön test ($0.076 \pm 0.000 \text{ U/L}$) ve son test ($0.076 \pm 0.000 \text{ U/L}$) değerleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p > 0.05$); benzer şekilde deney grubu kadın futbolcularının da CAT aktivitesi ön test ($0.076 \pm 0.001 \text{ U/L}$) ve son test ($0.077 \pm 0.001 \text{ U/L}$) değerleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p > 0.05$) tespit edilmiştir. Kontrol ve deney grubu CAT aktivitesi ortalama değerleri Şekil 4.3.'de gösterilmiştir.



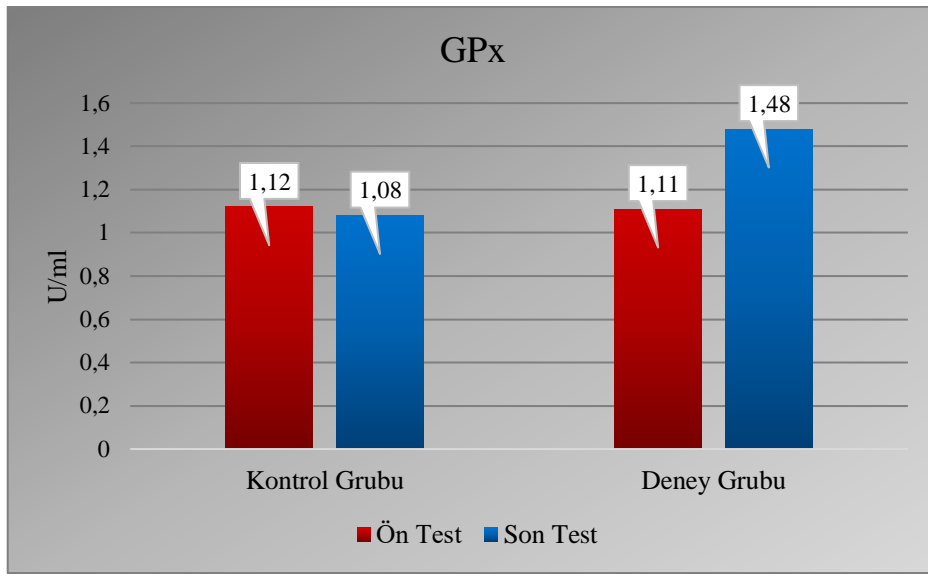
Şekil 4.3. CAT ön test ve son test değerleri

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, kontrol grubu kadın futbolcularının SOD aktivitesi son test değerlerinin (12.09 ± 2.38 U/L), ön test değerlerine (9.35 ± 3.04 U/L) göre daha yüksek olduğu ($p < 0.05$); benzer şekilde deney grubu kadın futbolcularının da SOD aktivitesi son test değerlerinin (12.75 ± 2.04 U/L), ön test değerlerine (8.96 ± 5.01 U/L) göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir. Kontrol ve deney grubu SOD aktivitesi ortalama değerleri Şekil 4.4.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. SOD ön test ve son test değerleri

Araştırmadan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, kontrol grubu kadın futbolcularının GPx aktivitesi ön test (0.77 ± 0.34 U/ml) ve son test (0.82 ± 0.10 U/ml) değerleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p>0.05$); deney grubu kadın futbolcularının ise GPx aktivitesi son test değerlerinin (1.48 ± 0.44 U/ml), ön test değerlerine (1.11 ± 0.23 U/ml) göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Kontrol ve deney grubu GPx aktivitesi ortalama değerleri şekil 4.5.'de gösterilmiştir.



şekil 4.5. GPx ön test ve son test değerleri

5. TARTIŞMA

Futbol, artık günümüzde yüksek yoğunluklarda oynanan bir oyun haline gelmiştir. Bu açıdan iyi bir performans göstergesine ulaşmak ancak uygun antrenman programları sayesinde gerçekleşebilir. Yoğun interval antrenmanlar, futbolda performansı arttırmak için tercih edilen etkili antrenman türlerinden biridir. Bu antrenman metodunun uygunluğu, erkek futbolcular üzerinde belirli düzeyde araştırılmasına karşın kadın futbolcularda halen yeterli seviyeye ulaşmamıştır. Bu nedenle kadın futbolcularda, yoğun interval antrenman programının lipid peroksidasyonu ve bazı antioksidan aktivitelere etkisinin belirlenmesi önemlidir. Araştırmamızda, kadın futbolcularda düzenli futbol antrenmanlarına ek olarak 12 hafta süresince haftada üç gün uygulanan yoğun interval antrenman programının MDA ve GSH düzeyi ile CAT, SOD ve GPx aktivitelerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kadın futbolculardan antrenmanlar öncesi ve sonrasında dinlenik durumda alınan kan örnekleri uygun koşullarda saklandıktan sonra laboratuvar ortamında spektrofotometrik yöntemler kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen değerler karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Egzersiz, organizmada oksijene olan gereksinimi arttırdığı için serbest radikallerin oluşumuna neden olur. Antioksidan savunma sistemleri, serbest radikallerin oluşumunu ve etkilerini engellemeye çalışır. Egzersizin yapısına göre ROS ve antioksidanlar arasındaki denge bozulabilir ve oksidatif stres meydana gelebilir.⁸⁹

Egzersiz oksidatif stres ile ilişkisini belirlemek amacıyla en çok kullanılan lipid peroksidasyonu belirteci MDA'dır.^{53,147} MDA düzeyinin uygulanan egzersizin yoğunluk ve süresi ile bağlantılı olarak oksidatif strese yol açabileceği ve lipid peroksidasyonu tepkimelerini yükseltebileceği belirtilmektedir.¹⁴⁸⁻¹⁵¹

Egzersiz ile oksidatif stresin ilişkisi insanlarda ilk olarak 1978 yılında Dillard ve ark.'nın¹⁵² gerçekleştirdiği araştırma ile belirlenmiştir. Yüklenme şiddetinin %50, egzersiz süresinin de 60 dk olarak belirlendiği bu çalışmada, dayanıklılık egzersizinin lipid peroksidasyonu seviyesinde bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

da Costa ve ark.¹⁵³ 10 erkek futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmada maksimal oksijen tüketiminin ($VO_2 \text{ max}$) %55-%95'i şiddetinde uygulanan 90 dk'lık koşu ve jogging egzersizinin, MDA seviyesini önemli düzeyde arttırdığı belirtilmiştir. Benzer şekilde 10 kadın voleybolcuya 20 m mekik koşusu testinin uygulandığı diğer bir çalışmada da MDA düzeyinde önemli bir artışın olduğu bildirilmiştir.¹⁵⁴

Shadab ve ark.¹⁵⁵ futbolcu, hokeyci ve orta mesafeci koşuculara koşu bandında 10 km/s hızında uygulanan 90 dk'lık koşu egzersizinin MDA seviyesini önemli ölçüde arttırdığını bulmuşlardır. Dayanıklılık sporcuları üzerine yapılan bir başka çalışmada da akut maksimal aerobik egzersizin MDA düzeyini yükselttiği saptanmıştır.¹⁵⁶

19-30 yaşlarındaki 18 futbolcuya bir ay süreli sprint antrenmanlarının uygulandığı çalışmada antrenmanlar öncesinde yapılan sprint egzersizinin, MDA düzeyinde bir azalış oluşturduğu ancak bu azalışın anlamlı olmadığı; bir aylık antrenmanlardan sonra yine aynı protokol ile uygulanan sprint antrenmanlarından sonra ise MDA değerinde anlamlı bir artışın olduğu belirlenmiştir.¹⁵⁷

Çelik ve ark.'nın¹⁵⁸ 14-17 yaşlarında olan 18 erkek futbolcuya uyguladıkları akut egzersizin MDA düzeyinde bir azalış oluşturduğu belirlenmiştir. Elit sporcular üzerinde yapılan diğer bir çalışmada yüksek yoğunluklu interval antrenmanın MDA düzeyini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur.¹⁵⁹ Uzun mesafeci atletler üzerine yapılan farklı bir çalışmada atletlerin MDA değerlerinin, sedanter grupta yer alanlara göre anlamlı bir düzeyde azaldığı belirtilmiştir.¹⁶⁰

Üniversite öğrencilerine 8 haftalık orta ve yüksek yoğunluktaki kuvvet antrenmanlarının uygulandığı bir çalışmada, her iki antrenman grubunda da MDA düzeyinde önemli bir azalış bulunmuştur.¹⁶¹ Diğer bir araştırmada 6 haftalık ve haftada 3 gün olarak uygulanan kuvvet antrenmanlarının da MDA düzeyini anlamlı bir şekilde azalttığı bildirilmiştir.¹⁶²

Olubajo ve ark.¹⁶³ yaş ortalamaları $18,80 \pm 1,20$ yıl olan 12 kadın futbolcu üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, futbolcular koşu bandında 0,5 km/s hızda 3 dk ısındıktan sonra 20 dk süren ve 0,5 km/s hızda başlayarak 2 dk'da bir hızı 1,5 km/s hıza ulaşıncaya kadar arttırılan bir egzersize tabi tutuldular. Egzersizden sonra futbolcuların MDA düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Kıyıcı ve Kishali¹⁶⁴ 20 elit kayakçı üzerinde bir aylık süre ile sprint antrenmanı uyguladıkları araştırmada, antrenmanlar öncesinde yapılan sprint egzersizinin MDA düzeyinde bir azalma oluşturduğu; bir aylık antrenmanlardan sonra yine aynı protokol ile uygulanan sprint antrenmanlarından sonra ise MDA değerinde bir farklılığın oluşmadığı saptanmıştır.

Literatürde egzersiz ve oksidatif stres ile ilgili yapılan çalışmalarda MDA değerinde farklı sonuçlar bulunmuştur. Ancak genel olarak yoğunluğu yüksek olan akut egzersizlerin oksidatif strese yol açtığı, kronik egzersizlerin ise zamanla gelişen adaptasyon ile birlikte oksidatif stres oluşturmadığı görülmektedir.

Araştırmamızda, kontrol grubu kadın futbolcularının MDA düzeyi ön test ile son test verilerinin birbirine yakın olduğu ve aralarında anlamlı bir farklılığın olmadığı; deney grubu kadın futbolcularının ise MDA düzeyi son test verilerinin, ön test verilerine kıyasla ılımlı şekilde arttığı ancak artışın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Hipotez 1 Yorumu: MDA düzeyine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde, araştırma hipotezi olan H_1 hipotezinin reddine, yokluk hipotezi olan H_0 hipotezinin kabulüne karar verildi. Yani sonuçlar, kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının MDA düzeyi üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterdi.

Antioksidanlar, oksijen tüketiminin az olduğu zamanlarda süperoksit radikali ve buna benzer türleri etkisiz hale getirir. Fakat şiddetli egzersizlerde, oksijene olan gereksinim daha fazla olmaktadır. Antioksidanlar, bu gibi durumlarda serbest radikallerin oluşum hızına yanıt veremeyebilir ve hücrel birtakım hasarlar meydana gelebilir.⁷

Yüksek yoğunluklu akut egzersizler, organizmada serbest radikallerin oluşumuna sebep olurken düzenli olarak yapılan egzersizler ise antioksidan savunma sistemlerinde direnç oluşturmaktadır.^{132,133,165} Literatürde egzersiz ve antioksidanlar ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilse de genel olarak kronik egzersizlerin, antioksidan aktiviteleri arttırdığı belirtilmiştir.^{130,131,166,167} Ayrıca organizmanın kronik olarak ılımlı düzeyde bir oksidatif strese maruz kalmasının da antioksidan savunmayı kuvvetlendirdiği bildirilmiştir.^{69,135}

GSH, organizmada birçok farklı dokuda yüksek seviyelerde bulunur. Yapısal olarak “glutamik asid (glutamat), sistein ve glisin” aminoasitlerinden meydana gelen bir tripeptiddir. GSH, peroksitler ve serbest radikaller ile tepkimeye girerek hücreleri, bu maddelerin neden olabileceği oksidatif hasara karşı korur.^{82,110}

Ypatios ve ark.¹⁶⁸ çalışmalarında 103 km dağ ultra maraton yarışına katılan 12 atletin yarışmadan 24, 48 ve 72 saat sonraki GSH düzeyi değerlerinde anlamlı bir azalışın olduğunu belirlemişlerdir. Kadın futbolcular üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, koşu bandında 0,5 km/s ile 1,5 km/s hız aralığında 20 dk uygulanan egzersizin futbolcuların GSH düzeyi değerinde önemli bir azalış oluşturduğu

bulunmuştur.¹⁶³ Benzer şekilde kadın voleybolculara uygulanan dayanıklılık egzersizinin de GSH düzeyinde önemli bir azalış oluşturduğu bildirilmiştir.¹⁵⁴

Andersson ve ark.'nın¹⁶⁹ elit kadın futbolcular üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada maksimum kalp atış hızının %82,0±3,0 şiddetinde gerçekleştirilen 90 dk'lık bir futbol müsabakasından hemen sonra ve 21 saat sonraki GSH düzeyi değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. 20-23 yaşlarındaki 19 elit kadın futbolcu ve milli takımda oynayan 15 elit su topu sporcusu üzerinde yapılan diğer bir araştırmada futbol, su topu ve kontrol gruplarında GSH parametresinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.¹⁷⁰

Çakır Atabey ve ark.'nın¹⁶² 16 sağlıklı genç üzerinde 6 hafta boyunca haftada 3 gün olarak uyguladıkları kuvvet antrenmanlarının GSH düzeyini anlamlı bir şekilde arttırdığını bulmuştur.

Araştırmamızda, kontrol grubu kadın futbolcularının GSH düzeyi ön test ile son test değerlerinde önemli bir farklılığın olmadığı; deney grubu kadın futbolcularının ise GSH düzeyi son test değerleri, ön test değerlerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Hipotez 2 Yorumu: GSH düzeyine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde, araştırma hipotezi olan H₁ hipotezinin kabulüne karar verildi. Yani sonuçlar, kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının GSH düzeyi üzerine anlamlı bir etkisinin olduğunu gösterdi.

CAT aktivitesi, çoğunlukla peroksizomlarda olduğu gibi hücre içindeki organellerde daha az oranda da endoplazmik retikulum ile mitokondride bulunmaktadır. CAT aktivitesi; su, oksijen ve hidrojen peroksiti parçalayarak oksidatif stresin oluşmasını engeller.¹⁷¹

Bulduk ve ark.¹⁵⁴ 18-24 yaşlarında 10 kadın voleybolcuya 20 m mekik koşusu testini uyguladıkları araştırmada CAT aktivitesinde önemli bir azalışın olduğu

belirlenmiştir. Hentbolcular üzerinde yapılan diğer çalışmada da hentbol maçından hemen sonra ve 24 saat sonrasındaki CAT aktivitesi değerlerinde önemli bir azalışın olduğu belirtilmiştir.¹⁷²

Taş¹⁵⁷ futbolculara bir ay süreli sprint antrenmanı uyguladığı çalışmada, antrenmanlar öncesinde yapılan sprint egzersizinin CAT aktivitesinde anlamlı bir artış oluşturduğu; bir aylık antrenmanlardan sonra yine aynı protokol ile uygulanan sprint antrenmanlarından sonra da CAT aktivitesinde anlamlı bir artışın olduğu belirlenmiştir. Elit kayakçılara uygulanan benzer bir çalışmada ise antrenmanlar öncesinde yapılan sprint egzersizinin CAT aktivitesinde bir farklılık oluşturmadığı; bir aylık antrenmanlardan sonra uygulanan sprint antrenmanlarının CAT aktivitesinde anlamlı bir artış oluşturduğu belirtilmiştir.¹⁶⁴

Ugras¹⁵⁹ 21 elit sporcu üzerinde yaptığı çalışmada 10 günlük kısa kamp programında sporculara uygulanan yüksek yoğunluklu interval antrenmanın CAT aktivitesinde önemli bir artış oluşturduğu belirlenmiştir.

da Silva ark.¹⁷³ 6 aylık kuvvet antrenmanı uyguladıkları çalışmada sporcu grubunda CAT aktivitesinde anlamlı bir artışın olduğu; kontrol grubunda ise CAT aktivitesinde anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Futbolcular üzerine yapılan diğer bir çalışmada akut egzersizin CAT aktivitesinde bir artış oluşturduğu ancak artışın anlamlı olmadığı belirlenmiştir.¹⁵⁸ Maratoncular üzerinde yapılan farklı bir araştırmada da koşudan 24, 48 ve 72 saat sonraki CAT aktivitesi değerlerinde herhangi bir farklılık bulunmamıştır.¹⁶⁸

Güreşçilere uygulanan diğer bir araştırmada 4 haftalık aerobik antrenmanın CAT aktivitesinde bir farklılaşma oluşturmadığı belirtilmiştir.¹⁷⁴ Benzer şekilde kadın futbolculara koşu bandında uygulanan 20 dk'lık egzersizin de CAT aktivitesinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.¹⁶³

Araştırmamızda, kontrol grubu kadın futbolcularının CAT aktivitesi ön test ile son test değerlerinde önemli bir farklılığın olmadığı; benzer şekilde deney grubu kadın futbolcularının da CAT aktivitesi ön test ile son test değerlerinde de önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Hipotez 3 Yorumu: CAT aktivitesine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde, araştırma hipotezi olan H_1 hipotezinin reddine, yokluk hipotezi olan H_0 hipotezinin kabulüne karar verildi. Yani sonuçlar, kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının CAT aktivitesi üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterdi.

SOD aktivitesi, hücrede süperoksit radikallerinin zararlı etkilerinin ortadan kaldırma işlevi gören önemli enzimatik antioksidanlardandır.¹⁷⁵ SOD aktivitesinde meydana gelen artış, oksidatif strese karşı adaptasyonu kuvvetlendirir.¹⁷⁶

Elit kayakçılar üzerinde bir aylık sprint antrenmanının uygulandığı bir çalışmada antrenmanlar öncesinde uygulanan sprint egzersizinin SOD aktivitesinde anlamlı bir artış oluşturduğu; bir aylık antrenmanlardan sonra yine aynı şekilde uygulanan sprint antrenmanlarından sonra ise SOD aktivitesinde anlamlı bir düşüşün olduğu belirlenmiştir.¹⁶⁴

Bir başka çalışmada ise kadın futbolcuların SOD aktivitesi değerleri ile kontrol grubunun değerleri arasında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır.¹⁷⁰ Benzer şekilde elit sporculara uygulanan yüksek yoğunluklu interval antrenmanın da SOD aktivitesinde herhangi bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.¹⁵⁹

Mila-Kierzenkowska ve ark.'nın¹⁷⁷ profesyonel erkek voleybolcular üzerinde yaptıkları araştırmada, submaksimal egzersizin SOD aktivitesinde önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir. Futbolculara bir aylık sprint antrenmanın uygulandığı diğer bir araştırmada antrenmanlar öncesinde yapılan sprint egzersizin SOD aktivitesinde anlamlı bir artış oluşturduğu; bir aylık antrenmandan sonra yine aynı

yöntemle uygulanan sprint antrenmanlarının ise SOD aktivitesinde bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.¹⁵⁷

Diğer bir araştırmada altı ay süreli uygulanan kuvvet antrenmanlarının, sporcu grubunda SOD aktivitesi değerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı; kontrol grubunda ise SOD aktivitesi değerinde anlamlı bir artış oluşturduğu saptanmıştır.¹⁷³

Kadın üniversite öğrencilerine uygulanan farklı bir çalışmada da kronik yoga egzersizinin SOD aktivitesini anlamlı düzeyde arttırdığı belirlenmiştir.¹⁷⁸

Eroglu ve ark.'nın¹⁷⁹ judoculara koşu bandında Bruce protokolüne göre VO_2 max'ın %75'inde uyguladıkları egzersizin SOD aktivitesini yükselttiği bulunmuştur. Benzer şekilde erkek futbolculara uygulanan akut egzersizin de SOD aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir.¹⁵⁸ Diğer çalışmada 8 haftalık yüksek yoğunluktaki kuvvet antrenmanın da SOD aktivitesinde önemli bir artış oluşturduğu belirtilmiştir.¹⁶¹

Birites ve ark.'nın¹⁸⁰ gerçekleştirdiği çalışmada, yaş ortalamaları 20.00 ± 0.30 olan erkek futbolculara bir yıllık sezonda haftada 20 saat antrenman ve haftalık 6 futbol maçı yaptırılmış ve SOD aktivitesinde kontrol grubuna göre %52 oranında anlamlı bir artış bulunmuştur.

Araştırmamızda, kontrol grubu kadın futbolcularının SOD aktivitesi son test değerleri, ön test değerlerinden; benzer şekilde deney grubu kadın futbolcularının da SOD aktivitesi son test değerleri, ön test değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Hipotez 4 Yorumu: SOD aktivitesine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde, araştırma hipotezi olan H_1 hipotezinin kabulüne karar verildi. Yani sonuçlar, kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının SOD aktivitesi üzerine anlamlı bir etkisinin olduğunu gösterdi.

GPx aktivitesi, mitokondri ve bazı durumlarda da sitozolda hidrojen peroksidin suda parçalanmasını sağlayan önemli antioksidanlardan biridir.¹⁸¹ GPx, çoğunlukla

selenyuma bağılıdır. Bundan dolayı selenyuma bağılı ve selenyuma bağılı olmayan GPx şeklinde sınıflandırılmaktadır. GPx'in en önemli fonksiyonu hücreleri oksidatif strese karşı korumasıdır.⁵⁴

Azizbeigi ve ark.'nın¹⁶¹ üniversite öğrencilerine uyguladıkları 8 haftalık orta ve yüksek yoğunluktaki kuvvet antrenmanlarının her iki antrenman grubunda da GPx aktivitesini azalttığı bulunmuştur.

Arsic ve ark.'nın¹⁷⁰ elit kadın futbolcu ve su topu sporcuları üzerinde yaptıkları çalışmada gruplar arasında GPx aktivitesinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Profesyonel erkek voleybolcular üzerinde yapılan diğer araştırmada da submaksimal egzersizin GPx aktivitesinde önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.¹⁷⁷

Marin ve ark.¹⁷² erkek hentbolcular üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada, sporculara hentbol müsabakası yaptırılmış; müsabakadan sonraki ve 24 saat sonrasındaki son test ölçümleri için 2 kez kan örnekleri alınmıştır. Hentbolcuların maç sonrası ve maçtan 24 saat sonraki GPx aktivitesi değerlerinde bir azalış olsa da bunun anlamlı olmadığı bildirilmiştir.

Trivić ve ark.¹⁷⁴ Sırbistan milli takım güreşçileri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, 4 hafta süresince haftalık 3 gün olacak şekilde ve her bir antrenmanın en az 60 dk sürdüğü %75-%85 VO_{2 max} yoğunluğunda uygulanan aerobik antrenmanın, GPx aktivitesinde bir farklılaşma oluşturmadığı görülmüştür. Elit sporcular üzerine yapılan başka bir çalışmada 10 gün süren kamp sürecinde sporculara uygulanan yüksek yoğunluklu interval antrenmanın GPx aktivitesinde bir farklılık oluşturmadığı bulunmuştur.¹⁵⁹

Melikoglu ve ark.'nın¹⁸² basketbolcular üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada uzun süreli düzenli egzersizin enzimatik antioksidanlara olan etkisi incelenmiş ve

basketbolcuların GPx aktivitesi değerleri kontrol grubuna göre anlamlı Şekilde daha yüksek bulunmuştur.

Liu ve ark.¹⁷⁸ 20 niversite kadın ğrencisi üzerinde yaptıkları çalışmada 18 haftalık yoga egzersizinin GPx aktivitesini anlamlı düzeyde arttırdığını belirlemiŐtir.

Araştırmamızda, kontrol grubu kadın futbolcularının GPx aktivitesi ön test ile son test değerlerinde önemli bir farklılığın olmadığı; deney grubu kadın futbolcularının ise GPx aktivitesi son test değerleri, ön test değerlerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Hipotez 5 Yorumu: GPx aktivitesine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde, araştırma hipotezi olan H₁ hipotezinin kabulüne karar verildi. Yani sonuçlar, kadın futbolcularda 12 haftalık yoğun interval antrenman programının GPx aktivitesi üzerine anlamlı bir etkisinin olduğunu gösterdi.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kadın futbolculara uygulanan 12 haftalık yoğun interval antrenman programının lipid peroksidasyonu ve bazı antioksidan aktivitelere etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen ön test ve son test kontrol gruplu randomize deneysel çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşıldı;

- ✓ Antrenmanlar sonrası deney grubundaki kadın futbolcuların MDA düzeyinin değişmediği,
- ✓ Antrenmanlar sonrası deney grubundaki kadın futbolcuların GSH düzeyinin yükseldiği,
- ✓ Antrenmanlar sonrası deney grubundaki kadın futbolcuların CAT aktivitesinin değişmediği,
- ✓ Antrenmanlar sonrası deney grubundaki kadın futbolcuların SOD aktivitesinin yükseldiği,
- ✓ Antrenmanlar sonrası deney grubundaki kadın futbolcuların GPx aktivitesinin yükseldiği belirlendi.

Sonuç olarak, kadın futbolculara kronik olarak uygulanan yoğun interval antrenman programının, antioksidan aktiviteleri arttırdığı söylenebilir.

Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler yapılmıştır;

- ✓ 3. Lig kadın futbolcuları üzerinde yapılan bu çalışmanın daha üst ligdeki futbolcular üzerinde gerçekleştirilmesi,
- ✓ Yoğun interval antrenman programının lipid peroksidasyonu ve antioksidanlar üzerindeki etkilerinin farklı spor branşlarındaki kadın sporcular üzerinde araştırılması,

- ✓ Bu çalışmada kadın futbolculara uygulanan egzersiz protokolünden farklı protokoller ile konunun araştırılması,
- ✓ Kadın futbolcularda yoğun interval antrenman programının oluşturacağı etkilerin MDA düzeyinden farklı olarak karbonil düzeyi ve 8-OHdG gibi diğer oksidatif stres belirteçleri ile araştırılması.

KAYNAKLAR

1. Günay M, Yüce A. *Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri*, Ankara, Gazi Kitapevi, 2008:122-123.
2. Akgün N., *Egzersiz Fizyolojisi*, 2. Baskı, İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, 1994.
3. Köklü Y, Özkan A, Ersöz G., Futbolda Dayanıklılık Performansının Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi, *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2009, 4(3):142-150.
4. Mohr M, Krustup P, Bangsbo J. Match performance of high- standard soccer players with special reference to development with a 25-second walk of fatigue, *Journal of Sports Sciences*, 2003, 21(7):519-28.
5. Lemmink KAPM, Verheijen R, Visscher C. The discriminative power of the interval shuttle run test and the maximal multistage shuttle run test for playing level of soccer, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2004, 44(3):233–239.
6. Bompa TO, Haff GG. *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Çeviri: Bağırhan T. *Dönemleme: Antrenman Kuramı ve Yöntemi*, 5. Baskı, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2015.
7. Cheeseman KH, Slater TF. An Introduction to free radical biochemistry, *British Medical Bulletin*, 1993, 49:481-493.
8. Kahraman A, Çakar H, Vurmaz A, Gürsoy F, Koçak S, Serteser M. Ağır Egzersizin Oksidatif Stres Üzerindeki Etkisi, *Kocatepe Tıp Dergisi*, 2003, 4(2).
9. Altınkök M. An analysis on the spheres of influence of high-intensity interval training (HIIT) practices. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2015, 1(2):463-475.

10. Revan S, Balcı ŞS, Pepe H, Aydoğmuş M. Sürekli ve interval koğu antrenmanlarının vücut kompozisyonu ve aerobik kapasite üzerine etkileri, *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2008, 6(4):193-197.
11. Karavelioğlu MB., Mevkilerine Göre Amatör Futbolcuların Fiziksel, Fizyolojik ve Psikomotor Özelliklerinin Araştırılması (Kütahya İli Örneği), Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, 2008.
12. Başer E., *Futbolda Psikoloji ve Başarı*, Ankara, Bağırhan Yayın Evi, 1996.
13. Baylan V., Futbol. *Hacettepe Üniversitesi Bilim Teknoloji Dergisi*, 1996, 3(4):16
14. Ayran T., Futbol Oyun Kurallarının ve Taktiklerinin Tarihsel Gelişimi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Semineri, Ankara: Ankara Üniversitesi, 2006.
15. Biçer M. Futbolcularda Hazırlık Dönemi Çalışmalarının Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2003.
16. İnal AN. *Futbol'da Eğitim Öğretim*. 2. Baskı. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2004.
17. Stemmler T. Kleine Geschichte des Fußballspiels. Çeviri: Aça N. *Futbolun Kısa Tarihi*, İstanbul, Dost. 2000.
18. Bernard M. Football in France. Its history, vocabulary and place within French society In: Lavric E, Pisek G, Skinner A, Stadler W (eds). *The Linguistics of Football*, Tübingen, Gunter Narr, 2008:71-79.
19. Pfister G. Oyunun Ötesinde. İçinde: Hacısöftaoğlu İ, Akcan F, Bulgu N. (editörler). *Avrupa Perspektifinden Toplumsal Cinsiyet ve Spora İlişkin*

- Gelişmeler ve Mevcut Sorunlara Bir Bakış*, Ankara: NotaBene Yayınları, 2010:182.
20. Özsoy S. Türk spor medyasında kadın. *Spor Bilimleri Dergisi*, 2008, 19(4):201–219.
 21. Hong F, Mangan JA. *Soccer, Women, Sexual Liberation: Kicking Off a New Era*. London, Routledge, 2004.
 22. Reilly T, Williams AM. *Science and Soccer*. 2nd ed. London, Routledge, 2003.
 23. Kızılet T. Elit Futbolcularda (Bayan) Yüklenme Sonucunda Kan Laktat Konsantrasyonu ile İdrar Üre Konsantrasyonu Arasındaki İlişki. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, 2006.
 24. Önver M. Dünyada ve Türkiye’de Bayan Futbolunun Gelişimi ve Türkiye’de Bayan Futbolunun Psiko-Sosyal Boyutu. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi, 2002.
 25. Türkiye Futbol Federasyonu. *Kadın Futbolu*. İstanbul, 2012.
 26. Rachel R. *The Best of the Best in Soccer*. USA, First Avenue Editions, 2000.
 27. Hansen MS, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen BW. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT 2000). *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2000, 8(3):180-185.
 28. FIFA. From Honeyball to Houghton. <https://www.fifa.com/womens-football/news/from-honeyball-houghton-2204023>. 11 Şubat 2020.
 29. Göktepe M. Türkiye’deki Bayan Futbolcuların Sosyo-Ekonomik Durumları ve Futbol Branşına Yönelme Nedenleri. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi

- ve Spor Öğretmenliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, 2008.
30. Orta L. Women and Football in Turkey. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2014, 4(7):1.
 31. Milliyet. Türkiye’de ilk kadınlararası futbol maçı yapıldı (25 Mayıs 1954). <http://gazetearsivi.milliyet.com.tr/Arsiv/1954/05/25>. 12 Ocak 2020.
 32. Milliyet. Spor festivali dün yapıldı (5 Temmuz 1954). <http://gazetearsivi.milliyet.com.tr/Arsiv/1954/07/5>. 12 Ocak 2020.
 33. Milliyet. Spor festivali bugün Mithatpaşa’da yapılıyor (10 Temmuz 1955). <http://gazetearsivi.milliyet.com.tr/Arsiv/1955/07/10>. 12 Ocak 2020.
 34. Tercüman. Dostluksporlu kızlar rakip bayan takımı bulamamaktan yakınıyor. 8 Temmuz 1977.
 35. Acar F. Bayan futbolcuların Motorik ve Morfolojik Özelliklerinin Performansa Etkileri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, 1995.
 36. Hürkan S. *Siyah/Beyaz Futbol Resimleri*. Ankara, Ekonomik Araştırmalar Yayınları, 2003.
 37. Sevim Y. *Antrenman Bilgisi*, 8. Baskı. Ankara, Fil Yayınevi, 2010:63-66.
 38. Demiriz M. Farklı Dinlenme Aralıklarında Yapılan Anaerobik İnterval Antrenmanın, Aerobik Kapasite, Anaerobik Eşik ve Kan Parametrelerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi, 2013.
 39. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. Physiological foundations of physical education and sports. Çeviri: Cerit M. *Beden eğitimi ve sporun fizyolojik temelleri*. Ankara, Bağırhan Yayınevi, 1999:241-288.

40. Weineck J. *Optimales Training*. Erlangen, Perimed, 1988.
41. Dündar U. *Antrenman Teorisi*, 6. Baskı. Ankara, Bağırhan Yayınevi, 1998.
42. Nawar WW. Lipids. In: Fennema OR (ed.). *Food Chemistry*. 3rd ed. New York, Marcel Dekker, 1996:225-319.
43. Karabulut H, Gülay MŞ. Antioksidanlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2016, 1(1):65-76.
44. Halliwell B, Gutteridge JMC. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 4th ed. New York, Oxford University Press, 2007.
45. Fang YZ, Yang S, Wu G. Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*, 2002, 18(10):872-879.
46. McCord JM. The evolution of free radicals and oxidative stress. *The American Journal of Medicine*, 2000, 108(8):652-659.
47. Zheng M, Storz G. Redox sensing by prokaryotic transcription factors. *Biochem Pharmacol*, 2000, 59:1.
48. Lander HM. An essential role for free radicals and derived species in signal transduction. *The FASEB Journal*, 1997, 11:118.
49. Freidovich I. Fundamental aspects of reactive oxygen species, or what's the matter with oxygen? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1999, 893(1):13.
50. Preedy VR, Seitz HF. *Alcohol and Heart Disease*, Chapter 12. KY, USA, Taylor, 2002:120-122.
51. Darley-Usmar V, Wiseman H, Halliwell B. Nitric oxide and oxygen radicals: a question of balance. *FEBS Letters*, 1995, 369(2-3):131-135.
52. Halliwell B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiology*. 2006, 141(2):312-322.

53. Önal Aykar S. Fizyoterapi seminerleri e-kitabı. İçinde: Karaduman A, Ülger Ö, Kılınç M, Vardar Yağlı N. (editörler). *Oksidatif Stres ve Egzersiz*. H.Ü.S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Yayınları, 2016 (1):57-65.
54. Cnubben NHP, Rietjens IMCM, Wortelboer H, VanZanden J, VanBladeren PJ. The interplay of glutathione-related processes in antioxidant defense. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2001, 10:141-152.
55. Finaud J, Scislowski V, Lac G, Durand D, Vidalin H, Robert A, Filaire, E. Antioxidant status and oxidative stress in professional rugby players: evolution throughout a season. *International Journal of Sports Medicine*, 2006, 27(2):87–93.
56. Laganier S, Byung PY. Modulation of membrane phospholipid fatty acid composition by age and food restriction. *Gerontology*, 1993, 39(1):7-18.
57. Yonar ME. Yersıma Ruckerı ile Enfekte Edilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus Mykiss*)’nın Tedavisinde Propolisin Kullanılması. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi, 2008.
58. Aruoma OI, Halliwell B. Superoxide-dependent and ascorbate-dependent formation of hydroxyl radicals from hydrogen peroxide in the presence of iron. Are lactoferrin and transferrin promoters of hydroxyl-radical generation? *Biochemical Journal*, 1987, 241(1):273-278.
59. Lloyd RV, Hanna PM, Mason RP. The origin of the hydroxyl radical oxygen in the Fenton reaction. *Free Radical Biology and Medicine*, 1997, 22(5):885-888.
60. Halliwell B. Antioxidant defence mechanisms: from the beginning to the end (of the beginning). *Free Radical Research*, 1999, 31(4):261-272.

61. Betteridge DJ. What is oxidative stress? *Metabolism-Clinical and Experimental*, 2000, 49(2):3-8.
62. Nordberg J, Arner ESJ. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. *Free Radical Biology and Medicine*, 2001, 31(11):1287-1312.
63. Kılınç K, Kılınç A. Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*. 2002, 33(2):110-118.
64. Fukuzaki S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Science*, 2006, 11(4):147-57.
65. Murray R.K, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Harper's İllustrated Biochemistry. Çeviri: Dikmen N. Özgünen T. *Harper'in Biyokimyası*, 24. Baskı. İstanbul, Barış Kitabevi, 1996.
66. Akkuş Y. Rheum Ribes (Işkın Otu)'ın Metanol Ekstresinin Düzenli Aerobik Yüzme Egzersizi Uygulanan Rat Dokularında Antioksidan ve Histopatolojik Etkileri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2018.
67. Rubbo H, Radi R, Anselmi D, Kirk M, Barnes S, Butler J, Eiserich JP, Freeman BA. Nitric oxide reaction with lipid peroxy radicals spares alpha-tocopherol during lipid peroxidation. Greater oxidant protection from the pair nitric oxide α -tocopherol than α -tocopherol/ascorbate. *Journal of Biological Chemistry*, 2000, 275(15):10812-10818.
68. Özkan M, Yüksekol İ. Nitrik oksit ve akciğerler. *Toraks Dergisi*, 2003; 4(1):88-94.
69. Gönenç S. Egzersiz ve oksidan stres. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1997, 2(4):26-38.

70. Altınışık M. Serbest oksijen radikalleri ve antioksidanlar.
<https://www.mustafaaltinisik.org.uk/21-adsem-01b.pdf>. 3 Ocak 2020.
71. Frei B. On the role of vitamin C and other antioxidants in atherogenesis and vascular dysfunction. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 1999, 222(3):196-204.
72. Stanković M. Radovanović D. Oxidative stress and physical activity. *Sportlogia*, 2012, 8(1):1-11.
73. Cubrilo D, Djordjevic D, Zivkovic V, Djuric D, Blagojevic D, Spasic M, Jakovljevic V. Oxidative stress and nitrite dynamics under maximal load in elite athletes: relation to sport type. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 2011, 355 (1-2):273-279.
74. Chung HY. Song SH. Kim HJ. Ikeno Y. Yu BP. Modulation of renal xanthine oxidoreductase in aging: gene expression and reactive oxygen species generation. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 1999, 3(1):19-23.
75. Memişoğulları R. Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 2005, 7(3):30-39.
76. Işık I, Çelik I. Acute effects of methyl parathion and diazinon as inducers for oxidative stress on certain biomarkers in various tissues of rainbowtrout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2008, 92(1):38-42.
77. Ağadiken A, Başığit İ, Özden M, Yıldız F, Ural D, Maral H, Boyacı H, Ilgazlı A, Komşuoğlu B. The effects of antioxidants on exercise-induced lipid peroxidation in patients with COPD. *Respirology*. 2004, 9(1):38-42.

78. Ağırbaş Ö, Kışalı NF, Kıyıcı F. Yoğun egzersizle oluşan oksidatif stres ve DNA hasarı üzerine askorbik asidin etkisi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2015, 13(1):65-72.
79. Cooke MS, Evans MD, Dizdaroglu M, Lunec J. Oxidative DNA damage: Mechanisms, mutation, and disease. *The FASEB Journal*, 2003, 17(10):1195-1214.
80. Dizdaroglu M, Jaruga P, Birincioglu M, Rodriguez H. Free Radical-induced damage to DNA: mechanisms and measurement. *Free Radical Biology and Medicine*, 2002, 32(11):1102-15.
81. Orhan H, Holland BV, Krab B, Moeken J, Vermeulen NP, Hollander P, Meerman JH. Evaluation of a multi-parameter biomarker set for oxidative damage in man: increased urinary excretion of lipid, protein and DNA oxidation products after one hour of exercise. *Free Radical Research*, 2004, 38(12):1269-1279.
82. Akkuş İ. *Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri*. Konya, Mimoza Yayınları, 1995:1-16.
83. Aruoma OI. Deoxyribose assay for detecting hydroxyl radicals. *Methods in Enzymol*, 1994, 233:57-66.
84. Stadtman ER, Levine RL. Protein oxidation, *Ann NY Acad Sci*, 2000, 899:191-208.
85. Koracevic D, Koracevic G, Djordjevic V, Aadrefovie S, Cosic V. Method for the measurement of antioxidant activity in human fluids. *Journal of Clinical Pathology*, 2001, 54(5):356-361.
86. Bloomer RJ, Goldfarb AH. Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 2004, 29(3):245-63.

87. Gutteridge JM. Biological origin of free radicals, and mechanisms of antioxidant protection. *Chemico-Biological Interactions*. 1994, 91(2-3):133-140.
88. Demirayak ID. Egzersiz Yapan Sıçanlarda Oksidatif Stres ve Paraoksonaz Enzimi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Denizli: Pamukkale Üniversitesi, 2007.
89. Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise and antioxidant supplementation. *Toxicology*, 2003, 189(1-2): 41-54.
90. Ji LL, Leichtweis S. Exercise and oxidative stress: sources of free radicals and their impact on antioxidant systems. *Age*, 1997, 20(2):91-106.
91. Radak Z, Taylor AW, Ohno H, Goto S. Adaptation to exercise induced oxidative stress: from muscle to brain. *Exercise Immunology Review*, 2001, 7:90-107.
92. Dündar R, Aslan R. Hücre moleküler statüsünün anlaşılması ve fizyolojik önem açısından radikaller-antioksidanlar. *Cerrahi Tıp Bilimleri Dergisi*, 1999, 2(2):134-142.
93. Balakrishnan SD, Anuradha CV. Exercise depletion of antioxidants and antioxidant manipulation. *Cell Biochemistry and Function*, 1998, 16:269-275.
94. Çelik AK. Akut Egzersizin Futbolcularda Antioksidan Sistem Parametrelerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, 2001.
95. Türkyılmaz Z. İskemi-Reperfüzyon Zedelenmesinde Pentoksifilin, Dimetilsülfoksit ve Eksojen Melatoninin Koruyucu Etkilerinin Karşılaştırılması. Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı. Tıpta Uzmanlık Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi, 2003.
96. Sen S, Chakraborty R. The Role of Antioxidants in Human Health. In: Andreescu S, Hepel M. (eds.). *Oxidative Stress: Diagnostics, Prevention and Therapy*.

- American Chemical Society, Washington, American Chemical Society, 2011:1-37.
97. Aydemir B, Karadağ Sarı E. Antioksidanlar ve büyüme faktörleri ile ilişkisi. *Kocatepe Veterinary Journal*. 2009, 2(2):56-60.
 98. Halliwell B. Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutrition Reviews*, 1994, 52(8):253-265.
 99. Matés JM, Sánchez-Jiménez F. Antioxidant enzymes and their implications in pathophysiologic processes. *Front Biosci*, 1999, 4(4):339-345.
 100. Benov L, Fridovich I. Growth in iron-enriched medium partially compensates *Escherichia coli* for the lack of manganese and iron superoxide dismutase. *Journal of Biological Chemistry*, 1998, 273(17):10313-10316.
 101. Hunt C, Sim JE, Sullivan SJ, Featherstone T, Golden W, Kapp-Herr CV, Hock RA, Gomez RA, Parsian AJ, Spitz DR. Genomic instability and catalase gene amplification induced by chronic exposure to oxidative stress. *Cancer Research*, 1998, 58(17):3986-3992.
 102. Kirkman HN, Roifo M, Ferraris AM, Gaetani GF. Mechanisms of protection of catalase by nadph. Kinetics and stoichiometry, *Journal of Biological Chemistry*, 1999, 274(20):13908-13914.
 103. Perez-Campo R, Lepez-Torres M, Rojas C, Cadenas S, Barja G. A comparative study of free radicals in vertebrates- i. antioxidant enzymes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 1993, 105B(3-4):749-755.
 104. Ceballos-Picot I, Triver JM, Nicole A, Sinet PM, Thevenin M. Age-corralated modifications of copper-zinc superoxide dismutase and glutathione-related enzyme activities in human erythrocytes. *Clin. Chem.*, 1992, 38(1):66-70.

105. Antmen SE. Beta Talasemide Oksidatif Stres. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, 2005.
106. Altınışık M. Hücre enerji metabolizması. <https://www.mustafaaltinisik.org.uk/89-1-20.pdf>. 11 Ocak 2020.
107. Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. *International Journal of Biomedical Science: IJBS*, 2008, 4(2): 89-96.
108. Willcox JK, Ash SL, Catignani GL. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2004, 44(4): 275-295.
109. Elliott M, Kandaswami C, Theoharides TC. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*, 2000, 52(4):673-751.
110. Yalçın As. Antioksidanlar. *Klinik Gelişim*, 1998, 11:342-346.
111. Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principles of Biochemistry. Çeviri: Kılıç N. *Biyokimyanın İlkeleri*. 3. Baskı. Ankara, Palme Yayıncılık, 2005.
112. Chauhan A, Chauhan V, Brown WT, Cohen I. Oxidative stress in autism: Increased lipid peroxidation and reduced serum levels of ceruloplasmin and transferrin-the antioxidant proteins. *Life Sciences*, 2004, 75(21):2539-2549.
113. Adam B, Yiğitoğlu R, Göker ZB. *Biyokimya & Klinik Biyokimya UTS Serisi*. 2. Baskı. Ankara, Atlas Kitapçılık, 1990:1-146.
114. Gutteridge JM. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. *Clinical Chemistry*, 1995; 41(12):1819-1828.
115. Siow RC, Sato H, Mann GE. Heme oxygenase-carbon monoxide signalling pathway in atherosclerosis: antiatherogenic actions of bilirubin and carbon monoxide? *Cardiovascular Research*, 1999, 41(2):385-394.

116. Yamaguchi T, Terakado M, Horio F, Aoki K, Tanaka M, Nakajima H. Role of bilirubin as an antioxidant in an ischemia-reperfusion of rat liver and induction of heme oxygenase. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 1996, 223(1):129-135.
117. Kim Y, Kim DC, Cho ES, Ko SO, Kwon WY, Suh GJ, Shin HK. Antioxidant and anti-inflammatory effects of selenium in oral buccal mucosa and small intestinal mucosa during intestinal ischemia-reperfusion injury. *Journal of Inflammation*, 2014, 11(1): 36.
118. Packer L, Kraemer K, Rimbach G. Molecular aspects of lipoic acid in the prevention of diabetes complications. *Nutrition*, 2001, 17(10):888-895.
119. Langner C, Denk H. Wilson disease. *Virchows Archiv*, 2004, 445(2):111-118.
120. Winyard P, Lunec J, Brailsford S, Blake D. Action of free radical generating systems upon the biological and immunological properties of Caeruloplasmin. *The International Journal of Biochemistry*, 1984, 16(12):1273-1278.
121. Baron DK. Optimale Erneahrung Für Sportler. Çeviri: Ömeroğlu S. *Sporcuların Optimal Beslenmesi*, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitapevi, 2008:24-32.
122. Banarjee AK, Mandal A, Chanda D, Chakraborti S. Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 2003, 253(1-2):307-312.
123. Meram Köylüoğlu O, Tarakçıoğlu M. E vitamini ve klinik önemi. *İbni Sina Tıp Dergisi*, 2001, 2:66-72.
124. Brzezinski A. Melatonin in humans. *New England Journal of Medicine*, 1997, 336(3):186-195.
125. Aalt B, Haesen RM, Doelman JA. Oxidants and antioxidants: state of art. *The American Journal of Medicine*, 1991, 91(3):2-13.

126. Aslan R. Homostatik mekanizmanın korunması ve sağaltımında antioksidanlar. *İlaç ve Tedavi Dergisi*, 1999, 8(12):475-480.
127. Clarkson PM, Thompson HS. Antioxidants: what role do they play in physical exercise and health? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2000, 72(2):637–646.
128. Castrogiovanni P, Imbesi R. Oxidative stress and skeletal muscle in exercise. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 2012, 117(2):107.
129. Radak Z, Chung HY, Koltai E, Taylor AW, Goto S. Exercise, oxidative stress and hormesis. *Ageing Research Reviews*, 2008, 7(1):34-42.
130. Somani SM, Frank S, Rybak LP. Responses of antioxidant system to acute and trained exercise in rat heart subcellular fractions. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 1995; 51(4):627-634.
131. Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, Pouliopoulou S, Fotinakis P, Taxildaris K, Deliconstantinos G. Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2004, 36(12):2065-2072.
132. Theodorou AA, Nikolaidis MG, Paschalis V, Koutsias S, Panayiotou G, Fatouros IG, Jamurtas AZ. No effect of antioxidant supplementation on muscle performance and blood redox status adaptations to eccentric training. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2011, 93(6):1373-1383.
133. Camiletti-Moirón D, Aparicio V, Aranda P, Radak Z. Does exercise reduce brain oxidative stress? A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2013, 23(4):202-212.
134. Schroder H, Navarro E, Tramullas A, Mora J, Galiano D. Nutrition antioxidant status and oxidative stress in professional basketball players: effects of a three

- compound antioxidative supplement. *International Journal of Sports Medicine*, 2000, 21(2):146-150.
135. Cohen JL, Potosnak L, Frank O, Baker H. A nutritional and Hematological asseement of elite ballet dancers. *The Physician and Sportsmedicine*, 1985, 13(5):43-54.
136. Büyüköztürk Ş. Deneysel Desenler: *Öntest-Sontest Kontrol Grubu, Desen ve Veri Analizi*. 5.Baskı. Ankara, Pegem Akademi. 2016.
137. Kabasakal K. *Spor Yaralanmalarından Korunma Şuuru ve İlk Yardım*, 1. Baskı. Konya, Eğitaş Yayınları, 2001:33.
138. Sarıkaya E. Bazal Hücreli Karsinom Hastalarında Oksidatif Stres ve Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 2015.
139. Sulaiman SH. Determination of Oxidative Stress Levels and Some Antioxidant Activities in Acute and Chronic Renal Failure Patients. Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Chemistry. M. Sc. Thesis, Van: Van Yuzuncu Yıl University, 2020.
140. Beutler E, Duron O, Kelly BM. Improved method for the determination of blood glutathione. *J. Lab. Clin. Med.*, 1963, 61:882-888.
141. Aebi H. Catalase in vitro. In: *Methods in enzymology*. Academic Press, 1984, 15:121-126.
142. Dokcu M. Pankreas Kanserli Hastalarda Lipit Peroksidasyonu ve Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin İncelenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 2015.
143. Sun Y, Oberley LW, Li Y. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clinical Chemistry*, 1988, 34(3):497-500.

144. Beutler E. *A Manual of Biochemical Methods*. 2nd ed. New York, Gruner Strotton, 1975.
145. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 1957, 35(3):307-315.
146. Kalaycı Ş. *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara, Asil. 2010.
147. Badcock NR, Zoanetti GD, Martin ES. Non chromatographic assay for malondialdehyde–thiobarbituric acid adduct with HPLC equivalence. *Clinical Chemistry*, 1997, 43(9):1655-1657.
148. Goldfarb AH, McIntosh MK, Bayer BT, Fatouros J. Vitamin E effects on indexes of lipidperoxidation in muscle from DHEA-treated and exercised rats. *Journal of Applied Physiology*, 1994, 76(4):1630-1635.
149. Gönenç S, Açıkgöz O, Türkmen S, Kandemir F, Özgönül H. Dört haftalık yüzme eğitim kursunun çocuklarda vücut kompozisyonuna ve solunum parametrelerine etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*. 1996, 31(1):27–35.
150. Banerjee AK, Mandal A, Chanda D, Chakraborti S. Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 2003, 253(1-2):307-312.
151. Kerksick C, Willoughby D. The antioxidant role of glutathione and N-acetylcysteine supplements and exercise-induced oxidative stress. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2005, 2(2):38-44.
152. Dillard C, Litov R, Savin W, Dumelin E, Tappel AL. Effects of exercise, vitamin E, and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation. *Journal of Applied Physiology*, 1978, 45(6):927-932.

153. da Costa CSC, Barbosa MA, Spinetti J, Pedrosa CM, Pierucci APTR. Oxidative stress biomarkers response to exercise in brazilian junior soccer players. *Food and Nutrition Sciences*, 2011, 2(5):407-413.
154. Bulduk EÖ, Ergene N, Baltacı AK, Gümüş H. Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a 20 meter shuttle run test in female volleyball players. *International Journal of Human Sciences*, 2011, 8(2):510-526.
155. Shadab M, Islam N, Khan Z, Khan F, Hossain MM. Oxidative stress in sports persons after a bout of intense exercise: A cross sectional study. *Biomed Res*. 2014, 25(3):387-390.
156. Güllü E, Tamer K, Özer Ç, Güllü A, Cicioğlu İ. Dayanıklılık sporcularında maksimal ve submaksimal egzersiz sonrası oluşan oksidan stres ve antioksidan düzeylerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 2012, 14(2):184-190.
157. Taş M. Futbolcularda Sürat Egzersizlerinin Serum Süperoksid Dismutaz, Katalaz ve Malondialdehit Düzeylerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2006.
158. Çelik A, Varol R, Onat T, Dağdelen Y, Tugay F. Akut egzersizin futbolcularda antioksidan sistem parametrelerine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2007, 5(4):167-172.
159. Ugras AF. Effect of high intensity interval training on elite athletes' antioxidant status. *Science & Sports*, 2013, 28(5):253-259.
160. Selamoğlu S. Aerobik ve Anaerobik Antrenmanların Sporcuların Savunma Sistemi Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, 2000.

161. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Atashak S, Stannard SR. Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Research in Sports Medicine*, 2015, 23(1):73-87.
162. Çakir-Atabek H, Demir S, Pınarbaşılı RD, Gündüz N. Effects of different resistance training intensity on indices of oxidative stress. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2010, 24(9):2491-2497.
163. Olubajo AF, Ayinla OO, Adefunke AO: Changes in stress index, blood antioxidants and lipid profile between trained and untrained young female adults during treadmill exercise test: A comparative study. *Nigerian Journal of Experimental and Clinical Biosciences*, 2015, 3(1):1-7.
164. Kıyıcı F, Kışalı NF. Alp disiplini kayakçılarında sürat egzersizleri sonrası kan antioksidan düzeylerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2010, 12(1):1-9.
165. Güllü E. Sedanterlerde ve Dayanıklılık Sporcularında Maksimal ve Submaksimal Egzersiz Sonrası Oluşan Oksidan Stres ve Antioksidan Düzeylerinin Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, 2007.
166. Parise G, Phillips SM, Kaczor JJ, Tarnopolsky MA. Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. *Free Radical Biology and Medicine*, 2005; 39(2):289-295.
167. Kostaropoulos IA, Nikolaidis MG, Jamurtas AZ, Ikonomou GV, Makrygiannis V, Papadopoulos G, Kouretas D. Comparison of the blood redox status between long-distance and short-distance runners. *Physiological Research*, 2006, 55(6):611-616.

168. Ypatios S, Dimitrios S, Marina O, Nikolaos G, David BO, Demetrios S, Demetrios, K. Variations in oxidative stress levels in three days follow-up in ultra-marathon mountain race athletes, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2017, 31(3):582-594.
169. Andersson H, Karlsen A, Blomhoff R, Raastad T, Kadi F. Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2010, 20(4):600-608.
170. Arsic A, Vucic V, Glibetic M, Popovic T, Debeljak-Martacic J, Cubrilo D, Ahmetovic Z, Peric D, Borozan S, Djuric D, Barudzic N, Jakovljevic V. Redox balance in elite female athletes: differences based on sport types. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2016, 56(1-2):1-8.
171. Limon-Pacheco J, Gonsebatt ME. The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 2009, 674(1-2):137-147.
172. Marin DP, dos Santos RdeC, Bolin AP, Guerra BA, Hatanaka E, Otton R. Cytokines and oxidative stress status following a handball game in elite male players. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2011.
173. da Silva EP, Soares EO, Malvestiti R, Hatanaka E, Lambertucci RH. Resistance training induces protective adaptation from the oxidative stress induced by an intense-strength session. *Sport Sciences for Health*, 2016, 12(3):321-328.
174. Trivić T, Drid P, Obadov S, Ostojic S. Effect of endurance training on biomarkers of oxidative stress in male wrestlers. *Journal of Martial Arts Anthropology*, 2011, 11(2):6-9.

175. Powers SK, Lennon SL. Analysis of cellular response to free radicals: focus on exercise and skeletal muscle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1999, 58(4):1025–1033.
176. Fielding RA, Meydanî M. Exercise, free radical generation, and aging. *Aging Clinical and Experimental Research*, 1997; 9(1-2):12–18.
177. Mila-Kierzenkowska C, Jurecka A, Woźniak A, Szpinda M, Augustyńska B, Woźniak B. The effect of submaximal exercise preceded by single whole-body cryotherapy on the markers of oxidative stress and inflammation in blood of volleyball players. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013.
178. Liu H, Li J, Wang YG. Effects of yoga exercise on female university students' CK, SOD, GPX and MDA. *Journal of Shenyang Sport University*, 2007, 2.
179. Eroglu Y, Daglioglu O. The effect of submaximal exercise on oxidant and antioxidant mechanisms in judokas and sedentary. *International Journal of Sport Studies*, 2013, 3(5):480-6.
180. Brites FD, Evelson PA, Christiansen, MG, Nicol, MF, Basilico MJ, Wilkinski RW, Llesuy SF. Soccer Players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. *Clinical Science*, 1999; 96(4):381–385.
181. Fattman CL, Schaefer LM, Oury TD. Extracellular superoxide dismutase in biology and medicine. *Free Radical Biology & Medicine*, 2003, 35(3):236-256.
182. Melikoglu MA, Kaldirimci M, Katkat D, Sen I, Kaplan I, Senel K. The effect of regular long term training on antioxidant enzymatic activities. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2008, 48(3):388-390.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Muhammed Zahit KAHRAMAN
Doğum tarihi:	20.05.1987
Doğum Yeri:	Eleşkirt
Medeni Hali:	Evli, 2 çocuk
Uyruğu:	T.C.
Adres:	Muş Alparslan Üniversitesi, BESYO, 49250 MUŞ
Tel:	0436 249 49 49
Faks:	0436 249 13 18
E-mail:	mzkahraman04@gmail.com
Eğitim	
Lise:	Ağrı Ticaret Meslek Lisesi (2001-2004)
Lisans:	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği (2007-2011)
Yüksek lisans:	Dumlupınar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı (2012-2014)
Doktora:	Atatürk Üniversitesi, Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı (2016-2020)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Orta derecede (YÖKDİL 70.00, YDS 66.25)
Almanca:	
Rusça:	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
İlgi Alanları ve Hobiler	
Futbol, Atletizm, Kayak, Badminton	

EK-2. TEZ BENZERLİK ORANI BEYAN FORMU



**KIŞ SPORLARI
ve SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
Graduate School of Winter
Sports and Sport Sciences

TEZ BENZERLİK ORANI BEYAN FORMU¹

Öğrencinin Adı ve Soyadı	Muhammed Zahit KAHRAMAN
Öğrencinin Numarası	17080102015
Ana Bilim Dalı	Beden Eğitimi ve Spor
Bilim Dalı	Beden Eğitimi ve Spor
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora

Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Bölümler	Benzerlik Oranı	Kabul Edilebilir Azami Benzerlik Oranları
I. Giriş	% 0	% 15
II. Genel Bilgiler	% 4	% 30
III. Materyal ve Metod	% 9	% 35
IV. Bulgular	% 7	% 10
V. Tartışma	% 1	% 15

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Muhammed Zahit KAHRAMAN	Prof. Dr. İlhan ŞEN
27.5.2020	27.5.2020
İmza:	İmza:

¹ Bu form bilgisayar ortamında doldurulmalı, çıktısı imzalanıp Tez Savunması Jüri Öneri Formu'yla birlikte Ana Bilim Dalı Başkanlığı aracılığıyla ÜBYS üzerinden Enstitüye iletilmelidir.

EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU

SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ALT ETİK KURUL KARARI

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Muhammet Zahit KAHRAMAN'ın "Kadın Futbolcularda yüksek yoğunluklu interval antrenman programının lipit peroksidasyon protein yapıları DNA hasarı ve bazı antioksidant enzim parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi " başlıklı Doktora Tez Çalışması görüşüldü. İlgilinin Doktora Tez Çalışmasını Alt Etik Kurulunda onaylanarak Mevcudun oy birliği ile karar verildi. 24.01.2018

ADI SOYADI	GÖREVİ	İMZASI
DOÇ.DR. NECİP FAZIL KİSHALI	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ALT ETİK KURUL BAŞKANI	
PROF.DR. İLHAN ŞEN	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ALT ETİK KURUL ÜYESİ	
DOÇ.DR.ERDİNÇ ŞIKTAR	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ALT ETİK KURUL ÜYESİ	
DOÇ.DR.FATİH KIYICI	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ALT ETİK KURUL ÜYESİ	
YRD.DOÇ.DR.AHMET ŞİRİNKAN	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ALT ETİK KURUL ÜYESİ	