



**TUZLU SU UYGULAMASININ KAS HASARI VE
AĞRISI ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Hasan YALVAÇ

Yüksek Lisans Tezi

Antrenörlük Eğitimi

Ana Bilim Dalı

Doç. Dr. Hacı Bayram TEMUR

2025

(Her Hakkı Saklıdır)

T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

TUZLU SU UYGULAMASININ KAS HASARI VE AĞRISI ÜZERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan YALVAÇ

Danışman: Doç. Dr. Hacı Bayram TEMUR

BAYBURT-2025

KABUL VE ONAY

Doç. Dr. Hacı Bayram TEMUR danışmanlığında, Hasan YALVAÇ tarafından hazırlanan “Tuzlu Su Uygulamasının Kas Hasarı ve Ağrısı Üzerindeki Etkisinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma, 24.01.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Hacı Bayram TEMUR

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ramazan CEYLAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Üstün TÜRKER

Bu tezin kabulü Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Bünyamin ALİM
Enstitü Müdürü

BEYANNAME

Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. H. Bayram TEMUR danışmanlığında hazırlamış olduğum “Tuzlu Su Uygulamasının Kas Hasarı ve Ağrısı Üzerindeki Etkisinin Araştırılması” başlıklı program seçin tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

24.01.2025

Hasan YALVAÇ



ÖNSÖZ

Bu çalışmanın her aşamasında bana önderlik eden, engin bilgileri ile beni yönlendiren ve akademik alanda ilerlememde büyük katkıları olan, danışman hocam H. Bayram TEMUR'a,

Kan analizlerinin yapılmasında Bayburt Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı personellerine, özellikle Uzm. Dr. Furkan KAMIŞLI ve Uzm. Dr. Osman Sercan SARI hocama,

Tezime gönüllü olarak katılıp düzenli olarak tezin tüm gerekliliklerini yerine getiren öğrencilere,

Tez çalışmam süresince tüm sıkıntılara benimle birlikte göğüs geren, beni her daim destekleyip arkamda duran ve yoluma ışık tutan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hasan YALVAÇ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUZLU SU UYGULAMASININ KAS HASARI VE AĞRISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Hasan YALVAÇ

Bayburt Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hacı Bayram TEMUR

Bayburt-2025, Sayfa: 58

Kas ağrısı, kasların alışık olmadıkları yüksek yoğunluklu yüklenmelerden sonra görülebilen ve belirli bir zaman diliminde kişinin yaşam kalitesini ve iş verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu ağrıların önlenmesine yönelik bazı yöresel uygulamalar bulunmaktadır. Bu uygulamalar arasında, yoğun egzersiz sonrası oluşabilecek kas ağrılarının azaltılması amacıyla gerçekleştirilen tuzlu su uygulaması yer almaktadır. Bu yöntemde, egzersiz sırasında alışılmışın dışında yüklenmelere maruz kalan kas gruplarına hazırlanmış olan tuzlu su haricen uygulanmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, tuzlu su uygulamasının kas ağrısı ve kas hasarı üzerine etkisinin olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu çalışmanın evrenini, Bayburt Üniversitesinde öğrenim gören öğrenciler, örneklemini ise aynı üniversitede öğrenim gören herhangi bir kronik rahatsızlığı olmayan, sigara kullanmayan, sedanter yaşam süren, yaşları ortalaması $21,36 \pm 2,01$ yıl olan 11 gönüllü erkek katılımcı oluşturdu.

Katılımcılarda hamlik oluşturabilecek eksantrik içerikli egzersiz programı uygulandı. Birinci aşama olarak adlandırılan dönemde egzersiz programının hangi düzeyde kas hasarı oluşturduğunu belirleyebilmek için egzersiz öncesi ve egzersizden sonra 24. ve 48. saatler olmak üzere toplamda üç kez kan alındı. Bu kan örnekleri Kreatinkinaz (CK), Aspartat Aminotransferaz (ALT), Alanin Aminotransferaz (AST), Laktatdehidrogenaz (LDH), Hemoglobin (HGB), White Blood Cells (WBC), Red Blood Cells (RBC), Neutrophils (NEU), Platelets (PLT) dir. Bu aşamanın sonunda katılımcılara McCaffery 1989 tarafından oluşturulan sayısal ağrı derecelendirme ölçeği (Numeric Pain Rating Scale (NPRS)) uygulandı. Literatür bilgisi dikkate alınarak katılımcılardan 35 gün herhangi bir fiziksel aktiviteye katılmamaları istendi. Bu süre sonunda söz konusu egzersiz programını tekrar uygulamadan önce kan örnekleri alındı. Uygulanan egzersiz programından sonra katılımcıların tüm vücuduna daha önce hazırlanmış olan tuzlu su uygulaması yapıldı. Yine aynı şekilde egzersizden sonraki 24. ve 48. saatlerde iki ayrı kan örneği daha alındı. Her iki aşamada da egzersiz programı aynı saatler (14:00-16:00) arasında yaptırıldı. Alınan tüm kan örnekleri sabah saat 09:30 – 10: 30 arasında alındı.

Uygulanan ölçekten ve kan örneklerinden edilen veriler bilgisayar ortamına aktarıldı. Bu verilerin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında SPSS 27 paket programı kullanıldı. Verilerin normallik analizleri test edildi. Bu bağlamda verilerin analizinde descriptive, paired simple ve tekrarlanan ölçümlerde varyans analizi kullanıldı.

Nihayetinde ağır egzersiz sonrasında tuzlu su uygulamasının ALT, AST, LDH, CK, WBC, NEU, RBC, HGB ve PLT değerleri üzerinde matematiksel olarak fark yaratsa da bu farkın istatistiksel olarak anlamlı ($p>0,05$) olmadığı ortaya çıktı. Aşama ayrımı yapılmaksızın kan örneklerinin 1. 2. ve 3. ölçümlerinde ALT, LDH ve CK değerlerindeki farkın anlamlı ($p<0,05$) olduğu görülürken; AST, WBC, NEU, RBC, HGB ve PLT değerlerindeki farkın anlamlı ($p>0,05$) olmadığı anlaşıldı. Diğer taraftan numaralandırılmış ağrı ölçeği ön test ve son test ortalama puanları arasında $p < 0,01$ düzeyinde anlamlı farklılığın olduğu saptandı.

Sonuç olarak, tuzlu su uygulamasının kas hasarı belirteçlerinde bir azalmaya neden olduğu ancak bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte kas ağrısının azaltılması noktasında önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Gecikmiş kas ağrısı, egzersiz, kas hasarı, tuzlu su.



ABSTRACT

M. SC. THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SALINE WATER APPLICATION ON MUSCLE DAMAGE AND PAIN

Hasan YALVAÇ

Bayburt University

Institute of Graduate Studies

Department of Coaching Education

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hacı Bayram TEMUR

Bayburt-2025, Pages: 58

Muscle pain, which can occur after high-intensity workloads to which the muscles are not accustomed, negatively affects an individual's quality of life and work performance over a certain period. There are some local practices aimed at preventing these pains. Among these practices, the application of saltwater to reduce muscle pain that may occur after intense exercise is one of the methods used. In this method, saltwater prepared for the muscle groups that have been subjected to unusual load during exercise is applied topically.

The aim of this research is to investigate whether saltwater application has an effect on muscle pain and muscle damage. The population of this study consisted of students at Bayburt University, and the sample included 11 male volunteers, with a mean age of 21.36 ± 2.01 years, who did not have any chronic diseases, were non-smokers, and led a sedentary lifestyle.

An eccentric exercise program, which could cause muscle soreness, was applied to the participants. In the first phase of the study, blood samples were collected before and 24 and 48 hours after exercise in order to determine the level of muscle damage caused by the exercise program. The blood samples were analyzed for Creatine Kinase (CK), Aspartate Aminotransferase (ALT), Alanine Aminotransferase (AST), Lactate Dehydrogenase (LDH), Hemoglobin (HGB), White Blood Cells (WBC), Red Blood Cells (RBC), Neutrophils (NEU), and Platelets (PLT). After this phase, participants were asked to complete the Numeric Pain Rating Scale (NPRS), developed by McCaffery in 1989. Considering the literature, participants were instructed to refrain from any physical activity for 35 days. After this period, blood samples were taken again before applying the exercise program for a second time.

After the exercise program, saltwater prepared beforehand was applied to the entire body of the participants. Similarly, two more blood samples were collected 24 and 48 hours after exercise. Both phases of the exercise program were carried out at the same hours (14:00-16:00). All blood samples were taken between 09:30 and 10:30 AM.

The data obtained from the scale and blood samples were transferred to a computer system for statistical analysis. SPSS 27 software was used for the statistical comparison of the data. The

normality of the data was tested, and descriptive statistics, paired samples t-test, and repeated measures analysis of variance were applied for the analysis.

Ultimately, although saltwater application after intense exercise resulted in mathematical differences in ALT, AST, LDH, CK, WBC, NEU, RBC, HGB, and PLT values, these differences were not statistically significant ($p > 0.05$). On the other hand, a significant difference ($p < 0.05$) was observed in the ALT, LDH, and CK values between the 1st, 2nd, and 3rd measurements of the blood samples, while the differences in AST, WBC, NEU, RBC, HGB, and PLT values were not statistically significant ($p > 0.05$). Furthermore, a significant difference ($p < 0.01$) was found in the pre- and post-test average scores of the Numeric Pain Rating Scale.

In conclusion, although saltwater application did lead to a reduction in muscle damage biomarkers, this reduction was not statistically significant. However, it can be said that the application had a significant effect on reducing muscle pain.

Keywords: Delayed onset muscle soreness, exercise, muscle damage, salt water.



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	II
BEYANNAME	III
ÖNSÖZ	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
İÇİNDEKİLER.....	IX
TABLOLAR.....	XI
ŞEKİLLER.....	XII
KISALTMALAR.....	XIII
SİMGELER.....	XIV
GİRİŞ.....	1
Araştırmanın Konusu ve Problemi	3
Araştırmanın Amacı	4
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	4
Araştırmanın Sınırlılıkları	4
Varsayımlar	5
Terim ve Tanımları	5
Kas Hasarı	5
BİRİNCİ BÖLÜM.....	7
1. KAS SİSTEMİ VE KASLARIN SINIFLANDIRMASI.....	7
1.1. DÜZ KASLAR.....	7
1.2. İSKELET KASLARI.....	7
1.3. KALP KASI	8
1.4. KAS KASILMASI VE KASILMA TÜRLERİ	8
1.4.1. İzometrik Kasılma	8
1.4.2. İzokinetik Kasılma.....	9
1.4.3. İzotonik Kasılma	9
1.4.3.1. Eksantrik kasılma	9
1.4.3.2. Konsantrik kasılma	10
1.5. KAS HASARI ENZİM YAPILARI	10
1.5.1. KreatinKinaz (CK)	10
1.5.2. Laktat Dehidrogenaz (LDH).....	11
1.5.3. Aspartat Aminotransferaz (AST).....	11
1.5.4. Alanin Aminotransferaz (ALT).....	12
1.6. HEMATOLOJİK PARAMETRELER	13
1.6.1. Beyaz Kan Hücreleri (WBC).....	13
1.6.2. Eritrositler (RBC)	13
1.6.3. Hemoglobin (HGB)	14
1.6.4. Nötrofiller (NEU)	14
1.6.5. Trombosit (PLT).....	15
1.7. EGZERSİZ VE EGZERSİZİN NEDEN OLDUĞU KAS HASARI	15
1.8. TUZ	16
1.8.1. Kaya Tuzları	16

1.8.2. Tuzun Sağlık Üzerine Etkisi.....	16
1.9. TUZDAKİ BAŞLICA MİNERALLER	16
1.9.1. Magnezyum	17
1.9.2. Kalsiyum.....	18
1.9.3. Potasyum	18
1.9.4. Fosfor.....	19
1.9.5. Kükürt.....	19
1.9.6. Çinko	20
1.9.7. İyot.....	21
1.9.8. Sodyum ve Sodyum Klorür	21
İKİNCİ BÖLÜM	23
2. YÖNTEM	23
2.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	23
2.2. EVREN VE ÖRNEKLEM	23
2.3. VERİ TOPLAMA TEKNİKLERİ.....	23
2.3. UYGULAMA.....	25
2.3.1. Egzersiz Programı.....	25
2.4. VERİ ANALİZİ.....	31
2.5. GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK	31
2.6. ARAŞTIRMACININ ROLÜ.....	32
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	33
BULGULAR	33
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	45
Sonuç	45
Tartışma.....	45
Öneriler.....	49
KAYNAKÇA.....	50
EKLER	57
Ek 1: Maksimal Ağırlık Belirleme Çizelgesi	57
ÖZ GEÇMİŞ	58

TABLÖLAR

Tablo 1: Katılımcıların ALT Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	33
Tablo 2: Katılımcıların ALT Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	33
Tablo 3: AST Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	34
Tablo 4: Katılımcıların AST Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	34
Tablo 5: LDH Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	35
Tablo 6: Katılımcıların LDH Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	35
Tablo 7: CK Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	36
Tablo 8: Katılımcıların CK Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	36
Tablo 9: WBC Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	37
Tablo 10: Katılımcıların WBC Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	38
Tablo 11: NEU Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	38
Tablo 12: Katılımcıların NEU Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	39
Tablo 13: RBC Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	40
Tablo 14: Katılımcıların RBC Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	40
Tablo 15: HGB Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	41
Tablo 16: Katılımcıların HGB Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	41
Tablo 17: PLT Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	42
Tablo 18: Katılımcıların PLT Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları.....	43
Tablo 19: Egzersiz Sonrası Tuzlu Su Uygulamasının Ağrı Ölçeği Puanlarına Ait Paired Sample Test Sonuçları.....	43

ŞEKİLLER

Şekil 1: Sayısal Ağrı Derecelendirme Ölçeği (Nprs).....	24
Şekil 2: Machine Shoulder Press Hareketi.....	26
Şekil 3: Machine Lateral Raise Hareketi	26
Şekil 4: Machine Lat Pull Down Hareketi	27
Şekil 5: Machine Seated Row Hareketi	27
Şekil 6: Machine Bench Press Hareketi	28
Şekil 7: Machine Chest Fly Hareketi	28
Şekil 8: Z-Bar Biceps Curl Hareketi	29
Şekil 9: Cable Triceps Push Down Hareketi.....	29
Şekil 10: Leg Extension Hareketi	30
Şekil 11: Leg Curl Hareketi	30
Şekil 12: Calf Raise Hareketi	31
Şekil 13: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki ALT Değerler Eğrisi.....	34
Şekil 14: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki AST Değerler Eğrisi.....	35
Şekil 15: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki LDH Değerler Eğrisi	36
Şekil 16: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki CK Değerler Eğrisi.....	37
Şekil 17: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki WBC Değerler Eğrisi	38
Şekil 18: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki NEU Değerler Eğrisi	39
Şekil 19: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki RBC Değerler Eğrisi	41
Şekil 20: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki HGB Değerler Eğrisi	42
Şekil 21: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki PLT Değerler Eğrisi	43

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
CK	: Kreatinkinaz
LDH	: Laktatdehidrogenaz
GKA	: Geçikmiş Kas Ağrısı
ALT	: Alanin Aminotransferaz
AST	: Aspartat Aminotransferaz
WBC	: White Blood Cells
RBC	: Red Blood Cells
HGB	: Hemoglobin
NEU	: Neutrophils
PLT	: Platelets
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
H	: Hipotez
BCAA	: Branched-Chain Amino Acids
MB	: Miyoglobin
BB	: Kreatinkinaz BB İzoenzimi
MM	: Kreatinkinaz BB İzoenzimi
ADP	: Adenozin Difosfat
ATP	: Adenozin Trifosfat
Vd	: Ve diğerleri
MB	: Kreatinkinaz MB İzoenzimi
NPRS	: Numeric Pain Rating Scale
Ort.	: Ortalaması
St.	: Standart sapma
DOMS	: Delayed Onset Muscle Soreness
1RM	: One Repetition Maximum
3RM	: Three Repetition Maximum

SİMGELER

U/L	: Litre Başına Birim
µL	: Mikrolitre
g/dL	: Desilitrede Gram



GİRİŞ

Kas hasarının genellikle organizmanın daha önce karşılaşmadığı düzeyde yüksek yoğunlukta ve kas boyunda uzamanın meydana geldiği egzersizler sonucu ortaya çıktığı ifade edilmiştir (Rahimi vd., 2017). Meydana gelen ağrının egzersizden sonra 6-8 saat içinde başladığı, 24 saat sonra artış gösterdiği, 48 veya 72 saatten sonra en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Gecikmiş Kas Ağrısı (GKA)'nın etkisi 10 gün süreyle devam edebilir (Dokumacı vd., 2016; Nelson, 2013).

Egzersiz sonrası meydana gelen gecikmiş kas hasarının etkilerini en aza indirmek, sporcuların toparlanma ve iyileşme süreçlerini hızlandırmasında büyük önem taşımaktadır. Gecikmiş kas hasarının neden olduğu olumsuz etkiler, sporcuların fiziksel performanslarını ve iyileşme süreçlerini ciddi şekilde sekteye uğratabilir. Bu durum, GKA yaşayan bireylerin egzersiz programlarını düzenli bir şekilde sürdürememelerine yol açabilir ve motivasyonlarını düşürerek psikolojik açıdan da olumsuz etkiler yaratabilir. Ayrıca, sporcuların antrenman kalitesinin düşmesine veya genel performanslarının azalmasına neden olabileceği gibi uzun vadede sportif başarılarını da tehlikeye atabilir (Dokumacı vd., 2016; Yoon vd., 2020). Bu nedenle, gecikmiş kas hasarını önlemeye veya etkilerini hafifletmeye yönelik stratejiler geliştirmek, sporcuların performansını artırmada önemli bir rol oynamaktadır.

GKA konusunda çeşitli mekanizmalar açıklanmış olup, bu açıklamalar arasında altı temel teori öne çıkmaktadır. Bu teoriler sırasıyla; laktik asit birikimi, kas spazmları, konnektif doku hasarı, kas hasarı, inflamasyon ve enzim salınımı gibi etkenlerdir. Her bir teori, GKA'nın farklı yönlerini açıklamaya yönelik katkılar sunsa da bilimsel araştırmalarla daha fazla destek bulan ve en fazla kabul gören mekanizmalardan biri, kas hasarı teorisidir (Schoenfeld, 2020). Bu teori, kas dokusunda meydana gelen mikro düzeydeki hasarların ağrıyı tetiklediğini ve kas iyileşme sürecinde bu hasarın vücuttaki ağrı hissiyatını artırdığını savunmaktadır.

Eksantrik kasılmaların ardından, kasın içerisinde görev alan birimlerde hasar meydana gelir. Bu hasar, kuvvet kaybı ve hareket açıklığının azalması gibi belirtilerle kendini gösterir. Kasın fonksiyonel birimi olan sarkomer, kasılmayı sağlayan en küçük yapısal birimdir. Sarkomerin yapısında, kasılmayı gerçekleştiren miyozin ve aktin gibi proteinler bulunurken, kasılmanın stabilizasyonunu sağlayan ve gerilmeyi uzunlamasına ve yanlamasına aktaran yapısal proteinler de yer alır. Yapılan fiziksel aktivite sırasında, eğer hareketin şiddeti, sarkomerin yapısındaki gerilim potansiyelini aşarsa, bu proteinlerde mikro düzeyde hasar oluşur. Bu mikro travmalar, kasın genel fonksiyonunu etkileyerek, aktif motor ünitelerinin

sayısının azalmasına neden olur. Sonuç olarak, her bir motor ünitenin üzerine düşen yük artar ve bu durum kasın toparlanma sürecini zorlaştırabilir (Schoenfeld, 2012; Cheung vd., 2003).

Sonuç olarak ağrı; performans düşüşüne, maksimal kuvvetin azalmasına, hareket açıklığının kısıtlanmasına ve mental performansın zayıflamasına yol açabilir (Fouré ve Bendahan, 2017; Howatson vd., 2012; Waldron vd., 2017).

Egzersiz sonrasında analiz edilen bazı enzimler, ilgili teoriyi destekler niteliktedir. Rebalka ve Hawke (2014), Greer vd., (2007), Kephart vd., (2016) ve Waldron vd., (2017) tarafından yapılan çalışmalarda, egzersiz sonrası meydana gelen kas hasarını belirlemek amacıyla kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH) ve miyogloblin (MB) en sık kullanılan biyobelirteçlerdir.

Yüksek şiddetli veya uzun süreli egzersizler, nöromusküler adaptasyonları tetikleyen güçlü uyarıcılardır. Bu tür uyarımlar, kas kuvvetinin yanı sıra genel kuvvet ve gücün artırılması için temel bir rol oynar (Kraemer vd., 2006). Dolayısıyla, kas adaptasyonlarını teşvik eden direnç egzersizleri, yalnızca profesyonel sporcular için değil, aynı zamanda rekreasyonel amaçla egzersiz yapan bireyler açısından da büyük öneme sahiptir. Bu egzersizler, kasların güçlenmesi ve vücut fonksiyonlarının iyileştirilmesi adına kritik bir etkidir.

Egzersizler, konsantrik ve eksantrik kasılmaları bir arada içerebilir. Ancak kas kuvvetinin gelişimi açısından, eksantrik kasılmalar, konsantrik kasılmalara kıyasla daha etkili sonuçlar verir. Bunun nedeni, eksantrik kasılmalar sırasında daha fazla güç üretilmesidir. Yapılan araştırmalar, eksantrik kasılmaların kas kuvvetini artırma ve hipertrofi sağlama üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Jones, Power ve Herzog, 2016; Kraemer vd., 2002). Bu bulgular, eksantrik kasılmaların özellikle direnç egzersizlerinde tercih edilmesinin nedenini açıklamaktadır. Zira eksantrik kasılmalar, nöromusküler yanıtı artırma konusunda etkili bir araç olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Schoenfeld, 2020; Osmond, 2017).

Diğer taraftan eksantrik kasılmaları içeren direnç egzersizlerinin, kas hasarını daha fazla artırdığı tespit edilmiştir. Oluşan kas hasarı, fiziksel performansın (Howatson vd., 2012; Greer vd., 2007; Dorrell ve Gee, 2016; Schoenfeld, 2020), bilişsel fonksiyonların (Manzo, 2017) ve esnekliğin azalmasına neden olduğu gösterilmiştir (Howatson vd., 2012).

Venöz kandaki CK, LDH ve MB gibi proteinlerin varlığının genel olarak kas hasarının belirteçleri olduğu birçok çalışmada (Rebalka ve Hawke, 2014; Matsumoto vd., 2009; Ra vd., 2013; Gee ve Deniel, 2016) ortaya konulmuştur.

Eksantrik egzersizler sonrasında protein yıkımı oranında bir artış gözlemlenmektedir. Ancak bu yıkım oranı, yeterli protein sentezi ile dengelenmediği takdirde, kas hipertrofisi

açısından olumsuz sonuçlar doğurabilir. Kas gelişimini desteklemek ve protein yıkımını baskılamak amacıyla, çeşitli besin takviyeleri kullanılmaktadır (Stokes, Hector, Morton, McGlory ve Phillips, 2018; Jäger vd., 2017). Bu takviyeler arasında, özellikle Branch Chain Amino Acids (BCAA) kullanımı, bilimsel araştırmalarla güçlü bir şekilde desteklenen ve yoğun ilgi gören bir ek gıda maddesi olarak ön plana çıkmaktadır.

Kas hasarının önlenmesi veya meydana gelen kas hasarının hızlı bir şekilde giderilmesi amacıyla yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu durum, özellikle performans sporcuları için büyük bir öneme sahiptir, çünkü etkin bir toparlanma süreci, sporcunun yeniden yüklenmesini ve performansını sürdürebilmesini sağlar. Toparlanma sürecinin hızlandırılması hem fiziksel hem de psikolojik yönden önemli faydalar sağlamaktadır. Kas hasarını önlemenin en etkili yollarından biri, kasın düzenli olarak antrene edilmesidir. Bu mekanizma tam olarak açıklanabilmiş olmasa da egzersizle birlikte meydana gelen yapısal ve metabolik değişimlerin bu etkiyi sağladığı düşünülmektedir (Osmond, 2017).

Kas hasarının ardından, plazmada belirgin bir şekilde artan biyobelirteçler (CK, MB ve LDH) gözlemlenmektedir. Kastaki iyileşme ve toparlanmayı hızlandırmak için çeşitli uygulamalar mevcuttur. Isınma, germe ve masaj gibi yöntemlerin, CK ve MB seviyelerindeki artışı engellediği, aynı zamanda zirve kuvvetinin ve esnekliğin korunmasına yardımcı olduğu, yapılan araştırmalarla doğrulanmıştır (Rahimi vd., 2017; Hulmi vd., 2010). Bu tür uygulamalar, kas hasarının önlenmesi ve toparlanma sürecinin iyileştirilmesi açısından oldukça etkili bulunmuştur. Ayrıca, vitamin, mineral ve izotonik sporcu ek gıda takviyelerinin de kas hasarı üzerinde olumlu etkiler yarattığına dair çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Trommelen vd., 2013).

Kas hasarı ve ağrısını önleyebilme adına farklı yörelerde farklı uygulamalar yapılmaktadır. Bunlardan biride Bitlis yöresinde uygulanmaktadır. Bu uygulama, kas hasarı ve ağrısına neden olabilecek yoğunluktaki fiziksel bir aktivite sonrası oluşabilecek bu olumsuzluğun önüne geçebilmek için aktivite sonrası harici tuzlu su uygulaması şeklindedir. Bu uygulama, yüklenme sonrasında yüklenmenin daha çok yapıldığı kas gruplarına harici olarak uygulanması şeklinde gerçekleştirilir.

Araştırmanın Konusu ve Problemi

Bu çalışmanın konusu “tuzlu su uygulamasının kas hasarı ve ağrısı üzerine etkisinin araştırılması”dır. Alışılmamış düzeyde kas kasılmalarını içeren çalışmalar sonrasında bireylerde çalışmaya maruz bırakılan kaslarda ağrı ile birlikte yorgunluk meydana gelmektedir. Bu halk arasında hamlama olarak ifade edilmektedir. Bilimsel açıdan buna kas hasarının neden

olduğu bilinmektedir. Oluşan kas ağrılarının ve kas hasarının günlük işlerdeki ve sportif performansı olumsuz etkilemesi bir sorun olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmayla, harici tuz uygulamasının şiddetli fiziksel aktivite veya egzersiz sonrasında oluşabilen kas ağrısı ve hasarı üzerine etkisinin olup olmadığının araştırılması amaçlandı.

Bu araştırmanın genel hipotezi ise;

H0; Alışılmamış yoğunluktaki egzersizlerin sebep olduğu kas hasarı ve kas ağrısına tuzlu su uygulamasının etkisi yoktur.

H1; Alışılmamış yoğunluktaki egzersizlerin sebep olduğu kas hasarı ve kas ağrısına tuzlu su uygulamasının etkisi vardır.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Sporcu ya da sedanter her birey alışılmamış yoğunlukta kas kasılmasını içeren fiziksel aktivitelere maruz bırakıldığında kas hasarının neden olduğu, halk arasında hamlik olarak tanımlanan ağrılara neden olabilmektedir. Bu da kişinin bir sonraki aktiviteye katılabileceği süresini ve katıldığındaki performansını olumsuz etkileyebilir. Zaman kaybı ve iş verimindeki bu olumsuzluğun azaltılabilmesi ya da tamamen ortadan kaldırılabilmesi, ayrıca bazı yörelerde kullanılan ancak bilimsel bir dayanağı olmayan tuzlu su uygulamasının bilimsel temele oturtulması, böylece başta antrenör ve sporcular olmak üzere yaşamın her alanında kullanılabilmesini sağlayabilme adına bu çalışma önem arz etmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmaya, gönüllülük esasına göre herhangi bir kronik rahatsızlığı olmayan, sigara kullanmayan ve sedanter yaşam süren erkek katılımcıların egzersiz öncesi ve sonrasında gecikmiş kas hasarına etki eden besin öğelerini içeren beslenme programı, mali nedenlerden dolayı eşit ve dengeli bir şekilde uygulanamadı. Toparlanmada beslenmenin amacı egzersiz sonrası boşalan glikojen depolarının yenilenmesi, kas hasarının düzeltilmesi ve sıvı elektrolit dengesinin sağlanmasıdır (Kızıltoprak, 2020).

Gecikmiş kas ağrısı 10 güne kadar sürebilmektedir (Dokumacı vd., 2016; Nelson, 2013). Yapılan çalışmada ise araştırmaya katılan katılımcıların üniversite eğitimi görmeleri ve vize sınavlarının araştırma yapılan zamana denk gelmesi sebebiyle birinci ve ikinci egzersizler arasındaki toparlanma süresi 35 gün olarak belirlendi.

Varsayımlar

Katılımcıların sedanter bir yaşam tarzına sahip oldukları, herhangi bir kronik rahatsızlıklarının olmadığı, düzenli olarak ilaç kullanmadıkları varsayılmaktadır.

Terim ve Tanımları

Gecikmiş Kas Ağrısı: Egzersiz bitiminden saatler sonra hissedilmeye başlayan ve yorgunluk dışında başka etkileride olan bir sendrom olarak tanımlanmıştır. Başka bir tanıma göre, şiddetli ve alışılmadık yüklenmeler sonucunda kas lifi içindeki zayıf miyofibrillerde meydana gelen mikro yırtıklar nedeniyle hissedilen kas hasarı olarak tanımlanmaktadır. Gecikmiş Kas Ağrısı (GKA)'nın ortaya çıkma durumu, egzersizin türü, süresi ve şiddetine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Dokumacı vd., 2016).

1RM (One Repetition Maximum (Bir Tekrar Maksimum)) Metodu: 1RM bireyin kuvvetinin yüzde 100'ünü kullanarak maksimum kaldırabildiği 1 tekrar sayısını ifade eder. Egzersizlerde 1RM kullanarak şiddetlerin belirlenmesi etkili bir periyotlama için gereklidir. Her egzersiz için 1RM belirlemesi mümkün olmasa dahi temel birincil kaslar için önem taşıyan egzersizlerde belirlenmesi gerekmektedir. Egzersizlerde bireyin yüzde 100 şiddetinde kaldırabilecek ağırlığı bulmak için bir başka seçenek ise 3RM (Three Repetition Maximum (Üç Tekrar Maksimum)) değeri bulunarak, Ek 1' deki maksimum ağırlık belirleme çizelgesinden 1RM değerini bulmaktır (Taş, 2020).

Kas Hasarı

Egzersiz sırasında çarpma ve burkulmalar sonucu yumuşak doku yaralanmaları oldukça yaygındır. Bu yaralanmalar normal rehabilitasyon sonucu rehabilite edilebilen yaralanmalardır. Fakat egzersiz esnasında bu yumuşak doku yaralanmalarıyla birlikte hücresel düzeyde de bir hasar oluşmaktadır. Hasar temel olarak iki yolla açıklanmaktadır. Birincisi alışık olunmayan egzersiz, ikincisi ise, tam olarak karakterize edilememesine rağmen kas iskemisinin de katkısıyla doku yaralanmasıyla bazı metabolik ve kimyasal olayların ortaya çıkmasıdır. Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarını meydana getirir. Bunun yanında eksantrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı oluşturmaktadır (Brown, 1999).

Alışık olunmayan eksantrik kasılmanın yol açtığı hasar miyofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara miyofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder (Friden vd., 1983).

Eksantrik kasılmadaki bu yaralanmanın diğer kasılma türlerine göre fazla olması iki teoriyle açıklanmaktadır. İlki azalan motor ünite aktivasyonudur. Aynı iş yükünde ve hareket fazında konsantrik kasılmayla karşılaştırıldığında aktif motor ünite miktarı 5/1 oranında azalmaktadır. Sonuç olarak eksantrik kasılmada fibril başına düşen yükün artması mekanik kopmaları beraberinde getirir. İkinci teori ise; eksantrik kasılmada baskı altındaki kas uzamasından kaynaklanan kopmalardır. Normalden daha kısa olan motor üniteler eksantrik kasılmada daha fazla uzamak zorunda kaldıklarından kopmalar meydana gelmektedir (Amstrong, 1990).

Eksantrik kasılma: Kelime kökeni itibarıyla "eksantrik" (ex-centric) terimi, merkezden uzaklaşma anlamına gelmektedir. Eksantrik kasılmalarda yapılan iş, yerçekimi doğrultusunda gerçekleştiğinden negatif bir karakter taşımaktadır. (Günay vd., 2013).

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KAS SİSTEMİ VE KASLARIN SINIFLANDIRMASI

İskelet ve kaslar, vücutta hareket sisteminin temel yapı taşlarını oluşturur (Yapıcı, 2017). Eklemler ve kemikler, vücuda hareket yeteneği kazandıran kaldıraçlar işlevi görürken, yalnız başlarına hareket etme kapasitesine sahip değildirler. Kas dokusu ise, uyarılabilme özelliği taşıyan kas hücrelerinin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu kas hücreleri, uyarıları zar yüzeyleri boyunca ileterek, mekaniksel bir tepki olarak kasılma ya da uzunluk kısalması gerçekleştirebilirler. Özellikle vücut iskelet kasları, egzersiz ve fiziksel aktiviteler açısından önemlidir. Her türlü spor ve iş aktivitesi, kaslar tarafından gerçekleştirilir ve kas kuvvetinin gelişimi, bu hareketler sayesinde gerçekleşir. İnsan vücudunun toplam kütlelerinin önemli bir kısmı kaslardan oluşur; kadınlarda bu oran %25-30, erkeklerde ise yaklaşık %40 civarındadır (Sevim, 2002).

Kas içindeki sinirsel yapılar hem mekanik hem de kimyasal uyarılara duyarlıdır ve bu uyarılara yanıt olarak hücre zarları boyunca aksiyon potansiyeli iletebilirler. Kasılmayı sağlayan enzimler ise, kas hareketinin gerçekleşmesini sağlayan temel bileşenlerdir. Kaslar, dört ana özelliğe sahiptir: eksitabilite, kontraktibilite, ekstansibilite ve elastisite. Eksitabilite, kasların uyarılara tepki verme ve bu uyarıları alabilme kapasitesini ifade eder; normalde bu uyarılar sinir sistemi tarafından iletilir. Kontraktibilite ise kasın uyarı almasıyla şekil değiştirerek kısalması ve kalınlaşmasıdır. İnsan vücudunun yaklaşık %50'si kaslardan oluşur ve bu kaslar üç ana gruba ayrılır: düz kaslar, iskelet kasları ve kalp kasıdır (Pınar, 2010).

1.1. DÜZ KASLAR

Çalışma sistemleri, otonomik sinir sistemi tarafından kontrol edildiği için istemsiz kaslar olarak da adlandırılmaktadır (Aktümsek, 2012). Düz kaslar, istemsiz bir şekilde kasılır. İskelet kaslarına göre daha yavaş kasılmalar gösterirler, ancak kasılmaları daha ritmik ve sürekli. Düz kaslar, istemsiz olarak kasılır ve iskelet kaslarına kıyasla daha yavaş kasılmalar sergiler. Bununla birlikte, kasılmaları daha ritmik ve sürekli bir özelliktedir.

1.2. İSKELET KASLARI

İskelet kası, çapları 10 ile 80 mikrometre arasında değişen, birbirinden bağımsız çok sayıda kas lifinden oluşur. Bu kas liflerinin her biri, sarkolemma adı verilen bir hücre zarıyla çevrilidir.

İskelet kas hücreleri, fibril adı verilen, bir arada bulunan ayrı kas hücrelerinden oluşur. Bu fibriller demetler halinde bir araya gelir ve miyofibril ve miyofilament adı verilen alt

sınıflara ayrılır (Günay vd., 2013). Kas telinin dışını sararak onu koruyan bu zar, sarkolemma olarak bilinir. Miyofibriller, kasın kasılmasını sağlayan kontraktıl yapılardır ve bunların arasında sarkoplazma bulunur. Sarkoplazma, ATP, glikojen, glikoliz ve fosfokreatin enzimleri gibi önemli bileşenleri taşır. Kasın aktifliği sırasında, sayılarında artış görülen mitokondriler de enerji üretiminde büyük bir rol oynar. Kas lifleri, genellikle birden fazla çekirdek taşır ve bu çekirdekler, sarkolemma zarının hemen altında yer alır. İskelet kası, çizgili yapıda olup istemli bir kas türüdür, yani kişinin bilinçli kontrolüyle çalışır ve yalnızca sinirsel uyarılarla aktive olabilir. İskelet kaslarının sinir bağlantıları, somatik sinirler tarafından sağlanır (Noyan, 2011).

1.3. KALP KASI

Yapı itibariyle iskelet kaslarına benzeyen kalp kasları, görünüşte çizgili kas olarak tanımlanabilir. Ancak fonksiyonel açıdan, kalp kası düz kaslarla benzer özellikler gösterir; zira otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir (Günay vd., 2013).

Yapısal olarak iskelet kasına yakın olan kalp kası, fonksiyonel olarak düz kaslara benzer özellikler taşır ve yine otonom sinir sistemi tarafından denetlenir. Kalp kası lifleri, iskelet kası liflerine kıyasla daha kısa olup, aynı zamanda dallanma gösterir. Ayrıca, kalp kasındaki mitokondriler, iskelet kaslarına göre daha büyük ve daha fazladır. Her iki kas tipi de benzer bir kasılma özelliği sergileyerek, vücuda hareket sağlar (Sönmez, 2002).

1.4. KAS KASILMASI VE KASILMA TÜRLERİ

Kaslar, aldıkları uyarılara karşı kasılarak yanıt verir. Kas dokusu, normalden daha fazla gerilebilme kapasitesine sahiptir ve gerilme fonksiyonu tamamlandığında, eski haline geri döner. İskelet kaslarının kasılması, hareketin oluşumunda kritik bir rol oynar ve bu nedenle egzersiz fizyolojisi içerisinde iskelet kasları büyük bir öneme sahiptir (Ergen vd., 2002). İskelet kasları, boylarını kısaltıp veya boylarını sabit tutup gerilim (tonus) oluşturarak kasılma yaparlar. Kas kasılmalarının üç temel şekli vardır: izometrik, izokinetik ve izotonik kasılmalar. Günay vd., (2013), dinamik kasılmalar arasında izokinetik ve izotonik kasılmalarla, statik kasılma olarak da izometrik kasılmayı tanımlamış ve bu kasılmaların her birinin eksantrik ya da konsantrik biçimlerde olabileceğini belirtmiştir. Ancak literatürdeki bazı çalışmalar, dinamik kasılmaları yalnızca eksantrik ve konsantrik kasılmalar olarak sınıflandırmıştır.

1.4.1. İzometrik Kasılma

İzometrik kasılma, statik bir kasılma türüdür. "İzo" terimi, "eşit" veya "aynı" anlamına gelirken, "metric" kelimesi de "uzunluk" anlamına gelir. Bu kasılma türünde, kasın geriliminde bir değişiklik olur, ancak kasın uzunluğunda herhangi bir değişiklik meydana gelmez. Kasın

kasılmamasının nedeni, dışarıdan gelen dirençlerin oluşturduğu gerilimin kasın ürettiği gerilimden daha büyük olmasıdır (Fox vd., 2009). İzometrik kasılmalar, yalnızca sportif veya egzersiz amaçları için değil, aynı zamanda iyileştirme amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Ancak bu kasılma türünün en büyük dezavantajı, hareket koordinasyonunu olumsuz etkilemesi ve her açıda çalışmak istenmesi durumunda antrenman için fazla zaman kaybına yol açmasıdır (Cowell vd., 2012). Kasın boyu, miyozin başlarının yaptığı hamleler nedeniyle bir miktar kısalır; ancak bu değişiklik, kasın uzunluğunda sabit olarak kabul edilir ve kasılma sonucunda kasın tonusu artar (Kenney vd., 2012).

1.4.2. İzokinetik Kasılma

İzokinetik kasılma tipinde, hareketin hızı tüm hareket boyunca sabit tutulur ve bu süreçte hem eksantrik hem de konsantrik kasılmalar gerçekleşir (Fox vd., 2009). İzokinetik kasılmalar hem teorik hem de pratik açıdan kas kuvveti ve kas dayanıklılığını geliştirmek amacıyla kullanılan en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Akgün, 1992; Yapıcı, 2017).

1.4.3. İzotonik Kasılma

Kas kasılma esnasında bir yük belli bir noktaya taşınıyor ve eklemden hareket oluyorsa, kasın gerilimi sabit tutulurken boyu kısalır. Bu tür kasılmalara izotonik kasılma denir. Örneğin, elimizi yere değdirmek veya normal tempoda yürümek gibi hareketlerde kasılma esnasında eklem hareketi bulunur ve bu hareketler izotonik kasılma örneğidir. Ayrıca, ağırlık kaldırma gibi egzersizlerde de kas boyunda bir kısalma gerçekleşir, bu da bir izotonik kasılmadır. İzotonik kasılmalar, iki ana tipe ayrılır: eksantrik ve konsantrik kasılmalar (Fox vd., 2009; Pınar, 2010).

1.4.3.1. Eksantrik kasılma

Eksantrik kasılma, kelime kökeni olarak “ex-centric” yani "merkezden uzaklaşma" anlamına gelir. Bu kasılma türünde, yapılan iş yerçekimi doğrultusunda gerçekleştiği için negatif bir karakter taşır (Günay vd., 2013). Eksantrik kasılmalar, konsantrik kasılmalara göre kas içi gerilimi daha fazla artırır. Bu artan gerilim, egzersiz sonrasında kas ağrılarına yol açabilir (Özer, 2010). Eksantrik antrenmanlarının, kas sakatlıklarını önlemede oldukça etkili olduğu yapılan araştırmalarla bildirilmiştir (Lastayo vd., 2003; Cowell vd., 2012). Ancak, bu kasılma türünün özellikleri incelendiğinde, sakatlık riski taşıyan bir kasılma türü olduğu da vurgulanmaktadır (Lieber, 2018).

1.4.3.2. Konsantrik kasılma

Kasılma sonucunda, kasın boyunda kısalma meydana gelir. Bu kasılma türünde kas gerilimi ise değişmeden sabit kalır (Ergen, 2002; Fox vd., 2009). Kasın boyunun kısalmasıyla gerçekleşen bu kasılma türü, mekanik bir iş yapar. Konsantrik kasılma hareketi başlatır, eksantrik kasılmada hareketi yavaşlatmakta veya tamamen durdurmaktadır (Koç vd., 2014).

1.5. KAS HASARI ENZİM YAPILARI

Kalp ve iskelet kası hasarını tespit etmek için yapılan çalışmalarda en sık kullanılan biyokimyasal göstergeler arasında kreatinkinaz (CK), laktatdehidrojenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST), miyoglobin (MB) ve diğer kas enzimleri yer almaktadır. Bu göstergelerden en önemlisi ise kreatinkinaz (CK) olarak öne çıkmaktadır (Murray vd., 1998). Ayrıca, alanin aminotransferaz (ALT) düzeyleri de kaslarda meydana gelen dejenerasyonlarla birlikte artabilir (John ve Henry, 2001). Aminotransferazlar kaslarda doğal olarak bulunduğu için, özellikle yoğun egzersiz sonrası kas lifi hasarına bağlı olarak serum konsantrasyonları yükselmektedir (Çoban, 2011).

1.5.1. KreatinKinaz (CK)

Kasın her kasılma döngüsünde, kreatin fosfat kullanılarak adenosin trifosfat (ATP) üretimi sağlanır. Bu süreç, geri dönüşümlü bir reaksiyon olup kasın ATP seviyelerinin sabit kalmasına yardımcı olur. Kreatinkinaz, bu reaksiyonun katalizörüdür ve kas kasılması için gerekli enerjiyi temin eder. Ayrıca, kreatinkinaz, kasılma ve taşıma sistemlerinde ATP'nin yenilenmesini sağlayan bir enzim olarak önemli bir rol oynar (Murray, 1998; Kılıç, 2010).



Kreatinkinaz, özellikle iskelet kası, kalp ve beyin gibi dokularda yüksek yoğunlukta bulunan önemli bir kas enzimidir (Erdoğan, 2009). Kreatinkinazın üç izoenzimi vardır: BB, MB ve MM. BB izoenzimi beyinde, MM izoenzimi ise iskelet ve kalp kasında bulunur; MB izoenzimi ise yalnızca kalp kasında yer alır. Kan dolaşımında ölçülen kreatinkinaz (CK) seviyesinin kaynağı, genellikle iskelet kası ya da kalp kasıdır. Kalp kası veya iskelet kası travması ya da nekrozu, bu enzimin kan düzeylerini arttırabilir. Bu nedenle, CK düzeylerinde bir yükselme tespit edildiğinde, ilk olarak kalp kası veya iskelet kası hasarının olup olmadığına bakılmalıdır (Kurdak, 1998; Walsh vd., 2001; Aslan, 2005).

Aşırı kuvvet gerektiren ve farklı kas kasılma türlerinin (konsantrik ve eksantrik) aynı zamanda uygulandığı spor aktivitelerinde, kas hasarına bağlı olarak biyomarkerlerde bir artış gözlemlenir ve bu durum kas ağrısına yol açar (Clarkson vd., 1992). Bu biyomarkerlerden biri

olan kreatinkinaz (CK), yoğun bir egzersiz sonrasında 2-12 saat içinde yükselmeye başlar ve bu artış bazen 48 saat boyunca devam edebilir (Moat vd., 2017; Souglis vd., 2015). Kreatinkinaz seviyesi, egzersiz sonrası 24 saat içinde zirveye ulaşır ve bu süre zarfında en yüksek seviyeye çıkar (Newham vd., 1986).

1.5.2. Laktat Dehidrogenaz (LDH)

Laktat dehidrogenaz (LDH), laktik asit ile pirüvik asidin birbirine dönüşümünü çift yönlü olarak katalizleyen, hücre içinde yerleşmiş bir enzimdir. Kas dokusunda hasar meydana geldiği her durumda, bu enzimin seviyesi belirgin bir şekilde artış gösterir (Vural vd., 1986). LDH, kreatin kinaz (CK) enzimi gibi yalnızca kalp dokusunda değil; eritrositler, böbrekler, mide, beyin ve iskelet kası gibi birçok dokuda da yaygın olarak bulunur. Dolaşım sisteminde, LDH enziminin LDH-1, LDH-2, LDH-3, LDH-4 ve LDH-5 olarak adlandırılan beş farklı izoenzimi bulunmaktadır (Erdoğan, 2009).

LDH-1 ve LDH-2 izoenzimleri özellikle miyokard iskemisi tanısında kullanılmaktadır. LDH-1 enzimi, lösemi ve miyokard enfarktüsü gibi durumlarda önemli ölçüde artış göstermektedir. Tanı koymada daha yararlı bir enzim olarak değerlendirilen LDH-1, kalp kasında daha yüksek miktarda bulunur (Smith ve Miles, 2000). Bununla birlikte, LDH-2 izoenzimi ise iskelet kası dışındaki dokularda yaygın olmakla birlikte, en fazla kalpten salınır (Adams vd., 1990).

LDH-1 ve LDH-2 oranının 1'den büyük olması, miyokard nekrozunun önemli bir göstergesi olarak kabul edilir (Gök, 2002). Normal koşullarda serumda LDH-2 seviyesi, LDH-1 seviyesinden daha yüksektir. Ancak miyokard enfarktüsü durumunda LDH-1 seviyesi, LDH-2 seviyesini aşar ve bu artış genellikle 7 ila 10 gün içinde normale döner (Canbolant, 2006).

1.5.3. Aspartat Aminotransferaz (AST)

Aspartat aminotransferaz (AST), karaciğer, kalp kasında ve iskelet kaslarında bulunan önemli bir enzimdir. Karaciğer hastalıklarında, akut ve kronik hepatit gibi durumlarda, hücre yıkımının bir sonucu olarak AST seviyelerinde belirgin bir artış gözlemlenir. Bu artış, hastalığın seyrini izlemek için klinik bir gösterge olarak kullanılabilir. Ayrıca, kalp hastalıkları, travmatik kas yaralanmaları, sıcak çarpması gibi durumlarda da AST düzeyleri yükselir (Erdoğan, 2009).

AST, sitoplazmik ve mitokondriyal membranların birlikte hasar gördüğü durumlarda plazmada artış gösteren bir enzimdir. Bu nedenle hem hepatik hem de iskelet kası hastalıklarında AST seviyeleri dikkate değer bir şekilde yükselir. Sağlıklı bireylerde AST'nin normal serum düzeyi 1-32 U/L arasında değişmektedir. İskelet kası hasarının belirlenmesinde

kullanılan kırmızı küre/aspartat aminotransferaz (KK/AST) oranı genellikle 10 civarındadır (Otağ, 2011).

Karaciğerdeki hücre yıkımını değerlendiren önemli bir biyokimyasal test olan AST, karaciğer fonksiyon testleri kapsamında yer alır. Karaciğeri etkileyen hastalıklarda ya da yoğun fiziksel zorlanma nedeniyle kasta meydana gelen hasar ve hücre yıkımı, AST'nin kanda tespit edilebilir seviyelere ulaşmasına yol açar (John ve Henry, 2001; Taga vd., 2000). Normalde yalnızca hücrelerin içinde bulunan ve fonksiyon gösteren bu enzimler, hücresel bozukluklar sonucu kana geçer. Özellikle akut kalp ve iskelet kası bozukluklarında, AST seviyelerinde anlamlı bir artış meydana gelir (Kalaycıoğlu vd., 2000).

1.5.4. Alanin Aminotransferaz (ALT)

Alanin aminotransferaz (ALT), karaciğere özgü bir enzim olmakla birlikte büyük oranda sitoplazmada lokalize olmuştur. Bununla birlikte, düşük seviyelerde de olsa iskelet kası, kalp ve böbrek dokularında da bulunmaktadır (Akın vd., 1992; Perk ve Mengi, 1993). Sitoplazmik bir enzim olan ALT, serum seviyesindeki artışıyla karaciğer hücre hasarının bir göstergesi olabilir. Bu artış, hepatosellüler nekroz sonucunda hücre içi enzimin seruma geçmesiyle meydana gelebileceği gibi, nekroz oluşmaksızın hücre membranının geçirgenliğinde bir artışın olduğu durumlarda da ortaya çıkabilir (Lok ve McMahon, 2009).

ALT seviyelerini etkileyen karaciğer hastalıkları dışındaki faktörlerle ilgili yapılan araştırmalarda; cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ), anormal karbonhidrat ve lipid metabolizması gibi değişkenlerin yüksek ALT düzeyleri ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Wejstal vd., 1988). Bunun yanı sıra, ALT enziminin böbreklerde de önemli miktarda bulunduğu belirtilmiştir (Henry, 1991).

Alanin aminotransferaz düzeyleri, özellikle karaciğer hastalıklarında (örneğin siroz ve hepatit gibi) belirgin bir artış gösterir ve bu artış, karaciğerin bütünlüğünün bir biyokimyasal göstergesi olarak kabul edilir. Serum aminotransferaz konsantrasyonlarının, anabolik-androjenik steroid kullanan sporcularda karaciğere zarar vermesi nedeniyle artış gösterdiği de bilinmektedir. Ayrıca, ALT ve diğer aminotransferazlar, kas dokusunda da bulunduğu, yoğun fiziksel aktivite veya ağır egzersiz sonrasında kas liflerinde meydana gelen hasar nedeniyle serum konsantrasyonları yükselmektedir (Çoban, 2011). Bu nedenle, ALT seviyelerindeki değişimler, yalnızca karaciğer hastalıklarının değil, aynı zamanda kas dokusunda meydana gelen hasarların da önemli bir biyobelirteci olarak değerlendirilmektedir.

1.6. HEMATOLOJİK PARAMETRELER

1.6.1. Beyaz Kan Hücreleri (WBC)

Kırmızı kemik iliği ve lenf düğümlerinde sentezlenen, çekirdek içeren kan hücreleri, vücudun savunma mekanizmasının hareketli unsurlarını oluşturur ve lökositler olarak bilinirler. Beyaz kan hücreleri (WBC) olarak da bilinen bu hücreler, bağışıklık sisteminin fonksiyonlarında hayati bir rol üstlenir. Kanda WBC oranı, sabah saatlerinde en düşük seviyelerde bulunurken, akşam saatlerinde ise maksimum düzeye ulaşır. Ayrıca, hareket halinde olan bireylere kıyasla, istirahat eden kişilerde WBC oranı daha yüksektir.

Her türlü fiziksel aktivite, WBC sayısında bir artışa yol açabilir. Bunun yanı sıra, güneşte uzun süre kalmak ve yüksek rakımlı bölgelere çıkmak da WBC seviyelerini artıran diğer etkenler arasındadır. Kandaki WBC düzeyinin artışı "lökositoz" olarak adlandırılırken, bu hücrelerin sayısında meydana gelen azalma ise "lökopeni" olarak tanımlanır (Toklu , 2018).

Beyaz kan hücrelerinin sayısındaki değişimler, vücudun enfeksiyon, stres veya fiziksel yüklenmelere karşı verdiği tepkiler hakkında önemli ipuçları sunar.

1.6.2. Eritrositler (RBC)

Kırmızı kan hücreleri, başka bir deyişle alyuvarlar, kemik iliğinde üretilen ve kanda en fazla bulunan hücre türüdür. Kan hücrelerinin yaklaşık %50'sini oluşturan alyuvarlar, vücuttaki toplam kan hacminin büyük bir kısmını teşkil eder (Günay, 2013). Alyuvarların yapısında bulunan hemoglobin (HGB), kana kırmızı rengini verir ve temel işlevlerini yerine getirmelerini sağlar (Yılmaz, 2000). Alyuvarların en önemli görevi, akciğerlerden dokulara oksijen (O₂) taşımaktır ve bu görev, HGB'nin oksijen taşıma kapasitesi sayesinde gerçekleştirilir (Ganong, 1995).

Alyuvarlar, şekilli elementler arasında yer alır ve insan alyuvarları, her iki yüzü içbükey olan bikonkav disk biçimindedir. Bu özel şekil, alyuvarların gaz alışverişini optimize eder; zira bikonkav yüzey, gaz difüzyonu için ideal bir yapı sunar. Normal koşullarda bir alyuvarın ortalama yarıçapı yaklaşık 8 mikron, kalınlığı ise en geniş bölgelerde 2 mikron ve merkezde 1 mikron veya daha azdır (Guyton, 1988).

Kapiller damarlardan geçerken alyuvarlar, esnek yapıları sayesinde şekillerini büyük ölçüde değiştirebilir. İçerdikleri madde miktarına uyum sağlayabilecek geniş bir hücre zarına sahip oldukları için bu süreçte yırtılmadan farklı şekillere bürünebilirler. Vücuttaki dokulara ulaşan oksijen miktarı azaldığında, alyuvar üretimi artar. Ancak, doku oksijenlenmesi; kanamalar, anemi, kan akışındaki yetersizlik ve akciğer hastalıkları gibi durumlarda bozulabilir ve bu durum alyuvarların yapısında da değişikliklere yol açabilir (Gökhan ve Çavuşoğlu, 1995).

Alyuvar sayısı, gün içinde $\pm$ %4 oranında değişiklik gösterebilir. Uyku sırasında alyuvar sayısı azalırken, uyanıklık döneminde, yüksek rakımlarda yaşayan bireylerde, fiziksel antrenman sonrasında, aşırı korku ve heyecan hallerinde ya da atmosferik sıcaklığın artışıyla kanın oksijen miktarını azaltan durumlarda artış gözlenir. Alyuvarların temel enerji kaynağı ise glukozdur. Glukozun eritrositlere girişı, insüline bağımlı olmadan kolaylaştırılmış difüzyon yoluyla gerçekleşir (Toklu, 2018).

1.6.3. Hemoglobin (HGB)

Hemoglobin (HGB), demir içeren dört hem molekülü (%4) ile aminoasitlerden oluşan ve globin zincirinden (%96) meydana gelen bir kromoproteindir. Alyuvarların (RBC) içinde yer alan HGB, kana rengini veren temel maddedir (Yılmaz, 2000). HGB'nin en dikkat çekici özelliği, oksijen (O_2) ile gevşek ve geri dönüşümlü bir bağ oluşturmasıdır. Oksijen, demir atomunun iki pozitif bağlarına değil, koordinasyon bağlarından birine gevşek bir şekilde bağlanır. Bu nedenle, oksijen iyonik bir forma dönüşmeden molekül olarak taşınabilir. Eğer oksijen iyonik formda taşınıyorsa, HGB'den ayrılması çok daha zor olurdu (Guyton ve Hall, 1996).

HGB miktarı, bireyin ırkına, yaşına, cinsiyetine ve beslenme düzenine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Ayrıca, çevresel faktörler ve fizyolojik durumlar da bu miktarı etkiler. Örneğin, deniz seviyesinden yüksek veya alçak bölgelerde yaşama, HGB miktarında %20'ye kadar farklılıklara neden açabilir. Bunun yanı sıra, fiziksel aktivite düzeyi, psikolojik durum, mevsim değişiklikleri, barometrik basınç, yaşam tarzı ve çeşitli hastalıklar da HGB seviyelerinde artış veya azalma oluşturabilir (Yılmaz, 2000).

1.6.4. Nötrofiller (NEU)

Bakteriyel enfeksiyonlara karşı vücudun en kritik ve önemli savunma mekanizmalarından biri nötrofillerin eşlevselliğidir. Bu bağışıklık hücreleri, bakteri ve diğer mikroorganizmaları fagositoz yoluyla yok ederek etkisiz hale getirir (Şahin, 2012).

Kuvvet antrenmanları sonrasında, dolaşımdaki nötrofil sayısında artış gözlenir ve bu durum egzersizin yoğunluğu ile doğrudan ilişkilidir. Egzersiz sırasında kas hasarı, artan vücut sıcaklığı ve epinefrin salınımı, nötrofillerin düzeyini yükselten temel faktörlerdir. Ayrıca, kuvvet antrenmanları sonrası hızlanan kan dolaşımı, damar duvarına yapışık durumdaki nötrofillerin serbest kalmasını sağlar. Bu süreç, nötrofillerin kan akışına karışmasına yol açarak kandaki nötrofil seviyelerinin belirgin şekilde artmasına neden olabilir (Otağ, 2011).

1.6.5. Trombosit (PLT)

Trombositler, kemik iliğinde yer alan megakaryositlerin sitoplazmasında üretilen küçük hücresel bileşenlerdir. Kandaki trombosit seviyesinin normal değerlerin üzerine çıkmasına "trombositoz," altına düşmesine ise "trombositopeni" adı verilir. Her iki durum da, doku hasarlarından kardiyovasküler hastalıklara kadar uzanan bir dizi işlevsel bozukluğun belirtisi olarak değerlendirilebilir (Şahin, 2012).

1.7. EGZERSİZ VE EGZERSİZİN NEDEN OLDUĞU KAS HASARI

Yüksek şiddette veya uzun süreli gerçekleştirilen egzersizler, nöromüsküler adaptasyonları tetikleyen güçlü uyarıcılardır. Bu uyarıcılar, kas kuvvetinin yanı sıra genel güç ve dayanıklılığın artırılmasında temel bir role sahiptir (Kraemer vd., 2006). Bu nedenle, kas adaptasyonlarını destekleyen direnç egzersizleri, sadece sporcular için değil, aynı zamanda rekreasyonel amaçlarla egzersiz yapan bireyler açısından da büyük bir önem taşımaktadır.

Egzersiz programları hem konsantrik hem de eksantrik kasılma türlerini içerebilir. Bununla birlikte, kas kuvvetinin gelişiminde eksantrik kasılmaların, konsantrik kasılmalara göre daha etkili olduğu belirtilmektedir. Bu durum, eksantrik kasılmalar sırasında daha yüksek düzeyde güç üretilmesinden kaynaklanır. Araştırmalar, eksantrik kasılmaların kas kuvvetini artırma ve hipertrofi sağlama açısından kritik bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Jones, Power ve Herzog, 2016; Kraemer vd., 2002). Dolayısıyla, eksantrik kasılmaları içeren direnç egzersizleri, nöromüsküler sistemin yanıtını artırmak amacıyla yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Schoenfeld, 2020; Osmond, 2017).

Bununla birlikte, eksantrik kasılmaları içeren direnç egzersizlerinin, kas hasarını artırdığı da gösterilmiştir. Bu tür kas hasarları, yalnızca fiziksel performansı olumsuz etkilemekle kalmaz (Howatson vd., 2012; Greer vd., 2007; Dorrell ve Gee, 2016; Schoenfeld, 2020), aynı zamanda bilişsel işlevlerde gerilemeye (Manzo, 2017) ve esneklik düzeyinin azalmasına yol açabilir (Howatson vd., 2012).

Kas hasarının biyokimyasal göstergeleri arasında, venöz kandaki CK, LDH ve MB gibi proteinlerin varlığı yer almaktadır. Bu proteinlerin, kas hasarını belirlemek için güvenilir biyomarkerlar olduğu, pek çok çalışmada kanıtlanmıştır (Rebalka ve Hawke, 2014; Matsumoto vd., 2009; Rav vd., 2013; Gee ve Deniel, 2016).

Eksantrik egzersizlerin ardından protein yıkımı hızlanmakta ve bu yıkımın dengelenmediği durumlarda kas hipertrofisi bakımından olumsuz neticeler ortaya çıkabilmektedir. Eğer protein sentezi, yıkım oranını karşılayacak düzeyde artırılmazsa, kas kütlesi kazanımı sınırlı kalabilir. Bu nedenle, protein yıkımını baskılamak ve protein sentezini

desteklemek amacıyla farklı besin takviyeleri kullanılmaktadır (Stokes, Hector, Morton, McGlory ve Phillips, 2018; Jäger vd., 2017).

1.8. TUZ

Tuz, insan sağlığı için kritik öneme sahip bir besin maddesidir. İçeriğindeki sodyum (Na), klor (Cl) ve potasyum (K) gibi iyonlar, vücudun elektrolit dengesini düzenleyen temel bileşenlerdir. Bu iyonlar, hücresel fonksiyonların düzgün çalışabilmesi için gerekli olan elektriksel dengeyi sağlar. Bu elementlerden herhangi birinin, çeşitli nedenlerle vücutta az ya da fazla olması, elektrolit dengesini bozarak bir dizi sağlık sorununa yol açabilir. Tuz hem sıvı hem de katı formda bulunabilmektedir. Ayrıca yeraltında farklı derinliklerden çıkarılabilen tuzlar, kaya tuzu olarak adlandırılmaktadır (Şahin, 2018).

1.8.1. Kaya Tuzları

Kaya tuzu, tuzlu suların buharlaşması sonucu meydana gelen bir evaporitik kayadır. Dünya üzerindeki doğal jeolojik katı tuz yatakları arasında en yaygın olanı kaya tuzudur ve bu tuzun ana bileşeni sodyum klorür (NaCl) olarak bilinir (Özşen, 2009). Kaya tuzunun bileşiminde, ortalama olarak %90-98 oranında bulunan Na ve Cl elementlerinin yanı sıra, oluşum sürecindeki çökelme koşullarına bağlı olarak bu bileşenlerle birlikte çöken diğer elementler de yer alır. Bu elementler içinde kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), sülfür (S) ve karbonat (CO₃-2) ile sülfat (SO₄-2) anyonları nedeniyle oluşan elementler bulunur. Bu elementler kaya tuzunun geri kalan %2-10'luk kısmını oluşturur ve "başlıca safsızlık elementleri" olarak adlandırılır (Aksel, 2014).

1.8.2. Tuzun Sağlık Üzerine Etkisi

Sodyum, hücre dışı sıvının ana katyonu olarak vücutta birçok önemli işlevi yerine getirir. Bu mineral, organizmanın elektrolit, sıvı ve asit-baz dengesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda normal kas hareketlerinin devamını, sinirlerin uyarılmasını ve kan basıncının düzenlenmesini de sağlar. Bunun yanı sıra, aşırı tuz tüketimi ile hipertansiyon, kanser, osteoporoz, obezite, böbrek hastalıkları, multipl skleroz (MS), akciğer inflamasyonu, katarakt gibi çeşitli sağlık sorunları arasında bir bağlantı olduğu ortaya konulmuştur (Besler, 2015; Tayfur, 2015).

1.9. TUZDAKİ BAŞLICA MİNERALLER

İki grup mineral vardır, ana mineraller ve eser mineraller. Tuzda bulunan başlıca ana ve eser mineraller; magnezyum, kalsiyum, potasyum, fosfor, kükürt, çinko, iyot, sodyum ve klordur.

1.9.1. Magnezyum

Vücudumuzda bulunan magnezyumun yaklaşık %60'ı kemiklerde, %40'ı ise kaslar ve vücut sıvılarında yer almaktadır. Magnezyum, vücutta en yaygın dördüncü pozitif yüklü iyon olup, birçok önemli biyolojik işlevi vardır. Bunların başında kemik gelişimi ve sağlığı, bir koenzim olarak işlev görmesi ve ATP üretimi için karbonhidrat ve yağların metabolizmasında rol alması yer alır. Ayrıca, nükleik asitlerin (DNA ve RNA) ve proteinlerin sentezinde de önemli bir yer tutar. Magnezyum, hücre zarları boyunca potasyum ve kalsiyum gibi iyonların aktif taşınmasında ve hücre sinyallemede de kritik bir rol üstlenir. Enerji üretimi, kas kasılması, kan şekeri düzenlemesi ve tansiyon dengesinin korunması gibi süreçlerde de etkili olan magnezyum, aynı zamanda kalsiyumun fizyolojik antagonisti olarak kabul edilir (Fawcett, 1999).

Magnezyum, hücre yapısının ve hormon dengesinin sağlanmasında da oldukça önemlidir. Cilt, saç ve tırnak sağlığını korurken, sinir sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için görev alır; bu yüzden "anti-stres minerali" olarak da bilinir. Vücuttaki bazı minerallerin (örneğin kalsiyum, C vitamini, sodyum ve fosfor) daha etkili bir biçimde kullanılmasına yardımcı olur. Ayrıca, magnezyum kaslara kan şekeri taşınmasına ve egzersiz sırasında biriken laktatın atılmasına destek olur. Ergenlik döneminde magnezyum alımının, genç kadınlarda kemik kütlesi ile olumlu bir ilişki gösterdiği de belirlenmiştir. Magnezyum eksikliğinde, zihinsel işlev bozuklukları, böbrek problemleri, yorgunluk, kas krampları, ağrılar ve bitkinlik gibi sağlık sorunları görülebilir. Ayrıca, şeker hastalığı türlerinden Tip-2 diyabet, kalp sağlığına dair patolojik durumlar, vücuttaki inflamasyonun tetiklenmesi, nörolojik sorunlar, sinirlilik ve anksiyete gibi rahatsızlıklar da magnezyum eksikliğinden kaynaklanabilir (Şahin, 2018). Alfredo ve diğerlerinin (2019) magnezyumun kas hasarı üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada ise, magnezyum takviyesinin kas hasarına karşı koruyucu bir rol üstlendiği bildirilmiştir.

Kabak çekirdeği, 28 gramlık bir porsiyonda günlük ihtiyacınızın %37'sini karşılamaktadır. Chai tohumu ise 28 gramda günlük ihtiyacınızın %26'sını sağlar. Haşlanmış ıspanak, ½ fincan (yaklaşık 90 gram) miktarında, günlük ihtiyacınızın %19'unu karşılar. Badem de 28 gramda günlük ihtiyacınızın %19'unu içerirken, kaju ise aynı miktarda günlük ihtiyacınızın %18'ini karşılar. Pişmiş siyah fasulye, 1/1 fincan (86 gram) olarak, günlük ihtiyacınızın %14'ünü sağlar. Fıstık ezmesi ise 2 yemek kaşığı (32 gram) ile günlük ihtiyacınızın %12'sini karşılamaktadır. Somon, 85 gramlık bir porsiyonda günlük ihtiyacınızın %6'sını, avokado ise ½ fincan (75 gram) miktarında günlük ihtiyacınızın %5'ini sağlar (Şahin, 2018).

1.9.2. Kalsiyum

Kalsiyum, yetişkin bir bireyin vücut ağırlığının yaklaşık %1,5'ini oluşturan, toplamda 920 ila 1200 gram arasında bulunan bir mineraldir. Bu kalsiyumun %99'u, dişler ve kemiklerde depolanırken, geriye kalan %1'i hücrelerde ve kanda yer almaktadır. Kalsiyum, vücutta önemli işlevlere sahip bir mineraldir ve özellikle sinir sisteminin düzenli çalışması, kas kasılma ve gevşeme mekanizmaları, kan pıhtılaşması, kemik ve diş sağlığı gibi pek çok biyolojik süreçte temel rol oynar. Ayrıca, kardiyak fonksiyonlar, miyokard, iskelet kası ve düz kas kasılması, kan koagülasyonu, sinaptik iletim, hormon salgısı, hücre bölünmesi, kemik metabolizması gibi birçok hayati süreçte de esansiyel bir iyonudur. Kalsiyum, aynı zamanda hücresel fonksiyonların düzgün bir şekilde sürdürülmesi ve pek çok enzimin aktivitesinin gerçekleşebilmesi için kritik bir intraselüler mesajcı olarak görev yapar (Aguilera, 2000).

Kalsiyum eksikliği, osteoporoz, diş çürükleri, saç ve tırnak kırılmaları, yüksek tansiyon, kas ağrıları ve kramplar gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Hamilelik ve bebeklik döneminde yeterli kalsiyum alımının sağlanmaması, gelişim bozukluklarına neden olabilir. Ayrıca, aşırı kalsiyum alımı da kas güçsüzlüğü, böbrek taşı oluşumu ve kireçlenme gibi sağlık problemlerine yol açabilir. Kalsiyum genellikle süt ürünlerinde bolca bulunmasına rağmen, fındık, susam, lahana, chia tohumu, ceviz, portakal, soya fasulyesi, soya sütü, bezelye, mercimek, kuru incir, kuru fasulye, barbunya, ıspanak, yumurta, tereyağı ve balık gibi birçok başka besinde de yer alır.

Bir yetişkinin günlük olarak 1000 mg kalsiyum alması tavsiye edilir, ancak ergenler, menapoz sonrası kadınlar ve yaşlılar için bu miktar biraz daha yüksek olabilir. Tohumlar, iyi bir mineral kaynağı olup, vücuda önemli yağ asitleri de kazandırır. Örneğin, bir çorba kaşığı (9 gram) haşhaş tohumu, günlük kalsiyum ihtiyacınızın %10'unu karşılar. Bir kase yoğurt (245 gram) ise %34 oranında kalsiyum sağlar ve en iyi kaynaklardan biridir. Bir kutu sardalya, günlük kalsiyum ihtiyacınızın %27'sini, 85 gramlık bir somon konserve ise %19'unu sağlar. Ayrıca, bir fincan (172 gram) pişmiş fasulye, günlük kalsiyum ihtiyacınızın %19'unu karşılarken, 28 gram badem veya 23 fındık ise %6'sını sağlar. Bir bardak portakal suyu (237 ml) günlük kalsiyum ihtiyacınızın %27'sini karşılar, 40 gramlık bir porsiyon incir ise %5'ini sağlar. Bir bardak süt (237 ml) ise %24-25 oranında kalsiyum içerir (Şahin, 2018).

1.9.3. Potasyum

Potasyum, insan vücudunda pH dengesini düzenleyerek sinir sisteminin ve kasların düzgün çalışabilmesi için kritik bir mineraldir. Aynı zamanda vücut hücrelerindeki birincil elektrolit olarak görev yapar. Yetişkinlerin günlük potasyum ihtiyacı, yaklaşık 4700

miligramdır. Kalsiyum ve fosfor minerallerinden sonra, vücutta en fazla bulunan mineraldir. Potasyum, besinlerin hücre içine taşınmasında, kalbin sağlıklı ve düzenli çalışmasında, Beyne oksijen iletiminde ve vücuttaki su ile mineral dengesinin sürdürülmesinde önemli bir işlevi vardır. Ayrıca, protein sentezi ve enerji üretimi gibi biyolojik süreçlerde de görev alır.

Potasyum, birçok gıdada doğal olarak bulunur, bu nedenle genellikle potasyum eksikliği nadir görülür. Ancak, bazı durumlarda, örneğin yetersiz beslenme, aşırı idrar söktürücü kullanımı, ishal ve aşırı terleme gibi hallerde potasyum eksikliği ortaya çıkabilir. Potasyum eksikliği, vücutta kas güçsüzlüğü, kas krampları, kalp ritmi bozuklukları (aritm), böbrek fonksiyonlarının bozulması, ödem ve vücutta çeşitli sıvı birikintileri gibi sağlık sorunlarına yol açabilir (Şahin, 2018).

1.9.4. Fosfor

Fosfor, kemik ve dişlerde yoğun olarak bulunur ve kalsiyumdan sonra vücutta en çok bulunan minerallerdendir. Aynı zamanda, kan damarları ve kasların sağlığı için de kritik bir rol oynar. Fosfor, hücredeki DNA ve RNA'nın yapısının bir parçası olup, vücudun birçok biyolojik fonksiyonuna katkıda bulunur. Kemiklerin güçlenmesinde, dişlerin güçlenmesinde, kalp ve böbreklerin düzgün çalışmasında, hücrelerde enerji depolanmasında ve enzim sentezlerinde hayati öneme sahiptir. Ayrıca, enerji üretimi ve hormonal dengenin sağlanmasında da önemli bir mineraldir.

Fosfor, işlevini yerine getirebilmek amacıyla kalsiyum ve D vitamini gibi besin öğelerine ihtiyaç duyar. Fosfor eksikliği, kemik ağrıları, diş problemleri, kas zayıflığı, yorgunluk, sinirsel sorunlar ve kalp rahatsızlıklarına yol açabilir. Kemiklerde depolanan fosfor, fosfat formunda bulunur (Şahin, 2018).

Fosfor açısından zengin olan besinler arasında beyaz etler, yoğurt, fıstık, kuru incir, badem, süt, fındık, susam, kinoa, fasulye, soya, deniz ürünleri, kaju fıstığı, kuru baklagiller, ay ve kabak çekirdeği yer alır. Fosforun günlük alım dozu, tüm yaş grupları için 700 mg olarak önerilmektedir (Şahin, 2018).

1.9.5. Kükürt

Kükürt, insan vücudunda en fazla bulunan üçüncü mineral olup, kalsiyum ve fosfordan sonra gelir. Vücutta oksidatif strese karşı koruyucu etki gösteren bazı enzimlerin üretiminde önemli bir rol oynar. Bunun yanı sıra, kalp sağlığının korunmasında, kan dolaşımının düzgün işleminde ve protein üretiminde de gereklidir. Kükürt, aynı zamanda saç, tırnak ve cilt sağlığıyla doğrudan ilişkilidir ve bu alanlarda da önemli bir işlev görür (Şahin, 2018).

1.9.6. Çinko

Vücutun hemen hemen her bölgesinde bulunan çinko, pek çok önemli işlevi yerine getirir. Bu mineral, yaraların iyileşmesini hızlandırmak, iltihapları azaltmak ve büyüme ile gelişmeyi desteklemek gibi önemli rollere sahiptir. Ayrıca, protein ve DNA sentezinde görevli olup, bağışıklık sistemini güçlendirir. Çinko, yaşla birlikte gelişebilecek bazı hastalıkların görülme oranını azaltabilir ve üreme fonksiyonlarının sağlıklı bir şekilde gelişmesi için de gereklidir. Bunun yanı sıra, protein sentezi, kalp ve beyin fonksiyonlarının düzenlenmesi, hücre metabolizmasının yönetimi gibi temel biyolojik süreçlerde anahtar bir rol oynar.

Çinko eksikliği, özellikle çocuklarda büyüme ve gelişimde geriliğe yol açabilir. Yetişkinlerde ise bağışıklık sistemi ile ilgili hastalıklar, üreme sorunları, saç ve tırnak dökülmeleri, halsizlik ve dikkat dağınıklığı gibi çeşitli sağlık problemlerine neden olabilir. Çinko, daha çok hayvansal kaynaklardan elde edilse de tam tahıllar, badem, mantar, fıstık, ceviz, kabak çekirdeğı, susam, kaju, ıspanak, deniz ürünleri ve baklagiller gibi bitkisel gıdalarda da bulunur. Ayrıca, kabuklu deniz ürünleri çinko açısından zengin kaynaklardır. Çinko, süt, peynir ve yoğurt gibi süt ürünlerinde de yer alır.

Çinko alımına yönelik günlük önerilerde, 19 yaş ve üzeri erkeklerin günde 11 mg çinko alması gerektiğı belirtilmektedir. Aynı yaş grubundaki kadınlar için bu miktar 9 mg olarak önerilirken, hamile kadınlar 11 mg, emziren anneler ise günde 12 mg çinkoya ihtiyaç duyar (Şahin, 2018).

Kabuklu deniz ürünleri, çinko bakımından oldukça zengin kaynaklar arasında yer alır. İstiridye, yengeç, midye, karides ve diğerkabuklu deniz ürünleri, çinko alımını artırmanın etkili yollarındandır. Ayrıca, sığır ve kuzu eti gibi kırmızı etler de çinko açısından zengindir. Balık çeşitlerinden sardalya, somon ve dil balığı da bu minerali sağlayan önemli gıdalardır.

Baklagiller de çinko kaynağı olarak oldukça faydalıdır; nohut, mercimek, siyah fasulye ve barbunya gibi baklagiller, bu mineralin vücuda alınmasını kolaylaştırır. Fındık ve tohumlar, özellikle kabak çekirdeğı, kaju fıstığı ve badem gibi türler, çinko içeren gıdalar arasında yer alır. Ayrıca, süt ürünleri de önemli bir çinko kaynağıdır; süt, yoğurt, peynir ve yumurta gibi ürünler bu minerali almak için tercih edilebilir.

Tam tahıllar da vücutun ihtiyaç duyduğu çinkoyu sağlayan besinlerdir. Yulaf, kinoa ve kahverengi pirinç, tam tahıl seçeneklerinden bazılarıdır. Ayrıca, bazı sebzeler de çinko bakımından zengindir; mantar, lahana, bezelye ve ıspanak gibi sebzeler bu minerali içeren gıdalardır (Şahin, 2018).

1.9.7. İyot

Vücutta bulunan iyot, üreme fonksiyonları, büyüme, sinir sistemi ve gelişim açısından kritik bir mineraldir. Boynun ön kısmında yer alan tiroid bezi, tiroid hormonlarının üretiminde kritik bir işlev üstlenir. Bu hormonlar, büyüme hızını, beyin gelişimini, kemik sağlığını, kas kontrolünü ve sindirim faaliyetlerini düzenleyen hayati öneme sahip olan bileşiklerdir. Tiroid bezinin bu hormonları üretebilmesi için iyot mineraline gereksinimi vardır.

İyot eksikliği durumunda, guatr, zekâ geriliği, metabolizma bozuklukları, aşırı kilo artışı, gelişim geriliği ve diğer sağlık sorunları ortaya çıkabilir. Ayrıca, gebelik dönemi boyunca yeterli iyot alımı, anne ve bebeğin sağlıklı gelişimi için büyük önem taşır. İyot minerali, başta iyotlu tuz olmak üzere, süt, yeşil yapraklı sebzeler (lahana, brokoli, karnabahar ve brüksel lahanası), maden suları, yumurta, mineralli sular, ıspanak ve deniz ürünleri gibi birçok gıdada bulunur. Bu besinler, vücudun ihtiyaç duyduğu iyot miktarını karşılamak için önemlidir. Bir yetişkinin günlük iyot alım miktarı, 150 mcg (mikrogram) olarak önerilmektedir (Şahin, 2018).

1.9.8. Sodyum ve Sodyum Klorür

Sodyum ve klor, vücudumuzda "elektrolit" olarak bilinen mineraller arasında yer alır ve önemli biyolojik işlevlere sahiptirler. Bu mineraller, vücutta su dengesinin korunmasına yardımcı olurlar ve hücreler ile çevrelerindeki sıvılar arasındaki basınç dengesini sağlamak için iş birliği yaparlar. Sodyum ve klor, vücut hücrelerinin çevresindeki sıvılarda bulunan ana elektrolitlerdir. Vücudumuzun gereksinim duyduğu sodyumun büyük bir kısmı, tuz (sodyum klorür) yoluyla temin edilir. Sodyum klorür, kaslar ve sinirler dahil olmak üzere vücuttaki önemli fonksiyonların düzenlenmesinde kritik bir rol oynar. Bunun en önemli işlevi, elektrolit dengesini sağlamak ve bu dengeyi korumaktır.

Sodyum ve klorun yetersiz alımı, elektrolit dengesinin bozulmasına yol açabilirken, aşırı tüketimi de ciddi sağlık sorunlarına, özellikle tansiyon, kalp hastalıkları ve böbrek problemlerine neden olabilir. Bu nedenle, bu minerallerin vücutta dengeli bir şekilde alınması büyük önem taşır.

Sonuç olarak, mineraller vücudun temel işlevlerinin düzenlenmesinde çok önemli rol oynarlar. Minerallerin bazı işlevleri şunlardır:

- Vücudun pH seviyesini nötr tutmaya yardımcı olarak asit-baz dengesini korurlar.
- Sinir impulslarının iletiminde ve kas kasılma mekanizmalarında önemli roller üstlenirler.
- Yiyeceklerden enerji salınımını destekleyerek metabolizma süreçlerine katkı sağlarlar.

- Kanın pıhtılaşmasını, oksijen taşınmasını ve enzimatik aktivitelerin düzenlenmesini sağlayan düzenleyici işlevleri yerine getirirler (Şahin, 2018).



İKİNCİ BÖLÜM

2. YÖNTEM

Bu araştırma, Bayburt Üniversitesi Etik Kurulunun 14.11.2024 tarih 313 karar, 07.11.2024 – E-83542712-050.99-239099 sayılı izni ile gerçekleştirildi.

2.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Nicel bir araştırma yaklaşımı olan deneysel araştırma, belirli bir “duruma” ya da “şeye” özgü olduğu düşünülen nedenlerin etkilerini açığa çıkarmak amacıyla tasarlanıp gerçekleştirilir. Bu çalışmada, deneysel araştırma yöntemi ile tasarlanmış, tekrarlı ölçümler kullanılarak verilerin karşılaştırıldığı bir modeldir. Bu araştırma modeli aynı bireyler üzerinde farklı koşulların etkisini karşılaştırmaya olanak sağladığı için her bir katılımcının hem kontrol hem de müdahale grubunda yer almasını sağlamıştır buda bireysel farklılıkların etkisini en aza indirmiştir.

2.2. EVREN VE ÖRNEKLEM

Bu çalışmanın evrenini, Bayburt Üniversitesinde öğrenim gören, öğrenciler oluştururken, örneklemini herhangi bir kronik rahatsızlığı olmayan, sigara kullanmayan, sedanter yaşam süren ve gönüllü 11 erkek birey oluşturdu. Katılımcıların yaşları ortalaması $21,36 \pm 2,01$ yıl iken, boy uzunlukları ortalaması $172,64 \pm ,054$ cm ve vücut ağırlıkları ortalaması ise $71,55 \pm 10,16$ kg dır.

2.3. VERİ TOPLAMA TEKNİKLERİ

Çalışmaya dahil edilen katılımcılara ait boy uzunluk değerleri sadiometre ile ölçüldü. Bu ölçümler bireyler yalın ayaklı iken yapıldı. Vücut ağırlıklarının belirlenmesinde ise Maksimum kapasitesi 180 kg olan, 100 gr hassasiyetteki Vestel marka, elektronik tartı kullanıldı. Vücut ağırlık ölçümleri katılımcıların üzerlerinde sadece şort varken alındı.

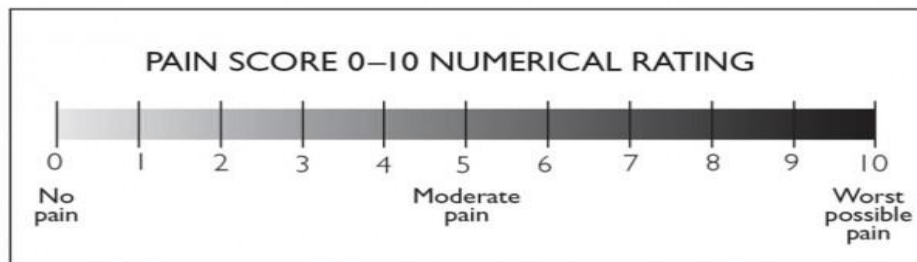
Egzersiz öncesi ve sonrasında alınan kan örnekleri Bayburt Devlet Hastanesinde hemşireler tarafından vacutainer ile alındı. Bu kan örnekleri biyokimya tüpü ve hemogram tüpleri kullanılarak Bayburt Devlet Hastanesi biyokimya laboratuvarında çalışma yapıldı ve sonuçlar elde edildi.

Her öğrenci için kullanılacak tuz miktarını belirleyebilme debydiz marka hassas (max; 40 kg, min; 2gr) terazi kullanıldı.

Katılımcılara McCaffery 1989 tarafından oluşturulan sayısal ağrı derecelendirme ölçeği (NPRS) uygulandı. Yetişkinlerde ağrı yoğunluğunun tek boyutlu bir ölçüsü olan sayısal ağrı

derecelendirme ölçeği (Numeric Pain Rating Scale (NPRS)) (Childs, 2005, Jensen vd., 1993, Rodriguez, 2001), romatizmal hastalıklardan kaynaklanan kronik ağrısı olanlar da dahil olmak üzere bütün bireylerde kullanılabilir (Rodriguez, 2001, Ferraz vd., 1990). NPRS, katılımcının ağrısının şiddetini en iyi yansıtan tam sayıyı (0-10 tam sayı) seçtiği sayısal veri ölçeğidir (Rodriguez, 2001). Çeşitli yinelemeler mevcut olsa da en yaygın kullanılan 11 puanlık NPRS'dir (Williamson, 2005). 11 dereceli sayısal ölçek, bir uçta "0"ın "hiç ağrı"yı, diğer uçta ise "10"un "hayal edilebilecek en kötü ağrı"yı veya "en kötü ağrı"yı temsil ettiği bir ölçek olarak kullanılmaktadır. (Jensen vd., 1993, Rodriguez, 2001), Hatırlama değişkenlik gösterebilir, ancak katılımcılardan genellikle "son 48 saatteki" veya ortalama ağrı yoğunluğunu bildirmeleri istenir (Dworkin vd., 2005). Puanlar 0-10 arasında değişmektedir ve daha yüksek puanlar daha fazla ağrı yoğunluğunu göstermektedir (Hawker, 2011). Kronik ağrı hastaları, anlaşılabilirliği ve tamamlanmasının kolaylığı nedeniyle diğer ağrı yoğunluğu ölçümlerine göre NPRS tercih ediliyor (Williams vd., 2000). Ancak kronik sırt ağrısı ve semptomatik kalça ve diz osteoartriti olan hastalardan oluşan odak grupları, NPRS'nin ağrı deneyiminin karmaşıklığını ve kendine özgü doğasını veya semptom dalgalanmaları nedeniyle iyileşmeleri yakalamada yetersiz olduğunu buldu (Hawker, 2008; Hush vd., 2010). NPRS ayrıca hastalar tarafından ağrılarını derecelendirmedeki basitliği ve açık sözlülüğü nedeniyle tercih ediliyor (Alghadir, 2018). Hem okuyazar hem de okuma yazma bilmeyen romatoid artrit hastalarında tıbbi konsültasyondan önce ve sonra yüksek test-tekrar test güvenilirliği gözlemlenmiştir (sırasıyla $r = 0,96$ ve $0,95$) (Ferraz vd., 1990). NPRS'nin tutarlılığı, farklı hasta demografik özelliklerini içeren çeşitli çalışmalarda da doğrulanmış ve çeşitli popülasyonlar arasında güvenilirliğini garanti altına almıştır (Alghadir, 2018).

Yapı geçerliliği açısından, NPRS'nin romatizmal ve diğer kronik ağrı rahatsızlıkları olan hastalarda (ağrı > 6 ay) korelasyonlar 0,86 ile 0,95 arasında değişmektedir (Ferraz vd., 1990). Ek olarak, NPRS diğer yerleşik ağrı ölçüm ölçekleriyle güçlü bir korelasyon geçerliliği göstermektedir ve bu da onu klinik değerlendirmeler için güvenilir bir araç haline getirmektedir (Alghadir, 2018). Aşağıda verilen sayısal ağrı değerlendirme ölçeği çizelgesinin Türkçe versiyonu kullanıldı.



Şekil 1: Sayısal Ağrı Derecelendirme Ölçeği (NPRS)

2.3. UYGULAMA

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Antrenman programı uygulanmadan iki hafta önce katılımcılara uygulanacak her hareket için kaldırabileceği ağırlığı belirlemek amacıyla 3RM metodu uygulandı. Bu metod kullanılarak katılımcıların 1RM ağırlık değeri bulundu. Bunun kullanılmasının sebebi daha güvenli, sakatlık riskinin az olması ve direnç antrenmanlarında yük belirlemede yaygın olarak kullanılmasıdır.

Birinci aşamada, gönüllülük esasına göre çalışmaya katılan bireylerin, çalışılan kan örneklerinin plazma düzeylerini belirleyebilmek için egzersiz uygulaması öncesi kan örnekleri sabah saat 09:30 – 10:30 arasında alındı. Sonra aynı günün 12:30 ile 13:00 saatleri arasında fitness salonunda aşağıda ayrıntılı olarak verilen egzersiz programı uygulandı. Bu programda asıl hedef alınan kaslar deltoid, latissimusdorsi, pectoralis majör, biceps brachii, tricepsbrachii, quadriceps, hamstring ve gastrocnemius'dur. Uygulanan egzersizin etkisini ortaya koyabilme adına 24. ve 48. saatlerde tekrar kan örnekleri alındı. Bundan 35 gün sonra çalışmanın ikinci aşamasına geçildi. Bu aşamada, aynı bireylerde çalışılan kan örneklerinin plazma düzeylerini belirleyebilmek maksadıyla egzersiz uygulanmadan önce kan örnekleri sabah saat 09:30 – 10:30 arasında tekrar alındı. Sonrasında birinci aşamada uygulanan egzersiz programı tekrar uygulandı. Daha önce kişi başına 50 gr kaya tuzu 300 ml suda eritilerek daha önce hazırlanmış olan tuzlusu, egzersiz sonrası bireylerin tüm vücuduna ovularak uygulandı. Kullanılan bu tuzlu su karışımının oranları halk arasında kullanılan (4 yemek kaşığı kaya tuzu (48 gr) ve yaklaşık 2 su bardağı su (300 ml)) yöresel tarife uygun gelecek şekilde hazırlandı. Katılımcılardan en az 12 saate kadar duş almamaları istendi. Yine 24. ve 48. saatlerde ölçümler tekrarlandı. Tüm kan örnekleri Bayburt Devlet Hastanesinde hemşire tarafından alındı. Bayburt Devlet Hastanesi laboratuvarında çalışıldı. Elde edilen verilerin analizleri uygun istatistiki testler kullanılarak yapıldı.

2.3.1. Egzersiz Programı

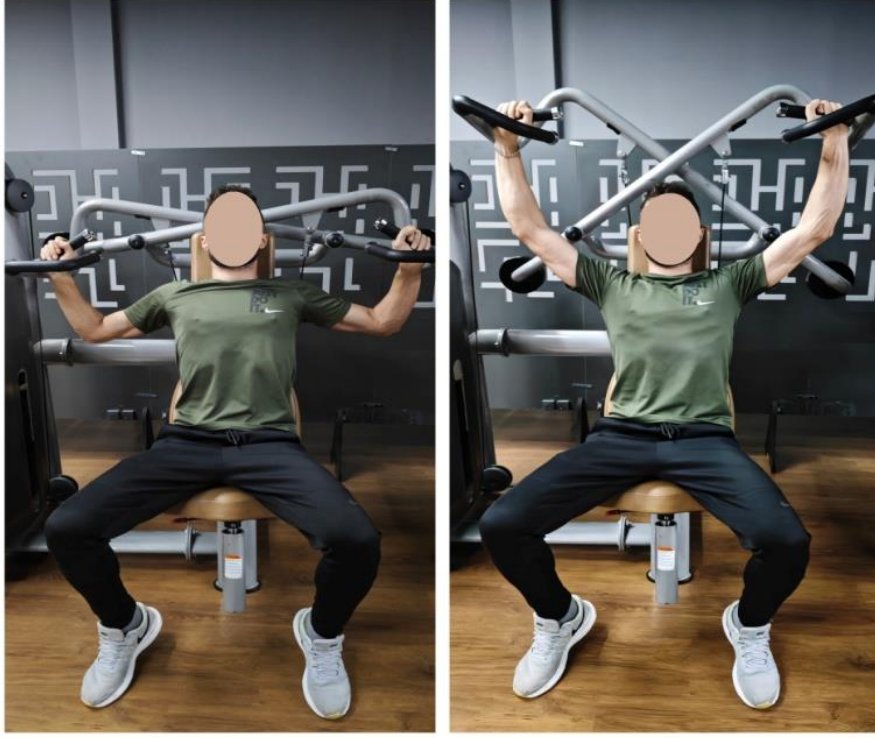
Isınma

- Koşu bandında 10 dakika hafif tempoda koşu
- Hafif ağırlıklarla tüm vücut egzersizleri
- Ana kas grupların hedef alarak tek set 12 tekrar şeklinde ısınma yaptırma

Üst Ekstremit

Omuz Bölgesi

- Machine shoulder press 3 set 15 tekrar



Şekil 2: Machine Shoulder Press Hareketi

- Machine lateral raise 3 set 15 tekrar



Şekil 3: Machine Lateral Raise Hareketi

Sırt Bölgesi

- Machine lat pulldown 3 set 15 tekrar



Şekil 4: Machine Lat Pulldown Hareketi

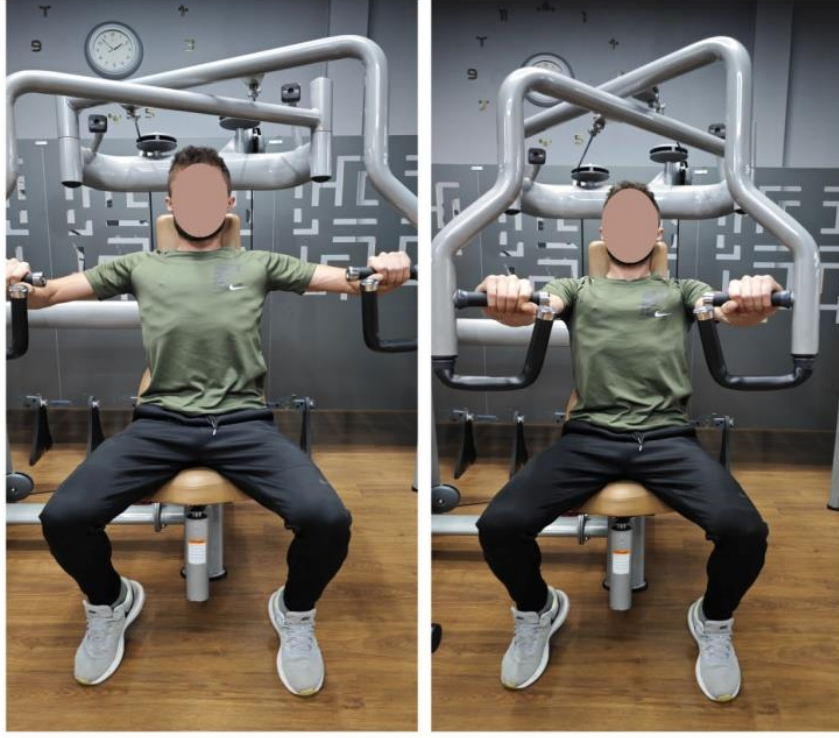
- Machine seated row 3 set 15 tekrar



Şekil 5: Machine Seated Row Hareketi

Göğüs Bölgesi

- Machine bench press 3 set 15 tekrar



Şekil 6: Machine Bench Press Hareketi

- Machine chest fly 3 set 15 tekrar



Şekil 7: Machine Chest Fly Hareketi

Kol bölgesi

Ön kol bölgesi için

- Z-bar biceps curl 3 set 15 tekrar



Şekil 8: Z-bar Biceps Curl Hareketi

Arka kol bölgesi için

- Cable triceps pushdown 3 set 15 tekrar



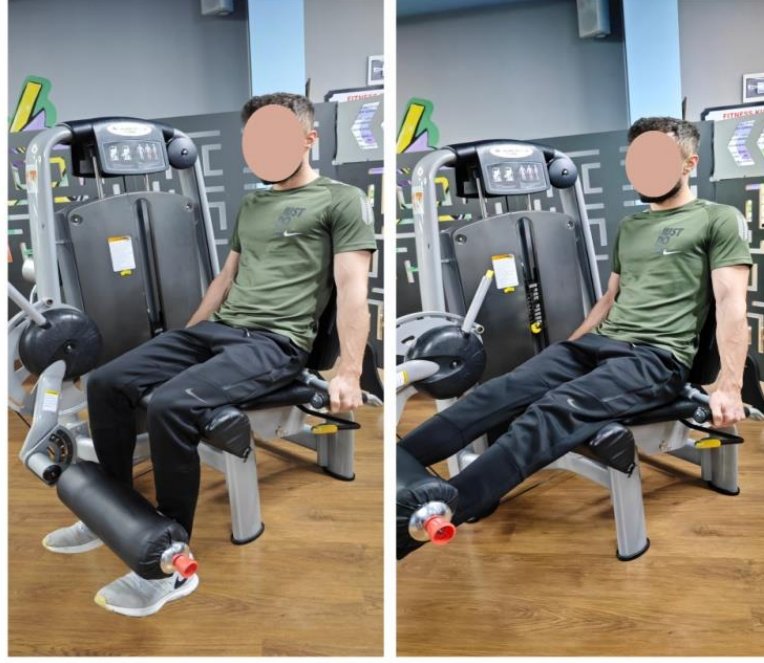
Şekil 9: Cable Triceps Pushdown Hareketi

Alt Ekstremit 

Bacak Bölgesi

 n bacak için

- Leg extension 3 set 15 tekrar



Şekil 10: Leg Extension Hareketi

Arka bacak için

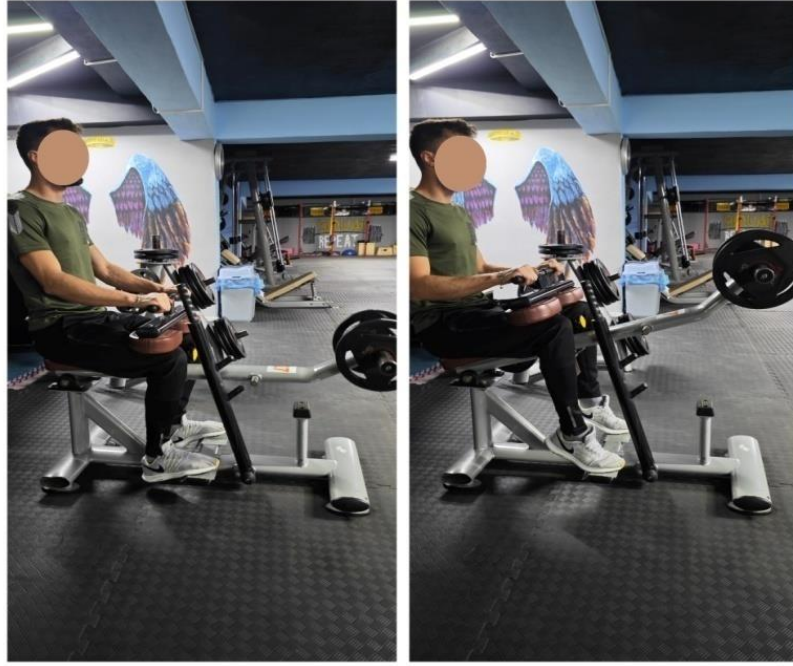
- Leg curl 3 set 15 tekrar



Şekil 11: Leg Curl Hareketi

Alt bacak (calf)

- Calf raise 3 set 15 tekrar



Şekil 12: Calf Raise Hareketi

2.4. VERİ ANALİZİ

Araştırmada elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra bu verilerin analizlerinde SPSS 27 paket programı kullanıldı. Verilerin normallik analizleri yapıldı. Daha sonra tanımlayıcı istatistikler (descriptive), iki ilişkili grubun aritmetik ortalamaları arasındaki fark (paired sample) ve tekrarlanan ölçümlerde varyans analiz (bağımsız gruplar arasındaki istatistiksel fark) testleri kullanılarak bu karşılaştırmalar yapıldı.

2.5. GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK

Bu çalışmada her bir katılımcının hem kontrol hem de müdahale grubunda yer alması bireysel farklılıkların etkisini en aza indirdi.

Birinci ve ikinci dönem egzersiz uygulamaları arasındaki minimum 10 günlük süre, müdahaleler arasında yeterli iyileşme süresi sağlayarak zamanlama etkisini kontrol eder. Bu durum, çalışmanın bağımsız değişkenlerinin (egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulaması) etkilerinin daha net gözlemlenmesine olanak tanınmasına ve ölçüm zamanlarının sabit tutulması (egzersiz öncesi, 24. ve 48. saat), uygulamalardaki hataları ve sapmaları en aza indirgenmesi için yapıldı.

Kan örneklerinin belirli ve sabit zaman dilimlerinde alınması (egzersiz öncesi, 24. ve 48. saat), veri toplama sürecinin güvenilirliğini artırdı.

Aynı egzersiz protokolünün iki kez uygulanması, farklı zamanlardaki ölçümlerin tutarlılığını test etmeye olanak sağladı.

2.6. ARAŞTIRMACININ ROLÜ

Araştırmacının rolü, standartlaştırılmış ölçüm araçlarını kullanarak sayısal olarak ifade edebilecek verileri toplamak ve bu verileri istatistiksel olarak çözümleyerek sonuçları açıklamakla sınırlıdır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Tablo 1: Katılımcıların ALT Değişkeninin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

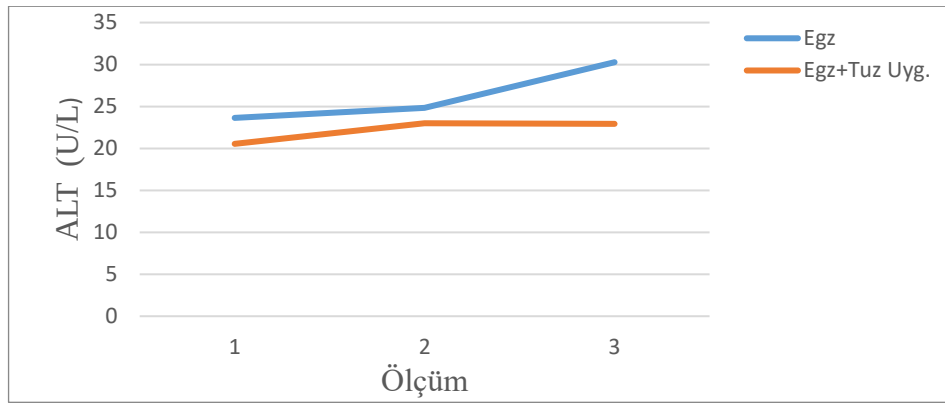
Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
			Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma
ALT (U/L)	Egzersiz	11	23,64±12,50	24,82±8,68	30,27±12,54
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	20,55±3,86	23,00±5,02	22,91±3,91

Tablo 1’de ALT’nin tuzlu su uygulaması yapılmadığı dönemdeki değerleri incelendiğinde, egzersiz öncesi $23,64 \pm 12,50$ U/L olan ortalama değerin, egzersiz sonrası 24. saatteki ölçümler ortalamasının $24,82 \pm 8,68$ U/L ve 48. saatteki ölçümler ortalamasının ise $30,27 \pm 12,54$ U/L olduğu saptandı. Aynı katılımcıların tuzlu su uygulaması sonrası ALT değerleri ele alındığında ise birinci ölçümler ortalamasının $20,55 \pm 3,86$ U/L, ikinci ölçümlerin ortalamasının $23,00 \pm 5,02$ U/L ve üçüncü ölçümler ortalamasının ise $22,91 \pm 3,91$ U/L olduğu anlaşıldı.

Tablo 2: Katılımcıların ALT Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	1167,48	21			
Grup	92,05	1	92,05	1,712	,206
Hata	1075,43	20	53,77		
Denekler içi	1.534	44			
Ölçüm(1,2,3)	225,48	2	112,74	3,710	,033
Grup ölçüm	92,82	2	46,41	1,527	,230
Hata	1215,70	40	30,39		
Toplam	2701.48	65			

Tablo 2 değerlendirildiğinde, ALT değişkeninin sadece egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı aşamalar arasında anlamlı ($F=1,712$; $p=,206$) farkın olmadığı anlaşıldı. Dönem gözetmeksizin ALT değerlerinin 1. 2. ve 3.ölçüm değerleri arasındaki farkın anlamlı ($F=3,710$; $p=,033$) olduğu saptandı. Bununla birlikte egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasın yapıldığı farklı dönemlerdeki ALT değerlerinin kendi içerisindeki anlamlılık düzeyinin ise ($F=1,527$) $p=,230$ olduğu görüldü.



Şekil 13: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki ALT Değerler Eğrisi

Tablo 3: AST Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm Ortalama ± standart sapma	2. Ölçüm Ortalama ± standart sapma	3. Ölçüm Ortalama ± standart sapma
AST (U/L)	Egzersiz	11	15,18±10,49	20,09±11,07	31,36±42,29
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	14,64±7,97	12,27±4,50	13,45±5,24

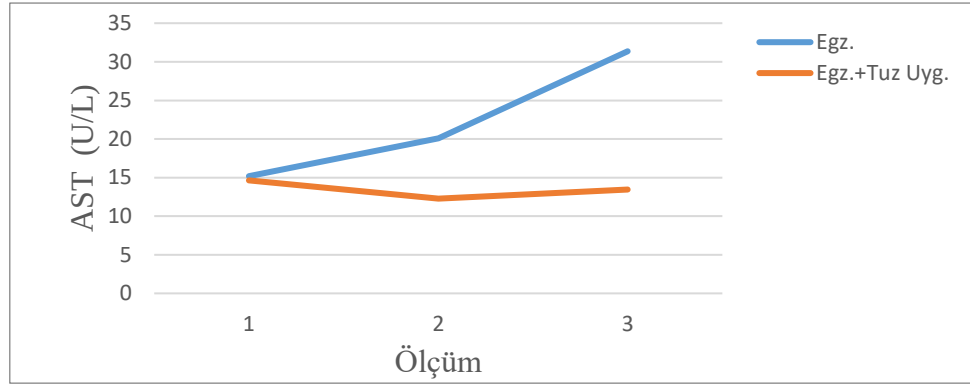
Tablo 3'te, yalnızca egzersiz uygulamasının yapıldığı dönemde AST değerleri incelendiğinde, egzersiz öncesindeki ortalama değerlerin $15,18 \pm 10,49$ U/L olduğu, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $20,09 \pm 11,07$ U/L ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $31,36 \pm 42,29$ U/L olduğu saptandı. Katılımcıların tuzlu su uygulaması sonrasındaki AST değerleri incelendiğinde, egzersiz öncesi ölçüm değerleri ortalamasının $14,64 \pm 7,97$ U/L, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $12,27 \pm 4,50$ U/L ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $13,45 \pm 5,24$ U/L olduğu görüldü.

Tablo 4: Katılımcıların AST Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	4225,24	21			
Grup	421,82	1	421,82	2,218	,152
Hata	3804,12	20	190,21		
Denekler içi	11451,33	44			
Ölçüm	708,76	2	354,38	1,431	,251
Grup ölçüm	836,39	2	418,20	1,689	,198
Hata	9906,18	40	247,65		
Toplam	15676,57	65			

Tablo 4 incelendiğinde, AST değişkeninin yalnızca egzersiz yapılan ve egzersiz ile tuzlu su uygulaması gerçekleştirilen aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($F=2,218$; $p=,152$) bir farkın bulunmadığı görüldü. Uygulama türünden bağımsız olarak, tüm ölçüm dönemleri

dikkate alındığında, AST değerlerinin 1. 2. ve 3. ölçümleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı ($F=1,431$; $p=,251$) olmadığı tespit edildi. Ayrıca, egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği farklı dönemlerdeki AST değerlerinin kendi içindeki anlamlılık düzeyinin anlamlı ($F=1,689$; $p=,198$) bir fark göstermediği belirlendi.



Şekil 14: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki AST Değerler Eğrisi

Tablo 5: LDH Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

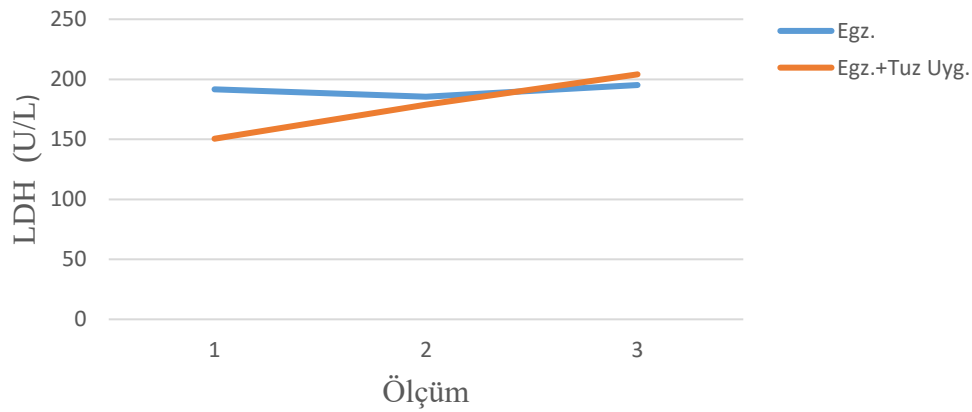
Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
			Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma
LDH (U/L)	Egzersiz	11	191,64±38,99	185,45±49,60	195,18±83,35
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	150,45±27,37	178,73±30,65	204,09±47,52

Tablo 5’deki verilere göre, sadece egzersiz uygulamasının yapıldığı aşamada LDH değerleri incelendiğinde, egzersiz öncesindeki ortalama değerin $191,64 \pm 38,99$ U/L, egzersiz sonrası 24. saatte alınan ölçümlerin ortalamasının $185,45 \pm 49,60$ U/L ve 48. saatteki ölçümlerin ortalamasının ise $195,18 \pm 83,35$ U/L olduğu belirlendi. Aynı katılımcıların egzersiz sonrasında tuzlu su uygulamasının yapıldığı ikinci aşamadaki LDH değerlerine bakıldığında ise, 1. ölçümler ortalamasının $150,45 \pm 27,37$ U/L, 2. ölçümlerin ortalamasının $178,73 \pm 30,65$ U/L ve 3. ölçümlerin ortalamasının $204,09 \pm 47,52$ U/L olduğu tespit edildi.

Tablo 6: Katılımcıların LDH Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	31939,76	21			
Grup	929,50	1	929,50	,599	,448
Hata	31010,26	20	1550,51		
Denekler içi	72081,34	44			
Ölçüm	9146,76	2	4573,38	3,284	,048
Grup ölçüm	7224,64	2	3612,32	2,594	,087
Hata	55709,94	40	1392,75		
Toplam	104021,1	65			

Tablo 6'nın analizi sonucunda, LDH değişkeninin yalnızca egzersiz yapılan ve egzersiz ile tuzlu su uygulaması gerçekleştirilen aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($F=,599$; $p=,448$) bir fark bulunmadığı belirlendi. Uygulama türü dikkate alınmaksızın, ölçüm dönemlerine göre yapılan değerlendirmede, LDH değerlerinin 1. 2. ve 3. ölçümleri arasındaki farkın anlamlı ($F=3,284$; $p=,048$) olduğu saptandı. Bununla birlikte, egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı farklı dönemlerde LDH değerlerinin kendi içindeki anlamlılık düzeyinin ise ($F=2,594$) $p=,087$ olduğu görüldü.



Şekil 15: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki LDH Değerler Eğrisi

Tablo 7: CK Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
			Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma
CK (U/L)	Egzersiz	11	225,36±217,42	440,45±404,70	1167,00±1779,18
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	248,18±280,32	245,09±146,67	307,55±241,30

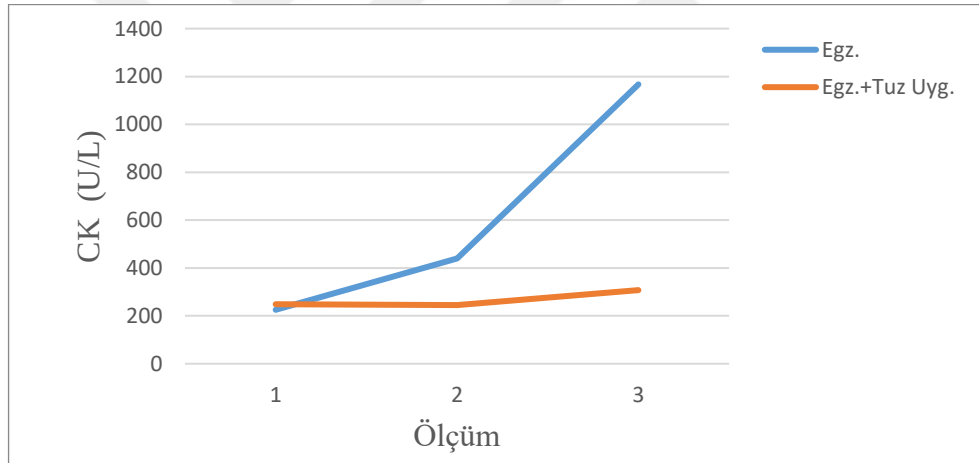
Tablo 7 ele alındığında, tuzlu su uygulamasının yapılmadığı dönemdeki egzersiz öncesi CK değerleri ortalamasının $225,36 \pm 217,42$ U/L olduğu, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $440,45 \pm 404,70$ U/L ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $1167,00 \pm 1779,18$ U/L olduğu saptandı. Aynı katılımcıların egzersiz sonrasında tuzlu su uygulamasının yapıldığı ikinci aşamadaki CK değerlerine bakıldığında, 1. ölçümler ortalamasının $248,18 \pm 280,32$ U/L, 2. ölçümlerin ortalamasının $245,09 \pm 146,67$ U/L ve 3. ölçümlerin ortalamasının ise $307,55 \pm 241,30$ U/L olduğu tespit edildi.

Tablo 8: Katılımcıların CK Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	6736217,25	21			
Grup	650848,00	1	650848,00	2,139	,159

Hata	6085369,25	20	304268,46		
Denekler içi	22476122,01	44			
Ölçüm	3060687,67	2	1530343,83	3,581	,037
Grup ölçüm	2322879,55	2	1161439,77	2,718	,078
Hata	17092554,79	40	427313,87		
Toplam	29212339,26	65			

Tablo 8'in değerlendirilmesi sonucunda, CK değişkeni açısından yalnızca egzersiz yapılan ve egzersiz ile tuzlu su uygulamasının birlikte gerçekleştirildiği aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($F=2,139$; $p=,159$) bir farkın bulunmadığı tespit edildi. Uygulama fark etmeksizin dönemler bazında yapılan incelemede, CK değerlerinin 1. 2. ve 3. ölçümleri arasında anlamlı ($F=3,581$; $p=,037$) bir fark olduğu belirlendi. Ayrıca, egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı farklı dönemlerdeki CK değerlerinin kendi içlerindeki anlamlılık ($F=2,718$; $p=,078$) düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı ortaya konuldu.



Şekil 16: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki CK Değerler Eğrisi

Tablo 9: WBC Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
			Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma
WBC (µL)	Egzersiz	11	7,82±1,69	7,71±1,61	7,09±1,51
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	7,32±1,63	6,43±1,02	7,80±1,72

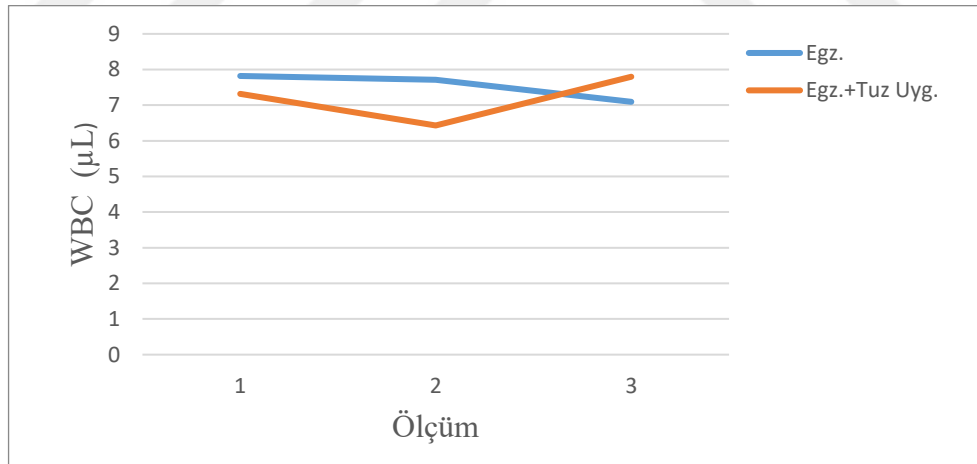
Tablo 9'a bakıldığında, sadece egzersiz programının uygulandığı dönemdeki WBC değerleri ele alındığında, egzersiz öncesi ortalamanın $7,82 \pm 1,69 \mu\text{L}$ olduğu, egzersizden 24 saat sonraki ölçümlerin ortalamasının $7,71 \pm 1,61 \mu\text{L}$ ve 48 saat sonraki ölçümlerin ortalamasının ise $7,09 \pm 1,51 \mu\text{L}$ olduğu belirlendi. Aynı şekilde egzersiz sonrasında tuzlu su uygulamasının yapıldığı ikinci aşamadaki WBC değerleri ele alındığında ise birinci ölçümler

ortalamasının $7,32 \pm 1,63 \mu\text{L}$, ikinci ölçümler ortalamasının $6,43 \pm 1,02 \mu\text{L}$ ve üçüncü ölçümler ortalamasının ise $7,80 \pm 1,72 \mu\text{L}$ olduğu anlaşıldı.

Tablo 10: Katılımcıların WBC Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	37,47	21			
Grup	,71	1	,71	,387	,541
Hata	36,74	20	1,84		
Denekler içi	47,44	44			
Ölçüm	2,95	2	1,48	1,764	,184
Grup ölçüm	11,03	2	5,51	6,592	,003
Hata	33,46	40	,84		
Toplam	84,93	65			

Tablo 10'nun analizinde, WBC değişkeninin yalnızca egzersiz yapılan ve egzersiz ile tuzlu su uygulamasının bir arada gerçekleştirildiği aşamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($F=,387$; $p=,541$) bir fark olmadığı görüldü. Tüm ölçüm dönemleri göz önüne alındığında, uygulama türünden bağımsız olarak, WBC değerlerinin 1. 2. ve 3. ölçümleri arasında anlamlı ($F=1,764$; $p=,184$) bir farkın bulunmadığı tespit edildi. Bunun yanı sıra, egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı farklı dönemlerde WBC değerlerinin kendi içindeki anlamlılık ($F=6,592$; $p=,003$) düzeyinin istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gösterdiği saptandı.



Şekil 17: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki WBC Değerler Eğrisi

Tablo 11: NEU Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

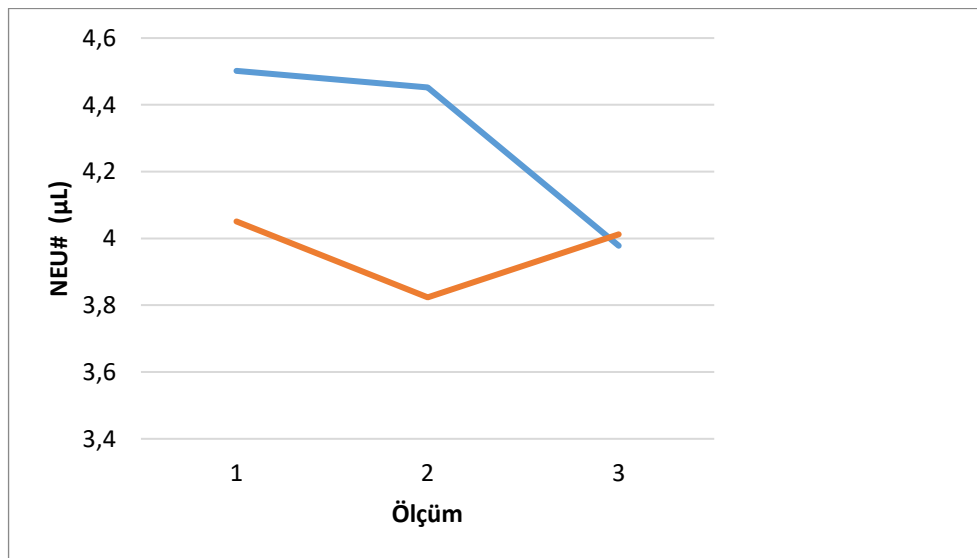
Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
			Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma
NEU (μL)	Egzersiz	11	4,50±1,57	4,45±1,41	3,98±1,11
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	4,05±1,24	3,82±,78	4,01±1,08

Tablo 11 incelendiğinde, yalnızca egzersiz uygulamasının yapıldığı durumda NEU seviyelerine ilişkin veriler göz önüne alındığında, egzersiz öncesi ortalama değerin $4,50 \pm 1,57$ μL olduğu, egzersiz sonrası 24. saatte alınan ölçümlerin ortalamasının $4,45 \pm 1,41$ μL ve 48. saatteki ölçümlerin ortalamasının ise $3,98 \pm 1,11$ μL olduğu belirlendi. Aynı bireylerin egzersiz sonrası tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği ikinci aşamadaki NEU değerlerine bakıldığında, 1. ölçümler ortalamasının $4,05 \pm 1,24$ μL , 2. ölçümlerin ortalamasının $3,82 \pm 0,78$ μL ve 3. ölçümlerin ortalamasının ise $4,01 \pm 1,08$ μL olduğu görüldü.

Tablo 12: Katılımcıların NEU Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	23,09	21			
Grup	,67	1	,67	,596	,449
Hata	22,42	20	1,12		
Denekler içi	24,49	44			
Ölçüm	,87	2	,44	,780	,465
Grup ölçüm	1,29	2	,65	1,156	,325
Hata	22,33	40	,56		
Toplam	47,58	65			

Tablo 12'ye göre, NEU değişkeni üzerinde yalnızca egzersiz ve egzersiz ile tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği aşamalar arasında anlamlı ($F=,596$; $p=,449$) bir fark olmadığı gözlemlendi. Uygulama türüne bakılmaksızın NEU değerlerinin 1. 2. ve 3. ölçümleri arasındaki farkın anlamsız ($F=,780$; $p=,465$) olduğu belirlendi. Ayrıca, egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği farklı dönemlerdeki NEU değerlerinin kendi içindeki anlamlılık ($F=1,156$; $p=,325$) düzeyinin anlamlı bir fark oluşturmadığı anlaşıldı.



Şekil 18: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki NEU Değerler Eğrisi

Tablo 13: RBC Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

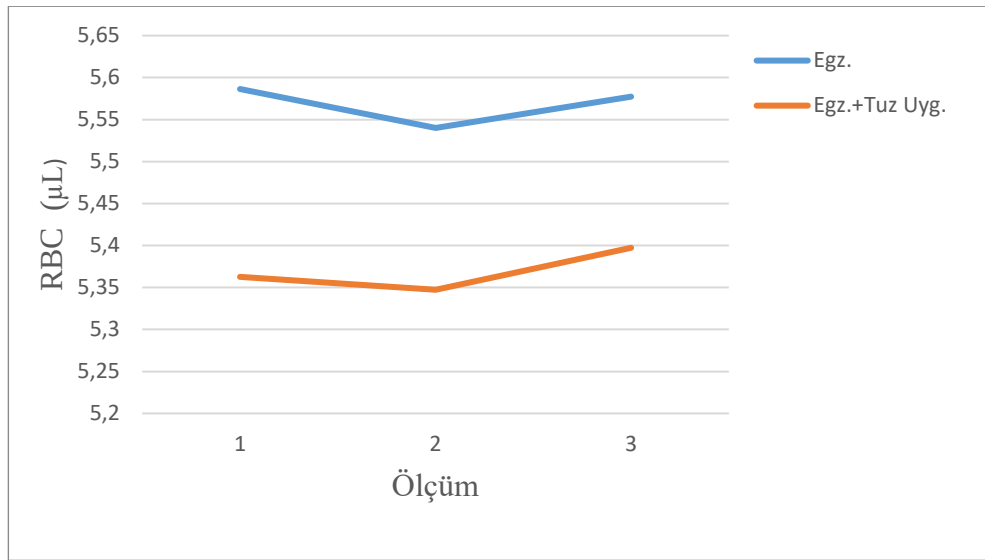
Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
			Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma
RBC (µL)	Egzersiz	11	5,59±0,38	5,54±0,43	5,58±0,40
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	5,36±0,29	5,35±0,25	5,40±0,33

Tablo 13’de, tuzlu su uygulamasının yapılmadığı aşamadaki egzersiz öncesi RBC değerleri ortalamasının $5,59 \pm 0,38$ µL olduğu, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $5,54 \pm 0,43$ µL ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $5,58 \pm 0,40$ µL olduğu tespit edildi. Tuzlu su uygulamasının yapıldığı ikinci aşamada ise aynı bireylerde egzersiz öncesi ölçüm değerleri ortalamasının $5,36 \pm 0,29$ µL, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $5,35 \pm 0,25$ µL ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $5,40 \pm 0,33$ µL olduğu saptandı.

Tablo 14: Katılımcıların RBC Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	2,37	21			
Grup	,22	1	,22	2,024	,170
Hata	2,15	20	,11		
Denekler içi	0,97	44			
Ölçüm	,02	2	,01	,470	,629
Grup ölçüm	,01	2	,00	,117	,890
Hata	,94	40	,02		
Toplam	3,34	65			

Tablo 14’e dayalı olarak yapılan değerlendirmede, RBC değişkeninin yalnızca egzersiz uygulaması yapılan ve egzersiz ile tuzlu su uygulamasının birlikte gerçekleştirildiği aşamalarda anlamlı ($F=2,024$; $p=,170$) bir fark bulunmadığı anlaşıldı. Uygulama türü fark etmeksizin, RBC değerlerinin 1. 2. ve 3. ölçümleri arasındaki farkın anlamlı ($F=,470$; $p=,629$) olmadığı tespit edildi. Bununla birlikte, egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı farklı dönemlerdeki RBC değerlerinin kendi içindeki anlamlılık ($F=,117$; $p=,890$) düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı belirlendi.



Şekil 19: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki RBC Değerler Eğrisi

Tablo 15: HGB Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

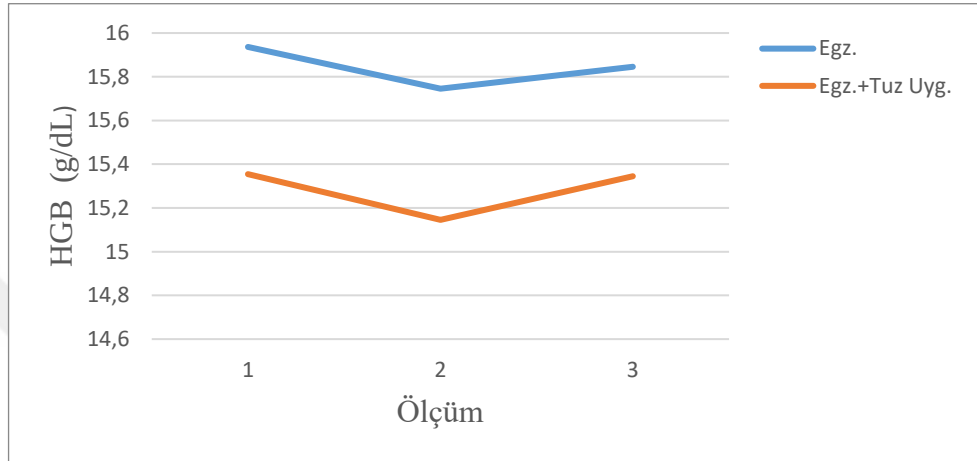
Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm Ortalama ± standart sapma	2. Ölçüm Ortalama ± standart sapma	3. Ölçüm Ortalama ± standart sapma
HGB (g/dL)	Egzersiz	11	15,94±1,21	15,75±1,21	15,85±1,03
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	15,35±1,64	15,15±1,26	15,35±1,22

Tablo 15’de yer alan verilere göre, sadece egzersiz uygulamasının yapıldığı dönemde HGB düzeyleri değerlendirildiğinde, egzersiz öncesi ortalama değerin $15,94 \pm 1,21$ g/dL, egzersiz sonrası 24. saatte alınan ölçümlerin ortalamasının $15,75 \pm 1,21$ g/dL ve 48. saatteki ölçümlerin ortalamasının ise $15,85 \pm 1,03$ g/dL olduğu saptandı. Aynı katılımcılar üzerinde tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği ikinci aşamada ise, 1. ölçümler ortalamasının $15,35 \pm 1,64$ g/dL, 2. ölçümlerin ortalamasının $15,15 \pm 1,26$ g/dL ve 3. ölçümlerin ortalamasının $15,35 \pm 1,22$ g/dL olduğu gözlemlendi.

Tablo 16: Katılımcıların HGB Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	32,45	21			
Grup	1,73	1	1,73	1,125	,301
Hata	30,72	20	1,54		
Denekler içi	6,24	44			
Ölçüm	,48	2	,24	1,663	,202
Grup ölçüm	,03	2	,02	,109	,897
Hata	5,73	40	,14		
Toplam	38,69	65			

Tablo 16'nın analizine göre, HGB değişkeninin sadece egzersiz yapılan ve egzersiz ile tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği aşamalarda anlamlı ($F=1,125$; $p=,301$) bir fark gözlemlenmedi. Uygulama türüne bakılmaksızın, HGB değerlerinin 1., 2. ve 3. ölçümleri arasındaki farkın anlamlı ($F=1,663$; $p=,202$) olmadığı belirlendi. Ayrıca, egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı farklı dönemlerde HGB değerlerinin kendi içindeki anlamlılık ($F=,109$; $p=,897$) düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı anlaşıldı.



Şekil 20: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki HGB Değerler Eğrisi

Tablo 17: PLT Değişkenin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

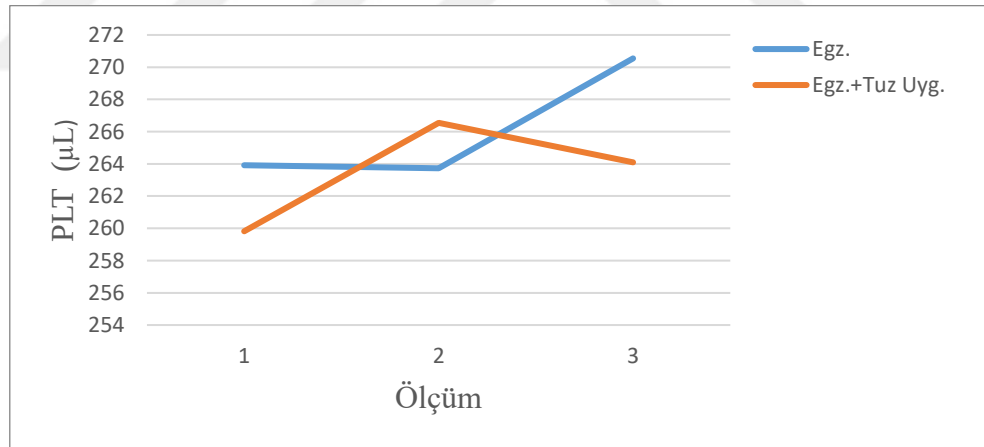
Değişken	Uygulama	n	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
			Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma	Ortalama ± standart sapma
PLT (µL)	Egzersiz	11	263,91±36,85	263,73±33,51	270,55±34,88
	Egzersiz+Tuzlu su uygulaması	11	259,82±31,70	266,55±33,24	264,09±38,11

Tablo 17'deki, tuzlu su uygulamasının yapılmadığı durumda PLT seviyelerinin incelenmesi sonucunda, egzersiz öncesi ortalama değerin $263,91 \pm 36,85 \mu\text{L}$, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $263,73 \pm 33,51 \mu\text{L}$ ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $270,55 \pm 34,88 \mu\text{L}$ olduğu saptandı. Tuzlu su uygulamasının yapıldığı ikinci aşamada ise aynı bireylerde egzersiz öncesi ölçüm değerleri ortalamasının $259,82 \pm 31,70 \mu\text{L}$, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $266,55 \pm 33,24 \mu\text{L}$ ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $264,09 \pm 38,11 \mu\text{L}$ olduğu tespit edildi.

Tablo 18: Katılımcıların PLT Değerlerinin Tuz Uygulaması Öncesi ve Sonrası Puanlarının Anova Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareleri Toplamı	sd	Kareleri Ortalaması	F	p
Denekler arası	23328,97	21			
Grup	36,49	1	36,49	,031	,861
Hata	23292,48	20	1164,62		
Denekler içi	3308,67	44			
Ölçüm	331,64	2	165,82	2,437	,100
Grup ölçüm	255,39	2	127,70	1,877	,166
Hata	2721,64	40	68,04		
Toplam	26637,64	65			

Tablo 18’de yapılan değerlendirme sonucunda, PLT değişkeninin yalnızca egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı aşamalar arasında anlamlı ($F=,031$; $p=,861$) bir fark olmadığı saptandı. Tüm ölçüm dönemleri göz önüne alındığında, uygulama türünden bağımsız olarak, PLT değerlerinin 1. 2. ve 3. ölçümleri arasında anlamlı ($F=2,437$; $p=,100$) bir farkın bulunmadığı tespit edildi. Bunun yanı sıra, egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği farklı dönemlerdeki PLT değerlerinin kendi içindeki anlamlılık düzeyinin anlamlı ($F=1,877$; $p=,166$) bir fark yaratmadığı belirlendi.



Şekil 21: Egzersiz ve Egzersiz + Tuzlu Su Uygulamasındaki PLT Değerler Eğrisi

Tablo 19: Egzersiz Sonrası Tuzlu Su Uygulamasının Ağrı Ölçeği Puanlarına Ait Paired Sample Test Sonuçları

Değişken	n	Ort. + St.	t	p
Egzersiz	11	8,64± 0,81	10,270	0,00
Egzersiz + Tuz	11	1,27± 1,85		

Tablo 19'daki bulgular incelendiğinde, egzersiz sonrası ortalama puanlarının $8,64 \pm 0,81$ olduğu egzersizle birlikte tuzlu su uygulaması sonrası ortalama puanı ise $1,27 \pm 1,85$ olduğu görüldü.



SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sonuç

Egzersiz sonrası uygulanan tuzlu su uygulamasının, ALT, AST, LDH, CK, WBC, NEU, RBC, HGB ve PLT değerlerinde istatistiksel olarak farklılığın anlamlı ($p>0,05$) olmamasına rağmen, ALT, AST, CK, WBC, NEU, RBC, HGB ve PLT değerlerinde matematiksel bir düşüş meydana gelmiştir. Uygulama türüne bakılmaksızın kan örneklerinin 1. 2. ve 3. ölçümlerinde ALT, LDH ve CK değerlerindeki farkın anlamlı ($p<0,05$) olduğu görülürken; AST, WBC, NEU, RBC, HGB ve PLT değerlerindeki farkın anlamlı ($p>0,05$) olmadığı anlaşıldı. Ayrıca, egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği farklı dönemlerdeki ALT, AST, LDH, CK, NEU, RBC, HGB ve PLT değerlerinin kendi içlerindeki istatistiksel farkın anlamsız ($p>0,05$) olduğu, WBC değerinin ise istatistiksel farkın anlamlı ($p<0,05$) olduğu tespit edildi.

Ayrıca tuzlu su uygulamasının gecikmiş kas ağrısı üzerinde etkili olduğu elde edilen başka bir sonuçtur.

Tartışma

Sadece egzersiz programı uygulamasındaki katılımcılara ait ALT değerleri dikkate alındığında, sırasıyla $23,64 \pm 12,50$ U/L $24,82 \pm 8,68$ U/L ve $30,27 \pm 12,54$ U/L olduğu görüldü. Egzersiz sonrası tuzlu su uygulaması yapıldığındaki değerler dikkate alındığında ise sırasıyla $20,55 \pm 3,86$ U/L, $23,00 \pm 5,02$ U/L, $22,91 \pm 3,91$ U/L olduğu belirlendi. Bu değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucu, egzersiz sonrası tuzlu su uygulamasının ALT değerleri üzerinde anlamlı ($p>0,05$) bir fark oluşturmadığı saptandı. Bu her iki uygulama dikkate alınmaksızın katılımcıların ön test son test değerlerinin $p=0,033$ düzeyinde bir farklılaşma olduğu ortaya çıktı. Tuzlu su uygulaması sonrası ALT seviyelerindeki sınırlı değişim, kas dokusunda meydana gelen mikro travmaların kontrol altında tutulduğunu göstermektedir. Alfredo ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında, magnezyum içeriği yüksek çözeltilerin kas iyileşmesini hızlandırdığı ve enzim seviyelerindeki dalgalanmaları azalttığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, tuzlu suyun etkilerinin ALT seviyelerini stabilize ettiğini düşündürmektedir.

Bireylere yalnızca egzersiz uygulamasının yapıldığı dönemde AST değerleri incelendiğinde, egzersiz öncesindeki ortalama değerlerin $15,18 \pm 10,49$ U/L olduğu, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $20,09 \pm 11,07$ U/L ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $31,36 \pm 42,29$ U/L olduğu saptandı. Katılımcıların tuzlu su uygulaması sonrasındaki AST değerleri incelendiğinde, egzersiz öncesi ölçüm değerleri ortalamasının $14,64 \pm 7,97$ U/L, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının

12,27 ± 4,50 U/L ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise 13,45 ± 5,24 U/L olduğu görüldü. Bu değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda, egzersiz sonrası tuzlu su uygulamasının AST değerleri üzerinde anlamlı ($p < 0,05$) bir farklılık oluşturmadığı saptandı. Ayrıca, dönemlere bakılmaksızın katılımcıların AST ölçümleri arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) olmadığı anlaşıldı. Egzersiz sonrası AST seviyelerindeki artış, kas dokusundaki yıkımı yansıtır. Matsumoto ve arkadaşları (2009), eksantrik egzersiz sonrası AST seviyelerinde artışın kas travması ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada, tuzlu su uygulamasının AST seviyelerindeki artışı kontrol altına alması, uygulamanın kas iyileşmesini desteklediğini ve inflamasyonu baskıladığını göstermektedir.

Katılımcıların sadece egzersiz uygulamasının yapıldığı aşamada LDH değerleri incelendiğinde, egzersiz öncesindeki ortalama değer 191,64 ± 38,99 U/L, egzersiz sonrası 24. saatte alınan ölçümlerin ortalamasının 185,45 ± 49,60 U/L ve 48. saatteki ölçümlerin ortalamasının ise 195,18 ± 83,35 U/L olduğu belirlendi. Aynı katılımcıların egzersiz sonrasında tuzlu su uygulamasının yapıldığı ikinci aşamadaki LDH değerlerine bakıldığında ise, 1. ölçümler ortalamasının 150,45 ± 27,37 U/L, 2. ölçümlerin ortalamasının 178,73 ± 30,65 U/L ve 3. ölçümlerin ortalamasının 204,09 ± 47,52 U/L olduğu tespit edildi. Bu değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda, yalnızca egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulaması arasında LDH değerleri açısından anlamlı ($p > 0,05$) bir farklılık olmadığı saptandı. Bununla birlikte, dönemlerden bağımsız olarak katılımcıların LDH ölçümleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) olduğu görüldü.

Bireylerin egzersiz öncesi ve sonrası CK değerleri sırasıyla 225,36 ± 217,42 U/L, 440,45 ± 404,70 U/L ve 1167,00 ± 1779,18 U/L olduğu tespit edildi. Egzersiz ve egzersizle birlikte tuzlu su uygulaması sonrasındaki CK değerleri ise sırasıyla 248,18 ± 280,32 U/L, 245,09 ± 146,67 U/L ve 307,55 ± 241,30 U/L olduğu belirlendi. Bu değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda, yalnızca egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının CK değerleri üzerinde anlamlı ($p > 0,05$) bir farklılık yaratmadığı saptandı. Bununla birlikte, dönemler gözetilmeksizin katılımcıların CK ölçümleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) olduğu tespit edildi. Clarkson ve Hubal (2002), CK seviyelerindeki artışın kas dokusundaki mikro travmalara işaret ettiğini belirtmiştir. Bu çalışmada, tuzlu su uygulaması sonrası CK seviyelerindeki artışın sınırlı kalması, uygulamanın kas zarındaki stres yanıtını hafiflettiğini ve kas dokusunun iyileşmesini desteklediğini göstermektedir. Tuzlu suyun içerdiği minerallerin anti-enflamatuvar etkileri, bu sonucu açıklayabilir.

Katılımcılara sadece egzersiz programının uygulandığı dönemdeki WBC değerleri ele alındığında, egzersiz öncesi ortalamasının 7,82 ± 1,69 μ L olduğu, egzersizden 24 saat sonraki

ölçümlerin ortalamasının $7,71 \pm 1,61 \mu\text{L}$ ve 48 saat sonraki ölçümlerin ortalamasının ise $7,09 \pm 1,51 \mu\text{L}$ olduğu belirlendi. Aynı şekilde egzersiz sonrasında tuzlu su uygulamasının yapıldığı ikinci aşamadaki WBC değerleri ele alındığında ise birinci ölçümler ortalamasının $7,32 \pm 1,63 \mu\text{L}$, ikinci ölçümler ortalamasının $6,43 \pm 1,02 \mu\text{L}$ ve üçüncü ölçümler ortalamasının ise $7,80 \pm 1,72 \mu\text{L}$ olduğu anlaşıldı. Bu değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda, yalnızca egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının WBC değerleri üzerinde anlamlı ($p > 0,05$) bir farklılık yaratmadığı saptandı. Dönemden bağımsız olarak katılımcıların WBC ölçümleri arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı ($p > 0,05$) olmadığı tespit edildi. Bunun yanı sıra, egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının yapıldığı farklı dönemlerde WBC değerlerinin kendi içindeki anlamlılık ($p=0,003$) düzeyinin istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gösterdiği saptandı. Nieman ve arkadaşlarının (1991) çalışmasında, yoğun egzersiz sonrası WBC seviyelerinde artış gözlenmiş, ancak mineral içerikli uygulamaların bu artışı sınırladığı belirtilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin egzersiz uygulamaları sonrasındaki NEU değerleri göz önüne alındığında, egzersiz öncesi ölçüm değerleri ortalamasının $4,50 \pm 1,57 \mu\text{L}$, egzersizden 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $4,45 \pm 1,41 \mu\text{L}$ ve egzersizden 48 saat sonraki ölçüm değerlerinin ortalamasının ise $3,98 \pm 1,11 \mu\text{L}$ olduğu tespit edildi. Tuzlu su uygulaması sonrasındaki değerlere bakıldığında ise egzersiz öncesi ölçüm değerleri ortalamasının $4,05 \pm 1,24 \mu\text{L}$, tuz uygulamasından 24 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının $3,82 \pm 0,78 \mu\text{L}$ ve 48 saat sonraki ölçüm değerleri ortalamasının ise $4,01 \pm 1,08 \mu\text{L}$ olduğu belirlendi. Bu değerler incelendiğinde, egzersiz sonrası tuzlu su uygulamasının NEU değerlerinde bir azalmaya neden olduğu ancak bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı ($p > 0,05$) olmadığı saptandı. Aynı şekilde katılımcıların ölçümleri arasındaki değişimin de anlamlı ($p = 0,465$) olmadığı ortaya çıktı. Egzersiz sonrası nötrofil sayısındaki artış, inflamasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilir. Kawamura ve arkadaşlarının (2018) çalışması, egzersiz sonrası inflamasyonun mineral bazlı çözeltilerle hafifletilebileceğini göstermiştir. Tuzlu su uygulamasının NEU seviyelerindeki artışı kontrol altına alması, inflamasyonu azaltıcı etkilerle ilişkilendirilebilir.

Katılımcılara yalnızca egzersiz uygulamasının yapıldığı aşamada RBC değerleri ele alındığında sırasıyla $5,59 \pm 0,38 \mu\text{L}$, $5,54 \pm 0,43 \mu\text{L}$ ve $5,58 \pm 0,40 \mu\text{L}$ olduğu tespit edildi. Egzersiz + tuzlu su uygulaması sonrası değerler dikkate alındığında ise sırasıyla $5,36 \pm 0,29 \mu\text{L}$, $5,35 \pm 0,25 \mu\text{L}$ ve $5,40 \pm 0,33 \mu\text{L}$ olduğu belirlendi. Bu değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucu, sadece egzersiz ve egzersiz + tuzlu su uygulamasının RBC değerleri üzerinde anlamlı ($p>0,05$) bir fark oluşturmadığı saptandı. Dönem gözetmeksizin katılımcıların

RBC değerlerinin ölçümleri arasındaki farkın anlamlı ($p>0,05$) olmadığı ortaya çıktı. Rowell 1986'da yaptığı çalışmada su ve mineral dengesinin korunmasının RBC fonksiyonlarını optimize ettiğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, çalışmamızda tuzlu suyun etkileri, kasların oksijen ihtiyacını karşılamada destekleyici bir rol oynayabilir.

Katılımcılara sadece egzersiz uygulamasının yapıldığı dönemde HGB düzeyleri değerlendirildiğinde, egzersiz öncesi ortalama değerin $15,94 \pm 1,21$ g/dL, egzersiz sonrası 24. saatte alınan ölçümlerin ortalamasının $15,75 \pm 1,21$ g/dL ve 48. saatteki ölçümlerin ortalamasının ise $15,85 \pm 1,03$ g/dL olduğu saptandı. Aynı katılımcılar üzerinde tuzlu su uygulamasının gerçekleştirildiği ikinci aşamada ise, 1. ölçümler ortalamasının $15,35 \pm 1,64$ g/dL, 2. ölçümlerin ortalamasının $15,15 \pm 1,26$ g/dL ve 3. ölçümlerin ortalamasının ise $15,35 \pm 1,22$ g/dL olduğu gözlemlendi. İstatistiksel karşılaştırmalar sonucunda, yalnızca egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamaları arasında HGB değerleri açısından anlamlı ($p > 0,05$) bir fark bulunmadı. Ayrıca, her iki uygulama dikkate alınmaksızın katılımcıların ön test ve son test değerleri arasındaki farkın $p = 0,202$ düzeyinde anlamlı olmadığı belirlendi. Çalışmamızda tuzlu su uygulamasının ardından HGB seviyelerinde gözlenen stabil durum, vücudun su ve elektrolit düzeyinin korunmuş olabileceğini ve kas dokularına oksijen taşınımının optimal seviyede devam ettiğini göstermektedir. Miller ve arkadaşlarının (2017) yaptığı bir çalışmada, mineral içerikli solüsyonların hem oksijen taşıma kapasitesini artırdığı hem de egzersiz sonrası dolaşım sistemindeki dengeyi desteklediği bildirilmiştir. Bu bulgu, tuzlu suyun içerdiği minerallerin HGB seviyelerinin korunmasında etkili olabileceğini işaret etmektedir.

Bireylere sadece egzersiz uygulamasının yapıldığı aşamada PLT değerleri sırasıyla $263,91 \pm 36,85$ μ L, $263,73 \pm 33,51$ μ L ve $270,55 \pm 34,88$ μ L olduğu tespit edildi. Yalnızca egzersiz ve Egzersizle birlikte tuzlu su uygulaması sonrasında PLT değerleri ise $259,82 \pm 31,70$ μ L, $266,55 \pm 33,24$ μ L ve $264,09 \pm 38,11$ μ L olduğu belirlendi. Bu değerlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda, yalnızca egzersiz ile egzersiz + tuzlu su uygulamasının PLT değerleri üzerinde anlamlı ($p > 0,05$) bir farklılık oluşturmadığı saptandı. Ayrıca, dönemlere bakılmaksızın katılımcıların PLT ölçümleri arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı ($p > 0,05$) olmadığı anlaşıldı. Trombositler doku iyileşmesini hızlandıran maddeler salarlar. Bu maddeler, hasar görmüş kas hücrelerinin yenilenmesini destekler ve kas dokusunun daha hızlı onarılmasını sağlar. Egzersiz sonrası artan trombosit sayısı, iyileşme süreçlerini yansıtır. Çalışmamızda, tuzlu su uygulamasının PLT seviyelerindeki değişimi sınırlı tutması, inflamasyonu baskıladığına ve iyileşme sürecine katkıda bulunduğuna işaret etmektedir.

Öneriler

Sonuç olarak, bu çalışmada uygulanan yöntemde istatistiksel olarak anlamlı bir veri elde edilemese de bazı kas hasarı belirteçlerinin seviyelerinde önemli bir düşüşe neden olduğu açıkça görüldü. Daha kesin sonuçlar elde edebilmek için daha geniş kapsamlı araştırmalar yapılması önerilir. Bu bağlamda;

Bu çalışmada araştırılan kan parametrelerini, katılımcıların beslenme koşulları etkilediği için beslenme programına dikkat edilerek yapılması önerilir.

Bu araştırma daha büyük örneklem grubuyla uygulanabilir.

Kas hasarı belirteçlerinden olan MB (miyogloblin) parametresi Bayburt Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarında analiz edilemediği için bu çalışmaya eklenemedi. MB (miyogloblin) belirteci de eklenerek incelenmesi önerilir.



KAYNAKÇA

- Adams 3rd, J. E., Abendschein, D. R., & Jaffe, A. S. (1993). Biochemical markers of myocardial injury. Is MB creatine kinase the choice for the 1990s?. *Circulation*, 88(2), 750-763.
- Aguilera, I. M., & Vaughan, R. S. (2000). Calcium and the anaesthetist. *Anaesthesia*, 55(8), 779-790.
- Akgün, N. (1994). *Egzersiz fizyolojisi* İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi.
- Akın, G. (1992). *Karaciğer: yapısı, metabolik fonksiyonları, fizyopatolojisi, patokimyası*. Kitabevi Yayınları.
- Aksel, Y. (2014). *Kars Kağızman bölgesinde çıkarılan kaya tuzu örneklerindeki bazı eser metallerin ICP-MS ile analizi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 374064)
- Aktümsek, A. (2004). *Anatomi ve fizyoloji: İnsan biyolojisi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Alfredo, C., Mielgo-Ayuso, J., Roche, E., Caballero-García, A., & Fernandez-Lázaro, D. (2019). Impact of Magnesium Supplementation in Muscle Damage of Professional Cyclists Competing in a Stage Race. *Nutrients*, 11(8), 1927. <https://doi.org/10.3390/nu11081927>
- Alghadir, A. H., Anwer, S., Iqbal, A., & Iqbal, Z. A. (2018). Test–retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. *Journal of Pain Research*, 11, 851–856. <https://doi.org/10.2147/JPR.S158847>
- Aslan, D. (2005). *Klinik kimyada temel ilkeler*. Palme Yayıncılık 44-159.
- Besler, H. T., Rakıcıoğlu, N., Ayaz, A., Büyüktuncer Demirel, Z., Gökmen Özel, H., Samur, F. G., ... Yıldız, E.(2015). *Türkiye'ye özgü besin ve beslenme rehberi*. Merdiven Reklam Tanıtım.
- Brown, S., Day, S., & Donnelly, A. (1999). Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle actions. *Journal of Sports Sciences*, 17(5), 397-402.
- Canbolant, S. (2006). *Geçirilmiş miyokard enfarktüslerinde ürik asit seviyeleri*. (Aile hekimliği uzmanlık tezi).
- Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports medicine*, 33(2), 145-164.
- Childs, J. D., Piva, S. R., & Fritz, J. M. (2005). Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with low back pain. *Spine*, 30(11), 1331-1334.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81(11), S52-S69.
- Clarkson, P. M., Nosaka, K., & Braun, B. (1992). Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(5), 512-520.
- Cowell, J. M. (2012). The future of nursing and school nursing. *The journal of school nursing*, 28(2), 88-89.

- Çoban, O. (2011). *Güreşçilere uygulanan koenzim q 10 takviyesinin kas hasarı ile eser elementler üzerine etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 305990)
- Dokumacı, B., Atabek, H. Ç. (2016). Gecikmiş Kas Ağrısı ve Oluşum Mekanizmaları: Oksidatif Stres ile İlişkisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 8(1), 22-34.
- Dorrell, H., & Gee, T. (2016). The acute effects different quantities of branched-chain amino acids have on recovery of muscle function. *Sports Nutr Ther*, 1(3), 115.
- Dow, R. B. (1994). The clinical and laboratory utility of platelet volume parameters. *Australian Journal of Medical Science*, 15, 12-15.
- Erdoğan, M. (2009). *Farklı ısı koşullarında uygulanan maksimal aerobik yüklenmenin kas hasarı ve performans üzerine etkileri* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 260930)
- Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A. M., & Ülkar, B. (2002). *Egzersiz fizyolojisi*. Nobel yayınları.
- Fawcett, W. J., Haxby, E. J., & Male, D. A. (1999). Magnesium: physiology and pharmacology. *British journal of anaesthesia*, 83(2), 302-320.
- Felker, G.M., (2007). Red cell distribution width as a novel prognostic marker in heart failure: data from the Charm Program and the Duke Databank. *J Am Coll Cardiol*, 50, 40-47.
- Ferraz, M. B., Quaresma, M. R., Aquino, L. R., Atrá, E., Tugwell, P., & Goldsmith, C. (1990). Reliability of pain scales in the assessment of literate and illiterate patients with rheumatoid arthritis. *The Journal of rheumatology*, 17(8), 1022-1024.
- Fouré, A., & Bendahan, D. (2017). Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage? A systematic review. *Nutrients*, 9(10), 1047.
- Fox, K., Ford, I., Steg, P. G., Tendera, M., Robertson, M., & Ferrari, R. (2009). Relationship between ivabradine treatment and cardiovascular outcomes in patients with stable coronary artery disease and left ventricular systolic dysfunction with limiting angina: a subgroup analysis of the randomized, controlled beautiful trial. *European heart journal*, 30(19), 2337-2345.
- Friden, J., Sjöström, M., & Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International journal of sports medicine*, 4(03), 170-176.
- Ganong, W. F. (1995). Review of medical physiology. *Dynamics of blood and lymph flow*, 30, 525-541.
- Gee, T. I., & Deniel, S. (2016). Branched-chain amino acid supplementation attenuates a decrease in power-producing ability following acute strength training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(12), 1511-1517.
- Gök, H. (2002). *Klinik kardioloji: Akut miyokard infarktüsü*. Nobel Tıp Kitabevleri, 273-321.
- Gökhan, N., Çavuşoğlu, H., & Kayseri, A. (1995). *İnsan fizyolojisi II*. Filiz Kitabevi, 1294-1296.
- Greer, B. K., Woodard, J. L., White, J. P., Arguello, E. M., & Haymes, E. M. (2007). Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 17(6), 595-607.
- Guyton, A.C., (1988). *Tıbbi fizyoloji: Türkçe 2. baskı, (Çeviri: Gökhan, N., Çavuşoğlu, H.)*, Merk Yayıncılık, 59-70.

- Guyton, M. D., & Hall, J. E. (1996). *Textbook of medical physiology: Tıbbi fizyoloji*, 9. Baskı, (Çeviri: Çavuşoğlu H), Yüce Yayınları, 73-80.
- Günay, M., Tamer, K., & Cicioğlu, H. (2013). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Gazi Kitabevi.
- Hawker, G. A., Davis, A. M., French, M. R., Cibere, J., Jordan, J. M., March, L., Suarez Almazor, M., Katz, J. N., Dieppe, P. (2008). Development and preliminary psychometric testing of a new OA pain measure an OARSI/OMERACT initiative. *Osteoarthritis and cartilage*, 16(4), 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2007.12.015>
- Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual analog scale for pain (vas pain), numeric rating scale for pain (nrs pain), mcgill pain questionnaire (mpq), short-form mcgill pain questionnaire (sf-mpq), chronic pain grade scale (cpgs), short form-36 bodily pain scale (sf-36 bps), and measure of intermittent and constant osteoarthritis pain (icoap). *Arthritis care & research*, 63(S11), S240-S252.
- Heisig, D. G., Threatte, G. A., & Henry, J. B. (2001). Laboratory diagnosis of gastrointestinal and pancreatic disorders. *Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*, 20th ed. Philadelphia, WB Saunders Company, 462-76.
- Henry, B.J. (1991) *Clinical Diagnosis Management By Laboratory Methods*. 18th Edition, W.B. Saunders Company. 1991:230-265
- Howatson, G., Hoad, M., Goodall, S., Tallent, J., Bell, P. G., & French, D. N. (2012). Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *Journal of the international Society of Sports Nutrition*, 9(1), 20.
- Hulmi, J. J., Lockwood, C. M., & Stout, J. R. (2010). Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein. *Nutrition & metabolism*, 7, 1-11.
- Hush, J. M., Refshauge, K. M., Sullivan, G., De Souza, L., & McAuley, J. H. (2010). Do numerical rating scales and the Roland-Morris Disability Questionnaire capture changes that are meaningful to patients with persistent back pain?. *Clinical rehabilitation*, 24(7), 648-657.
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., ... & Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 20.
- Jensen, M. P., & McFarland, C. A. (1993). Increasing the reliability and validity of pain intensity measurement in chronic pain patients. *Pain*, 55(2), 195-203.
- Jensen, M. P., Karoly, P., O'Riordan, E. F., Bland, F., & Burns, R. S. (1989). The subjective experience of acute pain an assessment of the utility of 10 indices. *The Clinical journal of pain*, 5(2), 153-160.
- Jones, A. A., Power, G. A., & Herzog, W. (2016). History dependence of the electromyogram: Implications for isometric steady-state EMG parameters following a lengthening or shortening contraction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 27, 30-38.
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlıoğlu, M., Başpınar, N., & Tiftik, A. M. (2000). *Biyokimya* Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. 5, 642-653.
- Kawamura, T., Suzuki, K., Takahashi, M., Tomari, M., Hara, R., Gando, Y., & Muraoka, I. (2018). Involvement of Neutrophil Dynamics and Function in Exercise-Induced Muscle

Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness: Effect of Hydrogen Bath. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 7(10), 127. <https://doi.org/10.3390/antiox7100127>

- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of sport and exercise*. Human kinetics.
- Kephart, W. C., Mumford, P. W., McCloskey, A. E., Holland, A. M., Shake, J. J., Mobley, C. B., ... & Roberts, M. D. (2016). Post-exercise branched chain amino acid supplementation does not affect recovery markers following three consecutive high intensity resistance training bouts compared to carbohydrate supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 1-10.
- Kılıç T. (2010). *Basketbol turnuvasının kas hasarı ve toparlanma süresine etkileri* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 288891)
- Kızıltoprak, Ş. (2020). Futbolda yorgunluk ve toparlanma. *Spor Hekimliği Dergisi*, 55(2), 172-185.
- Koç, E., Gökçe E. (2014). *Eksantrik egzersizde farklı eğimlerin kas hasarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 384311)
- Korkmaz, S. (2010). *Sporcularda uzun süreli yorgunluğun kas hasarıyla ilişkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 386556)
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., ... & Triplett-McBride, T. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(2), 364-380.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Volek, J. S., Häkkinen, K., Rubin, M. R., French, D. N., ... & Dioguardi, F. S. (2006). The effects of amino acid supplementation on hormonal responses to resistance training overreaching. *Metabolism*, 55(3), 282-291.
- Kurdak, S. S. (1996). *Sporda doping ve ilaç kullanımı*. Bağırhan Yayınevi.
- Langley, G. B., Sheppard, H. (1985). The visual analogue scale: its use in pain measurement. *Rheumatology international*, 5(4), 145-148.
- LaStayo, P. C., Woolf, J. M., Lewek, M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T., & Lindstedt, S. L. (2003). Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(10), 557-571.
- Lieber, R. L. (2018). Biomechanical response of skeletal muscle to eccentric contractions. *Journal of sport and health science*, 7(3), 294-309.
- Lok, A. S., & McMahon, B. J. (2009). Chronic hepatitis B: update 2009. *Hepatology*, 50(3), 661-662.
- Manzo, M. (2017). The Effect of BCAA supplementation on mental performance following exercise. Sunum, Sacred Heart Üniversitesi, 2017 Akademik Festivali.
- Matsumoto, K., Koba, T., Hamada, K., Tsujimoto, H., & Mitsuzono, R. (2009). Branched-chain amino acid supplementation increases the lactate threshold during an incremental exercise test in trained individuals. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 55(1), 52-58.
- Miller, W. C., et al. (2017). Hydration and oxygen transport in athletic performance. *Journal of Applied Physiology*, 122(1), 23-30.

- Moat, S. J., Korpimäki, T., Furu, P., Hakala, H., Polari, H., Meriö, L., ... & Weeks, I. (2017). Characterization of a blood spot creatine kinase skeletal muscle isoform immunoassay for high-throughput newborn screening of Duchenne muscular dystrophy. *Clinical Chemistry*, 63(4), 908-914.
- Murray RK, Granner DK, Mayes, PA, Rodwell V.W. (1998). *Harper'in biyokimyası*. Dikmen, N., Özgüven, T. (Çevirenler). 24. Baskı, Barış Kitabevi.
- Nelson, N. (2013). Delayed onset muscle soreness: is massage effective?. *Journal of bodywork and movement therapies*, 17(4), 475- 482.
- Newham, D. J., Jones, D. A., & Edwards, R. H. T. (1986). Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 9(1), 59-63.
- Nieman, D. C., Nehlsen-Cannarella, S. L., Donohue, K. M., Chritton, D. B., Haddock, B. L., Stout, R. W., & Lee, J. W. (1991). The effects of acute moderate exercise on leukocyte and lymphocyte subpopulations. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(5), 578–585.
- Noyan, A. (1998). *Yaşamda ve hekimlikte fizyoloji*. Palme Yayıncılık.
- Osmond, A. (2017). The effects of leucine-enriched branched-chain amino acid supplementation on exercise-induced skeletal muscle damage.
- Otağ, A. (2011). *Isınma egzersizlerinin amatör erkek sporcular ve sedanterlerde pro-inflamatuar, anti-inflamatuar sitokinler ile kas hasarı belirteçleri üzerine olan etkileri* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 293380)
- Perk, M. (1993). Mengi, A. *Sığırlarda karaciğer hücreleri ile serumda GOT, GPT enzimlerinin saptanması*. İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 19(2), 133-138.
- Pınar, L. (2010). *Sinir ve kas fizyolojisi temel bilgileri*. Efil yayınları.
- Rahimi, M. H., Shab-Bidar, S., Mollahosseini, M., & Djafarian, K. (2017). Branched-chain amino acid supplementation and exercise-induced muscle damage in exercise recovery: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Nutrition*, 42, 30-36.
- Rebalka, I. A., & Hawke, T. J. (2014). Potential biomarkers of skeletal muscle damage. *Biomarkers in medicine*, 8(3), 375-378.
- Rodriguez C. S. (2001). Pain measurement in the elderly: a review. *Pain management nursing : official journal of the American Society of Pain Management Nurses*, 2(2), 38–46. <https://doi.org/10.1053/jpmn.2001.23746>
- Rowell, L. B. (1986). *Human circulation regulation during physical stress*. Oxford University Press.
- Schoenfeld, B. J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1441-1453.
- Schoenfeld, B. J. (2020). *Science and development of muscle hypertrophy*. Human Kinetics.
- Sevim, Y. (2002). *Antrenman bilgisi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Smith, L. L., Miles, M. P. (2000). Exercise-induced muscle injury. *Exercise and sport science*, 401.
- Souglis, A., Bogdanis, G. C., Giannopoulou, I., Papadopoulos, C. H., & Apostolidis, N. (2015). Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer,

basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. *Research in Sports Medicine*, 23(1), 59-72.

- Sönmez, G. T. (2002). *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*. Ata Ofset Matbaacılık.
- Stokes, T., Hector, A. J., Morton, R. W., McGlory, C., & Phillips, S. M. (2018). Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients*, 10(2), 180.
- Şahin, (2018) *İnsan vücudu için önemli mineraller ve bor; temel fonksiyonları temin yöntemleri ve beslenme önerileri*. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü.
- Şahin, A. (2012). *Klinik laboratuvar testleri: Test bilgileri el kitabı*. GVN Tıp Laboratuvarı.
- Şahin, İ., Çıkrıkçı, F. (2018) *Eğitim yönetiminde araştırma, deneysel araştırma yöntemi*. Pegem Yayıncılık, 307-326.
- Taga, Y., Aslan, D., Güner, G., & Kutay, Z. F. (2000). *Tıbbi laboratuvarlarda standardizasyon ve kalite yönetimi*. Türk Biyokimya Derneği Yayınları, 1, 106-23.
- Taş, B. (2020). *Elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremité kasları üzerine olan etkileri* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 645430)
- Tayfur, M., Besler, H.T., Kızıltan, G., Yıldız, E., Öztürk, B., Türker, P.F., vd. (2015) Pekcan, G., Şanlıer, N., Baş, M., editörler. *Food and nutrients should be reduced consumption*. Kayhan Ajans 68-71.
- Toklu, A. (2018). *Amatör futbolcularda maç sezonu süresince sezon içi antrenman programının kas hasarı biyokimyasal parametreler üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 506559)
- Trommelen, J., Van Vliet, S., & Burd, N. A. (2013). Postexercise 'window of potential' for the stimulation of muscle protein synthesis. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 24(5).
- Vural, S., Çetin, E., Tuzlacı, U. (1986). *Klinik teşhiste laboratuvar*. Uycan Basım Sanayi.
- Waldron, M., Whelan, K., Jeffries, O., Burt, D., Howe, L., & Patterson, S. D. (2017). The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(6), 630-636.
- Walsh, B., Tonkonogi, M., Malm, C., Ekblom, B., & Sahlin, K. (2001). Effect of eccentric exercise on muscle oxidative metabolism in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(3), 436-441.
- Wejstål, R., Hansson, G., Lindholm, A., & Norkrans, G. (1988). Persistent alanine aminotransferase elevation in healthy Swedish blood donors-mainly caused by obesity. *Vox sanguinis*, 55(3), 152-156.
- Williams, A. C. D. C., Davies, H. T. O., & Chadury, Y. (2000). Simple pain rating scales hide complex idiosyncratic meanings. *Pain*, 85(3), 457-463.
- Williamson, A., & Hoggart, B. (2005). Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *Journal of clinical nursing*, 14(7), 798-804.
- Yapıcı, A., Yalçın, H. B., Buğdaycı, G., (2017). *Supramaksimal eksantrik kuvvet egzersizleriyle dominant olan ve dominant olmayan ekstremitelerde oluşan kas hasarının karşılaştırılması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 409494)

- Yılmaz, B. (1999). *Hormonlar ve üreme fizyolojisi*. Feryal Matbaacılık 313-327.
- Yoon, W. Y., Lee, K., & Kim, J. (2020). Curcumin supplementation and delayed onset muscle soreness (DOMS): effects, mechanisms, and practical considerations. *Physical Activity and Nutrition*, 24(3), 39.



EKLER

Ek 1: Maksimal Ağırlık Belirleme Çizelgesi

Kilo	10	9	8	7	6	5	4	3	2
2,268	3,175	2,722	2,722	2,722	2,722	2,722	2,722	2,268	2,268
4,536	5,897	5,897	5,897	5,443	5,443	4,990	4,990	4,990	4,990
6,804	9,072	8,618	8,618	8,165	8,165	7,711	7,711	7,257	7,257
9,072	12,247	11,793	11,340	10,886	10,886	10,433	9,979	9,979	9,525
11,340	14,969	14,515	14,061	13,608	13,154	13,154	12,701	12,247	11,793
13,608	18,144	17,690	17,237	16,329	15,876	15,422	14,969	14,515	14,515
15,876	21,319	20,412	19,958	19,051	18,597	18,144	17,690	17,237	16,783
18,144	24,040	23,587	22,680	21,772	21,319	20,865	19,958	19,504	19,051
20,412	27,216	26,308	25,401	24,948	24,040	23,133	22,680	22,226	21,319
22,680	30,391	29,484	28,576	27,669	26,762	25,855	25,401	24,494	24,040
24,948	33,112	32,205	31,298	30,391	29,484	28,576	27,669	26,762	26,308
27,216	36,287	34,927	34,019	33,112	32,205	31,298	30,391	29,484	28,576
29,484	39,463	38,102	36,741	35,834	34,473	33,566	32,659	31,751	30,844
31,751	42,184	40,823	39,916	38,555	37,195	36,287	35,380	34,473	33,566
34,019	45,359	43,998	42,638	41,277	39,916	39,009	37,648	36,741	35,834
36,287	48,534	46,720	45,359	43,998	42,638	41,277	40,370	39,009	38,102
38,555	51,256	49,895	48,081	46,720	45,359	43,998	42,638	41,730	40,370
40,823	54,431	52,617	51,256	49,442	48,081	46,720	45,359	43,998	43,091
43,091	57,606	55,792	53,977	52,163	50,802	49,442	48,081	46,720	45,359
45,359	60,328	58,513	56,699	54,885	53,524	51,710	50,349	48,988	47,627
47,627	63,503	61,235	59,421	57,606	56,245	54,431	53,070	51,710	50,349
49,895	66,678	64,410	62,596	60,328	58,513	57,153	55,338	53,977	52,617
52,163	69,400	67,132	65,317	63,049	61,235	59,421	58,060	56,245	54,885
54,431	72,575	70,307	68,039	65,771	63,957	62,142	60,328	58,967	57,153
56,699	75,750	73,028	70,760	68,946	66,678	64,864	63,049	61,235	59,874
58,967	78,471	76,204	73,936	71,668	69,400	67,585	65,317	63,957	62,142
61,235	81,647	78,925	76,657	74,389	72,121	69,853	68,039	66,224	64,410
63,503	84,822	82,100	79,379	77,111	74,843	72,575	70,760	68,492	66,678
65,771	87,543	84,822	82,100	79,832	77,564	75,296	73,028	71,214	69,400
68,039	90,718	87,997	85,275	82,554	79,832	77,564	75,750	73,482	71,668
70,307	93,894	90,718	87,997	85,275	82,554	80,286	78,018	76,204	73,936
72,575	96,615	93,440	90,718	87,997	85,275	83,007	80,739	78,471	76,204
74,843	99,790	96,615	93,440	90,718	87,997	85,729	83,007	80,739	78,925
77,111	102,965	99,337	96,615	93,440	90,718	87,997	85,729	83,461	81,193
79,379	105,687	102,512	99,337	96,162	93,440	90,718	87,997	85,729	83,461
81,647	108,862	105,233	102,058	98,883	96,162	93,440	90,718	88,451	85,729
83,915	112,037	108,409	104,780	101,605	98,883	95,708	93,440	90,718	88,451

ÖZ GEÇMİŞ

■■■■■■■■■■ doğdu. İlköğretim ve ortaöğretim eğitimini Tatvan'da tamamladı. 2017 yılında Bayburt Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi bölümünü kazandı. 2021 yılında mezun oldu. Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans yapmakta. Aynı zamanda Bitlis'in Tatvan ilçesinde Gençlik ve Spor Bakanlığı bünyesinde güreş antrenörü olarak çalışmakta.

