

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

**KALP ATIM HIZI DEĞİŞKENLİĞİ BİYOLOJİK
GERİBİLDİRİM ANTRENMANININ TOPARLANMA
SÜRECİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Esin KAPLAN

DOKTORA TEZİ

2021-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI

**KALP ATIM HIZI DEĞİŞKENLİĞİ BİYOLOJİK
GERİBİLDİRİM ANTRENMANININ TOPARLANMA
SÜRECİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Esin KAPLAN

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TDK-2019-5044 proje numarası ile desteklenmiştir.

“Kaynakça gösterilerek tezinden yararlanılabilir”

2021-ANTALYA

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleşmesi için tezin her aşamasında her türlü bilgi ve tecrübesini paylaşan ve her zaman her konuda bir adım ileriye gitmemi sağlayan saygı değer danışmanım, değerli hocam Sn. Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesinde yer alan saygı değer Sn. Prof. Dr. Y. Gül ÖZKAYA ve Sn. Doç. Dr. K. Alparslan ERMAN' a tezin oluşum sürecindeki katkılarından ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Yozgat Bozok Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Dekanı Sn. Prof. Dr. Hayrettin GÜMÜŞDAĞ' a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Ölçüm sürecinde desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşım Araş. Gör. Ali IŞIN, Aylin ABDİOĞLU ve Bilal DİNCER' e teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında manevi desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Araş. Gör. Hülya ANDRE' ye teşekkür ederim.

Kundu Spor Kulübü antrenörü Hasan Ali SAĞIN' a ve Kundu Spor Kulübü sporcularına desteklerinden ve bilime katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına ilgilerinden ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında anlayışı ve hoş görüşüyle yanımda olan ve bana destek veren kıymetli annem Fatma ULUDAĞ' a, kendinden ödün veren, çaba sarf eden sevgili eşim Süleyman KAPLAN' a ve canım oğlum Atlas KAPLAN' a teşekkür ederim.

Bu süreçte akışta kalmayı öğrendim. Bu deneyimi kararlı bir şekilde, pozitif duygularımı koruyarak sonuçlandırdığım için kendime teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı, 10 seans olarak gerçekleştirilen kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanlarının toparlanma üzerine etkisini incelemektir.

Yöntem: Araştırma, yaşları 19,40 ($\pm 1,49$) yıl olan 24 erkek futbolcu ile yürütülmüştür. Araştırma kriterlerine uyan sporcular Deney (n=12) ve Kontrol Grubu (n=12) olarak 2 gruba ayrılmıştır. Ön testte deney ve kontrol grubunun antropometrik ölçümleri alınmıştır. Daha sonra spor yapma düzeyi belirleme anketi ve yarışmasal durumluk kaygı envanteri (CSAI-2) uygulanmıştır. Aerobik ve anaerobik kapasiteleri Wingate ve Astrand Rhyming testleri uygulanarak belirlenmiştir. KAHD ölçümü wingate ve astrand testi öncesi ve sonrasında 5 dk süresince kayıt edilmiştir. Ön test sonrasında deney grubuna kendi frekanslarında 10 seans KAHD BG antrenmanı uygulanmıştır. Son testte, ön testte uygulanan prosedür tekrar edilmiştir.

Bulgular: Katılımcıların kaygı durumları, aerobik ve anaerobik kapasite ölçüm değerleri incelendiğinde ön ve son testte farklılaşmadığı görülmektedir. Çalışmaya katılan grupların ön testte Wingate ve Astrand Rhyming testinin dinlenme ve toparlanma periyodundan elde ettikleri değerler incelendiğinde KAHD parametreleri ve solunum değerleri açısından benzerlik göstermektedir. Aerobik egzersiz sonrası toparlanma periyodunda deney grubunun SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF, Power Spectrum ve Solunum_{ort} değerlerinde ön test-son testte istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma vardır. Anaerobik egzersiz sonrası toparlanma periyodunda ise; kontrol grubunun SDNN, HF, HR_{ort} değerlerinde anlamlı farklılık gözlenirken; deney grubunun LF, HF, LF/HF, HR_{ort} değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir.

Sonuç: Mevcut çalışma incelendiğinde, düzenli olarak uygulanan KAHD BG antrenmanlarının egzersiz sonrasında KAHD toparlanma süresini kısalttığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: kalp atım hızı değişkenliği, biyolojik geribildirim, toparlanma

ABSTRACT

Objective: The aim of the study is to examine the effect of 10 sessions of HRV BF training on recovery.

Method: The research was conducted with 24 male football players whose age was 19.40 ($\pm$ 1.49) years. Athletes who meet the research criteria were divided into 2 groups as Experiment (n = 12) and Control Group (n = 12). Anthropometric measurements of the experimental and control groups were taken in the pre-test. Then, a questionnaire for determining the level of doing sports and a competitive state anxiety inventory (CSAI-2) were applied. Their aerobic and anaerobic capacities were determined by applying Wingate and Astrand Rhythmic tests. HRV measurement was recorded for 5 minutes before and after the Wingate and Astrand tests. After the pre-test, 10 sessions of HRV BF training was applied to the experimental group on their own frequencies. In the post-test, the procedure applied in the pre-test was repeated.

Results: When the anxiety states of the participants and their aerobic and anaerobic capacity measurement values are examined, it is seen that there is no difference in the pre and post-test. When the values obtained from the resting and recovery periods of the Wingate and Astrand Rhythmic tests in the pre-test of the groups participating in the study are examined, they are similar in terms of HRV parameters and respiration values. In the recovery period after aerobic exercise, there is a statistically significant difference in the pre-test and post-test values of the experimental group's SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF, Power Spectrum and mean respiration values. In the recovery period after anaerobic exercise; while a significant difference was observed in the SDNN, HF, average HR values of the control group; a statistically significant difference was observed in the LF, HF, LF / HF, average HR values of the experimental group.

Conclusion: When the current study is examined, it can be said that regularly applied KAHD BF training shortens the HRV recovery time after exercise.

Key words: heart rate variability, biological feedback, recovery

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	
2.1. Psikofizyoloji	3
2.1.1. Psikofizyolojinin Spor Bilimlerindeki Yeri	3
2.2. Biyolojik Geribildirim	4
2.2.1. Biyolojik Geribildirim (BG) Yöntemleri	5
2.3. Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD)	7
2.3.1. Solunum Sinüs Aritmi (Respiratory Sinus Arrhythmia-RSA)	9
2.3.2. Baroreflex	10
2.3.3. Rezonans Frekans	10
2.3.4. Diyafragmatik Solunum	11
2.4. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçüm Yöntemleri	12
2.4.1. Zaman alanlı metotlar	14
2.4.2. Frekans alanlı metotlar	17
2.5. Egzersiz ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği	20
2.5.1. Aerobik ve Anaerobik Egzersiz Sırasında Kardiyak Otonomik Düzenleme	21
2.6. Yorgunluk ve Toparlanma	22
2.6.1. Toparlanma Sırasında Kardiyak Otonomik Düzenleme	23
2.6.2. Toparlanmaya Destek Yaklaşımlar	26
2.7. Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) Geribildirim Yöntemi	28

2.7.1. Kaygı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim	29
2.7.2. Egzersiz ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim	30
2.7.3. Toparlanma ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim	31
2.8. Amaç	32
2.8.1. Problemler	32

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu	34
3.2. Uygulama	34
3.3. Veri Toplama Yöntemleri	35
3.3.1. Vücut Kompozisyonu Değerlendirmesi	35
3.3.2. Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2)	36
3.3.3. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi	36
3.3.4. Aerobik Kapasite Ölçümü	37
3.3.5. Anaerobik Kapasite ve Yorgunluk Faktörü Ölçümü	38
3.3.6. BORG Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği	39
3.3.7. Laktat ölçümü	40
3.3.8. Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) ve Solunum Frekansı Ölçümü	41
3.3.9. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim (KAHD BG) Antrenmanı	42
3.4. İstatistiksel Analiz	45

4. BULGULAR

4.1. Antropometrik Özellikler	46
4.2. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2)	46
4.2.1. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2) Ön Test İnceleme	47
4.2.2. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2) Son Test İnceleme	47

4.2.3. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal	
Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2) Ön-Son Test Karşılaştırma	48
4.3. Wingate Testi Ölçüm Değerleri	49
4.3.1. Wingate Testi Ön Test İnceleme	49
4.3.2. Wingate Testi Son Test İnceleme	51
4.3.3. Wingate Testi Ön-Son Test Karşılaştırma	51
4.4. Astrand Rhyming Testi Ölçüm Değerleri	53
4.4.1. Astrand Rhyming Testi Ön Test İnceleme	53
4.4.2. Astrand Rhyming Testi Son Test İnceleme	53
4.4.3. Astrand Rhyming Testi Ön-Son Test Karşılaştırma	54
4.5. KAHD ve Solunum Testleri	55
4.5.1. Wingate Anaerobik Performansta KAHD ve Solunum Testleri Ön Test	55
4.5.2. Wingate Anaerobik Performansta KAHD ve Solunum Testleri Son Test	57
4.5.3. Wingate Anaerobik Performansta Deney-Kontrol Gruplarının	
KAHD ve Solunum Testlerinin Ön-Son Test Karşılaştırması	60
4.5.4. Astrand Aerobik Performansda KAHD ve Solunum Testleri Ön Test	67
4.5.5. Astrand Aerobik Performansda KAHD ve Solunum Testleri Son Test	69
4.5.6. Astrand Rhyming Aerobik Performansda Deney-Kontrol Gruplarının	
KAHD ve Solunum Testlerinin Ön-Son Test Karşılaştırması	74
5. TARTIŞMA	
5.1. Aerobik Egzersiz Sonrası Toparlanma KAHD Parametreleri	
ve KAHD BG' nin Toparlanmaya Etkisi	84
5.2. Anaerobik Egzersiz Sonrası Toparlanma KAHD Parametreleri	
ve KAHD BG' nin Toparlanmaya Etkisi	89
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	
6.1. Sonuç	95
6.2. Öneriler	96
KAYNAKLAR	97

EKLER

1-Spor Yapma düzeyi Belirleme anketi

2-Yarışmasal durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2)

ÖZGEÇMİŞ

112



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1.	Kalp Atım Hızı Değişkenliği Zaman Alanlı Metotlar	16
Tablo 2.2.	Kalp Atım Hızı Değişkenliği Frekans Alanlı Metotlar	17
Tablo 2.3.	KAHD Zaman ve Frekans Alanlı Metotların Özellikleri	18
Tablo 2.4.	Kalp Atım Hızı Değişkenliği Kısa Süreli Ölçüm Normları	19
Tablo 2.5.	Kalp Atım Hızı Değişkenliği Doğrusal Olmayan Ölçümler	20
Tablo 3.1.	Rezonans Frekans Belirlenmesinde Kullanılan Bilgiler	43
Tablo 4.1.	Deney ve Kontrol Grubunun Yaş ve Antropometrik Özellikleri	46
Tablo 4.2.	Deney ve Kontrol Grubunun Ön Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Değerleri	47
Tablo 4.3.	Deney ve Kontrol Grubunun Son Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Değerleri	48
Tablo 4.4.	Kontrol Grubunun Ön ve Son Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı değerleri	48
Tablo 4.5.	Deney Grubunun Ön-Son Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Değerleri	49
Tablo 4.6.	Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Wingate Ölçüm Değerleri	50
Tablo 4.7.	Deney ve Kontrol Grubu Son Test Wingate Ölçüm Değerleri	51
Tablo 4.8.	Kontrol Grubunun Ön ve Son Test Wingate Ölçüm Değerleri	52
Tablo 4.9.	Deney Grubunun Ön ve Son Test Wingate Ölçüm Değerleri	52

Tablo 4.10.	Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Astrand Rhyming Ölçüm Değerleri	53
Tablo 4.11.	Deney ve Kontrol Grubu Son Test Astrand Rhyming Ölçüm Değerleri	54
Tablo 4.12.	Kontrol grubunun Ön-Son Test Astrand Rhyming Performans ölçüm değerleri	54
Tablo 4.13.	Deney Grubunun Ön-Son Test Astrand Rhyming Performans Ölçüm Değerleri	55
Tablo 4.14.	Wingate Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Ön Test Ölçüm Değerleri	56
Tablo 4.15.	Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Ön Test Ölçüm Değerleri	57
Tablo 4.16.	Wingate Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri	58
Tablo 4.17.	Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri	59
Tablo 4.18.	Kontrol Grubunun Wingate Dinlenik KAHD ve Solunum Değerleri	61
Tablo 4.19.	Deney Grubunun Dinlenik Wingate KAHD ve Solunum Değerleri	62
Tablo 4.20.	Kontrol Grubunun Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri	63
Tablo 4.21.	Deney Grubunun Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri	64
Tablo 4.22.	Astrand Rhyming Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Ön Test	68

Ölçüm Değerleri

Tablo 4.23.	Astrand Rhyming Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Ön Test Ölçüm Değerleri	69
Tablo 4.24.	Astrand Rhyming Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri	70
Tablo 4.25.	Astrand Rhyming Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri	71
Tablo 4.26.	Kontrol Grubunun Astrand Dinlenik KAHD ve Solunum Değerleri	76
Tablo 4.27.	Deney Grubunun Astrand Dinlenik KAHD ve Solunum Değerleri	77
Tablo 4.28.	Kontrol Grubunun Astrand Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri	79
Tablo 4.29.	Deney Grubunun Astrand Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Solunum Sinüs Aritmi	9
Şekil 2.2.	Kalbin İki Atımı İçin Normal Bir Elektrokardiyogram	13
Şekil 2.3.	Egzersiz Sırasında ve Sonrasında Kalp Atım Hızındaki Değişiklikler	24
Şekil 2.4.	Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim Ekranı	29
Şekil 3.1.	Uygulama Akış Şeması	35
Şekil 3.2.	TANITA TBF-300 Vücut Analiz Empedans Ölçüm Sistemi; Holtain Limited Stadiometer	36
Şekil 3.3.	Monark 894 E	39
Şekil 3.4.	BORG Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği	40
Şekil 3.5.	Strip ve Lactate Plus Meter Cihazı	41
Şekil 3.6.	Procomp Infinity cihazı	41
Şekil 3.7.	EKG Elektrotları ve Solunum Sensörünün Vücuttaki Yerleşim Alanları	42
Şekil 3.8.	HeartMath marka emWave Pro+ cihazı	42
Şekil 3.9.	KAHD BG Antrenmanı 10 Seanslık Başarı Ortalamaları	44
Şekil 4.1.	Wingate BORG Değeri Ön Test Grafiği	50
Şekil 4.2.	Wingate Dinlenik Solunum Son Test Grafiği	59
Şekil 4.3.	Wingate Toparlanma HF Son Test Grafiği	60
Şekil 4.4.	Wingate Dinlenik LF/HF Ön-Son Test Grafiği	63

Şekil 4.5.	Wingate Toparlanma SDNN Ön-Son Test Grafiği	65
Şekil 4.6.	Wingate Toparlanma LF Ön-Son Test Grafiği	65
Şekil 4.7.	Wingate Toparlanma HF Ön-Son Test Grafiği	66
Şekil 4.8.	Wingate Toparlanma LF/HF Ön-Son Test Grafiği	66
Şekil 4.9.	Wingate Toparlanma HR Ön-Son Test Grafiği	67
Şekil 4.10.	Astrand Dinlenik Solunum Son Test Grafiği	71
Şekil 4.11.	Astrand Toparlanma NN50 Son Test Grafiği	72
Şekil 4.12.	Astrand Toparlanma PNN50 Son Test Grafiği	73
Şekil 4.13.	Astrand Toparlanma RMSSD Son Test Grafiği	73
Şekil 4.14.	Astrand Toparlanma LF Son Test Grafiği	74
Şekil 4.15.	Astrand Toparlanma HF Son Test Grafiği	74
Şekil 4.16.	Astrand Toparlanma Solunum Son Test Grafiği	75
Şekil 4.17.	Astrand Dinlenik HF Ön-Son Test Grafiği	78
Şekil 4.18.	Astrand Dinlenik Solunum Değeri Ön-Son Test Grafiği	78
Şekil 4.19.	Astrand Toparlanma SDNN Ön-Son Test Grafiği	80
Şekil 4.20.	Astrand Toparlanma NN50 Ön-Son Test Grafiği	81
Şekil 4.21.	Astrand Toparlanma PNN50 Ön-Son Test Grafiği	81
Şekil 4.22.	Astrand Toparlanma RMSSD Ön-Son Test Grafiği	82
Şekil 4.23.	Astrand Toparlanma LF Ön-Son Test Grafiği	82

Şekil 4.24.	Astrand Toparlanma HF Ön-Son Test Grafiği	83
Şekil 4.25.	Astrand Toparlanma Power Spectrum Ön-Son Test Grafiği	83
Şekil 4.26.	Astrand Toparlanma Solunum Değeri Ön-Son Test Grafiği	84



SİMGELER ve KISALTMALAR

BG	: Biyolojik geribildirim
BP	: Kan Basıncı
EKG	: Elektrokardiyografi
FFT	: Fast Fourier Transform
HF	: Yüksek frekans
Hz	: Hertz (1/sn)
KAHD	: Kalp Atım Hızı Değişkenliği
LF	: Düşük frekans
Ms	: Mili saniye
OSS	: Otonom Sinir Sistemi
PSS	: Parasempatik Sinir Sistemi
R	: Solunum Hızı
RR	: RR aralığı
RSA	: Solunum Sinüs Aritmi
SA	: Sino atriyal
SSS	: Sempatik sinir sistemi

1. GİRİŞ

Şiddeti yüksek olan fiziksel aktiviteler organizmanın dengesini bozar ve yorgunluğa neden olurlar. Toparlanma, sporcuların egzersizden önceki duruma dönmeye çalışması durumudur ve böylece antrenmanlar arasında daha hızlı bir yenilenme sağlanır (Aydın, 2014).

Biyolojik geribildirim (BG), kişiye ait farkında olunmayan fizyolojik olaylar hakkında elektronik cihazlarca ve görsel ve işitsel sinyaller üreterek bilgi veren bir sistemdir. Kişiler bu bilgileri kullanarak vücut fonksiyonlarının farkında olurlar ve bu fonksiyonları istemli bir şekilde düzenleyebilirler (Oğuz ve ark., 2004).

Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim ise, sinir sistemi kaosu azalması ve sistem genişliği dinamiklerinde artan senkronizasyon ve uyum ile karakterize edilen, fizyolojik olarak verimli ve yüksek rejeneratif iç durumun sürdürülmesini kolaylaştıran kalp-beyin senkronizasyonunu (Kalp Koherensi, Kardiyak Koherens) güçlendiren tekniklerden biridir (Dziembowska ve ark., 2016).

Otonom sinir sistemi sempatik ve parasempatik sinir sistemleri olarak 2 bölüme ayrılır. İki sistem birbirini dengelemektedir. Sempatik sinir sistemi, strese ve tehlikeye karşı tepkileri yönetir, kalp hızı, metabolizma hızı ve O₂ tüketimi (VO₂) artışlarıyla karakterize olan savaş ya da kaç tepkilerini uyaran adrenalini serbest bırakır. Parasempatik sinir sistemi, vagal tonu, artmış gastrointestinal aktivite ve üreme süreçlerinin uyarılması dahil olmak üzere, vücut dinlendiğinde ortaya çıkan bazı aktivitelerin uyarılmasından sorumludur. Sempatik ve parasempatik sistemlerin düzgün işleyişi, genel bir fizyolojik denge için gereklidir (Leung ve ark., 2013).

Psikofizyoloji çalışmaları son yıllarda hızla artmakta ve fizyolojik olayların düşünme, hissetme, kaygı gibi durumlarla etkileşmesini içeren araştırmaları mümkün kılan yeni teknikler psikolojik süreçlerin izlenebileceği pencereler sunmaktadır.

Bu tekniklerden biri olan Kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) biyolojik geribildirim (BG) sporcuların rekabet stresini, kaygılarını ve nöromüsküler fonksiyonu

iyileştirmesine yardımcı olmak için yeni yaklaşımdır. Amaç, kişinin duygusal durum, aktivite veya solunum hızı ne olursa olsun uygun solunum kimyasını sürdürme yeteneğini geri kazandırmaktır (Khazan, 2013; Lagos ve ark., 2008).

Antrenman aracı olarak kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) kullanımı ise, antrenman sürecinden sonra aşırı antrenman ve toparlanma olası durumlarını izlemek için dikkat çekici bir şekilde artmıştır (Morales ve ark., 2014).

Sportif performans açısından toparlanma önemli bir faktördür. Literatür incelendiğinde toparlanma sürecini etkileyen soğuk su terapisi (cryotherapy), sıcak su terapisi, beslenme, ergojenik destek, jogging, Masaj ve gevşeme egzersizleri gibi birçok yöntem kullanılmıştır (Apaydın ve Yıldız, 2016; Şahin, 2018; Algafly ve ark., 2007; Smith ve ark., 1994). Ancak; kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim uygulamalarının toparlanma üzerine etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, 10 seans yapılan kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanlarının aerobik ve anaerobik test sonrası toparlanma süreci parametreleri üzerine etkisini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Psikofizyoloji

Psikofizyoloji, zihin ve beden arasındaki karşılıklı ilişkilerin bilimsel bir çalışmasıdır. İnsan davranışını destekleyen süreçlere ve mekanizmalara ışık tutan disiplinler arası, çok ölçülü araştırma çalışmaları ile karakterizedir. Psikofizyolojinin kökenleri, Charles Darwin, William James ve Walter Cannon gibi bilim adamlarının duygular ve diğer psikolojik durumlar sırasında fizyolojik değişiklikleri göstermeye başladığı 19. ve 20. yüzyılın başlarına kadar uzanabilir. Psikofizyoloji geniş bir yapıdadır. Bugün bilişsel ve sosyal sinirbilim, nöropsikoloji ve kardiyovasküler psikofizyoloji gibi bir dizi alt disiplini kapsamaktadır. Bununla birlikte, psikolojik durumlar, fizyolojik tepkiler ve insan davranışı arasındaki ilişkilerin açıklanması disiplinin temel misyonu olmaya devam etmektedir (Cooke ve Ring, 2019).

Psikofizyoloji, zihnin bilimsel araştırmalarında her zaman özel bir yere sahiptir. Çünkü bilinçsiz durumlar, süreçler ve olaylar hakkında bilgi edinmek için araçlar sunar. Ayrıca yüksek bilişsel süreçlere odaklanır ve bu yüksek bilişsel süreçleri merkezi ve çevresel süreçlerin entegrasyonu ile ilişkilendirir (Cacioppo ve ark., 2007).

2.1.1. Psikofizyolojinin Spor Bilimlerindeki Yeri

Spor ve egzersizin ilk psikofizyolojik çalışmaları 1970'lerde ortaya çıkmıştır. Daha sonra, 1983'te spor psikologları için yapılan bir inceleme, psikofizyolojiyi performans mekanizmalarının maskesini kaldırmak, performans sorunlarını teşhis etmek için değerlendirme araçları sağlamak için heyecan verici yeni bir yaklaşım olarak duyurmuştur (Cooke ve Ring, 2019).

Psikofizyoloji anatomi, fizyoloji ve aynı zamanda psikolojik olaylarla organizmaların fiziksel ve sosyal ortamdaki deneyimi ve davranışı ile ilgilidir. Psikofizyoloji çoklu analiz düzeylerini vurgulayan disiplinler arası bir alandır. (Cacioppo ve ark., 2000). Psikolojik olaylar kümesindeki tüm unsurların bazı fizyolojik referanslara sahip olduğu varsayılır - yani, zihnin fiziksel bir substrata sahip olduğu düşünülür (Cacioppo ve ark., 2007).

Psikofizyolojik değerlendirmeler sporcuların stres altında fizyolojik ve psikolojik fonksiyonları hakkında bilgi sağlar. Bu ölçümler sporcuların odaklanmalarını geliştirmelerinde, performans ve motor yeterliklerini optimal düzeye getirmelerinde antrenörlere ve dolayısıyla sporculara yardımcı olur. Amaç, sporcuların, uygun hareketlerin seçilmesine ve yürütülmesine izin veren doğru çevresel ayrıntılara tam olarak katıldıkları bir otomatiklik durumuna geçmesidir (Smith ve ark., 2017).

Psikofizyolojik değerlendirme verileri, sporcuların uyarılma yönetimi, bilişsel esneklik, antrenmanlarını ve rekabet performanslarını geliştirmelerine yardımcı olan bir dizi müdahalenin temelidir. Aynı zamanda, algısal bilişsel verilerle eğitim, başarılı bir sportif performans için temel beceriler olan tahmin ve karar vermeyi de geliştirir (Smith ve ark., 2017).

Psikofizyolojik değerlendirmeler, vagal etkiyi istemli olarak ortaya çıkarma yeteneğini güçlendirmeyi mümkün kılar. Psikofizyologlar, kalp atım hızı, cilt iletkenliği, sıcaklık ve kalp atım hızı değişkenliği gibi biyolojik belirteçleri ölçmek için hassas elektronik ekipman kullanırlar. Bu ekipmanların kullanımıyla sporcuya gerçek zamanlı olarak değerlendirme verileri verilir ve onlara psikofizyolojik öz düzenlemeyi hızlandırma aracı sağlar. Biyolojik geribildirim, nöro geribildirim ve görsel geri bildirim, sporcuların öz düzenlemelerini geliştirmeleri için eşsiz fırsatlar sunan psikofizyolojik değerlendirmelerdir (Smith ve ark., 2017).

2.2. Biyolojik Geribildirim

Biyolojik Geribildirim (Biofeedback) kavramı 1960'ların sonlarında ortaya çıkmıştır. Başından beri Biyolojik Geribildirim (BG) , çeşitli uygulamalı spor psikolojisi ve sportif performans uygulamalarında büyük potansiyele sahip popüler ve kullanışlı bir araç haline gelmiştir (Blumenstein ve Hung, 2016).

Biyolojik geribildirim yöntemi psikofizyoloji alanından benimsenmiş bir yöntemdir. Doğru uygulandığında tekniklerinin sporcuları psikofizyolojik uyum olarak bilinen ayırt edici bir duruma ulaşmaya hazırlayabileceğine inanılmaktadır (Schwartz ve Andrasik, 2016).

Biyolojik Geribildirim farkındalık yaratır ve öğrenen tarafından gerçekleştirilen eylem hakkında anlamlı bilgilerin alınmasına yardımcı olur. Biyolojik Geribildirim amacı, farkındalık dışında olan fizyolojik süreçler üzerindeki istemli kontrolü, onlar hakkındaki bilgileri harici bir sinyal şeklinde kullanmaktır (Paul ve ark., 2012). Bu amaçla, fizyolojik sinyal kaydı yoluyla geri bildirim almak için çeşitli hassas elektronik alet türleri (veya modaliteler) kullanılır (Blumenstein ve Hung, 2016).

2.2.1. Biyolojik Geribildirim (BG) Yöntemleri

Biyolojik geribildirim eğitimi, kişinin bedeninden ve zihninden alınan bilgilere veya geri bildirimlere dayalı olarak, kendi kendini düzenleme kontrolünü kazanma tekniğidir. Yoğun BG eğitimini takiben, psikolojik beceriler otomatik refleksler haline gelir. Fizyolojik sinyal kaydı için çeşitli BG yöntemleri kullanılır ve geri bildirim olarak uygulanır (Blumenstein ve Orbach, 2014).

Biyolojik Geribildirim yöntemleri, EEG (elektroensefalografi), EMG (elektromiyografi), T (Termal geribildirim), R (respiratory rate-solunum hızı), EDR (electrodermal response-elektrodermal yanıt) ve Kalp atım hızı değişkenliği (heart rate variability-kardiyovasküler aktivite)'dir (Blumenstein ve Hung, 2016).

Beynin elektriksel aktivitesi, son zamanlarda nörofeedback (NF) olarak bilinen elektroensefalografi (EEG geribildirimi) ile ölçülür (Blumenstein ve Orbach, 2014; Schwartz ve Andrasik, 2016). EEG biyolojik geribildirim uygulamalarının işitsel belleği iyileştirmede ve bazı durumlarda genel olarak bilişsel işlevlerde etkili olduğu gösterilmiştir (Schwartz ve Andrasik, 2016).

EMG, kas kasılmasının izlenmesinde tercih edilen bir yöntemdir. Ancak, bu yöntem direk olarak kas kasılmasını ölçmez, kasların elektriksel bir korelasyonunu ölçer ve elektrik birimlerinde okur (mikrovolt-wolt'un milyonda biri). Bu elektriksel aktivite, kasın üzerine nüfuz eden cilde yerleştirilen iğne elektrotları veya yüzey elektrotları ile algılanabilir (Schwartz ve Andrasik, 2016).

Termal geri bildirim (T), genellikle sıcaklık geri bildirimi olarak adlandırılan periferik cilt sıcaklığı ile ölçülür (Blumenstein ve Orbach, 2014). Cilt sıcaklığı, bir kişinin ne

kadar stresli hissettiğinin bir göstergesidir. Soğuk eller yüksek stres seviyelerinden, sıcak eller de gevşemeden kaynaklanır. Biyolojik geribildirim uygulayıcıları, cilt sıcaklıklarını kontrol etmeyi öğrenmenin, bir kişinin stres seviyelerini kontrol etmeyi öğrenmesine yardımcı olduğunu ileri sürmektedir (West, 2007).

Solunum hızı (R) anormalliği ciddi hastalıkların önemli bir göstergesi olarak kabul edilen önemli bir fizyolojik parametredir. Solunum hızını izlemenin gerçekleştirilmesini basit, güvenilir ve doğru hale getirmek için birçok farklı yöntem önerilmiştir. Manuel sayma, spirometre, kapnometri, Empedans pnömografi bu yöntemlerden bazılarıdır (Liu ve ark., 2019).

Cilt yüzeyinin elektriksel aktivitesi (elektrodermal yanıt, EDR) cilt direnci (galvanik deri yanıtı veya GSR-galvanic skin response olarak bilinir), cilt iletkenliği (SC- skin conductivity) ve cilt potansiyeli (SP- skin potential) ile ölçülür (Blumenstein ve Orbach, 2014). Galvanik Deri Tepkisi, elektrodermal aktivitenin bir formudur. Düşük ter ve kuruluk nedeniyle cildin küçük elektrik akımlarına karşı artan direnci belirlenir (Schwartz ve Andrasik, 2016).

Kalp aktivitesi, en yeni şekli kalp atım hızı değişkenliği-KAHD (Heart Rate Variability) olan elektrokardiyografi (EKG) ve interbeat aralığı (IBI-interbeat interval) ile ölçülür (Blumenstein ve Orbach, 2014).

Bir biyolojik geribildirim aracının, ilgilenilen fiziksel bir durumu izlemek, neyin izlendiğini ölçmek (nesnelleştirmek), izlenen veya ölçülenleri anlamlı bilgi olarak sunmak olmak üzere üç görevi vardır (Schwartz ve Andrasik, 2016).

Çeşitli BG yöntemleriyle, bireyler mevcut psikolojik durumları, fizyolojik tepkileri arasındaki ilişkiyi gözlemleyebilir ve kaygı gibi psikofizyolojik bozuklukların üstesinden gelmede bu yöntemlerden bazılarını kullanılabılırler (Blumenstein ve Hung, 2016; Vitasari ve ark., 2011). Ayrıca, tüm BG formları sporculara fizyolojik tepkilerin aracılık etmesi ve zihin-beden etkileşimlerinin performans üzerindeki etkisi üzerindeki psikolojik etkilere dair objektif veriler ve iç görü sağlar (Carlstedt, 2012).

Gelişmiş bir biyolojik geribildirim cihazı kullanılarak, sporcuların psikofizyolojik tepkileri bir egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında ölçülebilir ve performansı değerlendirmek için gerekli nicel veriler sağlanır. Bir sporcunun vücuduna farklı fizyolojik izleme sensörleri (solunum sensörü, termometre, kan hacmi nabız sensörü, galvanik cilt iletkenlik sensörü, EMG, EEG, EKG vb.) eklenir, böylece sensörler tarafından verilen psikofizyolojik bilgiler, biyolojik geribildirim cihazındaki biyolojik sinyali artırır (Pusenjak ve ark., 2015).

Sporcu performansı hakkında çeşitli şekillerde geri bildirim alabilir. Bunlar animasyonları, grafikleri, video oyunlarını veya basit sesli geri bildirimleri içerir. Sporcu bu bilgiyi gerçek zamanlı olarak aldıkça, farklı parametreleri buna göre değiştirmeyi öğrenerek bir BG döngüsü oluşturabilir (Pusenjak ve ark., 2015).

2.3. Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD)

Kalp atım hızı bir dakikadaki kalbin vuruş sayısını ifade etmektedir (Ergen ve ark., 2011). Kalp Atım Hızı Değişkenliği (Heart Rate Variability) ise, anlık kalp atım hızı ve RR aralıklarındaki varyasyonları belirleyebilmek için kabul edilen terim haline gelmiştir. Ardışık kardiyak döngülerdeki salınımı tanımlamak için literatürde, döngü uzunluğundaki değişkenlik, kalp periyodu değişkenliği, RR değişkenliği ve RR aralığı takogramı gibi farklı terimler kullanılmış ve bu terimler KAHD kadar geniş bir kabul görmemiştir (Malik, 1996).

KAHD, vücudun birçok sisteminin dinamik etkileşiminin bir ürünüdür. Kalp hızındaki kısa süreli (atım-atım) değişiklikler, büyük ölçüde kalp ve beyin arasındaki etkileşim tarafından üretilir ve çoğaltılır. Bu etkileşime nöral sinyallerin akışı aracılık eder (McCraty ve ark., 2009). KAHD, sinoatriyal düğüm üzerinde etkili olan sempatik sinir sistemi (SSS) ve parasempatik sinir sistemi (PSS) arasındaki otonomik dengeyi yansıtan ve birkaç dakikadan 24 saate kadar değişen zamanda EKG üzerinde R-R aralıklarında saptanabilen değişimi ifade eder (Freeman ve Ark. 2006). KAHD bu nedenle kalp-beyin etkileşimlerini ve otonom sinir sistemi dinamiklerini yansıtan nörokardiyak bir ölçü olarak kabul edilir (McCraty ve ark., 2009).

Bir kalp atımının başlangıcından diğerinin başlangıcına kadar gerçekleşen kardiyak olaylara kalp döngüsü denir. Her döngünün başlaması, sinüs düğümünde kendiliğinden bir aksiyon potansiyelinin üretilmesi ile olmaktadır. Düğümün bulunma alanı, superior vena kavanın açılmasına yakın sağ atriyumun üst lateral duvarındadır ve aksiyon potansiyeli buradan hem atriyumlardan hem de A-V demetinden ventriküllere hızla geçer (Guyton ve Hall, 1986). Normal koşullar altında SA düğümü, otonom sinir sistemi (OSS) efferent nöronları ve hormonal kontrol tarafından düzenlenen kalp atımını üretir. Böylece, sempatik ve parasempatik sistemlerin karmaşık dengeli bir aktivitesi ortaya çıkar (Serafi, 2018). Stres, egzersiz ve kalp hastalığına yanıt olarak ortaya çıkan sempatik stimülasyon, kalbin sino-atriyal düğümündeki kalp temposunu düzenleyen hücrelerinin ateşlenme hızını artırarak kalp hızında artışa neden olur. Parasempatik aktivite ise, kalp temposunu düzenleyen hücrelerinin ve kalp hızının ateşlenme oranını düşürerek fizyolojik otonomik fonksiyonda düzenleyici bir denge sağlar (Acharya ve ark., 2006).

Sempatik aktivite düşük frekans aralığı (0.04-0.15 Hz) ile, parasempatik aktivite HR modülasyon frekanslarının daha yüksek frekans aralığı (0.15-0.4 Hz) ile ilişkilidir. Frekans aralığındaki bu fark, KAHD analizinin sempatik ve parasempatik katkıları belirgin şekilde ayırmasını sağlar (Acharya ve ark., 2006).

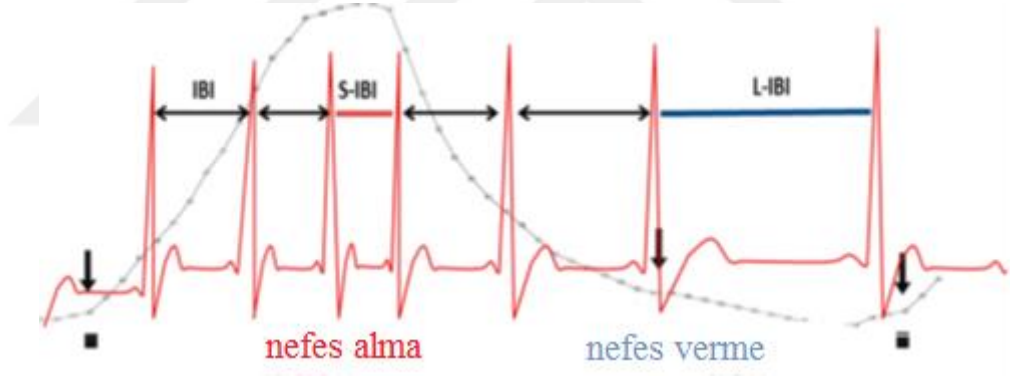
Kalp atım hızı değişkenliği, kardiyovasküler hastalık ve tüm nedenlere bağlı mortalite için önemli bir risk faktörüdür (Munoz-Venegas, 2016). Son on yılda, otonomik bozukluğun saptanmasında ve çeşitli nörolojik bozukluklarda prognozun öngörülmesinde bir tanı aracı olarak KAHD değerlendirmesine artan bir ilgi vardır (Cygankiewicz ve Zareba, 2013). KAHD' deki değişim, baroreseptör refleksi, metabolizma, sirkadiyen salınımlar, solunum, hormonlar, fiziksel aktivite, termoregülasyon gibi çeşitli faktörler tarafından üretilir (Serafi, 2018).

Kalp atım hızı değişkenliğinin çeşitli frekansları vardır ve bu frekanslar belirli otonomik kontrol kaynakları ile ilişkilidir. Psikofizyolojide, bu frekans aralıklarındaki kalp atım hızı değişkenliğinin göreceli genlikleri bazen sempatik ve parasempatik otonomik dengenin ağırlığını yansıtmak için kullanılır (Lehrer ve ark., 2000).

2.3.1. Solunum Sinüs Aritmi (Respiratory Sinus Arrhythmia-RSA)

Solunum aktivitesi, preganglionik vagal ve sempatik nöronların membran potansiyellerini önemli ölçüde değiştirir ve uyarıcı girdilere yanıtlarını sürekli olarak modüle eder. Bu “solunum yollarının” en belirginini, sağlıklı insanların gözlenen elektrokardiyografik R-R aralıklarının ritmik dalgalanmaları olan solunum sinüs aritmisidir (Eckberg, 2003).

Solunum Sinüs Aritmi (Respiratory Sinus Arrhythmia-RSA), inhalasyon ve ekshalasyona karşılık gelen kardiyak sinüs ritmindeki artışı ve azalmayı yansıtır. Sempatik olarak aracılık edilen nefes alma (İnhalasyon), kalp hızındaki artışlarla ilişkiliyken, parasempatik olarak aracılık edilen nefes verme (ekshalasyon), kalp hızındaki düşüşlerle yansıtılır. Solunumu ve dolayısıyla gaz değişimini kontrol eden süreçlerin bir fonksiyonudur (Schwartz ve Andrasik, 2017).



Şekil 2.1. Solunum sinüs aritmi, nefes alma sırasında kalp hızı arttığında ve nefes verme sırasında azaldığında ortaya çıkan kalp paternidir. Kırmızı elektrokardiyogram, gri solunum. IBI (siyah çift başlı oklar); vuruşlar arası aralıktır, EKG'de iki ardışık R-pik arasındaki süredir. RSA; solunum sinüs aritmi; nefes verme sırasında en uzun kalp süresi (L-IBI) eksi, nefes alma sırasında en kısa kalp süresi (S-IBI) olarak hesaplanır. (Nederend ve ark., 2016).

Solunum sinüs aritmisinin önemli düzenleyici işlevlere sahip olduğu bilinmektedir. Alveollerdeki gaz değişim hızını kontrol eder, böylece akciğerdeki hava oksijen açısından en zengin olduğunda kalp atım hızı daha yüksek olur ve akciğerdeki karbondioksit en yüksek olduğunda ekshalasyon oluşur (Lehrer ve Gevirtz, 2014).

Solunum sinüs aritmi de otonom fonksiyonun özelliklerini yansıtabilir. Tamamen vagus siniri tarafından kontrol edilir. Böylece, sinoatriyal düğüme vagus sinir çıkışları esas olarak sadece ekshalasyon sırasında meydana gelir (Lehrer ve Gevirtz, 2014).

2.3.2. Baroreflex

Baroreflexler, merkezi sinir sisteminin arteriyel kan basıncı (Blood Pressuer) üzerinde, efferent kardiyak vagal aktivitedeki değişiklikleri ve kalbe sempatik çıkışını uyararak, düzenleyici kontrol uyguladığı önemli bir mekanizmadır (Jones ve ark., 2003).

Baroreseptörler basınç değişkenliğini modüle eder. Kan basıncı yükseldiğinde, kalp hızı düşer ve kan basıncının düşmesiyle kalp hızında yükselme meydana gelir. Kalp Atım Hızı Değişkenliği biyolojik geribildirim, otonomik denge üzerinde öz düzenlemeyi artırır ve çeşitli duygusal ve somatik semptomatoloji üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir (Schwartz ve Andrasik, 2017).

Psikofizyolog Paul Lehrer, fizyolojik uyum (ahenk) durumunu (“rezonans” olarak adlandırdığı) kolaylaştırmak için KAHD BG kullanarak, baroreflex kazancında kalıcı bir artışın, baroreflex sisteminin nöroplastisitesini artırdığını göstermiştir (Lehrer ve ark, 2003). Baroreflex kazancındaki bu değişim, tekrarlanan uyum ile, baroreflex sistemindeki bazı nöronların aktivasyon eşiğini sıfırlar ve sonuç olarak bu nöronlar çıkışlarını buna göre artırır (McCraty ve ark., 2009).

Baroreflexin değerlendirilmesinde kullanılan birçok yöntem vardır. Bunlar; Valsalva tekniği, zaman alan analizi, güç spektral analiz yöntemleri, dizi (Sequence) yöntemleridir (Sleight, 1997).

2.3.3. Rezonans Frekans

KAHD BG prosedürü kardiyovasküler sistemin rezonans özelliklerine dayanmaktadır. Otonom fonksiyonlarda yüksek genlikli salınımları ortaya çıkarmak için prosedür, her bireyin rezonans frekansında (RF) tempolu solunum kullanır (Lehrer ve ark, 2000; Lehrer ve ark., 2013).

Solunum frekansı azaldığında KAHD artar. Solunum KAHD'yi büyük ölçüde etkilese de, standart solunum frekansı modellerinin olmaması KAHD verilerini bu perspektiften yorumlamayı zorlaştırmaktadır (Makivic ve ark., 2013).

Kardiyovasküler sistemdeki rezonant özellikler ise kalp hızı barorefleks aktivitesinden kaynaklanır. Bir bireyin rezonans sıklığı, solunumla ortaya çıkan kalp atım hızı salınımlarının en yüksek genliği olarak tahmin edilebilir. KAHD BG, rezonans frekansında nefes almanın barorefleksleri güçlendireceği ve böylece otonom sinir sisteminin işleyişini geliştireceği öncülüne dayanmaktadır (Hasset ve ark., 2007).

Her birey için rezonans frekansı, sistem bu frekansta ritmik olarak uyarıldığında, maksimum KAHD'nin üretildiği frekans olarak belirlenir. Çoğu birey için kalp hızındaki rezonans frekansı 0,1 Hz'e yakın veya dakikada yaklaşık altı döngüdür (Lagos ve ark., 2008).

Dakikada yaklaşık altı nefesle nefes almak bu rezonans özelliklerini aktive eder ve kalp atım hızında 0.1 Hz'de yüksek genlikli salınımlara neden olur. Toplam kan hacmi gibi bireysel faktörler rezonans frekansını 0,1 Hz'den (altı döngü / dakika) biraz daha yüksek veya daha düşük hale getirebilir. 0.1 Hz'deki kardiyovasküler sistemdeki rezonans, barorefleks sisteminin kalp atım hızı kapalı döngüsünün frekans özelliklerinden kaynaklanır, bu sayede kan basıncı değişiklikleri kalp atım hızındaki değişikliklerle modüle edilir (Vaschillo ve ark., 2002).

2.3.4 Diyafragmatik Solunum

Ventilasyon, atmosferdeki havanın akciğerlere giriş çıkış süreçlerini ifade eder. Solunum kaslarının eylemleri sonucunda atmosfer basıncının altına akciğer içi basınç düşürülürse atmosfer gazları akciğerlere girer. Bu süreç nefes alma (inspirasyon) olarak adlandırılır. Akciğer içi basıncın daha yüksek olmasıyla akciğerdeki havanın dışarı atıldığı sürece nefes verme (ekspirasyon) denir (Pelikan, 2015). Soluk alıp vermede birçok kas görev alır ve bunlardan en önemlileri diyafram, karın kasları ve kaburgalar arası kaslardır (Pelikan, 2015).

Bir kişi kalp atım hızı değişkenliğini kontrol etmek istediğinde bir dizi strateji yardımcı olur. Diyafram solunumu, gevşeme-meditasyon ve olumlu duygu geliştirmek, kalp atım hızı değişkenliğini değiştirme araçlarıdır (Moss, 2004).

Diyafragmatik solunum, kalp atım hızı değişkenliğini artırmak ve tutarlı bir kalp ritmi oluşturmak için kritik bir araçtır. Diyafragmatik solunumda, birey akciğerlerin altındaki diyafram kaslarını kullanarak derin, pürüzsüz ve tam olarak nefes alır. Her nefesle, birey akciğerleri tamamen ama çaba harcamadan doldurur ve daha sonra akciğerleri tamamen ve sorunsuz bir şekilde boşaltır. Nefes alma, dakikada yaklaşık altı nefes hızında eşit ve düzgün bir şekilde devam eder (Moss, 2004).

Nefes alma eğitiminin amacı, kişinin duygusal durum, aktivite veya solunum hızı ne olursa olsun uygun solunum kimyasını sürdürme yeteneğini geri kazandırmaktır. Bazı nefes alma uygulamalarında gevşeme olabilirken, amaç nefes eğitimidir (Khazan, 2013).

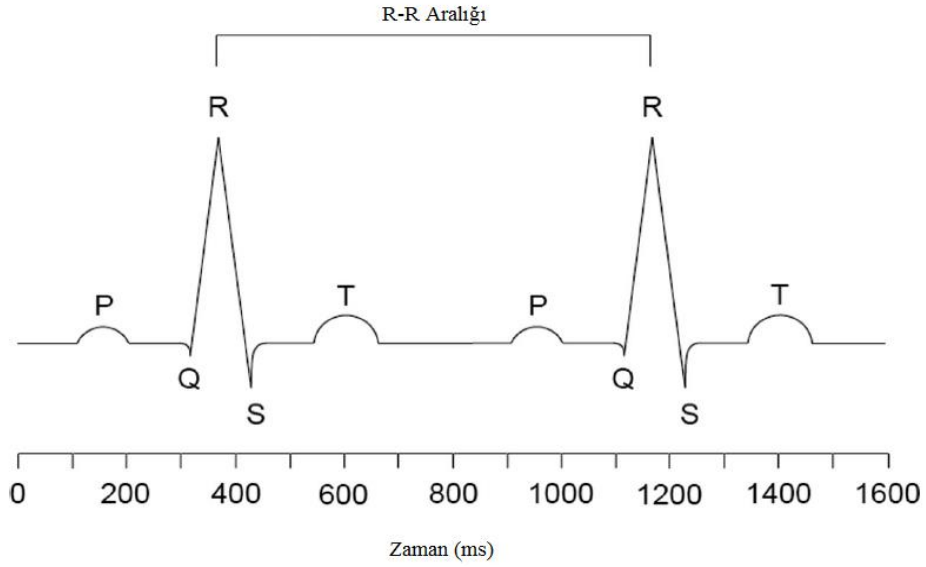
2.4. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçüm Yöntemleri

KAHD hakkında yapılan çalışmalar genellikle EKG 'deki QRS kompleksi ve R dalgasının tepe değerinin tespiti ile yapılır (Aydoğan ve ark., 2019).

Normal elektrokardiyogram (EKG) P dalgasından, QRS kompleksinden ve T dalgasından oluşmaktadır. P dalgasına, atriyum atriyal kasılma başlamadan önce depolarize olduğunda oluşan elektriksel potansiyeller neden olur (Hall, 2010). P dalgasının başlamasından yaklaşık olarak 0.16 saniye sonrasında, QRS dalgaları, ventriküllerin elektrik depolarizasyonunun bir sonucu olarak ortaya çıkar ve bu da ventriküllerin kasılmasını başlatarak ventriküler basıncın artmaya başlamasına neden olur. Bu nedenle, QRS kompleksi ventriküler sistolün başlamasından biraz önce başlar (Guyton ve Hall, 1986). T dalgasına ventriküller depolarizasyon durumundan çıktıkça üretilen potansiyeller neden olur. Bu işlem normal olarak depolarizasyondan 0.25 ila 0.35 saniye sonrasında ventriküler kasta meydana gelmektedir. Repolarizasyon dalgası olarak ise T dalgası bilinmektedir (Hall, 2010).

EKG, kalbin elektriksel aktivitelerinin incelendiği tekniktir. Bu teknik, elektrokardiyogramın (EKG) babası olarak kabul edilen Hollandalı fizyolog Einthoven Willem tarafından keşfedilmiştir (Tomak, 2018).

Kardiyak atım kalpten geçtiğinde, elektrik akımı kalpten kalbin çevresindeki bitişik dokulara da yayılır ve akımın bir kısmı vücudun yüzeyine kadar yayılır. Elektrotlar cildin kalbin karşı taraflarına yerleştirilirse, akım tarafından üretilen elektrik potansiyelleri kaydedilebilir; kayıt bir elektrokardiyogram olarak bilinir (Hall, 2010). Kalbin iki atımı için normal bir elektrokardiyogram Şekil 2.2’ de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Kalbin iki atımı için normal bir elektrokardiyogram

EKG sinyalleri, sinoatriyal düğümün dışından kaynaklanan ve hataya neden olan teknik artefaktlar içerebilir. Artefaktlar KAHD analizini ciddi şekilde etkileyebilir ve bu nedenle göz ardı edilemez. Kaçırılan atımlar, teknik artefaktlar (R pik tespitindeki problemler nedeniyle) veya elektrik gürültüsü (elektrota kötü temas, hareket artefaktları) gibi artefaktlar, verilerin önceki ve art arda QRS aralıklarına göre uygun bir enterpolasyon ile temizlenmesi ile kolayca düzenlenebilir (Kuusela, 2012).

KAHD, kalp atımları arasındaki zaman aralığının değiştiği fizyolojik bir olgudur ve matematiksel olarak $RR = RR_{i+1} - RR_i$ kullanılarak da hesaplanabilir (Rawal ve ark., 2020).

KAHD analizinde R-R aralık zaman serilerinin, gerçekte örneklenmiş sürekli bir sinyal değil, bir olay serileri olduğuna dikkat edilmelidir. Bu gerçek, özellikle frekans alanı analizi yaparken önemlidir. KAHD analizinin, kalp atımı düzenleyicisi olan sinoatriyal düğümün ritmini ölçmediği ve P-P iç aralıklarına dayandırılmadığı da unutulmamalıdır. Bu nedenle KAHD, P-P aralıklarına eklenen atriyoventriküler iletimdeki dalgalanmaları yansıtır. Bununla birlikte, R-R aralıklarındaki atım (beat-to-beat) değişikliklerinin sinoatriyal düğümün değişkenliğini daha doğru yansıttığı görülmektedir. Teorik olarak, KAHD analizi için P-P aralıklarını kullanmak daha iyi olurdu, ancak pratikte P dalgalarının genliği küçüktür, bu da P dalga tepe noktasının doğru bir şekilde gürültü varlığında doğru belirlenmesini zorlaştırır (Kuusela, 2012).

Kayıtların süresi KAHD analizi için kullanılan yöntemle belirlenir (Kuusela, 2012). Kalp atım hızındaki değişimler birkaç yöntemle değerlendirilebilir.

I. Zaman alanlı metotlar

a. İstatistiksel

b. Geometrik

II. Frekans alanlı metodlar

a. Kısa süreli kayıtlar

b. Uzun süreli kayıtlar (Malik, 1996; Kuusela, 2012)

2.4.1. Zaman alanlı metotlar

Bu yöntemle herhangi bir zamanda bir EKG kaydında birbirini izleyen QRS kompleksleri arasındaki mesafe (sinüs düğümü depolarizasyonlarından kaynaklanan bitişik QRS kompleksleri arasındaki tüm aralıklar) ve kalp atım hızı (KAH) belirlenir (Malik, 1996; Karim ve ark., 2011). Böylece ortalama NN aralığı ve ortalama KAH belirlenebilir. Bu nedenle, KAHD' nin ölçülmesi için önce her bir kalp atımının saptanması gerekir. Genellikle bu RR aralıklarının sırasına dayanır (Karim ve ark., 2011).

Tipik olarak, KAHD değerlendirmesinde uzun süreli ölçümler için zaman alanlı yöntemler tercih edilir (Kuusela, 2012).

İstatistiksel Metotlar

Bir dizi anlık kalp atım hızından veya döngü aralığından, özellikle geleneksel olarak 24 saat daha uzun süreler boyunca kaydedilmiş olanlardan, istatistiksel zaman alanı ölçümleri hesaplanabilir. Bu metotlar iki şekilde sınıflanır.

- (1) NN aralıklarının doğrudan ölçümünden veya anlık kalp atım hızından türetilenler ve
- (2) NN aralıkları arasındaki farklardan türetilenler.

Değişkenler toplam EKG kaydının analizinden elde edilebilir veya kayıt süresinin daha küçük bölümleri kullanılarak hesaplanabilir (Karim ve ark., 2011).

Geometrik Metotlar

NN aralıkları dizisi, NN aralık sürelerinin örnek yoğunluk dağılımı, bitişik NN aralıkları arasındaki farkların örnek yoğunluk dağılımı, NN veya RR aralıklarının Lorenz eğrisi gibi bir geometrik desene de dönüştürülebilir. Elde edilen modelin geometrik ve / veya grafik özelliklerine dayanarak değişkenliği değerlendiren basit bir formül kullanılır (Karim ve ark., 2011). Geometrik yöntemlerde üç yaklaşım kullanılmaktadır.

- 1) Basit bir KAHD ölçümüne dönüştürülmesi (histogramın genişliği)
- 2) Matematiksel tanımlama ile interpolate edilir (histogramın bir üçgenle yaklaşık olarak hesabı)
- 3) KAHD'nin değişik sınıflarını temsil eden farklı kategorilere göre sınıflandırılma yapılır (Lorenz eğrisinin şekilleri) (Karim ve ark., 2011).

Tablo2.1. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Zaman Alanlı Metotlar (Shaffer ve Ginsberg, 2017)

KAHD Zaman Alanlı Metotlar

Parametre	Birim	Tanım
SDNN	ms	NN aralıklarının standart sapması
SDRR	ms	RR aralıklarının standart sapması
SDANN	ms	24 saatlik bir KAHD kaydının her 5 dakikalık bölümü için ortalama NN aralıklarının standart sapması.
SDNN İndex	ms	24 saatlik bir KAHD kaydının her 5 dakikalık bölümü için tüm NN aralıklarının standart sapmalarının ortalaması.
pNN50	%	50 ms'den fazla değişen ardışık RR aralıklarının yüzdesi.
KH maks-KH min	bpm	Her solunum döngüsü boyunca en yüksek ve en düşük kalp atım hızı arasındaki ortalama fark.
RMSSD	ms	Ardışık RR aralık farklarının ortalama karesi.
KAHD triangular index		Toplam RR aralık sayısının histogram yüksekliğine oranı
TINN	ms	RR aralığı histogramının çizgi genişliği.

KAHD için en yaygın zaman alanı tahmini SDNN'dir. SDNN, örneğin 5 dakikalık segment (SDANN) veya 24 saatin üzerinde hesaplanabilir. KAHD sabit bir süreç olmadığı için bu iki tahmin karşılaştırılmamalıdır. Bu süreç, ortalama ve varyansın kayıt uzunluğundan bağımsız olduğu süreçtir. Frekans alanlı methodlardan LF varyasyonu, uzun süreli kayıtlarda toplam KAHD gücünün ve aynı zamanda SDNN'nin büyük bir oranına katkıda bulunur. KAHD normalde kalp atım hızının daha yüksek seviyesinde azaldığından, SDNN, RR aralığına bölerek bu etkiye karşı normalleştirilebilir (Kuusela, 2012).

KAHD değerlendirmesinde kullanılan yaygın ölçümlerden diğerleri RMSSD, NN50, pNN50'dir. Tüm bu ölçümler RR aralığı farklılıkları kullandığından, kalp atım hızının temel olarak HF varyasyonlarını yansıtır. Zaman alanı yöntemlerinin temel sınırlılığı, sempatik ve parasempatik otonom dalların arasındaki etkiyi ayırma eksikliğidir (Kuusela, 2012).

2.4.2. Frekans alanlı metotlar

Tipik olarak, KAHD değerlendirmesinde kısa süreli ölçümler için frekans alanlı yöntemler tercih edilir. KAHD'nin Frekans alanlı metotlarla ilgili ana fikri, KAHD'nin farklı kardiyovasküler kontrol düzenleyici mekanizmalarıyla ilişkili olan bazı iyi tanımlanmış ritimlerden oluştuğuna dair gözlemdir. (Kuusela, 2012). Frekans alan analizleri ile otonomik dengenin miktarı verilen herhangi bir zamanda belirlenebilir (Uysal ve Tokmakçı, 2016).

Tablo 2.2. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Frekans Alanlı Metotlar (Shaffer ve Ginsberg, 2017)

KAHD Frekans Alanlı Metotlar		
Parametre	Birim	Tanım
ULF power	ms ²	Ultra düşük frekans bandının mutlak gücü (≤ 0.003 Hz)
VLF power	ms ²	Çok düşük frekans bandının mutlak gücü (0.0033–0.04 Hz)
LF peak	Hz	Düşük frekans bandının tepe frekansı (0.04-0.15 Hz)
LF power	Ms ²	Düşük frekans bandının mutlak gücü (0.04-0.15 Hz)
LF power	nu	Normal frekanslarda düşük frekans bandının bağıl gücü (0.04-0.15 Hz).
LF power	%	Düşük frekans bandının bağıl gücü (0.04-0.15 Hz)
HF peak	Hz	Yüksek frekans bandının tepe frekansı (0.15-0.4 Hz)
HF power	Ms ²	Yüksek frekans bandının mutlak gücü (0.15-0.4 Hz)
HF power	nu	Normal birimlerde yüksek frekans bandının (0.15-0.4 Hz) bağıl gücü.
HF power	%	Yüksek frekans bandının bağıl gücü (0.15-0.4 Hz)
LF/HF	%	LF HF güç oranı

HF bileşeni, solunum sinüs aritmisine bağlı kalp atım hızı değişkenliğine karşılık gelir ve HF dalgalanmaları efferent parasempatik sinir sistemi dalgalanmalarından kaynaklanır. LF üzerinde sempatik sinir sistemin rolü iyi bilinmektedir, ancak LF bandındaki dalgalanmalar da parasempatik sinir sisteminden belirgin şekilde etkilenir. LF bandı, spektral yöntem kullanarak barorefleks hassasiyetini karakterize ederken önemlidir (Kuusela, 2012).

Tablo 2.3. KAHD Zaman ve Frekans Alanlı Metotların Özellikleri (Routledge ve ark., 2010)

Parametre	Birim	Özellikleri
pNN50	%	Vagal fonksiyonunu yansıtır
RMSSD	ms	Vagal fonksiyonu yansıtır
HF	0.15 - 0.4 Hz	Vagal fonksiyonunu yansıtır. 5 dakikadan uzun kayıtlar için hesaplanmıştır. Solunumdan etkilenir.
LF	0.04 - 0.15 Hz	Sempatik-parasempatik girdilerin bir kombinasyonunu yansıtır. 5 dakikadan uzun kayıtlar için hesaplanmıştır.
LF/HF	%	Sempatovagal dengeyi yansıtır. Daha küçük oranlar parasempatik baskınlığı ve daha büyük oranlar sempatik baskınlığı temsil eder.

KAHD' deki dinamikler ve frekans bileşeni hakkında daha ayrıntılı bilgi almak için güç yoğunluğu spektral analizi gibi daha gelişmiş analiz yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Güç yoğunluğu spektral analizi, sinyali güç adı verilen frekans bileşeninin hem nispi hem de mutlak yoğunluğuna ayırır. Başka bir deyişle, kalp atım hızının spektral analizi fonksiyonu, yani frekans bileşenlerinin dağılımı hakkında tahminler sağlar. Spektral analiz işlevlerini hesaplamak için yaygın olarak kullanılan iki yöntem vardır: fourier dönüşümü ve otoregresif modelleme (Kuusela, 2012).

RR aralığı verilerinin toplam gücü, spektral analiz eğrisinin altındaki alan ile sıfırdan en yüksek ilgili frekansa temsil edilir ve sinyalin varyansına eşdeğerdir. Tipik bir kısa süreli

spektral analizde, spektral güç üç frekans bandına ayrılmıştır: HF, LF, VLF (Kuusela, 2012).

Literatür incelendiğinde KAHD ölçümleri incelenerek belirlenen normlar değerlendirilmiştir. SDNN 50ms'in altında ise düşük, 50 ms'nin üzerindeki SDNN ise sağlıklı aralıktadır (Khazan, 2012). Nunan ve ark. (2010) yaptıkları bir derleme çalışmasında kısa süreli ölçüm normlarını, yaştan bağımsız olarak belirtilen ortalama değerleri tablo 'deki gibi değerlendirmişlerdir (yayınlanan 44 çalışmaya dayanmaktadır) (Sammito ve Ark., 2015; Shaffer ve Ginsberg, 2017)

Tablo 2.4. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Kısa Süreli Ölçüm Normları

KAHD Ölçümü	Ortalama	Sıra	Çalışmalar
IBI (ms)	926 (90)	785-1, 160	30
SDNN (ms)	50 (16)	32-93	27
RMSSD (ms)	42 (15)	19-75	15
LF(ms2)	519 (291)	193-1,009	35
LF(nu)	52 (10)	30-65	29
HF(ms2)	657 (777)	83- 3,630	36
HF(nu)	40 (10)	16-60	30
LF/HF (ms2)	2.8 (2.6)	1.1-11.6	25

Bazı doğrusal olmayan yöntemler kısa süreli analizler için, bazıları ise uzun süreli analizler için uygundur. Hem kısa hem de uzun süreli EKG kayıtlarının analizi için kullanılan aynı matematiksel metodunun, fizyolojik yorumunun farklı olabileceğini belirtmek önemlidir. Yani, sadece farklı bir süre ile ilişkili olarak düşünülemezler. Ayrıca, sonuçların doğrudan veri noktalarının sayısına bağlı olduğu doğrusal olmayan yöntemler de vardır ve bu nedenle, farklı sürelerin kayıtlarından elde edilen KAHD ölçümlerinin karşılaştırması birbiriyle uyumlu değildir (Kuusela, 2012).

Tablo 2.5. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Doğrusal Olmayan Ölçümler (Shaffer ve Ginsberg, 2017)

KAHD Doğrusal Olmayan Ölçümler

Parametre	Birim	Tanım
S	ms	Toplam KAHD'ni temsil eden elipsin alanı.
SD1	ms	Simetri çizgisine dik noktaların standart sapması
SD2	ms	Noktaların simetri çizgisi boyunca standart sapması
SD1/SD2	%	SD1 ve SD2 oranı
ApEn		Bir zaman serisinin düzenlilik ve karmaşıklığını ölçen yaklaşık entropi.
SampEn		Bir zaman serisinin düzenlilik ve karmaşıklığını ölçen örnek entropi.
DFA $\alpha 1$		Kısa dalgalanmaları tanımlayan, azaltılmış dalgalanma analizi.
DFA $\alpha 2$		Uzun dalgalanmaları tanımlayan, azaltılmış dalgalanma analizi.
D ₂		Bir sistem dinamiği modeli oluşturmak için gereken minimum değişken sayısını tahmin eden korelasyon boyutu.

2.5. Egzersiz ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği

KAHD otonom sinir sisteminin sempatik ve vagal bileşenleri tarafından kardiyak modülasyonu yansıtan bir belirteçtir. KAHD'nin klinik uygulaması esas olarak ani kardiyak ölüm tahmini ve kardiyovasküler-metabolik hastalık ilerlemesinin değerlendirilmesi ile ilişkili olsa da, son çalışmalar fiziksel egzersize uygulanabilirliğini göstermektedir (Dong, 2016; Makivic ve ark., 2013). Bu bulgular KAHD parametrelerinin, egzersiz sırasında vücudun yaşadığı stresi analiz etmek ve egzersizden sonra fizyolojik toparlanma hakkında bilgi edinmek için kullanılabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, egzersizden sonra vücudun ne ölçüde toparlandığı ile ilgili

bilgiler, egzersiz yüklerinin ve dinlenme sürelerinin kişiselleştirilmesi için yararlı veriler sağlayabilir (Makivic ve ark., 2013).

Fiziksel egzersiz, parasempatik yoksunluk ve kalp atım hızının artmasına neden olan sempatik aktivitenin artması ile ilişkilidir. Egzersizde kalp atım hızı değişkenliğinin (KAHD) analizi, kardiyovasküler sistemin otonomik kontrolü hakkında faydalı bilgiler sağlayabilir (Javorka ve ark., 2002).

2.5.1. Aerobik ve Anaerobik Egzersiz Sırasında Kardiyak Otonomik Düzenleme

Aerobik egzersiz, büyük kas gruplarının (oksijen varlığıyla) uzun süreli ve ritmik aktivitesidir (Yıldız, 2012). Anaerobik egzersiz ise, patlayıcı güç oluşumu adı verilen anaerobik eşik değerinin üzerindeki bir yük olan yorgunluktan kaynaklanan bir egzersiz türüdür. Uzun süre anaerobik bir aktiviteye devam edilemez. Çünkü kaslar oksijen metabolizmasının üzerinde çalışırlar (Jonathan ve Euan, 1997).

Büyük kas gruplarını içeren herhangi bir egzersiz motor korteksi aktive eder. Ancak bu aynı zamanda otonom sinir, kardiyovasküler ve solunum sistemlerinden uygun bir adaptif yanıtı da gerektirir (Bishop ve ark., 2018). Egzersize yanıt olarak sempatik stimülasyon, kalbin sino-atriyal düğümündeki kalp temposunu düzenleyen hücrelerin ateşlenme hızını artırarak kalp hızında artışa neden olur (Acharya ve ark., 2006). Ancak dinlenme sırasında ve hafif efor sırasında, parasempatik (vagal) kontrol kalp hızı üzerindeki sempatik etkiden ağır basar. Bu, kalp atımlarının değişkenliğinin artmasına yol açar: art arda iki kalp atımı arasındaki boşluktaki fark artar (Sammito ve ark., 2015). Egzersiz sırasında bu dinamik otonomik tepkiler ise, kalp atım hızı değişkenliğini (KAHD) belirlemek için EKG analizi ile bilgi vermek üzere ölçülebilir (Makivic ve ark., 2013). KAHD endeksleri, meydana gelen otonom sistemdeki değişiklikleri yansıtarak egzersizle değişir (Makivic ve ark., 2013). Egzersiz yoğunluğu arttıkça, ilerleyen barorefleks resetlemesi ve kas metaboreptörlerinden gelen afferent geri bildirim, daha fazla kardiyak parasempatik yoksunluk ve sempatik aktivasyonu tetikler (Michael ve ark., 2017).

Genel olarak, bugüne kadar elde edilen bulgular, egzersizin KAHD üzerindeki etkisinin vagal modülasyonu artırdığı ve sempatik tonu azalttığını göstermektedir (Routledge ve

ark., 2010). Dolayısıyla bir kişinin yüksek aerobik uygunluğu tipik olarak daha yüksek bir dinlenme vagal tonu ile sonuçlanır. Bu nedenle, dayanıklılık sporcuları normalde düşük bir dinlenim kalp hızı (HRR rest) ve yüksek bir KAHD gösterir (Sammito ve ark., 2015). Ayrıca çalışmalar, egzersizin ve artan egzersiz yoğunluklarının, otonomik sistemi yansıtan KAHD ölçümlerinde saptanabilir değişikliklere yol açtığını göstermektedir.

Benzer bir şekilde Melanson ve Freedson (2001)' a göre, kardiyovasküler sağlık açısından, dayanıklılık egzersizi dinlenim kalp atım hızını azaltır ve buna 12 haftalık antrenman sonrasında dinlenim sempatik aktivitesinde bir azalma ve artmış parasempatik aktivite eşlik eder.

Kayacan (2009), çalışmasında, aktif olarak spor yapmanın kalp atım hızı değişkenliklerini olumlu yönde etkilediği için, sedanter bir hayat süren bireylerin aktif spor yapmalarının sağlıklı yaşam için gerekli olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, kalp atım hızı değişkenliğinin egzersiz programlarının düzenlenmesinde faydalı olabileceğini belirtmiştir.

Aras ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada yüksek yoğunlukta yapılan kısa süreli 50 m yüzme aktivitesinin kalp üzerinde sempatik aktiviteyi artırmasıyla vagal etkiyi azaltarak sempatovagal dengeyi etkilediği sonucuna ulaşmışlar.

Pichot ve ark. (2010) çalışma sonuçları, kalp atım hızı değişkenliğinin, potansiyel olarak orta mesafe koşucularında birikmiş egzersiz yükünün iyi bir göstergesi olduğunu ve bu da antrenman programlarının planlanmasına yardımcı olabileceği sonucuna ulaşmışlar. Bu tür kişiselleştirilmiş bir izlemeden faydalanmak için, her sporcuya kendi gece kalp atım hızı değişkenlik ölçümünü gerçekleştirme fırsatı verilmesinin gerekli olduğunu belirtmişler. Bunun sonucunda ise daha iyi kişiselleştirilmiş bir antrenman profili oluşturulabileceği ve aşırı antrenman durumlarının önlenmesinde yardımcı olacağını ileri sürmüşler.

2.6. Yorgunluk ve Toparlanma

Yorgunluk, çeşitli olası mekanizmalara sahip karmaşık ve çok yönlü bir olgudur (Halsen, 2014). Genellikle fiziksel antrenmanın bir sonucudur ve yorgunluğun antrenör

ve sporcu tarafından etkili bir şekilde yönetilmesi, adaptasyon ve performansı optimize etmek için gereklidir (Paula ve ark., 2009).

Yorgunluk merkezi ve periferik olarak ikiye ayrılmaktadır. Merkezi yorgunluk aksiyon potansiyelinin precentral gyrus'dan motor son plak'a gelinceye kadar olan bölümlerde oluşur. Periferik yorgunluk ise, kasta oluşan yorgunluklardır (Savucu ve ark., 2018).

Fiziksel yorgunluğun dikkatle izlenmesi gerekliliğini iki şekilde ifade edebiliriz. Birincisi, temel mekanizmalarına ilişkin bilgi sağlayarak yorgunluk bilgimizi geliştirmek ve ikincisi, antrenmanı geliştirmek için doğrudan uygulanabilecek bilgileri belirlemek (Pichot ve ark 2000). Sporcular performanslarını iyileştirmeye çalışırken özellikle sıklık, süre ve yoğunlukta artış olmak üzere antrenman yükünde değişiklikler yapılması gerekir. Antrenman yükleri, antrenman dönemlerine (yarışma dönemi vb.) bağlı olarak yorgunluğu artırmak veya azaltmak için antrenman döngüsü sırasında çeşitli zamanlarda ayarlanır. Yorgunluğun uygun şekilde düzenlenmesini sağlamak, hem antrenmana adaptasyon hem de yarışma sırasında gösterilen performans için önemlidir (Pyne ve ark., 2011).

Yüklenme sürelerine göre yorgunluk sebepleri incelendiğinde 10-30 sn arasında yapılan yüklenmelerde belirgin bir laktik asit üretiminin oluşması yorgunluğa neden olmaktadır. 30 sn- 15 dk arasındaki yüklenmelerde ise yorgunluk sebebi maksimal laktik asit birikimi, düşük pH, yüksek kan ısıdır (Savucu ve ark., 2018).

Çoğu sporcu, antrenmandan sonra vücut homeostazisinin geri dönüşü olarak tanımlanan egzersiz sonrası toparlanmanın önemini bilmektedir. Toparlanma, vücudun antrenmanlar arasında kendini onarmasına ve güçlendirmesine izin vermeden önce yeterli dinlenmeyi içerir. Bu şekilde, antrenman öncesi seviyelere yakınlasmaya izin vererek gelecekteki performansın optimize edilmesini destekler (Makivic ve ark., 2013).

2.6.1. Toparlanma Sırasında Kardiyak Otonomik Düzenleme

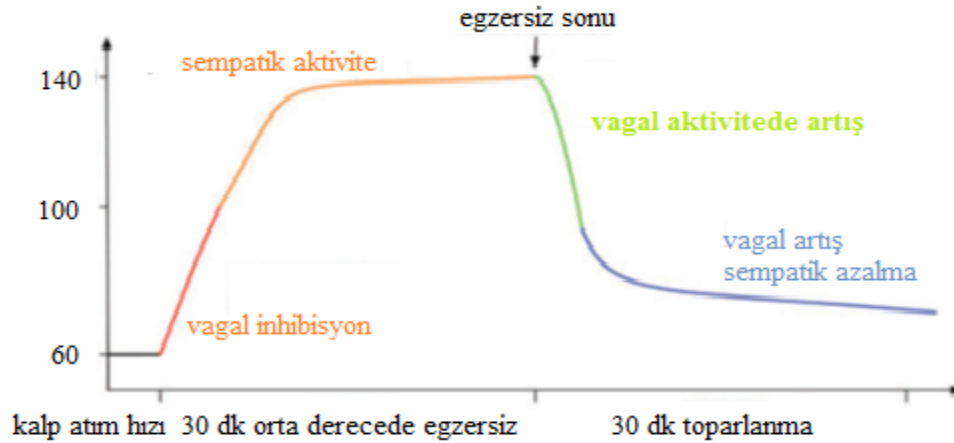
Egzersiz sonrası kalp atım hızı toparlanması egzersizin sona ermesinden sonra ortaya çıkan kardiyak vagal reaktivasyonu ve sempatik çekilmeyi yansıtır. Bu nedenle kalp atım hızı toparlanması, fizyolojik bir değişiklikten (kalp atım hızı artışı) sonra kardiyak

otonom yeniden düzenlemenin değerlendirilmesini sağlar ve çeşitli hastalıklarla ilişkili otonom değişiklikleri araştırmak için kullanılabilir (Bartels-Ferreira ve ark., 2015).

Egzersiz sonrası kalp atım hızındaki azalma ile mortalite arasında negatif bir ilişki vardır. Bu bilgi klinik ortamda kalp atım hızı toparlanmasının önemini ortaya koymaktadır (Bartels-Ferreira ve ark., 2015).

Egzersiz takiben acil toparlanma, otonomik aktivitenin araştırılması için potansiyel olarak faydalı bir süredir, çünkü otonomik aktivite seviyeleri KAHD kullanımıyla açıkça ayırt edilebilir (Michael ve ark. 2016). Ayrıca, egzersizden hemen sonra KAHD'nin belirlenmesi, gerçekleştirilen egzersizin yoğunluğunun ve türünün analizine izin vermektedir (Makivic ve ark., 2013). İlk 2 dakikalık toparlanma süresinde KAHD nin egzersiz yükünü değerlendirmek için yeterli bilgi verdiği görülmektedir (Kaikkonen ve ark., 2010).

Egzersiz kardiyak otonom dengede belirgin bir değişikliğe neden olur (bkz Şekil 2.3.). Çeşitli zaman alanı ve frekans alanı yöntemlerini kullanarak çeşitli çalışmalar, egzersizin başlangıcında kalp atım hızındaki artışa tamamen katkıda bulunan kalp vagal tonusunda ani bir düşüş olduğunu doğrulamıştır (Coote, 2010).



Şekil 2.3. Egzersiz sırasında ve sonrasında kalp atım hızındaki değişiklikler. 30 dakikalık orta dinamik egzersiz periyodundan sonra 30 dakika toparlanma periyodu geçiren bir kişide dinlenme ile kalp atım hızındaki değişimi göstermektedir.

Antrenmanlı sporcularda KAHD toparlanma süresi daha az antrenmanlı sporculara kıyasla azalır. KAHD toparlanma süresi ve kondisyon arasındaki bu ilişki göz önüne alındığında, KAHD toparlanma süresi düzenli olarak izlenebilen kondisyonun iyi bir göstergesi olabilir (Makivic ve ark., 2013).

Literatür, egzersiz yoğunluğunun, hem egzersiz hem de egzersiz sonrası toparlanma sırasında KAHD yanıtlarını belirleyen birincil faktör olduğunu göstermektedir. (Michael ve ark., 2017).Yüksek yoğunluklu egzersizin KAHD toparlanmasını geciktirdiği görülmektedir (Seiler ve ark., 2007). Kaikkonen ve ark. (2010)’a göre, artan yoğunluk veya uzun süreli egzersiz sonrasında belirgin şekilde gecikmiş KAHD toparlanması açığa çıkmıştır.

Barak ve ark. (2014), Wingate anaerobik test sonrasında toparlanma esnasındaki parasempatik reaktivasyonu araştırdıkları çalışmada, 30 saniyelik supramaximal efor sonucu kardiyovasküler homeostazın bozulması, vagal tonun eksik bir restorasyonuna neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Barak ve ark. (2010) çalışma sonuçları, kısa süreli submaksimal egzersizi takiben 15 dakika sonra frekans alanı KAHD ölçümlerinin vücut pozisyonuna bakılmaksızın egzersiz öncesi değerlere dönmediğini göstermektedir. Egzersiz sonrası alınan KAHD ölçümlerinde, üç pozisyon arasındaki egzersiz sonrası farklılıklar, dinlenim KAHD ölçüm değerlerine benzememektedir. Kardiyak otonomik düzenlemenin toparlanmasını hızlandıracak herhangi bir uygun vücut pozisyonu olup olmadığı sorusu devam etmektedir.

Michael ve ark. (2016), çalışmalarında 3 farklı egzersiz yoğunluğundan sonraki hızlı toparlanmada kısa süreli kalp atım hızı değişkenliği farkını incelemişler. Uygulamada 12 erkek düşük (%40-45), orta (%75-80) ve yüksek (%90-95) egzersiz yoğunluklarında 8 dk süresince bisiklet sürmüşler. KAHD ölçümü, egzersiz esnasında ve egzersiz bitiminden sonraki 10 dk (oturma pozisyonunda) ölçülmüştür. Çalışma sonucu gösteriyor ki, KAHD toparlanması düşük yoğunluklu egzersizlerden sonra daha çabuk olmaktadır. Daha yüksek yoğunluklarda toparlanma ertelenmiştir. Böylece egzersizden sonra toparlanmanın başlangıcında otonomik aktivite belirlenebilmektedir.

Aras ve ark. (2014) araştırmalarında, %70 şiddet ve bir saat süreyle yapılan aerobik aktivitelerin kalp üzerindeki otonom sinir sistemi etkisinin sempatik aktiviteyi artırdığını bulmuşlar. Aktiviteden hemen sonra ortaya çıkan bu değışikliklerin ise 24 saat sonra normale döndüğünü, bu tarz aktivitelerden sonra kalpte toparlanmanın 24 saat sonra sağlandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kaikkonen ve ark. (2007), çalışmasının amacı beş farklı sabit hızla yapılan egzersizden hemen sonra KAHD dinamiklerini bulmaktır. Çalışmaya 13 sedanter kadın gönüllü olarak katılmıştır. Denekler koşu bandı üzerinde iki düşük yoğunluklu ((3,500 m [3,500LI] ve 7,000 m [7,000LI] vVO₂max 50% si), iki orta yoğunluklu ve [3,500LI] ve 7,000 m [7,000LI] vVO₂max 63% ü), yüksek yoğunluklu (3,500 m vVO₂max 74% ü [3,500HI]) egzersiz yapmışlardır. Sonuç olarak; düşük yoğunluklu egzersizlerden sonra HF (High Frequency) toparlanması daha hızlı olmuştur. Ayrıca, egzersiz yoğunluğunun egzersiz sonrası KAHD toparlanmasını önemli ölçüde etkilediği sonucuna ulaşmışlar.

2.6.2. Toparlanmaya Destek Yaklaşımlar

Toparlanma çalışmaları incelendiğinde çabuk, kısa süreli ve uzun süreli (antrenman toparlanması) olmak üzere 3 farklı toparlanma yaklaşımıyla karşılaşmaktayız. Bununla birlikte egzersiz sonrası toparlanma yöntemleri, masaj, aktif toparlanma, beslenme, toparlanmada su içi uygulamaları (vb.) olarak karşımıza çıkmaktadır (Alemdaroğlu ve Koz, 2011).

Masaj hem manual (elle uygulanan) hem de aletler ve elektrik yoluyla uygulanabilmektedir. Toksik maddelerin dokulardan atımını kolaylaştırmak masajın temel ilkesidir (Yalçın, 1997).

Masaj, en sık kullanılan toparlanma stratejilerinden biridir. Masajda manipülatif uygulamalar kompresyon, sürtünme, vibrasyon, vuruş, vurma, yoğurma, esnetme gibi uygulamaları içerir. Bu uygulamalar, tek başına veya kombinasyon halinde olabilir. Masaj, sağlığı korumak ve tedavi etmek için uygun bir yöntemdir (Kara ve Ünver, 2009).

Masajın egzersiz sonrası toparlanma düzeyine fizyolojik etkisi tam olarak anlaşılmamış olsa da, en düşündürücü etkisi kas kan akışını artırmasıdır. Ayrıca, literatür incelendiğinde, masajın tek başına veya diğer toparlanma stratejileriyle birlikte yapılmasında bazı çalışmalar masajın etkili olduğunu gösterirken, bazı çalışmalar masajın etkili olmadığını göstermektedir. (Kara ve Ünver, 2009).

Aktif toparlanma, antrenman sonrası toparlanmayı hafif içerikli alıştırıcılarla ile sağlamak için etkili bir yoldur. Örneğin; antrenman veya müsabaka sonrası uygulanan jog ve stretching alıştırıcıları bir aktif toparlanmadır.

Yapılan fiziksel aktivite düzeyine göre günlük enerji ihtiyacında artma meydana gelir. Bu da beslenmenin toparlanma sürecindeki önemini göstermektedir. Yoğun bir egzersiz sonrası veya müsabaka sonrasında kısa süre içerisinde sporcuların glikojen depolarını yeniden doldurmaları önemlidir. Bunun için yüksek glisemik indekse sahip karbonhidrat tüketilmelidir. Egzersiz sonrasında alınan glukoz iskelet kasında alanine ile glutamin sentezini artırır ve böylece amonyum atımı gerçekleşir. Bu da toparlanmayı kolaylaştırır. Alemdaroğlu ve Koz (2011)' a göre, antrenman veya yarışmadan hemen sonra alınan karbonhidratların uzun süreli toparlanma için çok etkili olduğu söylenebilir. Sıvı tüketmek de performansı korumak için çok önemlidir (Savucu ve ark., 2018). Ayrıca, egzersiz kas protein sentezi ve protein yıkımını uyarır. Egzersiz sonrasında yeterli protein alınmaması negatif protein dengesine yol açabilir (Beelen ve ark., 2010).

Soğuk hidroterapi ise, kasa ya da ekleme lokal soğutma uygulaması 10-15 dk olacak şekilde uygulanır. Uygulanan bölgede vazokonstriksiyona neden olur. Sıvı birikimi ve emilim dengesini sağlar. Meydana gelen sıvı değişimi kan akışına ve kardiyovasküler fonksiyonlara olumlu şekilde etki eder (Bompa ve ark., 2003).

Etkili bir toparlanmanın sağlanabilmesi için yüklenmeler arasında uygulanan yöntemin yanında dinlenme süresinin de göz önüne alınması gerekmektedir (Alemdaroğlu ve Koz, 2011). Literatürde, egzersiz sonrası toparlanma süreçlerini değerlendirmek ve toparlanma süresini kısaltmak için yapılan birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışmalarda aktif ve pasif toparlanma (Hazır ve Gül, 2015; Hoshi ve ark., 2017), kriyoterapi, masaj, esneme egzersizleri (Paulo ve ark., 2009), kombine toparlanma

(Hazır ve Gül, 2015) gibi toparlanma stratejileri de kullanılmıştır. Paulo ve ark. (2009) olimpiyat sporcularındaki yorgunluğu izlemek ve yönetmek için pratik yöntemleri araştırdıkları derleme çalışma sonuçları gösteriyor ki, yeterli beslenme, hidrasyon ve dinlenme toparlanmayı optimize etmek için en etkili stratejilerdir.

2.7. Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) Geribildirim Yöntemi

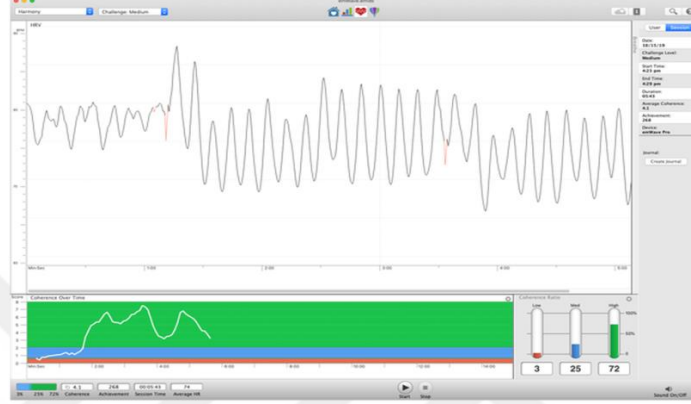
KAHD Biyolojik Geribildirim, insanları kalp aktivitelerindeki değişkenliği ve baskın ritimleri değiştirmek için eğiten nispeten yeni bir tekniktir. Şu anda tıbbi ve psikiyatrik durumlara KAHD BG uygulayarak, öfke, kaygı bozuklukları, astım, kardiyovasküler durumlar, kronik yorgunluk, kronik ağrı, fibromiyalji vb. çeşitli alanlarda araştırmalar devam etmektedir (Moss, 2004).

Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim, azaltılmış sinir sistemi kaosu ve sistem genelinde dinamiklerde artan senkronizasyon ile karakterize edilen, fizyolojik olarak verimli ve oldukça rejeneratif bir iç durumu kolaylaştıran, kalp-beyin senkronizasyonunu (Kalp uyumu, Kardiyak uyum) geliştirme tekniklerinden biridir (Dziembowska ve ark., 2016).

Uyum, tek bir sistem tarafından üretilen hareket akışının dinamikleriyle ilgilidir. Bu etki şekli tek bir sistem tarafından üretildiğinden, otomatik uyum terimi bu tür bir uyumu belirtmek için kullanılır. Bu kavram, fizikte yaygın olarak, bir dalga formunda düzenli bir enerji dağılımı oluşturulmasını tanımlamak için kullanılır. Buna bir örnek olarak mükemmel bir uyum dalgası olan sinüs dalgası gösterilebilir. Dalga formunun frekansı, genliği ve şekli ne kadar kararlı olursa, uyum derecesi de o kadar yüksek olur (McCraty ve ark., 2009).

Fizyolojik sistemlerde, bu tür bir uyum kalp ritmik etkinliği gibi tek bir salınım tarafından üretilen ritmik aktivite düzen ve kararlılık derecesini açıklar. Diğer sistemlere bağlı tek bir sistemde uyum arttırıldığında, diğer sistemleri uyuma çekerek farklı zaman ölçeğinde bile diğer sistemlerin aktivitesinde çapraz uyumun artmasına neden olabilir. Bu duruma örnek olarak, kalbin uyumlu modunda meydana gelen artmış kalp-beyin senkronizasyonudur (McCraty ve ark., 2009).

KAHD BG cihazı kalp atım hızını ölçer ve solunum sinüs aritmisini (RSA) yansıtan bir dalga görüntüler (Dziembowska ve ark., 2016). Şekilde de görülebileceği gibi, birey maksimum solunum sinüs aritmini üretmek için geribildirim veya bir nefes pacing cihazı kullanabilir (Lehrer ve ark., 2000; Lehrer ve Gevirtz, 2014).



Şekil 2.4. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim Ekranı (Heartmate Pro Plus)

2.7.1. Kaygı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim

KAHD biyolojik geribildirim (BG) sporcuların rekabet stresini düzenlemelerine yardımcı olmak için yeni yaklaşımdır. KAHD BG eğitimi, sporcunun rekabetin stresiyle başa çıkmasına ve nöromüsküler fonksiyonu iyileştirmesine yardımcı olmaktadır (Lagos ve ark., 2008).

McCraty ve ark. (2009), HeartMath Enstitüsü'ndeki çalışmalarının ilk aşamalarında, hangi fizyolojik değişkenlerin duygusal durumlardaki değişikliklere en duyarlı olduğunu ve bunlarla ilişkili olduğunu belirlemeye çalışmışlar. Birçok farklı fizyolojik ölçümü (kalp hızı, elektroensefalografik ve elektromiyografik aktivite, solunum, cilt iletkenliği, vb.) analiz ederken, kalp aktivitesinin ritmik modelinin doğrudan farklı duygusal durumların öznel aktivasyonu ile ilişkili olduğunu ve kalp ritmi paterninin, gerçek zamanlı olarak duygularla eşleştiği için duygusal durumlardaki değişiklikleri de yansıttığını ifade etmektedirler.

KAHD BG; hiperventilasyon sendromu, bazı fonksiyonel göğüs ağrısı, panik bozukluğu ve birçok durumda tıbbi semptomların yeterince anlaşılmadığı veya açıklanmadığı durumlarda kullanılmıştır. İrritabl bağırsak sendromu, astım, fibromiyalji gibi

durumların solunum kontrolünün artması ve diyafragmatik prosedürlerin kullanımı ile iyileştiği gösterilmiştir (McCraty ve ark., 2009).

Solunum, otonom olarak düzenlenmiş birçok bozukluğa bir giriş kapısı sağlar. Öfke, kaygı, strese tepki verme gibi pek çok psikolojik süreç sempatik aktivasyon oluşturur.

Paul ve Garg (2012)'ın çalışma sonuçları KAHD BG'in kaygıyı azalttığı fikrini desteklemektedir ve bu nedenle KAHD BG ve performans optimizasyonu arasında potansiyel bir ilişki olduğu görülmektedir.

KAHD BG eğitimi, kişinin bildirdiği stres ve kaygıda büyük bir azalma ile ilişkilidir. Bu müdahale giyilebilir cihazlarla stres ve kaygıyı azaltmak için umut verici bir yaklaşım sunar (Goessly ve ark., 2017). Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim kaygıyı azaltarak spor performanslarını artırmak için hem sporcular hem de antrenörler için etkili, güvenli ve öğrenmesi kolay bir yöntem olduğunu söyleyebiliriz (Morgan ve Mora, 2017).

2.7.2. Egzersiz ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim

Son yıllarda, biyolojik geribildirim, olimpiyat oyunları gibi spor müsabakalarında performansta kanıtlanmış başarısı nedeniyle giderek daha popüler hale gelmiştir (Pusenjak ve ark., 2015). Biyolojik geribildirim yöntemi, uygulamalı psikofizyoloji bilim alanından benimsenmiştir. Bu yöntemin doğru bir şekilde uygulanması, tekniklerinin sporcuları psikofizyolojik uyum (ahenk) olarak bilinen ayırt edici bir duruma hazırlayabileceğine inanılmaktadır (Schwarz ve Andrasik, 2003).

Lagos ve ark. (2011), çalışmalarında KAHD BG prosedürü uygulayarak bir golf sporcusunun psikolojik, fizyolojik ve spor performansını etkileyip etkilemediğini belirlemişler. Sporcu, Leher, Vaschillo ve Vaschillo (2000) tarafından geliştirilen protokole göre 10 haftalık KAHD BG eğitimine katılmış. Kaygı, stres ve duygu arayışı semptomlarını ölçmek için KAHD BG eğitiminden önce ve sonra anketler uygulanmış. KAHD ve solunum hızı dahil fizyolojik ölçümler, çalışmanın birinci, dördüncü, yedinci ve onuncu haftalarında laboratuvarında kaydedildi. Golf performansı ve KAHD, sanal gerçeklik golfü' nün dokuz deliği sırasında kaydedildi. Kaygı, stres ve duygu arama

semptomlarında azalma ve toplam KAHD, düşük frekanslı KAHD parametrelerinde artış gerçekleşmiş. 1 Hz ve spor performansında gelişme gözlemlendi. Bu etki, 10 haftalık KAHD BG eğitiminden sonra daha da güçlendi ve KAHD BG' nin sporcuların spor stresiyle başa çıkmalarına yardımcı olarak spor performansını artırabileceğini düşündürmektedir.

Strack (2003), KAHD BG' nin vuruş performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Fizyolojik profil olarak 43 beyzbol oyuncusunun vuruş performans skorları alınmıştır. Stres profili olarak yarışmasal durumluk kaygı envanteri (CSAI-2) uygulanmıştır. KAHD BG eğitimi alan katılımcıların vuruş performansında kontrol katılımcılarına göre önemli ölçüde daha fazla gelişme göstermiştir. KAHD BG eğitiminin beyzbol oyuncularının daha yüksek performans yüzdesi gösterdiklerini ve kalp atım hızı spektrumunda LF yüzdesinin önemli ölçüde arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Paul ve ark. (2012), sporda psikomotor performansı optimize etmede biofeedback'in rolünü araştırdıkları çalışmalarında, KAHD BG eğitiminin sporda psikomotor performansı ölçmeyi amaçlayan güvenilir ve nicel bir müdahale olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca, çalışma sonuçları, biyogeribildirim eğitiminin stresli sporcuları psikofizyolojik süreçleri üzerinde bir kontrol elde etmeleri için eğitmeye yardımcı olabileceğini ve böylece bir sporcunun maksimum performans göstermesine yardımcı olabileceğini göstermektedir.

2.7.3. Toparlanma ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim

Egzersiz sonrası kardiyovasküler sistemin toparlanması, basitçe egzersiz öncesi değerlere dönüş değildir; daha ziyade birçok fizyolojik değişikliğin meydana geldiği dinamik bir dönemdir. Egzersiz, rutin fiziksel aktivite ile ilişkili faydalı kardiyovasküler adaptasyonları harekete geçiren kritik bir stres olmasına rağmen, bu adaptasyonların çoğu toparlanma dönemi sırasında gerçekleşir. Toparlanma sırasında gözlenen bu değişikliklerin bazıları egzersizde uzun vadeli uyum için gerekli olabilir. Ancak bazıları toparlanma sırasında kardiyovasküler dengesizliğe yol açabilir. Bu nedenle, egzersiz uyarıcısı kadar toparlanma süresinin de aynı derecede önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca, egzersizden sonra toparlanma sırasındaki bu değişikliklerin bazıları, kardiyovasküler sistemin önceki antrenmandan ne zaman toparlandığı ve fizyolojik

olarak ek antrenman stresi için hazır olduğu konusunda fikir verebilir (Romero ve ark., 2017).

Stresden sonra fizyolojik toparlanma hızı, kardiyovasküler hastalık riskinin bir göstergesi olabilir. Solunum içeren uygulamaya dayalı stres yönetimi programlarının stres tepkisini ve toparlanmayı arttırdığı gösterilmiştir. Ayrıca, psikolojik stresten sonra fizyolojik toparlanmayı arttırmak için ek fayda sağlamaktadır (Plans v ark., 2019).

Spor bilimleri alanında toparlanma sürecinin kısaltılması için çalışmalar ortaya konulmaktadır. Toparlanma sürecinin hızlandırılması hem antrenman yüklenmelerinde hem de müsabaka/yarışma sürecinde sporcuların performanslarını daha etkin bir şekilde ortaya koymaları açısından önemlidir. Daha önce denenmemiş farklı bir yaklaşımla (psikofizyolojik), daha kısa sürede, daha az ekipman ve maliyetle toparlanma sürecinin hızlandırılmasının antrenör, sporcu ve spor bilimleri açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Spor performansının geliştirilmesi alanındaki KAHD BG verileri deneysel olarak sağlam sonuçlar vermiş olsa da, bu eğitimin performans sonrasındaki fizyolojik mekanizmalar üzerindeki etkisine yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır. Hiçbir çalışmada KAHD BG antrenman etkilerinin, aerobik ve anaerobik performans sonrasındaki toparlanmaya etkisi incelenmemiştir.

2.8. Amaç

Çalışmanın amacı, 10 seans olarak gerçekleştirilen kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanlarının toparlanma üzerine etkisini incelemektir.

2.8.1. Problemler

Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları aerobik ve anaerobik performans sonrası kardiyovasküler toparlanma, kalp atım hızı değişkenliği parametreleri, egzersiz sonrası solunum üzerinde farklı etkiye sahip midir?

Alt problemler

1. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, aerobik performans sonrası kardiyovasküler toparlanma üzerinde farklı etkiye sahip midir?

2. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, anaerobik performans sonrası kardiyovasküler toparlanma üzerinde farklı etkiye sahip midir?
3. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, kalp atım hızı değişkenliği parametreleri üzerinde farklı etkiye sahip midir?
4. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, egzersiz sonrası solunum frekansları üzerinde farklı etkiye sahip midir?

Denenceler

1. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, aerobik performans sonrası kardiyovasküler toparlanma üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
2. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, anaerobik performans sonrası kardiyovasküler toparlanma üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
3. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, kalp atım hızı değişkenliği parametreleri üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.
4. Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanları, egzersiz sonrası solunum frekansları üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırma, yaşları 19,40 ($\pm 1,49$) yıl olan 24 erkek futbolcu ile yürütülmüştür. Araştırmaya dahil edilme kriterleri; aktif olarak kendi antrenmanlarına katılma, araştırma yürütüldüğünde 18-24 yaş arasında olma, en az 3 yıl dayanıklılık içeren spor branşlarında lisanslı olarak yer alma, gönüllü olarak katılma, Herhangi bir kronik hastalığı olmama ve sürekli olarak ilaç kullanmamadır. Araştırma kriterlerine uyan sporcular Deney (n=12) ve Kontrol Grubu (n=12) olarak 2 gruba ayrılmıştır.

Çalışmanın deney ve kontrol grubunu Kundu Spor Kulübünde antrenmanlarına devam eden sporcular oluşturmaktadır. Ayrıca çalışmaya başlamadan önce etik kurul kararı alınmış ve her katılımcı “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” doldurmuştur.

3.2. Uygulama

Çalışmada Deney Grubunda yer alan katılımcılar 10 seans KAHD BG antrenmanı gerçekleştirmiştir. Deney Grubuna rezonans frekanslarında diyafram nefes egzersizlerinin cihaz üzerindeki kullanımı gösterilmiş ve 10 seans boyunca ahenk çalışmaları uygulanmıştır. Bu süreçte hem deney hem de kontrol grubu kendi antrenmanlarına devam etmişlerdir. İlk ve son test yapılarak KAHD BG antrenmanının etkisine bakılmıştır.

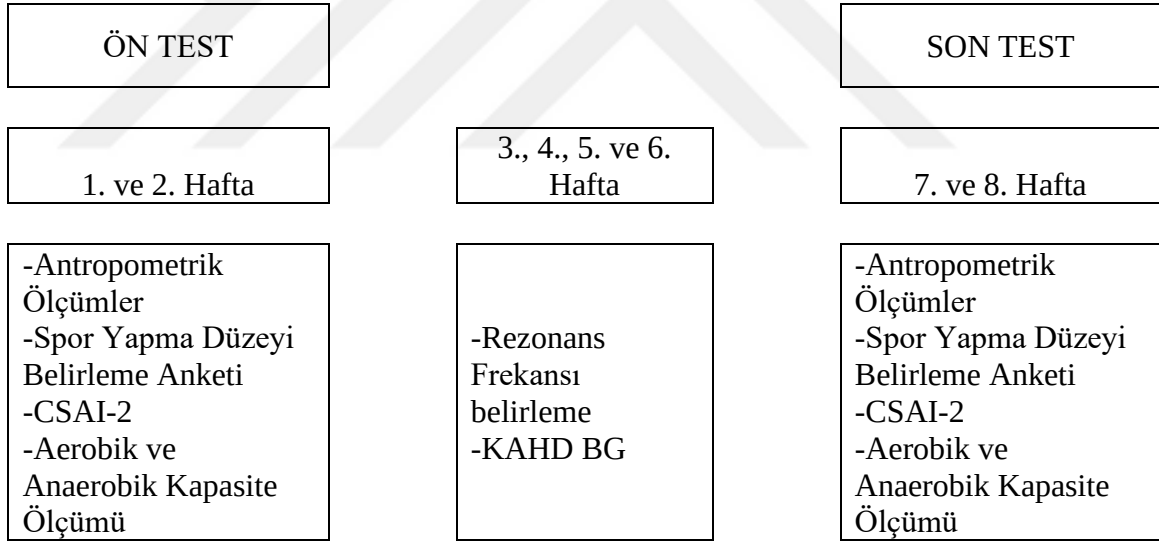
Deneklerden her laboratuvar ziyareti arasında yorucu bir faaliyetten kaçınmaları ve her veri toplama gününden en az 12 saat önce sempatomimetik maddeleri (örneğin kafein, pseudoephedrine) tüketmemeleri istenmiştir. Ayrıca, uygulamalardan önce en az 2 saat öncesine kadar alkol ve kafein içeren içecekler tüketmemeleri ve hafif bir öğün geçirmeleri istenmiştir.

Deneklerin ilk olarak spor yapma düzeylerini belirlemek için spor yapma düzeyi belirleme anketi ve kaygı durumlarını belirlemek için yarışmasal durumluk kaygı

envanteri (CSAI-2) uygulanmıştır. Daha sonra, vücut kompozisyonu değerlendirmesi için boy, kilo, VKİ, vücut yağ yüzdesi değerleri belirlenmiştir.

Maksimal oksijen tüketimi belirleme ve Maksimal Anaerobik kapasite ve yorgunluk faktörünü belirleme ölçümü hem deney hem de kontrol grubuna uygulanmıştır. Uygulama saatleri Astrand Rhyming Bisiklet Testi için sabah 9.00-12.00 ve Wingate testi için öğleden sonra 13.00-17.00 arasındadır. İlk olarak Astrand Rhyming Bisiklet Testini uygulayanlar ertesi gün Wingate testini uygulamışlardır. İlk olarak Wingate testini uygulayanlar ise ölçümden 48 saat sonra Astrand Rhyming Bisiklet Testini uygulamışlardır.

Ölçümler Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Uygulama Akış Şeması

3.3. Veri Toplama Yöntemleri

3.3.1. Vücut Kompozisyonu Değerlendirmesi

Ağırlık-Boy ve Beden Kütle İndeksi (BKI): Katılımcıların boy uzunluğu Holtain Limited Stadiometer kullanılarak, ağırlığı ise TANITA TBF-300 Vücut Analiz Empedans Ölçüm Sistemi (Şekil 3.2. bkz.) ile ölçülmüştür. Ölçümü yapılacak olan bireyin boy uzunluğu ölçüldükten sonra kişisel bilgileri analizöre kayıt edilmiştir.

Bireyler çıplak ayak ile analizörün üzerine çıktıktan sonra elektrotlar ayak tabanına temas edecek şekilde sonuçlar ekranda görünene kadar hareketsiz ve dik bir şekilde durmaları istenmiştir. Bireyin vücut kompozisyonu değerlendirmesi için boy, kilo, VKİ, vücut yağ yüzdesi değerleri yazıcı aracılığıyla kayıt edilmiştir.

Her ölçümde analizörün elektrotlarının bulunduğu bölüm silinerek temizlenmesine dikkat edilmiştir.



Şekil 3.2. TANITA TBF-300 Vücut Analiz Empedans Ölçüm Sistemi; Holtain Limited Stadiometer

3.3.2. Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2)

Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri, yarışma öncesi kaygıyı ölçmede kullanılan bir envanterdir. Envanter Martens ve ark. (1990) tarafından geliştirilmiştir. Bilişsel, bedensel kaygı ve kendine güven olmak üzere 3 alt boyut ve toplamda 27 maddeden oluşmaktadır. Envanter dördümlük likert tipindedir. Envanterin Kuruç (1998) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Envanterin güvenilirlik katsayıları ve faktör analizi sonuçları sırasıyla, bilişsel kaygı için .96; .68 ile .98, bedensel kaygı için .93; .69 ile .98 ve kendine güven için .95; 75. ile 97'dir. Yarışma yaklaştıkça kaygıda bir artış görülmeye başlamıştır.

3.3.3. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi

Bu anketin düzenlenmesindeki amaç, deneklerin spor yapma düzeylerinin belirlenmesinin istatistiğini yapılabilecek bir parametre oluşturmaktır. Sporcuların spor yapma düzeylerini belirlemek için geçmişteki spor başarıları, bu başarılarını elde etme

sayıları, spor yaşları, haftalık antrenman sayıları ve yaptıkları spor dalı ile ilgili soruların bulunduğu bir anket uygulanmıştır. Anket, 6 kapalı uçlu soruyu içerir ve bireysel ve takım sporları için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Test – tekrar test çalışmasından elde edilen korelasyon katsayısı bireysel sporlar spor yapma düzeyi belirleme anketi için $r=0.95$ ve takım sporları spor yapma düzeyi belirleme anketi için $r=0.88$ olarak bulunmuştur. Denekler 12-58 puan arasında değişen sayısal değerleri elde ederler.

3.3.4. Aerobik Kapasite Ölçümü

Astrand-Rhyming Nomogramı: Astrand Rhyming Testi, efor yoğunluğu ile kalp atım hızı veya oksijen kullanımı arasındaki ilişkiden yararlanarak kişilerin submaksimal verilerinden MaxVO₂'i tahmin etmek için geliştirilen bir yöntemdir. Bisiklet ergometresi kullanılarak uygulanabildiği gibi, koşu bandı ve basamak kullanılarak da uygulanabilir (Astrand, 1954).

Maksimal oksijen tüketimi belirleme ölçümü hem deney hem de kontrol grubuna uygulanmıştır. Test öncesinde her katılımcı 5 dk süresinde oturur pozisyonda dinlendikten sonra 5 dk süreyle KAHD ve solunum frekansları kaydedilmiştir. Test öncesinde kulak memelerinden kan örnekleri alınarak dinlenik durumdaki laktat cevapları belirlenmiştir.

Test sırasında maksimal oksijen tüketiminin (Max VO₂) belirlenmesi için Astrand Rhyming testi uygulanmıştır. Monark 824E bisiklet ergometresi (Şekil 3.3. bkz.) kullanılarak gerçekleştirilen testte her katılımcı için sele yüksekliği ayarlanmış ve ayakların kaymasını önlemek için kayışlı ayak klipleri kullanılmıştır. Denek öncelikle 0 kg iş yükünde 50 rpm hızla pedal çevirmiştir. Test sırasında hız göstergesi 50 rpm (devir/dk) olacak şekilde denekten pedala 6 dakika çevirmesi istenmiş ve test boyunca 50 rpm lik sürati korumasına dikkat edilmiştir. Antrenmanlı erkeklerde başlangıç iş yükü 600 – 900 kg.m.dk (100 veya 150 W)'dır. Kalp atım sayıları her dakikanın son 15 saniyesinde kaydedilmiş ve kalp atım sayısı 2 dakika içinde 120'ye çıkmaz ise direnç artımı 1/2 oranında olacak şekilde arttırılmıştır. Test sonunda denekler 5 dakika boyunca 0 kg iş yükünde 50 rpm altında pedal çevirerek toparlanma süresi gerçekleştirdiler. Test bitiminden hemen sonraki bu 5 dakikalık akut toparlanma süreci içerisinde KAHD ölçümleri alınmıştır. Test bitiminden sonraki dördüncü dakikada kulak memelerinden

kan örnekleri alınmış ve Lactate Plus Meter cihazı ile antrenman şiddetine verdikleri laktat cevapları belirlenmiştir.

Astrand Rhyming testinin her dakikasında iki grubun KAH değerleri ve BORG Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği kullanılarak her dakikadaki algıladıkları zorluk derecesi kaydedilmiştir.

Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) ölçümü ve solunum frekansları test öncesi, sırası ve sonrasında Biograph Infinity (Thought Technology) EKG ve solunum sensörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.5. Anaerobik Kapasite ve Yorgunluk Faktörü Ölçümü

Wingate Testi (WAnT):

WanT, anaerobik performansı belirlemek için kullanılan bir testtir ve anaerobik performansın alaktasit ve laktasit bileşeni hakkında bilgi sağlar. Wingate testi, kol ya da bisiklet ergometresi ile kişinin bir yüke karşı 30 saniye boyunca pedal çevirmesi esasına dayanır (Benckle ve ark., 2002).

Maksimal Anaerobik kapasite ve yorgunluk faktörünü belirleme ölçümü hem deney hem de kontrol grubuna uygulanmıştır. Test öncesinde her katılımcı 5 dk süresinde oturur pozisyonda dinlendikten sonra 5 dk süreyle KAHD ve solunum frekansları kaydedilmiştir. Test öncesinde kulak memelerinden kan örnekleri alınarak dinlenik durumdaki laktat cevapları belirlenmiştir.

Test sırasında maksimal anaerobik kapasite ve yorgunluk indekslerinin belirlenmesi için 30 saniye Wingate testi uygulanmıştır. Monark 824E bisiklet ergometresi (Şekil 3.3. bkz.) kullanılarak gerçekleştirilen testte her katılımcı için sele yüksekliği ayarlanmış ve ayakların kaymasını önlemek için kayışlı ayak klipleri kullanılmıştır. Kefeye bırakılacak yükü belirlemek için denek bilgileri (Doğum tarihi, kilo, boy) programa girilmiştir. Öncelikle denek 0 kg iş yükünde 50 rpm hızla pedal çevirmiş ve bu iş yükünde 1 dakika arayla 2 adet maksimum hızda pedal çevirerek maksimum pedal çevirme hızı belirlenmiştir.

Denek maksimum pedal çevirme hızının %80 ine geldiğinde vücut ağırlığına göre belirlenen yük kefeye bırakılarak deneğin 30 sn boyunca belirlen iş yükünde pedal çevirmesi istenmiş ve maksimum çabayı gösterebilmesi için test boyunca sözlü olarak teşvik edilmiştir. Test sonunda denekler 5 dakika boyunca 0 kg iş yükünde 50 rpm altında pedal çevirerek toparlanma süresi gerçekleştirdiler. Test bitiminden hemen sonra BORG Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği kullanılarak algıladıkları zorluk derecesi kaydedilmiş ve 5 dakikalık akut toparlanma süreci içerisinde KAHD ölçümleri alınmıştır. Test bitiminden sonraki dördüncü dakikada kulak memelerinden kan örnekleri alınmış ve Lactate Plus Meter cihazı ile katılımcıların antrenman şiddetine verdikleri laktat cevapları belirlenmiştir.

Test sonunda deneğin maksimum, ortalama, minimum olacak şekilde güç değerleri ve yorgunluk indeksi değerleri kayıt edilmiştir.

Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) ölçümü ve solunum frekansları test öncesi ve sonrasında Biograph Infinity (Thought Technology) EKG-solunum sensörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. Monark 894 E

3.3.6. BORG Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği

Kişinin algılanan efor oranını veya yaptığı egzersizin zorluk derecesini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. Skala 1982’ de Gunnar Borg tarafından oluşturulmuştur.

Skaladaki en yüksek seviye 20, en düşük ise 6'dır (Şekil 3.4. bkz.). 6-20 arasındaki sayılar artması, kişinin egzersizde algıladığı zorluk derecesinin arttığını göstermektedir. Değerlendirme için kişinin 6 ile 20 arası aralıktaki bir sayıyı kendi durumuna göre seçmesi istenir. Seçilen sayı, kişinin aktivite de algıladığı zorluk derecesi olarak kabul edilir.

6	Hiç
7	Oldukça Hafif
8	
9	
10	Çok Hafif
11	Hafif
12	Biraz Zor
13	
14	
15	Zor
16	Çok Zor
17	
18	
19	Oldukça Zor
20	Son Derece Zor

Şekil 3.4. BORG Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği

Hem deney hem de kontrol grubunun, Astrand Rhyming testinin her dakikasında ve Wingate testinin bitiminden hemen sonra BORG Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği kullanılarak algıladıkları zorluk derecesi kaydedilmiştir.

3.3.7. Laktat ölçümü

Laktat ölçümleri, katılımcıların antrenman şiddetini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Her iki grupta da, katılımcıların Astrand Rhyming Bisiklet Testi öncesinde ve testin bitiminden sonraki dördüncü dakikada kulak memelerinden kan örnekleri alınmış ve Lactate Plus Meter cihazı ile (Şekil 3.5. bkz.) katılımcıların antrenman şiddetine verdikleri laktat cevapları belirlenmiştir. Aynı uygulama Wingate testi öncesi ve sonrasında da gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Strip ve Lactate Plus Meter Cihazı

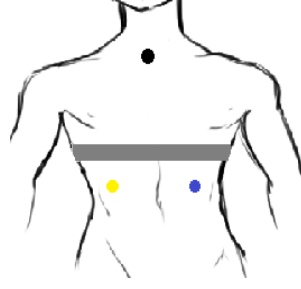
3.3.8. Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) ve Solunum Frekansı Ölçümü

Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KAHD) ölçümlerinde Thought Technology firmasının ürettiği Procomp Infinity cihazı (Şekil 3.6. bkz.), Biograph Infinity 6.1 programı kullanılmıştır. EKG ölçümleri EKG-Flex/Pro sensörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. KAHD sinyallerinin elde edilebilmesi, yazılım aracılığıyla EKG kayıtlarında birbirini takip eden QRS komplekslerinde zaman farkları (RR aralıkları) bulunarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanan zamana ve frekansa dayalı kalp atım hızı değişkenliği parametreleri (VLF, HF, LF, LF/HF, SDNN, pNN50, RMSSD) kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Procomp Infinity cihazı

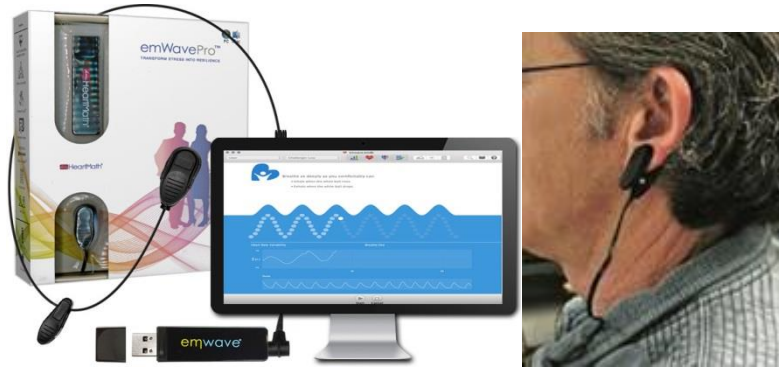
Bu çalışmada KAHD ölçümü, göğse takılmış jelli EKG (electrocardiogram) elektrotları ile yapılmıştır. Bu elektrotların vücut üzerindeki yerleşim alanları Şekil 3.7. de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. EKG Elektrotları ve Solunum Sensörünün Vücuttaki Yerleşim Alanları

3.3.9. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Biyolojik Geribildirim (KAHD BG) Antrenmanı

Kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim, HeartMath marka emWave Pro+ cihazı kullanılarak (şekil 3.8. bkz.) gerçekleştirilmiştir. EmWave Pro+ cihazında yer alan fotopletismografi yöntemi ile kan hacmi ölçüm sensörü katılımcının kulak memesine yerleştirilerek KAHD değeri elde edilmiş, veriler bilgisayara USB bağlantısı yoluyla aktarılacak, yazılım programı ile katılımcıya hem görsel hem de işitsel olarak geribildirim sunulmuştur. Fotopletismografi, kalp atım hızı izleme amacıyla sıklıkla kullanılan ucuz bir optik ölçüm yöntemidir. Fotopletismografi, kan dolaşımının hacimsel varyasyonlarını ölçmek için cilt yüzeyinde bir ışık kaynağı ve bir fotodetektör kullanan noninvaziv bir teknolojidir (Castaneda ve ark., 2018).



Şekil 3.8. HeartMath marka emWave Pro+ cihazı

Çalışmada KAHD BG için diyafragmatik nefes kullanılmıştır. Nefes alıp verme ritmi ise katılımcıların rezonans frekanslarına (dakikada 4,5-6,5 nefes alıp verme döngüsü) göre belirlenmiştir. Rezonans frekans belirleme Lehrer ve ark. (2013) tarafından belirlenen protokole göre uygulanmıştır.

Deney grubunun rezonans frekanslarını belirlemek için HeartMath marka emWave Pro+ cihazı kullanılarak 3'er dakika süreyle 4 farklı kalp atım hızı değişkenliği değerlendirilmiştir. Kayıtlardan sonra 4 farklı KAHD değerlendirmesinin her birinde uygulamanın sporcuda yarattığı rahatlık seviyesine 1'den 10'a (1: çok rahatsız, 10: çok rahat) kadar bir değer vermesi istenmiştir. Rahatlık seviyesi ve kayıtlardan alınan standart KAHD ölçümlerinin değerlendirme raporlarından elde edilen LF, SDNN, LF/HF, uyum (coherence) değerlerine göre KAHD BG antrenmanında kullanacakları frekanslar belirlenmiştir. Ayrıca, deney grubundan laboratuvar koşulları dışında günde 15 dakika ahenk çalışması yapmaları istenmiştir.

Katılımcıların rezonans frekanslarının belirlenmesi için kullanılan parametre değerleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Rezonans Frekans Belirlenmesinde Kullanılan Bilgiler

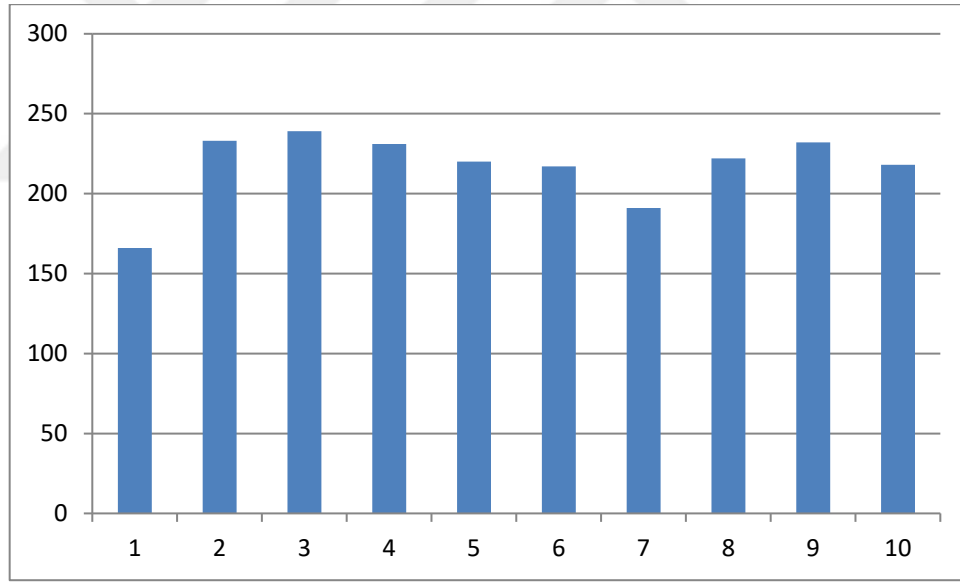
BPM	Süre	LF	SDNN	LF/HF	Uyum(Coherence)	Rahatlık Değeri
4,5	3dk					
5	3dk					
6	3dk					
6,5	3dk					

KAHD BG çalışmalarında amaç, 0.1 Hz tepe noktası üretmek için rezonans frekansında nefes almayı vurgularken, kişinin pozitif duygusal durumların uyarılması ile bedende bir psikofizyolojik ahenk durumu oluşturmaktır (McCraty ve ark., 2009)

Çalışmaya deney grubundaki sporcuların emWave Pro cihazı ile rezonans frekansları belirlenerek başlanmıştır. Çalışma emWave Pro cihazı yazılımı içerisinde yer alan hem görsel hem de işitsel geribildirimle sunulan alıştırma ile kolaydan zora ilerleyen bir çalışma ile katılımcılar tarafından uygulanmıştır. KAHD BG antrenmanları yazılımın belirlediği 4 seviyeden oluşan yapısı vardır. Öncelikle en düşük düzeyde çalışmaya

başlayan sporcular, daha sonra kendi ilerleyiş düzeylerine göre gerçekleştirdiği seviyede başarı puanı açısından 250 puan üzerine çıktıklarında, bir sonraki seviyede antrenmana devam etmişler ve 250 puana ulaşamayan sporcular aynı seviyede çalışmalarına devam etmişlerdir. Son seviyeye ulaşsalar bile sporcuların çalışmalarına 10. Seans tamamlanana kadar devam edilmiştir. Deney grubuna son test de yapacakları ilk ölçüm öncesinde bir kez daha KAHD BG antrenmanı uygulanmıştır. Ayrıca, deney grubundan laboratuvar koşulları dışında günde 15 dakika ahenk çalışması yapmaları istenmiştir.

KAHD BG antrenmanı 4 hafta boyunca haftada 2-3 çalışma şeklinde 10 seanstan oluşmaktadır. Her bir seans süresi 10-15 dk sürmektedir. Çalışmamızda Deney Grubunun KAHD BG Antrenmanları toplamda 10 seanstan oluşmuştur. Seanslardaki gelişmeler Şekil 3.9.'da verilmiştir.



Şekil 3.9. KAHD BG Antrenmanı 10 Seanslık Başarı Ortalamaları

Şekil 3.9. incelendiğinde tüm deney grubunun 10 seans sonunda üst seviyeye doğru gelişim özelliği içerisinde oldukları görülmektedir.

Bu süreç sonunda hem deney hem de kontrol grubuna tekrar aerobik ve anaerobik kapasite testleri uygulanmıştır. Biyolojik Geribildirim çalışmasının her iki test sonrası, 5 dakikalık akut toparlanma sürecinde ortalama KAH ve bazı KAHD parametrelerine (VLF, HF, LF, HF/LF, SDNN, RMSSD, pNN50) etkisi incelenmiştir.

3.4. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi, SPSS Programı (Version 22) ve Excel programlarında yapılmıştır. Verilerin uç değerlerini belirlemek için Z skorları incelenmiş ve -2.50 +2.5 dışında kalan değerler çıkartılmıştır. Uç değerleri çıkartılan parametreler için kayıp veri analizi yapılmıştır. Analizde EM puanı $p>0.05$ olan değerler için serilerin ortalamasına göre kayıp veri ataması yapılmıştır. Daha sonra verilerin tanımlayıcı istatistikleri gerçekleştirilmiş ve katılımcı sayısı 50 kişinin altında olduğu için Shapiro-Wilk testi kullanılarak normal dağılım ölçütleri kontrol edilmiştir. KAHD parametreleri bağımlı değişken, KAHD BG bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Normal dağılım gösteren değişkenlerde; ön test ve son test ölçümlerinde deney ve kontrol grubu karşılaştırması bağımsız değişkenlerde t-testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında ayrı ayrı uygulamanın etkisi eşleştirilmiş (Paired sample) t-testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerde ise ikili karşılaştırmalarda Mann Whitney-U testi kullanılmıştır. Uygulamanın etkisi ise deney ve kontrol grubunda ayrı ayrı olacak şekilde Wilcoxon testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasında farkın anlamlılığı $\alpha=0.05$ olarak dikkate alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Antropometrik Özellikler

Deney ve kontrol gruplarında yer alan katılımcıların yaş ve antropometrik özelliklerinin ortalama ve standart sapma değerleri tablo 4.1.' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Deney ve Kontrol Grubunun Yaş ve Antropometrik Özellikleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
YAŞ (Yıl)	19.52	1.41	t=-.385	p=.704	19.28	1.61
VÜCUT AĞIRLIĞI (Kg)	68.35	6.64	t=.644	p=.526	70.16	7.09
BOY (cm)	1.78	.04	t=-1.079	p=.292	1.76	.04
VKI (kg/m ²)	21.50	1.97	t=1.460	p=.158	22.59	1.67
%YAĞ	5.52	2.99	t=1.341	p=.194	7.00	2.38

Çalışmaya katılan deney ve kontrol gruplarının yaş (yıl), vücut ağırlığı (kg), boy (cm), vki (kg/m²), %yağ değerleri incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır (p>.05). İki grupta yer alan katılımcıların yaş (yıl), vücut ağırlığı (kg), boy (cm), vki (kg/m²), %yağ özellikleri açısından benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

4.2. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2)

Çalışmada deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların spor yapma düzeylerini ve durumluk kaygılarını değerlendirmek amacıyla spor yapma düzeyi belirleme anketi ve yarışmasal durumluk kaygı envanteri (CSAI-2) performans testleri öncesinde (ön test) ve 10 seanslık kalp atım hızı değişkenliği geribildirim antrenmanı sonrasındaki performans testlerinden önce (son test) uygulanmıştır.

4.2.1. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2) Ön Test İnceleme

Deney ve kontrol grubunun ön testten elde ettikleri spor yapma düzeyi belirleme anketi ve yarışmasal durumluk kaygı envanteri (CSAI-2) değerlerinin ortalama ve standart sapması Tablo 4.2.' de verilmiştir.

Tablo 4.2. Deney ve Kontrol Grubunun Ön Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			X	SS
SPOR YAPMA DÜZEYİ	28.83	2.40	t=2.028	p=0.55	35.16	6.89
BİLİŞSEL KAYGI	19.66	4.51	z= -.291	p=.771	18.83	3.58
SOMATİK KAYGI	14.66	3.70	t=-.339	p=.738	14.25	2.09
KENDİNE GÜVEN	30.00	5.02	t=-.887	p=.385	31.58	3.60

Deney ve kontrol gruplarının spor yapma düzeyleri ve kaygı değerleri incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p>.05$). Ön test sonuçlarına göre; deney ve kontrol grubundaki katılımcılar hem spor yapma düzeyleri hem de bilişsel kaygı, somatik kaygı ve kendine güven değerleri açısından benzer değerlere sahip oldukları gözlenmiştir.

4.2.2. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2) Son Test İnceleme

Deney ve kontrol grubunun 10 seanslık kalp atım hızı değişkenliği geribildirim antrenmanı sonrası spor yapma düzeyi belirleme anketi ve yarışmasal durumluk kaygı envanterinden (CSAI-2) elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapması Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Deney ve Kontrol Grubunun Son Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SPOR YAPMA DÜZEYİ	29.50	8.86	t=1.907	p=0.72	35.33	5.80
BİLİŞSEL KAYGI	21.41	4.81	z= -1.106	p= .269	18.91	2.67
SOMATİK KAYGI	15.91	4.42	z=-.843	p=.399	14.41	2.10
KENDİNE GÜVEN	29.41	4.66	t=1.158	p=.259	31.41	3.75

Deney ve kontrol gruplarının spor yapma düzeyleri ve kaygı değerleri incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p>.05$). Son test sonuçlarına göre; deney ve kontrol grubundaki katılımcılar hem spor yapma düzeyleri hem de bilişsel kaygı, somatik kaygı ve kendine güven değerleri açısından benzer değerlere sahip oldukları gözlenmiştir.

4.2.3. Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Envanteri (CSAI-2) Ön-Son Test Karşılaştırma

Deney ve kontrol grubunun spor yapma düzeyleri ve kaygı değerleri tekrarlı ölçümlerde karşılaştırma testleri ele alınarak ayrı ayrı incelenmiştir.

Kontrol grubunun ön test ve son testte spor yapma düzeyi belirleme anketi ve yarışmasal durumluk kaygı envanterinden (CSAI-2) elde ettikleri değerler Tablo 4.4.' de verilmiştir.

Tablo 4.4. Kontrol Grubunun Ön ve Son Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SPOR YAPMA DÜZEYİ	35.16	6.89	t= -.137	p=.894	35.33	3.60
BİLİŞSEL KAYGI	18.83	3.58	z= -.173	p=.862	18.91	2.67
SOMATİK KAYGI	14.25	2.09	z=-.175	p=.861	14.41	2.10
KENDİNE GÜVEN	31.58	3.60	t=.261	p=.799	31.41	3.75

Kontrol grubunun ön test-son test değerleri incelendiğinde spor yapma düzeyleri, bilişsel kaygı, somatik kaygı ve kendine güven değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>.05$). Deney grubunun ön test ve son testte spor yapma düzeyi belirleme anketi ve yarışmasal durumluk kaygı envanterinden (CSAI-2) elde ettikleri değerler Tablo 4.5.' de verilmiştir.

Tablo 4.5. Deney Grubunun Ön-Son Test Spor Yapma Düzeyleri ve Yarışmasal Durumluk Kaygı Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			X	SS
SPOR YAPMA DÜZEYİ	28.83	8.33	t=-.449	p=.662	29.50	8.86
BİLİŞSEL KAYGI	19.66	4.51	z=-1.679	p=.093	21.41	4.81
SOMATİK KAYGI	14.66	3.70	z=-1.251	p=.211	15.91	4.42
KENDİNE GÜVEN	30.00	5.02	t=.435	p=.672	29.41	4.66

Deney grubunun ön test-son test değerleri incelendiğinde spor yapma düzeyleri, bilişsel kaygı, somatik kaygı ve kendine güven değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>.05$).

4.3. Wingate Testi Ölçüm Değerleri

Çalışmada deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların anaerobik kapasitelerini değerlendirmek amacıyla Wingate testi 10 seanslık kalp atım hızı değişkenliği geribildirim antrenmanı öncesi ve sonrasında uygulanmıştır.

4.3.1. Wingate Testi Ön Test İnceleme

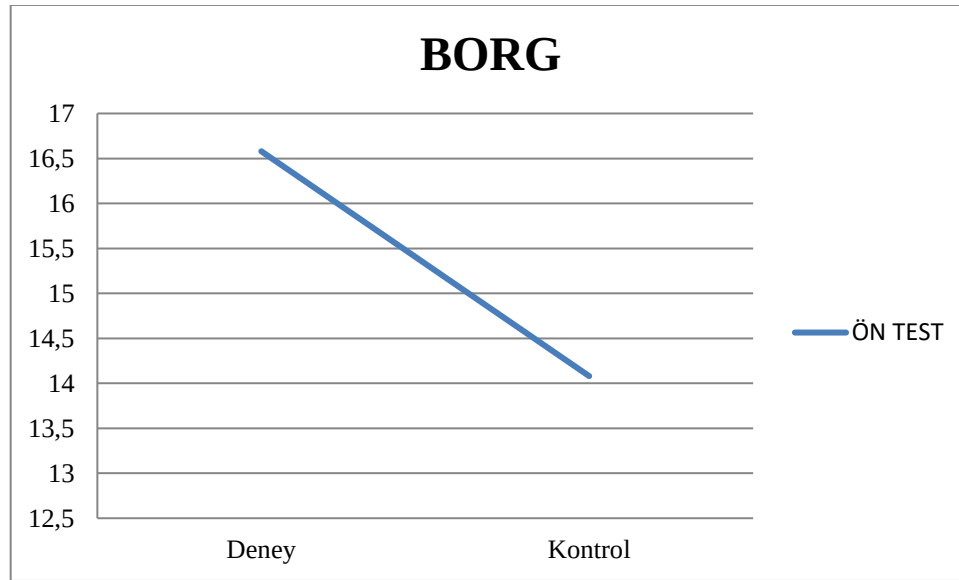
Deney ve kontrol grubunun kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanı öncesi Wingate testinden elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapması Tablo 4.6.' da verilmiştir.

Tablo 4.6. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Wingate Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
MAKS. GÜÇ	796.74	134.67	t=-.770	p=.450	756.95	117.90
MİN. GÜÇ	373.13	43.56	t=.588	p=.562	385.97	61.82
ORT. GÜÇ	571.35	58.88	t=.196	p=.846	576.95	79.37
YORGUNLUK İND.	52.21	8.01	z=-1.272	p=.203	48.41	7.35
DİNLENİK LA.	1.12	.61	z=-.089	p=.929	1.25	.92
TOPARLANMA LA.	8.77	4.19	t=-.295	p=.771	8.36	2.32
BORG	16.58	1.24	z=-3.222	p=.001*	14.08	1.67

*p<0.05

Ön test Wingate test değerleri incelendiğinde deney ve kontrol grubunun BORG algılanan zorluk derecesi değerinde kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p<0.05). Deney ve kontrol grubu arasında maksimum güç, minimum güç, ortalama güç, yorgunluk indeksi, dinlenik laktat ve toparlanma laktat değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p> 0.05).



Şekil 4.1. Wingate BORG Değeri Ön Test Grafiği

4.3.2. Wingate Testi Son Test İnceleme

Deney ve kontrol grubunun kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanı sonrası Wingate testinden elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapması Tablo 4.7.' de verilmiştir.

Tablo 4.7. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Wingate Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
MAKS. GÜÇ	736.28	115.77	z=-.173	p=.862	741.27	192.85
MİN. GÜÇ	389.05	40.48	t=-.010	p=.992	388.78	81.06
ORT. GÜÇ	570.88	91.34	z=-.751	p=.453	570.35	74.10
YORGUNLUK İND.	46.84	7.05	t=-.499	p=.625	44.04	18.11
DİNLENİK LA.	1.11	.42	z=-.293	p=.769	1.13	.52
TOPARLANMA LA.	8.26	3.17	t=-.495	p=.626	7.57	3.65
BORG	15.66	2.38	z=-1.674	p=.094	14.08	2.15

Son test Wingate test değerleri incelendiğinde deney ve kontrol grubunun maksimum güç, minimum güç, ortalama güç, yorgunluk indeksi, dinlenik laktat, toparlanma laktat ve BORG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

4.3.3. Wingate Testi Ön-Son Test Karşılaştırma

Çalışmada KAHD geribildirim antrenmanı etkisi deney ve kontrol grubunda tekrarlı ölçümlerde karşılaştırma testleri ele alınarak ayrı ayrı incelenmiştir. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların KAHD BG antrenmanı öncesinde ve sonrasında elde ettikleri Wingate testi değerleri Tablo 4.8.' de verilmiştir.

Tablo 4.8. Kontrol Grubunun Ön ve Son Test Wingate Ölçüm Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
MAKS. GÜÇ	756.95	117.90	$z=-.549$	$p=.583$	741.27	192.85
MİN. GÜÇ	385.97	61.82	$t=-.103$	$p=.920$	388.78	81.06
ORT. GÜÇ	576.95	79.37	$z=-.784$	$p=.433$	570,35	74.10
YORGUNLUK İND.	48.41	7.35	$z=-.784$	$p=.433$	44.04	18.11
DİNLENİK LA.	1.25	.92	$z=-.296$	$p=.767$	1.13	.52
TOPARLANMA LA.	8.36	2.32	$t=.692$	$p=.503$	7.57	3.65
BORG	14.08	1.67	$z=-.045$	$p=.964$	14.08	2.15

Kontrol grubunun ön test-son test Wingate test değerleri incelendiğinde maksimum güç, minimum güç, ortalama güç, yorgunluk indeksi, dinlenik laktat, toparlanma laktat ve borg değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Deney grubunda yer alan katılımcıların KAHD BG antrenmanı öncesinde ve sonrasında elde ettikleri Wingate testi değerleri Tablo 4.9.' da verilmiştir.

Tablo 4.9. Deney Grubunun Ön ve Son Test Wingate Ölçüm Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
MAKS. GÜÇ	796.74	134.67	$z=-1.020$	$p=.308$	736.28	115.77
MİN. GÜÇ	373.13	43.56	$t=-1.188$	$p=.260$	389.05	40.48
ORT. GÜÇ	571.35	58.88	$z=-.549$	$p=.583$	570.88	91.34
YORGUNLUK İND.	52.21	8.01	$z=-1.511$	$p=.131$	46.84	7.05
DİNLENİK LA.	1.12	.61	$z=-.308$	$p=.758$	1.11	.42
TOPARLANMA LA.	8.77	4.19	$t=.317$	$p=.757$	8.26	3.17
BORG	16.58	1.24	$z=-1.897$	$p=.058$	15.66	2.38

Deney grubunun ön test-son test Wingate test değerleri incelendiğinde maksimum güç, minimum güç, ortalama güç, yorgunluk indeksi, dinlenik laktat, toparlanma laktat ve borg değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

4.4. Astrand Rhyming Testi Ölçüm Değerleri

Çalışmada deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların aerobik kapasitelerini değerlendirmek amacıyla Astrand Rhyming testi çalışmanın öncesinde ve 10 seanslık kalp atım hızı değişkenliği geribildirim antrenmanı sonrasında uygulanmıştır.

4.4.1. Astrand Rhyming Testi Ön Test İnceleme

Deney ve kontrol grubunun kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanı öncesi Astrand Rhyming testinden elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapması Tablo 4.10.' da verilmiştir.

Tablo 4.10. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Astrand Rhyming Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
NABIZ	141.00	7.31	t=.217	p=.830	141.75	9.46
BORG	13.08	2.67	t=1.537	p=.138	14.75	2.63
DINLENİK LA.	1.25	.69	z=-.756	p=.450	1.28	.37
TOPARLANMA LA.	4.73	2.85	t=-.371	p=.714	4.35	2.01
VO2	3.03	.40	t=1.705	p=.102	3.34	.48
MaxVO2	44.93	8.59	t=.939	p=.361	47.60	4.80

Ön test Astrand Rhyming test değerleri incelendiğinde deney ve kontrol grubunun nabız, borg, dinlenik laktat, toparlanma laktat, VO2 ve MaxVO2 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

4.4.2. Astrand Rhyming Testi Son Test İnceleme

Deney ve kontrol grubunun kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanı sonrası Astrand Rhyming testinden elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapması Tablo 4.11.' de verilmiştir.

Tablo 4.11. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Astrand Rhyming Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
NABIZ	139.58	10.06	z=-.463	p=.643	138.83	10.45
BORG	14.25	1.65	t=-.434	p=.670	13.83	2.88
DINLENİK LAKTAT	1.07	.41	z=-.030	p=.976	1.15	.53
TOPARLANMA LAKTAT	3.72	1.70	z=-1.331	p=.183	5.00	2.48
VO2	3.20	.41	t=1.531	p=.140	3.50	.53
MaxVO2	46.82	7.08	t=1.008	p=.325	49.41	5.38

Son test Astrand Rhyming test değerleri incelendiğinde deney ve kontrol grubunun nabız, borg, dinlenik laktat, toparlanma laktat, VO2 ve MaxVO2 değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

4.4.3. Astrand Rhyming Testi Ön-Son Test Karşılaştırma

Çalışmada KAHD geribildirim antrenmanı etkisi deney ve kontrol grubunda tekrarlı ölçümlerde karşılaştırma testleri ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların KAHD BG antrenmanı öncesinde ve sonrasında elde ettikleri Astrand Rhyming testi değerleri Tablo 4.12.' de verilmiştir.

Tablo 4.12. Kontrol grubunun Ön-Son Test Astrand Rhyming Performans ölçüm değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
NABIZ	141.75	9.46	z=-1.513	p=.130	138.83	10.45
BORG	14.75	2.63	t=1.396	p=.190	13.83	2.88
DINLENİK LA.	1.28	.37	z=-.819	p=.413	1.15	.53
TOPARLANMA LA.	4.35	2.01	z=-.628	p=.530	5.00	2.48
VO2	3.34	.48	t=-1.674	p=.122	3.50	.53
Max VO2	47.60	4.80	t=-1.333	p=.210	49.41	5.38

Kontrol grubunun ön test-son test Astrand Rhyning test değerleri incelendiğinde nabız, borg, dinlenik laktat, toparlanma laktat, VO2 ve MaxVO2 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Deney grubunda yer alan katılımcıların KAHD BG antrenmanı öncesinde ve sonrasında elde ettikleri Astrand Rhyning testi değerleri Tablo 4.13.'de verilmiştir.

Tablo 4.13. Deney Grubunun Ön-Son Test Astrand Rhyning Performans Ölçüm Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
NABIZ	141.00	7.31	$z=-.890$	$p=.373$	139.58	10.06
BORG	13.08	2.67	$t=-1.304$	$p=.219$	14.25	1.65
DINLENİK LA.	1.25	.69	$z=-.670$	$p=.503$	1.07	.41
TOPARLANMA LA.	4.73	2.85	$z=-1.156$	$p=.248$	3.72	1.70
VO2	3.03	.40	$t=-1.427$	$p=.181$	3.20	.41
Max VO2	44.93	8.59	$t=-1.014$	$p=.332$	46.82	7.08

Deney grubunun ön test-son test Astrand Rhyning test değerleri incelendiğinde nabız, borg, dinlenik laktat, toparlanma laktat, VO2 ve MaxVO2 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p> 0.05$).

4.5. KAHD ve Solunum Testleri

Çalışmada deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların kalp atım hızı değişkenlikleri Thought Technology Procomp Infinity cihazı ve Biograph Infiniti 6.1 programı kullanılarak ölçülmüştür. KAHD-solunum testleri 10 seanslık KAHD BG antrenmanı öncesinde (Ön test) ve sonrasında (Son test) uygulanan Wingate ve Astrand Rhyning testlerinin dinlenme ve toparlanma süreçlerinde 5 dakikalık periyotlarda gerçekleştirilmiştir.

4.5.1. Wingate Anaerobik Performansta KAHD ve Solunum Testleri Ön Test

Deney ve kontrol grubunun Wingate testinin dinlenme periyodunda KAHD-solunum testlerinden elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.14.' de verilmiştir.

Tablo 4.14. Wingate Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Ön Test Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	75.26	34.57	t=-.127	p=.901	73.88	14.66
NN50 (ms)	31.83	29.27	t=.476	p=.640	36.42	16.15
PNN50 (ms)	.09	.09	z=-1.097	p=.273	.12	.09
RMSSD (ms)	42.70	28.11	z=-.866	p=.386	42.61	12.59
VLF (ms ² /Hz)	903.01	844.27	z=-.173	p=.862	945.27	808.23
LF (ms ² /Hz)	804.16	652.30	z=-.462	p=.644	749.29	292.23
HF (ms ² /Hz)	224.06	233.89	z=-.693	p=.488	213.34	112.66
LF/HF	4.54	2.90	z=-.577	p=.564	4.30	3.23
Power Spectrum (ms ² /Hz)	2245.39	2109.94	z=-.115	p=.908	1756.93	659.83
HR _{ort}	75.52	14.30	z=-.115	p=.908	71.93	7.45
Solunum _{ort} (f/dk)	14.26	1.32	t=1.286	p=.212	14.97	1.39

Çalışmaya katılan grupların Wingate testinin dinlenme periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Deney ve kontrol grubunun Wingate testinin toparlanma periyodunda KAHD-solunum testlerinden elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.15.' de verilmiştir.

Tablo 4.15. Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Ön Test Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	55.14	12.45	t=.257	p=.800	56.58	14.89
NN50 (ms)	1.25	2.34	z=-.097	p=.923	.83	1.26
PNN50 (ms)	.00	.00	z=-.129	p=.897	.00	.00
RMSSD (ms)	8.09	2.41	t=.822	p=.420	8.90	2.41
VLF (ms ² /Hz)	358.80	219.67	z=-.808	p=.419	434.35	247.10
LF (ms ² /Hz)	16.26	12.37	z=-.231	p=.817	20.04	18.64
HF (ms ² /Hz)	3.30	2.50	z=-.231	p=.817	4.13	4.53
LF/HF	5.23	2.26	z=.000	p=1.000	5.20	2.71
Power Spectrum (ms ² /Hz)	392.01	236.57	t=.662	p=.515	458.52	255.56
HR _{ort}	129.95	8.76	t=-.199	p=.844	129.10	12.05
Solunum _{ort} (f/dk)	12.66	1.78	z=-1.039	p=.299	12.12	1.42

Çalışmaya katılan grupların Wingate testinin toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p> 0.05).

4.5.2. Wingate Anaerobik Performansta KAHD ve Solunum Testleri Son Test

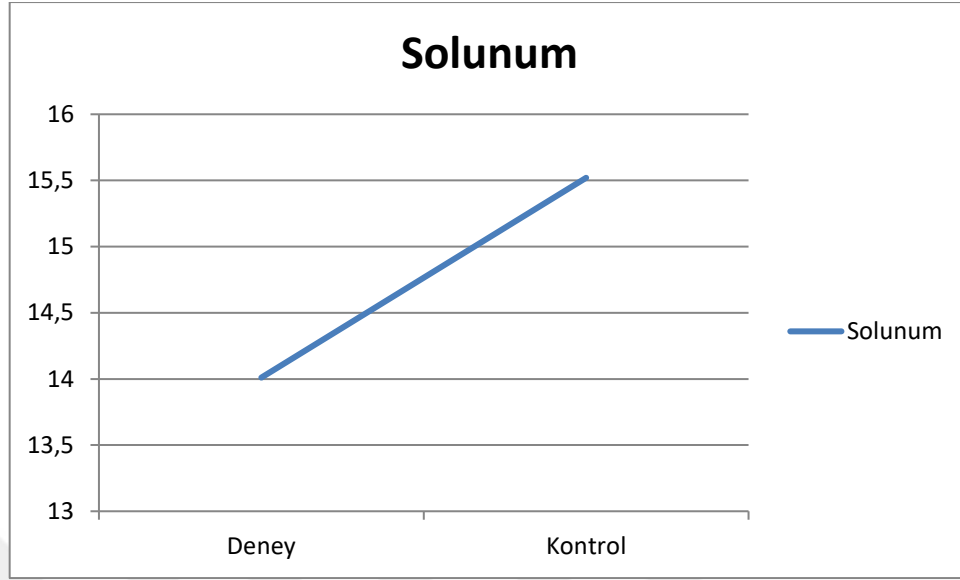
Deney ve kontrol grubunun Wingate testinin dinlenme periyodunda KAHD testi ve solunum testi son testten elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.16.' da verilmiştir.

Tablo 4.16. Wingate Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	77.68	28.68	z=-.115	p=.908	78.02	32.00
NN50 (ms)	33.91	24.37	t=.896	p=.380	42.91	24.81
PNN50 (ms)	.10	.09	t=.741	p=.466	.13	.08
RMSSD (ms)	46.97	25.15	z=-.346	p=.729	49.63	22.72
VLF (ms²/Hz)	1241.39	1114.36	z=-.346	p=.729	1072.33	1272.50
LF (ms²/Hz)	750.03	378.88	t=.050	p=.961	758.09	415.43
HF (ms²/Hz)	338.36	297.29	z=-.289	p=.773	304.81	268.17
LF/HF	2.68	1.71	z=-.808	p=.419	3.33	2.02
Power Spectrum (ms²/Hz)	2746.52	2143.94	z=-.577	p=.564	2135.24	1845.82
HR_{ort}	74.23	12.64	t=-.896	p=.380	69.93	10.77
Solunum_{ort} (f/dk)	14.01	1.22	t=2.895	p=.008*	15.52	1.33

*p<0.05

Çalışmaya katılan grupların Wingate testinin dinlenme periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde Solunum_{ort} değerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenirken; SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p> 0.05).



Şekil 4.2. Wingate Dinlenik Solunum Son Test Grafiği

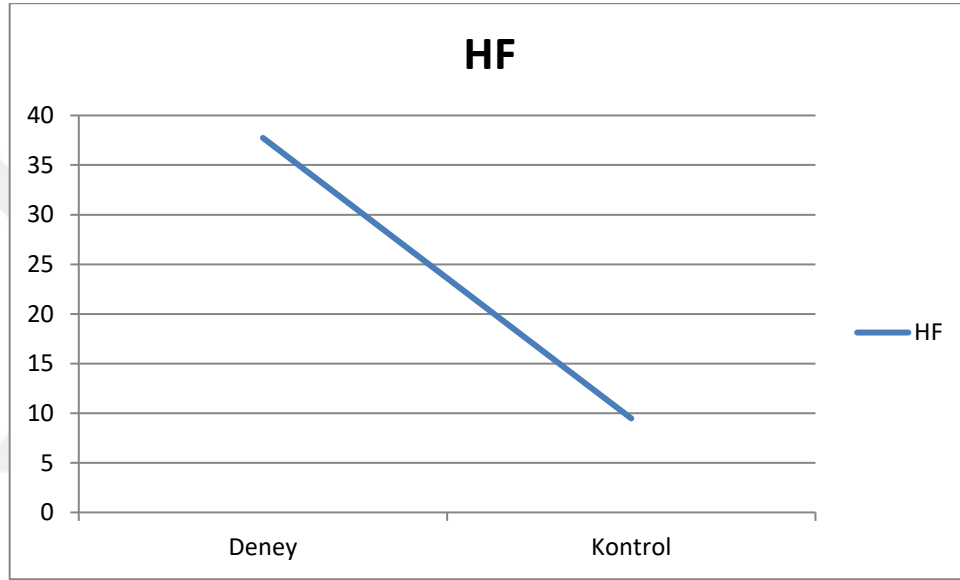
Deney ve kontrol grubunun Wingate testinin toparlanma periyodunda KAHD testi ve solunum testi son testten elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.17.' de verilmiştir.

Tablo 4.17. Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	66.29	22.13	z=-.520	p=.603	65.45	13.91
NN50 (ms)	3.36	5.47	z=-.549	p=.583	1.41	2.23
PNN50 (ms)	.01	.04	z=-1.043	p=.297	.00	.00
RMSSD (ms)	15.01	11.05	z=-.693	p=.488	11.81	7.78
VLF (ms ² /Hz)	413.94	273.18	z=-.693	p=.488	500.04	254.25
LF (ms ² /Hz)	96.27	137.90	z= - 1.039	p=.299	39.08	38.02
HF (ms ² /Hz)	37.74	55.80	z=-2.598	p=.009*	9.47	11.68
LF/HF	2.38	2.00	t=2.011	p=.057	4.02	2.01
PowerSpectrum (ms ² /Hz)	692.37	730.40	z=-.115	p=.908	548.59	268.35
HR _{ort}	121.63	11.70	t=-.296	p=.770	120.46	7.08
Solunum _{ort} (f/dk)	12.86	1.42	z=-1.068	p=.285	12.23	1.27

*p<0.05

Çalışmaya katılan grupların Wingate testinin toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde HF değerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p < 0.05$). SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).



Şekil 4.3. Wingate Toparlanma HF Son Test Grafiği

4.5.3. Wingate Anaerobik Performansta Deney-Kontrol Gruplarının KAHD ve Solunum Testlerinin Ön-Son Test Karşılaştırması

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte Wingate testinden elde ettikleri dinlenik KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.18.' de verilmiştir.

Tablo 4.18. Kontrol Grubunun Wingate Dinlenik KAHD ve Solunum Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	73.88	14.66	$z=.157$	$p=.875$	78.02	32.00
NN50 (ms)	36.42	16.15	$t=-.923$	$p=.376$	42.91	24.81
PNN50 (ms)	.12	.09	$z=-.445$	$p=.657$	.13	.08
RMSSD (ms)	42.61	12.59	$z=-.784$	$p=.433$	49.63	22.72
VLF (ms²/Hz)	945.27	808.23	$z=-.471$	$p=.638$	1072.33	1272.50
LF (ms²/Hz)	749.29	292.23	$z=-.157$	$p=.875$	758.09	415.43
HF (ms²/Hz)	213.34	112.66	$z=-.863$	$p=.388$	304.82	268.17
LF/HF	4.30	3.23	$z=-.784$	$p=.433$	3.33	2.02
Power Spectrum (ms²/Hz)	1756.93	659.83	$z=-.471$	$p=.638$	2135.24	1845.82
HR_{ort}	71.93	7.45	$z=-.863$	$p=.388$	69.93	10.77
Solunum_{ort}	14.97	1.39	$z=-.706$	$p=.480$	15.52	1.33

Kontrol grubunun Wingate testinin dinlenme periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde ön test-son testte anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

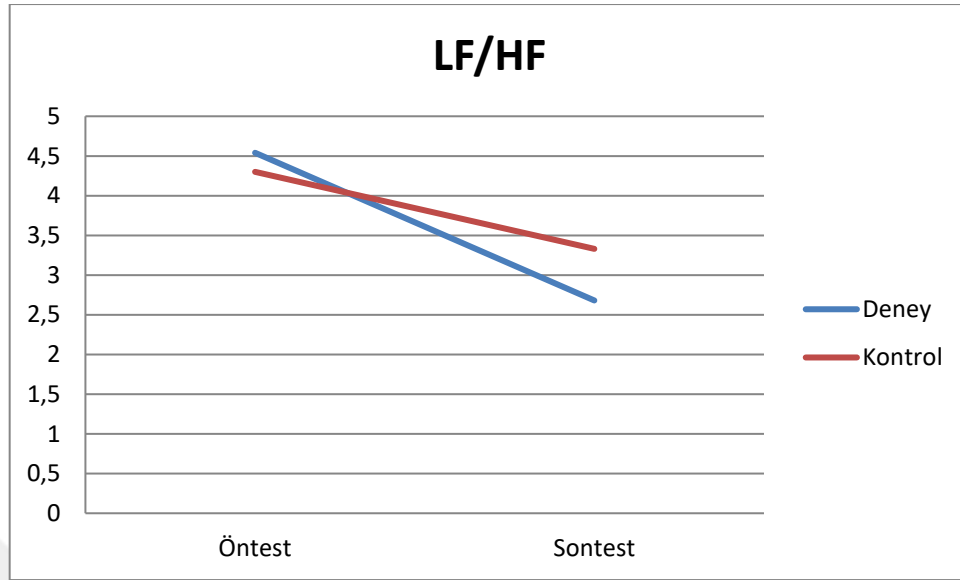
Deney grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte Wingate testinden elde ettikleri dinlenik KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.19.' da verilmiştir.

Tablo 4.19. Deney Grubunun Dinlenik Wingate KAHD ve Solunum Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	75.26	34.57	$z=-.235$	$p=.814$	77.68	28.68
NN50 (ms)	31.83	29.27	$t=-.361$	$p=.725$	33.91	24.37
PNN50 (ms)	.09	.09	$z=-1.020$	$p=.308$	.10	.09
RMSSD (ms)	42.70	28.11	$z=-1.255$	$p=.209$	46.97	25.15
VLF (ms²/Hz)	903.01	844.27	$z=-1.020$	$p=.308$	1241.39	1114.36
LF (ms²/Hz)	804.16	652.30	$z=.000$	$p=1.000$	750.03	378.88
HF (ms²/Hz)	224.06	233.89	$z=-1.804$	$p=.071$	338.36	297.29
LF/HF	4.54	2.90	$z=-2.118$	$p=.034^*$	2.68	1.71
Power Spectrum (ms²/Hz)	2245.39	2109.94	$z=-1.255$	$p=.209$	2746.52	2143.94
HR_{ort}	75.52	14.30	$z=-.078$	$p=.937$	74.23	12.64
Solunum_{ort}	14.26	1.32	$z=-.235$	$p=.814$	14.01	1.22

* $p<0.05$

Deney grubunun Wingate testinin dinlenme periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde LF/HF değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenirken; SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.4. Wingate Dinlenik LF/HF Ön-Son Test Grafiği

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte Wingate testinden elde ettikleri toparlanma KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.20.'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Kontrol Grubunun Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	56.58	14.89	z=-2.197	p=.028*	65.45	13.91
NN50 (ms)	.83	1.26	z=-1.121	p=.262	1.41	2.23
PNN50 (ms)	.00	.00	z=-.734	p=.463	.00	.00
RMSSD (ms)	8.90	2.41	z=-1.255	p=.209	11.81	7.78
VLF (ms ² /Hz)	434.35	247.10	z=-1.334	p=.182	500.04	254.25
LF (ms ² /Hz)	20.04	18.64	z=-1.961	p=.050	39.08	38.01
HF (ms ² /Hz)	4.13	4.53	z=-2.275	p=.023*	9.47	11.68
LF/HF	5.20	2.71	z=-1.804	p=.071	4.02	2.01
Power Spectrum (ms ² /Hz)	458.52	255.56	z=-1.490	p=.136	548.59	268.35
HR _{ort}	129.10	12.05	t=2.631	p=.023*	120.46	7.07
Solunum _{ort}	12.12	1.42	z=-.471	p=.638	12.23	1.27

*p<0.05

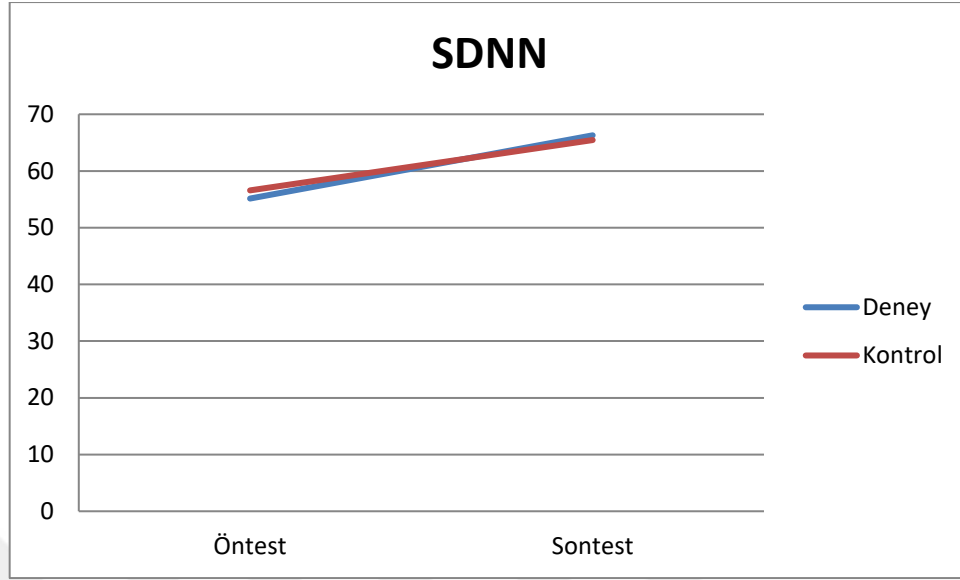
Kontrol grubunun Wingate testinin toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, HF ve HR_{ort} değerlerinde ön test ve son testte istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenirken; NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, LF/HF, Power Spectrum, Solunum_{ort} değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Deney grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte Wingate testinden elde ettikleri toparlanma KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.21. 'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Deney Grubunun Wingate Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri

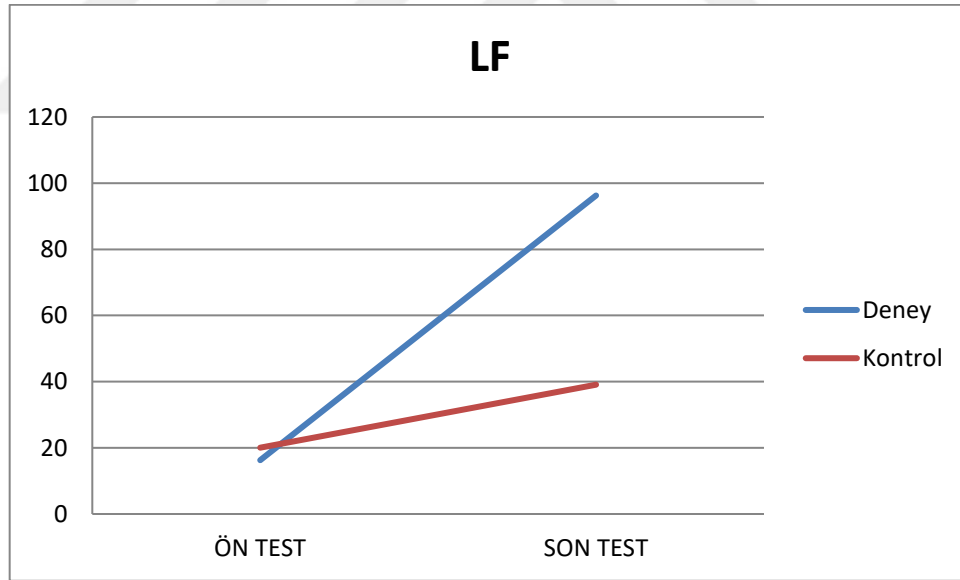
	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	55.14	12.45	$z=-1.726$	$p=.084$	66.29	22.13
NN50 (ms)	1.25	2.34	$z=-.421$	$p=.674$	3.36	5.47
PNN50 (ms)	.00	.00	$z=-1,122$	$p=.262$	.01	.04
RMSSD (ms)	8.09	2.41	$z=-1.883$	$p=.060$	15.01	11.05
VLF (ms²/Hz)	358.80	219.67	$z=-.235$	$p=.814$	413.94	273.18
LF (ms²/Hz)	16.26	12.37	$z=-2.824$	$p=.005^*$	96.27	137.90
HF (ms²/Hz)	3.30	2.50	$z=-3.059$	$p=.002^*$	37.74	55.80
LF/HF	5.23	2.26	$z=-2.343$	$p=.019^*$	2.38	2.00
Power Spectrum (ms²/Hz)	392.01	236.57	$z=-1.020$	$p=.308$	692.37	730.40
HR_{ort}	129.95	8.76	$t=3.653$	$p=.004^*$	121.63	11.70
Solunum_{ort}	12.66	1.78	$z=-.235$	$p=.814$	12.86	1.42

* $p < 0.05$

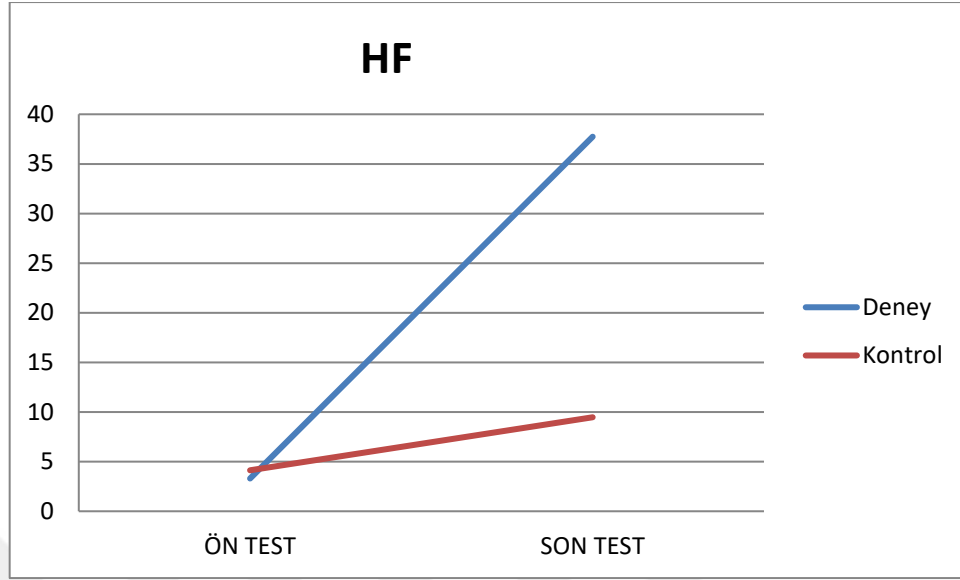
Deney grubunun Wingate testinin toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde LF, HF, LF/HF ve HR_{ort} değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenirken; SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, Power Spectrum, Solunum_{ort} değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).



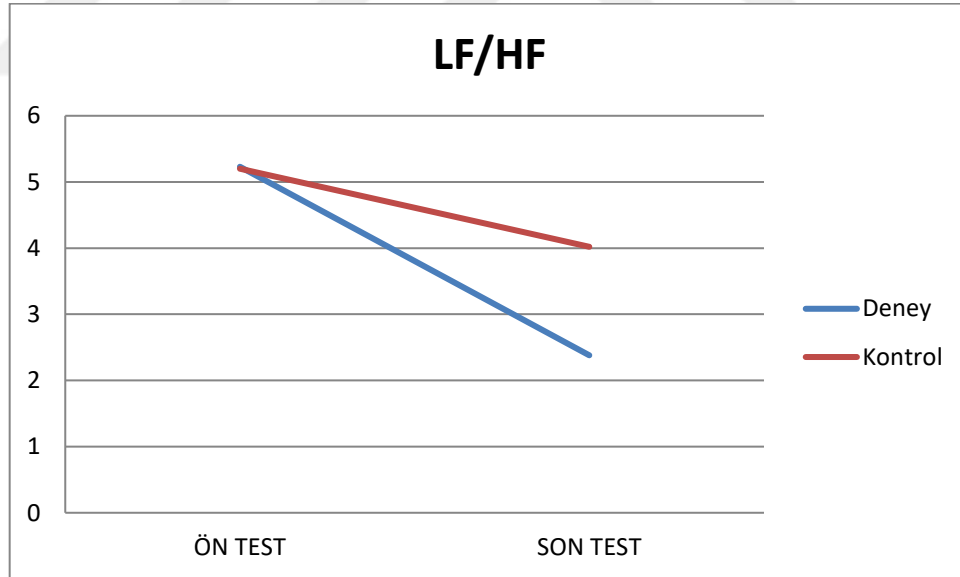
Şekil 4.5. Wingate Toparlanma SDNN Ön-Son Test Grafiği



Şekil 4.6. Wingate Toparlanma LF Ön-Son Test Grafiği



Şekil 4.7. Wingate Toparlanma HF Ön-Son Test Grafiği



Şekil 4.8. Wingate Toparlanma LF/HF Ön-Son Test Grafiği



Şekil 4.9. Wingate Toparlanma HR Ön-Son Test Grafiği

4.5.4. Astrand Aerobik Performansda KAHD ve Solunum Testleri Ön Test

Deney ve kontrol grubunun Astrand Rhyming testinin dinlenme periyodunda KAHD-solunum testi ön testten elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.22.' de verilmiştir.

Tablo 4.22. Astrand Rhyming Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Ön Test Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	65.91	15.29	t=1.106	p=.281	72.70	14.76
NN50 (ms)	32.58	24.74	t=-.119	p=.907	31.50	19.72
PNN50 (ms)	.07	.05	t=.725	p=.476	.09	.07
RMSSD (ms)	37.81	9.39	t=.775	p=.447	41.23	12.09
VLF (ms ² /Hz)	691.66	509.76	t=.253	p=.803	737.12	358.23
LF (ms ² /Hz)	622.54	497.84	z=-.693	p=.488	743.54	411.19
HF (ms ² /Hz)	169.92	78.79	z=-.981	p=.326	295.56	248.92
LF/HF	4.21	4.39	z=-.462	p=.644	3.21	.99
Power Spectrum (ms ² /Hz)	1379.51	788.78	t=1.125	p=.273	1722.97	704.64
HR _{ort}	76.52	13.58	t=-.640	p=.529	73.32	10.72
Solunum _{ort} (f/dk)	14.51	1.87	t=-.545	p=.591	14.11	1.69

Çalışmaya katılan grupların Astrand Rhyming testinin dinlenme periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Çalışmaya katılan grupların Astrand Rhyming testinin toparlanma periyodunda KAHD-solunum testi ön testten elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.23.' de verilmiştir.

Tablo 4.23. Astrand Rhyming Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Ön Test Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	65.02	24.85	t= .179	p= .860	66.80	23.70
NN50 (ms)	1.36	2.30	z= -.346	p= .729	4.27	6.68
PNN50 (ms)	.00	.00	z= -.645	p= .519	.01	.02
RMSSD (ms)	10.72	4.67	z= -.173	p= .862	13.51	8.55
VLF (ms²/Hz)	419.43	324.55	z= -.289	p= .773	424.06	293.64
LF (ms²/Hz)	83.21	84.80	z= -.115	p= .908	81.63	71.25
HF (ms²/Hz)	12.17	10.87	z= -.173	p= .862	21.58	29.72
LF/HF	5.14	1.80	t= -.429	p= .672	4.70	3.01
Power Spectrum (ms²/Hz)	521.51	384.02	z= -.577	p= .564	764.87	787.71
HR_{ort}	112.30	15.10	t= -.031	p= .976	112.09	18.07
Solunum_{ort} (f/dk)	13.98	2.00	t= -1.320	p= .200	12.94	1.86

Çalışmaya katılan grupların Astrand Rhyming testinin toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p> 0.05).

4.5.5. Astrand Aerobik Performansda KAHD ve Solunum Testleri Son Test

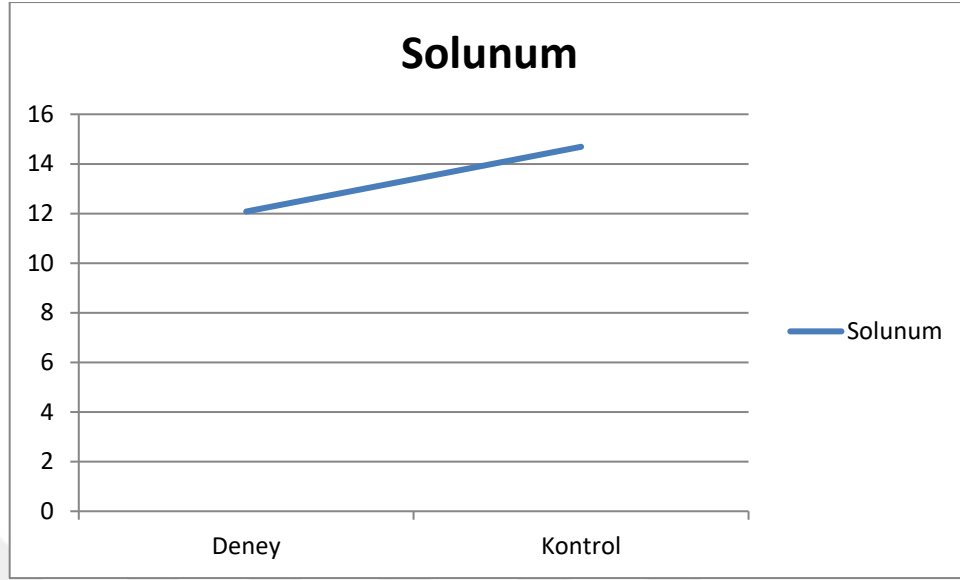
Çalışmaya katılan deney ve kontrol gruplarının Astrand Rhyming testinin dinlenme periyodunda KAHD-solunum testi son testten elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.24.'de verilmiştir.

Tablo 4.24. Astrand Rhyming Dinlenik KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri

	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	81.77	39.34	z=-.173	p=.862	83.09	42.21
NN50 (ms)	32.50	25.82	t=.782	p=.442	41.25	28.88
PNN50 (ms)	.07	.05	z=-1.443	p=.149	.13	.10
RMSSD (ms)	41.08	16.70	t=.496	p=.625	44.45	16.58
VLF (ms ² /Hz)	999.38	1286.67	z=-.058	p=.954	781.04	547.31
LF (ms ² /Hz)	758.75	553.92	z=-.520	p=.603	724.96	448.69
HF (ms ² /Hz)	398.06	416.21	z=-.693	p=.488	229.08	160.38
LF/HF	2.97	1.89	t=.690	p=.497	3.51	1.99
Power Spectrum (ms ² /Hz)	3054.76	3279.22	z=-.577	p=.564	1735.09	990.93
HR _{ort}	76.32	13.25	t=-1.535	p=.139	68.35	12.16
Solunum _{ort} (f/dk)	12.08	1.85	t=3.764	p=.001*	14.69	1.52

*p<0.05

Çalışmaya katılan grupların Astrand Rhyming testinin KAHD-solunum değerleri incelendiğinde Solunum_{ort} değerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenirken; SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort} değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).



Şekil 4.10. Astrand Dinlenik Solunum Son Test Grafiği

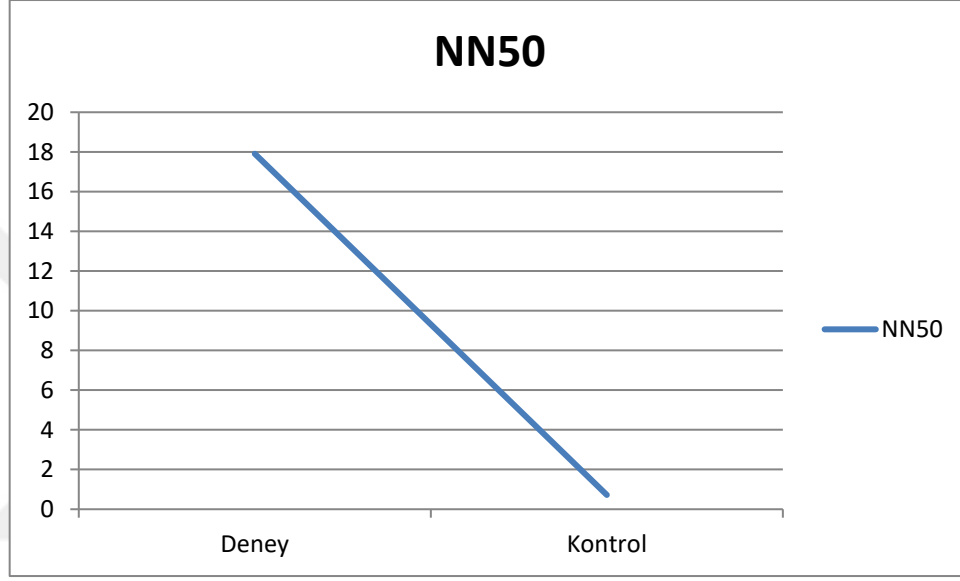
Çalışmaya katılan grupların Astrand Rhyning testinin toparlanma periyodunda KAHD-solunum testi son testten elde ettikleri değerlerin ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.25.'de verilmiştir.

Tablo 4.25. Astrand Rhyning Toparlanma KAHD ve Solunum Testleri Son Test Ölçüm Değerleri

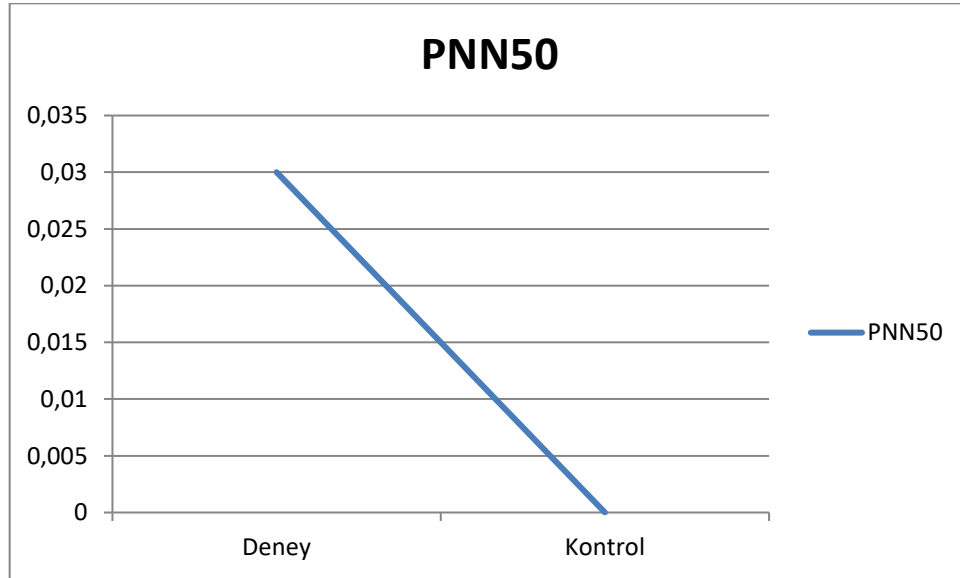
	DENEY GRUBU n=12				KONTROL GRUBU n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	84.66	31.69	t=-1.390	p=.178	69.81	19.09
NN50 (ms)	17.91	17.67	z=-2.872	p=.004*	.72	1.54
PNN50 (ms)	.03	.03	z=-2.839	p=.005*	.00	.00
RMSSD (ms)	36.11	25.00	z=-2.829	p=.005*	10.92	4.84
VLF (ms ² /Hz)	529.69	405.32	z=-.173	p=.862	496.65	306.34
LF (ms ² /Hz)	224.06	226.38	z=-2.320	p=.020*	80.52	77.96
HF (ms ² /Hz)	246.15	244.09	z=-3.002	p=.003*	12.68	11.58
LF/HF	5.68	4.16	z=-.808	p=.419	6.99	4.77
Power Spectrum (ms ² /Hz)	2067.71	1935.82	z=-1.848	p=.065	555.20	324.46
HR _{ort}	107.97	14.64	z=-.462	p=.644	108.88	15.88
Solunum _{ort} (f/dk)	9.66	3.27	t=3.268	p=.004*	13.14	1.70

*p<0.05

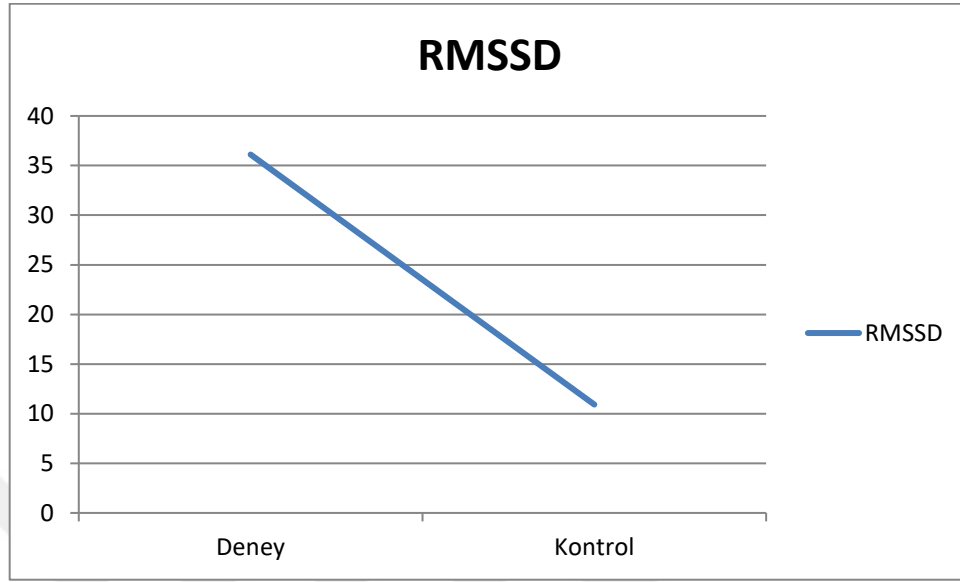
Çalışmaya katılan grupların Astrand Rhyming testinin KAHD-solunum değerleri incelendiğinde NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF ve Solunum_{ort} değerlerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenirken; SDNN, VLF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort} değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).



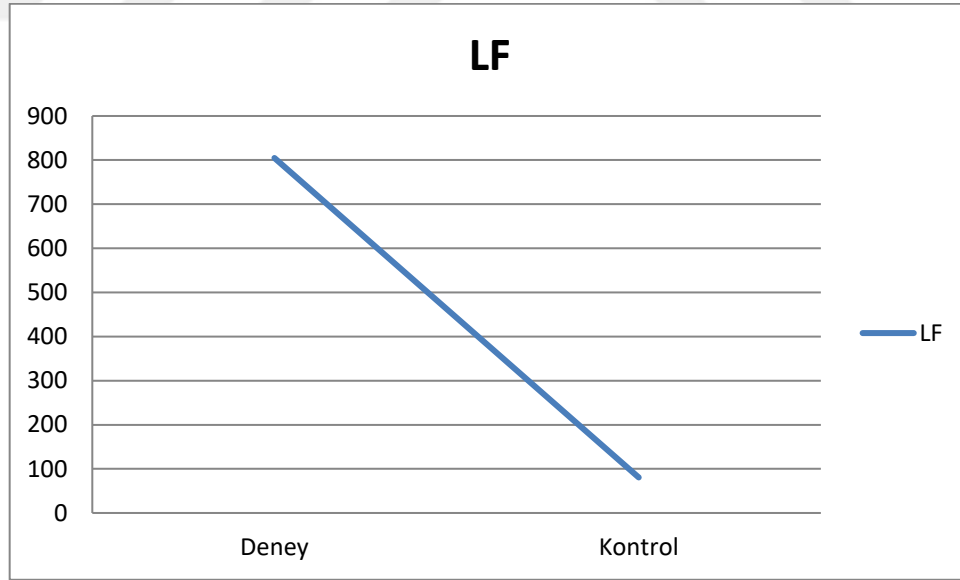
Şekil 4.11. Astrand Toparlanma NN50 Son Test Grafiği



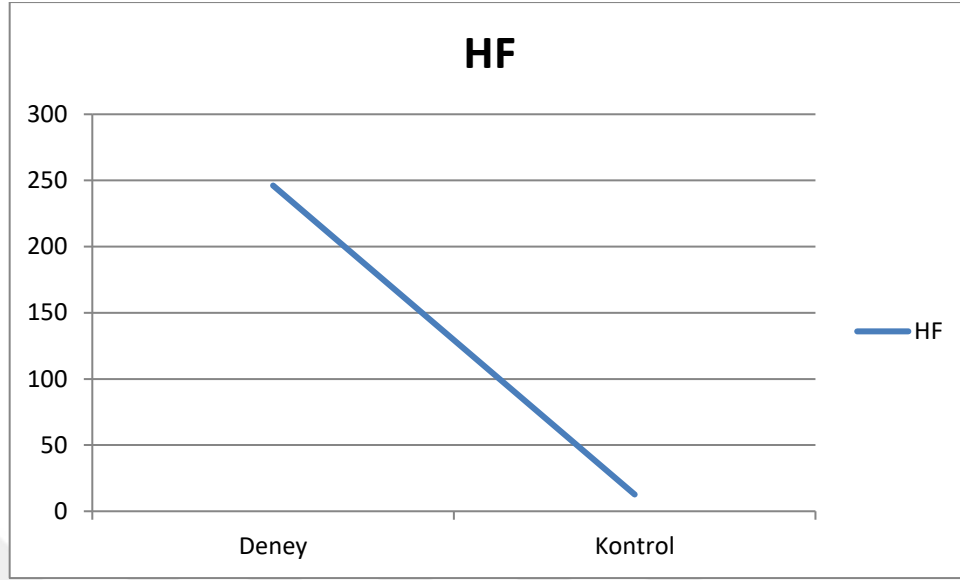
Şekil 4.12. Astrand Toparlanma PNN50 Son Test Grafiği



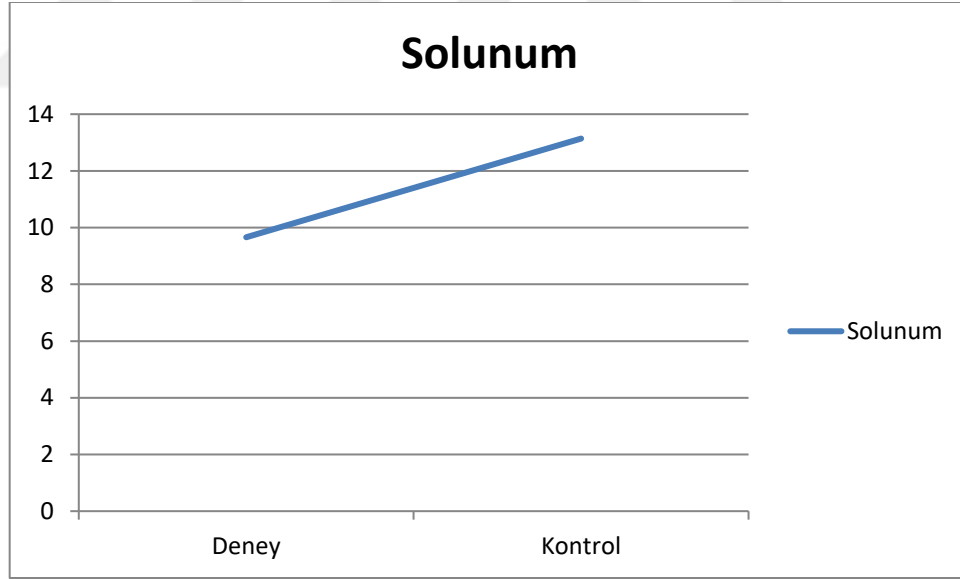
Şekil 4.13. Astrand Toparlanma RMSSD Son Test Grafiği



Şekil 4.14. Astrand Toparlanma LF Son Test Grafiği



Şekil 4.15. Astrand Toparlanma HF Son Test Grafiği



Şekil 4.16. Astrand Toparlanma Solunum Son Test Grafiği

4.5.6. Astrand Rhyming Aerobik Performansda Deney-Kontrol Gruplarının KAHD ve Solunum Testlerinin Ön-Son Test Karşılaştırması

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte Astrand testinden elde ettikleri dinlenik KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.26.' da verilmiştir.

Tablo 4.26. Kontrol Grubunun Astrand Dinlenik KAHD ve Solunum Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	72.70	14.76	z=-.078	p=.182	72.84	20.49
NN50 (ms)	31.50	19.72	t=-1.344	p=.206	41.25	28.88
PNN50 (ms)	.09	.07	z=-1.334	p=.182	.13	.10
RMSSD (ms)	41.23	12.09	t=-.641	p=.535	44.45	16.58
VLF (ms²/Hz)	737.12	358.23	z=.000	p=1.000	781.04	547.31
LF (ms²/Hz)	743.54	411.19	z=-.392	p=.695	724.96	448.69
HF (ms²/Hz)	295.56	248.92	z=-.706	p=.480	229.08	160.38
LF/HF	3.21	.99	z=-.549	p=.583	3.51	1.99
Power Spectrum (ms²/Hz)	1722.97	704.64	z=-.157	p=.875	1735.09	990.93
HR_{ort}	73.32	10.72	t=2.072	p=.063	68.35	12.16
Solunum_{ort}	14.11	1.69	t=-1.489	p=.165	14.69	1.52

*p<0.05

Kontrol grubunun Astrand Rhyming testinin dinlenme periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde ön test-son testte anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p> 0.05).

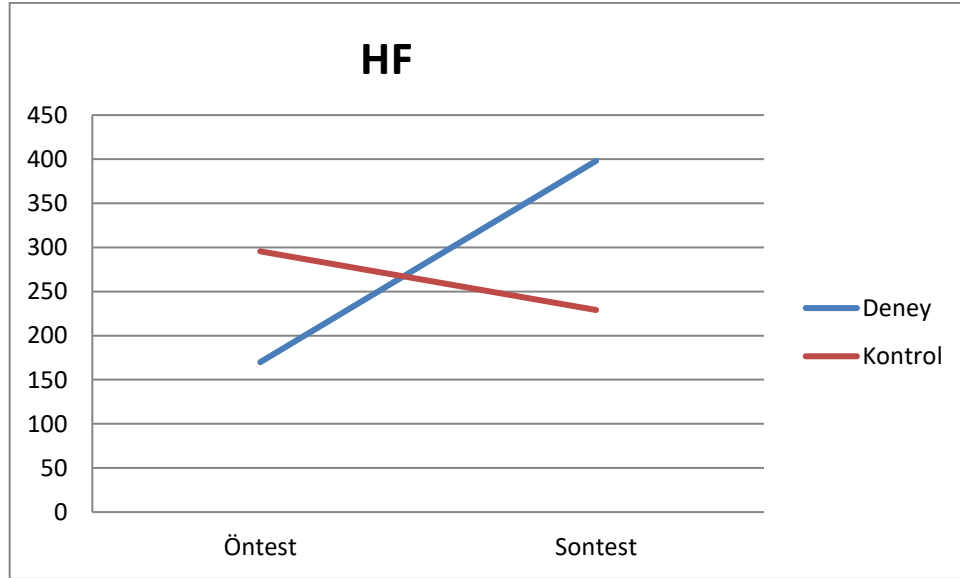
Deney grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte Astrand testinden elde ettikleri dinlenik KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.27.' de verilmiştir.

Tablo 4.27. Deney Grubunun Astrand Dinlenik KAHD ve Solunum Değerleri

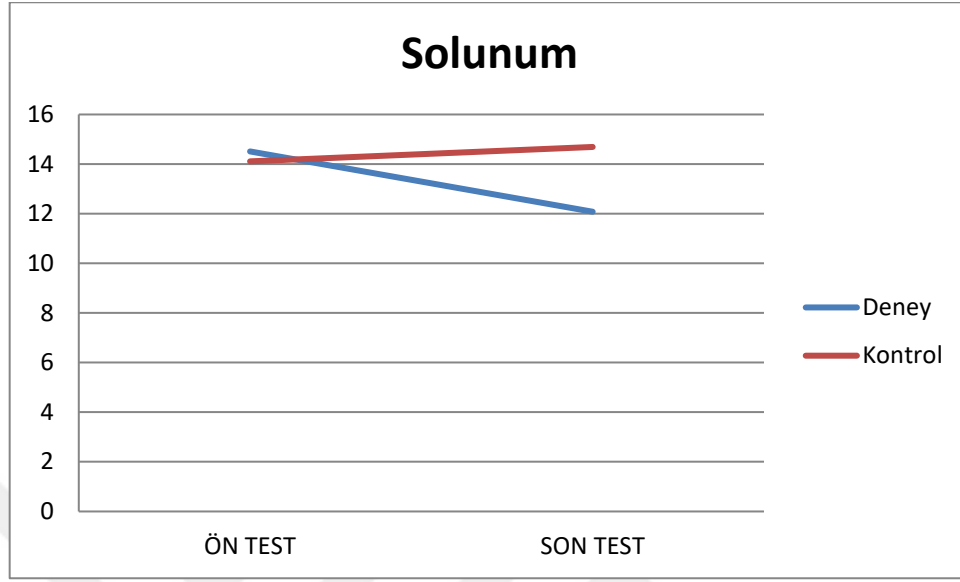
	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	65.91	15.29	z=-1.334	p=.182	81.77	39.34
NN50 (ms)	32.58	24.74	t=.013	p=.989	32.50	25.82
PNN50 (ms)	.07	.054	z=-.275	p=.784	.0756	.054
RMSSD (ms)	37.81	9.39	t=-.621	p=.547	41.08	16.70
VLF (ms ² /Hz)	691.66	509.76	z=-.628	p=.530	999.38	1286.67
LF (ms ² /Hz)	622.54	497.84	z=-1.412	p=.158	758.75	553.92
HF (ms ² /Hz)	169.92	78.79	z=-2.118	p=.034*	398.06	416.21
LF/HF	4.21	4.39	z=-.549	p=.583	2.97	1.89
Power Spectrum (ms ² /Hz)	1379.51	788.78	z=-1.569	P=.117	3054.76	3279.22
HR _{ort}	76.52	13.58	t=.128	p=.901	76.32	13.25
Solunum _{ort}	14.51	1.87	t=3.767	p=.003*	12.08	1.85

*p<0.05

Deney grubunun Astrand Rhyming testinin dinlenme periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde HF ve Solunum_{ort} değerlerinde ön test-son testte anlamlı bir farklılık gözlenirken; SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort} değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).



Şekil 4.17. Astrand Dinlenik HF Ön-Son Test Grafiği



Şekil 4.18. Astrand Dinlenik Solunum Değeri Ön-Son Test Grafiği

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte Astrand testinden elde ettikleri toparlanma KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.28.' de verilmiştir.

Tablo 4.28. Kontrol Grubunun Astrand Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri

	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	66.80	23.70	t=-.809	p=.436	69.81	19.09
NN50 (ms)	4.27	6.68	z=-2.032	p=.042*	.72	1.54
PNN50 (ms)	.01	.02	z=-2.023	p=.043*	.00	.00
RMSSD (ms)	13.51	8.55	z=-.941	p=.347	10.92	4.84
VLF (ms ² /Hz)	424.06	293.64	z=-.863	p=.388	496.65	306.34
LF (ms ² /Hz)	81.63	71.25	z=-.392	p=.695	80.52	77.96
HF (ms ² /Hz)	21.58	29.72	z=-.941	p=.347	12.68	11.58
LF/HF	4.70	3.01	z=-1.569	p=.117	6.99	4.77
Power Spectrum (ms ² /Hz)	764.87	787.71	z=-.157	p=.875	555.20	324.46
HR _{ort}	112.09	18.07	z=-1.804	p=.071	108.88	15.88
Solunum _{ort}	12.94	1.86	t=-.744	p=.473	13.14	1.70

*p<0.05

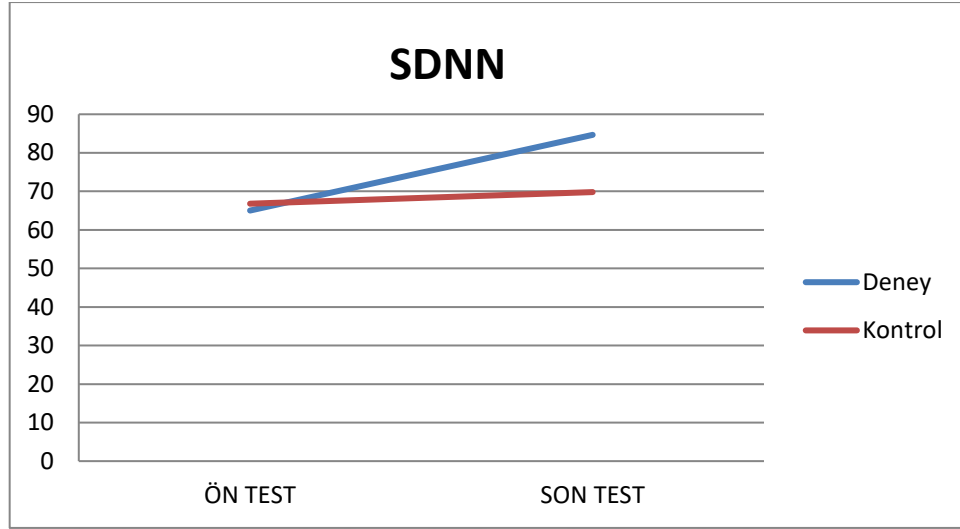
Kontrol grubunun Astrand Rhyming testinin toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde ön test-son testte NN50 ve PNN50 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken; SDNN, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Deney grubunda yer alan 12 futbolcunun ön test ve son testte Astrand testinden elde ettikleri toparlanma KAHD-Solunum testleri değerleri Tablo 4.29.'de verilmiştir.

Tablo 4.29. Deney Grubunun Astrand Toparlanma KAHD ve Solunum Değerleri

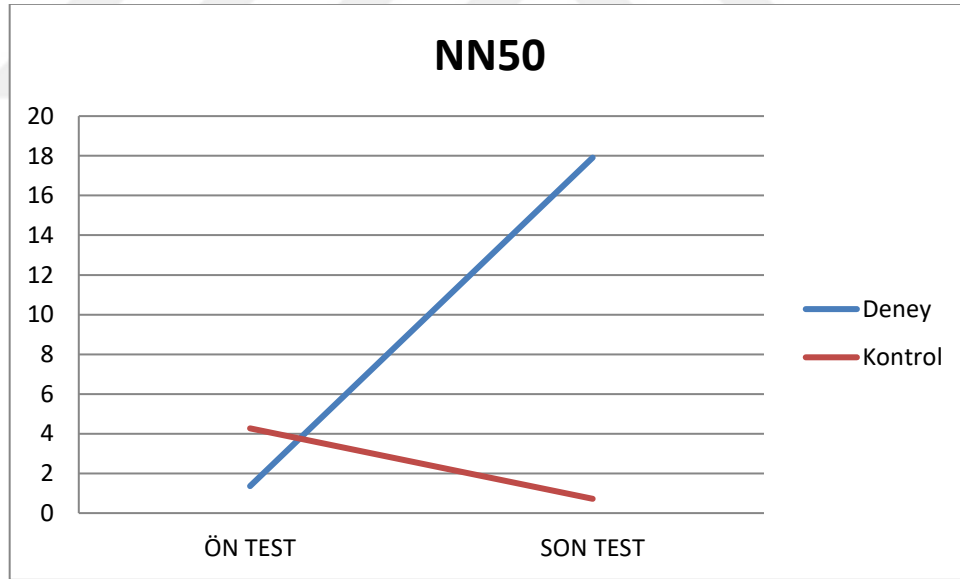
	ÖN TEST n=12				SON TEST n=12	
	ORT	SS			ORT	SS
SDNN (ms)	65.02	24.85	t=-4.570	p=.001*	84.66	31.69
NN50 (ms)	1.36	2.30	z=-2.497	p=.013*	17.91	17.67
PNN50 (ms)	.00	.00	z=-2.497	p=.013*	.03	.03
RMSSD (ms)	10.72	4.67	z=-3.059	p=.002*	36.11	25.00
VLF (ms ² /Hz)	419.43	324.55	z=-1.177	p=.239	529.69	405.32
LF (ms ² /Hz)	83.21	84.80	z=-2.432	p=.015*	224.06	226.38
HF (ms ² /Hz)	12.17	10.87	z=-3.059	p=.002*	246.15	244.09
LF/HF	5.14	1.80	z=-.078	p=.937	5.68	4.16
Power Spectrum (ms ² /Hz)	521.51	384.02	z=-3.059	p=.002*	2067.71	1935.82
HR _{ort}	112.30	15.10	z=-1.490	p=.136	107.97	14.64
Solunum _{ort}	13.98	2.00	t=5.163	p=.000*	9.66	3.27

*p<0.05

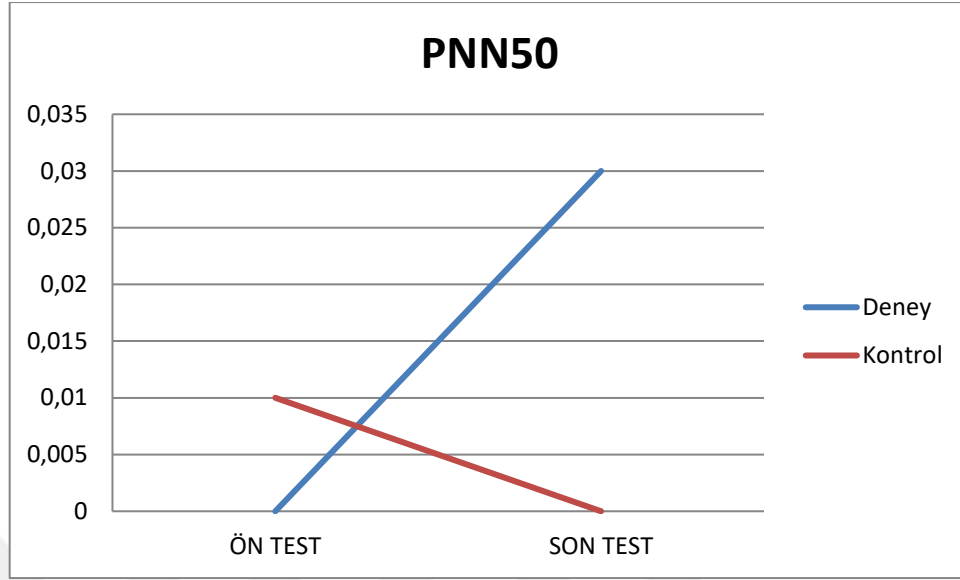
Deney grubunun Astrand Rhyming testinin toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF, Power Spectrum ve Solunum_{ort} değerlerinde ön test-son testte anlamlı bir farklılık gözlenirken; VLF, LF/HF ve HR_{ort} değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$).



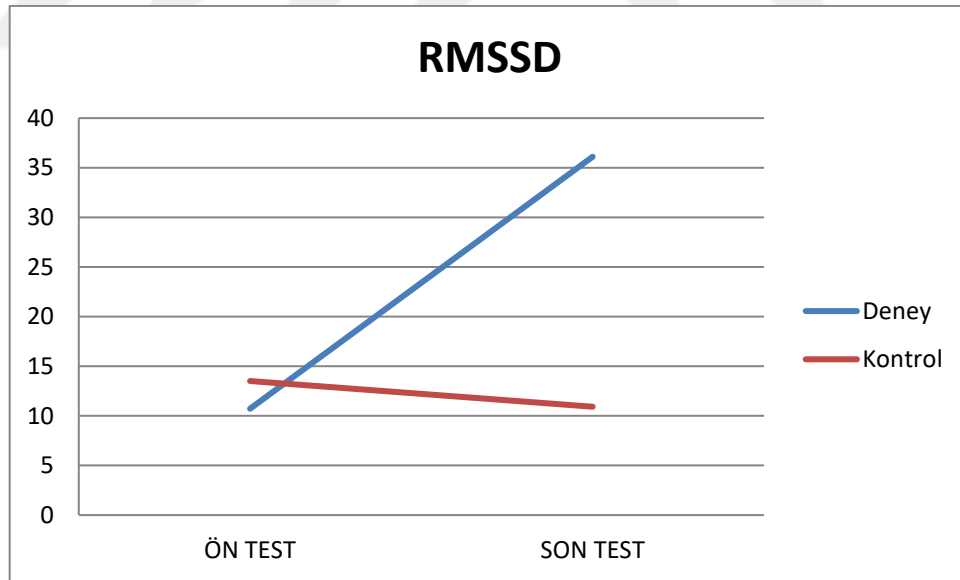
Şekil 4.19. Astrand Toparlanma SDNN Ön-Son Test Grafiği



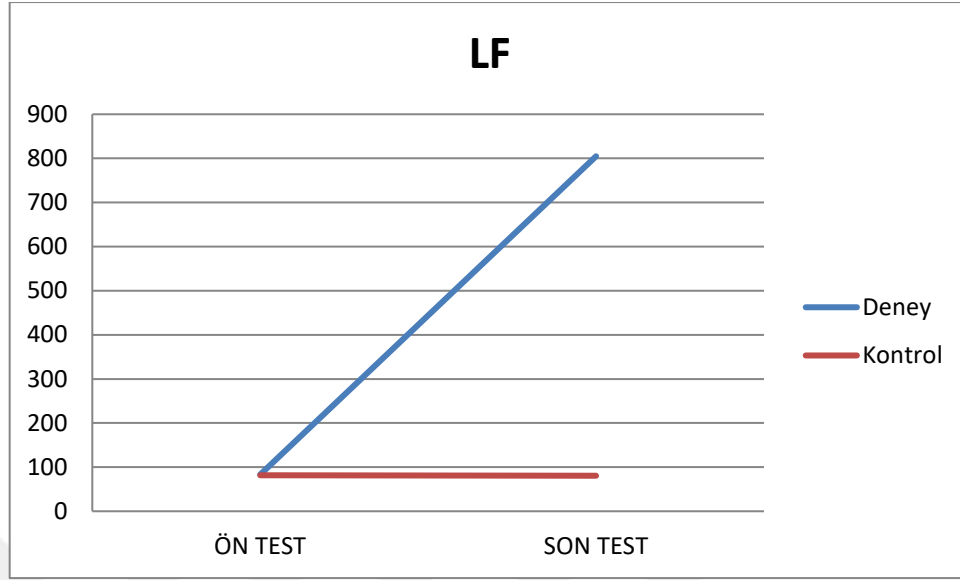
Şekil 4.20. Astrand Toparlanma NN50 Ön-Son Test Grafiği



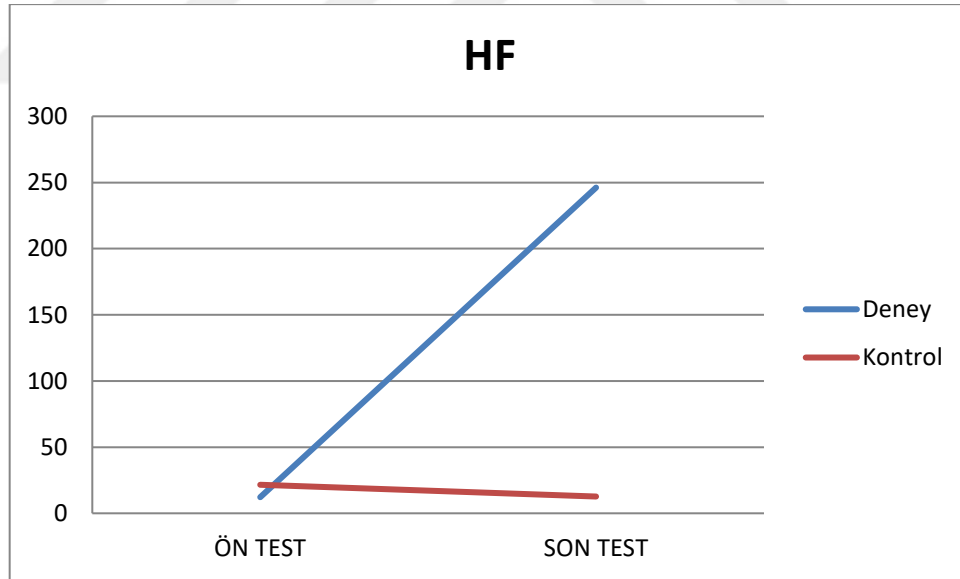
Şekil 4.21. Astrand Toparlanma PNN50 Ön-Son Test Grafiği



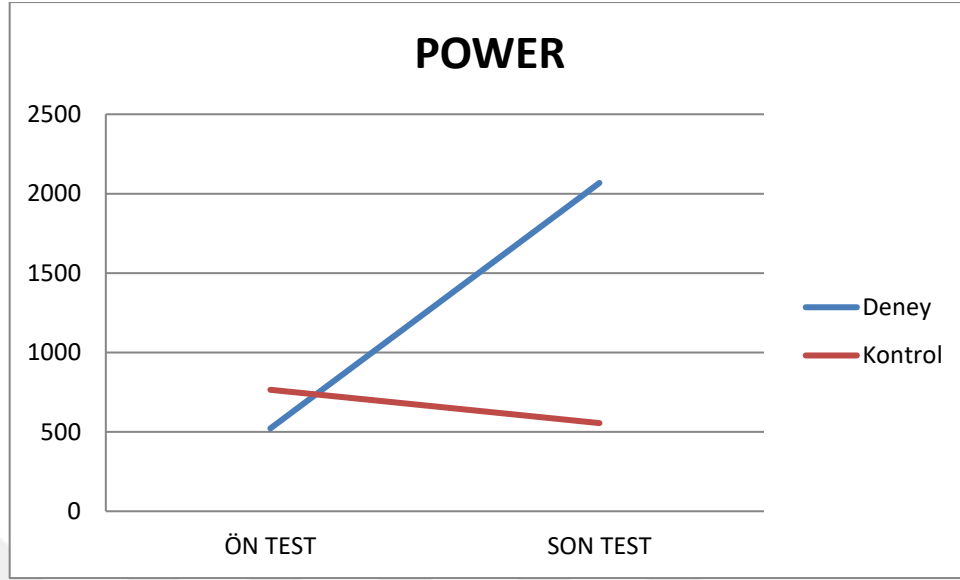
Şekil 4.22. Astrand Toparlanma RMSSD Ön-Son Test Grafiği



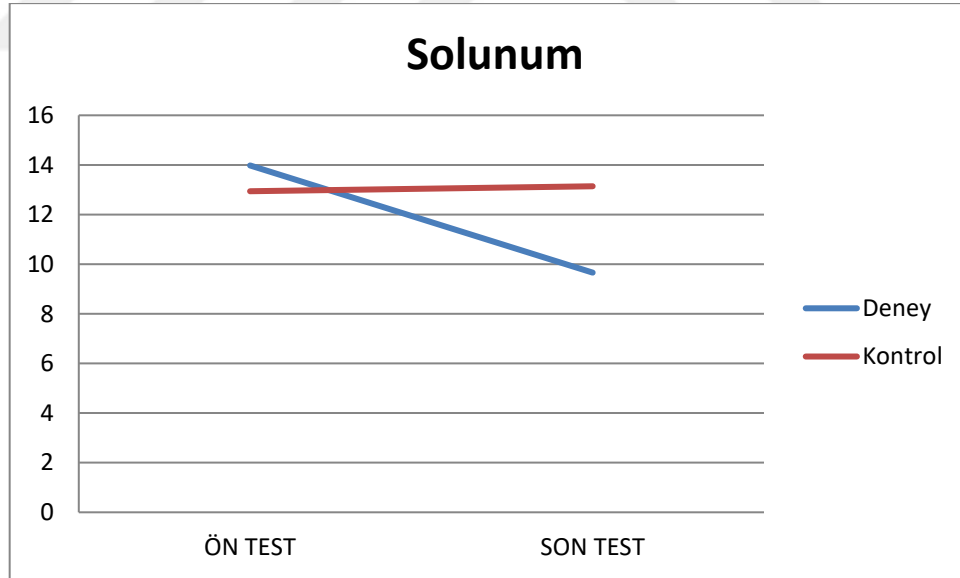
Şekil 4.23. Astrand Toparlanma LF Ön-Son Test Grafiği



Şekil 4.24. Astrand Toparlanma HF Ön-Son Test Grafiği



Şekil 4.25. Astrand Toparlanma Power Spectrum ÖN-Son Test Grafiği



Şekil 4.26. Astrand Toparlanma Solunum Değeri ÖN-Son Test Grafiği

5. TARTIŞMA

Kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) biyolojik geribildirim (BG) genel olarak, astım, stres, hipertansiyon ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi durumları iyileştirmek için kullanılan bir kendi kendini düzenleme stratejisi olarak bilinmektedir (Rosalba Courtney ve ark. 2011). Çalışmalar genel olarak sağlıklı bireyler veya klinik hastalar üzerine yoğunlaşmıştır. Son yıllarda KAHD BG uygulamasının sporcular üzerinde kullanılmasında bir artış olmasına rağmen bu artış sınırlı sayıdadır. Çalışmalarda çoğunlukla, egzersizde ve egzersiz sonrasında KAHD yanıtları belirlenmiş ve egzersiz sonrası bu yanıtların KAHD BG yöntemiyle düzenlenmesi incelenmemiştir.

Çalışma süresince deney grubuna, KAHD BG çalışmaları uygulanarak psikofizyolojik bir uyum sağlamak amaçlanmıştır. KAHD BG çalışmalarında amaç, 0.1 Hz tepe noktası üretmek için rezonans frekansında nefes almayı vurgulamaktır. Böylece, kişinin pozitif duygusal durumları uyarılır ve bedende bir psikofizyolojik ahenk durumu meydana gelir (McCraty ve ark., 2009). Belirlenen rezonans frekansında ritmik bir uyarılma meydana gelmesiyle de yüksek KAHD açığa çıkar (Lagos ve ark., 2008). Mevcut çalışmada aerobik ve anaerobik egzersiz sonrasında toparlanma süreçlerinde KAHD parametrelerinde artma meydana gelmesi, KAHD BG' nin toparlanmayı iyileştirdiğini göstermektedir.

Mevcut çalışmada deney ve kontrol gruplarının antropometrik özellikleri incelenmiş ve yaş (yıl), vücut ağırlığı (kg), boy (cm), vki (kg/m^2), %yağ özellikleri açısından benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının spor yapma düzeyleri ve kaygı değerleri incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p>.05$). Ön test, Son test ve ikili karşılaştırmalarda; deney ve kontrol grubundaki katılımcılar hem spor yapma düzeyleri hem de bilişsel kaygı, somatik kaygı ve kendine güven değerleri açısından benzer değerlere sahip oldukları gözlenmiştir.

Çalışmada aerobik ve anaerobik testler ile futbolcularda bir yorgunluk oluşturmak amaçlanmıştır. Katılımcılara kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanı öncesi ve sonrasında yorgunluk durumu oluşturmak ve yorgunluk seviyesini iki ölçümde de standardize etmek için Astrand Rhyming Test uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubunun ön test ve son test değerleri incelendiğinde nabız, borg, dinlenik laktat, toparlanma laktat, VO₂ ve MAxVO₂ değerleri açısından iki grubun benzer özellikler gösterdiği ve benzer yorgunluk seviyelerine sahip oldukları görülmektedir. Kendi içlerinde yapılan karşılaştırmalarda ise deney ve kontrol grubunun ön ve son test değerlerinde anlamlı farklılaşma gözlenmemiştir.

Katılımcılara kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim antrenmanı öncesi ve sonrasında yorgunluk durumu oluşturmak ve yorgunluk seviyesini iki ölçümde de standardize etmek için Wingate testi uygulanmıştır. Ön test Wingate test değerleri incelendiğinde deney ve kontrol grubunun BORG algılanan zorluk derecesi değerinde kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Diğer parametrelerde ise iki grubun değerlerinin benzerlik gösterdiği görülmektedir. Kendi içlerinde yapılan karşılaştırmalarda deney ve kontrol grubunun ön ve son test maksimum güç, ortalama güç, minimum güç, yoğunluk indeksi, borg, dinlenik laktat ve toparlanma laktat değerleri açısından iki grubun benzer özellikler gösterdiği ve benzer yorgunluk seviyelerine sahip oldukları görülmektedir.

5.1. Aerobik Egzersiz Sonrası Toparlanma KAHD Parametreleri ve KAHD BG'nin Toparlanmaya Etkisi

Aerobik egzersiz için KAHD-solunum testleri 10 seanslık KAHD BG antrenmanı öncesinde (Ön test) ve sonrasında (Son test) uygulanan Astrand Rhyming testinin dinlenme ve toparlanma süreçlerinde 5 dakikalık periyotlarda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya katılan grupların ön testte Astrand Rhyming testinin dinlenme ve toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Deney ve kontrol grubu ön testte hem dinlenik hem de toparlanmada, KAHD parametreleri ve solunum değerleri açısından benzerlik göstermektedir.

Solunum ritminin kalp ritmi modelini düzenlediği, solunum sinüs aritmisi (RSA) üzerindeki hemodinamik dengeyi etkilediği iyi bilinmektedir (Rosalba Courtney ve ark., 2011). Nefes almamızla ilgili bilinçli bir kontrole sahip olduğumuzdan, bilişsel olarak yönlendirilmiş nefes çalışmaları ile kalp ritmini bilinçli olarak düzenleyebilir ve böylece beynin merkezine gönderilen otonomik çıkışı değiştirebiliriz. Dolayısıyla yavaş ve ritmik bir hızda nefes aldığımızda (solunum frekansı azaldığında) tutarlılığı (ahenk, uyum) kolaylaştırabilir ve KAHD' yi arttırabiliriz (McCraty ve ark., 2009; Makivic ve ark., 2013). Solunumla ilgili deneyimler öncelikle kalbin ritmik kalıplarını değiştirdikleri için etkili olmaktadır (McCraty ve ark., 2009).

Mevcut çalışmada, KAHD BG sonrasında Astrand Rhyming testinin son test dinlenme periyodunda Solunum_{ort} değerinde deney grubu lehine anlamlı bir farklılık gözlenirken; KAHD parametrelerinde gruplar arasında benzerlik görülmektedir. Toparlanma periyodunda ise; NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF ve Solunum_{ort} değerlerinde gruplar arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Uygulanan KAHD BG antrenmanlarının hem dinlenik hem de toparlanmada solunum_{ort} değerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir.

Kendi içlerinde yapılan karşılaştırmalarda ise; kontrol grubunun dinlenme periyodundaki ön test-son test değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmezken; deney grubunun HF ve solunum_{ort} değerlerinde anlamlı farklılık görülmüştür. Toparlanma periyodunda kontrol grubunun NN50 ve PNN50 değerlerinde anlamlı farklılık gözlenirken; diğer parametrelerde farklılık gözlenmemiştir. Kontrol grubunda NN50 ve PNN50 değerlerinde gözlenen bu anlamlı fark son testte düşme gösterdiği şeklindedir. Kontrol grubunun NN50 ve PNN50 değerleri egzersizden olumsuz olarak etkinleşmiştir. Deney grubunun değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF, Power Spectrum ve Solunum_{ort} değerlerinde ön test-son testte istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma vardır.

HF bileşeni kalp atım hızı üzerindeki anlık solunum etkisini yani solunum sinüs aritmisini yansıtmaktadır (Yıldız, 2016). KAHD BG sonrasında deney grubunda aerobik performans sonrası HF bileşeninde anlamlı bir iyileşme görülmüştür. Bu da parasempatik sistemin kalp üzerindeki aktivasyonunu ifade etmektedir.

RMSSD, NN50, PNN50 RR aralıklarının farklarına dayalı olarak hesaplanan değişkenlerdir. Bu parametrelerin tamamı solunum tarafından oluşturulmaktadır ve kalp atım hızının parasempatik modülasyonunun ölçüsüdür (Yıldız, 2016). Çalışmamızda deney grubunda aerobik performans sonrasında RMSSD, NN50, PNN50 bileşeninde gözle görülür bir iyileşme olduğu görülmektedir. Bu sonuç KAHD BG antrenmanlarının aerobik performanstan sonra ki toparlanma sürecinde RMSSD, NN50, PNN50 parametrelerini etkileyerek parasempatik sistemin daha kısa sürede aktif hale gelmesine sebep olmuştur.

Göçmen (2018), çalışmasını yaşları 18-24 yıl arasında değişen toplam 24 basketbolcu üzerinde gerçekleştirmiştir. Sporcuları deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayırmıştır. Deney grubu 10 haftalık KAHD geribildirim antrenmanı ile birlikte basketbol antrenmanına, kontrol grubu ise sadece 10 haftalık basketbol antrenmanına katılmıştır. Deney ve kontrol grubuna ön test ve son testte basketbol serbest atış, basketbol beceri, bilişsel beceri testleri ve KAHD uygulanmış. KAHD; RMSSD, HF, SDNN ve solunum değerlerinin deney grubundaki sporcular lehine olduğu bulunmuştur. Çalışma sonuçları, KAHD geribildirimının sporcuların basketbol becerilerinin yanı sıra dikkat ve reaksiyon süresi bileşenlerinde de anlamlı düzeyde gelişim sağladığını göstermektedir.

Lin ve ark. (2020) KAHD BG ve otojenik antrenmanın kalp atım hızı değişkenliği parametreleri üzerine etkisini incelemişler. KAHD BG grubundaki katılımcılar solunum hızlarını kademeli olarak dakikada 12'den 8'e, daha sonra 6 nefes / dk'ya düşüren nefes eğitimi ile birlikte KAHD endeksleri hakkında geri bildirim almışlar. Otojenik antrenman grubundaki katılımcılar ise otojenik eğitim ve kalp atım hızı geri bildirim almışlar. Sonuçlar, KAHD BG grubunda uygulama sırasında ve sonrasında daha yüksek KAHD indeksleri ve daha düşük solunum oranları ortaya koymaktadır. KAHD BG protokolü solunum hızlarını düşürmüş ve baroreflex ile kardiyak çıkışları artırmıştır.

Sarwari ve ark. (2018), çalışmalarında, KAHD BG teknolojisinin üniversite öğrencileri arasında kalp uyumu düzeyinde uygulanması yoluyla öz düzenleme tekniğinin etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamışlar. Verileri toplamak için Quick Coherence Technique (QCT) ve HeartMath emWave cihazı ve yazılımı kullanılmış. KAHD güç spektrumuna göre, KAHD verileri olarak çok düşük frekans (VLF), düşük frekans (LF) ve yüksek frekans (HF) aralıklarını incelenmişler. Sonuçlara göre, KAHD BG teknolojisinin ve QCT'nin kullanılması, katılımcıların KAHD skorlarının seviyelerini ve kalp koheransını artırmaya yardımcı olmuştur. Sonuç olarak KAHD BG Teknolojisi bireyin kalp koheransını iyileştirmiştir.

Whited ve ark. (2014), Antrenmanın fizyolojik tonus ve stres yanıtları etkileyip etkilemediğini belirlemek için emWave kullanarak kalp atım hızı değişkenliği biyolojik geribildirim etkinliğini incelemişler. Çalışmaya 18-30 yaşlar arasındaki toplam 27 kişi katılmış ve BG grubu ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmışlar. BG grubu, 4-8 seans BG antrenmanı uygulamışlar ve tüm katılımcılara, akut stres faktörleri (mental test ve hand grip) uygulanarak BG öncesi ve BG sonrası değerlendirmeleri yapılmış. Fizyolojik veriler dinlenme, stres sırasında ve stres sonrası toplanmış. BG, KAHD' nin tonik ölçümlerinde veya stres sonrası KAHD' nin iyileşmesinde değişiklikler göstermemiş. Bununla birlikte, BG katılımcıları, BG antrenmanı sonrasında daha yüksek parasempatik cevaplar (yani, pNN50) sergilemiş. Genel olarak, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, emWave'in strese maruz kalma süresince KAHD' yi artırarak bazı tedavi etkileri olabileceğini düşündürmektedir.

Mevcut çalışmada deney grubunun KAHD BG sonrası son test Astrand dinlenme-toparlanma periyotları incelendiğinde solunum_{ort} değerlerinin anlamlı düşüş gösterdiği görülmektedir. Aynı zamanda KAHD değerlerinde de bir artış söz konusudur. Bu sonuç, rezonans frekansında ritmik bir uyarılma meydana gelmesinin yüksek KAHD yi ürettiği (Lagos ve ark., 2008) sonucunu desteklemektedir. Literatür, çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir.

Egzersiz sırasında KAHD endeksleri, meydana gelen otonom sistemdeki değişiklikleri yansıtarak egzersizle farklılaşmaktadır. Egzersiz yoğunluğu, KAHD' yi etkileyen birincil faktördür ve daha yüksek bir yoğunluk, egzersiz sırasında daha düşük bir KAHD ortaya

çıkartır ve yoğunluk arttıkça minimum değişiklik gözlenerek daha yavaş bir KAHD kazanımı ortaya çıkar (Michael ve ark., 2017). Ayrıca, egzersiz yoğunluğunun artması sempatik aktivasyonu artırır ve daha fazla kardiyak parasempatik yoksunluk ortaya çıkartır (Michael ve ark., 2017; Makivic ve ark., 2013).

Michael ve ark. (2016), çalışmalarında 3 farklı egzersiz yoğunluğundan sonraki hızlı toparlanmada kısa süreli kalp atım hızı değişkenliği farkını incelemişler. Uygulamada 12 erkek düşük (%40-45), orta (%75-80) ve yüksek (%90-95) egzersiz yoğunluklarında 8 dk süresince bisiklet sürmüşler. KAHD ölçümü, egzersiz esnasında ve egzersiz bitiminden sonraki 10 dk (oturur pozisyonda) ölçülmüştür. Çalışma sonucu gösteriyor ki, KAHD toparlanması düşük yoğunluklu egzersizlerden sonra daha çabuk olmaktadır. Daha yüksek yoğunluklarda toparlanma ertelenmiştir.

Esco ve ark. (2017) çalışmalarında koşu bandı (T) ve bisiklet (C) egzersizlerinde maksimum oksijen tüketim rezervinin% 65'inde (% 65 VO2R) yapılan egzersizin hemen ardından egzersiz sonrası kalp atım hızı değişkenliğini (KAHD) karşılaştırmışlar. Çalışmaya 25-35 yaş arında 14 sağlıklı erkek (sporcu olmayan) katılmış. Her katılımcı 10 dk'lık bir periyotta sırtüstü yatar pozisyondayken kalp atım hızı ve ritmi EKG ile analiz edilmiştir. Solunum oranının KAHD nin spektral ölçümlerini etkilediğini düşündükleri için EKG'den önce katılımcıların solunum oranı metronom kullanılarak dk'da 10-12 şeklinde düzenlenmişler. Kısa bir ısınma sonrasında katılımcılar bisiklet veya koşu bandı kullanarak 30 dk süreyle VO2R nin %65 inde performans göstermişler. KAHD değerlerinin hepsi T de 30 dk sonra bazal değerlerine dönmüştür. Sonuç olarak; VO2R'nin %65'i ile yapılan egzersizlerden sonra, sağlıklı erkeklerde C de egzersiz sonrası KAHD toparlanmasında T den daha büyük bir gecikme olmuştur.

Brown ve Brown (2006) çalışmalarında egzersiz sonrası kardiyak otonom düzenlemeyi incelemek için sporcularda yüksek yoğunluklu egzersizden önce ve sonra kalp atım hızı değişkenliği ölçümleri almışlar. 7 erkek ve 6 kadın, 4.5 mmol kan laktat konsantrasyonunu indükleyen bir yoğunlukta artımlı egzersiz yapmışlar. Egzersizden önce ve sonra 6 dakikalık bir EKG kaydı alınarak, zaman ve frekans alan kayıtları belirlenmiş. Egzersizden sonra daha düşük ortalama RR aralığı ve daha düşük SDNN

kaydedilmiş ve cinsiyete göre farklılık gözlenmemiş. Hem zaman hem de frekans alanlarında azalan kalp atım hızı değişkenliği, sporcularda egzersiz sonrası taşikardinin otonomik kontrolü sırasında artmış bir parasempatik geri çekilmeyi düşündürmüştür.

Çalışmalarda görüldüğü gibi, aerobik egzersiz sonrası otonom sinir sisteminden kaynaklanan sempatik sinir sistemi etkisiyle kardiyovasküler dengede bozulma meydana gelmekte ve bu etki egzersiz sonrası kısa sürede toparlanmayı geciktirmektedir. Mevcut çalışma, KAHD BG antrenmanlarının aerobik performanstan sonra KAHD parametrelerinden parasempatik sistem, sempatovagal dengenin etkinliği ifade eden parametrelerde ve solunumda (SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF, Power Spectrum ve Solunum_{ort}) gözle görülür bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, KAHD BG'nin aerobik egzersiz sonrası kardiyovasküler toparlanmayı olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

5.2. Anaerobik Egzersiz Sonrası Toparlanma KAHD Parametreleri ve KAHD BG'nin Toparlanmaya Etkisi

Anaerobik egzersiz için KAHD-solunum testleri 10 seanslık KAHD BG antrenmanı öncesinde (Ön test) ve sonrasında (Son test) uygulanan Wingate testinin dinlenme ve toparlanma süreçlerinde 5 dakikalık periyotlarda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya katılan grupların ön testte Wingate testinin dinlenme ve toparlanma periyodundan elde ettikleri KAHD-solunum değerleri incelendiğinde SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, VLF, LF, HF, LF/HF, Power Spectrum, HR_{ort}, Solunum_{ort} değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Deney ve kontrol grubu ön testte, KAHD parametreleri ve solunum değerleri açısından benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda KAHD BG için uygulanan solunum frekansı deney grubundaki katılımcıların rezonans frekansları bulunarak belirlenmiştir. Bilindiği gibi KAHD BG prosedürü kardiyovasküler sistemin rezonans özelliklerine dayanır ve her birey kendi rezonans frekansında tempolu solunumu kullanır. Bu prosedür, genellikle 0.1 Hz frekans ve büyük genlik etrafında yoğunlaşan güç spektral dağılımı ile fizyolojik olarak optimal KAHD modellerini elde etmek için yavaş karın solunumu içerir (Rosalba Courtney ve

ark. 2011). Böylece otonom fonksiyonlarda yüksek genlikli salınımlar meydana gelir (Lehrer ve ark., 2000; Lehrer ve ark., 2013).

KAHD BG sonrasında Wingate testinin son test dinlenme periyodunda Solunum_{ort} değerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenirken; KAHD parametrelerinde gruplar arasında benzerlik görülmektedir. Uygulanan KAHD BG antrenmanlarının dinlenik solunum_{ort} değerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Toparlanma periyodunda ise; HF değerinde gruplar arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir.

Kendi içlerinde yapılan karşılaştırmalarda ise kontrol grubunun dinlenme periyodundaki ön test-son test değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmezken; deney grubunun LF/HF değerlerinde anlamlı farklılık görülmüştür. Toparlanma periyodunda kontrol grubunun SDNN, HF, HR_{ort} değerlerinde anlamlı farklılık gözlenirken; diğer parametrelerde farklılık gözlenmemiştir. Çalışmamızda ön-son testte SDNN kontrol grubunun anlamlı çıkmasına rağmen deney grubunun ortalama değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. SDNN, KAHD nin değerlendirilmesi için güvenilir ve açıklayıcı bir ölçümdür (Schipke ve ark., 1999).

Toparlanma periyodunda deney grubunun değerleri incelendiğinde LF, HF, LF/HF, HR_{ort} değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. LF/HF oranı sempatik ve vagal aktivite hakkında bilgi verir. Ancak, Yıldız (2016) çalışmasında LF/HF oranının sadece sempatovagal denge göstergesi olarak değil, KAHD analizlerinde solunum durumunun göz önüne alınması gerektiğini ifade etmektedir. KAHD analizleri solunumla birlikte değerlendirilmez ise LF/HF oranı otonomik dengedeki değişimin bir göstergesi olmamaktadır.

KAHD BG sonrasında deney grubunda anaerobik performans sonrası HF bileşeninde anlamlı bir iyileşme görülmüştür. Solunumun KAHD'deki HF bileşeninin oluşmasına etki eden en önemli faktör olduğu bilinmektedir (Şengün ve İder, 2007). Dolayısıyla KAHD BG antrenmanları KAHD parametrelerinden HF'yi daha kısa sürede aktif hale getirerek kalp üzerinde parasempatik sistemin etkili olmasına sebep olmuştur.

Saboul ve ark. (2014)'nın çalışmalarının amacı, solunum frekansının kalp atım hızı değişkenliği ve özellikle sporculardaki LF/HF üzerindeki etkisini ölçmektir. On beş erkek sporcu, altı randomize solunum koşulu altında: spontan solunum frekansı (SSF) ve kontrollü solunum frekanslarında (KSF) (0.20; 0.175; 0.15; 0.125 ve 0.10 Hz) KAHD parametreleri ölçülmüş. Deneklerde birinci grubu, SBF <0.15 Hz (infSSF) olan sporcuları ve ikinci grubu ise SBF'si 0.15 Hz'den (supSBF) yüksek olan sporcular oluşturmuş. Yorgunluk ve antrenman yükü bir anket kullanılarak değerlendirilmiş. SSF sırasındaki LF / HF oranı infSBF'de supSBF'den daha yüksek olduğu gözlenmiştir (6.82 ± 4.55 'e karşı 0.72 ± 0.52 ; $p < 0.001$). Beş KBF için gruplar arasında hiçbir fark bulunmamış; ancak, LF/HF oranları 0.20; 0.175; 0.15 Hz ve 0.125; 0.10 Hz'deki seanslar arasında oldukça farklı olduğu gözlenmiş. 0,15 Hz'nin altındaki bir frekansta spontan nefes alan dayanıklılık eğitimi almış denekler, 0,15 Hz'den daha yüksek SSF'ye kıyasla çok daha büyük bir LF / HF oranı elde etmişler.

Lehrer ve ark. (2003), çalışmalarında sağlıklı yetişkinler arasında vagal barorefleks kazancını artırmak ve akciğer fonksiyonunu iyileştirmek için bir yöntem olarak KAHD BG değerlendirmişler. Bilişsel ve fizyolojik etkilerin değerlendirilebilmesi için 10 seanslık biyolojik geribildirim eğitimini kontrol grubu ile karşılaştırmışlar. Vagal barorefleks kazancında, BG dönemlerinde yavaş nefes alma ile ilişkili olarak düşük frekanslı ve toplam spektrumda kalp atım hızı değişkenliğinde akut artışlar meydana gelmiş. BG grubunda, solunum değişikliklerinden bağımsız olarak, bazal barorefleks kazancı da artmış ve bu grupta kardiyovasküler değişikliklerden bağımsız olarak pik ekspirasyon da akış artmıştır. KAHD BG, dinlenik barorefleks kazanımı ve pulmoner fonksiyon üzerinde güçlü ve uzun vadeli etkiler göstermiş. Ayrıca, bu çalışma barorefleksin nöroplastisitesini göstermektedir. Sonuç olarak, KAHD BG baroreflex kazancını ve pik ekspiratuar akışını artırmaktadır.

Schipke ve ark. (1999), çalışmalarında Güç spektrumunun (0,03 Hz) düşük frekans aralığının (LF) altında, LF (0,08, 0,10 ve 0,13 Hz) içinde, yüksek frekans aralığında (HF; 0,25 Hz) ve HF'nin (0,50 Hz) üstünde olmak üzere farklı solunum frekansı için kaydettikleri KAHD dataları üzerinde frekans ve zaman analizleri yapmışlar. Ortalama kalp atım hızında değişim gözlenmemesine karşın, zaman analiz parametrelerinden

SDNN'de %33, RMSSD'de %37, pNN50'de %75'e varan değişimler görmüşlerdir. Frekans analizinde ise, LF %72, HF %36, LF/HF %48 e varan farklılıklar görmüşler.

Yoga ve zen gibi bazı doğu disiplinleri Lehrer ve ark. (2000)'nın protokol tekniği ile karşılaştırılabilecek yavaş nefes alma tekniklerini içerir, ancak sporcular ve antrenörleri tarafından kolayca uygulanabilen yöntemlerden yoksundur. Ayrıca, bu teknikleri öğretenler genellikle bunları aynı şekilde açıklamazlar, bu da bunların uygulanabilirlik kapsamını standart bir şekilde sınırlar. Aksine, KAHD BG, basit, tekrarlanabilir ve standartlaştırılmış bir yöntem olma avantajına sahiptir. KAHD BG, denekler tarafından çabucak öğrenilmesi telefonlar, tabletler ve bilgisayarlar için taşınabilir cihazların ve uygulamaların teknolojik gelişimi sayesinde her yerde ve her zaman uygulanabilir (Morgan ve Mora, 2017).

Literatür incelendiğinde KAHD BG'nin KAHD parametreleri üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmektedir. Çalışmamız incelendiğinde düzenli olarak uygulanan KAHD BG antrenmanlarının egzersiz sonrasında KAHD toparlanmasını kısalttığı söylenebilir. Bu sonuç, KAHD BG prosedürünün yüksek KAHD modellerini ürettiği sonucunu desteklemektedir (Rosalba Courtney ve ark., 2011).

Literatür, egzersiz yoğunluğunun hem egzersiz hem de egzersiz sonrası toparlanma sırasında KAHD yanıtlarını belirleyen temel faktör olduğu belirtilmektedir (Michael ve ark., 2017; Makivic ve ark., 2013). Çalışmalarda yüksek yoğunluklu veya uzun süreli egzersizin gecikmiş KAHD toparlanmasını açığa çıkarttığı görülmektedir (Seiler ve ark., 2007; Kaikkonen ve ark., 2010). Barak ve ark. (2014), Wingate anaerobik test sonrasında toparlanma esnasındaki parasempatik reaktivasyonu araştırdıkları çalışmada, 30 saniyelik supramaximal efor sonucu kardiyovasküler dengenin bozulması, vagal tonun eksik bir restorasyonuna neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Aras ve Coşkun (2016) çalışmalarında, Wingate anaerobik testinin 162 m, 1015 m, 2146 m ve 3085 m rakımlarda kalp atım hızı değişkenliği (HRV) parametreleri üzerindeki etkilerini incelemişler. Fiziksel olarak aktif toplam 21 (10 erkek, 11 kız) yetişkin üniversite öğrencisi vücut kompozisyonları ölçüldükten sonra 2 gün arayla hipoksi maskesi kullanılarak wingate anaerobik testi gerçekleştirmişler. KAHD ölçümü wingate

testi öncesi ve sonrasında ölçülmüş. Bu işlem 162 m, 1015 m, 2146 m ve 3085 m rakımda rastgele uygulamışlar. Ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında tüm KAHD değerlerinin farklı olmasına rağmen, SDNN, SDSD, RMSSD, TP, HF, LF / HF, HF, HFnu, LF'nin hiçbirinde ve anaerobik güç seviyelerinde değişiklik gözlenmemiş. Çalışmanın mevcut bulgularına göre, 162 m, 1015 m, 2146 m ve 3085 m'de normobarik hipoksiye maruz kalmanın, KAHD ölçümü ve anaerobik performans kullanılarak belirlenen otonom sinir sistemi üzerinde ek bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlar.

Mendonca ve ark. (2010) Wingate anaerobik testinin egzersiz öncesi ve sonrasında kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkilerini cinsiyete göre incelemişler. Yaşları 20 ila 33 arasında değişen yirmi beş kişi (13 erkek ve 12 kadın), 30 saniyelik Wingate testi uygulamışlar. KAHD egzersizden önce ve egzersizden 5 dakika sonra, katılımcılar sırtüstü pozisyonda kayıt edilmiş. Dinlenme sırasında, kadınlar da daha düşük LF gücü ve daha yüksek HF gücü ve kadınların LF / HF oranı da erkeklerinkinden daha düşük olarak belirlenmiştir ($p<0.05$). Kadınlarda LF / HF oranında dinlenme toparlanma karşılaştırıldığında erkeklerden daha büyük bir değişiklik olmuştur. Bu çalışma, kadınların kardiyak otonomik fonksiyonunun, supramaksimal egzersizden erkeklere göre daha fazla etkilendiğini göstermiştir.

Stuckey ve ark. (2012), Otonom sinir aktivitesini, supramaksimal egzersizi takiben kalp hızı (HR), kan basıncı (BP), kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) ve barorefleks duyarlılığı (BRS) yoluyla değerlendirmişler. HR ve BP, tek (bir Wingate, 1W) ve çoklu sprint aralıklarını (serpiştirilmiş 4 Wingate) takiben egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 60 (R60) ve 120 dakikada (R120) sırtüstü ve ayakta durma durumlarında kaydedilmiş. Sırt üstü pozisyonda toparlanmada LF bileşeni artmış ve sırtüstü LF/HF, egzersiz öncesi değerlerine (6.8 ± 2.4) kıyasla R60'ta (4.6 ± 1.4) yalnızca 4W'den sonra daha yüksek çıkmıştır. Otonom dengenin her iki egzersiz türünün ardından daha fazla sempatik ve daha az parasempatik aktivasyona kaydığı, (b) supramaksimal egzersizi takiben toparlanmanın 1 saatten uzun sürdüğü ve (c) 4W'den sonra 1W'den daha uzun süren bir toparlanma olduğu sonucuna ulaşmışlar.

Daniłowicz-Szymanowicz ve ark. (2010)'nın birbirini izleyen günlerde yapılan anaerobik ve aerobik testlerin otonom sinir sistemi aktivitesi üzerindeki etkisini

değerlendikleri çalışma sonuçları anaerobik ve aerobik egzersiz testlerinin, sağlıklı genç sporcularda OSS parasempatik aktivitede azalmaya ve sempatik aktivitede artışını göstermektedir. Bu değişikliklerin efor sarf edildikten sonra en az bir saat devam ettiğini ve başlangıç değerlerine dönüş, testlerden sonraki gün gözlenmiştir.

Ayrıca literatürde, aktif olarak spor yapmanın KAHD'yi olumlu yönde etkilediği ve aerobik egzersizden sonra kalp atım hızı toparlanmasının olumlu yönde etkilemesinin dinlenik parasempatik aktiviteyle ilişkili olduğunu belirten çalışmalar da vardır (Kayacan, 2009; Danieli ve ark., 2014). Anaerobik performans sonrasında kontrol grubunda da bazı KAHD parametrelerinde iyileşmeler olmasının katılımcıların düzenli olarak antrenman yapmalarının bir sonucu olduğu söylenebilir. Ayrıca, deney grubu ile karşılaştırıldığında daha az KAHD parametresinde ve daha az bir oranda artış olduğu görülmektedir. Bu sonuç, KAHD BG antrenmanlarının etkililiğini göstermektedir.

Çalışmalarda görüldüğü gibi, anaerobik egzersiz sonrası otonom sinir sisteminden kaynaklanan sempatik sinir sistemi etkisiyle kardiyovasküler dengede bozulma meydana gelmekte ve bu etki egzersiz sonrası kısa sürede toparlanmayı özellikle maksimal egzersizlerden sonra geciktirmektedir. Mevcut çalışma, KAHD BG antrenmanlarının anaerobik performanstan sonra KAHD parametrelerinden parasempatik sistemin ve sempatovagal dengenin etkinliği ifade eden parametrelerde (LF, HF, LF/HF) gözle görülür bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, KAHD BG'nin anaerobik egzersiz sonrası kardiyovasküler toparlanmayı olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Dayanıklılık sporcularında KAHD BG antrenmanlarının KAHD parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacı ile yapılan bu çalışmanın sonuçları, çalışmanın başlangıcında oluşturulan denenceler cevaplanmak koşulu ile verilmiştir.

Deney ve kontrol grubunun KAHD BG antrenmanı öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen bilişsel kaygı, somatik kaygı ve kendine güven değerleri ön testle karşılaştırıldığında benzerdir.

Wingate testi ön-son test karşılaştırıldığında deney ve kontrol grubunun değerleri farklılaşmamıştır.

Astrand Rhying testi ön-son test karşılaştırıldığında deney ve kontrol grubunun değerleri farklılaşmamıştır.

Anaerobik performansta KAHD BG sonrasında deney grubunun dinlenme periyodunda KAHD parametrelerinden LF/HF ortalama değerlerinin, ön test ve son test sonuçlarına göre, istatistiksel olarak anlamlı şekilde iyileştiği görülmüştür.

Anaerobik performansta deney grubunun toparlanma periyodunda KAHD parametrelerinden LF, HF, LF/HF ve HR_{ort} değerlerinin, ön test ve son test sonuçlarına göre, istatistiksel olarak anlamlı şekilde iyileştiği görülmüştür. Kontrol grubunda ise SDNN, HF ve HR_{ort} değerlerinde istatistiksel olarak iyileşme görülmüştür. Deney grubunda SDNN değerinde bir anlamlılık olmamasına rağmen ortalamalar karşılaştırıldığında deney grubunun ortalama değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Aerobik performans da deney grubunun dinlenme periyodunda KAHD parametrelerinden HF ve solunum_{ort} değerlerinin, ön test ve son test sonuçlarına göre, istatistiksel olarak anlamlı şekilde iyileştiği görölmüştür.

Aerobik performans da deney grubunun toparlanma periyodunda SDNN, NN50, PNN50, RMSSD, LF, HF, Power Spectrum ve Solunum_{ort} değerlerinin, ön test ve son test sonuçlarına göre, istatistiksel olarak anlamlı şekilde iyileştiği görölmüştür.

Çalışmamızda uygulanan KAHD BG antrenmanının dayanıklılık sporcularının aerobik ve anaerobik performans sonrasındaki toparlanma sürecinde bazı KAHD parametrelerini geliştirdiği ortaya konmuştur. Bu sonuç, KAHD BG uygulayan sporcuların özellikle aerobik egzersiz sonrası kardiyovasküler toparlanmalarının daha hızlı olduğunu göstermektedir. Bu bilgiler göz önüne alındığında, antrenörlerin KAHD BG antrenmanlarını sporculara uygulamaları, sporcuların egzersiz sonrası toparlanma süreçlerini hızlandırmalarına katkı sağlayacaktır. Son teknolojik gelişmeler ışığında fizyolojik stres göstergeleriyle ilişkili olarak stres yönetimi müdahalelerine KAHD BG eklemek umut verici görünmektedir.

6.2. Öneriler

Gelecek çalışmalarda;

- Elit düzeydeki sporcularla bu çalışmanın yürütölmesi,
- Cinsiyete bağlı farklılığın olup olmadığının gözlenmesi,
- Farklı spor branşlarının değerlendirmelerin yapılması,
- Sedanter ve sporcuların gelişimleri arasında fark olup olmadığının araştırılması,
- Fiziksel olarak aktif bireylerin ve sporcuların gelişimleri arasında fark olup olmadığının araştırılması ve bu sonuçların incelenmesinin, spor bilimlerine katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. Med Bio Eng Comput. 2006;44:1031–1051.

Alemdaroğlu U, Koz M. Egzersiz sonrası toparlanma; Toparlanma çeşitleri ve yöntemleri. Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri. 2011;3(1).

Algaflı AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. Br J Sports Med. 2007;41: 365–369.

Apaydın A.H, Yıldız Y. Sporcularda karbonhidrat tüketimi nasıl olmalı? Türkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics. 2016;2(3):1-7

Astrand PO, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rates during submaximal work. Journal of Applied Physiology. 1954;7: 218-221.

Aras D, Coşkun B. The changes on the hrv after a wingate anaerobic test in different simulated altitudes in healthy, physically-active adults. Acta Medica Mediterranea. 2016; 32.

Aras D, Karakoc B, Koz M. Egzersiz yapan kişilerde 1 saatlik koşu sonrasında khd'deki 48 saatlik değişimin incelenmesi. Spormetre. 2014;12: 35-42

Aras D, Akça F, Akalan C. 50 metre sprint yüzmenin 13-14 yaşlarındaki erkek yüzücülerde kalp hızı değişkenliğine etkisi. Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi. 2013; X1 (1) 13-18

Aydoğan O, Güney K, Öter A. Kalp atım hızı değişiminin belirlenmesi. International Symposium on Advanced Engineering Technologies ISADET 2019. <https://www.researchgate.net/publication/332819297>

Barak OF, Jakovljevic DG, Gacesa JZP, Ovcin ZB, Brodie DA, Grujic NG. Heart rate variability before and after cycle exercise in relation to different body positions. *Journal of sports science & medicine*. 2010;9(2), 176.

Barak OF, Klasnja A, Popadic G, Jelena, Grujic NG. Gender differences in parasympathetic reactivation during recovery from Wingate anaerobic test. *Periodicum biologorum*. 2014;116(1), 53-58.

Bartels-Ferreira R, de Sousa ÉD, Trevizani GA, Silva LP, Nakamura FY, Forjaz CL, Peçanha T. Can a first-order exponential decay model fit heart rate recovery after resistance exercise? *Clinical physiology and functional imaging*. 2015;35(2), 98-103.

Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, Van Loon LJ. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2010;20(6), 515-532.

Bencke J, Damsgaard R, Sækmose A, Jørgensen P, Jørgensen K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012;12(3), 171-178.

Billman GE. Heart rate variability—a historical perspective. *Frontiers in physiology*. 2011;2, 86.

Bishop SA, Dech RT, Guzik P, Neary JP. Heart rate variability and implication for sport concussion. *Clinical physiology and functional imaging*. 2018;38(5), 733-742.

Blumenstein B, Orbach I. Biofeedback for sport and performance enhancement. *Oxford Handbooks Online*. 2014. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199935291.013.001

Blumenstein B, Hung ET. Biofeedback in sport. In: Schinke, Robert J, Kerry R. McGannon, and Brett Smith, eds. *Routledge international handbook of sport psychology*. Routledge, 2016, 429-439, Chapter:42

Bompa, TO, Pasquale DM, Cornacchia JL. Nitelikli Kuvvet Antrenmanı. Çeviren:T. Bağırhan. Ankara: Bağırhan yayınevi. (2017).

Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1982; 14:377-381.

Borg, G. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human kinetics*. 1998

Brown SJ, Brown JA. Resting and postexercise cardiac autonomic control in trained masters athletes. *The Journal of Physiological Sciences*. 2007;57(1), 23-29.

Cacioppo JT, Louis G. Tassinari, Gary GB. "Psychophysiological science." *Handbook of psychophysiology*. 2000; p: 3-23.

Cacioppo JT, Tassinari LG, Berntson GG. Psychophysiological science: Interdisciplinary approaches to classic questions about the mind. *Handbook of psychophysiology*. 2007; 3, p:1-16.

Carlstedt RA. Evidence-based applied sport psychology: a practitioner's manual. Springer Publishing Company. 2012; p:265- 266

Castaneda D, Esparza A, Ghamari M, Soltanpur C, Nazeran H. A review on wearable photoplethysmography sensors and their potential future applications in health care. *International journal of biosensors & bioelectronics*.2018; 4(4), 195.

Cooke A, Ring C. Psychophysiology of sport, exercise, and performance: Past, present, and future. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. 2019; 8(1), 1-6. [1].

Coote JH. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Experimental physiology*. 2010; 95(3), 431-440.

Cygankiewicz I, Zareba W. Heart rate variability. In *Handbook of clinical neurology*. Elsevier. 2013;Vol. 117, p: 379-393

Danieli A, Lusa L, Potočnik N, Meglič B, Grad A, Bajrović FF. Resting heart rate variability and heart rate recovery after submaximal exercise. *Clinical Autonomic Research*. 2014; 24(2), 53-61.

Daniłowicz-Szymanowicz L, Raczak G, Szwoch M, Ratkowski W, Toruński AB. The effect of anaerobic and aerobic tests on autonomic nervous system activity in healthy young athletes. *Biol. Sport*. 2010; 27, 65-69.

Dong JG. The role of heart rate variability in sports physiology. *Experimental and therapeutic medicine*. 2016;11(5), 1531-1536.

Dziembowska I, Izdebski P, Rasmus A, Brudny J, Grzelczak M, Cysewski P. Effects of heart rate variability biofeedback on EEG alpha asymmetry and anxiety symptoms in male athletes: A pilot study. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2016; 41(2), 141-150.

Esco MR, Flatt AA, Williford HN. Postexercise heart rate variability following treadmill and cycle exercise: a comparison study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2017; 37(3), 322-327.

Eckberg DL. Topical Review: The human respiratory gate. *The Journal of Physiology*. 2003;548(2), 339-352.

Ek RO, Dişçigil G, Başak O, Kaplan H, Çeçen S, Bozkaya A. Kan basıncı ölçüm aletlerimiz ne kadar doğru ölçüyor: kurumsal sürekli bakım programı. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 2006; 7(3) : 19 - 23

Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu AM, Ülkar B, Hazır T. Egzersiz fizyolojisi ders kitabı. Nobel akademik yayıncılık. Ankara; 2011.

Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF. Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2006;48:342-62.

Goessl VC, Curtiss JE, Hofmann. The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: a meta-analysis. *Psychological medicine*. 2017;47(15), 2578-2586.

Göçmen R. Kalp atım hızı değişkenliği geribildirim antrenmanının erkek basketbolcularda temel beceriler ve bilişsel özellikler üzerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Antalya. 2018

Grove JR, Eklund RC. Exercise and anxiety. In L. LeMura & S. von Duvillard (Eds.), *Clinical exercise physiology: Application and physiological principles*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2004, p: 605-615.

Guyton, AC. Hall JE. *Textbook of medical physiology*. Philadelphia: Saunders. 1986, p:104, Vol. 548.

Hall JE. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences, 2010.

Halsen SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine*. 2014; 44(2), 139-147.

Hassett AL, Radvanski DC, Vaschillo EG, Vaschillo B, Sigal LH, Karavidas MK. Lehrer PM. A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2007; 32(1), 1-10.

Hawley JA, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SC. Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance, *Journal of Sports Sciences*. 1997;15:3, 325-333.

Hazır T, Gül Ş. Yüksek şiddetli egzersiz sonrasında pasif, kor egzersizleri ile kombine pasif ve aktif toparlanmanın kandan laktik asit eliminasyonu üzerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*. 2015; 26(4), 165-176.

Hoshi RA, Vanderlei LCM, Godoy MF, Bastos FDN, Netto JJ, Pastre CM. Temporal sequence of recovery-related events following maximal exercise assessed by heart rate variability and blood lactate concentration. *Clinical physiology and functional imaging*. 2017;37(5), 536-543.

Javorka M, Zila I, Balharek T, Javorka K. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2002;35(8), 991-1000.

Jones PP, Christou DD, Jordan J, Seals DR. Baroreflex buffering is reduced with age in healthy men. *Circulation*. 2003;107(13), 1770-1774.

Jonathan M, Euan AA. perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. *Chest*. 1997;111:787-795.

Johnson CM, Larson HA, Conn SR, Estes LA, Ghibellini AB. The impact of relaxation techniques on third grade students' self-perceived levels of test anxiety. In Paper based on a program presented at the American Counseling Association Annual Conference and Exposition, Charlotte, NC. 2009

Kaikkonen P, Nummela A, Rusko R. Heart rate variability dynamics during early recovery after different endurance exercises. *Eur J Appl Physiol*. 2007;102:79–86

Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Can HRV be used to evaluate training load in constant load exercises? *European journal of applied physiology*. 2010;108(3), 435-442.

Kara E, Ünver G. Masaj ve toparlanmaya etkileri. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*. 2019;4(1), 28-49.

Karim N, Hasan JA, Ali SS. Heart rate variability-a review. *Journal of Basic & Applied Sciences*. 2011;7(1).

Kayacan Y. Profesyonel erkek hentbolcularda ekg bulguları ve kalp hızı değişkenliği. *Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2009, Kars

Khazan IZ. The clinical handbook of biofeedback: A step-by-step guide for training and practice with mindfulness. John Wiley & Sons, 2013.

Koruç Z. CSAI-2'nin Türkiye Uyarlaması, ön çalışma I. V. Spor Bilimleri Kongresi. Hacettepe Üniversitesi. 1998.

Kuusela T. Methodological aspects of heart rate variability analysis. In: Kamath, M. V, Watanabe, M & Upton, A, Eds. Heart rate variability (HRV) signal analysis: clinical applications. CRC Press. 2012, p:11-21

Lagos L, Vaschillo E, Vaschillo B, Lehrer P, Bates M, Pandina R. Heart rate variability biofeedback as a strategy for dealing with competitive anxiety: A case study. Biofeedback. 2008;36(3), 109.

Lagos L, Vaschillo E, Vaschillo B, Lehrer P, Bates M, Pandina R. Virtual reality–assisted heart rate variability biofeedback as a strategy to improve golf performance: a case study. Biofeedback. 2011;39(1), 15-20.

Lehrer PM, Vaschillo E, Vaschillo B. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: Rationale and manual for training. Applied psychophysiology and biofeedback. 2000;25.3, p:177-191.

Lehrer PM, Vaschillo E, Vaschillo B, Lu SE, Eckberg DL, Edelberg R, Hamer RM. Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. Psychosomatic medicine. 2003;65(5), 796-805.

Lehrer P, Vaschillo B, Zucker T, Graves J, Katsamanis M, Aviles M, Wamboldt F. Protocol for heart rate variability biofeedback training. Biofeedback. 2013; 41(3), 98-109.

Lehrer PM, Gevirtz R. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? Frontiers in psychology. 2014; 5, 756.

Liman ŞT, Topçu S. Diyafram Ruptürleri. Ttd Toraks Cerrahisi Bülteni. 2010, Cilt: 1 Sayı: 1, 87-95

Lin IM, Wang SY, Fan SY, Peper E, Chen SP, Huang CY. A single session of heart rate variability biofeedback produced greater increases in heart rate variability than autogenic training. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2020; 1-8.

Liu H, Allen J, Zheng D, Chen F. Recent development of respiratory rate measurement technologies. *Physiological measurement*. 2019; 40(7), 07TR01.

Makivić B, Nikić Djordjević M, Willis MS. Heart Rate Variability (HRV) as a tool for diagnostic and monitoring performance in sport and physical activities. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2013;16(3).

Malik M. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 1996;1(2), 151-181.

Martens R, Burton D, Vealey R S. The Competitive State Anxiety Inventory- 2 (CSAI-2). In *Competitive State Anxiety in Sport*. Champaign IL: Human Kinetics Publishers. 1990; 117-190.

McCraty R, Atkinson M, Tomasino D, Bradley RT. The coherent heart heart-brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system-wide order. *integral review: A Transdisciplinary & Transcultural Journal for New Thought, Research, & Praxis*. 2009;5(2).

Michael S, Jay M, Halaki M, Graham K, Davis GM. Submaximal Exercise Intensity Modulates Acute Post-exercise Heart Rate Recovery. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116:697-706.

Mendonca GV, Heffernan KS, Rossow L, Guerra M, Pereira FD, Fernhall B. Sex differences in linear and nonlinear heart rate variability during early recovery from supramaximal exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2010;35(S1), 439-446.

Michael S, Graham KS, Davis GM. Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals—a review. *Frontiers in physiology*. 2017;8, 301.

Morales J, Alamo JM, Garcia-Masso X, Busca B, Lopez JL, Serra-Ano P, Gonzalez LM. Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014; 28(7), p:1896-1905

Morgan, SJ, Mora JAM. Effect of heart rate variability biofeedback on sport performance, a systematic review. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2017;42(3), 235-245.

Moss D. Heart rate variability and biofeedback. *Psychophysiology Today: The Magazine for Mind-Body Medicine*. 2004;1, 4-11.

Nederend I, Jongbloed MR, De Geus EJ, Blom NA, Ten Harkel AD. Postnatal cardiac autonomic nervous control in pediatric congenital heart disease. *Journal of cardiovascular development and disease*. 2016; 3(2), 16.

Nunan D, Sandercock GR, Brodie DA. A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. *Pacing and clinical electrophysiology*. 2010;33(11), 1407-1417.

Paul M, Garg K. The effect of heart rate variability biofeedback on performance psychology of basketball players. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2012;37(2), 131-144.

Paul M, Garg K, Sandhu JS. Role of biofeedback in optimizing psychomotor performance in sports. *Asian journal of sports medicine*. 2012;3(1), 29.

Pecanha T, Paula-Ribeiro MD, Nasario-Junior O, Lima JRPD. Post-exercise heart rate variability recovery: a time-frequency analysis. *Acta Cardiologica*. 2013;68(6), 607-613.

Pehlivan F. *Biyofizik*. Pelikan Yayıncılık Limited Şti, 2015, s: 267-271

Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, Enjolras F, Antoniadis A, Minini P, Barthelemy JC. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000;32(10), 1729-1736.

Plans D, Morelli D, Sütterlin S, Ollis L, Derbyshire G, Cropley M. Use of a Biofeedback Breathing App to Augment Poststress Physiological Recovery: Randomized Pilot Study. *JMIR formative research*. 2019;3(1), e12227.

Pusenjak N, Grad A, Tusak M, Leskovsek M, Schwarzlin R. Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes' sport performance? A practitioner's perspective. *The Physician and sportsmedicine*. 2015; 43(3), 287-299.

Pyne DB, Martin DT. Fatigue-Insights from individual and team sports. In: Marino FE, editor. *Regulation of fatigue in exercise*. New York: Nova Science; 2011, p: 177–85.

Rawal K, Sethi G, Saini BS, Saini I. HRV: A powerful tool in medical diagnosis. In *Global Developments in Healthcare and Medical Tourism*. 2020; p:236-264).

Roberto C, Giuseppe DÌ, Attilio C. Heart rate variability: An overview and a few immediate/short-term assessments. *Heart and Mind*. 2018;2(4), 111.

Rosalba Courtney ND, Marc Cohen MBBS, Jan van Dixhoorn MD. Relationship between dysfunctional breathing patterns and ability to achieve target heart rate variability with features of " coherence" during biofeedback. *Alternative therapies in health and medicine*. 2011;17(3), 38.

Routledge FS, Campbell TS, McFetridge-Durdle JA, Bacon SL. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. *Canadian Journal of Cardiology*. 2010;26(6), 303-312.

Sammito S, Thielmann B, Seibt R, Klussmann A, Weippert M, Böckelmann I. Guideline for the application of heart rate and heart rate variability in occupational medicine and occupational science. *ASU Int*. 2015.

Saboul D, Pialoux V, Hautier C. The breathing effect of the LF/HF ratio in the heart rate variability measurements of athletes. *European journal of sport science*. 2014;14(sup1), S282-S288.

Sarwari AQ, Wahab MN. The effectiveness of the quick coherence technique using heart rate variability-biofeedback technology on the recovery of heart coherence among university students. *Pertanika Journal of Science & Technology*. 2018;26(3).

Schipke JD, Pelzer M and Arnold G. Effect of respiration rate on short-term heart rate variability. *J Clin Basic Cardiol*. 1999;2: 92-4

Schwartz MS, Andrasik F. (Eds.). *Biofeedback: A practitioner's guide*. Guilford Publications. 2017.

Seiler S, Haugen O, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Med Science Sports Exerc*. 2007; 39: 1366–1373.

Serafi AS. Heart rate variability (HRV) analysis and clinical significance. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2018;15(2), 193-199.

Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate variability Metrics and Norms. September. 2017;5,258

Shakerian S, Korandi H, Habibi A. Comparison of active recovery and whole body vibration combined with active recovery effects on blood lactate after exhaustive activity. *Annals of Biological Research*. 2012;3(8), 3945-3948.

Sleight P. The importance of the autonomic nervous system in health and disease. *Australian and New Zealand journal of medicine*. 1997;27(4), 467-473.

Smith LL, Keating MN, Holbert D. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: a preliminary report. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;19:93–99

Smith S, Hunfalvay M, Herzog T, Beauchamp P. Applied psychophysiology: using biofeedback, neurofeedback and visual feedback, In Taylor, J. (Eds) Assessment in applied sport psychology. Human Kinetics. 2017; p:127-147

Strack BW. Effect of heart rate variability (HRV) biofeedback on batting performance in baseball. Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering. 2003;64, 1540.

Stuckey MI, Tordi N, Mourot L, Gurr LJ, Rakobowchuk M, Millar PJ, Kamath MV. Autonomic recovery following sprint interval exercise. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2012; 22(6), 756-763.

Şahin BF. Farklı toparlanma türlerinin kas hasarı ve sitokin salınımı üzerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya. 2018

Tomak Ö. Derin Öğrenme Algoritmalarının Ekg Aritmilerinin Sınıflandırılmasında Değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Yayınlanmamış Doktor Tezi. Trabzon. 2018

Uysal F, Tokmakçı M. Kalp Hızı Değişkenliği Ölçümlerine Dayalı Stres Parametrelerinin Değerlendirilmesi. 2016

Vaschillo EG, Lehrer PM, Rishe N, Konstantinov M. Heart rate variability biofeedback as a method for assessing baroreflex function: A preliminary study of resonance in the cardiovascular system. Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2002;27, 1–27.

Vitasari P, Wahab MNA, Herawan T, Sinnadurai SK. Psychophysiological treatment in reduced anxiety with biofeedback training for university students. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2011;30, 629-633.

Whited A, Larkin KT, Whited M. Effectiveness of emWave biofeedback in improving heart rate variability reactivity to and recovery from stress. Applied psychophysiology and biofeedback. 2014;39(2), 75-88.

West K. Biofeedback. Grey Matter. Chelsea House Publishers. An imprint of infobase publishing. 2007;7-22

Yalçiner M. Antrenman ve yarışma sonrası toparlanma. Beden Eğitimi ve Spor Araştırmaları Dergisi. 1997;7(19), 11-14.

Yıldız SA. Aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamı nedir. Solunum dergisi. 2012;14(1), 1-8.



EKLER

Spor Yapma Düzeyi Belirleme Anketi

A. Genel Bilgiler

Adınız ve Soyadınız:.....

Cinsiyet: (E) / (K)

Doğum Tarihiniz (Gün/Ay/Yıl):..... / / 19....

Spor Başlama Yılı:.....

Eğitim Durumu:

B. Bu bölümdeki sorular geçmişte yaptığınız ya da şu anda yapmaktadığınız spor aktiviteleri ile ilgilidir.

1. Aktif olarak spor yapma yılınız.
a) 3 yıl ve daha az b)4-5 yıl c)6-7 yıl
d)8-9 yıl e)10 yıl ve daha fazla
2. En büyük başarıyı elde ettiğiniz seviye
a) Türkiye Şampiyonası (1.Lig) b) Doğu-Batı Türkiye Şampiyonası
c) Bölgesel Yarışmalar d) Yerel Yarışmalar
3. Elde ettiğiniz en büyük başarıdaki sıralamanız.
a)Birinci b)İkinci c)Üçüncü
d)Dördüncü e)Beşincilik ve yukarısı
4. Bu başarıyı kaç kez elde ettiniz.
a) 1 b)2 c)3 d)4 e)5 ve daha fazla
5. Büyük şampiyonaların ya da müsabakaların hazırlık döneminde haftada yaptığınız antrenman sayısı (gün olarak)
a) 3 gün veya daha az b) 4 gün c) 5 gün d) 6 gün e) 7 gün
6. Büyük şampiyonaların ya da müsabakaların hazırlık döneminde haftada yaptığınız antrenman sayısı (saat olarak)
a) 6 saat veya daha az b) 7-10 saat c) 11-14 saat
d) 15-18 saat e) 19 saat veya daha fazla

İLLİNOİS KENDİNİ DEĞERLENDİRME ENYANTERİ (CSAI-2)

Doğum Tarihi (Gün/Ay/Yıl):

Aktif Spora Başlama Yılı:

Aşağıda sporcuların yarışmalardan önce duygularının tanımlamalarını amacı ile kullandıkları bir dizi ifade sıralanmıştır. Her bir cümleyi dikkatli şekilde okuyunuz ve şimdi şu anda kendinizi nasıl hissettiğinizi belirten numarayı cümlemin sağ tarafında verilen işaretleyiniz. Doğru ya da yanlış yanıt yoktur. Hiçbir ifade üzerinde çok fazla zaman harcamadan, şu andaki duygularınızı tanımlayan cevabı işaretleyiniz.

	Hiçbir Zaman	Bazen	Sıkça	Daima
1. Bu müsabaka benim için önemlidir.				
2. Kendimi sinirli hissediyorum.				
3. İçim rahat.				
4. Müsabakaya ilişkin tereddütlerim var.				
5. Kendimi tedirgin hissediyorum.				
6. Kendimi rahat hissediyorum.				
7. Bu müsabakada yapacağımdan daha azını yapacaktım gibi geliyor.				
8. Vücudumun gergin olduğunu hissediyorum.				
9. Kendime güveniyorum.				
10. Kaybetmek beni rahatsız ediyor.				
11. Midemde kasılma hissediyorum.				
12. Kendimi güvende hissediyorum.				
13. Baskı altında nefes almakta zorlanıyorum.				
14. Vücudumun gevşediğim hissediyorum.				
15. Yapabileceğimden eminim.				
16. Düşük performans göstereceğim endişesine sahibim.				
17. Kalbim çok hızlı atıyor.				
18. İyi performans göstereceğimden eminim				
19. Hedefime ulaşamayacağım endişesi taşıyorum				
20. Midemde rahatsızlık hissediyorum.				
21. Zihinsel olarak kendimi rahatlamış hissediyorum.				
22. Performansımın başkalarında düş kırıklığı yaratacağı endişesi taşıyorum.				
23. Ellerim soğuk soğuk terliyor				
24. Kendime güveniyorum. Çünkü zihnimde hedefime ulaşacağımı canlandırıyorum				
25. Yoğunlaşamayacağım endişesine sahibim.				
26. Vücudumda gerginlik hissediyorum				
27. Müsabaka stresinin üstesinden geleceğimden eminim.				

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Esin	Uyruğu	T.C.
Soyadı	KAPLAN	Tel no	0541 963 01 85
Doğum tarihi	01.11.1985	e-posta	esinkaplan2@gmail.com

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lisans	Akdeniz Üniversitesi / Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	2009
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü	2014
Doktora	Akdeniz Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü	

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Öğretim Görevlisi	Yozgat Bozok Üniversitesi / Spor Bilimleri Fakültesi	2018 /.....

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
YÖKDİL	İngilizce	87.50

Yayınlar ve Bildiriler:

A. Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

1. Işın Ali, Kaplan Esin, Gündoğdu Aliye, Merdan Özer, Sadi Merve, Özdoğan Çetin Emel (2020). Rezidüel Kuvvet Gelişimi Üzerine Etki Eden Faktörler. Türkiye klinikleri J Sports Sci. 2020;12(2):222-32
2. Caz Çağdaş, İmamalı Hülya, Kaplan Esin, Özçelik Arda (2019). Üniversite Öğrencilerinin Beden Eğitimi Ve Oyun Öğretimi Dersi Hakkındaki Genel

Görüşleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi, 21(1), 19-29.

3. Kaplan Esin, Certel Zehra (2018). Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Öğrencilerinin Akademik Öz-Düzenlemelerinin İncelenmesi. Mediterranean Journal Of Humanities, 8(1), 237-246., Doi: 10.13114/Mjh.2018.394
4. Aktop A., Göçmen R., Çetin E., Kaplan E. (2018) An Examination Of The Relationship Between Basketball Free-Throw Performance And Cognitive Performance. The European Proceedings Of Social & Behavioural Sciences. [Http://Dx.Doi.Org/10.15405/Epsbs.2018.06.02.10](http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2018.06.02.10)
5. Aktop A., Özçelik M., Kaplan E., Seferoğlu F. (2015) An Examination Of Assertiveness And Aggression Level Of Amateur Soccer Players In Different Age Groups. Procedia - Social And Behavioral Sciences 174 (2015) 1928 – 1932

B. Ulusal-Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler :

- 1- Kaplan Esin, Aktop Abdurrahman, Göçmen Recep, Bulduk Ali (2018). Üniversite Öğrencilerinde Dikkat, Konsantrasyon Özellikleri Ve Akademik Başarı İlişkisinin Cinsiyet Farklılığı İle İncelenmesi. International Exercise And Sport Congress (Özet Bildiri/Poster)
- 2- Nalbant Mert, Aktop Abdurrahman, Kaplan Esin, Gençtürk Buğra (2018). Elit Trap Atıcılarının Atış Öncesi Dikkat Ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Açısından İncelenmesi. International Exercise And Sport Psychology Congress (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
- 3- Göçmen Recep, Aktop Abdurrahman, Merdan Özer, Kaplan Esin (2018). Anaerobik Yorgunluğun El-Göz Koordinasyonu Ve Reaksiyon Süresi Üzerine Etkisi. International Exercise And Sport Congress (Özet Bildiri/Poster Sunum)

- 4- Kaplan Esin, Certel Zehra (2017). Beden Eğitimi Ve Spor Öğretmenliği Öğrencilerinin Öz-Düzenlemelerinin İncelenmesi. Uluslararası 9. Beden Eğitimi Ve Spor Öğretmenliği Kongresi (Özet Bildiri/Poster Sunum)
- 5- Kaplan Esin, Certel Zehra, Bahadır Ziya (2013). Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Öğrencilerinin Öğrenme Yaklaşımları ve Akademik Öz Yeterliliklerinin Araştırılması. International Conference on New Horizons in Education. (Özet Bildiri/Poster Sunum)
- 6- Esin Yılmaz, Abdurrahman Aktop (2007) Biyolojik Geri Bildirimle Zihinsel Antrenman Yöntemlerinin Konsantrasyon Üzerine Etkilerinin İncelenmesi 2. Akdeniz Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi (Özet Bildiri / Poster Sunum)