



T.C

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**KAS AĞRISINA GÖRE MODİFİYE EDİLMİŞ
ANTRENMANLARIN KAYAKLI KOŞU SPORCULARINDA
FİZİKSEL, FİZYOLOJİK VE YARIŞMA PERFORMANSLARI
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

TUNÇ İLÇİN

0000-0003-2681-7046

**DOKTORA TEZİ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİMDALI**

SİVAS

TEMMUZ-2024

T.C
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**KAS AĞRISINA GÖRE MODİFİYE EDİLMİŞ
ANTRENMANLARIN KAYAKLI KOŞU SPORCULARINDA
FİZİKSEL, FİZYOLOJİK VE YARIŞMA PERFORMANSLARI
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

TUNÇ İLÇİN
0000-0003-2681-7046

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİMDALI

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SERKAN HAZAR

SİVAS
TEMMUZ-2024

“KAS AĞRISINA GÖRE MODİFİYE EDİLMİŞ ANTRENMANLARIN KAYAKLI KOŞU SPORCULARINDA FİZİKSEL, FİZYOLOJİK ve YARIŞMA PERFORMANSLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ” adlı **Doktora Tezi**, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Beden Eğitimi ve Spor** Ana Bilim Dalında **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Üye

Üye

Üye

Üye (Danışman)

ONAY

Bu tez çalışması, tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 2023 tarihli ve 2/9 sayılı kararı ile kabul edilerek yürürlüğe giren Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

ÖZET

**KAS AĞRISINA GÖRE MODİFİYE EDİLMİŞ ANTRENMANLARIN
KAYAKLI KOŞU SPORCULARINDA FİZİKSEL, FİZYOLOJİK VE
YARIŞMA PERFORMANSLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Doktora Tezi: Tunç İLÇİN

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serkan HAZAR

2024, 128 sayfa

Giriş ve Amaç: Bu araştırmanın amacı; kas ağrısına göre modifiye edilmiş antrenmanlarının, kayaklı koşu sporcularında fiziksel, fizyolojik ve yarışma performansları üzerine etkilerinin incelenmesidir.

Yöntem: Çalışmaya 15-20 yaş aralığındaki, en az beş yıl boyunca Türkiye Kayak Federasyonu tarafından düzenlenen yarışmalara katılmış toplam 30 Kayaklı Koşu sporcusu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut yağ oranı değerleri PBF (vücut yağ yüzdesi), LBM (yağsız vücut ağırlığı) ve BMI (vücut kitle indeksi) sonuçları alınmıştır. Daha sonra katılımcılara maksimal egzersiz testi uygulandı ve tüketilen maksimum oksijen miktarı (MaxVO₂), üretilen karbondioksit miktarı (VCO₂), solunum kat sayısı (RQ), max nabız (HR), tüketilen maksimum oksijen tüketiminin, maksimum nabıza oranı (MaxVO₂/HR) tespit edilmiştir. Yukarıda bahsedilen bu ölçümlerden bir hafta sonra gönüllülere wingate anaerobik testi uygulanmış ve bu test esnasında anaerobik güç değerlerinden Peak Power (W/kg), Avarage Power (W/kg), Minumum Power (W/kg), Power Drop (W/kg), Power Drop (%) ve toplam enerji üretimi sonuçları tespit edilmiştir. Sporcuların performanslarını değerlendirmek için h/p/cosmos, Quark Cped, Cosmed marka koşu bandı ve monark marka, ergomedic 894 E model (peak bike) bisiklet kullanılmıştır. Performans testleri alındıktan sonra tanımlayıcı istatistiklerde aritmetik ortalama, ortanca, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri verilmiştir. Daha sonra verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro–Wilk testi sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiş, iki gurubun ön ve son test karşılaştırmalarında Paired-Samples t testi uygulanmıştır.

Guruplar arası karşılaştırmada independent samples t test kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ anlamlı kabul edilerek analizler yapılmıştır.

Bulgular: Yapılan bu çalışmada, deney grubu wingate anaerobik ön test- son test karşılaştırmalarında Peak power W/kg, Avarage power W/kg, Minimum power W/kg, Toplam enerji üretiminde son test lehine, deney grubu kardio pulmoner egzersiz ön test-son test karşılaştırmalarında, MaxVO₂/kg, max nabız HR, MaxVO₂/HR üzerinde son test lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar tespit edildi. Deney ve kontrol grubu wingate anaerobik ön test- son test karşılaştırmalarında Peak power W/kg, Avarage power W/kg, Minimum power W/kg, Toplam enerji üretiminde deney grubu lehine, deney ve kontrol grubu kardio pulmoner egzersiz ön test-son test karşılaştırmalarında, MaxVO₂/kg, MaxVO₂/HR üzerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar tespit edilmiştir. Deney grubu katılımcılarının 2023-2024 sezonu 1. ile 2. Etap, Türkiye şampiyonası klasik ve serbest stil yarışma sonucu karşılaştırmalarında, yarışma derecelerinde, sürelerinde ve saniye farkında 2024 lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçların olduğu gözlemlenmiştir. Diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Sonuç: Fiziksel, fizyolojik ve yarışma performans gelişimini arttırmak için kas hasarına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının, sporcular üzerindeki etkisinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Kas hasarına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının, klasik artan yüklenme prensibine göre uygulanan antrenman programına kıyasla kayaklı koşucuların fizyolojik ve yarışma performanslarına daha etkin katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayaklı Koşu; Kas hasarı; Dayanıklılık; Kuvvet; Fizyoloji

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF MODIFIED TRAINING BASED ON MUSCLE PAIN ON PHYSICAL, PHYSIOLOGICAL, AND COMPETITION PERFORMANCE IN CROSS-COUNTRY SKIERS

PhD Thesis: Tunç İLÇİN

Department of Physical Education and Sports

Advisor: Prof. Dr. Serkan HAZAR

2024, 128 pages

Introduction and Purpose: The purpose of this research is to investigate the effects of modified training based on muscle pain on the physical, physiological, and competition performance of cross-country skiers.

Method: A total of 30 Cross-Country Skiing athletes, aged between 15-20 years, who have participated in competitions organized by the Turkish Ski Federation for at least five years, volunteered to participate in the study. The participants' height, body weight, body fat percentage (PBF), lean body mass (LBM), and body mass index (BMI) values were recorded. Initially, the volunteers' height, body weight, body fat percentage (PBF, LBM, and BMI) results were measured as explained below. Then, a maximal exercise test was conducted on the volunteers to determine the amount of maximum oxygen consumed (MaxVO_2), the amount of carbon dioxide produced (VCO_2), respiratory quotient (RQ), max pulse (HR), and MaxVO_2/HR (ratio of maximum oxygen consumption to maximum pulse). One week after the aforementioned measurements, the Wingate anaerobic test was conducted on the volunteers. During this test, anaerobic power values such as Peak Power (W/kg), Average Power (W/kg), Minimum Power (W/kg), Power Drop (W/kg), Power Drop (%), and total energy production results were determined. To evaluate the athletes' performance, h/p/cosmos, Quark Cped Cosmed brand treadmill, and Monark brand, Ergomedic 894 E model (peak bike) bicycle were used. After the performance tests were conducted, descriptive statistics such as arithmetic mean, median, standard deviation, minimum, and maximum values were provided. The Shapiro-Wilk test was

used to determine whether the data showed normal distribution. The data were found to be normally distributed, and Paired-Samples t test was applied for the pre- and post-test comparisons of the two groups. Independent simple t test was used to comparison of two different groups The significance level was set at $p < 0.05$ for the analyses.

Results: In this study, significant statistical results were found in favor of the post-test in the comparison of the Wingate anaerobic pre-test and post-test of the experimental group for Peak power W/kg, Average power W/kg, Minimum power W/kg, and Total energy production. Additionally, in the comparison of the cardiopulmonary exercise pre-test and post-test of the experimental group, statistically significant results were observed in favor of the post-test for MaxVO₂/kg, max heart rate (HR), and MaxVO₂/HR. In the comparison of the Wingate anaerobic pre-test and post-test between the experimental and control groups, statistically significant results were found in favor of the experimental group for Peak power W/kg, Average power W/kg, Minimum power W/kg, and Total energy production. Similarly, in the comparison of the cardiopulmonary exercise pre-test and post-test between the experimental and control groups, significant statistical results were detected in favor of the experimental group for MaxVO₂/kg and MaxVO₂/HR. In the comparison of the results of the 1st and 2nd stages of the 2023-2024 season and the Turkish championship classic and freestyle competition outcomes of the participants in the experimental group, statistically significant results were observed in favor of 2024 in terms of race times, durations, and time differences. No statistically significant differences were found among the other variables.

Conclusion: Determining the effect of ski training modified according to muscle damage on athletes is crucial to enhancing physical, physiological, and competitive performance improvement. It has been determined that ski training modified according to muscle damage contributes to the physical, physiological, and competitive performance of cross-country skiers.

Keywords: Cross-Country Skiing; Muscle Damage; Endurance; Strength; Physiology

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
GRAFİKLER DİZİNİ	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
EKLER.....	xv
1 GİRİŞ	1
1.1 Problemin Durumu	2
1.2 Problem ve Alt Problemler.....	2
1.3 Araştırmanın Amacı	4
1.4 Araştırmanın Önemi	4
1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları	5
1.6 Varsayımlar	5
2 GENEL BİLGİLER	6
2.1 Spor	6
2.1.1 Sporun Faydaları.....	7
2.1.2 Bireysel Sporlar	8
2.1.3 Takım Sporları	9
2.1.4 Kayağın Tanımı ve Tarihi Gelişimi.....	9
2.1.5 Kayaklı Koşu	10

2.1.5.1	Kayaklı Koşunun Dünya'daki Gelişimi.....	11
2.1.5.2	Kayaklı Koşunun Türkiye'deki Gelişimi.....	12
2.1.5.3	Kayaklı Koşu Teknikleri.....	13
2.1.5.3.1	Klasik Teknik.....	13
2.1.5.3.2	Fule Tekniği.....	14
2.1.5.3.3	Çift Sopa Tek Fule Tekniği.....	15
2.1.5.3.4	Çift Sopa Tekniği.....	15
2.1.5.3.5	Kılçık Adımlama Tekniği.....	16
2.1.5.3.6	Serbest Teknik.....	16
2.1.5.4	Kayaklı Koşu Antrenman Modelleri.....	17
2.1.5.4.1	Koşu Antrenman Modeli.....	18
2.1.5.4.2	Tekerlekli Kayak Antrenman Modeli.....	18
2.1.5.4.3	Bisiklet Antrenman Modeli.....	20
2.1.5.4.4	Batonlu Antrenman Modeli.....	20
2.1.5.4.5	Kuvvet Antrenman Modeli.....	20
2.1.6	Kayaklı Koşu Sporunun Fiziksel ve Fizyolojik Etkileri.....	22
2.1.6.1	Fiziksel Etkiler.....	22
2.1.6.2	Fizyolojik Etkileri.....	23
2.1.7	Kayak Sporuna ve Temel Motorik Özellikler.....	25
2.1.7.1	Kuvvet.....	26
2.1.7.1.1	Kuvvetin Önemi.....	26
2.1.7.1.2	Kuvvetin Sınıflandırılması.....	27
2.1.7.1.3	Kuvvet Antrenmanları.....	28
2.1.7.2	Sürat.....	29
2.1.7.3	Dayanıklılık.....	29

2.1.7.4	Hareketlilik	30
2.1.7.5	Koordinasyon (Beceri).....	30
2.1.8	İskelet Kası Hasarı Mekanizması ve Fizyolojisi.....	31
2.1.9	Kas Ağrısı Mekanizması.....	32
2.1.9.1	Sarkomerin yapısal bozuklukları	32
2.1.10	Egzersiz Kaynaklı Kas Hasarı	33
2.1.10.1	Sitoskeletal elementler (cytoskeletal elements).....	35
2.1.10.2	Hücre zarı yapısının bozulması.....	35
2.1.10.3	Uyarılma-kontraksiyon bağlantısı hasarı	36
2.1.10.4	Kalsiyum dengesinin (Homeostasis) bozulması	36
3	GEREÇ VE YÖNTEM	38
3.1	Etik kurul izni	38
3.2	Araştırmanın Modeli	38
3.3	Araştırma Yerleri.....	38
3.4	Araştırma Grubu, Evren ve Örneklemi	39
3.5	Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları	40
3.6	Araştırma Yöntemi	40
3.7	Ağrı Skalası	41
3.8	Verilerin Toplanması.....	41
3.8.1	Veri Toplama Araç ve Teknikleri.....	42
3.8.1.1	Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri.....	42
3.8.1.2	Vücut Yağ Oranı Ölçümü:	42
3.8.1.3	Wingate Anaerobik Testi:	42
3.8.1.4	Maksimal Egzersiz Testi:.....	43
3.9	Verilerin Analizi.....	44

4	BULGULAR.....	45
5	TARTIŞMA	69
6	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	87
	KAYNAKLAR	90
	EKLER.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Deney grubunun ön test ve son test değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik tablosu	45
Tablo 2. Kontrol grubunun ön test ve son test değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik tablosu	46
Tablo 3. Deney Grubu Katılımcılarının Wingate Testi Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu.....	47
Tablo 4. Deney Grubu Kardio Pulmoner Egzersiz Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu.....	48
Tablo 5. Deney Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Ön test-Son Test Karşılaştırma Tablosu	49
Tablo 6. Kontrol Grubu Katılımcılarının Wingate Testi Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu.....	50
Tablo 7. Kontrol Grubu Katılımcılarının Kardio Pulmoner Egzersiz Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu	50
Tablo 8. Kontrol Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Ön test-Son Test Karşılaştırma Tablosu	51
Tablo 9. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Wingate Anaerobik Ön test Karşılaştırma Tablosu	51
Tablo 10. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Kardio Pulmoner Egzersiz Ön test Karşılaştırma Tablosu	52
Tablo 11. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Ön test Karşılaştırma Tablosu	52
Tablo 12. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Wingate Anaerobik Son test Karşılaştırma Tablosu	53
Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Kardio Pulmoner Egzersiz Son test Karşılaştırma Tablosu.....	54

Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Son test Karşılaştırma Tablosu	55
Tablo 15. Deney Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu	55
Tablo 16. Deney Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2. Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu	57
Tablo 17. Deney Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Klasik ve Serbest Stil Yarışma Sonucu Karşılaştırma Tablosu	58
Tablo 18. Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu	60
Tablo 19. Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu	60
Tablo 20. Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Klasik ve Serbest Stil Yarışma Sonucu Karşılaştırma Tablosu	61
Tablo 21. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Klasik stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu	62
Tablo 22. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu.....	62
Tablo 23. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Klasik Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu.....	64
Tablo 24. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu.....	64
Tablo 25. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Klasik Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu.....	66
Tablo 26. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fule Tekniği.....	14
Şekil 2. Çift Sopa Tek Fule Tekniği	15
Şekil 3. Çift Sopa Tekniği.....	15
Şekil 4. Kılçık Adımlama Tekniği	16
Şekil 5. Ağrı Değerlendirme Ölçeği	41



GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Deney Grubu wingate aerobik ön-son test sonuçları.....	47
Grafik 2. Deney grubu kardio pulmoner egzersiz ön-son test sonuçları.....	48
Grafik 3. Deney Grubu VKI ön-son test sonuçları	49
Grafik 4. Deney-Kontrol Grubu wingate aerobik son test sonuçları	53
Grafik 5. Deney ve kontrol grubu kardio pulmoner egzersiz test sonuçları	54
Grafik 6. Deney Grubu 1. etap klasik-serbest stil, 2023-2024 yarışma analiz sonuçları	56
Grafik 7. Deney Grubu 2. etap klasik-serbest stil, 2023-2024 yarışma analiz sonuçları	57
Grafik 8. Deney Grubu klasik-serbest stil 2023-2024 Türkiye Şampiyonası yarışma analiz sonuçları.....	59
Grafik 9. Deney-Kontrol Grubu 1. etap serbest stil 2023-2024 yarışma analiz sonuçları	63
Grafik 10. Deney-Kontrol Grubu 2. etap serbest stil 2023-2024 yarışma analiz sonuçları	65
Grafik 11. Deney ve kontrol grubu klasik stil 2023-2024 Türkiye Şampiyonası yarışma analizleri	66
Grafik 12. Deney-Kontrol Grubu serbest stil Türkiye Şampiyonası 2023-2024 yarışma analiz sonuçları	67

KISALTMALAR DİZİNİ

MaxVO₂	: Tüketilen maksimum oksijen miktarı
VCO₂	: Üretilen karbondioksit miktarı
RQ	: Solunum kat sayısı
HR	: Maksimum nabız
MaxVO₂/HR	: Tüketilen maksimum oksijen miktarının, maksimum nabıza oranı
M.Ö	: Milattan önce
FIS	: Uluslararası kayak federasyonu
V₁	: Tek çalışma tekniği
V₂	: Çift sopa, çift paten tekniği
VO₂ Peak	: Oksijen alımının tepe hacmi
ATP	: Adenozin trifosfat
DKA	: Gecikmeli kas ağrısı
DOMS	: Gecikmeli kas ağrısı
ÖÇB	: Ön çapraz bağ
CK	: Kreatin kinaz
LDH	: Laktat dehidrogenaz
MR	: Manyetik rezonans görüntüleme
EMG	: Elektromiyografi
W/kg	: Gücün kilograma oranı
PBF	: Vücut yağ yüzdesi
LBM	: Yağsız vücut ağırlığı
BMI	: Vücut kitle indeksi

EKLER

EK I. ETİK KURUL RAPORUHata! Yer işareti tanımlanmamış.

**EK II. SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU**

.....Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

EK III. DENEY VE KONTROL GRUBU MEVCUT ANTRENMAN PROGRAMI

.....Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

EK IV. ÖZGEÇMİŞHata! Yer işareti tanımlanmamış.

1 GİRİŞ

Atletik performansa ulaşmak için performans bileşenlerinin belirli bir sistem içinde geliştirilmesine yönelik çalışmalar antrenmanı oluşturur. Bilinen tanıma göre antrenman, stresin organizmada neden olduğu bir değişiklik ve dolayısıyla performansın artmasıdır. Antrenmanın en önemli kısımlarından biri kuvvettir. Kuvvet kavramı temelde aynı olsa da farklı alanlarda farklı şekillerde tanımlanmıştır. İskelet kası, kendisine uygulanan sinir uyarıları ve bu uyarıların neden olduğu bazı biyokimyasal olaylar nedeniyle eklemi veya eklem grubunu hareket ettirir veya sabit tutar (Günay ve Yüce, 2001).

Köpük yuvarlamanın yoğun egzersiz sonrasında kas yorgunluğunu ve kas ağrısını (örneğin, gecikmiş başlangıçlı kas ağrısını (DOMS) hafiflettiğine ve kas performansını iyileştirdiğine inanılmaktadır. Potansiyel olarak köpük yuvarlama, kas performansı iyileşmesini iyileştirirken DOMS'yi azaltmak için etkili bir terapötik yöntem olabilir (Pearsey ve ark., 2015). Çoğu sporcunun sezonlar arasında fiziksel antrenmanlardan uzak durmasının nedeni, sezon başında antrenmanın başındaki eksantrik egzersiz aşamasına alışkanlıklarını kaybetmiş olmalarıdır (Cheung ve ark., 2003). Bu nedenle sporcuların müsabaka öncesi en az 2 ay hazırlık yapmaları önerilmektedir (Clear ve ark., 2002). İnsan deneklerde yapılan geniş ve iyi kontrollü çalışmalar, gücün kas hasarı ve ağrı ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Simith ve Miles, 2000). Dayanıklılık egzersizleri, iskelet kası liflerinde çok çeşitli biyokimyasal adaptasyonları teşvik eder ve bu da doksorubisin kaynaklı miyopati ile hareketsizlikten kaynaklanan kas atrofisi gibi birçok zarara karşı koruyucu bir fenotip oluşmasına yol açar. İskelet kası liflerinin egzersizle korunması, genellikle "egzersiz önkoşullaması" olarak adlandırılır. Bu derlemede, egzersizin iskelet kası liflerini bu zararlı etkilere karşı koruyan biyokimyasal mekanizmaları ele alınacaktır. İlk bölüm, dayanıklılık egzersiz eğitiminin iskelet kası liflerine potansiyel olarak zararlı birçok faktöre karşı hücrel koruma sağladığına dair kanıtları öne çıkarmaktadır. İkinci ve üçüncü bölümler ise, sırasıyla doksorubisin kaynaklı hasar ve hareketsizlikten kaynaklanan kas atrofisine karşı iskelet kası liflerinin egzersizle sağlanan korunmasında rol oynayan hücrel adaptasyonları tartışmaktadır. Son olarak, egzersiz önkoşullaması ile ilgili boşlukları belirleyerek, bu alanda yapılacak gelecekteki araştırmalara ışık

tutması amaçlanmıştır (Powers ve ark., 2020). Oluşan ağrının muhtemel nedeni kas hasarının da katkısıyla kas içinde oluşan ödem ve bu ödemin oluşturduğu baskı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Nosaka ve Sakamoto, 2001).

1.1 Problemin Durumu

Doğru seviyede yüklenmenin ve yeterli toparlanmanın sağlanabilmesi sporcunun gelişim açısından oldukça önemlidir. Antrenör için en zor ve sıkıntılı olan bölümde en ideal yüklenmenin ve dinlenmenin ayarlanması konusudur (Haugen, Seiler ve Sandbakk, 2019).

Kas hasarı ve kas ağrısı ilişkisinden hareketle uygulanan antrenmanın sporcuda ne derece yorgunluğa sebebiyet verdiği, antrenman öncesi ilişkili kas guruplarının ağrı durumu belirlenerek ağrının durumuna göre yapılacak olan antrenman programındaki düzeltmelerin klasik artan yüklenme prensibine göre daha etkin olup olmadığının araştırılması antrenör ve sporcular açısından önem arz etmektedir. Ayrıca antrenman öncesi kas ağrısının miktarı optimum yüklenmenin belirlenmesinde bir faktör olarak kullanılıp kullanılmayacağının tespiti açısından önemlidir.

1.2 Problem ve Alt Problemler

Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının, sporcuların fiziksel, fizyolojik ve yarışma performansları üzerine etkisi var mıdır?

Alt Problemler

1. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının antropometrik özellikler üzerine bir etkisi var mıdır?

2. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının dayanıklılık üzerine bir etkisi var mıdır?

2.1 Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının en yüksek güç üzerinde etkisi var mıdır?

2.2 Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının ortalama güç üzerinde etkisi var mıdır?

2.3. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının en düşük güç üzerinde etkisi var mıdır?

2.4. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının güç düşüşü üzerinde etkisi var mıdır?

2.5. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının toplam enerji üretimi üzerinde etkisi var mıdır?

2.6. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının MaxVO₂ üzerinde etkisi var mıdır?

2.7. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının solunum katsayısı (RQ) üzerinde etkisi var mıdır?

2.8. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının max nabız üzerinde etkisi var mıdır?

2.9. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının MaxVO₂/max nabız üzerinde etkisi var mıdır?

3. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının kuvvet üzerine bir etkisi var mıdır?

4. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının vücut yağ oranları üzerine bir etkisi var mıdır?

4.1. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının PBF (vücut yağ yüzdesi) üzerinde etkisi var mıdır?

4.2. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının LBM (yağsız vücut ağırlığı) üzerinde etkisi var mıdır?

4.3. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının BMI (vücut kitle indeksi) üzerinde etkisi var mıdır?

5. Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının yarışma performansı üzerine etkisi var mıdır?

1.3 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; 12 hafta boyunca uygulanan, kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının, sporcuların fiziksel, fizyolojik ve yarışma performansları üzerine etkilerinin incelenmesidir.

1.4 Araştırmanın Önemi

Spora yeni başlandığında, ya da yeni egzersizler denendiğinde birkaç gün boyunca kas ağrıları yaşanabilir. Geç başlangıçlı kas ağrısı (DOMS), ultrastrüktürel kas hasarının bir varlığını tanımlar. DOMS'nin tezahürü, eksantrik kas kasılmaları veya alışılmadık eğitim türlerinden kaynaklanır. Klinik semptomlar arasında kas gücü kapasitesinde azalma, ağrılı hareket kısıtlılığı, sertlik, şişme ve komşu eklemlerin değişen biyomekaniği yer alır. Hafif bir kas hasarı türü olarak sınıflandırılmasına rağmen DOMS, atletik performansın bozulmasının en yaygın nedenlerinden biridir. Son on yılda DOMS'nin etiolojisini açıklamak için birçok hipotez geliştirilmiştir ve semptomları önlemeyi veya hafifletmeyi amaçlayan çeşitli farklı müdahaleler vardır. Birçok çalışma çeşitli soğuk veya sıcak terapileri, kompresyonları, masajları, fizyoterapiyi veya beslenme müdahalelerini incelemiştir. Tedavi konuları, egzersiz sırasında ultrastrüktürel lezyonların birincil önlenmesine, DOMS'ye yol açan inflamatuvar yanıtın tedavisine ve DOMS için iyileşme stratejilerine odaklanır. Bu anlatı incelemesinin amacı DOMS alanındaki mevcut tedavi ve önleme stratejilerine genel bir bakış sağlamaktır (Heiss ve ark.,2019).

Birçok branşta antrenörlerin ve spor bilimcilerin bu konuda bilgilendirilmesi sağlanıp, antrenman programlarının kas ağrılarının şiddetine göre düzenlenmesi, sporcuların alışlagelmiş tek düze yöntemlerden uzaklaşıp, motivasyonlarının artırılması ve de bu durumun performanslarında olumlu bir etkiye yol açması sağlanmış olacaktır. Özellikle sakatlık dolayısıyla bir süre ara vermiş veya yaralanma sonrası spora dönüş sürecinde sporcuların kuvvet ve dayanıklılık kazanımlarının uzun süre alması, motivasyonlarının düşmesine yol açmakta hem sporcu hem de antrenör açısından dezavantaj bir ortam oluşturmaktadır. Kas ağrısına göre modifiye edilen antrenman yöntemi ile kuvvet ve dayanıklılık antrenmanı yapan sporcularda ağrıları eşiklerine göre çalışmaların şiddet ve sürelerinin ayarlanması sporcuların toparlanması

üzerine olumlu etki sağlayacağından fiziksel, fizyolojik gelişim ve yarışma performansları gelişimleri açısından oldukça önem arz etmektedir.

1.5 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın evreni Bitlis İlinde yaşayan 15-20 yaş aralığındaki kayaklı koşu sporcuları ile sınırlandırılırken, örnekleme ise Bitlis Gençlik ve Spor Kulübünde yer alan en az 5 yıl üst üste Türkiye Kayak Federasyonu tarafından düzenlenen müsabakalara katılmış olan 30 sporcu ile sınırlandırılmıştır.

1.6 Varsayımlar

Katılımcıların çalışmada ön test-son test olarak uygulanan test ölçümlerini en iyi performansları ile gerçekleştirdikleri varsayılmıştır.

Katılımcıların kendilerine verilen günlük dinlenme programlarına dikkat ettikleri varsayılmıştır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Spor

Spor evrensel kültürün bir parçası, dünyada dili, ırkı, dini farklı insanları birleştiren önemli bir vasıtaadır. Dünya barışına katkı sağlayan bir etkinliktir. Fiziksel faydalarının yanı sıra insanların ruhsal sağlığını da olumlu yönde etkilemek, sosyal ve moral kazançlar sağlamak amacı ile yapılan hareketler topluluğu olarak da tanımlanabilir. Görüldüğü gibi sporun belirli sözcükle kalıplaşmış klâsik bir tanımı yoktur. Spor sözlük anlamı olarak lâtince Disportare ve Desport biçiminde “dağıtmak, birbirinden ayırmak” anlamına gelen sözcüklerden 17 yüzyıldan sonra günümüze gelinceye kadar ilk hecesi aşınarak “Sport” biçimine dönüştüğü araştırmacılar tarafından öne sürülmektedir. Sportif öğelerin tümünde dinlenmek, eğlenmek olduğu kadar aynı zamanda sosyal bir kaynaşma da vardır. Toplumla kaynaşma ve özdeşleşme konusunda spora önemli görevler düşer. Sporun sağladığı bedensel ve ruhsal anlamdaki doyum olanakları, artan sanayileşmiş ülkelerin özlemini duyduğu yeni bir yaşam şeklinin ayrılmaz parçasıdır (Steinbach ve Graf, 2008).

İnsanlık tarihinden günümüze kadar insanlar hep bir işle meşgul olmuşlardır. İlk çağlardan günümüze kadar savaş için çalışmışlar, barış için çalışmışlar, kendi benlikleri için olduğu kadar içinde yaşadıkları toplum için de çalışmışlardır. Bütün bu insanlar çok fazla gayret sarf ederek mi egzersiz yapmışlardır? Kelimenin şu anki tanımına göre sporun tarihi ne zaman ortaya çıkmıştır? Sporun ne zaman başladığını belirlemek neredeyse imkânsızdır. Bazı araştırmacılar bu soruyu yanıtlayarak; "Spor, insanlığın yeryüzüne yayılmasıyla başlamıştır." derken bazıları ise; "İnsanlar, küçük yaşta anne babalarından, sonra da içinde yaşadıkları kabilelerden taklit yoluyla öğrendiler." demişlerdir. İnsanın doğadaki ilk eylemini bir spor olarak kabul edersek, bu konudaki görüşlerin çelişkili olduğunu görürüz. Sporu, anlam olarak kullanacak olursak, vücudu çalıştırarak elde edilen güçle bir şeyler yapmak demektir. Bu manada ilk yıllardan bu yana yaptığımız her türlü işin spor olduğu kabul edilmelidir (Filiz, 2002).

Sporun içerdiği çeşitli problemlerin bilimsel bilgi, tartışma ve yöntemlerden oluşan alanı spor bilimi olarak tanımlıyoruz. Günümüzde özellikle ileri düzeyde olan

ülkelerde spor her geçen yıl farklı algılanmaktadır. Örneğin spor meslekleri alt gruplara ayrılmış ve bu meslekler kendi alanında uzmanlık gerektiren meslekler haline gelmiştir. Hepimizin bildiği gibi yakın zamana kadar ülkemizde spor meslekleri olarak sadece beden eğitimi ve profesyonel antrenörlük vardı. Ancak bu arada spor öğretmenleri, fitness ve sağlık personelleri, spor yöneticiliği, spor basını ve yayıncıları, spor hukuku, spor danışmanlığı, spor bilimcileri, spor hekimleri, spor istatistikçileri vb. birçok farklı meslek grubu ortaya çıkmıştır. Bunlar ayrıca alt gruplara ayrılmaktadır (Holtermann ve ark., 2018).

Spor her şeyden önce çok önemli bir kitlesel eğitim aracıdır. Spor, insan vücudunu fiziksel olarak geliştirmenin yanı sıra oyunlar, hareketler ve yarışmalar yoluyla insanın karakterini, egosunu, davranış kalitesini ve psikolojik yapısını da belirleyen yeni bir bilim dalıdır. Spor, bireysel ya da takım halinde belirli kurallara göre yürütülen bedensel ya da zihinsel bir mücadeledir. Spor, rekabet amacıyla veya kişisel eğlence için yapılabilir. Belirli kurallara göre bireysel veya takım çalışmalarının yanı sıra, bedensel ve zihinsel faaliyetlere spor denir. Atletik rekabet veya kişisel eğlence amacıyla mükemmelliğe ulaşmaktan bahsedilir. Hem bireysel hem de takım halinde yapılabilen birçok farklı spor vardır. Kişiye özel sportif hareketlerin yanı sıra hayvanlar veya nesnelere de sportif faaliyetler gerçekleştirilebilir. Bazı sporlar zihinsel yeteneklere dayalıdır. Masa oyunları buna bir örnektir (Trudeau ve Shephard, 2008).

Tarihte bilinen en eski spor atletizm olarak kabul edilmektedir. Egzersizin sağlık açısından da birçok faydası vardır. Spor sadece kasları güçlendirmez aynı zamanda fiziksel dayanıklılığı da sağlar. Vücuda esneklik kazandıran sporlar sayesinde ağırlık dengelenebilir. Kemik yoğunluğunu artıran egzersizin kalp hastalıklarını önlediği de bilinmektedir (Ertüzün ve ark., 2020).

2.1.1 Sporun Faydaları

Öz disiplini öğreten egzersizin sağlık açısından birçok faydası vardır. Kilo kontrolünde önemli yer tutan spor, vücudu kalp ve damar hastalıklarından korur. Bağışıklık sistemini koruyan egzersiz vücudun enerjisini de artırır. Canlandırıcı spor sayesinde depresyon ve kaygı da ortadan kalkar (Li ve ark., 2013). Düzenli egzersiz düzenli ve dengeli bir uyku sağlar. Yüksek kolesterolü kontrol altına almak için

düzenli egzersiz gereklidir. Kalp hastalığı riskini azaltmak için düzenli egzersiz önemlidir. Daha iyi bir yaşam kalitesi elde etmek için düzenli olarak egzersiz yapmak da gerekli olabilir (Yeh ve ark., 2017).

Düzenli egzersizin genel olarak yaşam tarzı üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Buna bağlı olarak spor kişinin daha disiplinli olmasına da katkı sağlar. Uykuyu da düzenli hale getiren spor sayesinde kişi daha planlı yaşayabilir. Daha iyi bir yaşam kalitesi için düzenli egzersiz gereklidir. Aynı zamanda kaygı ve depresyonu da önler. Kilo vermek isteyen kişilerin egzersiz yapması da uygundur. Egzersiz bu şekilde hızlı bir kilo verme sürecini harekete geçirir. En az bir spor dalı ile ilgilenmek de stresle baş etmede son derece etkilidir. Sporcular beslenmelerine dikkat ettikleri için çok daha sağlıklı yaşayabilirler. Fit ve güçlü bir vücuda sahip olan sporcular, rahat ve mutlu bir yaşam tarzını benimserler. Düzenli egzersiz, düzenli bir yaşam için de ön koşuldur. Kilo vermek için spor yapmalısınız (McKinney ve ark., 2016).

2.1.2 Bireysel Sporlar

Öncelikle insanlığın genel tarihine bakılacak olursa, savunma amaçlı kullanılan spor daha sonra gelişip değişerek bugünkü duruma gelmiştir. Genellikle bireysel sporlar sporcunun mücadele performansına olumlu yönde etki sağlar. Bu dönemde toplumumuzdaki bireylerin ekonomik yönden gelişmesi sonucunda insanlar sosyal faaliyetlere yönelmekte ve spor da bu faaliyetlerden nasibini almaktadır. Böylece spor giderek daha fazla yayılmakta ve bu yayılma sonucunda bireyler arasında bazı spor dalları ön plana çıkmakta ve branşlaşmalar gerçekleşmektedir. Kişinin, diğer kişilerle mücadele etmeden, etkileşime girmeden oynadığı sporlara bireysel sporlar denir. Düşük gelirli ve düşük eğitilmiş kişiler, daha yüksek vasıflar gerektirmeyen spor faaliyetleri ile kendilerini göstermeye ve ortaya koymaya çalışırken; eğitim ve gelir düzeyi yüksek, nitelikli mesleklerden oluşan yüksek statülü gruplarda spor yapma eğilimi de bu keyiften kaynaklanıyor olabilir. Bu sporlara örnek olarak tenis, golf, çeşitli doğa ve dağ sporları verilebilir. Bireysel spor bireyin kendine güven, otokontrol, hızlı karar verme, dürüstlük ve haklarını savunma gibi niteliklerinin iyileştirmesine ve öz gelişimdeki artışların farkına varmasına etki eder. Boks, güreş, judo ve tekvando gibi branşlarda bu kategoride yerini almaya başlamıştır. Normalin üzerinde erkek egosu gerektiren sporlarda sporcular mücadele ettiği kişi ile doğrudan kapışmak ister.

Badminton, masa tenisi, tenis, okçuluk gibi sporlar ise sporcuların birbirleriyle ve temassız olarak yarıştığı bireysel sporlardır. “Yüksek seviyede dikkat ve çeviklik gerektiren bu kategoride sorumluluk yalnızca sporcuya aittir, bu durumda her branşta spor yapan sporcuların daha fazla stres yaşamasına neden olur. Bireysel sporcular genellikle kendilerini yalnız hissederler. Yürüttükleri spor endüstrisi nedeniyle kendi sorunlarını kendileri çözme eğilimindedirler. Yarışmalarda olduğu gibi, günlük hayatta karşılaştıkları sorunları yardımsız çözmeye çalışırlar (Hazar, 1996).

2.1.3 Takım Sporları

Sporun tarihsel süreç içerisindeki dönüşü ile 1950'lerden beri bütün dünyada takım sporları herkesi etkilemiş, ilgi odağı olmuş ve bu sayede popülerliklerini arttırmışlardır. 1980'li yılları takiben takım sporlarına olan ilgi artarak devam etmiştir. Özelde futbola olan ilgi artarak devam etmekte ve diğer spor dallarına da yayılmaktadır. Bugün dünyanın en büyük spor organizasyonu Olimpiyat Oyunları ve Dünya Kupasıdır. Başta futbol olmak üzere basketbol, voleybol, hentbol, Amerikan futbolu, su topu ve hokey gibi sporların ne kadar dikkat çektiği tartışılmaz bir gerçektir. Futbol, basketbol, voleybol, hentbol, buz hokeyi gibi en az iki veya daha fazla sporcudan meydana gelen gruplar arasında yapılan sportif faaliyetlerine takım sporları denir. Takım sporlarında genel olarak, taktikler önem arz eder. Sporcular strateji ve taktik bilincine sahip olmalıdır. Başarı ve başarısızlık takım içinde paylaşıldığı için sporcuların yükümlülükleri ve zihinsel güçlükleri azalır. Karşılıklı yardımseverlik, takım arkadaşlarıyla kaynaşma, müsabaka sırasında arkadaşının performansını ve becerilerini tahmin edebilme gibi özellikler önemlidir. Görevler pay edildiğinden dolayı sporcular maç-yarışma sırasında duygusal olarak yorulmazlar. Takım çalışması, iş birliği, ortak başarı ve başarısızlıklar gibi fonksiyonlar ön plana çıkmaktadır (Fusun ve Kuter, 1999).

2.1.4 Kayağın Tanımı ve Tarihi Gelişimi

Kayak kelimesi Norveççe "tahta sopa" anlamında olan "skive" den doğmuştur. 500.000 yıl önce İskandinavya'da yaşayan insanlar karda seyahat etmek için kayak kullanıyorlardı. Daha sonra rekreasyonel amaçlarla da kullanılan kayak geliştirilerek

kayak gibi sportif faaliyetler düzenlenmiştir. İnsan varoluşunun başlangıcından bu yana hayatta kalabilmek için pek çok icat yapılmıştır (Norstruds, 2008).

Doğa şartlarının bireyleri zorladığı yerlerde kayağın yapımı oldukça kısa sürede gerçekleşmiştir. Av yapmak ve taşınmak dolayısıyla birden fazla tahtanın üzerinde farklı teknikler kullanarak yürüyüşü ve avlanmayı öğrenmiştir. Nerdeyse 10.000 yıl öncesinde dünya Buzul Çağı'ndan henüz yeni çıkarken, avcıların avlamak istedikleri hayvanları takip ederken, kar ayakkabısı ve kayak kullanarak avlanmak, doğa ile savaşmak için çok seri hareket etme yeteneği edindikleri belirtilmektedir (Kuzmin, 2014).

Kayak sporu olarak başladıktan sonra hızla gelişen ve bir turizm türüne dönüşen kayak, pek çok kişinin ilgisini çekmiş ve bu sporla ilgili tesislerin inşasına yol açmıştır. 1914 yılında İsviçre'de, 215.000'in üzerinde yatak kapasitesine sahip, konforlu konaklama imkânları sunan oteller mevcuttu. Sonraki yıllarda kayak turizmi daha da gelişerek önemli bir seyahat pazarı haline gelmiştir (Hudson, 2003).

Kayağın yazılı belgeler halinde ilk ortaya çıkışı M.Ö. üç bin yıl öncesine dayanmaktadır (Furse, 2007). Yıldız (1979) "Türk Spor Tarihi" adlı kitabında, Çinlilerin yanı sıra Kırgızlar ve Moğolların da kayakla ilgili tarihi belgeler yazdıklarını vurgulamaktadır. Yedinci yüzyılda, Yenisey Kırgızları'nın Hangay dağlarında yaşamış olan Basmıl Türkleri hakkında şu bilgiler yer alır: "Bu topluluk, 'ağaç at' olarak adlandırılan kayaklar üzerinde kayarlardı. Bu kayakların ön ucu yukarı doğru kıvrık, arka kısmı ise at derisiyle kaplanmış olup, kıllar önden arkaya doğru yatık olurdu. Bu şekilde yapılmış kayaklarla, karlı dağlarda öyle bir hızla ilerlerlerdi ki, peşinden gittikleri geyiğe yetişip onu geçerlerdi. Düz arazide ilerlerken ise, ellerinde tuttıkları kayak sopasıyla karı iterek, sanki kürek çeker gibi bir görüntü sergilerler ve avlarını hızla takip ederlerdi" (Yıldız, 1979).

2.1.5 Kayaklı Koşu

Kayak, kar üzerinde daha verimli ve hızlı hareket edebilmek amacıyla tasarlanmış bir spor dalıdır. Dünyanın pek çok yerinde SKI olarak bilinen kayak kelimesinin, İzlanda dilinde "scidh," Norveç dilinde "skio" (ikiye ayrılmış tahta parçası) ya da Fince "suski" kelimelerinden türediği düşünülmektedir. Tarihçi Prof.

Dr. Hess, kayak sanatının 2500 yıl önce Fin Kavimleri tarafından Avrupa'ya getirildiğini ve İskandinavların bu sporu bu şekilde öğrendiğini belirtmektedir. Finlandiya ve İskandinavya'nın çeşitli bölgelerinde, M.Ö. 2500 yılına kadar uzanan kayak buluntularına rastlanmış olup, Norveç'in Rodoy bölgesinde M.Ö. 4000 yılına ait bir taş oymasında ilk kayaklı insan figürü görülmektedir. Ayrıca, bazı çizimlerde İsveç ve Finlandiya'nın kuzeyinde yaşayan Laponya halkının ok ve mızrak kullanarak avcılık yaptıkları da tasvir edilmiştir. Norveç ordusunda 1774 yılında kayakla ilgili talimatnamelerin bulunması, bu sporun hem savaş hem de günlük hayatta avlanma ve diğer işler için kullanıldığını göstermektedir. 1870 yılında, Telemarc'lı iki genç kayak kulübü kurucuları tarafından halka tanıtılmış ve ilk yarışmalar düzenlenmiştir, bu da kayak sporunda önemli bir dönüm noktası olmuştur. Ayrıca, 1879 yılında düzenlenen ilk kayak kros yarışması da bu sporun gelişiminde bir başka önemli adım olarak kabul edilmektedir (Tanyeri, 2000).

2.1.5.1 Kayaklı Koşunun Dünya'daki Gelişimi

Karla kaplı bölgelerde yaşayan ve geçimlerini avcılıkla sürdüren toplumlar için kayak, hayatlarında önemli bir yenilik olarak ortaya çıktı. Kayak hem yırtıcı hayvanlardan kaçmak hem de avı hızlı bir şekilde takip etmek için bir araç olarak kullanıldı. Bu işlevsel yönünün yanı sıra, zamanla özel bir sportif aktivitenin merkezindeki önemli bir araç haline geldi (Dülgerbaki, 2005). Kayak hakkında bilinen ilk tarihi bilgiler, Yunan tarihçisi Herodot'un resmi olmayan anlatılarında bulunur. 552 yılında Teophanes, 700 yılında Pelvius Dianus ve 800 yılında İngiltere Kralı Alfred'in yazılarında "ski" kelimesine rastlanmaktadır. Ayrıca, 1555 yılında Uppsala Papazı Uladimagrous'un kaleme aldığı "Şimal Memleketlerinin Tarihi ve Coğrafyası" adlı eserde de kayakla ilgili bilgilere yer verilmiştir (Tanyeri, 2000).

Dünyanın ilk kayak kulübü, 1877 yılında Fridtjof Nansen'in çabalarıyla Norveç'te "Ski Club de Cristina" adıyla kurulmuş, ardından 1890'da Almanya, 1894'te Avusturya, 1901'de Fransa ve 1903'te İngiltere'de kayak kulüpleri kurulmuştur. 1880'li yıllarda, Norveçli Fridtjof Nansen'in altı kişilik ekibiyle Grönland'ın kuzeyini kayakla geçmesi, kayak sporuna olan ilgiyi daha da artırmıştır. Kayak sporunun Orta Avrupa'ya tanıtılması, 1795 yılında Almanların Norveç yapımı kayaklarla kaymasıyla gerçekleşmiştir. Daha sonraki yıllarda, Norveç'in Oslo kenti

yakınlarındaki Holmenkollen’de ilk uluslararası kayak yarışmaları, 1892’de Kralın bir kupa ödül koymasıyla düzenlenmeye başlamış ve bu yarışma geleneksel hale gelerek günümüzde de devam etmektedir (Ataş, 1971).

Klasik kayak tarzı iki kayağın paralel hareketini içerirken, 19. yüzyılın sonunda patinaj olarak adlandırılan yuvarlanma ve hızlı süzülme tekniği ortaya çıkmıştır. Rakipler her iki sektörde de rekabet etmektedir (Alsobrook, 2005).

2.1.5.2 Kayaklı Koşunun Türkiye’deki Gelişimi

Kayağın Türkler’de icra edilmesi, doğa şartlarının zor olmasına karşın yaşamlarını sürdürebilmek ve yumuşak kar zemininde gömülmeden yürüyebilmek için tercih edilen "çana" diye adlandırılan bir alet ile başlamıştır. Kayak malzemeleri ile Türkler MÖ 4000’de tanışmışlardır. Önce Baykal Gölü çevresinde avlanma ve ulaşım için, daha sonra spor amaçlı kullanılmıştır. Avrupa’da 18. yüzyılın ortalarına kadar kullanılmamıştır (Türkiye Kayak Federasyonu, TKF, 1973).

Eski Türklerin yaşadığı, günümüzün Çin’in kuzeybatısında yer alan bölge, dağlık ve ormanlık alanlarla kaplı olup, kış mevsiminin erken başlaması ve uzun sürmesi nedeniyle bu bölgede yaşayan halk, zorlu doğa koşullarıyla başa çıkmak zorunda kalmıştır. Yoğun kar yağışları ve nehirlerin donması, insanların kış aylarında avlanarak ihtiyaçlarını karşılamalarını zorunlu kılmış ve bu durum, kar ve buz üzerinde hareket edebilmek için kızak ve kayak gibi araçların kullanılmasını gerektirmiştir (Tezbaşaran, 1996).

Türkiye’de kayak sporu, 1930 yılında, Ankara Gazi Eğitim Enstitüsü ve Ziraat Yüksek Mektebi’nde görev yapan Alman asıllı beden eğitimi öğretmeni Rideli’nin çabalarıyla ilk defa sivil bir faaliyet olarak başlamıştır. Bu faaliyetlere katılan öğrencilerin kayak ekipmanları, okulları tarafından temin edilmiştir. 1 Ocak 1933’te, Galatasaray Lisesi’nden bir grup öğretmen Uludağ’a giderek kayak yapmış ve bu sayede Türkiye’de kayak sporunun öncülüğünü yapmışlardır. Türkiye’de kayak faaliyetleri resmi olarak 1935 yılında başlasada Türkiye Kayak Federasyonu (TKF) 1948 yılında kurulmuş ve başkanlığına Asım Kurt atanmıştır. Asım Kurt, Türkiye’de kayağın yaygınlaşması ve ciddiye alınmasında önemli bir rol oynamıştır. Uludağ, Erciyes,

Elmadağ, Palandöken ve Sarıkamış gibi yerlerde kayak faaliyetleri organize edilmeye başlanmıştır (Tanyeri, 2000).

Kayağın ilk olarak kimler tarafından ve nerelerde yapıldığına dair farklı görüşler de mevcuttur. Göktürklerin, buz üzerinde “ağaç ata” binerek yarışlar yaptıkları ve bu sırada ellerindeki ağaç dallarına dayanarak büyük bir hızla kaydıkları belirtilmiştir. Tang Sülalesi kayıtlarına göre, Göktürkler, avcılık ve taşımacılığın yanı sıra sportif amaçlarla da kayak kullanmışlardır (Güven, 1992).

1901 yılında, Yüksek Beden Eğitimi öğrenimi için İsveç’e giden Selim Sırrı Tarcan’ın burada kaldığı süre zarfında kayak yaptığı bilinmektedir. Türkiye’de kayak sporunun öğretimine ilk olarak 1915 yılında Erzurum’da, Kerim Hitli Tabyası’nda, Avusturya’dan getirilen kayak uzmanı Albert Bilstein’in verdiği kurslarla başlanmıştır (Ataş, 1971). İlk Türk kayakçılar arasında Arif Hikmet Koyunoğlu, Cemal Dursunoğlu ve Kemal Hasip gibi isimler bulunmaktadır. 1917 yılında Erzincan’da dört bölükten oluşan bir kayak taburu kurulmuş, aynı dönemde Hikmet Koyunoğlu tarafından Sivas-Suşehri’nde (Buldur Köyü) ilk kayak okulu açılmıştır (Tanyeri, 2002).

2.1.5.3 Kayaklı Koşu Teknikleri

Spor sektörü günümüzde ortaya çıkan yenilik ve değişimlerden etkilenmektedir. Uzun bir süre klasik teknikler kullanılarak kayak yarışları yapılmıştır. Klasik kayak tekniğinde koşma ve yürümenin ritmik kol ve bacak hareketlerine benzer hareketler içermektedir. Kayak müsabakalarında klasik ve serbest stil olarak iki stil tercih edilmektedir (tkf. org.tr).

2.1.5.3.1 Klasik Teknik

Karlı zeminde kayak yaparak yürümek ve kayma hareketlerini gerçekleştiren teknikler kullanılarak yapılmaktadır. Çapraz adımlarla yürüyebilmek ve kayabilmek tekniği durumunda, çapraz adımlar sporcunun yürüme tekniğinin bozulmasına neden olabilmektedir. Yürümek, adım atma hareketini kapsarken, aktif çapraz adım, döngüsel anlık yer değiştirmelerle sona erer. Klasik teknikte sporcular, parkur üzerinde öncesinden ayarlanmış ve hazır hale getirilmiş oluklarda koşar gibi ileriye adımlar atarak öne doğru kayarlar. Direklerini aynı anda vurarak da ilerleyebilirler (çift

sopa). Klasik yarışmalarda serbest tekniğin kullanması asla kabul edilmemektedir. Bu tekniği yapan sporcular müsabakadan men edilmekte ve yarışma sonuçları ne olursa olsun dikkate alınmamaktadır. Kayma etkisini artırmak için kayakların altına kaymayı kolaylaştıran bir balmumu maddesi sürülür. Balmumu uygulamadan kayak kullanmak hareketlerin yavaşlamasına ve tekniğin yanlış kullanılmasına neden olur. Ancak engebeli ve zorlu arazi koşullarında hızlı hareket etmek için 4 teknik kullanılır (tkf.org.tr).

Bunlar;

1. Fule tekniği
2. Çift sopa tek fule tekniği
3. Çift sopa tekniği
4. Kılçık adımlama tekniği

2.1.5.3.2 Fule Tekniği

Fule tekniğinde kollar ve bacaklar yürürken ve koşarken nasıl hareket ediyorsa burda da o şekilde hareket etmektedir. Bu teknikle ilgili en önemli şey, kayak yaparken bacak hareketinin yaratabileceği dengesizliği önlemektir. Adım tekniğinde dengeli olmak önemlidir. Hem düz hem de engebeli tırmanışlarda kullanılır. Bu teknikte ayaklar serbest, vücut bükülü ve sırt kemerlidir. Kayma esnasında kayakların alt tarafına uygulanan cila, hızlanma sağlar (tkf.org.tr).



Şekil 1. Fule Tekniği

2.1.5.3.3 Çift Sopa Tek Fule Tekniği

Düz arazide ve az eğimli bölgelerde tercih edilen teknik, kol ve bacakların koordineli bir şekilde koğtuğu izlenimini verir. Çift direk tekniğine göre zor olan ve yorulmalara neden olan bu teknikte kuvvetli itme ve daha hızlı süzölme gerçekleştirilir. Fule tekniği de bacakları korur (tkf. org.tr).



Şekil 2. Çift Sopa Tek Fule Tekniği

2.1.5.3.4 Çift Sopa Tekniği

Üst vücut kaslarının ve kolların aktif olarak kullanıldığı bu teknik düz esnemelerde, inişlerde ve az engebelli yokuşlarda kullanılır. Kalırsızlar birbirleriyle paralel olarak çalışır. Bu tekniğin temel amacı hızı arttırmaktır (tkf. org.tr).



Şekil 3. Çift Sopa Tekniği

2.1.5.3.5 Kılçık Adımlama Tekniği

Aşırı engebelli arazileri tırmanabilmek için kullanılan teknik, Fule tekniğiyle tırmanılmayan dik eğimlerde kayakların kaymadan V şeklinde tutulmasını içerir. Yalnızca aşırı eğimlerde kullanılan tekniktir (tkf. org.tr).



Şekil 4. Kılçık Adımlama Tekniği

2.1.5.3.6 Serbest Teknik

Serbest tekniğin isminde de anlaşılabacağı üzere, sporcuların belli başlı teknik sıralaması yapmalarına gerek yoktur. Hızlı çemberleme yapmak için parafinik mum kullanırlar. Serbest teknikte, klasik teknikte kullanılan kayağın daha kısa ve daha uzun bir sopa eki mevcuttur. Serbest tekniğe paten tekniği de denir. Klasik teknikle benzer olarak araziye bağlı çeşitli teknikler tercih edilmektedir (tkf. org.tr).

Bunlar;

1. Tek paten tekniği (V1)
2. Çift sopa çift paten tekniği (V2)
3. Değişmeli çift paten (V2)
4. Kollar serbest paten tekniği
5. Yarım dönüş paten tekniği
6. Kılçık paten tekniği

En sık kullanılan serbest teknikler, tek çalışma tekniği (V1) ve çift çubuk çift çalışma tekniğidir (V2). V1 patinaj tekniği, geliştirilen ilk tekniktir. Sol ve sağ salınımlar şeklinde aktif değnek hareketi vardır. Kollar ve bacaklar çapraz bir şekilde ritmik olarak hareket eder. V2 tekniği öbür tekniklerden hız bakımından daha iyidir. Stabilize yollarda ve düşük eğimli yüzeylerde kullanılır (tkf. org.tr).

2.1.5.4 Kayaklı Koşu Antrenman Modelleri

Eski dönemlerden şimdiye kadar, kayak çok değişmiş ve gelişmiştir. Kayağın gelişimi, atlet performansındaki artışa da yansımıştır (Slemaker ve Browning, 1996). Kayak eğitimi, motivasyonun yüksek tutulması gereken, zorlu performans gerektiren spesifik çalışmaların olduğu bir spordur. Kayak yaparken saatlerce sıkı antrenman yapılmalıdır (Bompa, 1998).

Antrenörler sporcular için antrenman çalışmaları hazırlarken, sporcunun yeteneğini ve spor endüstrisinin özelliklerini dikkate alarak performans kriterini belirler. Elit sporcuları diğerlerinden ayıran özellikler arasında fizyolojik farklılıklar da yer alır. Ancak kişisel özellikler birçok parametreye neden olur, fakat bunlar yeteri kadar açıklanamaz. Antrenman metodları yapılırken genel olarak iyi sporcuların çalışmaları örnek olarak tercih edilmektedir. Kayakçının fiziksel özellikleri ve beklenen durumunun yanı sıra performansın sürdürülebilmesi için gerekli antropometrik, motor ve teknik bilgileri kapsayan metodlar oluşturulmalıdır (Kuzmin ve Fuss, 2014). Çünkü kayakçının yalnızca fizyolojik anlamda gelişim göstermesi değil, aktif kaslarını da etkili bir şekilde kullanması gerekmektedir. Bu branşı yapan bireyler farklı spor dallarındaki sporculardan ayrı yaz ve kış mevsim şartlarına göre çalışmalar gerçekleştirmek mecburiyetindedir. Genel olarak branşın spesifikliği gereği karlı havalarda uygulanması elzem olan antrenmanlar istenilen zaman zarfında yerine getirilmemekte dolayısıyla fiziksel güçlerini artırmak ve fizyolojik özelliklerinin gelişimini desteklemek için diğer zamanlarda antrenman yapmaları gerekmektedir (Slemaker, 1996). Farklı sporla ilgilenen sporcular için olduğu kadar kayakçılar için de yüksek performans önemlidir. Kayakçılar, performanslarını en üst seviyede tutabilmek için İskandinav koşusu ve kuvvet antrenmanı gibi fiziksel ve fizyolojik gelişimlerini sağlayan antrenmanlar yapılmalıdır. Kayak branşında kol kasları sürekli

hareketli olduğundan dolayı kol kaslarını güçlendiren ve dirençli duruma ulaştıran aktiviteleri de gerçekleştirmelidirler (Gaskill, 1997).

2.1.5.4.1 Koşu Antrenman Modeli

Kayak krosçuların antrenman programlarında en fazla yer bulan egzersiz türü koşulardır (Franz, 1984). Koşu antrenmanları, her spor dalında olduğu gibi kayaklı koşu için de en temel egzersizdir. Ayrıca, karmaşık olmayan ve her yerde kolayca uygulanabilen pratik çalışmalardan biridir. Bu egzersizler, özellikle kol ve bacak koordinasyonu gibi kayaklı koşunun bazı temel unsurlarını öğrenmek açısından oldukça önemlidir. Kayakla yokuş tırmanma ve koşu arasında belirgin bir benzerlik vardır. Kayaklı koşu pistlerinde kullanılan teknikler dikkate alındığında, özellikle yokuşlarda kayakçılar için koşmak kaymaktan daha önemlidir. Kayaklı koşucular, koşu antrenmanlarını farklı teknik çalışmalarla birleştirerek çeşitli normlar oluşturabilirler. Kayaklı koşu tekniğinin geliştirilmesi ve mükemmel bir tekniğe ulaşılması için koşarken omuzların serbest bırakılması ve gövde rotasyonunun azaltılması gerekmektedir. Çünkü kayarken yalnızca kollar ve bacakların çalışması, daha ekonomik ve hızlı hareket etmeyi sağlar. Bu nedenle, koşu antrenmanları sırasında teknik çalışmalar yapılarak kollar serbest ve ritmik bir şekilde sallanmalı, koşu yönünde, aynen kayakta olduğu gibi, paralel hareket etmelidir. Kollar kesinlikle göğse çapraz bir pozisyonda olmamalıdır. En önemli nokta, kolların ve bacakların uyum içerisinde ve ritmik bir şekilde çalışmasıdır (Stewen, 1997). Özellikle tepe ve tırmanış koşuları, kayaklı koşu için en gerekli egzersiz türlerindedir. Batonla birlikte yapıldığında ise daha etkili bir antrenman şekli olabilir. MaxVO₂'yi ve dayanıklılığı geliştirmek amacıyla, özellikle batonla yapılan koşu antrenmanları en çok tercih edilen yöntemdir (Pal, 2009). Kayaklı koşu sporcuları için kros koşusu, kayağın önemli bir parçası olarak kabul edilir. İyi koşmak, iyi kaymak için önemli bir unsurdur (Franz, 1984).

2.1.5.4.2 Tekerlekli Kayak Antrenman Modeli

Bisiklet antrenmanları, yaz sezonunda kayak yapan sporcular için çok ideal kayak çalışma metodlarıdır. Kış sezonunda karlı zeminde gerçekleştirilen çalışmaların yaz aylarında tekerlekli kayaklarla yapılması kayak sporunu yapanların

faydasına olduğu bilinmektedir (Franz, 1984). Teknik olarak tekerlekli kayak ve kros kayağındaki dayanıklılık, güç ve denge eğitimi benzerdir. Sporcular tekniklerini geliştirmek için kış antrenmanlarının çoğunu bisiklet kayağı üzerinde de yapabilirler (Çetin ve Yarım, 2006).

Tekerlekli kayakta kullanılan kas gruplarının kayaklı koşuda çalışan kas gruplarıyla aynı olması ve kayaklı koşuda uygulanan tekniklerin tekerlekli kayakta da aynı şekilde uygulanabilmesi, bu spor dalına farklı bir boyut kazandırmıştır. 1930'lu yıllarda keşfedilmesiyle birlikte, tekerlekli kayak hızla kayaklı koşu antrenmanlarının önemli bir parçası haline gelmiş ve son yıllarda bu antrenman yöntemi adeta bir zorunluluk haline gelmiştir. Tekerlekli kayak, kayaklı koşu sporcularının dört mevsim boyunca antrenman yapmalarını mümkün kılmış ve böylece performanslarını daha da artırmalarına olanak tanımıştır. Bu özelliğiyle, kayaklı koşu antrenmanlarına yeni bir dinamik eklemiştir (Varges, 2006).

Kayak ve tekerlekli kayak benzer özellikte, aynı kas gruplarını çalıştırmakta ve denge gelişimine yardımcı olmaktadır. Bisiklet kayağı, yaz sezonunda kayak yapan sporcular için ideal çalışma çeşitlerindedir. Kış sezonunda karlı zeminde gerçekleştirilen çalışmaların yaz aylarında roller ski ile gerçekleştirilmesi sporcuların ideal, faydalı çalışmasını sağlamaktadır. Teknik olarak tekerlekli kayak ve kros kayağındaki dayanıklılık, kuvvet ve denge antrenmanları ile benzerdir. Sporcular, tekniklerini geliştirmek için kış antrenmanlarının çoğunu tekerlekli kayaklarda da yapabilirler. Son yıllarda kros kayağı yapan kişilerin lastikli kayaklarla çalışmaları bir zorunluluk haline gelmiştir. Tekerlekli kayak eğitimi sadece kayak tekniğini geliştirmekle kalmamış, dayanıklılık, kuvvet ve hız gerektiren çalışmalarda da kullanılmıştır (Kuzzy, 2009).

Dengesini koruyan ve bu konuda kendini geliştiren sporcunun, tekerlekli kayakta olduğu gibi kros kayağının tüm tekniklerini devam ettirebildiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda yüksek kazanç düzeyinde antrenman yapması gereken sporcu, yapamadığı antrenmanlar için bisikleti tercih edebilir (Sevim, 1997). Sınırlı egzersiz süresini pozitif kılmak için tırmanma, güç, denge ve maksimum oksijen tüketimi sağlamanın ve üst vücut gücünü kaybetmemenin mükemmel bir yoludur (Steven, 1997).

2.1.5.4.3 Bisiklet Antrenman Modeli

Sporcuların zor ve yoran antrenmanların ardından vücudun hazır hale gelmesi için yapmak zorunda oldukları çalışma şekillerinden en önemlisi bisiklet egzersizleridir. Bacak kasları bisiklet eğitimi sırasında mükemmel şekilde gelişir. Bacak kaslarının oluşumu, dayanıklılığı ve gücü bisiklet eğitimi ile garanti edilir. Dağ bisikleti ve tırmanma bisikleti bisiklet seçiminde tavsiye edilen çeşitlerdir (Steven, 1997 ve Franz, 1984).

2.1.5.4.4 Batonlu Antrenman Modeli

Kayaklı koşuda, kol ve üst vücut kuvveti performans açısından büyük önem taşır (Larsson, 2008). Baton ve kayak kullanımı birbirini tamamlayan unsurlardır. Bu nedenle, bacak kuvveti ne kadar önemliyse kol kuvveti de aynı derecede kritiktir (Gaskill, 1999). Özellikle yaz aylarında kol kuvveti ve dayanıklılığının azalmasını önlemek amacıyla batonlu yürüyüş ve koşular büyük önem taşır. Yürüyüş ve koşularda kullanılan batonların, kışın kullanılan batonlara göre daha kısa ve %70-75 oranında daha ağır olması gerektiği belirtilmektedir. Bu çalışmaların temel amacı, kol çalışmalarlarıyla üst vücut ve kol kaslarının dayanıklılığını ve kuvvetini artırmaktır (Çetin ve Yarım, 2006; Sleamaker, 1996; Kuzzy, 2009).

Kayak yaparken kollar ve bacaklar aktif olarak kullanılır. Kayak ve baton kullanımı kol ve bacağı kuvvet kazandıran ve performans artışına yardımcı olan araçların başında gelmektedir. Yaz aylarında yapılan bir diğer antrenman şekli ise cop kullanımı ile gerçekleşen antrenman modelidir. Batonlarla yürümek üst vücut çalışmasına dayalı olduğu için yazlık ve kışlık batonların ağırlık ve uzunlukları farklıdır (Gaskill, 1999).

2.1.5.4.5 Kuvvet Antrenman Modeli

İskelet ve kas sistemini geliştirmek için ideal çalışma metodu kuvvet çalışmalarıdır. Sporcuların fiziksel uygunluk, genel sağlık, yaralanmayı önleme veya bir yaralanmadan sonra rehabilitasyon için kuvvet antrenmanı yapmaları gerekir. Kuvvet antrenmanı, kas kuvvetini arttırmanın oldukça etkili bir yoludur. Kuvvet

antrenmanı üç farklı kuvvet özelliği bakımından gerçekleştirilir (Muratlı ve ark., 2005).

Bunlar;

1. Tekrar metodu: Maksimal Kuvvet
2. İntensivinterval metodu: Çabuk kuvvet
3. Ekstensivinterval yöntemi: Kuvvette devamlılık

Bu yöntemlerden ilki tekrar yöntemi maksimum ve patlayıcı kuvvet geliştirmeye hizmet ederken, ikinci yöntem olan yoğun interval yöntem de hızlı ve kısmi kuvvet dayanıklılığına odaklanmaktadır. Son yöntem olan kapsamlı aralık yöntemi de kas dayanıklılığını geliştirmek için kullanılır. Bu konu, kayakla ilgili motor beceriler bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Kas kuvveti, tek başına kas tarafından üretilen maksimum güçtür. Kas hücrelerinin miktarı ve kas hücrelerini harekete geçiren sinir kapasitesi doğrudan kas kuvvetini etkiler. Kas kuvveti, kas veya kas grubuna uygulanan dirence karşı aynı anda meydana gelen maksimum kasılma kuvvetidir. Kas dayanıklılığı, kasın bir kasılma durumunda kalma veya defalarca kasılması ve gevşemesiyle tanımlanmaktadır (Muratlı ve ark., 2005).

Bütün sporlarla benzer olarak kros kayağında da kuvvet antrenmanın yeri çok önemlidir (Sleamaker ve Browning, 1996). Kros kayakçıları, son yıllarda yıllık eğitim programlarında kuvvet antrenmanın oranını artırdılar. Bunun bir göstergesi, egzersiz programlarına kuvvet antrenmanı dâhil eden kayakçıların kayma hızlarındaki artıştır (Stöggl, 2010). Kuvvet antrenmanı genel ve özel olarak iki şekilde yapılır. Kuvvet antrenmanı söz konusu olduğunda, sporcular hem genel hem de özel kuvvet antrenmanından yararlanır. Genel kuvvet antrenmanı olan ağırlık ve plyometrik egzersizler (atlama, squat, tek bacak atlama) sırasında, özel kuvvet olarak Nordic Hill Koşusu, kol çalışması, özel donanım, tekerlekli tahta egzersizleri, Theraband ve tekerlekli kayak tercih edilmiştir (Stephen, 1997). Kayakta kuvvet antrenmanı, dayanıklılığı artırıcı aktivitelerle desteklenmelidir. Kış aylarında ise kayakçılar için en verimli antrenman programları kullanılmaktadır. Aralıklı antrenman, özel kuvvet antrenmanlarında ön planda olan egzersiz türüdür. İnterval egzersizlerinin süresi ve yoğunluğu, gidilecek mesafeye göre değişmektedir. Kayakçılar kuvvet antrenmanlarını karlı zeminde gerçekleştirebilirler (Kuzzy, 2009).

Kayaklı koşucular son zamanlarda performanslarını artırmak için egzersiz yaparken üst vücut kuvvetlendirme ve kapasite artırıcı egzersizleri tercih etmektedirler (Stöggl, 2010). Son yıllarda yapılan müsabakalarda hız faktörünün ön plana çıkması kuvvet antrenmanlarına daha fazla önem verilmesine ve sporcuların kuvvet çalışmalarını tercih etmelerine etki etmiştir. Kros kayakçılarının temel eğitim modelleri kayak, tekerlekli kayak, bisiklet ve koşudur (Losnegard, 2011).

Son yıllarda özellikle sprinter kayakçılarda bu faktör belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Mesafe koşucularına oranla daha hızlı olabilmek için hem genel hem de bölgesel olarak farklı kuvvet antrenmanı ihtiyacı oluşmaktadır (Stoggl, 2010, Sandback, 2010 ve Stoggl, 2007). Hız faktörünün artmasıyla birlikte maksimal kuvvet çalışmalarından çok çabuk kuvvet antrenmanları önem kazanmıştır (Nilsson, 2004).

2.1.6 Kayaklı Koşu Sporunun Fiziksel ve Fizyolojik Etkileri

Kayaklı koşu, mesafenin büyük bir biçimde değiştiği dayanıklılık sporlarından biridir (1-50 km). Bu yüzden, yüksek güç oluşturabilmek ve bu gücü koruyabilmek için bazı fiziksel özelliklere gerek vardır (Stoggl, 2010).

2.1.6.1 Fiziksel Etkiler

Kayaklı koşuda düz ve inişlerde ağır olmak avantaj sağlarken, özellikle tırmanışta dezavantaj oluşturabilmektedir. Klasik teknik için daha uzun ve zayıf olmak avantaj sağlarken, serbest stil için kas oranı yüksek olduğu sürece ağır olmak avantaj sağlamaktadır (Sandback, 2010). Son yıllarda kayaklı koşu yarışmalarının sprint ve mesafe olarak farklılaşmasından dolayı, kayaklı koşucularda da bir özelleşme yaşanmaktadır. Sprint yarışmalarında kuvvet ve maksimal hız performansı belirleyen temel unsurlardır (Stoggl, Lindinger ve Muller, 2006 ve Stoggl, 2007). Sprinterler ve mesafeciler arasında belirgin fiziksel farklılıklar oluşmaya başlamıştır. Kuvvet parametresinin öneminin artması, kas kitlesinde artışa neden olurken, mesafenin kısalması ise yağ oranının artmasını beraberinde getirmiştir. Bu nedenlerden dolayıda spinterler mesafecilere oranla daha fazla vücut ağırlığına sahip olmaya başlamışlardır (Sandback, 2010).

Bu konuda yapılan araştırmalar, kayak yapan sporcuların vücut yağ kütlelerinin düşük olmasının sporcunun başarısında faydalı olduğunu desteklemektedir. Sporcunun amacı, yarış boyunca itme ve karşı kuvvetler arasında mümkün olan en üst denge durumunu ortaya çıkarmaktır. Genel olarak, dengesizlik daha yüksek hız ve daha az bitirme süresi ile sonuçlanır. İleriye doğru hareket çıkarmak için sporcunun yapması elzem olan bazı zıt reaksiyon mevcuttur. Sırasıyla, yürüme döngüsü, sürtünme, kayak sürtünmesi ve yürüme döngüsüne karşı ağırlık hareketine yerçekimi sırasındaki döngüsel ve dönme kinetik enerji değişiklikleridir. Kayak yaparken kayakçıya etki eden karşı kuvvetlerin hepsinin vücut kütlesi ile ilgili olduğu daha önce öne sürülmüştü. Bu yüzden, büyük bir vücut kütlelerine sahip bir kayakçı, düz ve yokuşlu arazide aynı kayak hızını deneyimlemek için daha hafif bir kayakçıya kıyasla daha yüksek impulslar üretmelidir. Tersine, inişlerde potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürürken büyük bir vücut kütlesi faydalıdır. Bu nedenle dik yokuşlarda hafif kayakçılar tercih edilirken, rotanın diğer bölümlerinde ağır kayakçılar avantaja sahiptir (Bergh, 1987).

Boylarının 168 ile 200 cm arasında olduğu ve 20 yaş öncesi ve 30 yaş sonrasında önemli antrenmanlarla performans yeteneklerini koruyabildikleri yaş ortalamalarının 27 ile 29 arasında olduğu belirtilmiştir (Ulf, 1987).

2.1.6.2 Fizyolojik Etkileri

Kros kayağı, çok fazla kas kütlesi olan ve bu nedenle çok fazla oksijen kullanan tam vücut çalışmalarıdır. Dayanıklılık sporlarındaki performans büyük ölçüde oksijen alma ve uygulama yeteneğine bağlıdır (Carlsson et al., 2014). Yalnızca vücudun tedarik ettiği görelî veya mutlak oksijen seviyesi değil, bunun yanında vücudun oksijeni ne derecede etkili kullandığıdır. Aerobik ve anaerobik yetkinliği öğrenmek için bazı yöntemler kullanılır. En yaygın olarak tercih edilen, oksijen alımının pik noktasıdır (VO₂peak). Genel olarak, daha yüksek bir VO₂peak'e sahip kayakçının, VO₂peak'i daha düşük olan rakibine oranla iyi sonuçlar alma şansı daha yüksektir, fakat bu bazı dönemlerde aynı şekilde olmayabilir (Larsson et al., 2002).

Dayanıklılık performansı kayağın en etkili tarafı olmakla birlikte, en yüksek performans için önemli ve gerekli olan başka birçok gösterge de mevcuttur. Aerobik ve anaerobik eşikler, sporcunun durumu hakkında bilgi veren önemli parametrelerdir.

Kros kayağında, genellikle uzun mesafe kayakta, elit kayakçılarda güç ve oksijen alımı (MaxVO₂) arasındaki ilişkiyle vurgulanan aerobik enerjinin katkısı çok önemlidir. Off-road kayakta en çok araştırılan konu özellikle maksimum oksijen alımıdır. Kayaklı koşuda en yüksek performans söz konusu olduğunda, çok yüksek bir VO₂max veya VO₂peak değerinin ne kadar önemli olduğu birçok kez gösterilmiştir. Kros kayağının, aerobik enerji katkısı çok önemlidir (Carlsson ve ark., 2014). Birincil enerji kaynağı, kayak yaparken kas kasılması için kullanılan adenozin trifosfattır (ATP). ATP, aerobik ve anaerobik sistemler kullanılarak kas hücrelerinde üretilebilir (Powers ve Howley, 2009).

Araştırmalar, elit düzeydeki kayakçıların eğitimleri boyunca çok yüksek düzeyde eğitim elde edebildiklerini göstermiştir. Elit kros kayakçıları, kış sezonu öncesinde 60-90 saatlik dayanıklılık antrenmanına ulaşabilirler (Losnegard ve ark., 2011). Son on yılda Olimpiyat altın madalyası kazanan Norveçli ve İsveçli sprint ve uzun mesafe kayakçılarının çalışma metodlarını değerlendirildiği bir çalışmada uzun mesafe koşucularının yıl bazında neredeyse 800-900 saat (%85 aerobik dayanıklılık antrenmanı), kayakçıların ise yılda ortalama 750-850 saat (%75-80 aerobik dayanıklılık antrenmanı) antrenman yaptıkları, uzun mesafe koşucuları ile sprint koşucuları arasındaki temel farkın, sprint koşucularının anaerobik laktik asit antrenmanı (yüksek kan laktat seviyeleri) ve bunun yanında haftalık programda hız çalışmalarına çok yer verdiğini ve güç antrenmanları yaptıklarını belirtmektedir (Sandbakk ve Holmberg, 2014).

Aerobik gücün kayakta etkileri azımsanmayacak kadar çok olması ile birlikte aerobik kapasite konusunda araştırmacılar arasında tartışmalar bulunmaktadır. Araştırmacılar arasındaki tartışma, aerobik performansın tek başına yeterli olmadığı ve sporcunun eşlik eden performansı ve uygulanan antrenman seviyesinin ağırlığı gibi faktörlerin aerobik performans ve kapasitesinin belirlenme noktasında etkili olduğunu vurgulamıştır (Neumayr ve ark., 2003).

Normal bir yetişkinin kalp atış hızı 60 ile 100 aralığındadır. Egzersiz sırasında kalbe giden kan miktarı arttıkça akut etki olarak kalp atış hızı da artar. Egzersiz, tüm hayati organlara akan kan miktarını artırır. Fiziksel aktivite sırasında kalbe akan kanın dakika hacmi ortalama %80 oranında artar (Günay, 1998). Bunlar akut etkiler olsa da

uzun vadede egzersiz esnasında kalp debisi, kan basıncı artışı ve MaxVO₂'dir. Spor yapanların kalp atış hızları spor yapmayan bireylere oranla oldukça yavaştır ve kalp, kanı daha ekonomik kullanıp iyileşme evresini hızlandırır (Bompa, 1998).

Egzersizle beraber meydana gelen akut yanıtların en belirgin işareti kalp atım hızının artmasıdır. Normalde 70-80 olan kalp atım sayısı egzersizle artar. Diğer değişiklikte atım sayısı ile birlikte atım hacminde oluşur. Diğer bir değişiklikte kalbin her bir kasılmada pompalanan kan miktarının artmasıdır. Dokulara giden kan oranlarının da değişmesi egzersizin akut etkilerindedir. Egzersizle beraber iskelet kaslarına giden kan, kalbin dakika hacminin %15-20 sn. olduğu halde, egzersiz sırasında bu oran %80-85'e kadar çıkabilir (Günay, 1998).

2.1.7 Kayak Sporuna ve Temel Motorik Özellikler

Kayakta motorsal özellik olarak sporcuların kas yapılarının etki oranı dikkatlerden kaçmamalıdır. Genellikle üst ve alt kuvvet çalışmaları koşucuların aerobik kapasitelerine artı yönde etki ederek kas kuvvetini ve performansını artırır. Kayak üzerinde hareket ederken üst ve alt ekstremiteler uyumlu bir şekilde hareket eder (Larsson, 2008).

Üst ekstremitelerin dayanıklılığı ve kuvveti, sporcunun performans durumuna pozitif yönde etki ederek sporcunun başarılı olmasını sağlar (Staib, 2000). Çalışmalar, kullanılan tekniğe göre tüketilen maksimum oksijen kapasitesinin çift çubuk tekniği kullanıldığında ortaya çıktığını göstermiştir. Egzersiz yapan ve yapmayan sporcularda maksimum üst ekstremiteler oksijen tüketimi araştırılmış ve bu oranın egzersiz yapanlarda tüm vücudun %70-85'i olduğu bildirilirken, bu oranın üst ekstremitelerde sadece %60 olduğu bildirilmiştir. İyi sporcular için bu oranlar %90 civarındadır (Terzis ve ark., 2006). Kayak yaparken güç ve hız, kısa boylu kayakçıların başarısı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Kayakçılarla ilgili bir çalışmada, hız özellikle sprinterler için önemlidir, öte yandan en yüksek hız aerobik ve anaerobik antrenman ve doğru teknikle elde edilir (Stöggl, 2010).

Motor beceriler açısından, kayakta güç, hız ve dayanıklılığın yanı sıra denge de önemli bir rol oynar. Kayak sporunda kullanılan tüm teknikler dengeye dayalıdır. Yamacın uygunluğu, engebeli yamaçlar, kar derinliği ve kayak yaparken görüş

mesafesi gibi birçok etken sporcunun dengesini etkiler. Yarış esnasında kayakların kontrol edilmesi ve ağırlığın ayaklara kaydırılması dengeyi sağlarken, sürati korumak da sporcunun başarısını sağlar (Sindre, 1997).

2.1.7.1 Kuvvet

Kuvvet, dar anlamda kuvvet uygulayabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Ayrıca kuvvet antrenmanı bir kişinin yeteneğini bir güce karşı sarf etmesi veya güce karşı koymasını arttırmak için kademeli dirençli metotların kullanımını olarak da tanımlanır. Kuvvet gelişimi, yaş, vücut ölçüleri, fiziksel aktivite yaşı ve çeşitli büyüme fazlarına bağlıdır (Bomba 2003).

Motor becerilere göre, eklemlerin hareketini dengelemek ve yaralanma riskini azaltmak için güç önemlidir. Kas kuvvetini etkileyen faktörler bir yandan antrenman yöntemi, sıklığı ve kalitesi, diğer yandan kasların çalışma açısı, dış etkenler olarak beslenme ve mevsimsel değişikliklerdir. Ek olarak; kuvvet, sporcunun psikolojik değişimlerinden de etkilenir. Kuvvet antrenmanı egzersiz programlarına dâhil edilmelidir. Genellikle kuvvet antrenmanlarında direnç yöntemleri kasların dayanıklılığını geliştirmek üzere tercih edilen egzersiz türleri arasındadır (Muratlı ve ark., 2005).

2.1.7.1.1 Kuvvetin Önemi

Kuvvet egzersizlerinin koruyucu, tedavi edici, performansı artırıcı, vücut şekillendirici ve psikolojik etkileri vardır.

Kuvvetin koruyucu özelliği

- Güçlü kaslar kas-iskelet sistemini korur
- Egzersiz esnasında yaralanmaları oldukça azaltır
- Yaşla birlikte oluşabilen hastalıklar (osteoporoz, fitik vb.) sonucu ortaya çıkabilecek bozukluklara karşı korur.

Kuvvetin terapötik kalitesi

- Ameliyat veya yaralanma sonrası kas gücünü artırmaya yönelik egzersizler tedavi sürecini hızlandırır.

- Kas-iskelet sisteminde oluşabilecek dengesizlikleri önler.
- Ameliyat veya yaralanma sonrası performansın iyileşmesini sağlar.

Kuvvetin performans arttırıcı özelliği

- Spor için gerekli tekniklerin doğru uygulanmasını sağlar.
- Sporda motor becerilerle ilgili altyapı sağlar.
- Denge kuvvet antrenmanı yoluyla sporcuların performansını artırır

Kuvvetin psikolojik özelliği

- Kas-yağ oranını düzenleyerek vücut memnuniyetini destekler ve motivasyonu artırır.

2.1.7.1.2 Kuvvetin Sınıflandırması

Pek çok araştırmacı kuvvetin farklı yapısal tanımlarını yapmıştır.

-Genel kuvvet: Egzersiz yapılmadan genel anlamda bütün kasların kuvvetidir. Spora hazırlık döneminde veya daha sonra sporda geliştirilmelidir.

-Özel güç: Yapılan spora bağlı olarak oluşturulması gereken güçtür.

-Maksimum kuvvet: Sporunun kendi vücut ağırlığından bağımsız olarak gösterebileceği en yüksek kuvvettir.

-Hızlı kuvvet: Nöromüsküler sistemin en yüksek kuvvetle hızlı kasılması ile direncin üstesinden gelme ve yorgunluğa direnme kuvvetidir.

-Kuvvette devamlılık: Uzun süreli egzersiz sırasında vücudun yorgunluğa dayanma direncidir.

Çalışma biçimlerine göre kas kuvveti sınıflandırması

-Dinamik kuvvet: Uygulanan kas direncine cevap olarak kas boyutunda kısıalma (konsantrik) ve esneme (eksantrik) şeklinde aktivitenin ortaya çıkmasıdır.

-Statik kuvvet: Kasın uygulanan dirence karşı sabit (izometrik) kalma durumudur.

Diğer kuvvet sınıflandırmaları

-Mutlak kuvvet: Tüm kasların istemsiz kasılmasında meydana gelen kuvvettir.

-Relative strength: Farklı ağırlıklara sahip ancak aynı antrenman stiline sahip sporcuların geliştirdiği güçtür. Mutlak vücut kuvvetinin mutlak vücut ağırlığına oranı olarak formüle edilir (Muratlı, 2007, Ziyagil ve ark., 1994, Sevim, 2002).

2.1.7.1.3 Kuvvet Antrenmanları

Sporcuların performanslarını arttırmak için maksimum kuvvet, hız ve kuvvette sürekliliklerini arttırmak ve geliştirmek gerekmektedir.

Maksimal kuvvet antrenmanı

Maksimum güç antrenmanı tipik olarak yüksek ile maksimum kas gerginliğidir ve uzun bir gerginlik dönemi olduğunda kas geliştirme eğilimindedir. Yüksek ve maksimum yük yoğunluğu ile kısa süreli ve patlayıcı kasılmalar şeklinde uygulandığında kas içi koordinasyonu geliştirici özellik kazanır. Maksimum kuvvet antrenmanında genel olarak geçerli yük yoğunluğu %70-100, tekrarı 1-10 arası ve yavaş tempodur (Bompa, 1998).

Maksimal kuvvet antrenman metotları

- **Tekrarlama yöntemi:** Kas büyümesini ve daha az ölçüde kas içi koordinasyonu geliştirir. Yük yoğunluğu, maksimum gücün %50-60'ı arasındadır.

- **Kısa süreli maksimum yük yöntemi:** Çok yüksek yük yoğunluğunda uygulanması sayesinde maksimum güç gelişiminin yanı sıra kas içi koordinasyonu geliştirir. Kısa süreli maksimum yükler nedeniyle kas kütlesi büyümesi olmadan güç gelişimi sunar. Yük yoğunluğu %80-100 arası, 5-6 seri, 1-6 tekrar.

- **Artımlı yükleme yöntemi:** Bu uygulamada yoğunluk artarken adım başına tekrar sayısı azalır. Normal piramit, ters piramit ve kör piramit varyansları ile uygulanır.

- **İzometrik yükleme yöntemi:** Statik kuvvet antrenmanı genellikle maksimum gücü geliştirmek için kullanılır. Bu antrenman yöntemi, kasların daha fazla güçlendirilmesini ve antrenmanın etkisinin güvence altına alınmasını sağlar.

- **Dairesel antrenman yöntemi:** Büyük ve küçük kas gruplarını birleştiren, bir hareketten diğerine geçişi takip eden bir programdır. Genelde tipik devre antrenmanlarında her sporcu tüm hareketleri tamamladıktan sonra bir seri sona erer (Kanat, 2007).

Çabuk kuvvet antrenmanı

Hızlı güç, başlangıç ve tepki gücü, hareket hızı ve hareket sıklığı gibi faktörlere bağlıdır. Hızlı güç; Teknik, irade, hız ve maksimum güç gibi unsurları içerir. Kaslar arası ve kas içi koordinasyona ve kas liflerinin kasılma gücüne bağlıdır. Bu nedenle hızlı kuvvet egzersizleri spora özel antrenmanlarla geliştirilmelidir. Patlayıcı Güç aynı zamanda Güç, Hız ve Patlayıcı Güç geliştirmeye bağlıdır. Hızlı kuvvetlendirme egzersizlerinde temel prensip hafif yüklerin kullanılmasıdır. Özellikle kullanılacak ağırlıklar maksimum kuvvetin %40-60'ı, 10-20 tekrar ve patlama hızı olmalıdır (Sevim, 2002).

Kuvvette devamlılık antrenmanı

Bir miktar güç ve dayanıklılığın birleşimidir. Vücudun uzun süreli kuvvet antrenmanından kaynaklanan yorgunluğa direnme yeteneğidir. Daha az stres ve daha fazla tekrar ilkesi, mukavemet sürekliliğini iyileştirmek için kullanılır. Orta hareket hızında çalışır. Yükün yoğunluğu %20-40 arasında, tekrar sayısı 20-40 ve hızı orta düzeydedir. İstasyon ve piramit yöntemleri en uygun olanlardır (Kanat, 2007).

2.1.7.2 Sürat

Sürat, sporcunun motor hareketlerini belirli koşullar altında kısa sürede gerçekleştirme yeteneğidir. Kas-iskelet sistemi açısından ise sinir sistemini uyararak kasların hareketleri olabildiğince çabuk yapabilmesi olarak tanımlanmaktadır. Mesafe-zaman oranı olarak ifade edilen hız, gelen bir hareket uyarısına verilen hızlı tepkidir (Bompa, 1998).

2.1.7.3 Dayanıklılık

Dayanıklılık genellikle yorgunluktan kurtulma yeteneği olarak tanımlanır. Başka bir tanıma göre ise, iş kalitesini korurken istikrarlı veya dinamik değişimleri

sürdürmek olarak ifade edilmektedir. Dayanıklılık, kişinin performansını koruyabildiği sürenin uzaması, organizmanın işin etkilerine veya olumsuz dış çevre koşullarına rağmen yorgunluğa karşı direncinin artmasıdır. Dayanıklılık uzmanları tarafından çeşitli sınıflandırmalar ve gruplamalar yapılmıştır. Birinci öncelik, enerji üretim sistemlerine ilişkin değerlendirmedir. Burada dayanıklılık, aerobik (oksijenli) dayanıklılık ve anaerobik (oksijensiz) dayanıklılık olarak ikiye ayrılır. Diğer bir sınıflandırma ise süreye dayalıdır. Bu kısa, orta ve uzun vadeli dayanıklılıktır. Vücudun işten sonra iyileşme yeteneği; Kalp, dolaşım, solunum ve sinir sistemlerinin görevlerini yerine getirebilmeleri ve sistemlerdeki organlar arasındaki olumlu iş birliğine bağlıdır (Sevim, 2002).

2.1.7.4 Hareketlilik

Hareketlilik, eklemler, kaslar, bağlar ve tendonların izin verdiği ölçüde nöromüsküler bir uyum süreci olarak tanımlanır. Sporcu, eklemlerinin izin verdiği aralıkta hareketler yapar. Eklem ve kasların kapasitesinin üzerinde hareketler yapılırsa yaralanmalar kaçınılmazdır (Sevim, 2007).

2.1.7.5 Koordinasyon (Beceri)

El becerisi, spor yapan bir kişinin daha az eforla çalışabilmesidir. Uyum, el becerisi ve kas koordinasyonu için önemlidir. Belirli bir yöne yönelik, normal değer standartlarının üzerinde, ancak henüz tam olarak olgunlaşmamış ve gelişmeye uygun bir eğilimi ifade eder. Beceri, zor hareketleri kısa sürede öğrenmeye ve farklı durumlarda hızlı ve uygun tepkiler vermeye, her hareketin birbirini doğru takip ederek ve istenilen güçte olmasına bağlıdır (Sevim, 2007).

- *Kuvvet antrenmanlarında dikkat edilmesi gerekenler*

Kapsamlı antrenman öncesi yapılması gerekenler:

-15 dakika ısınma, setler arasında dinlenin ve antrenmandan sonra 5 dakika esneme hareketleri yapın.

-Eğitim sırasında ortak çalışma önerilir.

-Armoni eğitimlerinin aynı anda yapılması tavsiye edilir.

- Hatalı tekniklerin kullanılmamasına özen gösterilmelidir.
- Yapılan spora ve fiziksel ortama uygun kıyafet seçilmelidir.
- Eğitimin türü, neden yapıldığı, etkisi, amacı açıklanmalıdır.
- Kuvvet antrenmanı dengeli ve yeterli bir diyetle desteklenmelidir.
- Sporcular antrenman sırasında motive edilmelidir.

2.1.8 İskelet Kası Hasarı Mekanizması ve Fizyolojisi

İskelet kasları olağanüstü dokulardır. Kısılma ve enerji üretme yetenekleri sayesinde nefes alımını, yürümeyi ve günlük aktiviterin gerçekleştirilmesini sağlarlar. Travma ya da uzun ve yorucu egzersiz sonucu kaslar zarar görür, bu da ağrıya ve kasların fonksiyonlarını tam olarak yerine getirememesine neden olur. Kas hasarı meydana gelmesinde birincil neden iltihaplanma veya kalsiyum dengesizliğidir (kalsiyum homeostazı) (Tiidus, 2008). Kas hasarının mekanizmasını öğrenmek, hasarın ciddiyetini belirlemeye ve iyileşme sürecinin kısılmasına yardımcı olur. Kas hasarı, fonksiyon kaybı, kas yapısındaki mikroskobik değişiklikler ve hücre içi protein seviyelerinde artış olarak karakterize edilebilir (Tiidus, 2008). Kas hasarı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Bazı araştırmacılar (Warren ve ark., 1999), fonksiyon kaybını ölçmenin kas hasarını değerlendirmenin iyi bir yolu olduğuna inanmaktadır. Diğer araştırmacılar, kas içindeki kasılmanın neden olduğu kas hasarının neden olduğu değişiklikleri incelemişlerdir. Bu çalışmalar genellikle eksantrik kas kasılmasından kaynaklanan kas hasarını açıklar. Yüksek yoğunluklu eksantrik kas kasılmaları sarkomerin yapısını bozarak kuvvet iletiminin bozulmasına ve kuvvet üretiminin azalmasına neden olur (Tiidus, 2008). Fibril tipi ve kas hasarının incelenmesi, eksantrik kas kasılmalarından sonra hızlı glikolitik kas liflerinin yavaş kasılan kas liflerine göre daha fazla etkilendiğini göstermiştir. Hücre iskeleti (hücre iskeleti) proteinleri, yavaş kasılan fibrillerde hızlı kasılan fibrillere göre daha fazladır. Bu proteinler tekrarlanan strese karşı hücre zarını ve sarkomeri yapısal olarak güçlendirir. Ayrıca yavaş kasılan fibriller, koruyucu moleküller içeren stres proteinleri açısından zengindir. Bu proteinler, egzersizin neden olduğu eksantrik kas hasarına karşı kas hücrelerini koruyucu özelliklere sahiptir (Tiidus, 2008).

2.1.9 Kas Ağrısı Mekanizması

2.1.9.1 Sarkomerin Yapısal Bozuklukları

Eksantrik kasılmaların meydana geldiği egzersizden hemen sonra sarkomerin enine sırtlarındaki hasarın mikroskopik olarak tespit edilmesi zordur. Bazı şişmiş lifler ve kısmi ödem görünebilir. 2-3 gün sonra hücrelerde iltihaplanma, sarkoplazmik yapının bozulması ve çok sayıda şişmiş fibriller görülür (Stafforoni ve ark., 2003). Eksantrik kasılmalardan kaynaklanan sarkomer bozulmasının nedeni onlarca yıldır araştırılmaktadır. Brown ve Hill, (1991) çalışmalarında, fibrilin eksantrik kasılmasından sonra sarkomer yapısını sağlam tutmak için hızlı bir kimyasal sürecin başladığını bulmuşlardır. Tek bir eksantrik kasılmanın meydana geldiği bir egzersizde, kas lifleri mikroskopla incelendiğinde ince filamentler ile kalın sarkomer arasında bir veya iki yönde çekilerek normal konumlarından çıktıkları gözlemlenmiştir. Bu veriler, tek bir eksantrik kasılmanın bile sarkomere zarar verebileceğini göstermiştir (Tiidus, 2008).

Kas hasarının tüm nedenleri açıklanamasa da, çalışmalar birincil hasarın egzersiz sırasında bazı miyofibrillerin yapısının bozulmasıyla oluştuğunu göstermiştir. Singh ve ark., (1999), sarkomerdeki yapısal değişikliklerin 10 haftalık direnç egzersizinden sonra meydana geldiğini gözlemlenmiştir. İkincil hasar, hücre içi kalsiyum dengesinin (kalsiyum homeostazi) bozulmasıyla tetiklenir (Miliias ve ark., 2005; Cheung ve ark., 2003).

Talbot ve Morgan, (1998) kurbağalar üzerinde yaptıkları çalışmada, kuvvetin üretildiği bacak esnediğinde ve eksantrik bir kuvvet oluşturduğunda, sarkomere verilen hasarın, esneyen bacağın yan tarafındaki izometrik kasılmadan daha büyük olduğunu bulmuşlardır. Bu veriler, eksantrik kasılmanın neden olduğu kas hasarında kas uzunluğunun rolünü göstermektedir. Kasın daha fazla uzaması aynı zamanda daha fazla kas hasarı anlamına gelir. Bilgileri bir araya getirirsek sarkomerin bozulmasının sebebini açıklamak mümkün olacaktır. Çünkü iki komşu sarkomerden güçlü olan zayıf olanı çeker ve yapısını bozar. Örneğin, bir bacağın bükülmeye başlayan tarafındaki sarkomeri ele alırsak, kasın uzaması zayıf olan sarkomeri zayıflatacak ve eksantrik kasılmaların meydana geldiği kastaki hasar artacaktır (Tiidus, 2008).

2.1.10 Egzersiz Kaynaklı Kas Hasarı

Ağır ve sıra dışı egzersiz iskelet kası liflerine zarar verir; bu hasara egzersize bağlı kas hasarı denir. Ortaya çıkan ağrı GKA (Gecikmeli Kas Ağrısı) – DOMS (Gecikmeli Kas Ağrısı) olarak adlandırılır (Smith ve ark., 2000). Egzersiz sırasında ve sonrasında yumuşak doku yaralanmalarının yanı sıra hücresel düzeyde de hasar oluşur. Bu yaralanma türü terminolojide tam olarak tanımlanmamış olsa da mikrotravma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Hazar, 2004).

Kas hasarı ve GKA genellikle şiddetli ve yoğun fiziksel aktivite, özellikle eksantrik kasılmalar ile ortaya çıkar. Egzersize bağlı ÖB, fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklerle karakterizedir. GKA genel olarak miyofibril yapısındaki histolojik bozulma ve miyofibrillerde iltihaplanma olarak kabul edilir. GKA'da kas düzeyinde semptomlar; kas ağrısı, azalmış MC kapasitesi ve kas fonksiyonu şeklinde ortaya çıkabilir. GKA'da gözlenen biyokimyasal değişiklikler; Plazma proteinleri, miyogloblin, CK, LDH, troponin I ve miyosin ağır zincir seviyeleridir (Gulick ve ark., 1996; Chatzinikolaou ve ark., 2010; Nosaka ve Newton, 2002).

Egzersize bağlı kas hasarı, esas olarak, sporcunun sezon boyunca kullanılan bazı fiziksel antrenman seanslarından uzaklaşması ve erken sezon antrenmanının başlangıcında egzersizin eksantrik aşamalı alışkanlıklarını kaybetmesinden kaynaklanabilir (Cheung ve ark., 2003). Bu nedenle sporcuların müsabakalardan önce en az 2 aylık bir hazırlık süreci geçirmeleri önerilmektedir (Clear ve ark., 2002).

Araştırmalar; sporcularda kas hasarının izlenmesi, yalnızca antrenörlerin antrenman iş yükünü ayarlamasına değil, aynı zamanda sağlık personelinin de yaralanmayı önlemesine yardımcı olur. Kandaki miyogloblin konsantrasyonunun ölçülmesi kas hasarının değerlendirilmesine yardımcı olabilir. Bir çalışmada kullanılan yeni taşınabilir cihaz, miyogloblinin yerinde kolayca ölçülmesine olanak tanıyarak oyuncunun kas hasarına ilişkin gerçek zamanlı veriler sağlar. 15 erkek profesyonel futbolcuda ma öncesi ve sonrası dış yük (küresel konumlandırma sistemi parametreleri) ile i yükler (miyogloblin konsantrasyonu ve kreatin kinaz aktivitesi) arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yöntem olarak; maçtan önce (başlangıçta) ve maçtan 2, 16 ve 40 saat sonra katılımcıların parmak uçlarından tam kan örnekleri toplanmıştır. Miyogloblin konsantrasyonları IA-100 kompakt immünolojik test sistemi kullanılarak

ölçülmüştür. Kreatin kinaz konsantrasyonları bir klinik laboratuvarında ölçülmüş ve eşleşme yükleri, küresel konumlandırma sistemi cihazı kullanılarak izlenmiştir. Ortalama miyoglobin konsantrasyonu 2. saatte diğer zaman noktalarına göre anlamlı derecede yüksek olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.05$) ve maç sonrası 16 saat içinde başlangıç seviyelerine geri dönmüştür. Ortalama kreatin kinaz konsantrasyonu maç sonrasında artmış ancak anlamlı bir düzeye ulaşılmamıştır. Futbol maçı sonrasında miyoglobin tarafından izlenen kas hasarı, sprint/yüksek hızda koşu mesafesinden ziyade hızlanma/yavaşlama ölçümleriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Bulgular, miyoglobinin futbol maçı sonrası kas hasarının kreatin kinaza göre daha duyarlı bir belirteci olduğunu göstermektedir. Sporcularda miyoglobinin izlenmesi, önceki antrenman yükünden toparlanma durumlarının belirlenmesine ve uygulayıcıların antrenman yükünü yönetmesine yardımcı olabilir (Saita ve ark., 2023).

Saha oyunları eğitimine katılan 125 üniversite öğrencisi, üniversite sporlarında yarışma öncesi antrenman sırasında kas ağrısı ve yaralanmaların nedenlerini analiz etmek ve bunlarla başa çıkmanın makul bir yolunu bulmak için DOMS mekanizmasını ana yaklaşım olarak kullanarak bir araya getirildi. Egzersiz sırasında kas ağrıları ve yaralanmalar; görüşmeler, matematiksel istatistikler ve literatür taramaları yoluyla belirlenmiştir. Ağrı ve yaralanma oluşum mekanizmasını araştırmak için antrenman yükü, ağrı ve yaralanma tipi, antrenman yeteneği, ağrı seviyesi ve iyileşme süresi bilgileri kapsamlı bir şekilde analiz edildi. Özellikle birinci sınıf öğrencileri arasında, yarışma öncesi antrenman sırasında kas ağrıları ve yaralanmalar meydana geldi. Ağır egzersiz sonrası oluşan kas ağrısı DOMS'a neden olur ve kas yaralanmasına yol açar. Ani kas ağrıları ve yaralanmaları, antrenman yükü, dış iklim ortamından etkilenen su, enerji ve malzeme metabolizmasının kapsamlı sonucu olan DOMS'ın sınırı temsil ettiği kademeli bir dönüşüm sürecidir; Egzersiz yoğunluğunu, su ikmalini ve enerji ve malzeme ikmalini kontrol ederek DOMS'nin ortaya çıkışı etkili bir şekilde önlenebilir ve DOMS semptomlarından sonra zamanında iyileşme, spor yaralanmalarının oluşmasını etkili bir şekilde önleyebilir. Farklı egzersiz şiddetlerindeki DOMS mekanizmasının aydınlatılması ve beden eğitimi ve spor antrenmanlarında etkili korunma yöntemlerinin araştırılması büyük önem taşımaktadır (Zeng ve ark., 2022).

2.1.10.1 Sitoskeletal Elementler (cytoskeletal elements)

Çalışmalar, sarkomerden zara kuvvet ileten hücre iskeletinin elemanlarının eksantrik kasılmalarla hasar gördüğünü göstermiştir. Bu elementler Z-disk yapısı, sarkomer organizasyonu ve hücre bütünlüğü için önemlidir. İki tip hücre iskeleti bozukluğu tespit edilebilir. Birincisi, kasların enine köprülerinde çok özel proteinlerin nerede biriktiğini gösteren immün boyama yöntemi, ikincisi ise tüm kastaki protein miktarını belirleyen Western blot yöntemidir. Desmin, miyofibriller arasındaki sarkomeri koruyan ve Z-disk yapısının korunmasına yardımcı olan bir hücre iskeleti proteindir. Eksantrik kasılma sonucunda bazı kas liflerinde desmin yapısında ve dolayısıyla hücre zarı yapısında değişiklikler gözlenmektedir. Desmin proteini, miyofibrillerin düzenini ve bütünlüğünü korumada önemli bir rol oynar. Kısa sürede, eksantrik eğitimden 5 dakika sonra desmin proteininde azalma olduğu gözlenmiştir (Tiidus, 2008).

2.1.10.2 Hücre Zarı Yapısının Bozulması

Son araştırmalar, kreatin kinaz proteinlerinin plazma seviyelerini inceleyerek egzersizin neden olduğu kas hasarını belirlemeye çalışmıştır. Hücre zarının hasar görmesi, hücredeki proteinlerin kana sızmasına ve plazma düzeylerinin artmasına neden olur (Zhou ve ark., 2011). Kas hücresi içindeki protein kaybı da kalp kası hasarının bir göstergesi olarak kullanılır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda hücre dışı proteinlerin varlığı ve boyama tekniği ile hücre içinin renginin değişmesi kas hasarının belirtileri olarak kabul edilmekte ve kullanılmaktadır. Bu yöntemin arkasındaki fikir, hücre zarı hasarının, egzersize bağlı kas hasarı sonucunda hücre dışındaki makromoleküllerin hücre içine girmesi ve bunu kas hasarının bir göstergesi olarak kullanmasıdır (Tiidus, 2008). McNeil ve Khakee (1992), çalışmalarında fareleri yokuş aşağı koşturmuştur. Araştırmacılar, immünohistokimyasal teknik kullanarak kasların enine köprülerine serum albümini yerleştirmişlerdir. Ayrıldıktan hemen sonra triseps kasının medial başının fibrillerinde %20 serum albumin boyanması meydana gelmiştir ve albuminin hücre zarının hasar görmesi sonucu hücreye girdiği belirlenmiştir.

2.1.10.3 Uyarılma-Kontraksiyon Bağlantısı Hasarı

Birçok çalışma eksantrik kas kasılmasından büyük bir güç kaybı olduğunu göstermiştir (Nosaka ve Newton 2002; Howatson ve ark., 2007). Ancak yapısal olarak küçük hacimli hasarın büyük bir performans kaybına neden olamayacağına inanılmaktadır. Eksantrik bir kasılmanın ardından erken işlev kaybı, uyarım-kasılma bağlantısındaki bir bozulmaya bağlı olabilir. Bu bozulma, kas kasılması için hücre zarının depolarizasyonu ve kalsiyum salınımının bozulması ile ortaya çıkabilir. Aktif olmayan kastaki kalsiyum konsantrasyonu normalde düşük kalır. Kas kasılması için uyarıldığında, sarkoplazmik retikulum hücre içi kalsiyum miktarını artırarak kalsiyum salgılar. Kalsiyumun troponine bağlanması sayesinde aktin ve miyozin etkileşime girer ve kas kasılmaya başlar. Araştırmacılar, hasarın kafein ile güç kaybı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Kafein, elektriksel stimülasyona ihtiyaç duymadan kas liflerinde kalsiyum salınımını destekler. Bu yöntem, güç kaybının kalsiyum salınımından önce mi sonra mı olduğunu test eder. Warren ve ark., (1993), farelerin soleus kasını izole ederek yaptıkları çalışmada, eksantrik kasılmaların izometrik kasılmalardan daha fazla güç kaybı yaşadığını göstermişlerdir. Öte yandan kafein ile yaptıkları çalışmada eksantrik ve izometrik kasılmalar arasında kuvvet üretiminde bir fark gözlenmemiştir. Kafein teniste de kullanılmış ve etkileri araştırılmıştır.

Hornery ve ark., (2007) deney grubuna tenis maçında 2 saat 40 dakika 3 mg/kg kafein vererek performans üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Kafein kullanımı yorgunluğu azaltmış ve servis hızı sonuçlarını olumlu yönde etkilemiştir. Sonuç olarak, eksantrik antrenmandan hemen sonra meydana gelen kuvvet kaybının, kastaki yapısal değişikliklerden çok uyarılma-kasılma bağlantı sürecinin bozulmasından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Warren ve ark., (1993) iyileşme süresini artıran egzersiz sonrası güç kaybının kontraktıl proteinlerdeki azalmadan kaynaklandığını belirlemişlerdir. Mukavemet kaybının uyarılma-kasılma bağlantısının bozulmasından mı yoksa sarkomerin hasar görmesinden mi kaynaklandığı henüz bilinmemektedir.

2.1.10.4 Kalsiyum Dengesinin (Homeostasis) Bozulması

Hücre zarının hasar görmesi, hücredeki kalsiyum konsantrasyonunu artırır. Sarkoplazmik retikulum zarının hasar görmesi, hücreye kalsiyum girişini artırır.

Çalışmalar, eksantrik egzersizden sonra hücre içi kalsiyum miktarının azaldığını göstermiştir. Kalsiyuma duyarlı bir boya kullanılarak yapılan bir çalışmada eksantrik dinlenme kasılmasının bir sonucu olarak kalsiyum seviyeleri artmış, ancak kas kasılma sürecindeki kalsiyum miktarı azalmıştır (Brotto ve Nosek, 1996). Kalsiyum, kastaki fosfolipaz gibi moleküler yolları aktive edebilir. Aktive edilmiş fosfolipaz A2, hücre zarının bozulmasına ve hücre içi moleküllerin kaybına neden olabilir. Eksantrik kasılmalardan kaynaklanan geçici zar hasarı, hücreye kalsiyum akışına ve fosfolipaz A2'nin aktivasyonuna izin verir ve daha fazla kas hasarına neden olabilir. Kalsiyum ayrıca fibrilleri parçalamaktan sorumlu olan kalpein (kalpainler) enzimini de aktive edebilir. Kalpein enzimi, distrofin ve desmin gibi elementlere bağlanarak görevini yapmasını engelleyebilir. Sonuç olarak, hücre içi kalsiyumdaki artış, egzersiz sırasında veya sonrasında hücrenin sağlıklı çalışmasını engelleyen bir dizi oluşumu tetikler (Tiidus, 2008).

3 GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Etik Kurul İzni

Çalışma için Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuru yapıldı 21.02.2023 tarihli 2023-02/07 karar no'lu etik kurul raporu alınmıştır (Ek I). Ölçümler öncesi katılımcılara çalışma ile ilgili ayrıntılı bir sunum yapıldı ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatılmıştır (Ek II). Bu çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri 'ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2 Araştırmanın Modeli

Bu araştırma nicel araştırma modelinde desenlenmiş ve bireylerin ölçümleri betimsel tarama deseni kullanılarak yapılmıştır.

Deneysel araştırmalar sistematik bir metodoloji kullanmak suretiyle belli bir müdahalenin kontrol altına alınmış koşullarda belli bir sorunun çözümünde ne derece etkili olacağını görmek için yapılmaktadır. Deneysel araştırma sürecinde kullanılan birçok deneysel desen olmasına rağmen uygulama boyutunda genellikle en az 2 grubun oluşturulduğu uygulama tercih edilmektedir. Uygulamalardan sonra her 2 gruba son test uygulanır ve istatistiksel yöntemler ile gruplar karşılaştırılır. Tam deneysel modelde gruplar rastgele atanırken, yarı deneysel modelde ise gruplar rastgele yöntem ile bölünmezler. Tam deneysel model ile yarı deneysel model arasındaki tek fark bu durumdur. Bu çalışmada da grupların fiziksel, fizyolojik ve yarışma performansları göz önünde bulundurularak ayrıldığında bu araştırmada ön ve son test ölçümlerinden oluşan yarı deneysel model kullanılmıştır (Köklü ve Büyüköztürk, 2000).

3.3 Araştırma Yerleri

Çalışmaya katılan gönüllülerin laboratuvar ölçümleri, boy ve vücut ağırlığı ölçümleri, vücut yağ oranı ölçümü, wingate anaerobik testi ve maksimal egzersiz testi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Ölçüm

laboratuvarında, saha testleri, kas hasarına göre modifiye edilmiş antrenmanlar ise Bitlis İlinde bulunan spor tesisleri ve nemrut kayak merkezinde yapılmıştır.

3.4 Araştırma Grubu, Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Bitlis İlinde yaşayan 15-20 yaş aralığındaki kayaklı koşu sporcuları oluştururken, örneklemini ise Bitlis Gençlik ve Spor Kulübünde yer alan en az 5 yıl üst üste Türkiye Kayak Federasyonu tarafından düzenlenen müsabakalara katılmış olan 30 sporcu oluşturmaktadır. Kontrol grubu 12 hafta boyunca kendi takımlarının antrenman programlarına devam etmiştir. Denek grubuna, kendi takım antrenman programlarına Wong-Baker Faces Kas Ağrı Skalası ile elde edilen ağrı değerlerine göre modifiye edilmiş antrenmanlar eklenerek 12 hafta çalışma yaptırılmıştır. Antrenmanlar haftada 5 gün 1,5 saatlik süre ile on iki hafta uygulanmıştır.

Çalışmaya alınma kriterleri

- 1- 15-20 yaş aralığında olmak
- 2- En az 5 yıl üst üste kayak yarışmalarına katılmış olmak
- 3- Herhangi bir kronik rahatsızlığı olmamak
- 4- Düzenli ilaç kullanmıyor olmak
- 5- Sigara ve alkol kullanmamak
- 6- 12 haftalık antrenmanların %70 ve üzerine katılacak olmak

Çalışmadan çıkarılma kriterleri

- 1- 15-20 yaş aralığında olmamak
- 2- Herhangi bir kronik rahatsızlığı olmak
- 3- Düzenli ilaç kullanıyor olmak
- 4- Sigara ve alkol kullanıyor olmak
- 5- 12 haftalık antrenmanların %70 ve üzerine katılmamak

3.5 Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları

Araştırma Bitlis ilinde, Gençlik ve Spor Kulübünde yer alan en az 5 yıl üst üste Türkiye Kayak Federasyonu tarafından düzenlenen müsabakalara katılmış olan 30 sporcu ile sınırlı tutulmuştur.

3.6 Araştırma Yöntemi

Örnekleme grubunun tamamına ulaşılmış ve onam formunu kabul eden tüm sporcular çalışmaya katılmışlardır. Çalışmaya katılan gönüllülerin laboratuvar ölçümleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Performans Ölçüm laboratuvarında, saha testleri ise Bitlis İlinde bulunan spor tesisleri ve nemrut kayak merkezinde yapılmıştır.

Gönüllülerden ilk olarak ön-test değerleri olarak aşağıda ölçüm yöntemleri açıklanmış olan, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut yağ oranı değerlerinin sonuçları alınmıştır. Daha sonra gönüllülere maksimal egzersiz testi uygulandı ve tüketilen oksijen miktarı ($MaxVO_2$), üretilen karbondioksit miktarı (VCO_2), solunum kat sayısı (RQ), max nabız (HR), $MaxVO_2/HR$ (Tüketilen maksimum oksijen miktarını, maksimum nabıza oranı) değerleri tespit edilmiştir. Yukarıda bahsedilen bu ölçümlerden bir hafta sonra gönüllülere wingate anaerobik testi uygulandı ve bu test esnasında anaerobik güç değerlerinden Peak Power (W/kg), Average Power (W/kg), Minimum Power (W/kg), Power Drop (W/kg), Power Drop (%) ve toplam enerji üretimi sonuçları tespit edildi.

Ön test ölçümleri sonrasında, kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının etkilerinin incelenmesi adına son test sonuçlarını da değerlendirebilmek için deney gurubuna düzenli kayak antrenmanlarının yanı sıra fiziksel, fizyolojik ve yarışma performans derecelerine olumlu yönde etki edecek Wong-Baker Faces Kas Ağrı Skalasına göre modifiye edilmiş antrenmanlar uygulanmıştır. Kontrol gurubu ise rutin kayak antrenmanlarına devam etti, 12 haftalık süreçte takipleri yapıldı, çalışma sonuçlarına göre ön test-son test değerlendirmeleri yapılmıştır.

Sporcuların performanslarını değerlendirmek için ön test ölçümlerinde olduğu gibi, aynı şartlarda h/p/cosmos, Quark Cped Cosmed marka koşu bandı ve monark

marka, ergomedic 894 E model (peak bike) bisiklet kullanılarak son test ölçümleri alınmıştır. Performans testleri alındıktan sonra istatistiksel olarak ön test-son test analizleri yapılmıştır.

3.7 Ağrı Skalası

Deney grubunun modifiye antrenman programı, kendi yıllık antrenman programlarına göre uygulanıp, ağrı değerlendirme ölçeği dikkate alınarak ayarlanmıştır. Ağrı grubundaki her katılımcıyla antrenman öncesi görüşüldü ve antrenman sırasında etkilenecek kas gruplarına manuel müdahaleler yapılarak ağrının şiddeti hakkında bilgi alındı.



Şekil 5. Ağrı Değerlendirme Ölçeği

3.8 Verilerin Toplanması

Katılımcılara uygulanan antrenman protokolleri başlamadan önce sırasıyla; ön test olarak VKİ ölçümü, Wingate Anaerobik testi ve maksimal koşu egzersiz testleri yaptırılıp sonuçlar kayıt altına alınmıştır. Ayrıca katılımcıların boy ve ağırlık ölçümleri alınmıştır. Ön test ölçümleri tamamlandıktan sonra her kontrol grubuna mevcut antrenman programlarına devam etmeleri istendi ve 12 hafta boyunca takipleri yapıldı. Denek grubu katılımcılarının programları kas ağrısına göre modifiye edileceği için gerekli açıklamalar yapıldı ve 1 hafta uyum süreci çalışmaları yaptırılmıştır. Uyum süreci sonrasında 12 haftalık antrenman programlarını, her antrenman sonrasında Wong-Baker Faces Kas Ağrı Skalası baz alınarak sporcuların ağrı eşik derecelerine göre çalışmalar modifiye edilmiştir. Ağrı dereceleri; 0 ağrı yok, 1-3 hafif ağrı var, 4-6 orta ve şiddetli derecede ağrı var, 7-9 çok şiddetli acı var, 10 dayanılmaz ağrı var, şeklinde uygulandı. 1-3 arası ağrı eşliğinde antrenmanın süre ve şiddetinde arttırmalar

yapıldı. 4-6 arası orta düzeyli ağırlarda mevcut antrenmanlara devam edildi. 7-9 arası ağrı eşiğinde yüklenme antrenmanlarında şiddet ve süreleri düşürüldü. 10 yüksek oranlı ağrı eşiğinde duruma göre aktif ya da pasif dinlenme verildi. Farklı ağrı eşiği bulunan sporculara durumlarına göre farklı farklı modifiye işlemleri uygulanmıştır. 12 hafta sonunda ön test ölçüm programında olduğu gibi aynı sıra ve aynı dinlenme aralıklarıyla son test ölçümleri tekrar edilerek çalışma sonlandırılmıştır.

3.8.1 Veri Toplama Araç ve Teknikleri

3.8.1.1 Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Çalışmaya gönüllü olarak katılan sporcuların boy uzunlukları (cm) çıplak ayak ve ayaklar yere düz basmış, topuklar bitişik, dizler gergin ve baş dik şekilde dururken, standart spor kıyafetlerle kayan kaliperin çubuk kısmı başın üst tarafında durdurularak gerçekleştirilmiştir. Vücut ağırlıkları çıplak ayakla ve şortla Tanta marka BIA cihazı ile 0,1 kg hassasiyetle ölçüldü. Ayak uzunlukları 0,1 cm hassasiyetle mezura ile ölçüldü. Sporcuların yaşları nüfus kimlik bilgilerine göre kaydedildi.

3.8.1.2 Vücut Yağ Oranı Ölçümü:

Vücut yağ oranı Tanita marka vücut kompozisyonu analiz cihazı ile ölçüldü. Gönüllülerden ölçümden en az iki saat önce, ölçümden en az 4 saat önce hiçbir şey yememeleri, alkollü ve kafeinli içecekler dâhil hiçbir şey içmemeleri, saunaya veya banyoya gitmemeleri ve egzersiz yapmamaları istendi. Ölçüm sırasında deneklerin cihazın metal yüzeyi üzerinde çıplak ayakla durması, manipüle edilecek kısımlardan iki eliyle tutması ve kollarını vücutlarına paralel olarak bırakmaları sağlandı. Ölçüm sırasında cihazdan elde edilen veriler 'PBF, LBM ve BMI' kayıt altına alınmıştır.

3.8.1.3 Wingate Anaerobik Testi:

Anaerobik Wingate testi (WanT), anaerobik performansın hem laktat (ortalama güç) hem de laktik asit (en yüksek performans) bileşenleri hakkında bilgi sağlayabilen anaerobik özelliği belirlemeye yönelik testlerden biridir (Inbar, 1986).

Bisiklet ergometresindeki direnç 75 g/kg olarak ayarlandıktan sonra deneklerden 30 saniye içinde olabildiğince hızlı pedal çevirmeleri istendi. Test sonucunda

ergometreden elde edilen maksimum güç, minimum güç, ortalama güç ve yorulma indeksi verileri kaydedildi.

3.8.1.4 Maksimal Egzersiz Testi:

Test, %0 eğimde 7 km/s koşu hızı ile başlamış ve daha sonra deneklerin yorulma noktasına kadar antrenman yapabilmesi için hız dakikada 1 km/s artırılmıştır. Test sırasında maksimum kalp atış hızına ulaşan gönüllüler (maksimum kalp atış hızı - yaş = maksimum efor), solunan karbondioksitin (VCO_2) ve solunan oksijenin (VO_2) değerlere anlık oranı olarak ifade edilen solunum değişim hızı (RER) 1.10'dan yüksek ve egzersiz yoğunluğundaki artışa rağmen oksijen alımında bir plato olması VO_2 max'a ulaşma kriteri olarak kabul edildi (Staron ve Hikita, 2000). Bu kriterlerden en az ikisini aynı anda sağlayan en yüksek 15 saniyelik oksijen alım değeri VO_2 max (ml/kg/dak) olarak kabul edildi. Tükenme süresi, testin toplam süresi olarak belirlendi.

Deneklerin anaerobik eşikleri, V eğimi yöntemi kullanılarak invazif olmayan bir şekilde belirlendi (Murray ve ark., 1998). Bu yöntemde göre VO_2 eğrisinin VCO_2 'ye karşılık gelen konumu değerlendirilir. Antrenman başladığında VCO_2 ve VO_2 birbirine orantılı olarak artarken, $VCO_2 - VO_2$ oranını gösteren eğrinin eğimi yaklaşık olarak 1'e eşittir. Ancak belirli bir egzersiz seviyesinden sonra aerobik egzersizin ürettiği CO_2 metabolizmasına ek olarak, biriken laktik asit kaynaklı hidrojen iyonlarının tamponlanması sonucu açığa çıkan metabolik olmayan CO_2 nedeniyle VCO_2-VO_2 ilişkisi daha dik bir eğim göstermektedir. Bikarbonat ile VCO_2 'ye (y eksenini) karşılık gelen VO_2 eğrisini (x eksenini) çizdikten sonra, eğimi 1'e eşit (veya en yakın) ve 1'den büyük iki regresyon çizgisi oluşturmak için bir doğrusal regresyon analizi gerçekleştirilir. Bu iki regresyon çizgisinin kesiştiği nokta anaerobik eşik olarak kabul edilir ve anaerobik eşik noktasına karşılık gelen VO_2 (ml/kg/dk), kalp atış hızı ve koşu hızı (km/s) belirlenir. Solunum eşiği belirleme sırasında VE/VCO_2 yükselmeye başlarken, $PETCO_2$ 'nin düşmeye başladığı nokta solunum eşiği olarak belirlenir. Solunum eşiği, kalp hızı ve koşu hızına (km/s) karşılık gelen VO_2 değeri (ml/kg/dak) belirlenir (Murray ve ark., 1998).

3.9 Verilerin Analizi

İlk olarak çalışmada elde edilen veriler *SPSS (22)* paket programına girilmiştir. Buna göre tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistiklerde aritmetik ortalama, ortanca, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri verilmiştir. Daha sonra verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro–Wilk testi, sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiş, iki gurubun ön ve son test karşılaştırmalarında Paired-Samples T testi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiye Pearson korelasyon katsayısı ile bakılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.



4 BULGULAR

Tablo 1. Deney grubunun ön test ve son test değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik tablosu

Değişkenler	N	Min	Max	\bar{x}	S.S
Yaş	15	15,00	19,00	16,46	1,45
Ağırlık (kg)	15	45,50	68,00	59,55	5,30
Ön test peak power W/kg	15	6,93	16,52	12,71	2,82
Ön test avarage power W/kg	15	5,35	11,20	8,93	1,84
Ön test minimum power W/kg	15	1,13	8,07	5,60	2,01
Ön test power drop (%)	15	38,41	83,67	56,54	11,6
Ön test toplam enerji üretimi	15	9,02	19,84	16,34	3,84
Ön test MaxVO ₂ (ml/kg/dk)	15	45,10	73,80	62,01	8,38
Ön test RQ	15	,981	1,13	1,05	,034
Ön test max nabız HR	15	164,00	194,00	185,6	8,98
Ön test MaxVO ₂ /HR (%)	15	15,20	27,40	19,89	3,32
Ön test PBF (%)	15	4,90	24,80	13,70	6,58
Ön test LBM (kg)	15	42,90	57,00	50,84	3,86
Ön test BMI (%)	15	17,40	25,60	20,58	2,81
Son test peak power W/kg	15	6,83	20,16	14,40	3,08
Son test avarage power W/kg	15	5,10	14,36	10,76	2,16
Son test minimum power W/kg	15	2,90	9,53	7,10	1,98
Son test power drop yüzdesi	15	37,12	74,41	50,10	10,19
Son test toplam enerji üretimi	15	8,84	21,76	17,94	3,50
Son test MaxVO ₂ (ml/kg/dk)	15	49,60	77,16	64,35	8,06
Son test RQ	15	,96	1,19	1,04	,047
Son test max nabız HR	15	162,00	192,00	182,5	8,51
Son test VO ₂ /HR (%)	15	15,70	28,06	21,06	3,32
Son test PBF (%)	15	5,20	21,40	13,14	5,74
Son test LBM (kg)	15	43,40	57,70	51,53	3,82
Son test BMI (%)	15	18,00	30,10	21,30	3,51

Tablo 1 incelendiğinde, deney grubunun ön test ve son test sonuçlarına ait, kişi sayısı (N), en küçük değer (min), en büyük değer (max), ortalama (X) ve standart sapma (Ss) değerleri verilmiştir.

Tablo 2. Kontrol grubunun ön test ve son test değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik tablosu

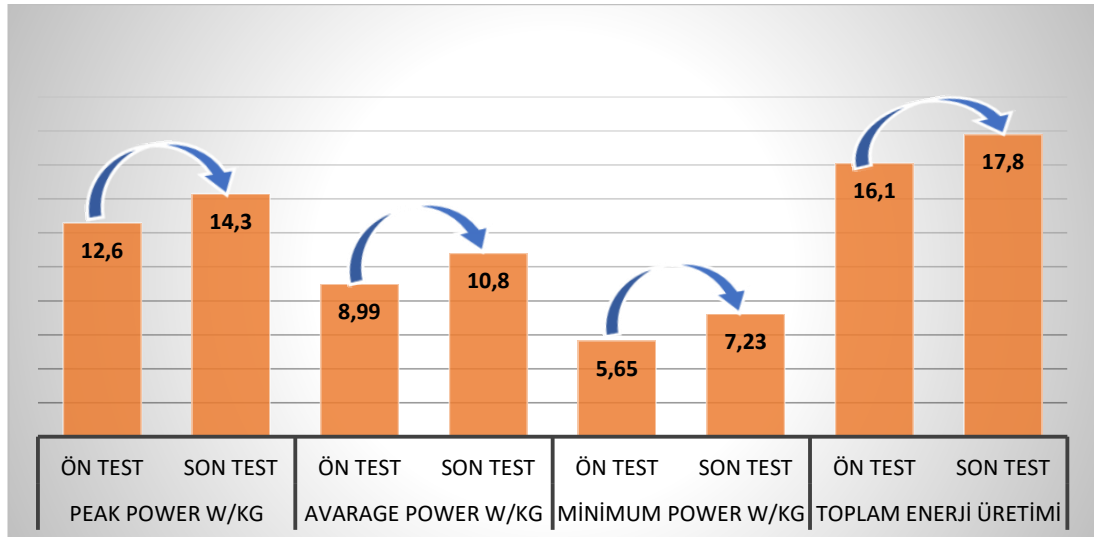
Değişkenler	N	Min	Max	\bar{x}	S.S
Yaş	15	15,00	20,00	16,26	1,57
Ağırlık (kg)	15	50,40	67,50	59,03	5,40
Ön test peak power W/kg	15	6,63	15,19	11,00	2,99
Ön test avarage power W/kg	15	5,28	10,58	7,81	1,91
Ön test minimum power W/kg	15	,61	8,22	4,98	2,23
Ön test power drop (%)	15	40,45	96,33	53,84	14,6
Ön test toplam enerji üretimi	15	6,25	20,19	12,84	4,72
Ön test MaxVO ₂ /(ml/kg)dk)	15	48,00	67,30	54,74	6,84
Ön test RQ	15	1,03	1,15	1,07	,036
Ön test max nabız HR	15	170,00	198,00	185,6	7,59
Ön test MaxVO ₂ /HR (%)	15	13,50	22,50	17,54	3,10
Ön test PBF (%)	15	,00	23,20	14,26	5,37
Ön test LBM (kg)	15	,00	56,60	47,26	13,6
Ön test BMI (%)	15	14,70	23,80	20,32	2,44
Son test peak power W/kg	15	7,52	15,26	11,32	2,91
Son test avarage power W/kg	15	5,14	10,68	8,020	1,79
Son test minimum power W/kg	15	2,81	8,59	5,50	1,75
Son test power drop (%)	15	36,92	80,60	51,29	11,2
Son test toplam enerji üretimi	15	7,86	19,51	13,35	4,14
Son test MaxVO ₂ (ml/kg/dk)	15	44,60	67,20	55,32	6,57
Son test RQ	15	1,04	1,14	1,07	,035
Son test max nabız HR	15	171,00	195,00	186,0	7,60
Son test MaxVO ₂ /HR (%)	15	13,80	22,10	17,70	2,86
Son test PBF (%)	15	,00	23,30	14,32	5,40
Son test LBM (kg)	15	,00	57,00	47,34	13,8
Son test BMI (%)	15	14,90	24,10	20,46	2,58

Tablo 2 incelendiğinde, kontrol grubunun ön test ve son test sonuçlarına ait, kişi sayısı (N), en küçük değer (min), en büyük değer (max), ortalama (X) ve standart sapma (Ss) değerleri verilmiştir.

Tablo 3. Deney Grubu Katılımcılarının Wingate Testi Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
Peak power W/kg	Ön Test	15	12,6	2,90	-3,45	,004
	Son Test	15	14,3	3,19		
Avarage power W/kg	Ön Test	15	8,99	1,89	-4,52	,001
	Son Test	15	10,8	2,19		
Minimum power W/kg	Ön Test	15	5,65	2,08	-3,91	,002
	Son Test	15	7,23	1,99		
Power drop (%)	Ön Test	15	56,1	12,01	2,06	,066
	Son Test	15	49,4	10,2		
Toplam enerji üretimi	Ön Test	15	16,1	3,93	-3,55	,004
	Son Test	15	17,8	3,60		

p<0,05



Grafik 1. Deney Grubu wingate aerobik ön-son test sonuçları

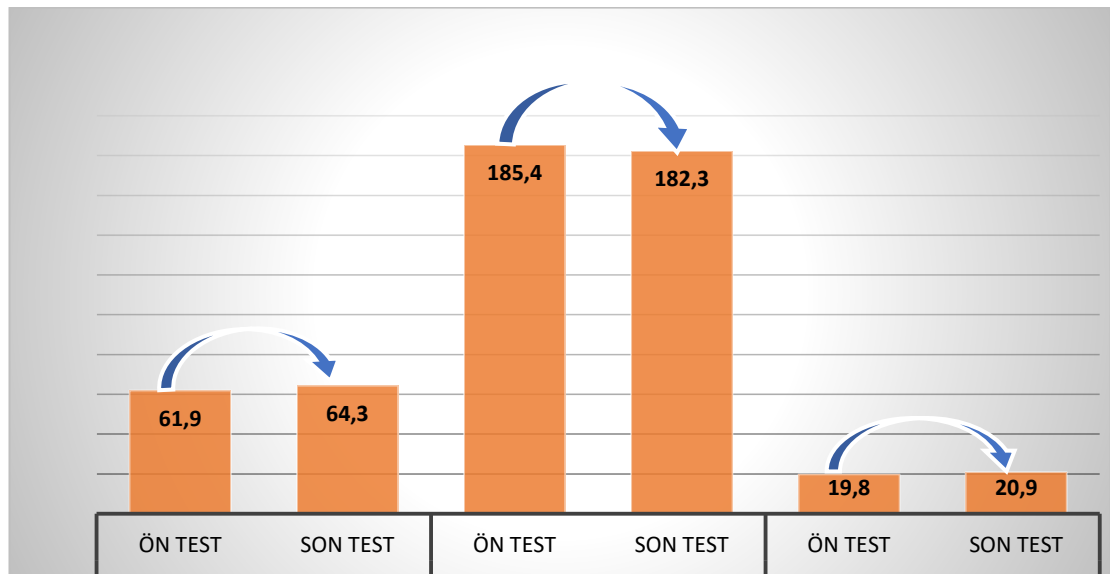
Tablo 3 incelendiğinde, peak power W/kg ön test-son test karşılaştırmalarında, son test lehine ($p=,004$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir.

Average power W/kg ön test son test karşılaştırmalarında, son test lehine ($p=,001$) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu gözlemlenmiştir. Minimum power W/kg ön test-son test karşılaştırıldığında, son test lehine ($p=,002$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. Power drop ön test-son test karşılaştırıldığında ($p=,066$) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Toplam enerji üretimi ön test-son test karşılaştırıldığında yine son test lehine ($p=,004$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. Deney Grubu Kardio Pulmoner Egzersiz Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
MaxVO ₂ /ml/kg/dk	Ön Test	15	61,9	8,68	-4,82	,001
	Son Test	15	64,3	8,36		
RQ	Ön Test	15	1,06	,035	2,00	,066
	Son Test	15	1,04	,049		
Max nabız HR	Ön Test	15	185,4	9,27	4,29	,001
	Son Test	15	182,3	8,81		
MaxVO ₂ /HR (%)	Ön Test	15	19,8	3,43	-6,37	,001
	Son Test	15	20,9	3,43		

$p<0,05$



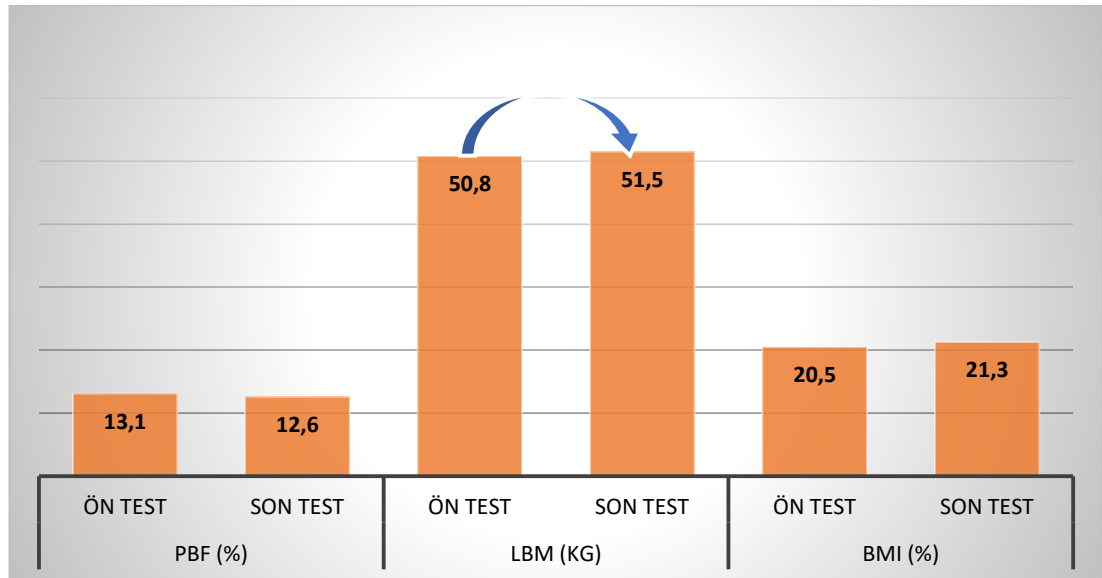
Grafik 2. Deney grubu kardio pulmoner egzersiz ön-son test sonuçları

Tablo 4 incelendiğinde, MaxVO2/(ml/kg/dk) ön test-son test karşılaştırmalarında, son test lehine ($p=,000$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir. RQ ön test son test karşılaştırmalarında, ($p=,066$) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Max nabız HR ön test-son test karşılaştırıldığında, son test lehine ($p=,001$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. MaxVO2/HR ön test-son test karşılaştırıldığında yine son test lehine ($p=,000$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Deney Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Ön test-Son Test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
PBF (%)	Ön Test	15	13,1	6,48	1,69	,114
	Son Test	15	12,6	5,62		
LBM (kg)	Ön Test	15	50,8	4,00	-3,26	,006
	Son Test	15	51,5	3,97		
BMI (%)	Ön Test	15	20,5	2,91	-1,19	,254
	Son Test	15	21,3	3,64		

$p < 0,05$



Grafik 3. Deney Grubu VKI ön-son test sonuçları

Tablo5 incelendiğinde, PBF ön test-son test karşılaştırmalarında, istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir. LBM ön test-son test

karşılaştırıldığında, son test lehine ($p=,006$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. BMI ön test son test karşılaştırmalarında, istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 6. Kontrol Grubu Katılımcılarının Wingate Testi Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
Peak power W/kg	Ön Test	15	10,8	3,03	-1,12	,283
	Son Test	15	11,1	2,95		
Avarage power W/kg	Ön Test	15	7,76	1,97	-,843	,415
	Son Test	15	7,97	1,85		
Minimum power W/kg	Ön Test	15	4,85	2,26	-1,96	,071
	Son Test	15	5,40	1,78		
Power drop %	Ön Test	15	53,7	15,2	1,09	,295
	Son Test	15	50,9	11,5		
Toplam enerji üretimi	Ön Test	15	12,4	4,63	-,811	,432
	Son Test	15	12,9	4,01		

$p<0,05$

Tablo 6 incelendiğinde, değişkenler arası ön test-son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 7. Kontrol Grubu Katılımcılarının Kardio Pulmoner Egzersiz Ön test-Son test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
MaxVO ₂ /(ml/kg/dk)	Ön Test	15	54,8	7,08	-,917	,376
	Son Test	15	55,6	6,71		
RQ	Ön Test	15	1,07	,037	-,603	,557
	Son Test	15	1,08	,035		
Max nabız HR (dk)	Ön Test	15	185,6	7,87	-,584	,569
	Son Test	15	186,1	7,88		
MaxVO ₂ /HR (%)	Ön Test	15	17,3	3,12	-,752	,465
	Son Test	15	17,5	2,89		

$p<0,05$

Tablo 7 incelendiğinde, değişkenler arası ön test-son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 8. Kontrol Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Ön test-Son Test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
PBF (%)	Ön Test	15	13,6	4,95	-,525	,608
	Son Test	15	13,6	4,98		
LBM (kg)	Ön Test	15	46,6	13,9	-,396	,699
	Son Test	15	46,6	14,0		
BMI (%)	Ön Test	15	20,1	2,40	-,764	,458
	Son Test	15	20,2	2,47		

p<0,05

Tablo 8 incelendiğinde, değişkenler arası ön test-son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Wingate Anaerobik Ön test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
Peak power W/kg	Deney	15	12,7	2,82	1,83	,088
	Kontrol	15	11,0	2,99		
Avarage power W/kg	Deney	15	8,93	1,84	1,82	,089
	Kontrol	15	7,81	1,91		
Minimum power W/kg	Deney	15	5,60	2,01	,863	,403
	Kontrol	15	4,98	2,23		
Power drop (%)	Deney	15	56,5	11,6	,574	,575
	Kontrol	15	53,8	14,6		
Toplam enerji üretimi	Deney	15	13,3	3,84	2,76	,416
	Kontrol	15	12,8	4,72		

p<0,05

Tablo 9 incelendiğinde, değişkenler arası ön test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Kardio Pulmoner Egzersiz Ön test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
MaxVO ₂ /(ml/kg/dk)	Deney	15	61,9	8,68	2,14	,051
	Kontrol	15	54,8	7,08		
RQ	Deney	15	1,06	,035	-1,19	,255
	Kontrol	15	1,07	,037		
Max nabız HR (dk)	Deney	15	185,4	9,27	-,067	,947
	Kontrol	15	185,6	7,87		
MaxVO ₂ /HR (%)	Deney	15	19,8	3,43	2,15	,051
	Kontrol	15	17,3	3,12		

p<0,05

Tablo 10 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu değişkenleri arası ön test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Ön test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
PBF (%)	Deney	15	13,1	6,48	-,232	,820
	Kontrol	15	13,6	4,95		
LBM (kg)	Deney	15	50,8	4,00	1,04	,317
	Kontrol	15	46,6	13,9		
BMI (%)	Deney	15	20,5	2,91	,458	,654
	Kontrol	15	20,1	2,40		

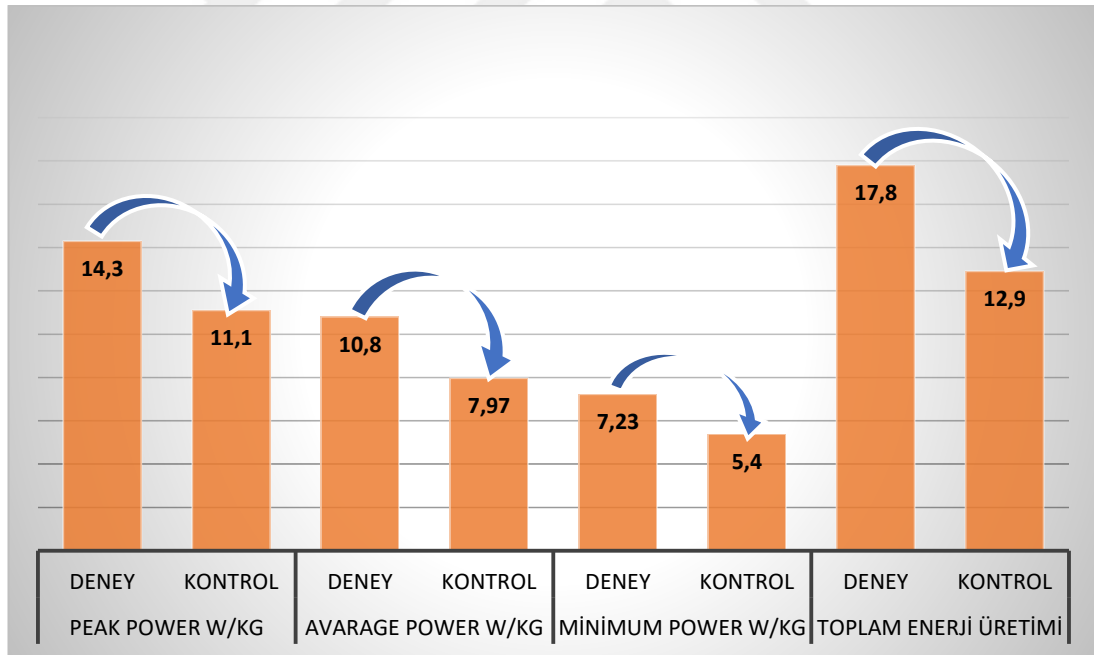
p<0,05

Tablo 11 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu değişkenleri arası ön test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Wingate Anaerobik Son test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
Peak power W/kg	Deney	15	14,3	3,19	2,78	,016
	Kontrol	15	11,1	2,95		
Avarage power W/kg	Deney	15	10,8	2,19	4,07	,001
	Kontrol	15	7,97	1,85		
Minimum power W/kg	Deney	15	7,23	1,99	2,90	,012
	Kontrol	15	5,40	1,78		
Power drop (%)	Deney	15	49,4	10,2	-,374	,714
	Kontrol	15	50,9	11,5		
Toplam enerji üretimi	Deney	15	17,8	3,60	3,45	,004
	Kontrol	15	12,9	4,01		

$p < 0,05$



Grafik 4. Deney-Kontrol Grubu wingate aerobik son test sonuçları

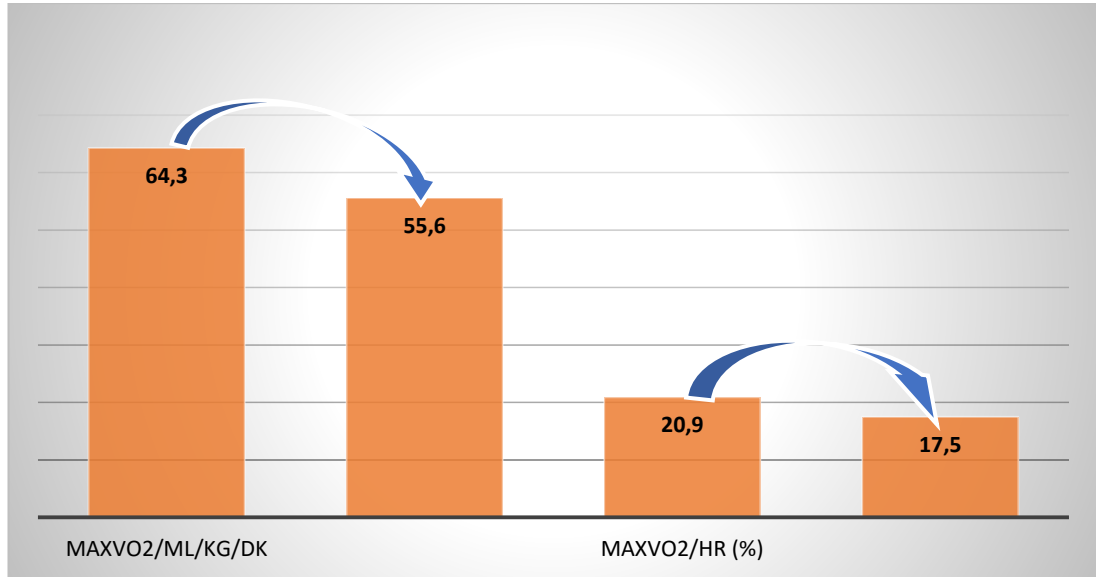
Tablo 12 incelendiğinde, peak power W/kg son test karşılaştırmalarında, deney grubu lehine ($p=,016$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir. Avarage power W/kg son test karşılaştırmalarında, deney grubu lehine ($p=,001$) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu gözlemlenmiştir. Minimum power W/kg

son test karşılaştırıldığında, deney grubu lehine ($p=,012$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. Power drop son test karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Toplam enerji üretimi son test karşılaştırıldığında yine deney grubu lehine ($p=,004$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Kardio Pulmoner Egzersiz Son test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
MaxVO ₂ /ml/kg/dk	Deney	15	64,3	8,36	2,69	,018
	Kontrol	15	55,6	6,71		
RQ	Deney	15	1,04	,049	-1,87	,084
	Kontrol	15	1,08	,035		
Max nabız HR	Deney	15	182,3	8,81	-1,43	,174
	Kontrol	15	186,1	7,88		
MaxVO ₂ /HR (%)	Deney	15	20,9	3,43	2,86	,013
	Kontrol	15	17,5	2,89		

$p<0,05$



Grafik 5. Deney ve kontrol grubu kardio pulmoner egzersiz test sonuçları

Tablo 13 incelendiğinde, son test MaxVO₂/(ml/kg/dk) deney grubu lehine ($p=,018$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Son test MaxVO₂/HR deney grubu lehine

($p=,013$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Diğer değişkenler son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının PBF-LBM-BMI Son test Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler		N	\bar{x}	S.S	t	p
PBF (%)	Deney	15	12,6	5,62	-,553	,590
	Kontrol	15	13,6	4,98		
LBM (kg)	Deney	15	51,5	3,97	1,18	,257
	Kontrol	15	46,6	14,06		
BMI (%)	Deney	15	21,3	3,64	,978	,346
	Kontrol	15	20,2	2,47		

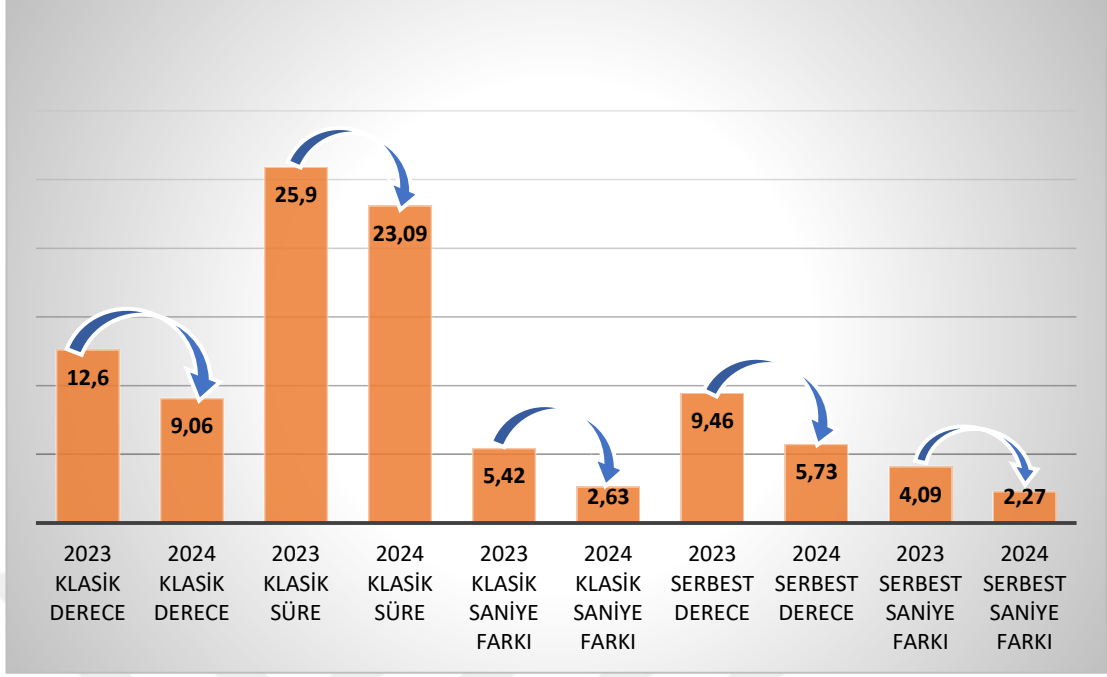
$p<0,05$

Tablo 14 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu değişkenleri arası son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 15. Deney Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 klasik derece	15	12,6	5,85	3,53	,003
2024 klasik derece	15	9,06	6,60		
2023 klasik süre	15	25,9	9,47	5,50	,000
2024 klasik süre	15	23,09	8,53		
2023 klasik saniye farkı	15	5,42	3,66	3,58	,003
2024 klasik saniye farkı	15	2,63	1,75		
2023 serbest derece	15	9,46	5,15	3,50	,004
2024 serbest derece	15	5,73	4,19		
2023 serbest süre	15	25,5	7,71	1,03	,320
2024 serbest süre	15	24,6	8,23		
2023 serbest saniye farkı	15	4,09	2,83	3,22	,006
2024 serbest saniye farkı	15	2,27	2,34		

$p<0,05$



Grafik 6. Deney Grubu 1. etap klasik-serbest stil, 2023-2024 yarışma analiz sonuçları

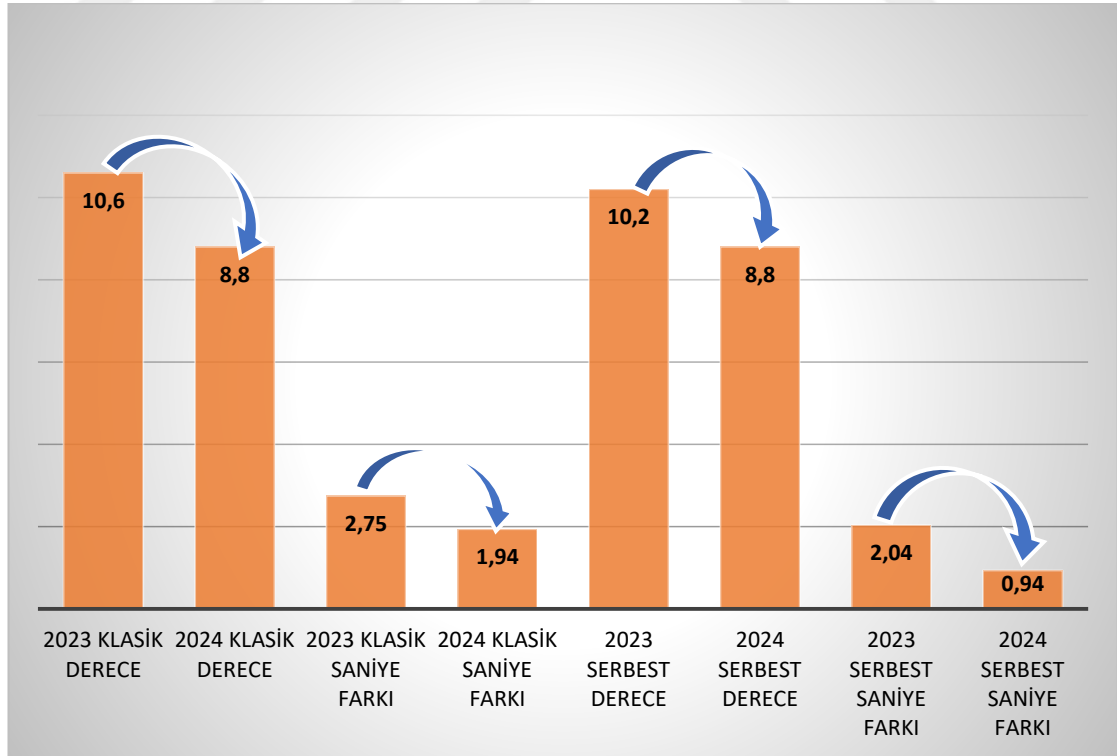
Tablo incelendiğinde; deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1. Etap klasik stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=12,6$) ile 2024 ($X=9,06$) arasında 2024 lehine, yarışma sürelerinde 2023 ($X=25,9$) ile 2024 ($X=23,09$) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=5,42$) ile 2024 ($X=2,63$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir.

Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1. Etap serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=9,46$) ile 2024 ($X=5,73$) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=4,09$) ile 2024 ($X=2,27$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Serbest stil yarışmalarında sporcuların yıl bazındaki süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 16. Deney Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2. Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 klasik derece	15	10,6	4,74	2,20	,045
2024 klasik derece	15	8,80	5,40		
2023 klasik süre	15	20,2	7,69	1,56	,141
2024 klasik süre	15	18,8	5,55		
2023 klasik saniye farkı	15	2,75	2,67	3,11	,008
2024 klasik saniye farkı	15	1,94	1,98		
2023 serbest derece	15	10,2	4,69	2,72	,017
2024 serbest derece	15	8,80	5,40		
2023 serbest süre	15	19,1	5,35	1,35	,197
2024 serbest süre	15	18,8	5,53		
2023 serbest saniye farkı	15	2,04	1,87	1,16	,015
2024 serbest saniye farkı	15	,94	1,43		

$p < 0,05$



Grafik 7. Deney Grubu 2. etap klasik-serbest stil, 2023-2024 yarışma analiz sonuçları

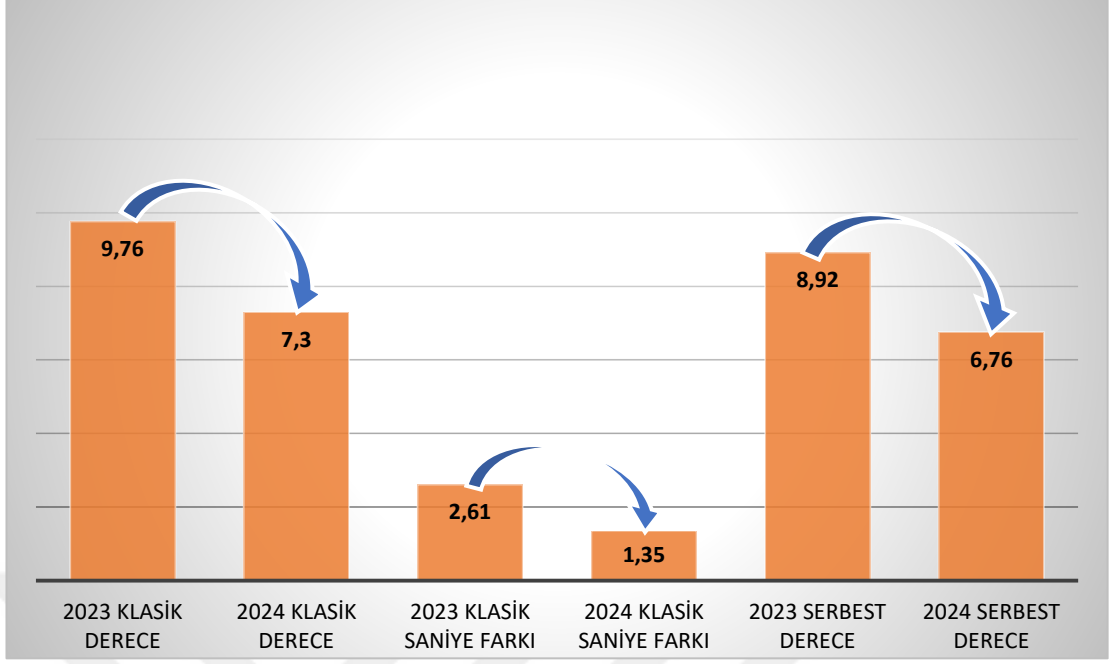
Tablo incelendiğinde; deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap klasik stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 (X=10,6) ile 2024 (X=8,80) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 (X=2,75) ile 2024 (X=1,94) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Bu yarışmada sporcuların süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 (10,2) ile 2024 (X=8,80) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 (X=2,04) ile 2024 (X=,94) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Sporcuların yıl bazındaki süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 17. Deney Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Klasik ve Serbest Stil Yarışma Sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 klasik derece	13	9,76	4,32	5,33	,000
2024 klasik derece	13	7,30	4,38		
2023 klasik saniye farkı	13	2,61	2,17	1,09	,007
2024 klasik saniye farkı	13	1,35	2,04		
2023 serbest derece	13	8,92	4,00	2,21	,047
2024 serbest derece	13	6,76	4,43		
2023 serbest saniye farkı	13	3,24	4,16	1,42	,066
2024 serbest saniye farkı	13	2,43	3,87		

$p < 0,05$



Grafik 8. Deney Grubu klasik-serbest stil 2023-2024 Türkiye Şampiyonası yarışma analiz sonuçları

Tablo incelendiğinde; deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=9,76$) ile 2024 ($X=7,30$) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=2,61$) ile 2024 ($X=1,35$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir.

Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası serbest stil yarışma derecesi karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=8,92$) ile 2024 ($X=6,76$) arasında 2024 lehine olduğu görülmüştür. Yarışmada sporcuların 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında 2024 lehine sayısal olarak gelişim gösterdiği tespit edilmiş fakat bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 18. Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 klasik derece	15	9,93	6,90		
2024 klasik derece	15	10,06	6,99	-,269	,792
2023 klasik süre	15	22,8	11,2		
2024 klasik süre	15	23,8	9,11	-,984	,342
2023 klasik saniye farkı	15	3,61	3,42		
2024 klasik saniye farkı	15	3,41	2,83	,856	,406
2023 serbest derece	15	11,6	5,91		
2024 serbest derece	15	11,1	7,27	,747	,468
2023 serbest süre	15	25,9	7,14		
2024 serbest süre	15	25,4	7,12	1,45	,169
2023 serbest saniye farkı	15	4,02	3,21		
2024 serbest saniye farkı	15	3,59	3,46	1,70	,096

p<0,05

Tablo incelendiğinde; kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1. Etap klasik stil ve serbest stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 19. Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 klasik derece	15	11,0	6,06		
2024 klasik derece	15	11,4	6,45	-,716	,486
2023 klasik süre	15	20,4	6,70		
2024 klasik süre	15	20,5	6,75	-,274	,788
2023 klasik saniye farkı	15	3,30	2,61		
2024 klasik saniye farkı	15	3,24	2,57	,543	,595
2023 serbest derece	15	10,6	6,31		
2024 serbest derece	15	10,8	6,91	-,480	,639

Tablo 19. Devamı Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Klasik ve Serbest stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 serbest süre	15	20,3	5,50	-,384	,707
2024 serbest süre	15	20,3	5,47		
2023 serbest saniye farkı	15	2,86	2,50	1,36	,193
2024 serbest saniye farkı	15	2,77	2,54		

p<0,05

Tablo incelendiğinde; kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap klasik stil ve serbest stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 20. Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Klasik ve Serbest Stil Yarışma Sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 klasik derece	12	7,50	4,79	-,1,53	,154
2024 klasik derece	12	8,91	3,62		
2023 klasik saniye farkı	12	2,70	2,38	-,1,47	,169
2024 klasik saniye farkı	12	3,02	2,43		
2023 serbest derece	12	8,00	4,69	-,137	,894
2024 serbest derece	12	8,08	4,12		
2023 serbest saniye farkı	12	2,68	1,98	-,560	,587
2024 serbest saniye farkı	12	2,75	2,04		

p<0,05

Tablo incelendiğinde; kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil ve serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 21. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Klasik stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 deney derece	15	12,6	9,47	6,14	,207
2023 kontrol derece	15	9,93	6,90		
2023 deney süre	15	25,9	9,47	,763	,458
2023 kontrol süre	15	22,8	11,2		
2023 deney saniye farkı	15	5,42	3,66	1,68	,115
2023 kontrol saniye farkı	15	3,61	3,42		
2024 deney derece	15	9,06	6,60	-4,66	,648
2024 kontrol derece	15	10,1	6,99		
2024 deney süre	15	23,1	8,53	-,222	,828
2024 kontrol süre	15	23,8	9,11		
2024 deney saniye farkı	15	2,63	1,75	-1,02	,323
2024 kontrol saniye farkı	15	3,41	2,83		

p<0,05

Tablo incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1.Etap klasik stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

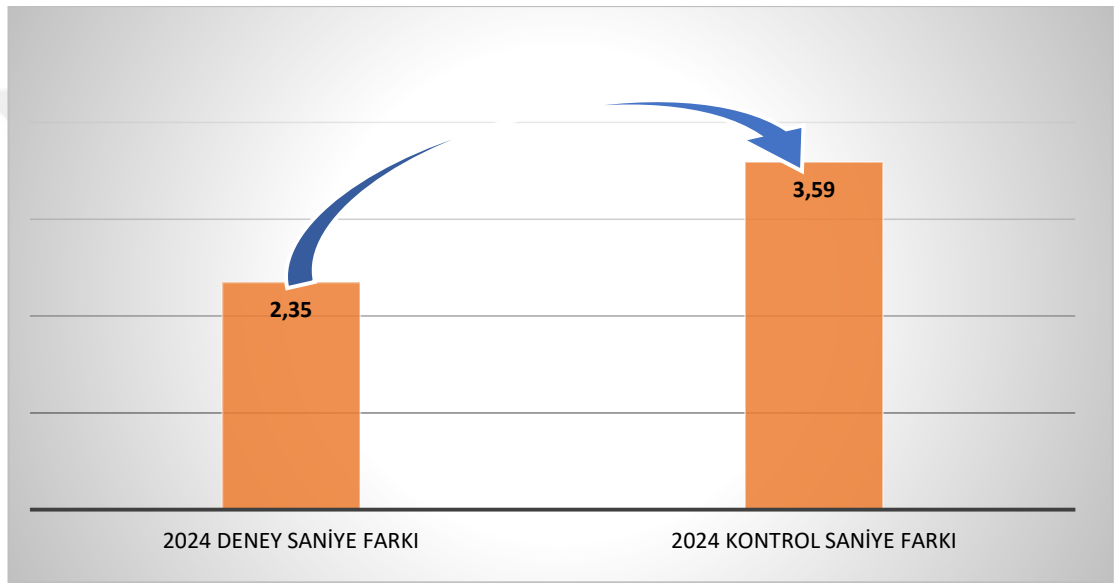
Tablo 22. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 deney derece	15	9,46	5,15	-1,23	,231
2023 kontrol derece	15	11,3	5,82		
2023 deney süre	15	26,5	7,71	-,234	,818
2023 kontrol süre	15	26,2	7,02		
2023 deney saniye farkı	15	4,09	2,83	,268	,793
2023 kontrol saniye farkı	15	3,83	3,18		
2024 deney derece	15	5,92	4,28	-2,20	,046
2024 kontrol derece	15	11,1	7,27		

Tablo 22. Devamı Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 1.Etap Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2024 deney süre	15	24,2	8,12	-,065	,349
2024 kontrol süre	15	25,4	7,12		
2024 deney saniye farkı	15	2,35	2,41	-1,27	,223
2024 kontrol saniye farkı	15	3,59	3,46		

p<0,05



Grafik 9. Deney-Kontrol Grubu 1. etap serbest stil 2023-2024 yarışma analiz sonuçları

Tablo incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 sezonu 1. Etap serbest stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu 1. Etap serbest stil yarışma derecesi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir bu fark deney ($X=5,92$) ile kontrol ($X=11,1$) arasında deney grubu lehine olduğu belirlenmiştir. Aynı yarışmada yarışma süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 23. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Klasik Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 deney derece	15	10,6	4,74		
2023 kontrol derece	15	11,0	6,05	-,249	,807
2023 deney süre	15	20,2	7,69		
2023 kontrol süre	15	20,4	6,70	-,097	,924
2023 deney saniye farkı	15	2,75	2,67		
2023 kontrol saniye farkı	15	3,30	2,61	-,675	,511
2024 deney derece	15	8,80	5,40		
2024 kontrol derece	15	11,4	6,45	-1,39	,185
2024 deney süre	15	18,8	5,55		
2024 kontrol süre	15	20,5	6,75	-,692	,193
2024 deney saniye farkı	15	1,94	1,98		
2024 kontrol saniye farkı	15	3,24	2,57	-1,85	,085

p<0,05

Tablo incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap klasik yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

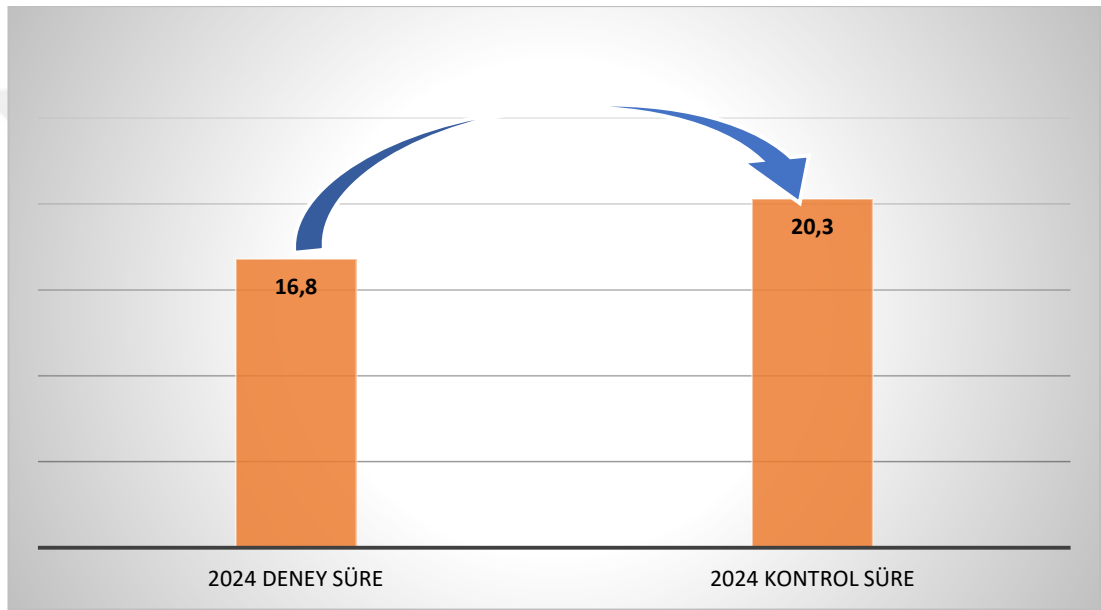
Tablo 24. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 deney derece	15	10,2	4,69		
2023 kontrol derece	15	10,4	6,31	-,254	,803
2023 deney süre	15	19,1	5,35		
2023 kontrol süre	15	20,3	5,50	-,540	,598
2023 deney saniye farkı	15	2,54	1,87		
2023 kontrol saniye farkı	15	2,86	2,50	-1,25	,230
2024 deney derece	15	8,60	5,10		
2024 kontrol derece	15	10,8	6,91	-1,17	,261

Tablo 24. Devamı Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu 2.Etap Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2024 deney süre	15	16,8	5,15	-,675	,011
2024 kontrol süre	15	20,3	5,47		
2024 deney saniye farkı	15	1,74	1,88	-1,24	,229
2024 kontrol saniye farkı	15	2,77	2,54		

p<0,05



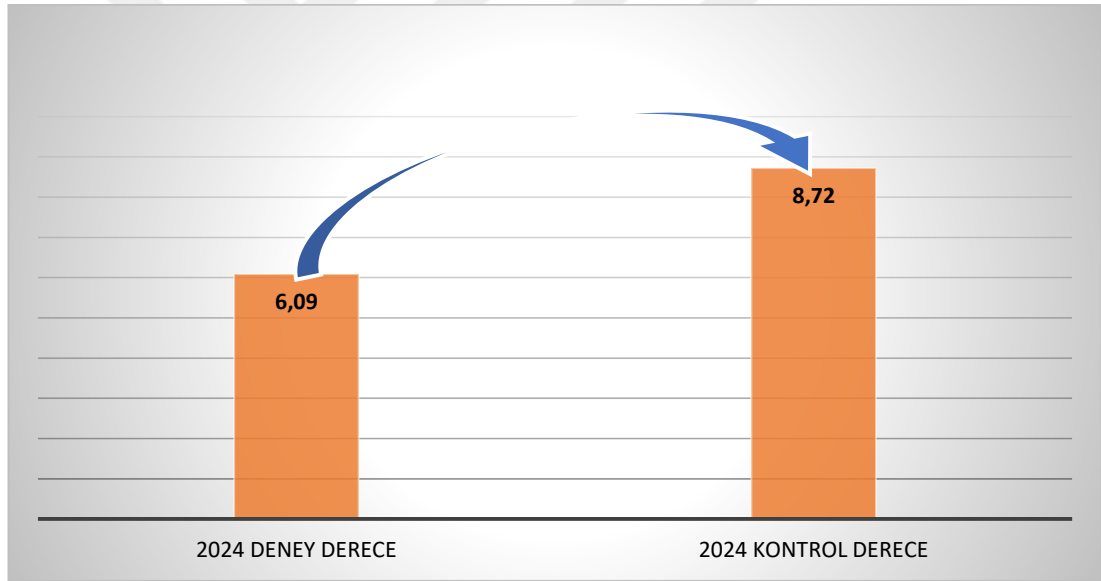
Grafik 10. Deney-Kontrol Grubu 2. etap serbest stil 2023-2024 yarışma analiz sonuçları

Tablo incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu 2. Etap serbest stil yarışma süresi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir bu fark deney ($X=16,8$) ile kontrol ($X=20,3$) arasında deney grubu lehine olduğu belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 25. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Klasik Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 deney derece	15	8,54	3,41	1,36	,204
2023 kontrol derece	15	7,18	4,89		
2023 deney saniye farkı	15	2,22	2,13	-,097	,825
2023 kontrol saniye farkı	15	2,19	2,02		
2024 deney derece	15	6,09	3,50	-2,22	,048
2024 kontrol derece	15	8,72	3,74		
2024 deney saniye farkı	15	1,93	1,92	-,847	,417
2024 kontrol saniye farkı	15	2,65	2,16		

$p < 0,05$



Grafik 11. Deney ve kontrol grubu klasik stil 2023-2024 Türkiye Şampiyonası yarışma analizleri

Tablo incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

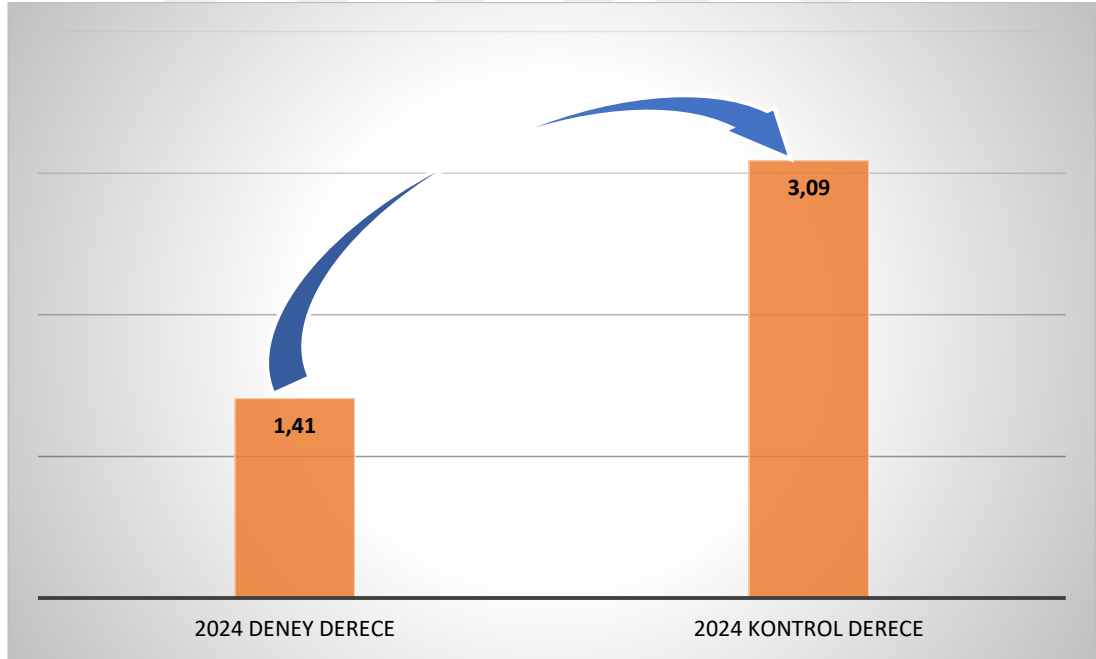
Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil yarışma derecesi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. Bu farkın deney ($X=6,09$) ile kontrol ($X=8,72$) arasında deney grubu

lehine olduğu tespit edilmiştir.1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 26. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 2023-2024 Sezonu Türkiye Şampiyonası Serbest Stil yarışma sonucu Karşılaştırma Tablosu

Değişkenler	N	\bar{x}	S.S	t	p
2023 deney derece	15	2,72	3,48	-3,37	,711
2023 kontrol derece	15	2,59	4,81		
2023 deney saniye farkı	15	3,45	3,27	2,42	,121
2023 kontrol saniye farkı	15	2,56	2,03		
2024 deney derece	15	1,41	3,32	1,74	,045
2024 kontrol derece	15	3,09	4,32		
2024 deney saniye farkı	15	2,11	3,25	-,500	,628
2024 kontrol saniye farkı	15	2,49	2,13		

p<0,05



Grafik 12. Deney-Kontrol Grubu serbest stil Türkiye Şampiyonası 2023-2024 yarışma analiz sonuçları

Tablo incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 sezonu Türkiye Şampiyonası serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.

Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası serbest stil yarışma derecesi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. Bu farkın deney ($X=1,41$) ile kontrol ($X=3,09$) arasında deney grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı gözlemlenmiştir.



5 TARTIŞMA

Pratikte, her antrenman sonrası kas hasarının tespit edilememesi önemli bir zorluk oluşturur. Kas hasarı ile kas ağrısı arasındaki sıkı ilişkiyi gösteren önceki çalışmaların ışığında (Hazar ve ark., 2006), bu çalışma; kas ağrısına göre uyarlanmış artan yüklenme antrenmanlarının klasik artan yüklenme antrenmanı ile karşılaştırılması, fiziksel, fizyolojik ve yarışma performansının gelişimi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlar. Bu tür bir araştırma, antrenman planlaması ve performans optimizasyonu açısından önemli bir adım olarak görülebilir.

Omega-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin anti-inflamatuar özellikleri ve kas fosfolipid membranlarına dahil olma eğilimleri, balık yağı takviyesinin kas hasarını azaltabileceği ve eksantrik egzersiz sonrası kas onarımını destekleyebileceği düşüncesini doğurmuştur. Ancak, dört hafta boyunca yüksek dozda balık yağı takviyesi (günde 5 g), fiziksel olarak aktif genç erkeklerde eksantrik egzersiz öncesinde kreatin kinaz seviyelerindeki artışı ve egzersiz sonrası kas ağrısını azaltmada etkili olmamıştır. Bu bulgular, Omega-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin etkinliğini daha iyi anlamak için geniş çaplı çalışmaların yapılması gerektiğini önermektedir. Ayrıca, eksantrik temelli hasar verici egzersiz sonrası kas iyileşmesini teşvik etmek amacıyla, yağ asitlerinin protein veya amino asitler gibi diğer besinlerle birlikte kullanılması daha faydalı olabilir (Mackay ve ark., 2023).

Maksimum izometrik kuvvetteki azalmaların histolojik kas hasarı ile yüksek oranda ilişkili olduğunu ve bu yaralanmanın eksantrik kasılmalar sırasında üretilen zirve kuvvet miktarı ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Eksantrik kasılmalar sırasında üretilen toplam zirve kuvvetin, uzama hızı veya kas uzunluğu değişiminden bağımsız olarak kas performansını azalttığı bulunmuştur. Yüksek kuvvetlerin üretilen kas hasarının miktarını belirlemediğini, aksine uzama kasılmaları sırasında üretilen kas lifi geriliminin önemli olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, uzama hızlarının daha fazla kas hasarına neden olduğunu bulmuşlardır (Faulkner, Brooks, ve Opitck, 1993). Bir başka çalışma, belirli güçteki eksantrik kasılmalarının, kasılma hızı, hareket aralığı, aktif kas ve kasılma sayısı eşleştirildiğinde, daha düşük eksantrik kasılmalarına kıyasla daha fazla kas hasarına neden olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmaların tümü, mekanik

faktörlerin EIMD'de rol oynadığını ve bu faktörlerin ürettiği mekanik hasarın kas lifi seviyesinde hasara dönüştüğünü göstermektedir (Lieber ve Friden, 1993).

Bu çalışmada ise; yüksek şiddetli antrenmanlar sonrası oluşan kas ağrılarının, sporcuların performanslarına, fiziksel ve fizyolojik gelişimlerine olumsuz etki etmeden müdahale ederek, bu ağrıların takip edilmesi ve kontrol altında tutabilmek için çalışmaları ağrıların şiddet durumuna göre modifiye ederek olumlu etkileri araştırılmıştır. Öncelikle deney ve kontrol grubunun ön test ve son test sonuçlarına ait, kişi sayısı (N), en küçük değer (min), en büyük değer (max), ortalama (X) ve standart sapma (Ss) değerleri verilmiştir.

Literatür araştırmalarında; kas hasarına yol açan egzersizlerin kas hipertrofisi için gereken ilk aktivasyon basamağı olduğu bilinmektedir (Evans ve Top, 1991; Folland ve ark., 2002; Goldspink, 2003; Hawke ve Garry, 2001; Smith ve ark., 1999). Eforlu sıcak çarpması (EHS), sporcular, askeri personel, itfaiyeciler ve diğer mesleki çalışanlar arasında yaygın olarak görülen, yaşamı tehdit eden bir durumdur. EHS, genellikle uzun süreli ve yorucu fiziksel veya mesleki aktivitelerle ilişkili ağır ısı stresi ve kas kasılması sonucu gelişmektedir. Bu durum, merkezi sinir sistemi fonksiyon bozukluğu ile başlar ve vücudun sabit bir termal dengeyi koruyamaması durumunda geri dönüşü olmayan çoklu organ hasarı ve yetmezliğiyle sonuçlanabilir. EHS'nin patofizyolojisi karmaşık olup, birden fazla organ ve sistemi etkilediği için, bu sistemlerdeki herhangi bir bozukluk EHS riskini artırabilir. Egzersize bağlı kas hasarının (EIMD), EHS için potansiyel bir predispozan faktör olabilecek termoregülasyon bozukluğu ve sistemik inflamasyona yol açabileceği öne sürülmüştür. Bu derlemede, EIMD'nin EHS riskini artırabileceğine dair kanıtları incelemeyi ve sıcakta yapılan egzersizlerin kas hasarına yol açarak EHS riskini nasıl artırabileceğine dair olası bir mekanizma önerme amaçlanmıştır. Ayrıca, bu durumun akut böbrek hasarı (AKI) riskini nasıl etkileyebileceği de ele alınmıştır. Bu anlayış, sıcak ortamlarda fiziksel faaliyet nedeniyle kas hasarı yaşayan bireylerde EHS ve AKI risklerini en aza indirmek açısından önemli olabilir (Li, 2021).

İskelet kaslarında, mikro yapının farklı hiyerarşik seviyelerinde hasar oluşabilir. Bu çalışmada, en yaygın ve ciddi kas yaralanmalarının meydana geldiği üçüncü (kas lifi) ve dördüncü (fasikül) hiyerarşi seviyelerinde hasar etkisi analiz edilmiştir. Model,

eksantrik kasılmalar sırasında aktif kas liflerinde hasarın nasıl başladığını ve yırtılmaların nasıl oluştuğunu incelemiştir. Kas lifleri ile endomisyum arasındaki etkileşimi de dikkate alarak, titin ve endomisyum bileşenlerinin önceden hasar görmüş fasiküllerdeki mekanik davranış üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Endomisyum genellikle kasılma kuvvetlerini iletmekle görevliyken, alınan sonuçlar önceden hasar görmüş lif bölgelerindeki yüksek gerilimlerin endomisyum tarafından aktarılmadığını ve bu nedenle bitişik sağlam liflerin iyi korunduğunu göstermektedir. Ayrıca, titin'in hasar görmüş kas liflerine olağanüstü bir stabilizasyon sağladığını ve bu sayede, ciddi şekilde hasar görmüş liflere rağmen sağlam titin varlığında fasiküllerin makroskobik gerginliklerinin neredeyse hiç azalmadığı bulunmuştur (Lamsfuss, 2022).

Yaygın olarak kullanılan yüklenme antrenmanları sonucunda kas ağrılarında artış meydana gelir, bu artışında hız ve dinamik performansta azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Kas hasarları genellikle antrenmanların erken sonlandırılmasına neden olmaktadır. Hasarının olumsuz etkileri, aksayan antrenman programlarıyla birlikte ciddi kas kayıplarına ve yıkımına yol açabilir. Çeviklik ve sprintin önemli olduğu sporlarda antrenman planlanırken yoğun eksantrik kasılmalar içeren egzersiz ve antrenmanlara yer verilmesine dikkat edilmelidir. Bu antrenmanlar sonucu oluşabilecek kas hasarı ve ağrılarının bir sonraki çalışmalar planlanırken göz önünde bulundurulması gerekir. (Akdeniz ve ark., 2012). Yapılan bu çalışma incelendiğinde, denek grubu peak power W/kg ön test-son test karşılaştırmalarında, son test lehine ($p=,004$), Avarage power W/kg ön test son test karşılaştırmalarında, son test lehine ($p=,001$), Minimum power W/kg ön test-son test karşılaştırıldığında, son test lehine ($p=,002$), Toplam enerji üretimi ön test-son test karşılaştırıldığında yine son test lehine ($p=,004$) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir. Power drop ön test-son test karşılaştırıldığında ($p=,066$) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Bu araştırmada istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunan değişkenlerin son test lehine olmasının en büyük etkisi, kas ağrılarına göre modifiye edilen antrenman programlarından kaynaklandığı söylenebilir. Benzer konularda yapılmış çalışmalar yok denecek kadar az olsa da kas hasarı ve ağrılarının gelişim için olması gerektiğinin yanı sıra, yüksek düzeydeki ağrılarının performansı olumsuz yönde etkilediğini belirten çalışmaların olması (Lieber ve Friden, 1993); (Lamsfuss, 2022),

bu çalışma kapsamında kas ağrılarının antrenman programlarında dikkate alınmasının ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Yapılan araştırmalarda, U-13 ve U-15 kategorilerinde bir futbol maçından sonra vücut yapısı ve iskelet yaşı (SA) ile kas hasarı ve gecikmiş başlangıçlı kas ağrısının (DOMS) kan belirteçlerinin davranışı arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Örneklemi U-13 kategorisinde 28, U-15 kategorisinde ise 16 futbolcu oluşturmuştur. Kreatin kinaz (CK), laktat dehidrojenaz (LDH) ve DOMS, maçtan 72 saat sonrasına kadar değerlendirilmiştir. U-13'te kas hasarı 0 saatte, U-15'te ise 0 saatten 24 saate yükselmiştir. DOMS, U-13'te 0 saatten 72 saate, U-15'te 0 saatten 48 saate çıkmıştır. SA ve yağsız kütle (FFM) kas hasarı belirteçleri ve DOMS ile anlamlı ilişkileri yalnızca U-13'te, özellikle SA'nın CK seviyesinin %56'sını ve DOMS'un %48'ini ve FFM'nin %48'ini açıkladığı 0. saatte gözlemlenmiştir. U-13 kategorisinde daha yüksek SA'nın kas hasarı belirteçleri ile önemli ölçüde ilişkili olduğu ve FFM'deki artışın kas hasarı belirteçleri ve DOMS ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, U-13 oyuncularının maç öncesi kas hasarı belirteçlerini iyileştirmek için 24 saate, DOMS'tan kurtarmak için ise 72 saatten fazla zamana ihtiyacı vardır. U-15 kategorisinin kas hasarı belirteçlerini kurtarmak için de 48 saate, DOMS'tan kurtarmak için ise 72 saate ihtiyacı vardır (Ramos-Silva ve ark., 2023). Literatür incelendiğinde; yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman, çeşitli biçimleriyle sporcuların kardiyovasküler sistemini, metabolik fonksiyonlarını ve dolayısıyla fiziksel performansını iyileştirmek için günümüzde en etkili antrenman yöntemlerinden biri olduğu görülmektedir. Sporcuların optimal stimülasyonla birkaç dakika (%90 MaxVo₂) harcayarak maksimum kardiyovasküler ve periferik adaptasyona ulaşabilmeleri mümkündür (Gibala ve Mcgee, 2012). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yöntemi sadece fizyolojik parametreleri ve performansı iyileştirmekle kalmaz, bunun yanında sporculara da yardımcı olur. Aynı zamanda performansı uzun bir süre boyunca MaxVo₂'nin %90'ının üzerinde koruyan antrenman protokolünü karakterize etmesiyle de dikkat çekmektedir (Buchheit ve Laursen, 2013). Antrenman yükünün ne olması gerektiği henüz bilinmemekle birlikte, büyük motor ünitelerin güçlendirilmesi ve kalp debisinin artırılması için egzersiz yapılması gerekmektedir. (Gibala ve Mcgee, 2012). Toplam antrenman süresi daha kısa olmasına rağmen bu yöntem fizyolojik olarak orta şiddette sürekli antrenmana göre daha etkilidir (Buchheit ve Laursen, 2013). Bu

çalışmada, deney grubu MaxVO₂/(ml/kg/dk) ön test-son test karşılaştırmalarında, son test lehine (p=,000), Max nabız HR ön test-son test karşılaştırıldığında, son test lehine (p=,001), MaxVO₂/HR ön test-son test karşılaştırıldığında yine son test lehine (p=,000) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. RQ ön test son test karşılaştırmalarında, (p=,066) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma yorumlanacak olursa; modifiye edilen antrenman programlarının Tablo 4'te fizyolojik parametreler üzerinde son test lehine istatistiksel olarak da anlamlı olduğu ve başarılı sonuçların elde edildiği gözlemlenmiştir. Yüksek yoğunluklu antrenmanların fizyolojik etkileri yapılan birçok bilimsel araştırmada da vurgulanmaktadır (Gibala ve Mcgee, 2012). Yüklenme antrenmanlarında kas hasarı sık sık karşılaşılan bir durum olduğundan, performansı koruyabilmek ve en üst seviyelere çıkarabilmek için çalışmaların böylesi durumlarda revize edilmesi, alınan anlamlı sonuçlarda etkili olmuş olabilir. Yapılan başka bir çalışmada; kas hasarı ve kas hipertrofisi arasındaki ilişki, sporcuların antrenman planlamalarında etkili bir faktördür ve bu alandaki araştırmalar, etkili antrenman yöntemleri geliştirilmesine yardımcı olabilir (Nosaka ve Clarkson, 1996).

Literatür taramasında; 15-17 yaş grubundaki güreşçilerin vücut yağ yüzdesini bir sezon boyunca incelemişler ve vücut yağ yüzdesinin 13.09'dan 11.44'e düştüğünü bulmuşlardır (Demir, 1996). Kuvvet ve dayanıklılık antrenmanlarının vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri incelendiğinde, uygulanan antrenmanlar sonucunda toplam vücut ağırlığında, vücut yağ yüzdesinde, vücut kitle indeksinde ve deri kıvrım kalınlığına ilişkin tüm ölçümlerde anlamlı bir azalma olduğu tespit edildi. Aynı zamanda vücut yoğunluğunda ve yağsız vücut kütlesinde de önemli bir artış meydana gelir (Gökdemir ve ark., 2007, Patlar ve ark., 2003). Bu çalışmada, deney grubu vücut yağ yüzdesinde (PBF) ön test-son test karşılaştırmalarında ve vücut kitle indekslerinde (BMI) ön test son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir. Yağsız vücut ağırlığı (LBM) ön test-son test değerleri karşılaştırıldığında, son test lehine (p=,006) istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmektedir. Genellikle kuvvet antrenmanlarının vücut kas kütlesinde, dayanıklılık antrenmanlarının da yağsız vücut ağırlığı üzerinde etkilerinin olduğu görülmektedir (Gökdemir ve ark., 2007, Patlar ve ark., 2003). Bu çalışmada da yağsız vücut ağırlığında son test lehine anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Kas ağırlıklarının çalışmaları

olumsuz yönde etkileyeceği düşünüldüğünde, ağrıların herhangi bir aksaklığa neden olmaması ve çalışmaların devam etmesi bu olumlu sonuç üzerinde etkili olmuş olabilir. Diğer değişkenler üzerinde rakamsal olarak olumlu sonuçlar tespit edilse de, anlamlı bir farkın olmaması deney grubunun uzun süredir bu antrenman programını kullanıyor olmalarından kaynaklanıyor olabilir.

Bu çalışma incelendiğinde, kontrol grubunda wingate aerobik, kardio pulmoner test ve vücut kitle indeksi ön test-son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Aerobik güç, egzersiz sırasında enerji üretmek için kaslara oksijen dağıtma yeteneği olarak ifade edilebilir. Bu anlamda aerobik performans, akciğerlerin fizyolojik kapasitelerine, kardiyovasküler ve hematolojik bileşenlere ve egzersiz sırasında aktif olan kasların oksidatif mekanizmalarının etkinliğine dayanmaktadır (Yıldız, 2012). 36 Tekvando sporcusu ile yapılan bir araştırmada, yüksek yoğunluklu interval antrenmanı ve tekrarlı sprint antrenmanı uygulanmış ve çalışma sonuçlarına göre yüksek yoğunluklu intervaller sırasında MaxVO₂ değerlerinde %7,01 oranında iyileşme tespit edilmiştir (Ouergui ve ark., 2020). Akılveren (2018) tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise 52 erkek futbolcuya sekiz hafta boyunca yüksek yoğunluklu interval antrenman ve tekrarlı sprint antrenmanı uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, yüksek yoğunluklu interval antrenman grubunun MaxVO₂ değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmasa da %4,83 oranında arttığı bildirilmiştir. Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde hem Tabata protokolüne göre hem de farklı formlarda yüksek yoğunluklu interval antrenmanların kullanıldığı gruplarda aerobik performans değerlerinde olumlu yönde gelişme olduğu gözlenmiştir (İpek ve Korkmaz, 2022).

Kas hasarının olumsuz etkileri ile ilgili yapılmış bir araştırmada; kas hipertrofisi için en önemli etkenlerden birinin antrenmanlar sonucu oluşan kas ağrıları olduğu ve bu ağrıların önemi belirtilmiştir. Hem amatör hem de profesyonel sporcular için bu konunun üzerinde durulması gerektiği ve kas hipertrofisini en yüksek seviyeye çıkarabilmek için kas ağrılarına göre antrenman programlarının şekillenmesi gerektiği söylenmektedir (Clarkson ve Hubal 2002). Çalışmada uygulanan, kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarının, deney grubundaki sporcuların fiziksel ve fizyolojik gelişimlerinde ne kadar önemli olduğu görülmüştür. Bu sonuç, kontrol

grubu sporcularının antrenman programlarında kas ağrısı şiddetini dikkate almamalarından, performansı olumsuz etkileyebilecek kas hasarı ve ağrılarının antrenmanlarda önemsizmediğinden kaynaklanıyor olabilir.

Egzersiz sonrası kas hücrelerinde çok küçük hasarlar meydana gelir ve bu duruma fizyolojide mikrotravma, mikro yaralanma veya kas hasarı adı verilmektedir (Smith ve Miles, 2000). Alışılmadık veya yüksek yoğunluklu bir egzersiz sonrasında iskelet kası hasarı meydana gelir ve konsantrik veya eksantrik kasılmayı içeren aktiviteler kas hasarı açısından farklı sonuçlar doğurur (Schoenfeld, 2016).

Yaşlanmanın, direnç antrenmanından sonra daha uzun süren bir iyileşme süreciyle anekdotsal olarak ilişkilendirilmesine rağmen, bu konuda mevcut literatürde net bir sonuca varılamamıştır. Bu kısa inceleme, yaşlı erkeklerde direnç antrenmanının dolaylı kas hasarı ve iyileşme belirtileri (örneğin, kas ağrısı, kan belirteçleri ve kas gücü) üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Yaşlanma, kas hasarı ve iyileşme konularında yapılan araştırmaları içeren veritabanları taranmış ve tarih sınırlaması olmaksızın 11 çalışma incelemeye dâhil edilmiştir. Bu çalışmaların dördü, yaşlı bireylerde kas hasarı semptomlarının genç popülasyonlara göre daha şiddetli olduğunu, ikisi ise bunun aksini gözlemlemiş, geri kalan altı çalışma ise yaş grupları arasında belirgin bir fark bulmamıştır. Genel olarak, yaşlı popülasyonlarda iyileşme sürecinde bir bozulma endişesi olmaksızın direnç antrenmanlarının uygulanabileceği görülmektedir. Bu alandaki bilgiyi derinleştirmek adına, araştırmacılar, yaşlı popülasyonlarda daha gerçekçi kas hasarı senaryolarını incelemeye ve egzersiz sonrası kas ağrısı ve kuvvetin iyileşmesini destekleyen mekanizmaları araştırmaya teşvik etmektedirler (Fernandes ve ark., 2021).

Yapılan bu araştırmada deney ve kontrol grubu wingate aerobik, kardio pulmoner koşu ve vücut kitle indeksi değişkenler arası ön test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmaması deney ve kontrol grubunda bulunan sporcuların aynı branşta olmaları, benzer antrenman programlarının uygulanması, teknik-taktik çalışmaların aynı olması ve çalışmaya katılımın sağlanması için gereken şartları taşımaları noktasında benzer özelliklerde olmaları ön test sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamasında etkili olduğu söylenebilir.

Kas hasarının hipertrofiye katkıda bulunduğu düşüncesi, antrenman stratejilerini belirlerken göz önünde bulundurulabilir. Bu durumun, özellikle kas hasarının şiddetine göre uygulanacak çalışmaların kas liflerinin onarımı ve yeniden yapılanması sürecinde önemli rol oynayacağı belirtilmiştir. Bu da, kas büyümesi için önemli bir etkidir. Kasların mikro düzeyde hasar görmesi, vücudun bu hasarı onarıırken daha güçlü ve büyük kas lifleri oluşturmaya yol açabilir. Ancak, bu sürecin en uygun şekilde işlemesi için çalışmaların düzenlenmesi, yeterli dinlenme ve beslenme gereklidir (Nosaka ve Clarkson, 1996).

Yapılan bir araştırmada, sistematik inceleme ve meta-analiz, ön hazırlık stratejilerinin kas hasarı göstergeleri ve ikinci bir zorlu fiziksel aktivite sonrasındaki performans ölçümleri üzerindeki etkilerini değerlendirilmesidir. PICO (nüfus, müdahale/maruz kalma, karşılaştırma ve sonuç) kriterlerini karşılayan çalışmalar bu incelemeye dâhil edilmiştir. Bu kriterler: (1) fiziksel performansı etkileyen herhangi bir engeli olmayan genel veya "eğitimsiz" popülasyonlar; (2) kaslara zarar veren kasılmaları önlemeyi ve şiddetini inceleyen paralel tasarımlı çalışmalar; (3) sonuç ölçümlerinin başlangıç ve müdahale sonrası verilerle karşılaştırılması; (4) dolaylı kas hasarı ve kas kasılma ölçümleri gibi tüm ilgili belirteçlerin değerlendirilmesi olarak belirlenmiştir. Katılımcılar son 6 ay veya daha uzun süredir kuvvet ve dayanıklılık antrenmanı yapmamış bireylerden oluşmuştur. Zarar verici fiziksel aktiviteden en az 24 saat önce yapılan tek seanslık eksantrik veya izometrik kasılma ön hazırlık egzersizi, bu tür bir ön koşullandırma yapılmayan kontrol müdahaleleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuç ölçümlerinde çalışmalar arası yüksek farklılıklar gözlenmiştir. Ayrıca, ön koşullandırma ile ikinci zararlı fiziksel aktivite arasındaki sürelerin açıklanmasındaki yetersizlik de bir sınırlama olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; ön koşullandırma, kreatin kinaz salınımını, gecikmiş başlangıçlı kas ağrısını, maksimum istemli kasılma gücü kaybını ve hareket açıklığındaki azalmayı önemli ölçüde azaltmıştır. Bu bulgular, ön koşullandırmanın şiddetli EIMD'yi önleyebileceğini ve kas gücü üretim kapasitesinin iyileşmesini hızlandırabileceğini göstermektedir (Boyd ve ark., 2023).

Egzersize bağlı kas hasarı (EIMD), güç ve atletik performansta geçici düşüslere neden olabilir. Bu durumun, kas mikrovasküler hasarına ve kan akışındaki bozulmalara bağlı olduğu düşünülmektedir. Önceki araştırmalar, titreşim terapisi (VT)

uygulamasının kas kan akışı, oksijenlenme ve kuvvet üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermiştir. Bu çalışmada her iki grupta kas hasarını tetiklemek amacıyla, maksimum 1 tekrarın %70'inde 10 set 10 eksenrik bilek fleksiyonu gerçekleştirildi. Flexor carpi ulnaris kasının oksijen saturasyonu ve el bileği fleksör kuvveti, egzersizden 1, 24 ve 48 saat sonra değerlendirildi. Deney grubuna, egzersizden 1 saat sonra başlayarak 10 dakika boyunca lokal VT (45 Hz) uygulanmış ve bu işlem 48 saat boyunca, günde iki kez (8 saat arayla) tekrarlanmış. Kontrol grubuna ise VT uygulanmamıştır. Zaman içinde yeniden saturasyonunda belirgin bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$). VT grubu, kontrol grubuna kıyasla 1. saatte ($p = 0.007$, $d = 2.6$), 24. saatte ($p = 0.001$, $d = 3.1$) ve 48. saatte ($p = 0.035$, $d = 1.7$) daha yüksek bir saturasyon oranı göstermiştir. EIMD öncesinde kavrama kuvvetinde herhangi bir fark gözlenmemiştir, ancak VT grubunda, EIMD sonrasındaki 1. saatte ($p = 0.004$), 24. saatte ($p = 0.031$) ve 48. saatte ($p = 0.021$) kontrol grubuna göre daha yüksek kuvvet artışı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, lokal VT'nin EIMD'nin etkilerini başarıyla hafiflettiğini ve fleksor carpi ulnaris kasında yeniden saturasyonunu artırdığını göstermektedir. Bu nedenle, EIMD sonrası iyileşme protokolüne lokal VT'nin dahil edilmesi, rehabilitasyon ve kuvvet antrenmanı açısından faydalı olabilir (Percival ve ark., 2022).

Yapılan bu araştırma incelendiğinde, deney ve kontrol grubu Peak power W/kg son test karşılaştırmalarında, deney grubu lehine ($p=,016$), Avarage power W/kg son test karşılaştırmalarında, deney grubu lehine ($p=,001$), Minimum power W/kg son test karşılaştırıldığında, deney grubu lehine ($p=,012$), Toplam enerji üretimi son test karşılaştırıldığında yine deney grubu lehine ($p=,004$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Power drop son test karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Bu farklılıkların sebebi olarak; deney grubu sporcularının antrenman programlarının kas ağrısı şiddetlerine göre revize edilmesi gösterilebilir.

Yapılan başka bir çalışmada da egzersiz sonrası spor masajının CK düzeyindeki artışı yavaşlattığı ve egzersiz öncesi durumuna döndürdüğü ileri sürülmüştür (Smitth ve ark., 1995). Yapılan bu araştırma gösteriyor ki ağrılara göre tasarlanmış çalışmalar, oluşabilecek olumsuzlukları ortadan kaldıracak gibi performansın pozitif yönde gelişimi noktasında da etki edeceği düşünülebilir. Highton ve ark., (2009)'da yapmış

oldukları çalışmada; egzersize bağlı kas hasarının çeviklik ve sprint performansı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Araştırmaya 12 sağlıklı genç katılmıştır. Denekler kontrol grubu ve deney grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Deney grubuna 100 adet pliometrik sıçramadan oluşan egzersiz protokolü uygulanmıştır. Tüm deneklerin algılanan kas ağrısı, diz ekstansör kaslarının maksimum kuvveti, çeviklik testi ve sprint testinin normal değerleri 24 saat, 48 saat ve 168 saat sonra ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; deney grubundaki kas ağrıları 24 ve 48 saat sonra normal değerlere göre anlamlı derecede arttığı ve izokinetik kuvvet değerleri önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Değişkenlerin her iki değeri de 168. saatte normal değerlere döndüğü, aynı zamanda hız ve çeviklik testi sürelerinde 24 ve 48. saatlerde önemli düşüşler gözlemlendiği bildirilmiştir. Araştırmacılar bu sonuçların, egzersizin neden olduğu kas hasarının hız ve çeviklik performansını kötüleştirdiğini belirtmiştir. Literatürde kas hasarının ve kas ağrısının atletik performans üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Twist ve ark., 2005; Highton ve ark., 2009; Nguyen ve ark., 2009; Burt ve Twist, 2011; Akdeniz ve ark., 2012). Highton ve ark., (2009)'da yaptıkları çalışmada bireylere 100 derinlik sıçraması yaptırarak kas hasarının oluşması sağlanmıştır. Bu çalışma sonucunda 100 derinlik sıçramasının neden olduğu kas hasarının sprint süresi üzerine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olumsuz etki yaptığı tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmada; yüksek şiddetli çalışmaların kas hipertrofisinde ve gelişiminde ne kadar önemli olduğu bilinmektedir. Fakat kas hasarı ve ağrılarının şiddetleri arttıkça fiziksel ve fizyolojik anlamda, sporcu performanslarında olumsuz yönde etkileyeceği de bilinmektedir. Artan yüklenme çalışmalarında da kas ağrıları beklenen bir durumdur. Bu ağrıların takip edilmesi ve tedavi edilmesi gerekmektedir. Antrenman öncesi ısınma egzersizleri, esneme egzersizleri, antrenman sonrası aktif soğuma ve masajlar da önleyici etki göstermektedir (Merrigan ve ark., 2022). DOMS bir müsabakadan önce meydana geldiğinde akciğer performansı üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilir. Bu nedenle antrenman ve egzersiz programlarını tasarlarken bu faktörün programlara dâhil edilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca DOMS ortaya çıktığında, tedavi protokollerinin geliştirilmesi de önemlidir (Ozden ve ark., 2023).

Bu çalışma incelendiğinde, wingate aerobik son test MaxVO₂/(ml/kg/dk) deney grubu lehine (p=,018), son test MaxVO₂/HR deney grubu lehine (p=,013) istatistiksel olarak anlamlıdır. Diğer değişkenler son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Yukarıda belirtilen literatür çalışmalarında; kas hasarı ve kas ağrılarının sporcuların performansını olumsuz yönde etkilediği yönündedir. Fiziksel olarak da gelişim için önemli olan kas hasarlarının tedavi edilmediğinde kas yıkımına neden olduğu bilinmektedir. Kas yıkımı performansı olumsuz yönde etkileyen nedenler arasında gösterilmektedir. Toparlanmanın hızlanması, bir sonraki antrenmana hazır hale gelme ve ağrılarının performansı olumsuz yönde etkilememesi için modifiye edilen antrenman modellerinin bu çalışmada alınan olumlu sonuçların, deney grubu lehine olmasına etki ettiği söylenebilir. Çalışma incelendiğinde, deney ve kontrol grubu VKI vücut kitle indeksi değişkenleri arası son test karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni deney ve kontrol grubu sporcularının vücut kitle indekslerine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etki edecek, genel anlamda süre ve şiddet bakımından farklılık oluşturacak antrenman programlarının olmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Literatür araştırmasında; kas ağrılarına yönelik modifiye edilmiş direnç egzersizlerinin, orta düzeyde hasar stratejisi kullanıldığında kas kuvveti gelişimini nispeten daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda kas ağrıları, mikro antrenman planlanırken optimal yükün belirlenmesinde önemli bir gösterge olarak kullanılabilir (Şengür, ve ark., 2022). Yapılan başka bir çalışmada çalışmaların şiddetinde oluşan sarkollemma gibi kas problemlerinin giderilmesi, çalışmaların olumlu sonuçlar vererek kas kütle artımını ve performans gelişim sürecini hızlandırdığı belirtilmiştir. Egzersiz kaynaklı kas krampları (EIMD) ve gecikmiş kas ağrıları (DOMS), antrenman ve müsabakalardan sonra ortaya çıkmaktadır. EIMD, oldukça eksantrik kontrollü, ortak bir durumu takip eden uygulamalardır (Douglas ve ark., 2017). Özellikle sprint koşuları sonrasında yavaşlamak ve durmak bacak kaslarına zarar verebilir (Phomsoupha ve ark., 2018). Başka bir çalışmada sporcuda EIMD, antrenman sırasında ya da müsabakadan 14 gün sonra meydana gelmiştir ve bu durum sporcuda bazı fonksiyonel yetenekleri kaybıyla sonuçlanmıştır (Byrne ve ark., 2001). Sporcu için kas krampları ve kas ağrıları, fiziksel performansın düşmesi ve

kuvvet üretiminde zorlukların meydana gelmesiyle birlikte stresli bir duruma yol açmaktadır (Marcora ve Bosio, 2007; Twist ve Eston, 2009). Bu ağrıların şiddeti performansın düşme oranına da etki ettiği belirtilmiştir (Douglas ve ark., 2017). EIMD ve DOMS, kas performansının ilerleyici kaybı ve kas gücü performansının azalma olasılığı nedeniyle sporcular için önemlidir (Owens ve ark., 2019). Fizyologlar genel olarak yorgunluğu kas kuvvetinin azalması olarak tanımlamış ve bunun sporcunun yavaşlamasına neden olduğu sonucuna varmışlardır. Öte yandan spor bilimcileri müsabaka sırasındaki yorgunluğu, performansı kapsamlı bir şekilde düşüren bir antrenman bozukluğu olarak tanımlamaktadır (Knicker ve ark., 2011).

Bir dağ ultramaratonu (MUM) sonrasında kas zarı bozulmasının ve inflamasyonun iyileşmesinin, yarış performansı ve yarış sonrası fiziksel aktivite ile ilişkili olup olmadığını incelemeyi amaçlamıştır. Sonuçlar, yarış süresinin, kas hasarının iyileşmesi üzerinde, yarış sonrası fiziksel aktivite yoğunluğundan daha büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, inflamatuvar aktivitenin normale dönmesi, MUM sonrası kas hasarının iyileşmesinden daha uzun sürmekte, yarış süresiyle ilişkili olmamakta ve yarış sonrası fiziksel aktivite ile yalnızca hafif bir ilişki göstermektedir (Martinez-Navarro ve ark., 2022). Yapılan bu çalışma incelendiğinde; deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1. Etap klasik stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=12,6$) ile 2024 ($X=9,06$) arasında 2024 lehine, yarışma sürelerinde 2023 ($X=25,9$) ile 2024 ($X=23,09$) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=5,42$) ile 2024 ($X=2,63$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1. Etap serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=9,46$) ile 2024 ($X=5,73$) arasında 2024 lehine ve 1. olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=4,09$) ile 2024 ($X=2,27$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Serbest stil yarışmalarında sporcuların yıl bazındaki süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap klasik stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı

farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=10,6$) ile 2024 ($X=8,80$) arasında 2024 lehine ve 1. olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=2,75$) ile 2024 ($X=1,94$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Sporcuların süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=10,2$) ile 2024 ($X=8,80$) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=2,04$) ile 2024 ($X=,94$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Sporcuların yıl bazındaki süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=9,76$) ile 2024 ($X=7,30$) arasında 2024 lehine ve 1. Olan yarışmacı ile aralarındaki saniye farkında ise 2023 ($X=2,61$) ile 2024 ($X=1,35$) arasında yine 2024 lehine olduğu tespit edilmiştir. Deney grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası serbest stil yarışma derecesi karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Bu fark yarışma derecelerinde; 2023 ($X=8,92$) ile 2024 ($X=6,76$) arasında 2024 lehine olduğu görülmüştür. Yarışmada sporcuların 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında 2024 lehine sayısal olarak gelişim gösterdiği tespit edilmiş fakat bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir.

Kasılmayı etkileyen bazı özellikler: egzersiz süresi, kas uzunluğu, büyüme hızı ve yaralanma anındaki en yüksek güç, kas ağrısının boyutunu belirlemek için ön bilgi sağlar (Donnelly ve ark., 1992). Genel olarak meta-analizler, egzersiz sonrası kreatin monohidrat (CrM) takviyesinin paradoksal bir etkisini göstermiştir; burada CrM, akut bir antrenman tepkisi olarak egzersize bağlı kas hasarını en aza indiriyor gibi görünebilir, fakat bu eğilim kronik bir antrenman tepkisinden de kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle; CrM, tek bir zorlu egzersizden kaynaklanan kas hasarının düzeyini azaltmada etkili olabilir, ancak antrenmanın neden olduğu stres, uzun süreli CrM takviyesinin ardından daha da kötüleşebilir. Her ne kadar CrM'nin uzun süreli

kullanımının antrenman adaptasyonlarını arttırdığı bilinsede, kronik bir antrenman tepkisi olarak artan egzersiz kaynaklı kas hasarı seviyesinin, CrM takviyesi ile kronik antrenman adaptasyonlarını geliştirmek için potansiyel mekanizmalar sağlayıp sağlayamayacağı henüz doğrulanmamıştır (Doma ve ark., 2022). Ağır hasar görmüş kasların kuvvet üretme yeteneğinin azaldığı rapor edilmiştir. Aşırı hasar, bireyin antrenman yeteneğini etkileyebilir ve bu durumda kas büyümesi ve gerilmeleri üzerinde olumsuz bir etkiye neden olabilir. Strese bağlı yaralanmalardan sonraki erken iyileşme döneminde kullanılması, kontraktıl yapıların yenilenmesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir (Krentz, 2010; Nosakan, 2003). Orta derecede hasara neden olan antrenman uygulamalarının hipertrofik tepkiye uygun olduğu bildirilmektedir. Çalışmada belirlenen hipertrofi değerleri, her iki antrenman yaklaşımının da benzer sonuçlar ürettiğini ancak modifiye kas ağırları grubunda kuvvet gelişimi üzerinde anlamlı derecede daha büyük bir etki olduğunu gösterdi (Schoenfeld, 2012). Çalışma incelendiğinde; kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1. Etap klasik stil ve serbest stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmadaki diğer sonuçlar incelendiğinde; kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil ve serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Performans anlamında birbirine benzer iki grubun, çok yakın antrenman programları uygulamasına rağmen, sadece çalışmalara ek olarak sporcuların kas ağrısını takip eden, çalışmalarda göz önünde bulunduran denek grubunun, kontrol grubuna oranla aldığı sonuçlar azımsanmayacak kadar önemlidir. Kontrol grubunun istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar alamamasının sebebi, kas ağrı problemlerinden kaynaklanıyor olabilir.

Yapılan literatür araştırmasında; ağrı ve standart kuvvet gruplarının çevre ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında anlamlı farklılık bulunmasa da kas gelişiminin ağrı grubunda daha iyi olduğu belirtilmiştir (Şengür, ve ark., 2022). Çalışmalar, kuvvet egzersizlerinin kas gücünü ve boyutunu önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Özellikle rekabetçi sporlarda güç, sezon başında sıklıkla kullanılan özelliklerden biridir ve tüm sezon boyunca geliştirilmeye ve sürdürülmeye çalışılır. Etkin ve verimli kuvvet gelişimini sağlamak amacıyla çeşitli antrenman yöntem,

uygulama ve stratejileri geliştirilmiştir. Antrenman planlaması sırasında bir sonraki yükün süresi, şiddeti ve seviyesi doğru planlanırsa ve sporcuya optimal yükten daha düşük veya daha yüksek bir yük uygulanırsa istenilen iyileşme yerine performans kaybı yaşanabilir. Bu anlamda optimal yükün ve yeterli toparlanmanın sağlanması için optimal dinlenme süresinin belirlenmesi gelişim için en önemli unsurdur. (De Freitas ve ark., 2011; Kraemer ve Ratamess, 2004). Bu çalışmada yapılan araştırma sonuçları ile literatür çalışmaları arasında paralellik olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 1. Etap klasik stil ve serbest stil yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu 1. Etap serbest stil yarışma derecesi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir bu fark deney ($X=5,92$) ile kontrol ($X=11,1$) arasında deney grubu lehine olduğu belirlenmiştir. Aynı yarışmada süre ve 1. ile aralarındaki saniye farkında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma incelendiğinde; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap klasik yarışma derecesi, süresi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenense de 2024 yılında düzenlenen yarışmalarda denek grubunun performanslarının gözle görünür gelişimi, bu çalışmanın önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu 2. Etap serbest stil yarışma süresi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir Deney ($X=16,8$) ile kontrol ($X=20,3$) grubu arasında deney grubu lehine olduğu belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 ve 2024 sezonu 2. Etap serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı fakat rakamsal olarak sonuçların 2024 yılı yarışmalarında denek grubu lehine olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan araştırmalarda; kas hasarına yönelik egzersizlerin kullanımının, kas ağrıları ve CK düzeyleri üzerinde olumsuz etkisi olmuş ve bu etkinin egzersizden 48 ve 72 saat sonrasına kadar sürdüğü ifade edilmiştir. Ayrıca fiziksel performans puanları olarak ölçülen hız performansını da olumsuz etkilediği ancak denge ve güç performansı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Özellikle performans sonuçlarının literatürden farklı olmasının nedeni olarak ölçüm yöntemimizin dolaylı

bir ölçüm olması gösterilebilir. Performans ölçümü genellikle doğrudan izotonik cihazlar kullanılarak gerçekleştirilir. Çalışmanın sonuçlarına ve literatüre dayanarak sporcuların kandaki CK düzeylerini arttırması, kas ağrısına neden olması ve zayıflamaya yol açması nedeniyle özellikle yarışma aşamasında eksantrik veya bilinmeyen kasılmalar içeren egzersizler yapmaktan kaçınmasını önerilmiştir (Uçan ve ark., 2018).

Bezelye proteini, peynir altı suyu proteini ve saf su takviyesinin kas hasarı, iltihaplanma, gecikmiş kas ağrısı başlangıcı (DOMS) ve 90 dakikalık eksantrik egzersiz seansını takiben 5 gün boyunca fiziksel kondisyon testi performansı üzerinde karşılaştırması yapılan çalışmada atletik olmayan obez erkekler (n = 92, yaş 18-55). İki protein kaynağı (0.9 g protein/kg, üç günlük doza bölünmüş) çift kür bir şekilde uygulanmış ve eksantrik antrenman protokolü ciddi kas hasarına ve ağrıya neden oldu ve bench press ile 30 saniyelik kanat performansında azalmaya neden oldu. Peynir altı suyu proteini takviyesi, tek başına suya kıyasla kas hasarının biyobelirteçlerinin egzersiz sonrası kandaki düzeylerini önemli ölçüde azalttı; iyileşmenin dördüncü ve beşinci günlerinde kreatin kinaz ve miyoglobin için büyük etki büyüklükleri olan (Cohen d > 0.80); Bezelye proteini takviyesi suya kıyasla orta düzeyde, anlamlı olmayan bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Cohen's d < 0.50); Peynir altı suyu ve bezelye proteini arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Su takviyesiyle karşılaştırıldığında peynir altı suyu ve bezelye proteininin DOMS ve egzersiz sonrası kondisyon testleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, yoğun eksantrik egzersizden sonra 5 gün boyunca yüksek peynir altı suyu proteini alımı, kas hasarının biyobelirteçlerinin akışını azaltırken, bezelye proteini alımının orta derecede bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Niemann ve ark.,2020).

Khan ve ark., (2016)'da yapmış oldukları bir araştırmada 15 erkek futbolcuyla bir çalışma yürütmüşler; futbola özgü kas hasarına neden olan bir sprint protokolünü denekler üzerinde kullanmışlardır. Kas hasarının göstergeleri olarak bilinen kas ağrısı, eklem hareketliliği, kas gücü, CK düzeyleri ve laktat dehidrojenaz enzimini; fiziksel performansa ilişkin olarak, sprint protokolünden önce (normal değer) ölçtüler ve sprint protokolünden hız, çeviklik, kuvvet ve dinamik dengeyi ölçmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre; kas ağırları, CK ve laktat düzeylerinin normal değerlere göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kas hasarına neden olan futbola özgü

sprint protokolünün uygulanmasından dolayı deneklerin hız, çeviklik, kuvvet ve denge puanlarının kas hasarı dolayısıyla olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Genellikle kastaki artan laktat konsantrasyonunun neden olduğu DOMS, antrenmanı engelleyen kas ağrılarına, sertliğine ve gerginliğine neden olarak sporcuların performansını olumsuz yönde etkileyebilir. Kas ağrısı, vücut için olumsuz bir geri bildirim döngüsünü temsil edebilir, belirli bir aktiviteye katılımı ve dolayısıyla performansı sınırlayabilir (Knicker ve ark., 2011). Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası klasik stil yarışma derecesi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Bu farkın deney ($X=6,09$) ile kontrol ($X=8,72$) arasında deney grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada; deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2023 sezonu Türkiye Şampiyonası serbest stil yarışma derecesi ve 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Deney ve kontrol grubu katılımcılarının 2024 sezonu Türkiye Şampiyonası serbest stil yarışma derecesi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Bu farkın deney ($X=1,41$) ile kontrol ($X=3,09$) arasında deney grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. 1. ile aralarındaki saniye farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir.

Üst bölümde; kas hasarı ve ağrısı ile ilgili yapılan araştırmalar, bu çalışmada alınan sonuçları desteklemektedir. İstatistiksel olarak anlamlı sonuçların tespit edildiği yarışma sonuçlarında, avantaja çevrilen kas ağrılarının performans üzerindeki olumlu etkilerinden kaynaklandığı söylenebilir. İstatistiksel olarak anlamlı olmayan ama rakamsal olarak olumlu yönde alınan sonuçların kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayak antrenmanlarından etkilendiği söylenebilir. Sporcu takibinin iyi yapılması, çalışma şiddet ve sürelerinin kas ağrılarına göre şekillendirilmesinin faydaları olabilir. Genellikle kastaki artan laktat konsantrasyonunun neden olduğu DOMS'un, antrenmanı engelleyen kas ağrılarının, sertliğinin ve gerginliğinin, sporcuların

performansını olumsuz yönde etkilememesi için çalışmalarda yapılan değişikliklerden kaynaklandığı söylenebilir.

Bu çalışmada verilerin analizinde dikkat çeken bir diğer husus; 2023 yılında deney ve kontrol grubunun yarışma derecelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da kontrol grubu lehine rakamsal bir farklılık gözlenmektedir. Yarışma süresinde de durum aynıdır. Son olarak 2023 yılı 1. Etap klasik stil yarışmasında 1. ile aradaki saniye farkında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı olmasa da rakamsal olarak farkların olduğu tespit edilmiştir. 2024 yılı yarışma sonuçları incelendiğinde; deney grubu, bir önceki yıl yarışma performanslarına kıyasla daha iyi sonuçlar elde etmesi, kontrol grubuna göre, 2024 yılında daha başarılı sonuçlar elde etmesi; antrenman planlarında kas ağrı şiddeti durumuna göre yapılan revize işlemlerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

İstatistiksel olarak araştırma grubunun lehine alınan sonuçlar, kas hasarına göre modifiye edilmiş antrenmanların sporcuların gelişimi için ne kadar kıymetli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, deney grubunun anlamlı bir düzeyde gelişim göstermesinin ana kaynağı olarak performanslarını etkileyeci faktörler arasında gösterilebilir.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayaklı koşu antrenmanlarının, hava durumu, kar durumu, zemin ve sporcuların psikolojik durumlarına ek olarak, fiziksel, fizyolojik ve yarışma performansları üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu araştırmada, kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayaklı koşu antrenmanlarının, sporcuların fiziksel, fizyolojik ve yarışma performansları üzerinde etkili yöntemler olduğu tespit edilmiştir. Birbirlerine yakın antrenman programlarını uygulayan benzer iki grubun, çalışmada deney ve kontrol grubu olarak kullanılması, deney grubunda mevcut plana ek olarak, çalışmaların kas ağrı şiddetine göre modifiye edilmesi ve çalışma sonunda alınan olumlu sonuçlar, kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayaklı koşu antrenmanlarının alternatif bir yöntem olarak uygulanabileceğine işaret etmektedir. Literatürdeki araştırmalar incelendiğinde, kas hasarı ve kas ağrısının, gerekli takipler yapılmadığı ve önlemler alınmadığında, sporcunun genel performansını olumsuz yönde etkilediği görülmektedir (McKay ve ark., 2008). Literatür çalışmaları, genellikle kas ağrısı ve kas hasarının performans üzerindeki olumlu-olumsuz etkilerini araştırırken, bu araştırmada sporcuların fiziksel, fizyolojik ve müsabaka performanslarına olumlu yönde etkisi tespit edilen modifiye çalışmaları uygulanmıştır. Bu durum yapılan çalışmanın önemini ve özgünlüğünü göstermektedir.

Yapılan çalışmada, kas ağrısına göre modifiye edilen kayaklı koşu antrenmanlarının kardio pulmoner egzersiz testlerinde ve wingate testlerinde, deney grubu katılımcılarının ön test-son test sonuçlarının son test lehine anlamlı sonuçlanması uygulanan antrenmanın tercih edilmesi gerektiği düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Deney grubuna uygulanan çalışmanın, deney ve kontrol grubu karşılaştırmalarında son testte deney grubu lehine sonuçlanması da alternatif bir çalışma olacağını göstermektedir.

Yarışma performansları açısından değerlendirildiğinde, 2023-2024 yılı karşılaştırmalarında, kas ağrısına göre modifiye edilmiş programın 12 hafta boyunca, haftada 5 gün uygulandığı denek grubunda; 2024 (son test) lehine sonuçlanması, denek ve kontrol grubu karşılaştırmalarında; 2024 yılı, denek grubu lehine sonuçlanması araştırmada kullanılan yöntemin daha sık uygulanması gerektiğini bir kez daha

vurgulamaktadır. Bu yöntem ile uygulanan antrenmanlar sonrasında meydana gelen kuvvet ve dayanıklılık kazanımlarının, hızlı toparlama sürecinin ve yarışmada alınan verimli sonuçların, sonraki sezon hazırlıklarında daha kapsamlı, daha yoğun çalışmaların yapılmasına olanak sağlayabileceği düşünülmektedir. Yapılan bu araştırmada, performansı olumsuz yönde etkileyecek kas ağrılarının antrenörler tarafından takip edilmesi, ağrı olmaması durumunda kuvvet ve dayanıklılık için çalışma şiddet ve sürelerinin arttırılması, olması gereken ağrı düzeylerinde mevcut durumun korunması, ağrı şiddetinin çok yüksek olduğu durumlarda ise olası zararların önlenmesi için çalışma şiddet ve sürelerinin düşürülmesi gerektiği gösterilmektedir. Böylece hem kuvvet kazanımı hem de dayanıklılık performans noktasında çok yönlü gelişim sağlanmış olacaktır. Mevcut durum antrenörler ve spor bilimcilere genel antrenman programlarında farklı bir bakış açısı sunacaktır.

Literatürde yok denecek kadar az olan bu çalışma, farklı branşlarda araştırmalar yapılması açısından spor bilimleri alanında gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

Öneriler

Araştırmacılar için öneriler;

- Bu konuda tüm branşlara özgü kuvvet ve dayanıklılık gerektiren çalışmalarda yapılacak kapsamlı bir değerlendirmenin literatüre bu alanda önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Kas ağrısına göre modifiye edilmiş kayaklı koşu antrenmanlarının, alp disiplini, biathlon ve snowboard sporcularına da uygulanarak araştırmaların yapılması önerilmektedir.
- Milli takım seviyesindeki sporcuların, bu programla daha uzun süreli yarışma performanslarının takip edilmesi önerilmektedir.
- Farklı branşların, daha kapsamlı bir çalışma planıyla karşılaştırılmaları değerlendirilebilir.
- Örneklem sayısı arttırılarak, sınırlılıklar genişletilerek, farklı iklim şartlarında, farklı zeminlerde antrenman yapan sporcuların değerlendirilmesi ön görülmektedir.

Antrenöre ve Sporcular için öneriler;

- Günlük antrenmana başlamadan önce ilgili kas gurupları kontrol edilerek tespit edilen ağrı, antrenman güncellemelerinde bir kriter olarak kullanılabilir.
- Antrenman uygulamaları yapılırken kas hasarını temel alan antrenman düzeltmeleri yapılarak daha etkin performans artışı sağlanabilir.
- Günlük antrenmana başlamadan önce ilgili kas gurupları kontrol edilerek ağrının hiç ya da çok hafif olması durumunda antrenman kapsam ve şiddeti arttırılmalıdır.
- Günlük antrenmana başlamadan önce ilgili kas gurupları kontrol edilerek ağrının şiddetli ya da çok şiddetli olması durumunda rejenerasyon antrenmanı yapılabileceği gibi sporcu tam istirahate alınmalıdır.
- Orta şiddette ağrı olması durumunda mevcut antrenman planı uygulanabilir.

KAYNAKLAR

Adams, G. M. (2002) Exercise Physiology, Laboratory Manual. New York: Mcgraw Hill Company.

Adeniran, S. A., & Toriola, A. L. (1988). Effects of different running programmes on body fat and blood pressure in schoolboys aged 13-12 years. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28(3), 79.

Akdeniz, Ş., Karlı, Ü., Daşdemir, T., Yazar, H., & Yılmaz, B. (2012). Impact of exercise-induced muscle damage on sprint and agility performance. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2), 152-160.

Akılveren, E. (2018). *Futbolda yüksek şiddetli interval antrenman ve tekrarlı sprint antrenmanlarının aerobik performans üzerine etkisinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Alsobrook, N. G. (2005). *The role of upper body power in classical cross-country skiing performance* (Master's Dissertation). Montana State University, Health and Human Development, Montana.

Ataş, D. (1971). *Demir Ataş'la kayak* (p. 56). Ankara: Doğu Matbaası.

Bergh, U. (1987). The influence of body mass in cross-country skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 324-331.

Boyd, L., Deakin, G. B., Devantier-Thomas, B., Singh, U., & Doma, K. (2023). The effects of pre-conditioning on exercise-induced muscle damage: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(8), 1537-1557.

Bompa, T. O. (1998). *Antrenman kuramı ve yöntemi*. Bağırhan Yayın Evi, Ankara.

Brotto, M. A., & Nosek, T. M. (1996). Hydrogen peroxide disrupts Ca²⁺ release from the sarcoplasmic reticulum of rat skeletal muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*, 81, 731-737.

Brown, L. M., & Hill, L. (1991). Some observations on variations in filament overlap in tetanized muscle fibres and fibres stretched during a tetanus, detected in the electron microscope after rapid fixation. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 12(2), 171-182.

Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.

Burt, D. G., & Twist, C. (2011). The effects of exercise-induced muscle damage on cycling time-trial performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2185-2192.

Byrne, C., Eston, R. G., & Edwards, R. H. T. (2001). Characteristics of isometric and dynamic strength loss following eccentric exercise-induced muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 11(3), 134-140.

Carlsson, T., Carlsson, M., Hammarstrom, D., Malm, C., & Tonkonogi, M. (2014). Prediction of race performance of elite cross-country skiers by lean mass. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 1040-1045.

Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Gourgoulis, V., Avloniti, A., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Douroudos, I., Michailidis, Y., Beneka, A., Malliou, P., Tofas, T., Georgiadis, I., Mandalidis, D., & Taxildaris, K. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1389-1398.

Cheung, K., Hume, P., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. *Comprehensive Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 134(2), 199-206.

Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(Suppl), S52-S69.

Cleary, M. A., Kimura, I. F., Sitler, M. R., & Kendrick, Z. V. (2002). Temporal pattern of the repeated bout effect of eccentric exercise on delayed-onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 32-36.

Çetin, E., & Yarım, İ. (2006). *Kayaklı koşu antrenman bilgisi*. Gazi Üniversitesi Yayınları.

De Freitas, J. M., Beck, T. W., Stock, M. S., Dillon, M. A., & Kasishke, P. R. (2011). An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2785-2790.

Demir, M. (1996). Dayanıklılık antrenmanının aerobik güce etkisi. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(4), 27.

Doma, K., Ramachandran, A. K., Boullosa, D., & Connor, J. (2022). The paradoxical effect of creatine monohydrate on muscle damage markers: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(7), 1623-1645.

Donnelly, A. E., Clarkson, P. M., & Maughan, R. J. (1992). Exercise-induced muscle damage: Effects of light exercise on damaged muscle. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(4), 350-353.

Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Chronic adaptations to eccentric training: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(5), 917-941.

Dülgerbaki, T. (2005). *Eski Türklerde uygulanan serbest zaman etkinlikleri ve spor* (p. 148). Kocaeli: Kocaeli Gazetesi Matbaası.

Ertüzün, E., Hadi, G., & Fidan, E. (2020). Spor merkezine üye bireylerin rekreasyon fayda düzeylerinin bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Journal of Sports and Performance Researches*, 11(3), 221-230.

Faulkner, J. A., Brooks, S. V., & Opitck, J. A. (1993). Injury to skeletal muscle fibers during contractions: Conditions of occurrence and prevention. *Physical Therapy*, 73(12), 911-921.

Fernandes, J. F. T., Lamb, K. L., Norris, J. P., Moran, J., Drury, B., Borges, N. R., & Twist, C. (2021). Aging and recovery after resistance-exercise-induced muscle damage: Current evidence and implications for future research. *Journal of Aging and Physical Activity*, 29(3), 544-551.

Filiz, K. (2002). Sporun tanımlanması ve kapsamının belirlenmesi üzerine bir çalışma. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 203-211.

Folland, J. P., Irish, C. S., Roberts, J. C., Tarr, J. E., & Jones, D. A. (2002). Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 370-373; Discussion 374.

Franz, W. (1984). *Richtig Ski Langlaufen*. Blv. Sport Praxis.

Furse, S. K. (2007). *Ski-Running*. Large Print Edition, B. B. LLC.

Gaskill, S. E. (1997). *Fitness Cross Country Skiing*. Human Kinetics, Champaign, IL.

Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084.

Goldspink, G. (2003). Gene expression in muscle in response to exercise. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 24(2-3), 121-126.

Gosker, H. R., Wouters, E. F., Van der Vusse, G. J., & Schols, A. M. (2000). Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure: Underlying mechanisms and therapy perspectives. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1033-1047.

Gökdemir, K., Koç, H., & Yüksel, O. (2007). Aerobik antrenman programının üniversite öğrencilerinin bazı solunum ve dolaşım parametreleri ile vücut yağ oranı üzerine etkisi. *SDÜ Egzersiz*, 1(1).

Gulick, D. T. K., Iris, F., Sitler, M., Paolone, A., & Kelly, J. D. (1996). Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 31, 145-152.

Günay, M., & Yüce, A. (2001). *Futbol antrenmanının bilimsel temelleri* (2. Baskı). Baron Ofset.

Güven, Ö. (1992). *Türklerde spor kültürü* (p. 39). Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayınları.

Hawke, T. J., & Garry, D. J. (2001). Myogenic satellite cells: Physiology to molecular biology. *Journal of Applied Physiology*, 91(2), 534-551.

Hazar, S. (2004). *Farklı türdeki kuvvet antrenmanlarının iskelet ve kalp kası enzim aktivitelerine akut etkisi* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.

Hazar, S., Erol, E., Gökdemir, K. (2006). Kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 11(3), 49-58.

Heiss, R., Lutter, C., Freiwald, J., Hoppe, M. W., Grim, C., Poettgen, K., ... Forst, R., Bloch, W., Hüttel, M., & Hotfiel, T. (2019). Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS) - Part II: Treatment and prevention. *Sportverletz Sportschaden*, 33(1), 21-29.

Highton, M. J., Twist, C., & Eston, R. (2009). The effects of exercise-induced muscle damage on agility and sprint running performance. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 7(1), 24-30.

Hikida, R. S., Staron, R. S., Hagerman, F. S., Sherman, W. M., & Costill, D. L. (1983). Muscle fiber necrosis associated with human marathon runners. *Journal of Neurological Sciences*, 59(2), 185-203.

Holtermann, A., Krause, N., Van Der Beek, A. J., & Straker, L. (2018). The physical activity paradox: Six reasons why occupational physical activity (OPA) does not confer the cardiovascular health benefits that leisure time physical activity does. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 149-150.

Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., & Young, W. (2007). Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 423-438.

Hougen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). The training and development of elite sprint performance: An integration of scientific and best practice literature. *Sports Medicine - Open*, 5, Article 44.

Howatson, G., Hortobagyi, T., & Someren, K. A. (2007). Repeated bout effect after maximal eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 28(7), 557-563.

Hudson, S. (2003). *Sport and adventure tourism* (p. 90). New York: The Haworth Hospitality Press.

Inbar, O. (1986) Anaerobic Characteristics In Male Children And Adolescents. *Medicine and Science In Sport Exercise*; 18: 264-269.

İpek, İ., & Korkmaz, S. (2022). Farklı formlarda uygulanan yüksek şiddetli interval antrenmanın Muay-Thai sporcularının bazı fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi. *Rol Spor Bilimleri Dergisi / Journal of Rol Sports Sciences*, 3(2), 34-48.

Khan, M. A., Moiz, J. A., Raza, S., & et al. (2016). Physical and balance performance following exercise-induced muscle damage in male soccer players. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 2942-2949.

Knicker, A. J., Renshaw, I., Oldham, A. R., & Cairns, S. P. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Medicine*, 41(4), 307-328.

Köklü, N., ve Büyüköztürk, Ş. (2000). Sosyal bilimler için istatistiğe giriş. Ankara: Pegem Yayıncılık.

Kraemer, W. J., & Ratamess, O. H. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688.

Kuzmin, L., & Andfuss, F. (2014). Cross country ski technology. In F. K. Fuss, A. Subic, M. Stranwoog, & R. M. Abstract (Eds.), *Routledge handbook of sports technology and engineering* (pp. 171–188). Routledge.

Kuzzy, G. (2009, October 19). Ski specific strength training. *Faster Skier*.

Lamsfuss, J., & Bargmann, S. (2022). Computational modeling of damage in the hierarchical microstructure of skeletal muscles. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 134, 105386.

Larsson, B., Ologsson, P., Jakobsson, E., Burlin, L., & Henriksson-Larsen, K. (2002). Physiological predictors of performance in cross-country skiing from treadmill tests in male and female subjects. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12, 347-353.

Li, J., Loerbroks, A., & Angerer, P. (2013). Physical activity and risk of cardiovascular disease: What does the new epidemiological evidence show? *Current Opinion in Cardiology*, 28(5), 575-583.

Li, Z., McKenna, Z. J., Kuennen, M. R., Magalhães, F. C., Mermier, C. M., & Amorim, F. T. (2021). The potential role of exercise-induced muscle damage in exertional heat stroke. *Sports Medicine*, 51(5), 863-872.

Lieber, R. L., & Fridén, J. (1993). Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain. *Journal of Applied Physiology*, 74(2), 520-526.

Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, B. R., Hallén, J., Rud, B., & Raastad, T. (2011). The effect of heavy strength training on muscle mass and physical

performance in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 389-401.

Mackay, J., Bowles, E., Macgregor, L. J., Prokopidis, K., Campbell, C., Barber, E., Galloway, S. D. R., & Witard, O. C. (2023). Fish oil supplementation fails to modulate indices of muscle damage and muscle repair during acute recovery from eccentric exercise in trained young males. *European Journal of Sport Science*, 23(8),

Marcora, S. M., & Bosio, A. (2007). Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(6), 662-671.

Martinez-Navarro, I., Collado, E., Hernando, C., & Hernando, B. (2021). Inflammation, muscle damage, and postrace physical activity following a mountain ultramarathon. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(12), 1668-1674.

McKay, B. R., O'Reilly, C. E., Phillips, S. M., Tarnopolsky, M. A. and Parise, G. (2008). Co-expression of IGF-1 family members with myogenic regulatory factors following acute damaging muscle-lengthening contractions in humans. *J. Physiol.* 586, 5549-5560.

McKinney, J., Lithwick, D. J., Morrison, B. N., Nazzari, H., Isserow, S. H., Heilbron, B., & Krahn, A. D. (2016). The health benefits of physical activity and cardiorespiratory fitness. *British Columbia Medical Journal*, 58, 131-137.

McNeil, P. L., & Khakee, R. (1992). Disruptions of muscle fiber plasma membranes. *American Journal of Pathology*, 140, 1097-1109.

Merrigan, J. J., Jones, M. T., Malecek, J., Padecky, J., Omcirk, D., Xu, N., Peñailillo, L., & Tufano, J. J. (2022). Comparison of traditional and rest-redistribution sets on indirect markers of muscle damage following eccentric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(7), 1810-1818.

Milias, G. A., Nomikos, T., Fragopoulou, E., Athanasopoulos, S., & Antonopoulou, S. (2005). Effects of eccentric exercise-induced muscle injury on blood levels of platelet activating factor (PAF) and other inflammatory markers. *European Journal of Applied Physiology*, 95, 504-513.

Muratlı, S., Kalyoncu, O., & Şahin, G. (2005). *Antrenman ve müsabaka*. Yayılım Yayıncılık, İstanbul.

Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwel V.W. (1998). Harper'in Biyokimyası, 24.Baskı, Barış Kitabevi, Pp. 24-68 İstanbul

Neumayr, G., et al. (2003). Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 571-575.

Nguyen, D., Brown, L. E., Coburn, J. W., & et al. (2009). Effect of delayed-onset muscle soreness on elbow flexion strength and rate of velocity development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1282-1286.

Nieman, D. C., Zwetsloot, K. A., Simonson, A. J., Hoyle, A. T., Wang, X., Nelson, H. K., ... Lefranc-Millot, C., & Guérin-Deremaux, L. (2020). Effects of whey and pea protein supplementation on post-eccentric exercise muscle damage: A randomized trial. *Nutrients*, 12(8).

Norstrud, H. (2008). *Cross country skiing*. International Centre for Mechanical Sciences.

Nosaka, K., & Clarkson, P. M. (1996). Variability in serum creatine kinase response after eccentric exercise of the elbow flexors. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 120-127.

Nosaka, K., & Newton, M. (2002). Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12, 337-346.

Nosaka, K., & Sakamoto, K. (2001). Effect of elbow joint angle on the magnitude of muscle damage to the elbow flexors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(1), 22-29.

Ouergui, I., Messaoudi, H., Chtourou, H., Wagner, M. O., Bouassida, A., Bouhlel, E., & Engel, F. A. (2020). Repeated sprint training vs. repeated high-intensity technique training in adolescent taekwondo athletes A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4506.

Owens, D. J., Twist, C., Cobley, J. N., Howatson, G., & Close, G. L. (2019). Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *European Journal of Sport Science*, 19(1), 71-85.

Ozden, S., Ozalp, O., Kilic, R. T., & Yosmaoglu, H. B. (2023). Effects of delayed-onset muscle pain on respiratory muscle function. *Sports Health*. Advance online publication.

Özkan, A., Köklü, Y., Ersöz, G., (2010). Wingate Anaerobik Güç Testi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*.

Patlar, S., Sanioğlu, A., Kaplan, T., & Polat, Y. (2003). Futbolcularda sürekli koşular metodu ile oyun formu metodunun dayanıklılık parametreleri üzerine etkisi. *SÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 5(1-2), 10-17.

Pearcey, G. E., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 5-13.

Percival, S., Sims, D. T., & Stebbings, G. K. (2022). Local vibration therapy, oxygen resaturation rate, and muscle strength after exercise-induced muscle damage. *Journal of Athletic Training, 57*(5), 502-509.

Phomsoupha, M., Berger, Q., & Laffaye, G. (2018). Multiple repeated sprint ability test for badminton players involving four changes of direction: Validity and reliability. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 32*(2), 423-431.

Powers, S. K., Bomkamp, M., Ozdemir, M., & Hyatt, H. (2020). Mechanisms of exercise-induced preconditioning in skeletal muscles. *Redox Biology, 35*, 101462.

Powers, S. K., & Howley, E. (2009). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. McGraw-Hill.

Ramos-Silva, L. F., Costa, J. C., Borges, P. H., Moura, F. A., Deminice, R., de Oliveira, D. C. X., Osiecki, R., & Vaz Ronque, E. R. (2023). Relationship between body size and skeletal age with muscle damage in young soccer players. *International Journal of Sports Medicine, 44*(9), 664-672. *International Journal of Sports Medicine, 44*(9),

Ratamess, N. A., Chiarello, C. M., Sacco, A. J. (2012). The effects of rest interval length manipulation of the first upper-body resistance exercise in sequence on acute performance of subsequent exercises in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(11), 2929-2938.

Saita, Y., Hattori, K., Hokari, A., Ohyama, T., Inoue, J., Nishimura, T., ... Nemoto, S., & Aoyagi, S. (2023). Plasma myoglobin indicates muscle damage associated with acceleration/deceleration during football. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 63*(12), 1337-1342.

Sandbakk, Ø., Holmberg, H. C., Leirdal, S., & Ettema, G. (2011). The physiology of world-class sprint skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 21*(6), 9-16.

Schoenfeld, B. (2016). *Science and development of muscle hypertrophy*. Human Kinetics.

Sevim, Y. (2007). *Antrenman bilgisi* (7th ed.). Ankara: Nobel Yayın Evi.

Singh, M. A., Ding, W., Manfredi, T. J., Solares, G. S., O'Neill, A. F., Clements, K. C., Ryan, N. D., Kehayias, J. J., Fielding, R. A., & Evans, W. J. (1999). Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 77*, E135-E143.

Skurvydas, A., & Brazaitis, B. (2010). Plyometric training does not affect central and peripheral muscle fatigue differently in prepubertal girls and boys. *Academy of Physical Education, 22*, 547-556.

Sleamaker, R., & Browning, R. (1996). *Serious training for endurance athletes* (2nd ed.). Human Kinetics.

Smith, H. K., Plyley, M. J., Rodgers, C. D., & McKee, N. H. (1999). Expression of developmental myosin and morphological characteristics in adult rat skeletal muscle following exercise-induced injury. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(1), 84-91.

Smith, L. L. (1991). Acute inflammation: The underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 542-551.

Smith, L. L., & Miles, M. P. (2000). Exercise-induced muscle injury and inflammation. In W. E. Garrett, Jr. (Ed.), *Exercise and sport science* (pp. 163-173). USA.

Smith, L. L., & Miles, M. P. (2000). Exercise-induced muscle injury. In W. E. Garrett Jr. (Ed.), *Exercise and sport science* (pp. 401-418). Lippincott Williams & Wilkins.

Smith, L. L., Anwar, A., Fragen, M., Rananto, C., Johnson, R., & Holbert, D. (2000). Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 61-67.

Smith, L. L., Keating, M. N., Holbert, D., Spratt, D. J., McCammon, M. R., Smith, S. S., ... Israel, R. G. (1994). The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: A preliminary report. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 19(2), 93-99.

Stafforini, D. M., McIntyre, T. M., Zimmerman, G. A., & Prescott, S. M. (2003). Platelet-activating factor, a pleiotropic mediator of physiological and pathological processes. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 40, 643-672.

Staib, J. L., Joohee, I., Caldwell, Z., & Rundell, K. W. (2000). Cross-country ski racing performance predicted by aerobic and anaerobic double poling power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 282-288.

Staron Sr., Hikita S., (2000). Muscular Responses To Exercise And Training. "Exercise And Sport Science" (William E., Garrett, J.R., Ed.,) Pp.163-173., Usa

Steinbach, D., & Graf, C. (2008). Leisure time physical activity and sedentariness. In W. Kirch (Ed.), *Encyclopedia of Public Health* (pp. 815-820). Springer, Dordrecht.

Steven, E. (1997). *Fitness cross-country skiing*. Human Kinetics.

Stöggl, T., Enqvist, J., Müller, E., & Holmberg, H. C. (2010). Relationships between body composition, body dimensions and peak speed in cross-country sprint skiing. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 161-169.

Şengür, E., Pişkin, N. E., & Hazar, S. (2022). Kas ağrısına göre modifiye edilen kuvvet antrenmanlarının kas gelişimine etkisi [The effect of modified strength training according to muscle soreness on muscle development]. *Spor Eğitim Dergisi*, 6(2), 131-142.

Talbot, J. A., & Morgan, D. L. (1998). The effects of stretch parameters on eccentric exercise-induced damage to toad skeletal muscle. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 19, 237-245.

Tanyeri, Y. (2000). *Kayak Alp disiplini* (pp. 1-14). Erzurum.

Tanyeri, Y. (2002). *Kayak, kayak tekniği ve öğrenimi* (pp. 15-21). Erzurum.

Terzis, G., Stattin, B., & Holmberg, H. C. (2006). Upper body training and the triceps brachii muscle of elite cross-country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(2), 121-126.

Tezbaşaran, A. (1996). *Likert tipi ölçek geliştirme* (pp. 25-45). Ankara: Psikologlar Derneği Yayınları.

Tiidus, P. M. (2008). *Skeletal muscle damage and repair* (1st ed.). Human Kinetics, Thomson-Shore.

Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*, 32, 684-691.

Trudeau, F., & Shephard, R. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5(10), 1-12

Türkiye Kayak Federasyonu. (1973). *1973 Kayak Yıllığı* (p. 18). Ankara: Türkiye Kayak Federasyonu.

Türkiye Kayak Federasyonu. (2024, August 15). *Türkiye Kayak Federasyonu*

Twist, C., & Eston, R. (2005). The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 94(5-6), 652-658.

Twist, C., & Eston, R. G. (2009). The effect of exercise-induced muscle damage on perceived exertion and cycling endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 105(4), 559-567.

Uçan, Y., Demirbaş, İ. C., Yasa, E., Bezer, A., Özcan, R., & Aydın, E. M. (2018). Egzersize bağlı iskelet kası hasarının güç, sürat ve denge performansına zamana bağlı etkisinin incelenmesi. *Spormetre*, 16(2), 51-59.

Volpi, E., Nazemi, R., & Fujita, S. (2004). Muscle tissue changes with aging. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 7(4), 405-410.

Warhol, M. J., Siegel, A. J., Evans, W. J., & Silverman, L. M. (1985). Skeletal muscle injury and repair in marathon runners after competition. *American Journal of Pathology*, 118(2), 331-338.

Warren, G. L., Hayes, D. A., Lowe, D. A., & Armstrong, R. B. (1993). Mechanical factors in the initiation of eccentric contraction-induced injury in rat soleus muscle. *Journal of Physiology*, 464, 457-475.

Warren, G. L., Lowe, D. A., & Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Medicine*, 27(1), 43-59.

Yeh, T. M., Chang, Y. C., & Lai, M. Y. (2017). The relationships among leisure experience, leisure benefits and leisure satisfaction of YouBike users. *Journal of Sport and Leisure Hospitality Research*, 12, 67-97.

Yıldız, D. (1979). *Türk spor tarihi* (p. 115). İstanbul: Eko Matbaası.

Yıldız, S. (2012). Aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamı nedir? *Solunum Dergisi*, 14(1), 1-8.

Zeng, C., Luo, G., Xu, S., & Li, Y. (2022). The application of DOMS mechanism and prevention in physical education and training. *Journal of Healthcare Engineering*,

Zhou, Y., Li, Y., & Wang, R. (2011). Evaluation of exercise-induced muscle damage by surface electromyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21, 356

