



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTRENMAN SONRASI UYGULANAN KURU DALDIRMANIN
KAS OKSİJEN DOYGUNLUĞU VE FİZYOLOJİK TOPARLANMA
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

RAHMET ACHYLOV
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
PROF. DR. HASAN BİROL ÇOTUK
SPOR SAĞLIK BİLİMLERİ DOKTORA PROGRAMI

İSTANBUL- 2025



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTRENMAN SONRASI UYGULANAN KURU DALDIRMANIN
KAS OKSİJEN DOYGUNLUĞU VE FİZYOLOJİK TOPARLANMA
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

RAHMET ACHYLOV
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
PROF. DR. HASAN BİROL ÇOTUK
SPOR SAĞLIK BİLİMLERİ DOKTORA PROGRAMI

İSTANBUL- 2025



Sağlık Bilimleri
Enstitüsü

DOKTORA
TEZ ONAY FORMU

Doküman No: SBE-DR-9f

İlk Yayın Tarihi: 18.01.2022

Revizyon Tarihi: 09.05.2022

Revizyon No: 01

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Program türü : Doktora

Anabilim Dalı :

Tez Sahibi :

Sınav Tarihi ve Saati :

Tez Başlığı :

Bu çalışma, içerik ve kalite bakımından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

Unvan, Adı-Soyadı (Kurum adı)

İmza

Danışman

Üye

Üye

Üye

Üye

Üye

ONAY

Bu tez, yukarıda isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından "Marmara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nuntarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmemiş bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakların da kaynakça bölümünde yer aldığını, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici herhangi bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Öğrenci Adı ve Soyadı

Rahmet ACHYLOV

İmzası

TEŞEKKÜR

Çalışmamın en başından, başarıyla tamamlanmasına kadar benim için değerli bilgilerini ve yardımını esirgemeyen, bu yolculukta bana sürekliliği rehberlik eden, daha çok öğrenmem ve bilgi sahibi olmam için çabalayan danışmanın sayın Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK'a, yeri geldiğinde bilgeliğiyle hocalık yapan ve yeri geldiğinde samimiyeti ile abilik yapan, yardımını ve desteğini sürekli üzerimde hissettiren sayın Dr. Savaş AKBAŞ'a tüm samimiyetimle teşekkür ederim. Tez izleme jürimde bulunan hem de tezimin şekillenmesinde önemli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan sayın Dr. Öğr. Üyesi Serdar Orkun PELVAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Yine aynı şekilde tez izleme jürimde bulunan ve ender bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen sayın Prof. Dr. Şamil. AKTAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ön görücülüğü ile bana; "Sen üniversite okumalısın" diye beni lisans sınavına girmeye zorlayan ve eğitim hayatına adım atmama sebep olan, yol ve hayat arkadaşım, çocuklarımla annesi, her zaman her konuda yanımda olan, düşüğümde kalkmamı sağlayan sayın Maral KAMALOVA'ya sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR LİSTESİ	i
TABLO LİSTESİ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	5
4.1. Toparlanma Süreçleri	6
4.2. Kas İçi Oksijen Doygunluğu	7
4.2.1. Kas içi oksijen doygunluğu ölçme yöntemi	7
4.2.2. Yakın kızılaltı spektroskopisinde doku eğrisi ve ışığın yayılması.....	8
4.3. Kuru Daldırma Yöntemi.....	9
4.3.1. Sporda kuru daldırma yöntemi.....	12
5. GEREÇ ve YÖNTEM	14
5.1. Katılımcı Grubu.....	14
5.2. Araştırmanın Çalışma Planı.....	14
5.3. Araştırmanın Hipotezleri	16
5.4. Antrenman Programı	16
5.5. Verilerin Toplanması	18
5.5.1. Wingate güç testi (WAnT).....	18
5.5.2. Koşu antrenman programı.....	18
5.5.3. Tibialis kası direnç testi	18
5.5.4. Yakın kızılaltı spektroskopi (YKAS) ölçümleri	19
5.5.5. Kalp hızı değişkenliği (KHD) ölçümü	19
5.6. Alınan Verilerin Analizi.....	20
5.6.1. Kalp hızı değişkenliği verilerinin analizi	20
5.6.2. Kas içi oksijen tüketimi verilerinin analizi	22

5.7. İstatistiksel Yöntemler.....	23
6. BULGULAR	26
6.1. Koşu Antrenmanında, Want Testi ve Tibialis Kası Direnç Testinde Kaydedilen SmO ₂ Bulguları.....	30
6.2. Koşu Antrenmanında, Want Testinde ve 1 Saatlik Toparlanma Sırasında Kaydedilen Kalp Hızı Değişkenliği Bulguları.....	34
7. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	42
8. KAYNAKÇA.....	49
9. ÖZGEÇMİŞ	56
10. BİLİMSEL FAALİYETLER	57
11. EKLER.....	58

KISALTMALAR LİSTESİ

WAnT	:	Wingate güç testi
KD	:	Kuru daldırma
SY	:	Sedye yatağı
SmO ₂	:	Kas içi oksijen satürasyonu
KHD	:	Kalp hızı değişkenliği
RR	:	Kalp atımları arasındaki süre
RMSSD	:	Ardışık RR süre farklarının karelerinin ortalamasının karekökü
pNN50 %	:	Ardışık normalden normale olan RR aralıklarının 50 milisaniyeden fazla farklılık gösterme yüzdesini temsil eder
YKAS	:	Yakın kızılaltı spektroskopisi

TABLO LİSTESİ

	Sayfa Numarası
Tablo 1. Ön deneme araştırmasına katılan sporcuların tanımlayıcı bilgileri	14
Tablo 2. Çalışmada uygulanan antrenman ve test programı.....	17
Tablo 3. Araştırmaya katılan sporcuların tanımlayıcı bilgileri.....	26
Tablo 4. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç tablosu	27
Tablo 5. Wingate güç testi ortalama güç çıktısı ANOVA testi tahmini sınır ortalamalar tablosu.....	28
Tablo 6. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının T- skorlarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç tablosu	28
Tablo 7. Wingate güç testi ortalama güç çıktısı T- skoru ANOVA testi tahmini sınır ortalamalar tablosu	29
Tablo 8. Sporcuların bir saatlik toparlanma süresinde kaydedilen ortalama RR, RMSSD ve pNN%50 çıktılarının iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma tablosu.....	38

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa Numarası
Şekil 1. Kızılaltı ışığın dokudaki yayılımı	9
Şekil 2. Kuru daldırma küveti	12
Şekil 3. Sedyeye yatağı	15
Şekil 4. Sporcuların kullandığı kuru daldırma yatağı.....	15
Şekil 5. Wingate güç testi bisiklet ergometresi	18
Şekil 6. Train.Red FYER yakın kızılaltı spektroskopisi.....	19
Şekil 7. Polar H10 göğüs bandı	20
Şekil 8. Koşu antrenmanı sırasında kaydedilen kalp hızı değişkenliğinin antrenmana uyum durumları	21
Şekil 9. Wingate güç testinde kaydedilen kalp hızı değişkenliğinin yapılan teste uyum durumları	21
Şekil 10. Koşu sırasında SmO_2 verilerine göre istatistik değerlendirme için alınacak kademelerin belirlenmesi.....	22
Şekil 11. Wingate güç testi sırasında SmO_2 verilerine göre istatistik değerlendirme için alınacak kademelerin belirlenmesi	23
Şekil 12. Tibialis yüklenme testi sırasında SmO_2 verilerine göre istatistik değerlendirme için alınacak kademelerin belirlenmesi	23
Şekil 13. Çalışma öncesi yapılan güç testi sonucu	24
Şekil 14. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç grafiği	27
Şekil 15. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının T- skorlarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç grafiği	29
Şekil 16. İki farklı toparlanma yönteminden (KD ve SY) önce ve sonra yapılan koşu antrenmanın ilk dakikasında elde edilen SmO_2 değerlerinin karşılaştırma grafiği	30
Şekil 17. İki toparlanma yönteminden (KD ve SY) önce ve sonra yapılan koşu antrenmanın koşu sırasında elde edilen ortalama SmO_2 değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	31

Şekil 18. Sporcuların koşu antrenmanı sonrası yaptıkları üç dakikalık dinlenme sırasında alınan en yüksek SmO ₂ değerlerinin tekrarlı ölçümler ANOVA testi karşılaştırma grafiği	31
Şekil 19. Wingate güç testlerinin yüklenme sırasında alınan SmO ₂ değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	32
Şekil 20. Wingate güç testinden sonra üç dakikalık toparlanma sırasında alınan en yüksek SmO ₂ değerlerinin karşılaştırma grafiği	32
Şekil 21. Tibialis kası direnç testinde, yüklenme başlangıcında elde edilen SmO ₂ değer farklarının toparlanma yöntemleri arasında karşılaştırma grafiği	33
Şekil 22. Tibialis kası direnç testinin dinlenme sırasında alınan en yüksek SmO ₂ değerlerinin toparlama yöntemleri arasında karşılaştırma grafiği.....	33
Şekil 23. Tibialis kası direnç testinin yüklenme sonrası elde edilen SmO ₂ değer farklarının toparlanma yöntemleri arasında karşılaştırma grafiği	34
Şekil 24. Koşu antrenmanı sırasında alınan kalp hızı değişkenliği verilerinin ortalama RR değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	35
Şekil 25. Koşu sonrası yapılan üç dakikalık toparlanma sırasında alınan kalp hızı değişkenliği verilerinin ortalama RR değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	35
Şekil 26. Wingate güç testinin yüklenme sırasında alınan ortalama RR değerlerinin iki toparlanma yöntem arasında karşılaştırma grafiği	36
Şekil 27. Wingate güç testinin yüklenme sırasında alınan en düşük RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği	36
Şekil 28. Wingate güç testinin yüklenme sonrasında yapılan toparlanma başlangıcı sırasında alınan ortalama RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği	37
Şekil 29. Wingate güç testinin yüklenme sonrasında yapılan toparlanma sonunda alınan ortalama RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği.....	37
Şekil 30. Sporcuların bir saatlik toparlanma süresinde kaydedilen RMSSD çıktılarının iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği	38
Şekil 31. Sporcuların bir saatlik toparlanma süresinde kaydedilen pNN%50 çıktılarının iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği	39

Şekil 32. Sporcuların iki toparlanma yönteminin 1 saatlik toparlanma sürecinde RMSSD verilerinin değişim durum grafiği.....	39
Şekil 33. Sporcuların iki toparlanma yönteminin 1 saatlik toparlanma sürecinde pNN%50 verilerinin değişim durum grafiği.....	40
Şekil 34. Çalışma sonrası yapılan güç testi sonucu.....	40

1. ÖZET

Tezin Başlığı: Antrenman Sonrası Uygulanan Kuru Daldırmanın Kas Oksijen Doygunluğu ve Fizyolojik Toparlanma Parametrelerine Etkisi

Öğrencinin Adı Soyadı: Rahmet Achylov

Danışmanın Adı Soyadı: Prof. Dr. Hasan Birol Çotuk

Programın Adı: Spor Sağlık Bilimleri Doktora Programı

Amaç: Bu çalışmanın amacı, antrenman sonrası uygulanan kuru daldırmanın kas oksijen doygunluğu ve fizyolojik toparlanma parametrelerine etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Araştırmaya 14 aktif olarak lisanslı spor yapan milli sporcular, iki ayrı günde, iki ayrı toparlanma yönteminin denenmesi için çalışmaya katılmıştır. Sporcular, eğitim koşu antrenmanı ve bu eğitim koşu antrenmanın öncesinde ve sonrasında Wingate güç testi yaparak bir saatlik toparlanma durumuna geçmişlerdir. Toparlanmadan sonra toparlanma öncesi uygulanan test ve koşu protokolünü tekrarlayarak çalışmayı tamamlamışlardır. Çalışmaya katılan sporcuların antrenmanlar arası toparlanması için, Kuru Daldırma yöntemi ve Sedyede Yatağı yöntemi kullanılmıştır. Sporcular belirlenen toparlanma yöntemini kullanmaları için en az 24 saat ara ile çalışmaya katılmıştır. Sporcuların, Wingate güç testi sırasında ürettikleri güç değerleri, koşu antrenmanı ve Wingate testi sırasında ölçülen kas içi oksijen doygunluğu ve kalp hızı değişkenliği ve ayrıca bir saatlik toparlanma durumunda kalp hızı değişkenliği değerleri istatistiksel karşılaştırma için kaydedilmiştir.

Bulgular: Çalışmada uygulanan toparlanma yöntemlerinden önce yapılan Wingate güç testinde üretilen güç değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$). Fakat Toparlanma sonrası uygulanan Wingate güç testlerinin güç çıktıları değerlerine göre toparlanma yöntemleri arasında anlamlı fark görülmüştür ($p<0,05$). Koşu ve Wingate güç testi sırasında alınan kalp hızı değişkenliği ve kas içi saturasyon değerleri arasında toparlanma yöntemlerine göre anlamlı fark görülmemiştir. Bir saatlik toparlanma sırasında alınan kalp hızı değişkenliği verilerine göre toparlanma yöntemleri arasında anlamlı fark görülmüştür ($p<0,05$).

Sonuç: Kuru daldırma yöntemi kısa süreli fizyolojik toparlanmayı destekleyen etkili bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Bu yöntem özellikle yoğunluğu yüksek olan antrenmanlardan sonra sporcuların performansını sürdürülebilirliği açısından önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kuru daldırma, kas içi oksijen doygunluğu, kalp hızı değişkenliği, egzersiz sonrası toparlanma.

2. SUMMARY

Title of Thesis: The Effect of Post-Exercise Dry Immersion Application on Muscle Oxygen Saturation and Physiological Recovery Parameters

Student Name, Surname: Rahmet Achylov

Supervisor Name: Prof. Dr. Hasan Birol Çotuk

Program Name: PhD Program in Sports and Health Sciences

Objective: The aim of this study was to investigate the effects of dry immersion applied after exercise on muscle oxygen saturation and physiological recovery parameters.

Materials and Methods: Fourteen nationally licensed athletes actively participating in sports participated in the study to test two different recovery methods on two separate days. Athletes completed an incline running workout and a one-hour recovery period by performing the Wingate power test before and after the incline running workout. After recovery, they completed the study by repeating the pre-recovery test and running protocol. The dry immersion and bed-on-bed methods were used for recovery between workouts. Athletes participated in the study with at least a 24-hour interval to ensure they used the designated recovery method. The power generated during the Wingate power test, intramuscular oxygen saturation and heart rate variability measured during the running workout and the Wingate test, and heart rate variability during the one-hour recovery were recorded for statistical comparison.

Results: In the Wingate power test performed before the recovery methods applied in the study, the power values produced were not found to be significant between the two recovery methods ($p>0,05$). However, a significant difference was observed between the recovery methods according to the power output values of the Wingate power tests applied after recovery ($p<0,05$). No significant difference was observed for the heart rate variability and intramuscular saturation values obtained during running and Wingate power tests according to the recovery methods. According to the heart rate variability data obtained during the one-hour recovery, a significant difference was observed between the recovery methods ($p<0,05$).

Conclusion: The dry immersion method can be evaluated as an effective method that supports short-term physiological recovery. This method can be recommended especially for the sustainability of athletes' performance after high-intensity training.

Keywords: Dry immersion, muscle oxygen saturation, heart rate variability, post-exercise recovery

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Spor bilim insanları, sporcuların optimal düzeyde toparlanmasını sağlamak amacıyla en etkili toparlanma yöntemi belirlemeye yönelik kapsamlı araştırmalar yürütmektedirler. Gelecekteki toparlanma programlarının geliştirilmesi ve uygulanması sporcuların bir sonraki antrenmanlarına ve yarışmalarına iyi dinlenmiş bir şekilde başlamalarını sağlayacak ve böylece rekabet ve antrenman performanslarını artıracaktır. Stres ve toparlanma arasında bir denge sağlandığında optimum performans mümkündür. Bu nedenle, esneme, masaj, farklı sıcaklıklarda su tedavileri, kontrast (önce sıcak sonra soğuk suya dönüşümlü olarak batırılarak yapılan yöntem) banyoları veya duşları, aerobik koşu, yüzme ve havuzda yürüme gibi düşük yoğunluklu egzersizler yoğun antrenman veya yarışmadan sonra toparlanmayı hızlandırmak için sıklıkla kullanılır (Gümüşdağ ve ark., 2015).

Son yıllarda, toparlanma sürecinin verimliliğini artırmak için alternatif yöntemler ön plana çıkmıştır. Bu yöntemlerden biri olan kuru daldırma, özellikle uzay fizyolojisi araştırmaları için geliştirilmiş ve mikrograviteyi taklit etmek için kullanılan bir modeldir ve spor alanında da kullanılmaktadır (Tomilovskaya ve ark., 2019).

Kuru daldırma, vücuttaki hidrostatik basıncı ve yer çekimi etkilerini ortadan kaldırarak hem kas-iskelet sistemi hem de kardiyovasküler sistem üzerindeki yükü azaltır. Bu nedenle, kas gevşemesi, artan sıvı atılımı ve otonom sinir sistemi üzerinde dengeleyici bir etki ile spor aktivitelerinden sonra etkili bir toparlanma yöntemi olarak kabul edilir (Shigaeva ve ark., 2015).

Toparlanma sürecini değerlendirmek için kullanılan nesnel fizyolojik parametreler arasında kas oksijen saturasyonu (SmO_2) ve kalp hızı değişkenliği (KHD) yer alır. Kas oksijenasyonu, dokulara iletilen oksijenin ne kadarının kullanıldığını ve ne kadarının kaslarda kaldığını göstererek aerobik sistemin verimliliği hakkında önemli bilgiler sağlar (Perrey ve ark., 2018). Bu parametre, Yakın Kızılaltı Spektroskopisi (YKAS) teknolojisi kullanılarak invaziv olmayan bir şekilde ölçülür ve özellikle egzersiz sonrası doku oksijenasyon iyileşme sürecinin etkinliğini değerlendirmek için kullanılır (Ferrari ve ark., 2011).

Kalp hızı değişkenliği parametreleri (özellikle RMSSD ve pNN50 gibi ölçümler) parasempatik aktivitedeki değişiklikleri yansıtır ve toparlanma sırasında vagal tonun ne kadar çabuk geri kazanıldığını gösterir (Wang ve ark., 2024).

Böylece SmO₂ ve KHD'nin bir arada incelenmesi, hem periferik (kas) hem de otonomik sistem düzeyinde iyileşmeyi bütünsel bir şekilde değerlendirme olanağı sağlar. Kuru daldırma yönteminin, başta dolaşım ve kas iskelet sistemi olmak üzere birçok fizyolojik sistemi etkilediği bilinmektedir. Bu bağlamda spor alanında antrenman sonrası fizyolojik toparlanma için de kullanıldığı bilinmektedir ancak bu konu yeterince araştırılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların antrenmanlar arası toparlanma sürecine katkı sağlamak amacıyla kuru daldırma yönteminin uygulanabilirliğini değerlendirmek; bu yöntemin fizyolojik toparlanma indeksleri ve sporcuların antrenman performansı üzerindeki etkilerini inceleyerek, sporcular için daha etkili bir toparlanma stratejisi geliştirilmesine yönelik literatüre katkı sağlamaktır.

4. GENEL BİLGİLER

Egzersiz sonrası toparlanma süreci; kas protein sentezinin artışı, kas glikojen depolarının doldurulması, nöromüsküler sistemin fonksiyonel dengesinin sağlanması ve hormonal regülasyonun yeniden kurulması gibi çok yönlü fizyolojik süreçleri kapsar. Bu süreçler, organizmanın homeostatik dengesini koruması ve bir sonraki fiziksel aktiviteye hazırlanması açısından kritik öneme sahiptir (Trommelen ve ark., 2019; Alghannam ve ark., 2018; Kellman, M., 2010).

Antrenman sonrasında yeterli toparlanma sağlanamazsa aşırı antrenman sendromuna yol açabilir, bu da performansın devamlılığını olumsuz etkileyebilir (Kellmann., 2010). Bu nedenle, antrenman sonrası toparlanmayı hızlandırmak için kullanılacak stratejilerin doğru belirlenmesi, sporcuların uzun vadeli performansları açısından büyük önem taşımaktadır (Gençoğlu ve ark., 2024).

Sporda toparlanmanın önemi göz ardı edilemez; etkili toparlanma bir sporcunun başarısı için belirleyici bir faktördür. Günümüzde birçok spor dalında sporcular günde 2-3 kez yoğun ve zorlayıcı antrenman seansları gerçekleştirmektedir. Bu seanslar sporcularda hem fizyolojik hem de psikolojik stres yaratırken, monoton antrenman yükleri, günde üç saatten fazla süren antrenman seansları, haftada %30'dan fazla artan antrenman yoğunluğu, sürekli aşırı yüklenme, uygunsuz periyodizasyon yöntemleri ve yeterli dinlenme sürelerinin olmaması gibi faktörler sporcuların stres seviyelerini daha da artırmaktadır. Yorgunluğa neden olan tüm bu faktörlerin yanı sıra özellikle elit sporcular hafta içinde birkaç gün arayla yarışmak zorunda kalabilmektedir (Alemdaroğlu ve ark., 2011).

Uzun saatler süren antrenmanlar ve yoğun sezonluk programlar profesyonel sporcularda yorgunluğa ve bu yorgunluk sporcunun zamanla olumsuz duygular yaşamasına neden olur. Sosyal çevreden izole olmak ve yoğun bir program içinde destek alamamak da bu mücadeleyi zorlaştırır. Tükenmişlik sendromu; Atletik performansı düşürmesinin yanı sıra sosyal ilişkileri de olumsuz etkiler ve bu nedenle depresyon riskini artırdığını gösteren çalışmalar vardır. Tükenmişlik sendromu sporcuların ve spor yapanların uyum yeteneklerini olumsuz yönde etkileyerek sporu bırakmaya yol açmaktadır (Özdemir ve ark., 2023).

4.1. Toparlanma Süreçleri

Yarışma ve antrenman sırasında uygulanan tekrarlayan eksantrik kas kasılmaları, kas lifleri ve bağ dokularında mikroskobik düzeyde yapısal hasara neden olabilir. Bu, kas yıkımına (yani kas liflerindeki ve/veya bağ dokusundaki yapısal proteinlerin bozulmasına), ardından gelen doku iltihabına, gecikmiş başlangıçlı kas ağrısına (DOMS) ve algılanan yorgunluğun artmasına neden olabilir. Kreatin kinaz (CK) ve inflamatuvar biyobelirteçler (C-reaktif protein (CRP) ve interlökin-6 (IL-6)) gibi egzersiz sonrası kas hasarı biyobelirteçlerindeki değişiklikler, DOMS ile ilişkili olarak gözlemlenebilir ve kas-iskelet sistemi iyileşmesini desteklemek için kullanılabilir (Stacey ve ark., 2010; Leal Junior ve ark., 2011; Kargarfard ve ark., 2016).

Egzersiz kaynaklı harabiyet kas gücünde geçici bir azalmaya, eklem pozisyon algısında bozulmaya, fiziksel performansta düşüşe ve/veya yaralanma riskinde artışa yol açabilir. Bu bağlamda, antrenörler ve spor bilimcileri için kas hasarını yönetmek ve DOMS, inflamasyon ve yorgunluğu azaltmak için iyileşme sürecini optimize etmek önemlidir. Bu şekilde, sporcu daha az yorgun hissedecek ve yaralanma veya antrenman yüküne uyum sağlama zorluğunu azaltacaktır (Dupuy ve ark., 2018).

Yorgunluk sürecinde, sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımında azalma ve bazı durumlarda kalsiyumun tekrar alımındaki yetersizlik, kas kasılma gücünün düşmesine neden olur. Ayrıca, yorgunlukla birlikte miyozin ATPaz aktivitesinde de azalma gözlenmektedir (Allen ve ark., 2008)

Egzersiz yoğunluğunun artmasıyla iskelet kası içindeki ATP ve fosfokreatin depoları azalır; bu durum kasların kasılıp gevşeme döngüsünü bozarak kuvvet üretme kapasitesini sınırlar ve yorgunluk oluşumuna katkı sağlar (Hargreaves ve ark., 2020)

Yorgunluk, kas hücrelerinde metabolit birikimi (laktik asit), enerji substratlarının tükenmesi (glikojen, ATP gibi), fizyo-kimyasal parametrelerin değişimi (iyon dengesi, pH, ısı), nörohormonal düzenleyici sistemde bozulmalar (merkezi yorgunluk, serotonin, dopamin) ve birden fazla sistemin etkileşimi ile ortaya çıkan çok yönlü bir fizyolojik süreçtir (Robergs ve ark., 2004; Allen ve ark., 2008; Meeusen ve ark 1995; Finsterer, J., 2012).

Nöromusküler toparlanma, egzersiz sonrası kaslarda ve sinir sisteminde oluşan yükün ortadan kaldırılması ve fonksiyonlarının yeniden kazandırılması sürecidir (Twist ve ark., 2005). Yoğun

antrenmanlar, merkezi yorgunluk oluşturarak kas gücü ve kuvveti kayıplarına neden olabilir. Bu nedenle, aktif toparlanma (düşük yoğunluklu egzersiz), soğuk suya dalma ve masaj gibi yöntemler nöromusküler toparlanmayı desteklemek için kullanılabilir (Barnett, A., 2006). Özellikle aktif toparlanma, egzersiz sonrası kan dolaşımını artırırken, metabolik atık ürünlerinin daha hızlı atılmasını sağlar ve kas yorgunluğunu azaltır (Reilly ve ark., 2005).

4.2. Kas İçi Oksijen Doygunluğu

Kas oksijenasyonu, dokuda metabolik oksijen kullanımı ile kasa oksijen akışı arasındaki dinamik dengeyi ifade eder. Birçok fizyolojik sistem çıktısı, başta aerobik güç, artan dolaşım ve solunum debisi ile ilişkilidir (Çinkılıç ve ark., 2025). Egzersiz şiddeti yükseldikçe, kasların oksijen ihtiyacı karşılanamaz, glukozun anaerobik olarak laktata dönüşümü artar. Bu bağlamda, kanda biriken laktat, sporcu veya egzersiz yapan kişi için yorgunluğun bir göstergesi olarak kabul edilir. Aynı zamanda, laktat seviyeleri kasların oksijeni ne kadar verimli kullandığının bir ölçütüdür (Atasever, G., 2023).

4.2.1. Kas içi oksijen doygunluğu ölçme yöntemi

Son yıllarda kaslardaki oksijen seviyeleri yakın kızılaltı spektroskopisi (YKAS) adı verilen bir teknoloji kullanılarak ölçülmüştür. YKAS, dokudan geçen ışığın ne kadarının kromofor molekülleri (oksihemoglobin (O_2Hb), deoksihemoglobin (HHb), sitokrom c oksidaz (CCO) ve miyoglobin gibi) tarafından emildiğini ölçen bir tekniktir (Çinkılıç ve ark., 2025).

Yakın kızılaltı spektroskopisi (YKAS) ile ölçülen başlıca sinyaller, oksijenli hemoglobin, deoksihemoglobin ve miyoglobinin bağıl konsantrasyonları ile bunların toplamlarıdır (Barstow, T. J., 2019).

O_2HbMb 'nin $tHbMb$ 'ye göre bağıl oranı kas oksijen saturasyonunun (SmO_2) bir ölçüsüdür. SmO_2 , belirli YKAS teknolojilerine bağlı olarak farklı yöntemlerle tahmin edilebilir (Hamaoka ve ark., 2019).

Doygunluk parametresi, kas veya doku oksijen doygunluğu, doygunluk indeksi ya da oksijenasyon indeksi gibi farklı terimlerle ifade edilebilir. Bu ölçümler, YKAS (Yakın Kızılaltı Spektroskopisi) teknolojisi kullanılarak elde edilen sinyalin doku hacmiyle etkileşimini temel alan farklı hesaplama modellerini yansıtmaktadır (Yogev ve ark., 2024).

YKAS teknolojisi, incelenen dokudaki kromoforları, özellikle hemoglobini ölçmek için yakın kızılötesi ışık zayıflamasının (dalga boyları 700–1000 nm) ölçülmesine dayanır. Diğer birçok kromofor (örneğin bilirubin, melanin, miyoglobin ve sitokrom a,a3) ortaya çıkan YKAS sinyalini soğurabilmelerine rağmen, belirli dalga boylarının seçilmesi bu maddelerin etkisini en aza indirmeye yardımcı olur ve ortaya çıkan sinyal esas olarak oksihemoglobin ve deoksihemoglobinden türetilir. Bir YKAS sistemi, ışık kaynağı, dokuya ışık ileten ve geri yansıyan ışığı algılayan optik algılayıcı sensor (ışık yayıcı ve dedektör sensörler), sinyalleri işleyen bir analiz birimi ve gerekirse görsel çıktı sağlayan bir görüntüleme sisteminden oluşur (Mesquida ve ark., 2013).

Işık giriş ve çıkış noktaları arasındaki mesafe (optod ayrımı) incelenen dokunun boyutunu belirleyecektir. YKAS sinyali öncelikle vasküler ağaç boyunca bulunan hemoglobinden ve öncelikli olarak ilgi alanındaki küçük damarlardan (arteriol, kılcal damarlar ve venol) gelir (Simonson ve ark., 1996).

Son olarak,oksi- ve deoksihemoglobin ölçümleri, toplam doku hemoglobin saturasyonu veya doku oksijen saturasyonunun (SmO_2) hesaplanmasına olanak tanır (Myers ve ark., 2005).

YKAS sistemleri ayrıca incelenen alanındaki hemoglobin miktarını da tahmin edebilir ve bu değer toplam doku hemoglobini veya mutlak doku hemoglobin indeksi olarak gösterilebilir (Mesquida ve ark., 2013).

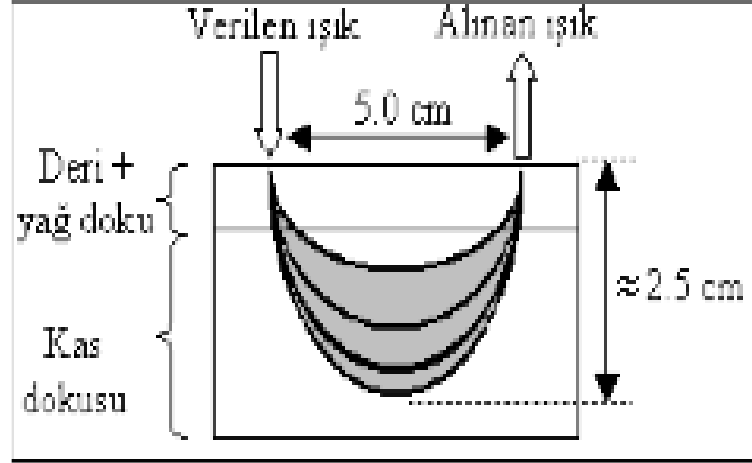
4.2.2. Yakın kızılaltı spektroskopisinde doku eğrisi ve ışığın yayılması

Işık Kaynağı ve Dedektörün Yerleşimi: Yakın kızılaltı spektroskopi (YKAS) cihazlarında, ışık kaynağı (genellikle bir LED veya lazer) ve dedektör doğrudan cilt yüzeyine yerleştirilir. Işık kaynağı tarafından yayılan kızılaltı ışık (650–950 nm aralığında) dokuya nüfuz eder, kas ve çevresindeki dokuya yayılır. **Işığın Saçılması ve Soğurulması:** Yakın kızılaltı ışık dokudan geçerken hücresel yapılar tarafından saçılır (yayılır) ve belirli kromoforlar (örneğin hemoglobin ve miyoglobin) tarafından soğurulur. Bu etkileşimler hem oksijenli hemoglobinin (HbO_2) hem de oksijensiz hemoglobinin (HHb) belirlenmesini sağlar. Soğurulma oranı bu bileşenlerin optik özelliklerine bağlıdır.

"Doku Eğrisi": Işık, doku boyunca doğrusal olmayan, "muza" benzeyen eğri bir yol izler. Bu geometri, ışığın yüzeyden belirli bir derinliğe ulaşmasını ve ardından yüzeye tekrar çıkmasını

ve bir dedektör tarafından tespit edilmesini sağlar. Bu şekilde, biyolojik bilgi belirli bir hacim ve derinlikten toplanabilir (Wolf ve ark., 2007).

İşık şiddetinin ölçülmesi: İşık dedektöre ulaştığında, orijinal şiddetine kıyasla ne kadarının soğrulduğunu ve dağıldığı ölçülür. Bu veriler, doku oksijen doygunluğunu ve diğer metabolik parametreleri hesaplamak için kullanılır (Akbaş S., 2024).



Şekil 1. Kızılaltı ışığın dokudaki yayılımı (Akbaş S., 2024)

4.3. Kuru Daldırma Yöntemi

Kuru Daldırma (KD) yöntemi, Rus kozmonot bilim insanları Shulzhenko K. B. ve Will-Williams I. F. tarafından 1970'lerin başında geliştirilen özel bir su geçirmez kumaş kullanılarak insanların bir su banyosuna daldırılmasını içerir. Kuru daldırma (KD) yöntemi, mikro yerçekiminin insan fizyolojisi üzerindeki etkilerini karada taklit etmek amacıyla kozmonot bilim insanları tarafından en yaygın olarak kullanılan yer tabanlı modeldir. Bu yöntem sadece uzay araştırma merkezinde değil, tıp alanında da kullanılmaktadır. Kullanım sırasında $33 \pm 0,5$ °C sabit su sıcaklığının korunduğu 200x100x100 cm'lik bir banyo KD yöntemi için uygundur. KD yöntemi, invaziv olmayan bir uygulama olması ve artmış kas tonusunu azaltıcı etkisi nedeniyle klinik rehabilitasyon alanında da kullanılmaktadır. Özellikle beyin kanaması sonrası gelişen felç spastisite vakalarında, kas gevşemesine yardımcı olmak amacıyla destekleyici bir tedavi yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Tomilovskaya ve ark., 2019).

Bu bağlamda, altı saat boyunca KD yöntemini uygulayan bir kişide soleus ve gastroknemius kaslarında gevşeme, ayrıca kas tonusunda %40 oranında azalma olduğu kaydedildi (Kozlovskaya ve ark., 1988; Miller ve ark., 2010).

KD yöntemi motor ünitelerin (MU) işlevselliğini değiştirir. Shigueva ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, KD yönteminin gastroknemius kaslarının ekstansörlerinde küçük MU'nun çalışmasını baskıladığı ve MU'nun aktivasyon sırasını değiştirerek büyük MU'nun çalışmasını kolaylaştırdığı belirtilmiştir. Bu durumda klasik Henneman yasasının tersine çalıştığı söylenebilir (Shigueva ve ark., 2015).

Başka bir çalışmada ise 7 günlük KD yöntemiyle hem yavaş hem de hızlı kasılan kas liflerinin boyutundaki küçülmenin 3 gün sonra %5-9'a, 7 gün sonra ise %15-18'e ulaştığı tespit edilmiştir (Shenkman ve ark., 2017).

Üç günlük uygulanan KD yönteminin ardından tip I kas liflerinde önemli atrofi (%10'a kadar) ve hibrit tip I/II kas liflerinde artış gözlenmiştir (Demangel ve ark., 2017).

KD yöntemi, sensörimotor sistemini incelemek için kullanılır. Kuru daldırma sırasında mikrogravite durumunun oluşması sonucu, duyu arası karmaşık etkileşimlere dayalı duruş özelliklerinde değişimlere yol açar. Bazı çalışmalarda mikro yerçekimini taklit ettikten sonra, bazı denekler Romberg katsayısında artış gösterirken, diğerleri azalma gösterdi (Amirova ve ark., 2017). Romberg katsayısı, bireyin postural dengesini sağlarken görsel girdilere ne kadar bağımlı olduğunu belirlemek amacıyla, göz açık ve kapalı duruş koşullarındaki salınım oranının karşılaştırılmasıyla elde edilen bir denge ölçütüdür (Silva ve ark., 2012).

Kuru daldırmanın, hem doğrudan (yerçekimi etkisinin kaybolması nedeniyle) hem de dolaylı olarak (desteğin ortadan kalkması ve proprioseptif afferentasyonun en aza indirilmesi nedeniyle) vestibüler fonksiyonu, özellikle de otolitik fonksiyonu ile merkezi sinir sisteminin (MSS) bütünleştirici çok duyu fonksiyonunu etkilediği belirlenmiştir (Naumov ve ark., 2021). Kuru daldırmanın etkili olduğu bir diğer sistem ise kardiyorespiratuvar sistemdir. Daldırma koşullarında, suyun hidrostatik basıncı solunum mekaniğini değiştirir. Hidrostatik basınç nedeniyle periferik kandan toraks içine kan yönelir; bu da intratorasik basıncı ve pulmoner kan hacmini artırır. Yani, akciğerlere giden kan akışı artar (Mikhaylovskaya, A. N., 2019).

Kuru daldırma yöntemi kullanarak yapılan akciğer hacmi çalışmalarında, ekspiratuvar rezerv hacmi %47, toplam akciğer kapasitesi %4, alveolar hacim %4, vital kapasite inspirasyon sırasında %5, ekspirasyon sırasında %7 azaldı. Ekspiratuvar rezerv hacmi ve rezidüel hacmin toplamı olan fonksiyonel rezidüel kapasitenin su immersiyonu sırasında yaklaşık 1 litre (%30) azaldığı bulundu (Dyachenko ve ark., 2010).

KD yöntemi sonrası kişilerde endorfin salınımında artış, depresyon ve anksiyetede azalma, kronik yorgunluk hissinin hafiflemesi gibi olumlu psikolojik etkiler gözlemlenmiştir (Navasiolava ve ark., 2011). KD yöntemi, sıvı atılımını artırarak ödemin azalmasına ve buna bağlı olarak vücut ağırlığında geçici düşüslere neden olabilmektedir. Nitekim 4–6 saatlik bir KD seansı sonrasında diürezin 1,5 ila 3 kat arttığı ve bu etkinin 2–3 gün boyunca devam ettiği bildirilmiştir (Tomilovskaya et al., 2019; Ivanov ve ark., 1990).

Kuru daldırma (KD) yöntemi, yalnızca mikrograviteyi taklit etmekle kalmaz, aynı zamanda merkezi sinir sistemindeki dengeleyici mekanizmalarının sınırlarını ortaya çıkarmak için de değerli bir araçtır. Özellikle duyuusal sistemler arası etkileşimlerin (vestibüler, proprioseptif ve görsel girdilerin) akut olarak değiştiği durumlarda, bu dengeleyici mekanizmaların bozulabildiği ve buna bağlı olarak daha önce fark edilmeyen nörolojik işleyiş bozukluklarının görünür hale geldiği bildirilmektedir (Berger ve ark., 2001).

Kuru daldırma, perinatal santral sinir sistemi hasarı olan yenidoğanların bağışıklık durumu üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir, T-yardımcı hücrelerin fonksiyonel aktivitesini normalleştirmeye ve lenfositlerin yapışkan özelliklerini azaltmaya yardımcı olur, bu da enfeksiyöz ve inflamatuvar lökositozun sıklığında ve şiddetinde azalmaya yol açar (Belikova ve ark., 2008).

Yakın tarihte, Rus bilim insanları Parkinson hastalığı olan hastalarda KD yönteminin kullanımını incelediler. A. Yu. Meigal ve meslektaşları 2017 yılında yürüttükleri çalışmada KD'nin Parkinson hastalığı olan hastalarda motor, duygusal-bilişsel ve psikofizyolojik semptomlar üzerindeki etkisini değerlendirdiler. Uygulanan "kuru daldırma" süreci incelenen parametrelerin çoğunda ümit verici, önemli olumlu değişikliklere neden oldu. Özellikle depresyon seviyesinde azalma, bilişsel testlerin performansında artış ve seçim tepkisinde (karar verme) hızlanma gözlemlendi. Parkinson hastalığının motor ve motor olmayan semptomlarının

şiddetinde ortalama %10-15 oranında bir azalma gözlemlendi ve bu, KD yönteminin tamamlanmasından sonra en az 2 hafta boyunca devam etti (Meigal ve ark., 2017).



Şekil 2. Kuru daldırma küveti (Miroshnichenko ve ark., 2018)

Kuru daldırma yönteminde kullanılan banyoların farklı modelleri de bulunmaktadır. Viir Ragnar ve ark. (2012) çalışmasında kısmi kuru daldırmanın tibialis anterior ve üst trapezius kaslarının gerginliği ve esnekliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kısmi kuru daldırma yönteminin tibialis anteriorun sertliğini ve gerginliğini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Üst trapezius kasında gerginlik ve sertlik düzeylerinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir; ancak esneklik parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Öte yandan, tibialis anterior kasında esneklik ölçümlerinde bireyler arası varyasyonun yüksek olması nedeniyle genel anlamda anlamlı bir değişim saptanamamıştır (Viir ve ark., 2006).

4.3.1. Sporda kuru daldırma yöntemi

KD yönteminin temel etkisi, karada vücut üzerindeki yer çekimi ağırlığını ortadan kaldırmak veya en aza indirmektir. Başarının temel anahtarlarından biri, sporcuların yoğun antrenmanlardan sonra hızlı ve etkili bir şekilde toparlanma sürecidir. KD yönteminin sporcuların toparlanma sürecinde kullanılması, sporcunun yorgun kasları üzerindeki yer çekimi etkisini azaltarak kas içi kan dolaşımının rahatlamasını sağlar. Toparlanma sürecini hızlandırdığı, kaslarda biriken yorgunluk metabolitlerinin hızla uzaklaştırılmasını ve yorgun kasların toparlanması için gerekli maddelerin kaslara iletilmesini sağladığı bilinmektedir (Balandin ve ark., 2018).

Balandin ve ark. (2018) tarafından profesyonel greçiler üzerinde yürütülen bir çalışmada, KD yöntemi yüksek yoğunluklu fiziksel antrenmandan sonra iyileşme faktörleri açısından buhar banyosu ile karılatırılmıtır. Çalışma sonuçlarında, KD yöntemi %13,6 oranında kas tonusunda rahatlama ve gevşeme sağlarken, buhar banyosu %7,7 oranında rahatlama sağlamıştır (Balandin ve ark., 2018).

Yoğun antrenman sonrasında kas dokusunda biriken metabolik atık ürünler sistemik dolaşıma geçer ve renal filtrasyon yoluyla vücuttan uzaklaştırılır. Bu arıtma süreci, toparlanma evresinde homeostatik dengenin yeniden sağlanmasıda önemli bir rol oynar. Rus bilim adamları, halterciler üzerinde yaptıkları çalışmada KD yönteminin idrar çıkışı üzerindeki etkisini incelediler. Ağır fiziksel efordan hemen sonra kullanılan "kuru" daldırma, böbreklerin çalışma koşullarını bir nebze toparlar - önemli kas yklenmelerinin olduğu gün diürezin, kuru daldırma yönteminin kullanılmadığı güne kıyasla 150-200 ml arttığı kaydedildi. Yoğun egzersizden sonra diürezin azalması, idrarın özgül ağırlığında artış, idrarda protein bileşenlerinin ortaya çıkması ve normdan sapmanın diğer belirtileri durumunda, KD yönteminin kullanımı böbrek fonksiyonunu normalletirmek için etkili bir yöntem olabilir (Radzievskiy ve ark., 2007).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma 02.12.2022 tarihinde 09.2022.1069 protokol numarası ile Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Araştırmada uygulanan yüksek eğitim koşu antrenmanının, yüksekliğini belirlemek için ve testlerde kullanılan cihazların çalışır durumunu test ve kalibre etmek için 4 elit sporcunun katılımı ile ön deneme çalışması yapılmıştır. Deneme testine katılan sporcuların tanımlayıcı bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Ön deneme araştırmasına katılan sporcuların tanımlayıcı bilgileri

Tanımlayıcı Özellikler	Yaş	Boy	Kilo
Ortalama	20,5	184	70,0
Standart Sapma	3,11	3,51	7,12
Minimum	18,0	180	62,0
Maximum	25,0	187	76,0

5.1. Katılımcı Grubu

Araştırma evreni 18 yaş ve üzeri 14 sporcudan oluşmaktadır. Araştırma örneklemini, yüksek eğitim koşusunu engelleyecek durumunun olmaması, yaptığı spor branşında en az 5 yıl aktif, lisanslı sporcu olan ve herhangi bir sağlık problemi olmayan sporcular seçilmiştir.

5.2. Araştırmanın Çalışma Planı

Araştırmada iki farklı toparlanma yöntemi kullanılmıştır. Kuru Daldırma (KD) yöntemi ve Sedyeye Yatağında (SY) yatarak dinlenme yöntemi. İki farklı toparlanma yöntemi kullanıldığı için sporcular, testlere en az 24 saat ara ile iki farklı günde katılım sağlamıştır. İlk antrenmanda KD yöntemi ile dinlenen sporcular sonraki geldiği gün ve antrenmandan sonra Sedyeye yatağında yatarak dinlenme yapmıştır. Sporcuların toparlanma sıralaması çapraz yöntemle uygulanmıştır.

Sedye yatağı ile toparlanma yapan sporcular normal sedye yatağında sırt üstü yatarak toparlanma yapmıştır (Tablo 3).



şekil 3. Sedye yatağı

Kuru daldırma yönteminin teknik özellikleri: 210x110x80 cm ölçülere sahip küvet. Küvet içindeki suyun sıcaklığını 33-34° arasında sabit tutulması için termostat ve ısı sensörleri, kontrol paneli ve sporcuların ile suyun temasını kesen özel su geçirmez kumaş kullanılarak toparlanma metodu uygulanmıştır (Tablo 4).



şekil 4. Sporcuların kullandığı kuru daldırma yatağı

Sporcuların ölçümleri, Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Egzersiz ve Spor Fizyolojisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

5.3. Araştırmanın Hipotezleri

H.0.a Kuru daldırma yönteminin kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların fiziksel performansına etkisi yoktur.

H.1.a Kuru daldırma yönteminin kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların fiziksel performansına etkisi vardır.

H.0.b Kuru daldırma yönteminin kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların kas oksijen doygunluğuna etkisi yoktur.

H.1.b Kuru daldırma yöntemi kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların kas oksijen doygunluğuna etkisi vardır.

H.0.c Kuru daldırma yöntemi kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların otonom sinir sistemine (kalp hızı değişkenliğine) etkisi yoktur.

H.1.c Kuru daldırma yöntemi kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların otonom sinir sistemine (kalp hızı değişkenliğine) etkisi vardır.

5.4. Antrenman Programı

Çalışmaya katılan sporculara daha önceden belirlenen antrenman ve test programı tanıtıldı ve onayları alındı. Aşağıda tablo 2’de antrenman ve test programı sunulmuştur. Tabloda sunulan Wingate Güç testi, sporcuların üretebildikleri zirve güç ortalama güç seviyelerini ve yorgunluk indeksini ölçmek için kullanılmıştır. Antrenman programında belirtilen 10 km/h hızında ve %10 eğimde 10 dakikalık koşu antrenman protokolüne fizyolojik açıdan bakıldığında; bu antrenman tipi, submaksimal dayanıklılık, kuvvet gelişimi, aerobik-anaerobik kapasite ve kas aktivasyonu gibi birçok fizyolojik özelliği aynı anda geliştirmeye yöneliktir (Alemu ve ark., 2025; Barnes ve ark., 2015; Held ve ark., 2023). Sonuç olarak, 10 km/h ve %10 eğimde 10 dakikalık koşu, yüksek düzeyde kardiyorespiratuvar ve kas dayanıklılığı gerektirir (Fleckenstein ve ark., 2021). Wingate testleri koşu öncesi ve sonrası uygulandığında, koşunun yarattığı aerobik yorgunluk ve kas oksijenlenmesinin anaerobik performansa etkiside

ölçülmüştür (Ktenidis ve ark., 2021; Granier ve ark., 1995). Bu kombinasyon, enerji sistemlerinin geçişlerini, nöromüsküler yorgunluk düzeylerini, ve toparlanma stratejilerinin etkinliğini bilimsel olarak değerlendirmek için güçlü bir model sunmaktadır.

Tablo 2. Çalışmada uygulanan antrenman ve test programı

Süre	Prosedür	
5 dk	Isınma	Hafif tempoda koşu ve esneme hareketleri
30sn + 3 dk	Wingate Güç testi	30 sn anaerobik yüklenmeden sonra sporcu bisikletten inmeden 3 dk üstünde dinleniyor
7 dk	Dinlenme	
10 dk + 3 dk	%10 Eğimde, 10 Km/h hızında koşu	10 dk eğim koşusundan sonra sporcu koşu bandı üzerinde ayakta 3 dk dinleniyor
7 dk	Dinlenme	
30sn + 3 dk	Wingate Güç testi	30 sn anaerobik yüklenmeden sonra sporcu bisikletten inmeden 3 dk üstünde dinleniyor
30 sn + 2 dk	Tibialis kası için direnç testi	30 sn sporcunun Tibialis kasının maksimumunun %50 kuvvetinde 30 sn yüklenme yapılıyor ve sonra 2 dk dinleniyor
1 saat	Kuru daldırma küvetinde/Sedye yatağında toparlanma	
30 sn + 2 dk	Tibialis kası için direnç testi	30 sn sporcunun Tibialis kasının %50 kuvvetinde 30 sn yüklenme yapılıyor ve sonra 2 dk dinleniyor
5 dk	Isınma	
30sn + 3 dk	Wingate Güç testi	30 sn anaerobik yüklenmeden sonra sporcu bisikletten inmeden 3 dk üstünde dinleniyor
7 dk	Dinlenme	
10 dk + 3 dk	%10 Eğimde, 10 Km/h hızında koşu	10 dk eğim koşusundan sonra sporcu koşu bandı üzerinde ayakta 3 dk dinleniyor
7 dk	Dinlenme	
30sn + 3 dk	Wingate Güç testi	30 sn anaerobik yüklenmeden sonra sporcu bisikletten inmeden 3 dk üstünde dinleniyor

5.5. Verilerin Toplanması

Sporculardan antrenman sırasında kullanılan veri toplama araçları aşağıda sunulmuştur.

5.5.1. Wingate güç testi (WAnT)

Testte kullanılan sabit yükün belirlenmesi sporcuların vücut ağırlıkları dikkate alınarak, her sporcunun toplam vücut ağırlığının %7,5'ne denk gelen ağırlık sabit yük olarak belirlenmiştir. Test başladıktan sonra 4-5 sn boyunca her sporcu istenilen pedal hızına ulaşmak için yüksüz olarak pedal çevirmiştir. Daha sonra sporcunun vücut ağırlığına bağlı olarak belirlenen sabit yük ile her sporcu maksimal hızda 30 sn boyunca pedal çevirmiştir. Uygulanan 30 saniyelik maksimal yüklenme sonrasında sporcunun testte uyguladığı ortalama güç tespit edilerek değerlendirilmeye alınmıştır.



Şekil 5. Wingate güç testi bisiklet ergometresi

5.5.2. Koşu antrenman programı

Sporcular koşu antrenmanlarını Technogym markalı koşu bandı üzerinde 10 km/h hızında – %10 eğimde – 10 dakika boyunca eğimli koşu antrenmanı yapılmıştır. Eğim koşu antrenmanı sırasında sporculardan sözlü olarak ‘devammı’ veya ‘bitirelimmi’ şeklinde koşuya devam durumu sorulmuştur.

5.5.3. Tibialis kası direnç testi

Tibialis kası direnç testini, çalışmaya katılan her sporcudan çalışmaya geldiği gün ilk beş dakika ısıdıktan sonra direnç ölçer ile en yüksek izometrik kasılma kuvveti kaydedildi. Sporcular 1

saatlik toparlanma öncesi ve sonrası maksimum kuvvetin %50 izometrik kasılma kuvvetinde 30 saniye boyunca kasmaları istenmiştir. Kasılma sırasında kas içi oksijen doygunluğu ölçümü alınmıştır.

5.5.4. Yakın kızılaltı spektroskopisi (YKAS) ölçümleri

Sporcuların, WAnT testinde, eğitim koşusunda ve Tibialis kası direnç testinde kas içi oksijen tüketimini ölçmek için geçerliği ve güvenilirliği kanıtlanmış kablosuz ve taşınabilir YKAS (Train.Red FYER Sensors) aygıtı kullanılmıştır (Akbaş S., 2024). Aygıt, sporcunun her iki bacağında M.Quadriceps femoris kasının lateral tarafında M. Vastus lateralis üzerine Femur kemiğinin lateral epicondyle'den başlayarak 20 cm uzağa gelecek şekilde kaydedilerek ölçüm yerleri tespit edilmiştir. Tibialis kası direnç testinde, kas içi oksijen tüketim verilerini almak için baskın bacağının Tibia kemiğinin condylus lateralis başından başlayarak 15 cm uzaklığa gelecek şekilde M.Tibialis kasından alınacak ölçüm yeri belirlenmiştir.



Şekil 6. Train.Red FYER yakın kızılaltı spektroskopisi aygıtı

5.5.5. Kalp hızı değişkenliği (KHD) ölçümü

Kalp hızı değişkenliği ölçümü her sporcudan ayrı ayrı deneyin her aşamasında kaydedilmiştir. Kayıt cihazı olarak Polar® markasının H10 göğüs bandı modeli kullanılarak ölçümler alınmıştır. Ayrıca her sporcunun iki dinlenme durumunda da KHD verileri 1 saat boyunca kaydedilmiştir. Deney sırasında Polar cihazından alınan KHD verileri, telefon arayüzü olan Elite HRV uygulaması üzerinden takip edilmiştir. Alınan verilerin analizi için Kubios yazılım programı kullanılarak sporcuların antrenman ve dinlenme sırasındaki KHD verileri incelenmiştir.



Şekil 7. Polar H10 göğüs bandı

5.6. Alınan Verilerin Analizi

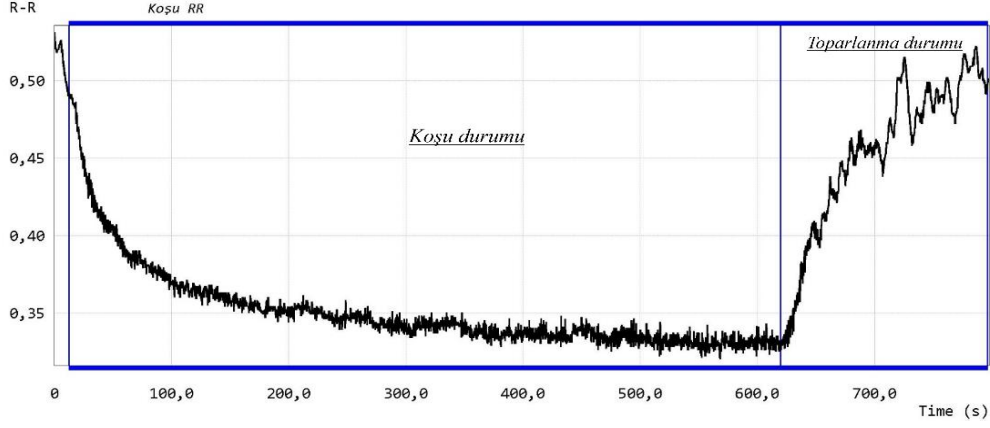
Öncelikle tüm sporcuların WAnT testi, eğim koşusu testi ve Tibialis kası direnç testlerinde hem KHD hem de YKAS verileri, yüklenme (yukarıda belirlenen üç test) bittiği andan itibaren ilk üç dakikalık toparlanma süresinin verileri kaydedilmeye devam edilmiştir. Bu veriler sporcuların yüklenmeyi bıraktıktan sonra toparlanma durumuna ne zaman geçtiğini gözlemek için kullanılmıştır. Ayrıca, sporcuların toparlanmak için kullandığı Sedyeye yatağı (SY) ve KD yöntemi sonrası yapılan yüklenme ve dinlenme durumlarında alınan verileri karşılaştırmak için kullanılmıştır.

5.6.1. Kalp hızı değişkenliği verilerinin analizi

Polar cihazından alınan KHD parametreleri Kubios yazılım programında koşu ve WAnT testinde yüklenme süresi boyunca ve sonrasında alınan üç dakikalık toparlanma süresinde kalp atımları arasındaki zaman (RR, milisaniye cinsinden) verileri ayrı ayrı incelemeye alınmıştır. Ayrıca iki toparlanma yöntemi arasında bir saatlik toparlanma esnasında sporcunun hangi toparlanma yönteminde parasempatik sinir sisteminin daha baskın olduğunu incelemek için; ardışık RR aralıkları farklarının karelerinin ortalamasının karekökü (RMSSD) ve ardışık normalden – normale olan RR aralıklarının 50 milisaniyeden fazla farklılık gösterme yüzdesini temsil eden (% olarak ifade edilir ve pNN50 olarak kısaltılır) değerleri incelemek için kaydedilmiştir.

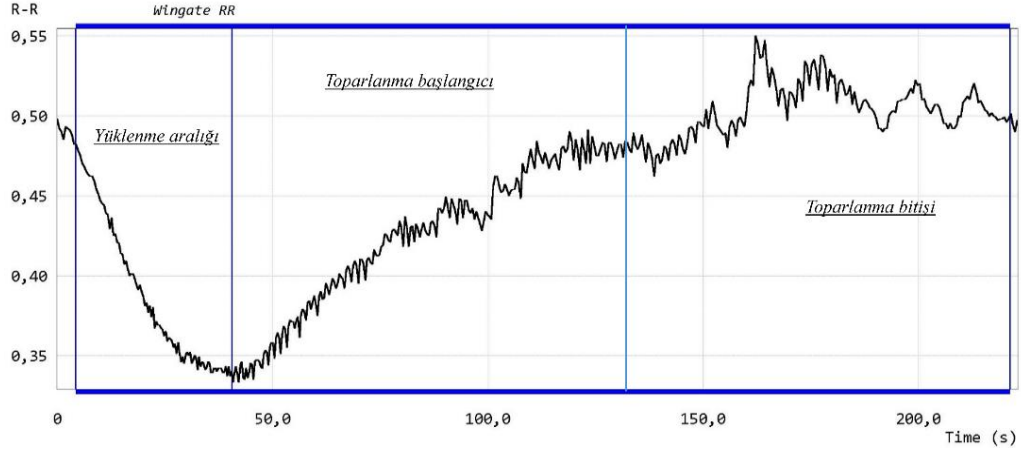
Şekil 8’de sporcuların koşu sırasında kaydedilen KHD parametrelerinin koşu sırasındaki yüklenme durumuna ve onu takip eden üç dakikalık toparlanma durumuna olan uyumunu

göstermektedir. Belirlenen aralıktaki KHD parametrelerinin ortalama RR değerleri istatistik inceleme için kaydedilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Koşu antrenmanı sırasında kaydedilen kalp hızı değişkenliğinin antrenmana uyum durumları

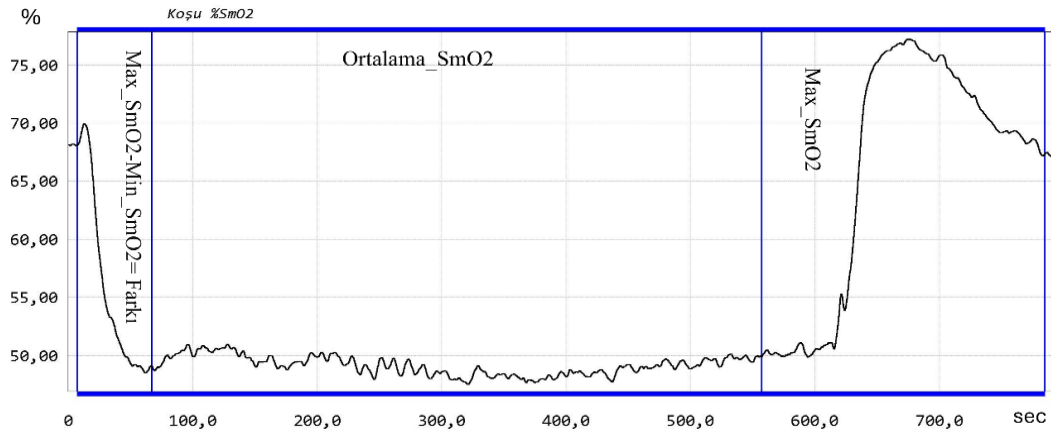
Şekil 9’da sporcuların Wingate güç testinde kaydedilen KHD parametrelerinin WAnt testinde yüklenme durumuna ve onu takip eden üç dakikalık toparlanma durumuna olan uyumunu göstermektedir. WAnt testinin yüklenme durumunda KHD parametresinin ortalama ve en düşük RR değerleri kaydedildi. Ayrıca WAnt testinden sonra üç dakikalık toparlanma sırasında kaydedilen KHD parametrelerinin toparlanmanın başlangıcında ve toparlanmanın sonundaki durumlarını incelemek için ilk 1:30 dakika ve son 1:30 dakikalık KHD parametresinin ortalama RR değerleri ayrı-ayrı istatistik inceleme için kaydedildi (Şekil 9).



Şekil 9. Wingate güç testinde kaydedilen kalp hızı değişkenliğinin yapılan teste uyum durumları

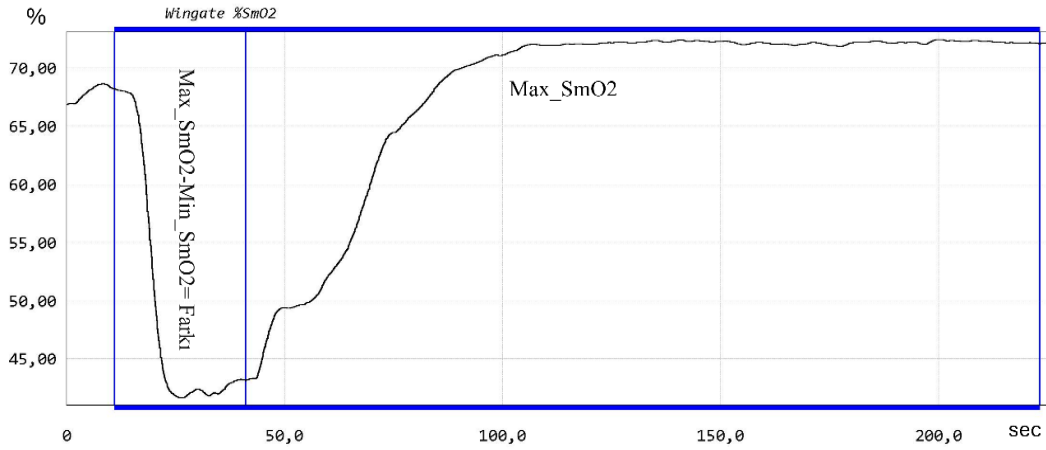
5.6.2. Kas içi oksijen tüketimi verilerinin analizi

Sporculardan yapılan tüm testlerde alınan kas içi oksijen tüketim verileri Procalysis programında incelenmiştir. SmO_2 değerleri için sporcuların test başlangıcı ile test bitişi ve üç dakikalık dinlenme periyodunun bitişi kadar geçen zamanda ayrı ayrı her kademenin ortalama değerleri kayıt altına alınmıştır. Koşu antrenmanının başlangıcının ilk dakikasında alınan en yüksek SmO_2 değerinden en düşük SmO_2 değeri çıkartılarak aradaki fark değeri istatistik inceleme için alınmıştır (Şekil 10). Koşu antrenmanının ilk dakikasından başlayıp son dakika kalana kadarki süre içinde alınan ortalama SmO_2 değeri istatistik inceleme için alınmıştır (Şekil 10). Koşu antrenmanının son dakikası ile koşu bitişi takip eden 3 dakikalık dinlenme sırasında alınan en yüksek SmO_2 değeri istatistik inceleme için alınmıştır (Şekil 10).



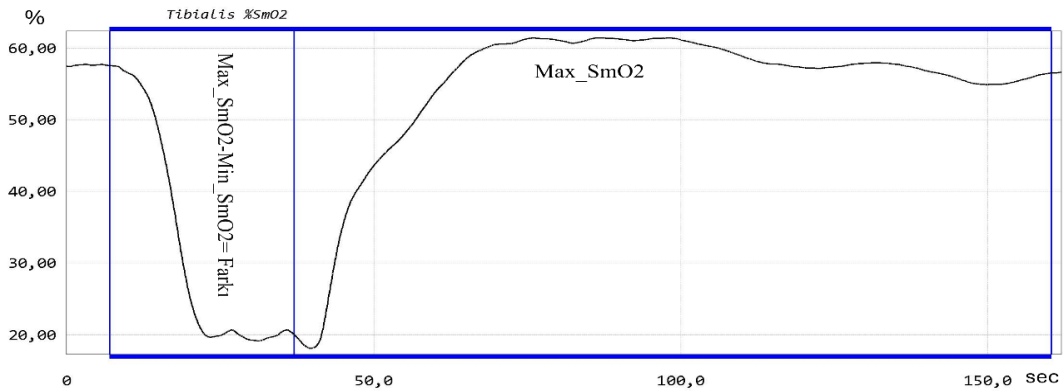
Şekil 10. Koşu sırasında SmO_2 verilerine göre istatistik değerlendirme için alınacak kademelerin belirlenmesi

Wingate güç testinin yüklenme başlangıcından yüklenme bitişi kadar kaydedilen en yüksek SmO_2 değerinden en düşük SmO_2 değeri çıkartılarak aradaki fark değeri istatistik inceleme için alınmıştır (Şekil 11). Wingate güç testinin yüklenme bitişinden sonra onu takip eden 3 dakikalık dinlenme sürecinde gözlemlenen en yüksek SmO_2 değeri istatistik inceleme için alındı (Şekil 11).



Şekil 11. Wingate güç testi sırasında SmO₂ verilerine göre istatistik değerlendirme için alınacak kademelerin belirlenmesi

Tibialis kası direnç testinin yüklenme başlangıcından yüklenme bitişine kadar kaydedilen en yüksek SmO₂ değerinden en düşük SmO₂ değeri çıkartılarak aradaki fark değeri istatistik inceleme için alınmıştır (Şekil 12). Tibialis kası direnç testinin yüklenme bitişinden sonra onu takip eden 2 dakikalık dinlenme sürecinde gözlemlenen en yüksek SmO₂ değeri istatistik inceleme için alındı (Şekil 12).



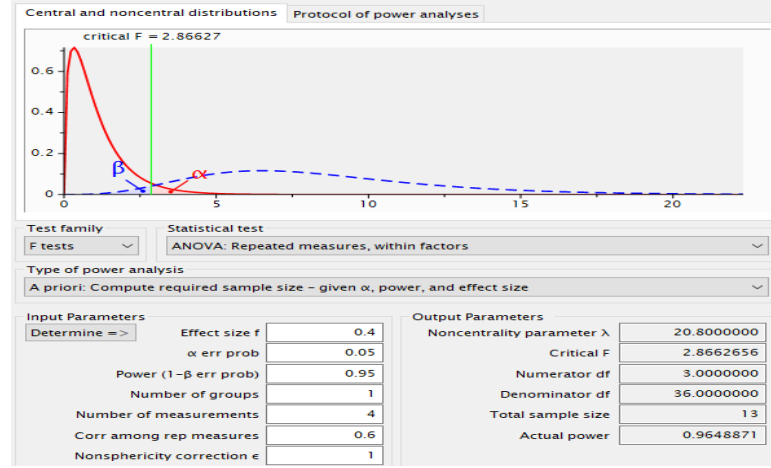
Şekil 12. Tibialis yüklenme testi sırasında SmO₂ verilerine göre istatistik değerlendirme için alınacak kademelerin belirlenmesi

Çalışmalar sırasında sporcuların sağ ve sol bacağından hesaplanan SmO₂ parametrelerin istatistik analizi için ortalamaları alınmıştır.

5.7. İstatistiksel Yöntemler

Ön deneme testi tamamlandıktan sonra, yapılacak çalışmada kullanılacak tek grup içi tekrarlayan ölçümler ANOVA testi için, örneklem sayısını belirlemek, etki büyüklüğü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulma olasılığını incelemek için istatistiksel güç testi

yapılmıştır. Gerasimova-Meigal ve ark. (2023) çalışmasında kuru daldırma yönteminin kalp atım hacmi ve kardiyak çıktı üzerinde anlamlı fizyolojik değişimlere neden olduğu bildirilmiştir. Gözlemlenen değişimler orta etki büyüklüğü aralığına karşılık gelmektedir ($\eta^2_p=0.4$). Bu bilgiye dayanarak bizim çalışmamızın güç testinin etki büyüklüğü değeri 0.4 olarak belirlenmiştir. Güç testi, G*Power 3.1.9.4 yazılım uygulaması ile yapılmıştır ve sonucunda katılımcı sayısı 13 kişi olarak hesaplanmıştır (Şekil 13). Sporcuların olası çalışmayı yarıda bırakma ihtimaline karşı 14 kişi ölçüme alınmıştır.



Şekil 13. Çalışma öncesi yapılan güç testi sonucu

İstatistiksel analizde, öncelikle çalışmaya katılan sporcuların tanımlayıcı fiziksel ve fizyolojik parametrelerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri alınmıştır. Yapılan iki farklı toparlanma yöntemlerinin arasındaki tekrarlayan testler için eğimli koşu antrenmanı, Wingate güç testi ve Tibialis kası yüklenme testinde alınan SmO_2 ile KHD değerleri arasındaki farklar incelemek için, iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA (2x2, Yöntem x Toparlanma) testi ile analiz edildi ve Tukey düzeltilmeli post-hoc karşılaştırmalar $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde alındı.

Sporcuların WANt testinde ürettikleri Watt cinsinde elde edilen ortalama güç değerleri iki toparlanma yöntemi arasındaki anlamlı farkları incelemek için iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA (2x2, Yöntem x Toparlanma) testi ile analiz edildi ve Tukey düzeltilmeli Post-Hoc karşılaştırmalar $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde yapıldı.

Bunun yanı sıra sporcuların her Wingate güç testinde (toplam 8 test) ürettikleri bireysel ortalama güç değişimlerini standartlaştırmak amacıyla T-skoru kullanılmıştır. T-skorunu, her

sporçunun belirli bir ölçümdeki değerinin kendi bireysel ortalamasına göre ne kadar sapma gösterdiğini değerlendirmek için kullanılmıştır. T – skoru hesaplama formülü:

$$T = \left(\frac{x - \bar{x}}{sd} \right) \times 10 + 50$$

x = Bireysel ölçüm değeri

\bar{x} (ortalama)= Bireyin 8 ölçümünün ortalama değeri

sd = Bireyin 8 ölçümünün standard sapması

T= sonuçta elde edilen T – skorudur

(X - Ortalama) / SD: bu kısım Z-skorudur; yani ölçümün ortalamadan kaç standart sapma uzaklıkta olduğunu gösterir.

$\times 10 + 50$: bu işlem, Z-skorunu T-skoruna dönüştürür. Bu sayede ortalaması 50, standart sapması 10 olan bir dağılım elde edilir.

Hesaplanan değerleri iki toparlanma yöntemleri arasındaki anlamlı farkları incelemek için iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA (2x2, Yöntem x Toparlanma) testi ile analiz edildi ve Tukey düzeltmeli Post-Hoc karşılaştırmalar $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde yapıldı.

KD ve SY yöntemlerinin yüklenmeler arasında 1 saatlik toparlanma sırasında alınan kalp hızı değişkenliği verilerinin arasındaki farklar bağımlı T-Testi ile $p < 0,005$ anlamlılık düzeyinde bakılmıştır. İstatistiksel analiz için Jamovi (versiyon 2.6.44) yazılım programı kullanılmıştır.

6. BULGULAR

Bu bölümde çalışmaya sonucunda elde edilen bilgiler verilecektir.

Çalışmamıza ön deneme testi hariç, toplam 19 aktif olarak spora devam eden lisanslı sporcular katılım sağlamıştır. Çalışma sırasında 5 sporcu eğitim koşusuna devam edememiştir ve böylelikle 14 sporcu araştırma protokolünü tamamlayabilmiştir. Aşağıdaki tablo 3’de araştırmayı tamamlayan sporculara ait tanımlayıcı özellikler verilmiştir.

Tablo 3. Araştırmaya katılan sporcuların tanımlayıcı bilgileri

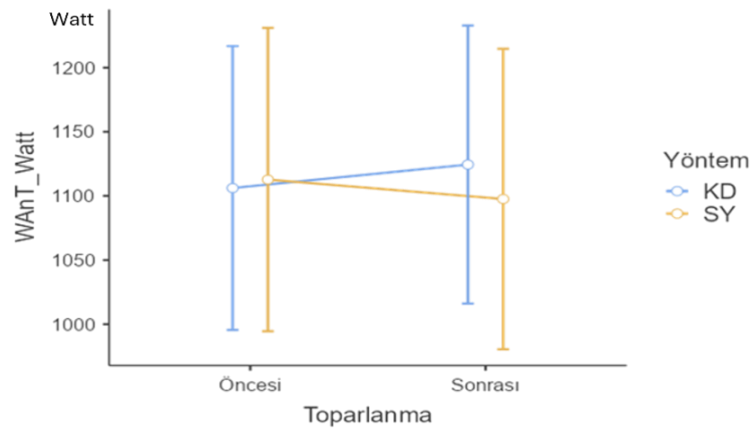
Tanımlayıcı Özellikler	Yaş	Boy	Kilo
Ortalama	22,05	178	70,6
Standart Sapma	4,86	8,87	12,7
Minimum	18,0	163	54,0
Maximum	32,0	193	95,0

Araştırmada her sporcu Wingate güç (WAnT) testini, toparlanma ve koşu öncesi WAnT testi, toparlanma öncesi ve koşu sonrası WAnT testi, toparlanma sonrası ve koşu öncesi WAnT testi ve toparlanma sonrası ve koşu sonrası WAnT testi şeklinde uygulanmıştır. İstatistik analiz için toparlanma öncesi alınan iki WAnT testi güç değerleri toplanmıştır ve toparlanma sonrası yapılan WAnT testi güç değerleri de toplanarak toparlanma öncesi ve toparlanma sonrası olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. İstatistik analiz sonucunda, toparlanma (öncesi ve sonrası) ile toparlanma yöntemi (KD ve SY) arasında anlamlı bir etkileşim tespit edilmiştir ($F(1,13) = 7,30$, $p = 0,018$). Bu bulgu, toparlanma düzeyinin kullanılan yöntemle bağlı olarak anlamlı şekilde değiştiğini göstermektedir. Etkileşim etkisinin büyüklüğü $\eta^2_p = 0,360$ olup, bu değer güçlü bir etki düzeyine karşılık gelmektedir. Bu da toparlanma yönteminin toparlanma süreci üzerindeki etkisinin dikkate değer olduğunu ortaya koymaktadır. Tukey testinde, iki toparlanma yöntemi (Kuru Kaldırma ve Sedyeye Yatağı) öncesinde yapılan WAnT testinde alınan güç çıktıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p > 0,05$; Tablo 4). Ancak toparlanma sonrası alınan WAnT testi güç çıktıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($p < 0,05$; Tablo 4; Şekil 14).

Tablo 4. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç tablosu

Post Hoc Test								
Yöntem	Toparlanma		Yöntem	Toparlanma	Ortalama Farkları	Std. Hata	p	p _{Tukey}
KD	Öncesi	-	KD	Sonrası	-18,28	9,31	0,071	0,251
		-	SY	Öncesi	-6,58	13,48	0,634	0,960
		-	SY	Sonrası	8,58	14,02	0,551	0,926
	Sonrası	-	SY	Öncesi	11,70	8,50	0,192	0,534
		-	SY	Sonrası	26,86	8,72	0,009**	0,039*
SY	Öncesi	-	SY	Sonrası	15,16	8,80	0,109	0,352

*KD= Kuru Daldırma yöntemi, SY= Sedyeye Yatağı yöntemi, *p<0,05; **p<0,01



Şekil 14. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç grafiği

WAnT testinde elde edilen ortalama güç değerlerinin tahmini sınır ortalamalar ve %95 güven aralıkları (GA) incelendiğinde, Kuru Daldırma (KD) yöntemine ait toparlanma öncesi (ortalama = 1106; GA = 996–1217) ve sonrası (ortalama = 1124; GA = 1016–1233) değerlerinin kısmen örtüşmediği dikkat çekmektedir. Bu durum, toparlanma öncesi ve sonrası arasında gerçek bir fark olabileceğine işaret eder ve KD yönteminin toparlanmayı iyileştirme potansiyelini destekler (Tablo 5). Diğer taraftan, Sedyeye Yatağı (SY) yöntemi için toparlanma öncesi (ortalama = 1113; GA = 994–1231) ve sonrası (ortalama = 1098; GA = 980–1215) güven aralıkları neredeyse tamamen örtüşmektedir (Tablo 5). Bu da SY yönteminin toparlanma üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını düşündürmektedir.

Tablo 5. Wingate güç testi ortalama güç çıktısı ANOVA testi tahmini sınır ortalamalar tablosu

Tahmini Sınır Ortalamalar - Toparlanma * Yöntem					
				95% Güven aralığı	
Yöntem	Toparlanma	Ortalama	Std. Hata	Düşük	Yüksek
KD	Öncesi	1106	51,2	996	1217
	Sonrası	1124	50,2	1016	1233
SY	Öncesi	1113	54,7	994	1231
	Sonrası	1098	54,2	980	1215

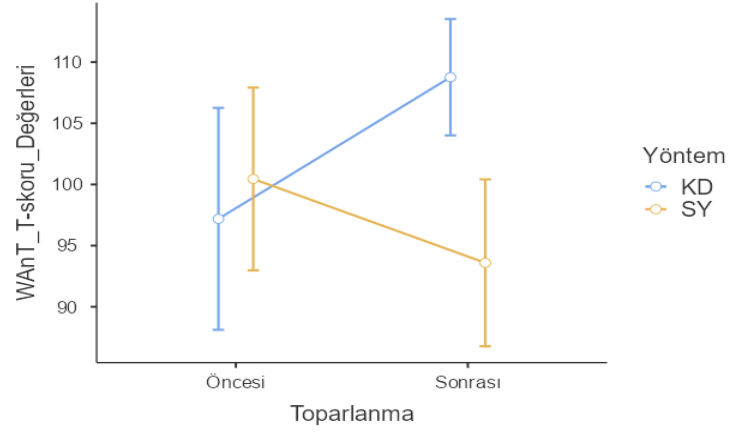
*KD= Kuru Daldırma yöntemi, SY= Sedyeye Yatağı yöntemi

Ayrıca, sporcuların her Wingate güç testinde ürettikleri ortalama güç değerlerinin standart hale getirilmiş T- skoru değerlerinin istatistik sonucunda, iki farklı yöntem (KD ve SY) ve toparlanma durumu (öncesi ve sonrası) arasındaki etkileşim anlamlı bulunmuştur ($F(1,13) = 7,943$, $p = 0,015$). Bu durum, kullanılan yönteme bağlı olarak toparlanma öncesi ve sonrası değerlerin farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Etki büyüklüğü $\eta^2 = 0,379$, uygulanan toparlanma yönteminin fizyolojik parametreler üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermektedir. Toparlanma öncesi yapılan WAnT testlerinin T-skoru değerlerinin Post – Hoc karşılaştırması sonucuna göre iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p > 0,05$; Tablo 6). Toparlanma sonrası yapılan WAnT testlerinin T-skoru değerlerinin Post – Hoc karşılaştırması sonucuna göre iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüştür ($p < 0,05$; Tablo 6; Şekil 15).

Tablo 6. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının T- skorlarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç tablosu

Post Hoc Test								
Yöntem	Toparlanma		Yöntem	Toparlanma	Ortalama Farklar	Std. Hata	p	p_{Tukey}
KD	Öncesi	-	KD	Sonrası	-11,58	4,83	0,032*	0,127
		-	SY	Öncesi	-3,26	6,86	0,642	0,963
		-	SY	Sonrası	3,60	6,67	0,599	0,948
	Sonrası	-	SY	Öncesi	8,32	4,79	0,106	0,345
		-	SY	Sonrası	15,17	4,19	0,003**	0,014*
		-	SY	Sonrası	6,86	4,72	0,170	0,491

*KD= Kuru Daldırma yöntemi, SY= Sedyeye Yatağı yöntemi, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$



Şekil 15. Wingate güç testinin ortalama güç çıktılarının T- skorlarının tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonuç grafiği

WAnT testinde elde edilen ortalama güç değerlerinin T – skoru değerlerinin tahmini sınır ortalamalar ve %95 güven aralıkları (GA) incelendiğinde, KD yönteminde toparlanma öncesi ortalama 97,2 olup %95 güven aralığı 88,1–106 arasındayken, toparlanma sonrası ortalama 108,8’e yükselmiş ve güven aralığı 104,0–114 olarak belirlenmiştir. Bu iki güven aralığının kısmen ayrışması, KD yönteminin toparlanma üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Öte yandan SY yönteminde toparlanma öncesi ortalama 100,4 ve %95 güven aralığı 93,0–108 iken, toparlanma sonrası ortalama 93,6’ya düşmüş ve güven aralığı 86,8–100 olarak saptanmıştır (Tablo 7’de). Bu durumda güven aralıklarının önemli ölçüde örtüşmesi, SY yönteminde toparlanma öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermektedir. Bu bulgular, KD yönteminin toparlanma sürecini daha etkili bir şekilde desteklediğini düşündürmektedir.

Tablo 7. Wingate güç testi ortalama güç çıktısı T- skoru ANOVA testi tahmini sınır ortalamalar tablosu

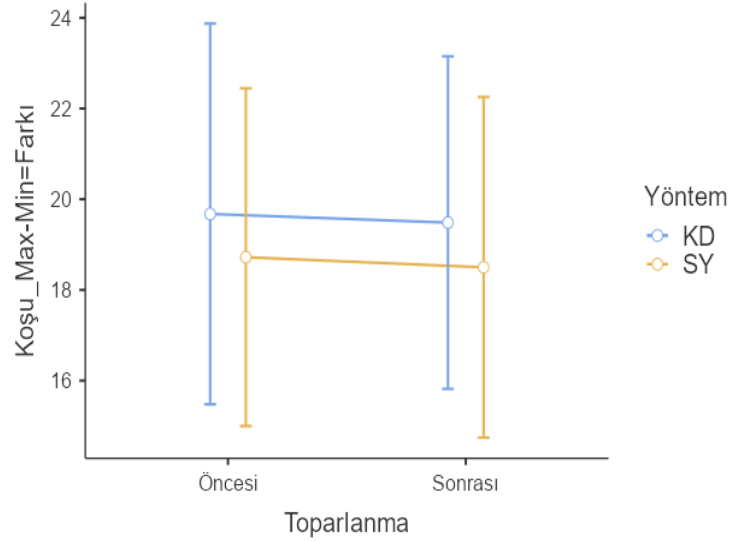
Tahmini Sınır Ortalamalar - Toparlanma * Yöntem					
				95% Güven Aralığı	
Yöntem	Toparlanma	Ortalama	Std. Hata	Düşük	Yüksek
KD	Öncesi	97,2	4,20	88,1	106
	Sonrası	108,8	2,20	104,0	114
SY	Öncesi	100,4	3,46	93,0	108
	Sonrası	93,6	3,16	86,8	100

*KD= Kuru Daldırma yöntemi, SY= Sedyeye Yatağı yöntemi

6.1. Koşu Antrenmanında, Want Testi ve Tibialis Kası Direnç Testinde Kaydedilen SmO₂ Bulguları

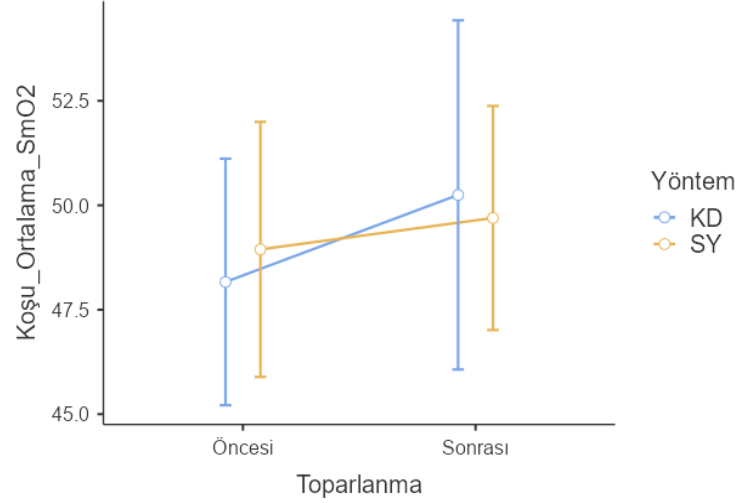
Araştırmada kullanılan Wingate güç testi, Tibialis kası direnç testlerinden ve koşu antrenmanlarından alınan kas içi oksijen değişim verilerinin SmO₂ değerlerinin istatistiksel analiz çıktıları aşağıda verilmiştir.

İki toparlanma yönteminin öncesi ve sonrasında uygulanan koşu antrenmanı sırasında koşunun başlangıcı ile ilk dakika arasında alınan kas içi SmO₂ değerlerinin en yüksek değerinden en düşük değeri çıkartılarak elde edilen verilerin farkları iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile incelenmiştir. Sonuç, istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 16).



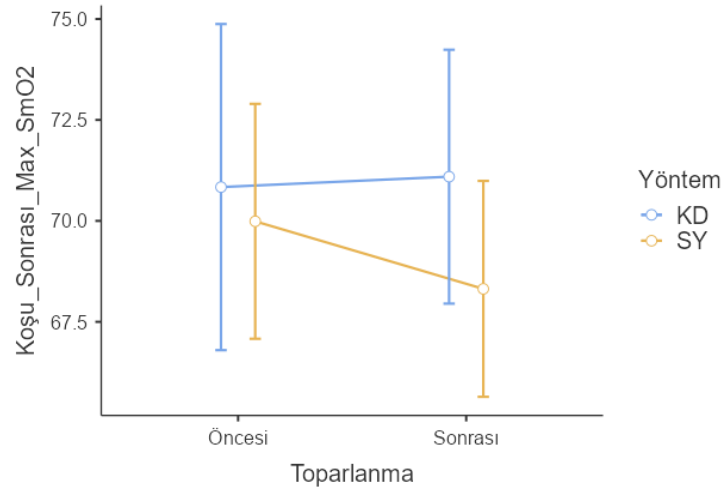
Şekil 16. İki farklı toparlanma yönteminden (KD ve SY) önce ve sonra yapılan koşu antrenmanın ilk dakikasında elde edilen SmO₂ değerlerinin karşılaştırma grafiği

İki toparlanma yönteminin öncesi ve sonrasında uygulanan koşu sırasında alınan kas içi oksijen tüketiminin SmO₂ değerlerinin ortalaması alınarak iki toparlanma yöntemi arasındaki farkları iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile incelenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 17).



Şekil 17. İki toparlanma yönteminden (KD ve SY) önce ve sonra yapılan koşu antrenmanının koşu sırasında elde edilen ortalama SmO₂ değerlerinin karşılaştırma grafiği

Sporcuların iki toparlanma yönteminin, öncesi ve sonrasında yaptıkları koşu antrenmanının sonunda yaptıkları üç dakikalık toparlanma sırasında alınan, kas içi oksijen tüketiminin SmO₂ değerlerinin en yüksek değeri kaydedilerek tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile incelenmiştir. Sonuç istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 18).

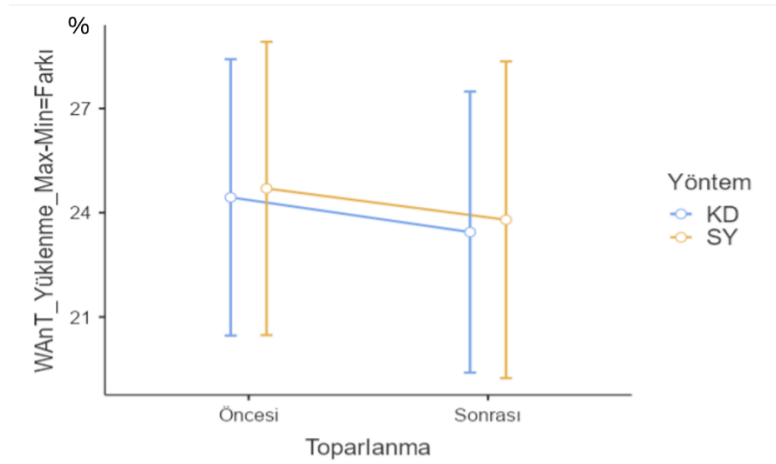


Şekil 18. Sporcuların koşu antrenmanı sonrası yaptıkları üç dakikalık dinlenme sırasında alınan en yüksek SmO₂ değerlerinin tekrarlı ölçümler ANOVA testi karşılaştırma grafiği

Araştırmada uygulanan, toparlanma öncesi koşu öncesi ve toparlanma öncesi koşu sonrası; toparlanma sonrası koşu öncesi ve toparlanma sonrası koşu sonrası uygulanan WAnT testinde elde edilen kas içi oksijen değişiminin SmO₂ değerleri iki toparlanma yöntemi arası tekrarlı

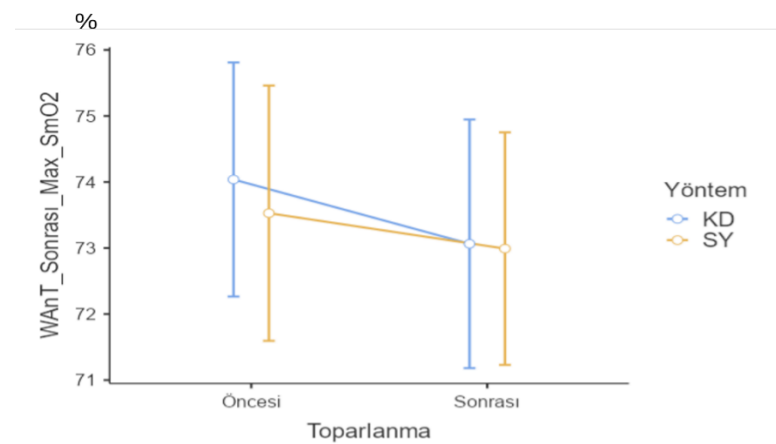
ölçümler ANOVA testi yapılmıştır. Her testte yüklenme ve yüklenme sonrası üç dakikalık dinlenme sırasındaki SmO₂ verileri ayrı ayrı karşılaştırma yapılmıştır.

Sporcuların uyguladığı WAnT testlerinin yüklenme sırasında alınan SmO₂ değerlerinin en yüksek değerden en düşük çıkartılarak elde edilen farkların, iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi değerlendirme sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 19).



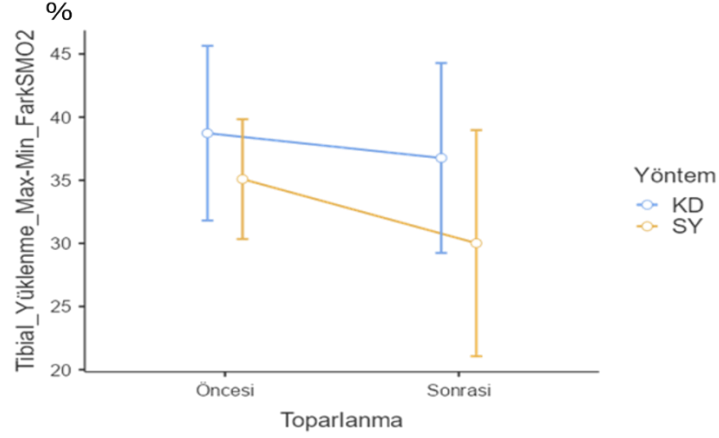
Şekil 19. Wingate güç testlerinin yüklenme sırasında alınan SmO₂ değerlerinin karşılaştırma grafiği

Sporcuların yaptığı WAnT testinden sonra üç dakikalık toparlanma sırasında alınan en yüksek SmO₂ değerleri tekrarlı ölçümler ANOVA testi değerlendirme sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 20).



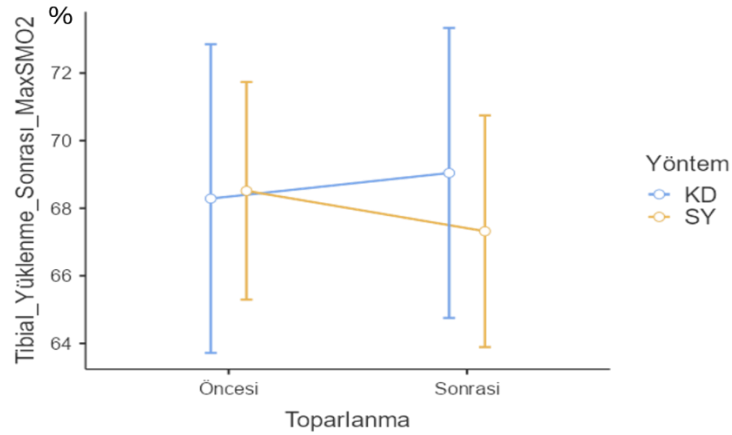
Şekil 20. Wingate güç testinden sonra üç dakikalık toparlanma sırasında alınan en yüksek SmO₂ değerlerinin karşılaştırma grafiği

Araştırmamızda, sporculardan her iki toparlanma yönteminde uygulanan bir saatlik toparlanma periyoduna başlamadan önce ve toparlanma süresi bittikten hemen sonra uygulanan Tibialis kası direnç testlerinde elde edilen kas içi SmO₂ değerleri iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Yüklenme başlangıcında gözlemlenen en yüksek SmO₂ değerinden en düşük SmO₂ değeri çıkartılarak elde edilen farkların değerlendirme sonucunda iki toparlanma yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05; Şekil 21)



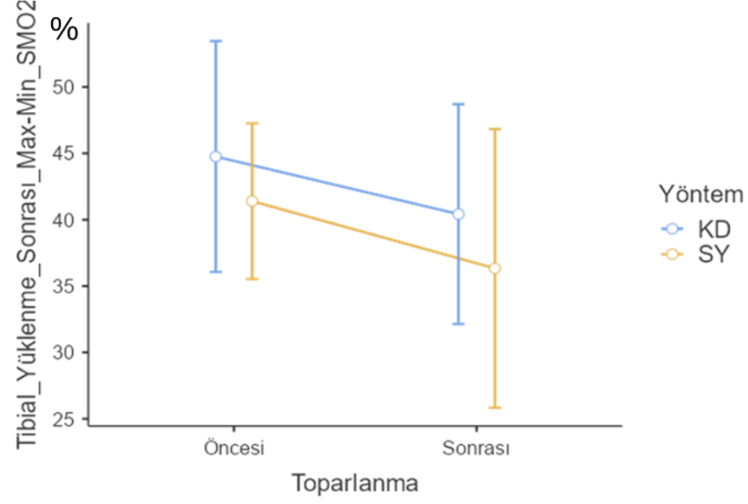
Şekil 21. Tibialis kası direnç testinde, yüklenme başlangıcında elde edilen SmO₂ değer farklarının toparlanma yöntemleri arasında karşılaştırma grafiği

Tibialis kası direnç testinde yüklenme sonrası iki dakikalık dinlenme sırasında gözlemlenen en yüksek SmO₂ verilerinin değerlendirme sonucunda iki toparlanma yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05; Şekil 22).



Şekil 22. Tibialis kası direnç testinin dinlenme sırasında alınan en yüksek SmO₂ değerlerinin toparlanma yöntemleri arasında karşılaştırma grafiği

Tibialis kası direnç testinin yüklenme sonrası yapılan dinlenme sırasında gözlemlenen en yüksek değerden en düşük değerin çıkartılarak elde edilen farkların değerlendirme sonucunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$; Şekil 23).

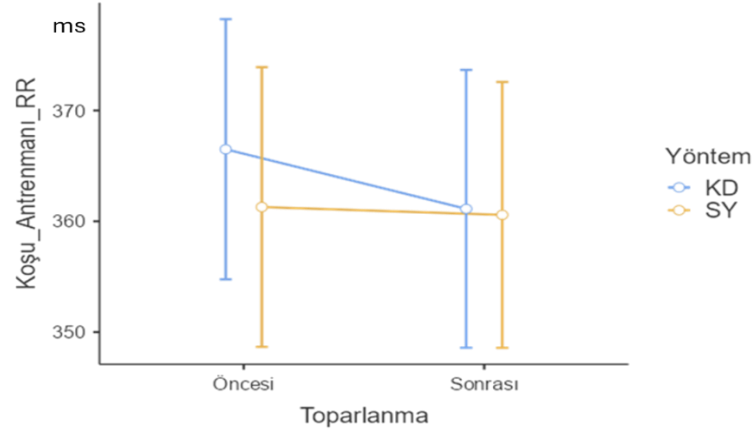


Şekil 23. Tibialis kası direnç testinin yüklenme sonrası elde edilen SmO₂ değer farklarının toparlanma yöntemleri arasında karşılaştırma grafiği

6.2. Koşu Antrenmanında, Want Testinde ve 1 Saatlik Toparlanma Sırasında Kaydedilen Kalp Hızı Değişkenliği Bulguları

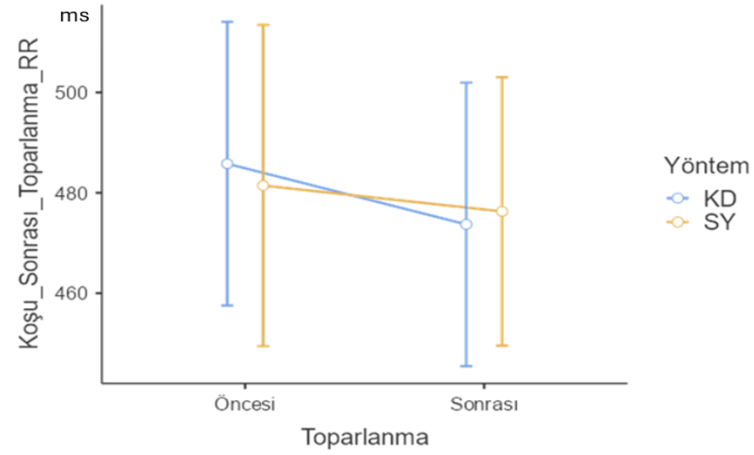
Araştırmamızda uygulanan toparlanma yöntemlerinin otonom sinir sistemine olan etkisini incelemek için kalp hızı değişkenliği (KHD) verileri araştırmanın her aşamasında kaydedilmiştir.

Sporcuların toparlanma öncesi ve sonrasında yaptıkları koşu antrenmanı sırasında alınan KHD verilerinin ortalama RR değerleri tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile analiz edilmiştir ve istatistik olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 24).



Şekil 24. Koşu antrenmanı sırasında alınan kalp hızı değişkenliği verilerinin ortalama RR değerlerinin karşılaştırma grafiği

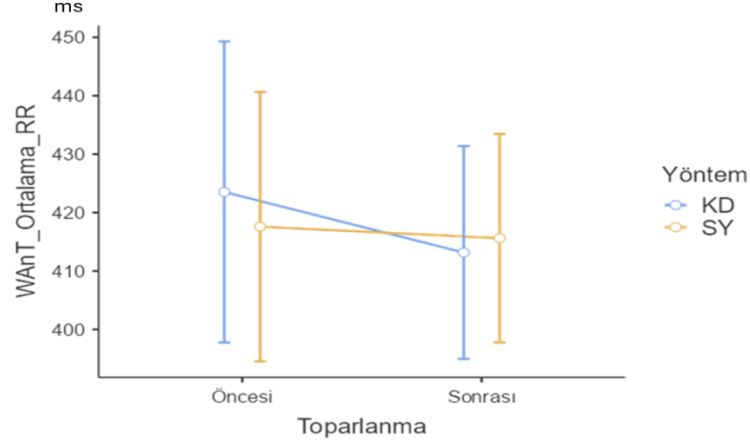
Koşu antrenmanı sonrası uygulanan üç dakikalık toparlanma sırasında alınan KHD verilerinin ortalama RR değerleri tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile analiz edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 25).



Şekil 25. Koşu sonrası yapılan üç dakikalık toparlanma sırasında alınan kalp hızı değişkenliği verilerinin ortalama RR değerlerinin karşılaştırma grafiği

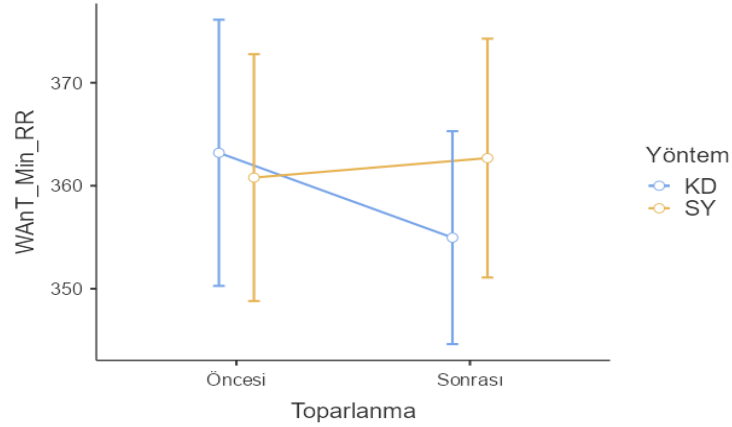
KD ve SY toparlanma yöntemlerinin öncesinde ve sonrasında uygulanan WAnT testlerinde hem yüklenme sırasında alınan KHD verilerinin ortalama RR ve en düşük RR değerleri incelenmiştir. Aynı zamanda, yüklenme sonrasında yapılan üç dakikalık dinlenmenin başlangıcında ve bitişinde alınan KHD verilerinin ortalama RR değerleri incelenmiştir. Hem yüklenme hem de dinlenme sırasında alınan RR değerleri tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile analiz edilmiştir.

Şekil 26’da gösterildiği gibi sporcuların WAnT testinin yüklenme sırasında alınan KHD verilerinin ortalama RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 26).



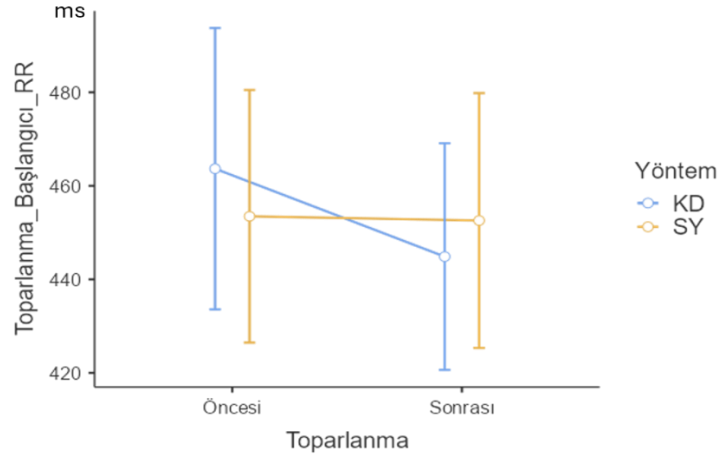
Şekil 26. Wingate güç testinin yüklenme sırasında alınan ortalama RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği

Şekil 27 gösterildiği gibi sporcuların WAnT testinin yüklenme sırasında alınan KHD verilerinin en düşük RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 27)



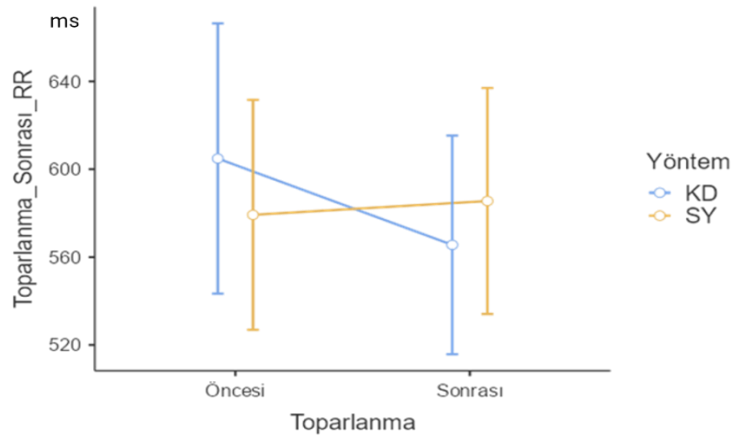
Şekil 27. Wingate güç testinin yüklenme sırasında alınan en düşük RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği

Sporcuların, WAnT testinin yüklenme sonrası üç dakikalık toparlanmanın başlangıcında (ilk 1:30 dakika) kaydedilen KHD verilerinin ortalama RR değerlerinin göre iki toparlanma yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 28).



Şekil 28. Wingate güç testinin yüklenme sonrasında yapılan toparlanma başlangıcı sırasında alınan ortalama RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği

Sporcuların WAnT testinin yüklenme sonrası üç dakikalık toparlanmanın bitişinde (son 1:30 dakika) kaydedilen KHD verilerinin ortalama RR değerlerinin göre iki toparlanma yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmemiştir ($p>0,05$; Şekil 29).



Şekil 29. Wingate güç testinin yüklenme sonrasında yapılan toparlanma sonunda alınan ortalama RR değerlerinin iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği

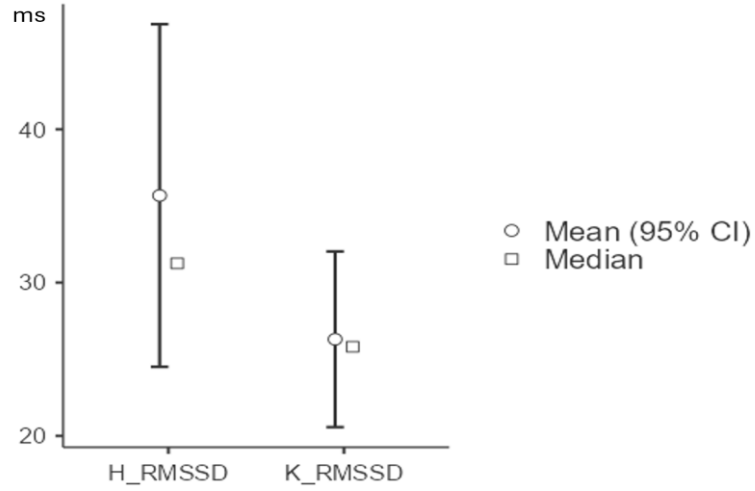
Araştırmada kullanılan iki toparlanma yönteminde, WAnT testleri ve koşu antrenmanları arasında kullanılan bir saatlik KD ve SY toparlanma sırasında sporculardan alınan KHD verilerinin ortalama RR, RMSSD ve pNN%50 değerleri arasında karşılaştırma yapılmıştır. Karşılaştırma analizi bağımlı örneklem T-testi kullanılarak yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda kullanılan iki toparlanma yöntemi arasında RMSSD ve pNN%50 değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu görülmüştür ($p<0,05$ Tablo 8).

Tablo 8. Sporcuların bir saatlik toparlanma süresinde kaydedilen ortalama RR, RMSSD ve pNN%50 çıktılarının iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma tablosu

	Sporcu	Ortalama	Ortanca	Std. Hata	<i>p</i>
KD Ort RR (ms):	14	906,77	885,23	100,91	0,05
SY_Ort_RR (ms):	14	852,57	870,59	90,45	
KD_RMSSD (ms):	14	35,68	31,26	20,56	0,008
SY_RMSSD (ms):	14	26,30	25,82	10,54	
KD_pNN50 (%):	14	14,51	9,83	15,03	0,009
SY_pNN50 (%):	14	7,90	5,62	7,41	

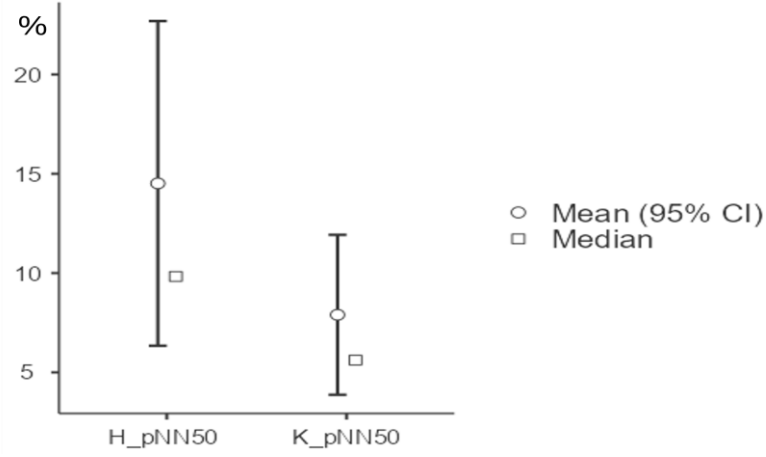
*KD=Kuru Daldırma yöntemi, SY= Sedyeye Yatağı yöntemi, Ort= Ortalama

Aşağıdaki şekil 30’da gösterildiği gibi KD yönteminde kaydedilen RMSSD (H_RMSSD) değerleri ile SD yönteminde kaydedilen RMSSD (K_RMSSD) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 30. Sporcuların bir saatlik toparlanma süresinde kaydedilen RMSSD çıktılarının iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği

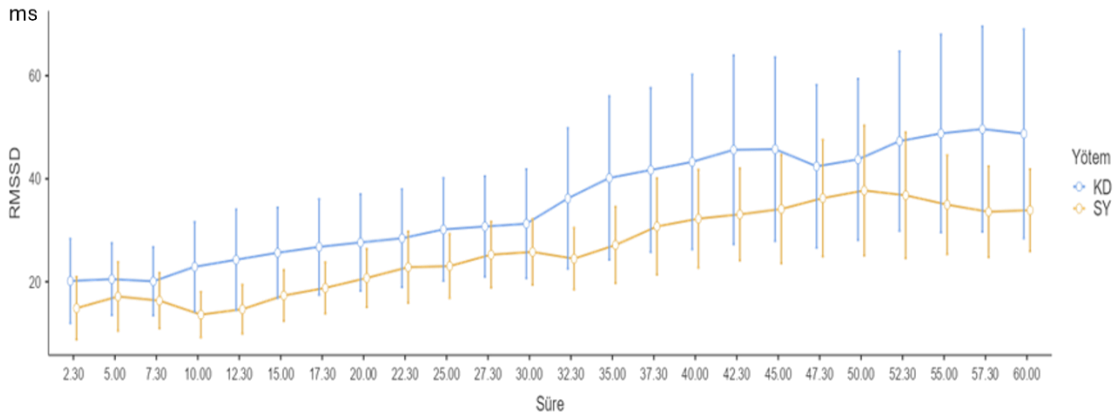
Sporcuların, KD yönteminde kaydedilen pNN%50 (H_pNN50) değerleri ile SD yönteminde kaydedilen pNN%50 (K_pNN50) değerleri arasında şekil 31’de gösterildiği gibi istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 31. Sporcuların bir saatlik toparlanma süresinde kaydedilen pNN%50 çıktılarının iki toparlanma yöntemi arasında karşılaştırma grafiği

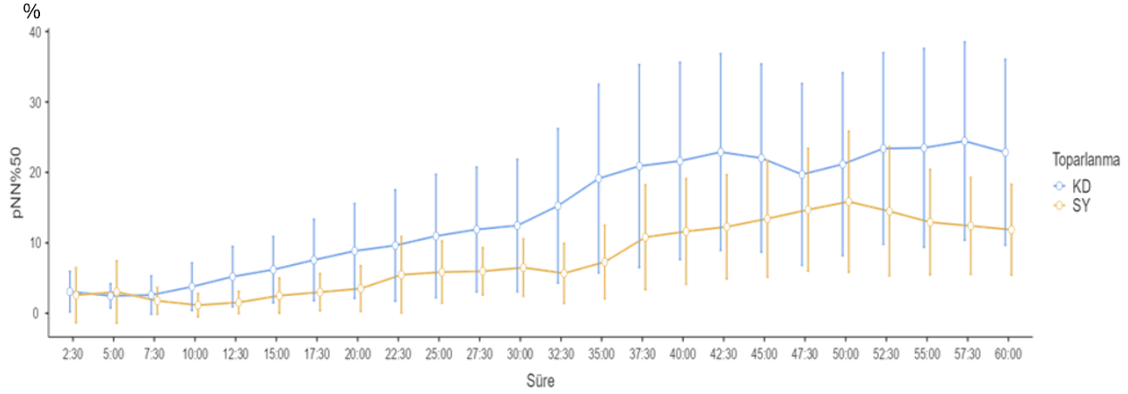
Sporcuların 1 saatlik toparlanma sırasında alınan KHD verilerine göre toparlanma süresinin hangi zaman aralığında parasempatik durumuna geçtiğini ve hangi toparlanma yönteminde parasempatik durumunun daha baskın olduğunu görmek için RMSSD ve pNN%50 değerlerinin toparlanma sürecindeki değişim durum grafiği çıkarılmıştır.

Şekil 32’de gösterildiği gibi iki toparlanma durumunun ilk yedinci dakikasına kadar RMSSD değerlerinde anlamlı bir artış görülmezken yedinci dakikadan sonra KD yönteminde kaydedilen RMSSD değerlerinde artış görülmektedir. Bu bulgu sporcuların KD yönteminin SD yöntemine kıyasla daha erken zaman biriminde parasempatik durumun baskın olamaya başladığını düşündürmektedir.



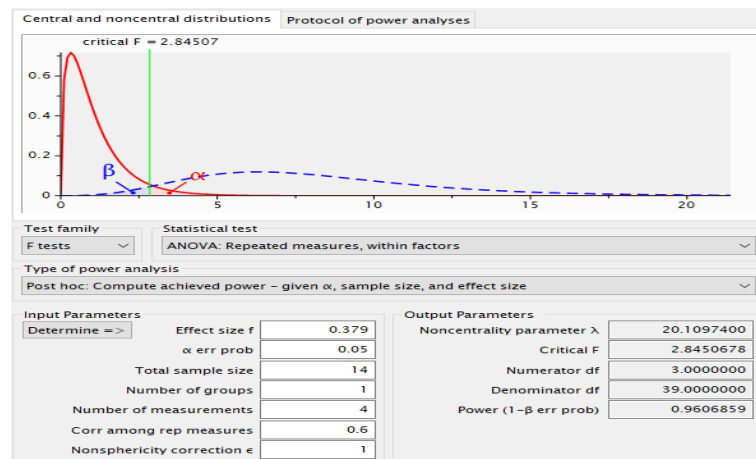
Şekil 32. Sporcuların iki toparlanma yönteminin 1 saatlik toparlanma sürecinde RMSSD verilerinin değişim durum grafiği

Sporcuların 1 saatlik toparlanma sırasında elde edilen pNN%50 verilerine göre ilk 7:30 dakikaya kadar iki yöntem arasında hiç fark görülmezken 7:30 dakikadan sonra yine KD yönteminde alın pNN%50 artış olduğu görülmüştür (Şekil 33). Bu bulgu KD yöntemini kullanarak toparlanma yapmanın, SY yöntemine kıyasla daha erken parasempatik durumuna geçtiğini düşündürmektedir.



Şekil 33. Sporcuların iki toparlanma yönteminin 1 saatlik toparlanma sürecinde pNN%50 verilerinin değişim durum grafiği

Araştırmamıza katılan sporcu sayısını dikkate alarak ölçümler ve testler sonunda yaptığımız araştırmanın etki büyüklüğünü katılımcı sayısı odaklı yapılan güç analizi sonucunda, etki büyüklüğü $f = 0,379$, örneklem sayısı = 14 ve dört tekrarlı ölçümle yürütülen çalışmanın istatistiksel gücünün %96,1 ($1-\beta = 0,961$) olduğu belirlenmiştir. Bu yüksek güç değeri, çalışmanın belirlenen etkiyi tespit etme olasılığının oldukça yüksek olduğunu ve elde edilen sonuçların güvenilir olduğunu göstermektedir (Şekil 34).



Şekil 34. Çalışma sonrası yapılan güç testi sonucu

H.1.a: doğrulanmıştır; kuru daldırma yönteminin kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların fiziksel performansına etkisi olduğu bulunmuştur.

H.0.b: doğrulanmıştır; kuru daldırma yönteminin kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların antrenman sırasında alınan kas oksijen doygunluğu parametresine etkisi olmadığı bulunmuştur.

H.1.c: doğrulanmıştır; kuru daldırma yönteminin kullanımının, sedye yatağı yönteminin kullanımına kıyasla gün içinde yoğun antrenman yapan sporcuların toparlanma esnasında otonom sinir sistemine (kalp hızı değişkenliğine) etkisi olduğu bulunmuştur.

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmamızın amacı iki antrenman arasında uygulanan kısa süreli kuru daldırma küvetinde yatarak toparlanma yönteminin, sedye yatağında yatarak toparlanma yöntemine göre ne kadar etkili olduğunu incelemektir. Literatürde iki antrenman arasında geleneksel toparlanma yöntemini kullanılarak yapılan çalışmalar mevcuttur. Ancak literatürdeki önemli bir eksiklik, gevşeme ve rahatlama amacıyla çeşitli meslek alanlarında kullanılan teknolojik cihazların, spor alanında toparlanma amacıyla kullanımına yönelik çalışmaların son derece sınırlı olmasıdır. Bu da yenilikçi toparlanma yöntemlerinin geliştirilmesi açısından literatürde önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Özellikle, sporcuyu iki antrenman arasında kuru daldırma gibi insan ısısına yakın sıcak suyun ve insanın suya teması olmadan küvet içinde yatırarak toparlanma sürecini inceleyen bir çalışma mevcut değildir.

Bu çalışmada sporcularda uygulanan iki farklı toparlanma yönteminin (KD- Kuru Daldırma ve SY- Sedye Yatağı) fizyolojik ve performans parametrelerine etkisi incelenmiştir.

Kalp hızı değişkenliği (KHD) ölçümlerine göre, KD yöntemi kullanımında RMSSD ve pNN50 değerleri, SY yöntemine kıyasla toparlanma sürecinde anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). KD ve SY yöntemlerinin kullanımı sırasında kaydedilen pNN50 değerleri ilk 7-8 dakikaya kadar birbirine yakın olsa da KD yöntemi değerleri SY yöntemine kıyasla daha erken artış sağlayarak, parasempatik sinir sistemi aktivasyonunu daha hızlı ve daha güçlü arttırdığını göstermektedir. Koşu antrenmanı ve WAnT testi sırasında alınan KHD verilerine göre yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$).

Wingate güç testi (WAnT) sonuçlarına göre, KD yöntemi toparlanma sonrası ortalama güç çıktılarında SY yöntemine kıyasla anlamlı bir artış görülmüştür ($p<0,05$). Bu durum KD yönteminin anaerobik performans üzerine olumlu etkinin olduğunu göstermektedir.

Kas içi oksijen değişimi parametrelerine göre yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Literatürde, egzersizden sonra toparlanma sırasında KHD'nin, özellikle RMSSD'nin duyarlılığının, bireysel sempatovagal dengeyi değerlendirmede güçlü bir gösterge olduğu tanımlanmıştır (Storniolo ve ark., 2025).

Mevcut çalışmamızda KD uygulaması sonrası RMSSD ve pNN50 değerlerinde gözlenen artış, Wang ve ark. (2024) tarafından tanımlanan sempatik-dominant toparlanma sendromuna kıyasla daha hızlı bir vagal reaktivasyona işaret etmektedir. Bu, KD yönteminin antrenman sonrası sempatovagal dengenin toparlanma süresini azaltarak daha iyi otonom düzenleme ve performansa yönelik toparlanma sağladığını düşündürmektedir.

Gerasimova-Meigal ve ark. (2023) 33 sağlıklı bireyler ile yaptığı çalışmasında, 45 dakikalık kuru daldırma seansı süresince RMSSD ve pNN50 parametrelerinde anlamlı artışlar gözlemlenmiş ve bu bulgular, parasempatik (vagal) aktivitenin belirgin şekilde arttığını göstermiştir (Gerasimova-Meigal ve ark., 2023). Kuru daldırmanın hem akut otonom sinir sistemi yanıtlarını hem de egzersiz sonrası toparlanmayı destekleyen vagal yeniden aktivasyonu uyurabildiğini düşündürmektedir.

Baladin ve ark. (2018) 23 elit güreşçi üzerinde yaptığı çalışmada yüksek yoğunluklu antrenman sonrası uygulanan kuru yöntemi ve geleneksel buhar banyosu kullanarak solunum sayısı, kalp atım sayısı ve oksijen tüketimi gibi fizyolojik parametreleri ölçmüşlerdir. Kuru daldırma sırasında daha derin ve yavaş solunum gözlenmiştir; bu, parasempatik tonusun baskın olduğunu gösterir. Kalp atım hızı, kuru daldırma sırasında önemli ölçüde daha düşük çıkmış. Bu durum kalbin enerji verimli çalıştığını ve toparlanmanın daha etkin gerçekleştiğini gösterir. Buhar banyosu, organizma üzerinde yüksek enerji tüketimi oluştururken, kuru daldırma enerji açısından çok daha ekonomik bir toparlanma ortamı sağlamaktadır. Ayrıca Kuru daldırma, iskelet kaslarını tamamen gevşeterek ve kas tonusunu önemli ölçüde azaltarak fiziksel toparlanma sürecini etkin biçimde desteklediğini vurgulamışlar. Solunum ve dolaşım sistemi üzerinde pozitif etkiler sağlar. Kalp atım hızı, solunum frekansı ve oksijen tüketimi gibi göstergeler daha hızlı normallere döner. Bu yöntem sayesinde, sporcular daha sık ve yoğun antrenmanlara hazır hale gelebilir; çünkü toparlanma süresi kısalmaktadır (Baladin ve ark., 2018).

Moreira J.L. ve ark. (2013) farklı suya daldırma derinliklerinin (LASIS: kalça üstü – antero-superior iliak omur ve LXP: ksifoid – göğüs kemiği altı) istirahat halindeki otonom sinir sistemi modülasyonu üzerine etkisi araştırılmıştır. 20 sağlıklı genç erkek iki ayrı derinlikte 10 dakika süreyle suya daldırılmış, kalp hızı değişkenliği verileri (RMSSD ve pNN50) ölçülmüştür. LASIS seviyesinde anlamlı fark bulunmazken, LXP seviyesinde parasempatik göstergeler

anlamli şekilde artmiştir. Ksifoid düzeyindeki daldırma, vagal (parasempatik) aktivitenin arttığını göstermektedir (Moreira ve ark., 2013). Benzer şekilde, bizim çalışmamızda da antrenman sonrası kısa süreli kuru daldırma uygulamasının, özellikle RMSSD ve pNN50 gibi göstergelerdeki artışla birlikte vagal aktiviteyi desteklediği ve toparlanma sürecine katkı sağladığı gözlenmiştir. Bu bağlamda, kuru daldırmanın da suya daldırma kadar etkili olabileceği ve geleneksel yöntemlere alternatif bir toparlanma stratejisi olarak değerlendirilebileceği öne sürülebilir.

Tüfekçioğlu ve Çotuk. (2009) KHD'nin zaman ve frekans alanı değişkenlerinin karada dikey oturarak ve yatay ve suda Watsu konumlarındaki değerlerini karşılaştırmak amacı ile 18 kişi ile yaptığı çalışma bulgularında suya daldırmanın RMSSD parametresi açısından bizim bulgular ile örtüşmektedir. RMSSD watsu konum değerleri dikey-yatay konum değerlerinden yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu duruma su içinde kalbin vagal modülasyonundaki artışın sebep olduğu düşünmektedirler. Frekans boyutu KHD parametrelerinde (HF% ve LF/HF) watsu konum değerleri dikey ve yatay konum değerlerinden anlamlı olarak farklı olduğunu bulmuşlardır (Tüfekçioğlu ve Çotuk., 2009).

De Oliveira ve ark. (2014) 8 sağlıklı genç ile farklı su sıcaklıklarının (15°C, 28°C ve 38°C) egzersiz sonrası parasempatik reaktivasyon üzerindeki etkileri adında çalışması yapmıştır. Çalışmada egzersiz sonrası uygulanan 15 dakika/15°C suya daldırma sonucunda parasempatik değerleri egzersiz öncesi değere benzer olduğunu belirtmişlerdir; 28°C ve 38°C suya daldırmanın parasempatik durumun baskın olmadığını belirtmişlerdir. Ancak bu toparlanma stratejileri kısa süreli ve egzersiz seansından 4 saat sonra gruplar arasında fark olmadığını belirtmişler (de Oliveira ve ark., 2014). Çalışmada soğuk su ile artan RR ve RMSSD değerleri, bizim çalışmamızda KD grubunda RMSSD ve pNN50'nin artışı ile örtüşmektedir. Bu durum, hem KD'nin hem de soğuk suyun parasempatik sinir sistemini uyararak toparlanmayı hızlandırabileceğini düşündürmektedir. Ancak çalışmada bizim çalışmadaki gibi daldırma sonrası antrenman yapılmamıştır ve fiziksel güç değerleri alınmamıştır.

Egzersiz sonrası toparlanma sürecinde kardiyak otonom sistemin dengesinin yeniden sağlanması, RMSSD gibi KHD parametreleri kullanılarak değerlendirilir. Michael ve ark. (2017) tarafından yapılan incelemeye göre, egzersiz sonrası hızlı bir vagal reaktivasyon süreci, etkili toparlanmanın temel bir göstergesidir. Mevcut çalışmada, RMSSD ve pNN50

değerlerinin KD'den sonra SY yöntemine göre anlamlı derecede yüksek olması, vagal tonusun daha hızlı geri kazanıldığını ve dolayısıyla daha etkili bir toparlanma süreci gözlemlendiğini göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada belirtildiği gibi, toparlanma süreci değerlendirilirken bireyin antrene durumu, ölçüm süresi ve vücut pozisyonunun kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu, mevcut çalışmada kullanılan çapraz tasarım ve katılımcı içi kontrol ile desteklenmiştir.

Mevcut çalışmada, iki farklı toparlanma yöntemi sonrası uygulanan Wingate güç test (WAnT) yüklenmeleri sırasında kas içi oksijen doygunluğu (SmO_2) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış olsa da, KD yöntemi sonrası ortalama güç çıktılarının SY yöntemine kıyasla anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgu, kas oksijen doygunluğunun tek başına anaerobik performansı belirleyen bir değişken olmadığını, ancak toparlanma kalitesiyle ilişkili fizyolojik süreçlerin performansı etkileyebileceğini göstermektedir.

Gonzalez ve ark. (2024), direnç egzersizleri sırasında ölçtükleri SmO_2 dinamiklerinin setler ilerledikçe daha yavaş oksijenasyona doğru bir eğilim gösterdiğini ve bunun kas yorgunluğunun bir göstergesi olabileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, literatür, toparlanma sürecinde SmO_2 yeniden doygunluk oranının, intramüsküler oksijen taşıma kapasitesini ve mitokondriyal işlevi yansıttığını ve bunun sonraki egzersiz performansını etkileyebileceğini vurgulamaktadır (Hamaoka ve ark., 2007). Bu bağlamda, çalışmamızda gözlenen SmO_2 değerleri benzer olmasına rağmen, anaerobik güçteki farklılığın KD lehine olması, SmO_2 'nin toparlanma kalitesini yansıtsa da performans üzerinde dolaylı bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir.

Araştırmamızda SmO_2 parametresi doğrudan anlamlı bir değişim göstermese de, KD grubunda toparlanma sırasında gözlemlenen RMSSD ve pNN50 gibi vagal tonus göstergelerindeki artış, dolaşım sisteminin toparlanma sürecinde daha erken aktive olduğunu düşündürmektedir. Bu otonom aktivasyon, SmO_2 'de gözlenen oksijenlenme hızını ve ortalama yanıt süresini olumlu yönde etkileyerek kas fonksiyonlarının desteklenmesine katkıda bulunmuş olabilir (Vasquez-Bonilla ve ark., 2024).

Vázquez Bonilla ve ark. (2025) tarafından yapılan bir çalışmada, taşınabilir YKAS cihazları kullanılarak yapılan SmO_2 ölçümlerinin, hem istemli olarak uygulanan eklem yükü (tork, hız) hem de egzersiz yoğunluğu gibi harici yük parametreleriyle önemli ölçüde ilişkili olduğu

bulunmuştur. Bu, SmO₂'nin yalnızca oksijen tüketimini değil, aynı zamanda uygulanan yüke verilen fizyolojik yanıtı da yansıtabileceğini göstermektedir. Mevcut çalışmada, SmO₂ seviyelerinin benzerliğine rağmen, WAnT'den sonra KD ve SY yöntemleri arasındaki güç farkının, KD lehine önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu, statik SmO₂ değerinden ziyade dinamik değişikliklerin (örn. yeniden doygunluk oranı, tepe-dip aralığı) performansı daha iyi yansıtabileceğini düşündürmektedir. Buna dayanarak, bir sonraki adımlar, SmO₂ verilerinden türetilen içsel-dışsal yük endekslerini oluşturmak ve analiz etmek olabilir; bu, KD'nin egzersiz sonrası toparlanma kalitesi üzerindeki etkisini daha net bir şekilde ortaya koyabilir.

Bu çalışmada, egzersizler arasında toparlanma yöntemi olarak uygulanan kuru daldırma (KD) yönteminin, Sedyeye Yatağı yöntemine kıyasla otonom sinir sistemi ve anaerobik performans üzerinde daha olumlu bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Özellikle KD yönteminde ölçülen kalp hızı değişkenliği parametrelerindeki (RMSSD ve pNN50) artış, toparlanma döneminde vagal tonun etkili bir şekilde aktive edildiğini göstermiştir. Bu sonuçlar, Navasiolava ve ark. (2011) tarafından bildirilen kuru daldırmanın kardiyovasküler sistem üzerindeki refleks bradikardi, kan akış dağılımı ve baroreseptör duyarlılığını artırıcı etkileriyle tutarlıdır.

KD uygulamasıyla oluşturulan mikro yerçekimi benzeri ortamın, özellikle sempatik aktiviteyi baskılayarak parasempatik baskın bir toparlanma penceresi sağladığı ve böylece oksijenin kaslara yeniden taşınmasını ve metabolik atıkların uzaklaştırılmasını kolaylaştırdığı düşünülmektedir. SmO₂ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen, KD grubunun Wingate güç testindeki daha yüksek ortalama güç çıktıları, fizyolojik iyileşmenin performans üzerindeki dolaylı etkisini desteklemektedir.

KD'nin sağladığı sıvı yeniden dağıtımını, artan lenfatik drenaj ve anti-yerçekimi pozisyonu faydaları, özellikle egzersizden sonra kas içi mikro dolaşımı destekleyerek yorgunluk azaltma potansiyelini artırır. Literatürdeki benzer sonuçlar Mourot ve ark. (2008), bu yöntemin sporcuların toparlanma protokollerine entegre edilebileceğini göstermektedir. Mevcut çalışmada KD'nin SmO₂ üzerindeki sınırlı etkisi, SmO₂ gibi değişkenlerin yalnızca "statik" değerlerle değil, aynı zamanda dinamik iyileşme süresi ve reoksijenasyon oranıyla da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışma, KD'nin yalnızca yer çekiminin atlet fizyolojisi üzerindeki etkisini taklit etmek için bir yöntem olarak değil, aynı zamanda etkili bir iyileşme stratejisi olarak da kullanılabilceğini göstermektedir. KD'nin kan dolaşımı üzerindeki etkisi hidrostatik basınç ve sıvı dağıtım mekanizmalarıyla açıklanabilir. Bu etkiler, vagal tonusu uyararak, kan akış hızını artırarak ve toparlanma süresini azaltarak otonom sinir sistemini dengeler.

Pratik düzeyde, bu çalışma KD'nin özellikle yoğun antrenman yükleri altında olan sporcular için yarışmalar arasındaki kısa dönemde uygulanabilir ve etkili bir iyileşme aracı olabileceğini göstermektedir. Dahası, KD'nin kullanımı yalnızca antrenmandan sonra değil, aynı zamanda çift antrenman günlerinde, kamplarda veya turnuvalardan verilen aralarda da uygulanabilir.

Sonuç olarak çalışma amacımız, iki farklı pasif toparlanma yönteminin — Kuru Daldırma (KD) ve Sedyeye Yatağı (SY) — yoğun egzersizden sonra sporcularda fizyolojik toparlanma üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktı. Toparlanma süreci, kalp hızı değişkenliği (KHD), kas içi oksijen satürasyonu (SmO_2) ve anaerobik güç çıktıları gibi çok değişkenli parametreler kullanılarak değerlendirildi. Sonuçlar, KD'nin özellikle otonom sinir sistemi yeniden aktivasyonu ve anaerobik performans toparlanma açısından SY'den daha etkili bir toparlanma stratejisi olabileceğini göstermektedir.

Çalışmada KD uygulamasından sonra elde edilen RMSSD ve pNN50'deki anlamlı artış, vagal aktivitenin hızla geri yüklendiğini göstermektedir. Bu durum, toparlanma sürecinde parasempatik sistemin yeniden aktivasyon süresinin kısaldığını ve kardiyak ön yükün daha etkili bir şekilde düzenlendiğini göstermektedir. Sedyeye yatağı (SY) yöntemiyle karşılaştırıldığında, KD uygulamasının daha güçlü bir vagal reaktivasyon yarattığı ve sempatik baskının daha hızlı ortadan kaldırıldığı açıktır.

Wingate güç testi sonuçlarında da benzer bir örüntü gözlemlendi. KD uygulamasından sonra ortalama güç değerlerinde görülen önemli artış, kas metabolizmasının düzeldiğini ve anaerobik performansın geri kazanıldığını göstermektedir. Bu bulgu, egzersizden sonra kas asidozun daha hızlı toparlandığını ve enerji sistemlerinin yeniden aktive edildiği yönünde bilgi sunmaktadır.

SmO_2 parametresinin sadece tek seferlik ya da sabit bir ölçüm değil; egzersiz süresince artan metabolik ihtiyaçlara ve egzersiz sonrası başlayan toparlanma sürecine duyarlı bir şekilde değişim gösteren dinamik bir fizyolojik belirteç olduğunu ortaya koymuştur. Eğitim koşusu ve

Wingate güç testleri sırasında kaydedilen SmO_2 verilerinde toparlanma yöntemlerine göre anlamlı fark saptanmamış olsa da, toparlanma sonrası Wingate güç testinde elde edilen güç çıktılarında kuru daldırma (KD) yönteminin anlamlı düzeyde üstünlük sağladığı görülmüştür ($p<0,05$). Bu durum, SmO_2 değerlerinin dolaylı olarak kas fonksiyonunun sürdürülebilirliğiyle ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Özellikle yüksek yoğunluklu egzersizler sonrasında, kas dokularında artan enerji tüketimi ile birlikte oksijen ihtiyacı da artmakta; bu süreçte kaslara gelen arteriyel kan akışı (kan girişi) oksijen desteği sağlarken, venöz kanın geri dönüşü (kan çıkışı) ise biriken metabolik artıkların uzaklaştırılması açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, SmO_2 ölçümleri yalnızca oksijenlenme düzeyini değil, aynı zamanda kasların enerji üretimi, metabolik stres düzeyi ve dolaşım etkinliği hakkında bütüncül bilgi sunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, kuru daldırma yönteminin, SmO_2 üzerindeki doğrudan etkisi sınırlı olsa da, genel toparlanma kapasitesini artırarak kas fonksiyonlarının korunmasına katkı sağladığı ve bu bağlamda etkili bir fizyolojik toparlanma aracı olarak değerlendirilebileceği söylenebilir.

8. KAYNAKÇA

- Akbaş, S. (2024). *Farklı Şiddetlerdeki Egzersizlerde Çoklu Yakın Kızılaltı Spektroskopisi Kullanarak Bölgesel Kas Oksijenlenmesinin İncelenmesi* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi] 2024, İstanbul Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serdar Orkun PELVAN.
- Alemdaroğlu, B. U., & Koz, M. (2011). Egzersiz sonrası toparlanma; toparlanma çeşitleri ve yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 3(1). <https://doi.org/10.17218/husbed.45670>
- Alemu, Y., Tadesse, T., & Birhanu, Z. (2025). The effects of uphill training on the maximal velocity and performance of middle-distance runners: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 15(1), 22709. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08275-W>
- Alghannam, A. F., Gonzalez, J. T., & Betts, J. A. (2018). Restoration of muscle glycogen and functional capacity: role of post-exercise carbohydrate and protein co-ingestion. *Nutrients* 10 (2): 253. <https://doi.org/10.3390/nu10020253>
- Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological Reviews*. <https://doi.org/10.1152/physrev.00015.2007>
- Amirova, L. E., Shishkin, N. V., Kitov, V. V., Saveko, A. A., Tomilovskaya, E. S., & Kozlovskaya, I. B. (2017). Rol zritel'noy obratnoy svyazi v kontrole vertikal'noy ustoychivosti cheloveka do i posle 5-sutochnoy "sukhoy" immersii. *Aviakosmicheskaya I Ekologicheskaya Meditsina*, 51(7), 31–37. <https://doi.org/10.1134/S0362119711070073>
- Atasever, G. (2023). *Futbolcularda Farklı Enerji Sistemlerinde Yapılan Antrenmanların Kas Oksijen Satürasyonu ve Hypoxia Induciblefactor (Hif-1) Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması*. [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi] 2022, Erzurum Danışman: Prof. Dr. Fatih KIYICI
- Balandin, V. A., Shiyarov, G. P., Prokopchuk, Yu. A., Skidan, M. N., Zaytsev, Yu. G., & Maleychenko, E. A. (2018). Primenenie metoda "sukhoy" immersii s tsel'yu intensivatsii vosstanovitel'nogo protsessa u bortsov vysokoy kvalifikatsii. *Fizicheskaya Kul'tura, Sport-Nauka I Praktika*, (1), 76–81.
- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine-Open*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0007-y>
- Barnett, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help?. *Sports Medicine*, 36, 781-796. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636090-00005>
- Barstow, T. J. (2019). Understanding near infrared spectroscopy and its application to skeletal muscle research. *Journal of Applied Physiology*, 126(5), 1360-1376. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00166.2018>

- Belikova, M. E., Kudryashova, A. V., Sotnikova, N. Yu., & Chasha, T. V. (2008). Antenatal'naya profilaktika infeksiyonno-vospalitel'nykh zabolevaniy i immunologicheskikh narusheniy u novorozhdennykh. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*, (3), 150–151.
- Berger, M., Lechner-Steinleinyer, S., & Kozlovskaya, I. (2001). Neurological aspects in real and simulated weightlessness. *10 Years Space Biomedical Research and Development in Austria*, 19. <https://doi.org/10.1134/S0362119706020022>
- Çinkılıç, E., Sert, E., Çayır, İ., Günaydın, S. N., Özcan, Z. B., & Pehlivan, E. (2025). Farklı egzersiz kapasite testlerinin interkostal kas oksijenizasyonu üzerine etkisi. *Medical Journal of Western Black Sea*, 9(1), 52-59. <https://doi.org/10.29058/mjwbs.1482053>
- de Oliveira Ottone, V., de Castro Magalhães, F., de Paula, F., Avelar, N. C. P., Aguiar, P. F., da Matta Sampaio, P. F., ... & Rocha-Vieira, E. (2014). The effect of different water immersion temperatures on post-exercise parasympathetic reactivation. *PLoS One*, 9(12), e113730. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113730>
- Demangel, R., Treffel, L., Py, G., Brioché, T., Pagano, A. F., Bareille, M. P., ... & Millet, C. (2017). Early structural and functional signature of 3-day human skeletal muscle disuse using the dry immersion model. *The Journal of Physiology*, 595(13), 4301-4315. <https://doi.org/10.1113/JP273895>
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 312968. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>
- Dyachenko, A. I., Mekhedova, E. B., & Shulagin, Yu. A. (2010). Izmenenie dykhatel'nogo impedansa v usloviyakh vodnoy immersii. *Rossiyskiy Zhurnal Biomekhaniki*, (1), 86–94.
- Ferrari, M., Muthalib, M., & Quaresima, V. (2011). The use of near-infrared spectroscopy in understanding skeletal muscle physiology: recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1955), 4577-4590. <https://doi.org/10.1098/rsta.2011.0230>
- Finsterer, J. (2012). Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13, 1-13. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-218>
- Fleckenstein, D., Ueberschär, O., Wüstenfeld, J. C., Rüdrieh, P., & Wolfarth, B. (2021). Effect of uphill running on VO₂, heart rate and lactate accumulation on lower body positive pressure treadmills. *Sports*, 9(4), 51. <https://doi.org/10.3390/sports9040051>
- Gençoğlu, C., & Çabuk, S. (2024). Sporda fizyolojik adaptasyonların sürdürülebilirliği: dayanıklılık ve kuvvet gelişimi. *Antrenman Biliminde Sürdürülebilirlik ve Nitel Araştırmalar. Özgür Yayınları*. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub487.c2021>

- Gerasimova-Meigal, L., Meigal, A., Sireneva, N., Gerasimova, M., & Sklyarova, A. (2023). Heart rate variability parameters to evaluate autonomic functions in healthy young subjects during short-term "Dry" immersion. *Physiologia*, 3(1), 119-128. <https://doi.org/10.3390/physiologia3010010>
- Gonzalez, A. M., Mangine, G. T., Pinzone, A. G., Beyer, K. S., & Townsend, J. R. (2024). Muscle oxygen saturation dynamics during upper-body resistance exercise. *Sensors*, 24(20), 6668. <https://doi.org/10.3390/s24206668>
- Granier, P., Mercier, B., Mercier, J., Anselme, F., & Prefaut, C. (1995). Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(1), 58-65. <https://doi.org/10.1007/BF00601809>
- Gümüşdağ, H., Egesoy, H., & Cerit, E. (2015). Sporda toparlanma stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 53-70. <https://doi.org/10.17218/husbed.45670>
- Hamaoka, T., & McCully, K. K. (2019). Review of early development of near-infrared spectroscopy and recent advancement of studies on muscle oxygenation and oxidative metabolism. *The Journal of Physiological Sciences*, 69(6), 799-811. <https://doi.org/10.1007/s12576-019-00697-2>
- Hamaoka, T., McCully, K. K., Quaresima, V., Yamamoto, K., & Chance, B. (2007). Near-infrared spectroscopy/imaging for monitoring muscle oxygenation and oxidative metabolism in healthy and diseased humans. *Journal of Biomedical Optics*, 12(6), 062105-062105. <https://doi.org/10.1117/1.2805437>
- Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*, 2(9), 817-828. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4>
- Held, S., Rappelt, L., Giesen, R., Wiedenmann, T., Deutsch, J. P., Wicker, P., & Donath, L. (2023). Increased oxygen uptake in well-trained runners during uphill high intensity running intervals: A randomized crossover testing. *Frontiers in Physiology*, 14, 1117314. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1117314>
- Ivanov, S. G., & Markova, L. I. (1990). Use of a "dry" immersion method in the treatment of hypertensive crisis. *Kosmicheskaia Biologiia i Aviakosmicheskaia Meditsina*, 24(1), 40-42.
- Kargarfard, M., Lam, E. T., Shariat, A., Shaw, I., Shaw, B. S., & Tamrin, S. B. (2016). Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *Journal of Sports Sciences*, 34(10), 959-965. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1081264>
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95-102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>

- Kozlovskaya, I., Dmitrieva, I., Grigorieva, L., Kirenskaya, A., & Kreidich, Y. (1988). Gravitational mechanisms in the motor system. Studies in real and simulated weightlessness. *Stance and Motion: Facts and Concepts*, 37-48. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0821-6_4
- Ktenidis, C. K., Margaritelis, N. V., Cherouveim, E. D., Stergiopoulos, D. C., Malliou, V. J., Geladas, N. D., ... & Paschalis, V. (2021). Priming exercise increases Wingate cycling peak power output. *European Journal of Sport Science*, 21(5), 705-713. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1765026>
- Leal Junior, E. C., de Godoi, V., Mancalossi, J. L., Rossi, R. P., De Marchi, T., Parente, M., ... & Lopes-Martins, R. Á. B. (2011). Comparison between cold water immersion therapy (CWIT) and light emitting diode therapy (LEDT) in short-term skeletal muscle recovery after high-intensity exercise in athletes—preliminary results. *Lasers in Medical Science*, 26, 493-501. <https://doi.org/10.1007/s10103-010-0866-x>
- Meeusen, R., Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B., & Piacentini, M. F. (2006). Central fatigue: the serotonin hypothesis and beyond. *Sports Medicine*, 36, 881-909. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636100-00006>
- Meigal, A. Yu., Gerasimova-Meigal, L. I., Saenko, I. V., Subbotina, N. S., Tretyakova, O. G., Popadeykina, N. A., & Chernikova, L. A. (2017). Motornye i nemotornye simptomy parkinsonizma pri analogovoy mikrogravitatsii: reabilitatsionnyy potentsial. In *Materialy XXIII Zyezda Fiziologicheskogo Obshchestva im. I. P. Pavlova s Mezhdunarodnym Uchastiem* (pp. 2415–2417). <https://doi.org/10.31857/S0131164624060041>
- Mesquida, J., Gruartmoner, G., & Espinal, C. (2013). Skeletal muscle oxygen saturation (StO₂) measured by near-infrared spectroscopy in the critically ill patients. *Biomed Research International*, 2013(1), 502194. <https://doi.org/10.1155/2013/502194>
- Michael, S., Graham, K. S., & Davis, G. M. (2017). Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals—a review. *Frontiers in Physiology*, 8, 301. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00301>
- Mikhaylovskaya, A. N. (2019). Otsenka ventilyatsionnoy funktsii lyogkikh v usloviyakh 5-sutochnoy "sukhoy" immersii s pomoshch'yu akusticheskogo metoda i impulsnoy ostsillometrii. *F94 Fundamental'nye Voprosy Eksperimental'noy i Klinicheskoy Meditsiny*, 160.
- Miller, T. F., Saenko, I. V., Popov, D. V., Vinogradova, O. L., & Kozlovskaya, I. B. (2010). Effect of support deprivation and stimulation of the feet support zones on the characteristics of cross stiffness and electromyogram of resting muscles of the calf in 7-day immersion. *Aviakosmicheskaya i Ekologicheskaya Meditsina*, 6, 13-18. <https://doi.org/10.1134/S0362119712070146>

- Miroshnichenko, G. G., Meigal, A. Y., Saenko, I. V., Gerasimova-Meigal, L. I., Chernikova, L. A., Subbotina, N. S., ... & Karjalainen, P. A. (2018). Parameters of surface electromyogram suggest that dry immersion relieves motor symptoms in patients with parkinsonism. *Frontiers in Neuroscience*, *12*, 667. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00667>
- Moreira, J. L., de Souza, W. L. S., do Couto Vaz, R., Leite, R., Alves, F. S. C., Gomes, W. F., ... & Lima, M. M. O. (2013). Influence of the level of aquatic immersion on heart modulation of young adults. *Journal of Medicine and Medical Sciences*, *4*(2), 71-78.
- Mourot, L., Bouhaddi, M., Gandelin, E., Cappelle, S., Dumoulin, G., Wolf, J. P., ... & Regnard, J. (2008). Cardiovascular autonomic control during short-term thermoneutral and cool head-out immersion. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, *79*(1), 14-20. <https://doi.org/10.3357/asem.2147.2008>
- Myers, D. E., Anderson, L. D., Seifert, R. P., Ortner, J. P., Cooper, C. E., Beilman, G. J., & Mowlem, J. D. (2005). Noninvasive method for measuring local hemoglobin oxygen saturation in tissue using wide gap second derivative near-infrared spectroscopy. *Journal of Biomedical Optics*, *10*(3), 034017-034017. <https://doi.org/10.1117/1.1925250>
- Naumov, I. A., Kornilova, L. N., Glukhikh, D. O., Ekimovskiy, G. A., Kozlovskaya, I. B., Vasin, A. V., & Vaits, F. L. (2021). Vliyanie afferentatsii razlichnykh sensorykh vkhodov na otolito-okulyarnyy refleks v usloviyakh real'noy i modeliuruyemoy nevesomosti. *Fiziologiya Cheloveka*, *47*(1), 84–93. <https://doi.org/10.31857/S0131164620060089>
- Navasiolava, N. M., Custaud, M. A., Tomilovskaya, E. S., Larina, I. M., Mano, T., Gauquelin-Koch, G., ... & Kozlovskaya, I. B. (2011). Long-term dry immersion: review and prospects. *European Journal of Applied Physiology*, *111*, 1235-1260. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1750-x>
- Özdemir, D., & Cömert, I. T. (2023). Profesyonel sporcularda tükenmişlik sendromu ve depresyon hakkında bir derleme çalışması. *Aydın İnsan ve Toplum Dergisi*, *9*(2), 27-47. <https://doi.org/10.17932/IAU.AIT.2015.012/2023.902>
- Perrey, S., & Ferrari, M. (2018). Muscle oximetry in sports science: a systematic review. *Sports Medicine*, *48*, 597-616. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0820-1>
- Radzievskiy, P. A., & Radzievskaya, M. P. (2007). Sukhaya immersiya – effektivnaya fizioterapevticheskaya protsedura v sisteme vosstanovitel'nykh meropriyatiy sportsmenov tyazheloatletov. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, *(10)*, 116–121.
- Reilly, T., & Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *Journal of Sports Sciences*, *23*(6), 619-627. <https://doi.org/10.1080/02640410400021302>

- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
- Shenkman, B. S., Grigoriev, A. I., & Kozlovskaya, I. B. (2017). Gravity mechanisms in tonic motor system. Neurophysiological and muscle aspects. *Human Physiology*, 43, 578-590. <https://doi.org/10.1134/S0362119717050140>
- Shigueva, T. A., Zakirova, A. Z., Tomilovskaya, E. S., & Kozlovskaya, I. B. (2015). Effect of support deprivation on the order of motor unit recruitment. *Human Physiology*, 41, 813-816. <https://doi.org/10.1134/S036211971507021X>
- Silva, P. J. G. D., Nadal, J., & Infantosi, A. F. C. (2012). Investigating the center of pressure velocity Romberg's quotient for assessing the visual role on the body sway. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, 28, 319-326. <https://doi.org/10.4322/rbeb.2012.039>
- Simonson, S. G., & Piantadosi, C. A. (1996). Near-infrared spectroscopy: clinical applications. *Critical Care Clinics*, 12(4), 1019-1029. [https://doi.org/10.1016/S0749-0704\(05\)70290-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0704(05)70290-6)
- Stacey, D. L., Gibala, M. J., Martin Ginis, K. A., & Timmons, B. W. (2010). Effects of recovery method after exercise on performance, immune changes, and psychological outcomes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(10), <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3224>
- Storniolo, J. L., Correale, L., Buzzachera, C. F., & Peyré-Tartaruga, L. A. (2025). New perspectives and insights on heart rate variability in exercise and sports. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1574087. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1574087>
- Tomilovskaya, E., Shigueva, T., Sayenko, D., Rukavishnikov, I., & Kozlovskaya, I. (2019). Dry immersion as a ground-based model of microgravity physiological effects. *Frontiers in Physiology*, 10, 284. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1039924>
- Trommelen, J., Betz, M. W., & van Loon, L. J. (2019). The muscle protein synthetic response to meal ingestion following resistance-type exercise. *Sports Medicine*, 49(2), 185-197. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01053-5>
- Tüfekçioğlu, E., & Çotuk, H. B. (2009). Suda ve karadaki farklı beden konumlarında kalp hızı değişkenliğinin karşılaştırılması. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(3), 152-159.
- Twist, C., & Eston, R. (2005). The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 652-658. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1357-9>
- Vasquez-Bonilla, A. A., Yáñez-Sepúlveda, R., Monsalves-Álvarez, M., Tuesta, M., Duclos-Bastías, D., Cortés-Roco, G., ... & López-Gil, J. F. (2025). Reliability of muscle oxygen saturation for evaluating exercise intensity and knee joint load indicators. *Journal of*

- Vasquez-Bonilla, A., Yáñez-Sepúlveda, R., Gómez-Carmona, C. D., Olcina, G., Olivares-Arancibia, J., & Rojas-Valverde, D. (2024). Calculating load and intensity using muscle oxygen saturation data. *Sports*, 12(4), 113. <https://doi.org/10.3390/sports12040113>
- Viir, D. R., Vain, D. H. B. A., Virkus, D. A., PhD student Kristiina Rajaleid, & PhD student Anne Selart. (2006). Skeletal muscle tone characteristics in upright, supine and partial water immersion conditions. In *57th International Astronautical Congress* (pp. A1-3). <http://dx.doi.org/10.2514/6.IAC-06-A1.3.04>
- Wang, W., Shao, M., Du, W., & Xu, Y. (2024). Impact of exhaustive exercise on autonomic nervous system activity: insights from HRV analysis. *Frontiers in Physiology*, 15, 1462082. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1462082>
- Wolf, M., Ferrari, M., & Quaresima, V. (2007). Progress of near-infrared spectroscopy and topography for brain and muscle clinical applications. *Journal of Biomedical Optics*, 12(6), 062104-062104. <https://doi.org/10.1117/1.2804899>
- Yogev, A., Arnold, J. I., Nelson, H., Rosenblat, M. A., Clarke, D. C., Guenette, J. A., ... & Koehle, M. S. (2024). The effects of endurance training on muscle oxygen desaturation during incremental exercise tests: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1406987. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1406987>

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı		Soyadı	
Doğum Yeri		Doğum Tarihi	
Uyruğu		Tel	
E-mail			

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans		
Lisans		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1		
2		
3		

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*

Yabancı Dil Sınav Notu #								
YDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı			
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma Becerisi

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendiriniz.

10. BİLİMSEL FAALİYETLER

Makale

Achylov, R., Akbaş, S., Pelvan, S. O., Çotuk, H. B., (2025) Çok kısa süreli kuru daldırma esnasında kalp hızı değişkenliği. *Anatolia Sport Research* (kabul edilmiş, yayınlanmamıştır).

Bildiri (Poster veya Sözel)

Atasoy, M. B., Birankar, E., Arica, S. A., Guney, S., Akbulut, H., Achylov, R., & Duru, A. D. (2019, April). Classification of brain electrical dynamics measured with response to opposite season video stimuli. *In 2019 Scientific Meeting on Electrical-Electronics & Biomedical Engineering and Computer Science (EBBT)* (pp. 1-4). IEEE.

Achylov, R., Erkut, O., Çotuk, H. B., & Duru, A. D. (2019, April). Effect of knee angle perception on electrophysiological response in sportsmen. *In 2019 Scientific Meeting on Electrical-Electronics & Biomedical Engineering and Computer Science (EBBT)* (pp. 1-3). IEEE.

ACHYLOV, Rahmet; ÇOTUK, H. Birol; AKBAŞ, Savaş., 'Egzersiz sonrası uygulanan kuru daldırma yönteminin otonom sinir sistemi üzerine etkisi' 8. Uluslararası Egzersiz ve Spor Psikolojisi Kongresi 24 – 26 Nisan 2024, Marmara Üniversitesi / İstanbul <https://espkongre2025.com/>

11. EKLER