



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜKETİCİ DAYANIKLILIK YARIŞININ SPORCULARIN
UYKU DÖNGÜSÜ VE KAN DOLAŞIM RİTİMLERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

ASUMAN ÇEVİK
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
PROF. DR. HASAN BİROL ÇOTUK
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI
SPOR SAĞLIK BİLİMLERİ

İSTANBUL- 2023



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜKETİCİ DAYANIKLILIK YARIŞININ SPORCULARIN
UYKU DÖNGÜSÜ VE KAN DOLAŞIM RİTİMLERİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

ASUMAN ÇEVİK
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
PROF. DR. HASAN BİROL ÇOTUK
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI
SPOR SAĞLIK BİLİMLERİ

İSTANBUL- 2023

BEYAN

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

ASUMAN ÇEVİK

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca beni çeşitli zorlukların içine atan ve sonrasında boğulmaya yakın çıkmam için el uzatan, akademik gelişimimin mimarı danışman hocam Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK'a, lisans eğitimimden bu yana her daim desteğini hissettiren kıymetli hocam Doç. Dr. Adil Deniz DURU'ya, eğitimim boyunca dışarıdan öğrenci olarak beni derslerine kabul eden, sohbetleriyle kıymetli vaktine beni ortak eden Prof. Dr. Haldun AKPINAR'a, süreç boyunca mekanik ve ruhani bir elin hep yanımda olduğunu hissettiren, yaratıcı çözümleri ile süreci kolaylaştıran değerli çalışma ve laboratuvar arkadaşlarım Muhammed Talha ÜZÜMCÜ ve Zeynep ÜZÜMCÜ'ye, olumsuzluğu motivasyon kaynağına dönüştüren arkadaşlarım İrem BULUT ve Enes ÜRKMEZ'e ve kalkıştığım her işte yılmadan arkamda durma gücü gösterdikleri, o gücü bana aşıladıkları için annem Elmas ÇEVİK ve teyzem Songül SARI'ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

ASUMAN ÇEVİK

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
1.ÖZET	1
2.SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	7
4.1 Uyku	7
4.2 Uyku ve Uyanıklıkta Görev Alan Beyin/ Beyin Sapı Bölgeleri.....	9
4.3 Uyku Mekanizmaları	11
4.4 Uyku Kalitesi.....	11
4.5 Kısa Uyku	13
4.6 Uyku Takip Yöntemleri.....	15
4.6.1 Polisomnografi	15
4.6.2 Elektroensefalografi	15
4.6.3 Aktigraf	16
4.6.4 PPG.....	17
4.7 Otonom Sinir Sistemi	18
4.7.1 Sempatik ve Parasempatik Sinir Sistemi.....	18
4.8 Beyin Sapı ve Ara Ritim.....	19
5. GEREÇ ve YÖNTEM.....	22
5.1 Araştırma Grubu	22

5.2 Araştırma Yöntemi	23
5.3 Araştırmanın Çalışma Alanı	24
5.4 Araştırmada Kullanılan Cihaz ve Anketler	24
5.4.1 EEG ve PPG	25
5.4.2 Sabahçıl-Akşamcıl Anketi.....	26
5.4.3 Genel Bilgi Formu.....	27
5.5 Analiz.....	27
6. BULGULAR.....	29
6.1 Temel Uyku Mimarisi Bulguları	29
6.2 Öznel Stres ve Uyku Kalitesi Değerlendirmesi Sonuçları.....	42
6.3 Uyku ile İlişkili Ara ritim Sonuçları.....	42
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	71
8. KAYNAKÇA.....	79
9. BİLİMSEL FAALİYETLER.....	89
10. EKLER.....	90
EK 1: Katılımcı Onam Formu	90
EK 2: Genel Bilgi Formu.....	93
EK 3: Uyku Kalitesi ve Stres Değerlendirmesinde Kullanılan Ölçekler.....	94
EK 4: Sabahçıl- Akşamcıl Anketi	95

KISALTMALAR LİSTESİ

AR	:	Ara Ritim
ATP	:	Adenozin trifosfat
EKG	:	Elektrokardiyografi
EEG	:	Elektroensefalografi
EKG	:	Elektrokardiyografi
PSG	:	Polisomnografi
EOG	:	Elektrookülografi
EMG	:	Elektromyografi
KHD	:	Kalp Atım Hızı Değişkenliği
NREM	:	Yavaş göz hareketleri
OSS	:	Otonom Sinir Sistemi
PPG	:	Fotopletismografi
PSG	:	Polisomnografi
PUKİ	:	Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi
RAS	:	Retiküler Aktivasyon Sistemi
REM	:	Hızlı göz hareketleri
SAA	:	Sabahçıl-Akşamcıl Anketi
TUO	:	Toplam uyku oranı (her bir uyku evresinin toplam uyku süresine oranı)
TUS	:	Toplam Uyku Süresi
UV	:	Uyku Verimliliği

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Tabloda uyku evreleri ve onlar ile karakterize olan beyin aktiviteleri gösterilmiştir.	8
Tablo 2: Aşağıdaki tabloda temel uyku kavramlarının tanımlaması verilmiştir.	10
Tablo 3: Tabloda sporcu ve kontrol grubunun tanımlayıcı özellikleri verilmiştir.	22
Tablo 4: Sporcu ve kontrol grubunun ölçüm gecelerinin temel sonuçları.	29
Tablo 5: Sporcu 1'in 5 gecelik uyku analizinin sonuçları.	31
Tablo 6: Sporcu 2'nin 5 gecelik uyku analizinin sonuçları.	32
Tablo 7: Sporcu 3'ün 5 gecelik uyku analizinin sonuçları.	33
Tablo 8: Sporcu 4'ün 5 gecelik uyku analizinin sonuçları.	34
Tablo 9: Sporcu 5'in 5 gecelik uyku analizinin sonuçları.	35
Tablo 10: Sporcu 6'nın 5 gecelik uyku analizinin sonuçları.	36
Tablo 11: Sporcu grubu temel uyku mimarisi ortalamaları.	37
Tablo 12: Kontrol 1'in iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.	38
Tablo 13: Kontrol 2'nin iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.	39
Tablo 14: Kontrol 3'ün iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.	39
Tablo 15: Kontrol 4'ün iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.	40
Tablo 16: Kontrol 5'in iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.	40
Tablo 17: Kontrol 6'nın iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.	41
Tablo 18: Sporcu grubunun uyku evreleri AR sonuçları.	44
Tablo 19: Her bir uyku evresinin de görülen AR'nin toplam evre süresine oranı.	45
Tablo 20: Katılımcı grubunun ölçüm gecelerine ait relatif ve izafi AR değerleri verilmiştir.	46

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Yukarıdaki şekilde kısa uykunun ayrıldığı ana başlıklar gösterilmiştir.....	14
Şekil 2: PPG sinyalinin açıklaması.	17
Şekil 3: Sempatik ve parasempatik aktivitelerde vücutta meydana gelen bazı değişimler.	19
Şekil 4: MR görüntüsü üzerinden, beyin sapı ve bölümleri gösterilmiştir.....	20
Şekil 5: Yukarıdaki şekilde sporcu grubunun ölçüm döngüsü açıklanmıştır.....	24
Şekil 6: Tek kanal EEG ve iki dalga boyunu içeren PPG sensörü kombinasyonu.	25
Şekil 7: Yukarıdaki şekilde tek kanallı bir EEG'den toplanmış verilere göre yapılan bir gecelik uyku evreleri sınıflaması gösterilmiştir.	26
Şekil 8: Yukarıdaki şekilde analiz aşamaları gösterilmiştir.	28
Şekil 9: Sporcu grubunun tüm ölçüm gecelerine dair TUS verileri.	30
Şekil 10: Sporcu grubunun temel uyku mimarisi sonuçları.	37
Şekil 11: Sporcu grubunun ölçüm geceleri bazında uyku mimarisinde (uyanıklık, N1N2, N3 ve REM) görülen değişim gösterilmiştir.....	38
Şekil 12: Sporcu grubunun yarış gecesi ve kontrol grubunun ölçüm gecesinin karşılaştırması.	41
Şekil 13: Sporcu grubunun yarış gecesi uyanıklık evresine ait sürenin, kontrol grubunun uyanıklık süresi ile karşılaştırması.	42
Şekil 14: Sporcu grubunun uyku evrelerindeki ortalama AR süreleri.	43
Şekil 15: Sporcu grubunun ölçüm gecelerine göre uyku evrelerinde görülen AR süreleri.	44
Şekil 16: İzafi AR değerlerinin gecelere göre dağılımı.....	45
Şekil 17: Sporcu 1'in birinci ölçüm gecesi uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit.	47
Şekil 18:Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	47

Şekil 19: Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	48
Şekil 20: Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	48
Şekil 21: Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	48
Şekil 22: Sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesini uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit.	49
Şekil 23: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	49
Şekil 24: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	49
Şekil 25: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	50
Şekil 26: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	50
Şekil 27: Sporcu 3'ün yarış gecesini uyku verisinden alınmış N3 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit.	51
Şekil 28: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	51
Şekil 29: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	51
Şekil 30: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	52
Şekil 31: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	52
Şekil 32: Sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesini uyku verisinden alınmış N3 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit.	53
Şekil 33: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	53

Şekil 34: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	53
Şekil 35: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	54
Şekil 36: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	54
Şekil 37: Sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesı uyku verisinden alınmış N3 aşamasına ait ham PPG sinyalinde kesit.	55
Şekil 38: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	55
Şekil 39: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	55
Şekil 40: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	56
Şekil 41: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	56
Şekil 42: Sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesı uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasına ait ham PPG sinyalinde kesit.	57
Şekil 43: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	57
Şekil 44: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	57
Şekil 45: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	58
Şekil 46: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	58
Şekil 47: Kontrol 1'in birinci gece uyku verisinden alınmış REM aşamasının ham PPG sinyali.	59
Şekil 48: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	59

Şekil 49: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	59
Şekil 50: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	60
Şekil 51: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	60
Şekil 52: Kontrol 2'nin ikinci gece uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasının ham PPG sinyali.....	61
Şekil 53: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	61
Şekil 54: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	61
Şekil 55: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	62
Şekil 56: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	62
Şekil 57: Kontrol 3'ün birinci gece uyku verisinden alınmış REM aşamasının ham PPG sinyali.....	63
Şekil 58: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	63
Şekil 59: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	63
Şekil 60: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	64
Şekil 61: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	64
Şekil 62: Kontrol 4'ün ikinci gece uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasının ham PPG sinyali.....	65
Şekil 63: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	65

Şekil 64: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	65
Şekil 65: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	66
Şekil 66: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	66
Şekil 67: Kontrol 5'in birinci gece uyku verisinden alınmış N3 aşamasının ham PPG sinyali.....	67
Şekil 68: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	67
Şekil 69: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	67
Şekil 70: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	68
Şekil 71: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	68
Şekil 72: Kontrol 6'nın birinci gece uyku verisinden alınmış REM aşamasının ham PPG sinyali.	69
Şekil 73: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).....	69
Şekil 74: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	70
Şekil 75: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	70
Şekil 76: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).	70

1.ÖZET

Başlık: TÜKETİCİ DAYANIKLILIK YARIŞININ SPORCULARIN UYKU DÖNGÜSÜ VE KAN DOLAŞIM RİTİMLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Öğrenci Adı: Asuman ÇEVİK

Danışman Adı: Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK

Program Adı: Spor Sağlık Bilimleri, Yüksek Lisans

Amaç: Uzun süren yarışlardan hemen sonra sporcuların uyku mimarilerinde değişimler meydana gelir ve algılanan uyku kalitesinde düşüş gözlemlenir. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında, hedef bir yarış etrafına sıralanmış üç farklı dönemde toplanan veriler ile sporcuların uyku döngüleri incelenmiş ve dolaşım ritimlerinden biri olan ara ritim kullanılarak uyku kalitesi değerlendirmesi için olası bir değerlendirme yöntemi sunulmuştur.

Gereç ve Yöntem: Yarıştan dört gün önce ardışık iki gece (seyreltim dönemi), yarıştan hemen sonra ve yarıştan dört gün sonra ardışık iki gece olmak üzere toplam beş gece EEG+PPG kombinasyonunu içeren bir uyku takip cihazı ile sporcuların uyku döngüleri takip edilmiştir. Her ölçüm gecesinin sabahında sporcular, algılanan stres ve uyku kalitelerini Likert tipi ölçek ile değerlendirmiştir. Sonuçların karşılaştırılması adına, hedef bir yarış olmayan kontrol grubu oluşturulmuş ve ardışık iki gece ölçüm alınmıştır. Uyku evreleri yapay zeka ile otomatik sınıflandırılmış, uyku kalitesi değerlendirmesi için PPG'nin IR dalga boyu analize dahil edilmiştir. Her gece için sırası ile, sinyal artefaktlardan arındırılmış, trenden arındırılmış ve normalize edilmiş, otomatik sınıflanan uyku evreleri sinyal üzerinde işaretlenmiş, işaretli her pencerenin zaman-frekans dağılımı çıkarılmıştır. Tüm sonuçlar, Jamovi® istatistik paket programında Friedman, Tekrarlayan Ölçümler ANOVA ve Mann-Whitney U testleri (anlamlılık düzeyi $p<0.05$) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Sporcu grubunun sırası ile ölçüm gecelerine ait ortalama toplam uyku süreleri 7.0 saat, 8.1 saat, 6.4 saat, 6.1 saat, 7.6 saat, kontrol grubunun ise 7.8 saat ve 7.6 saat olarak bulunmuştur. Sporcu grubunun yarış gecesinde toplam uyku süresi ve uyanıklık süresi kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0.02$, $p=0.04$). Sporcu grubunun bildirdiği öznel stres ve uyku kalitesi skorları geceler arası karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Gece boyu gözlenen ortalama ara ritim süresi sporcu grubu için: 82.8 dk, 88.8 dk, 66.1 dk, 59.2 dk, 98.6, kontrol grubu için: 69 dk ve 84 dk olarak hesaplanmıştır. Her bir uyku evresinde görülen toplam ara ritim süreleri arasında hem sporcu hem kontrol grubunda anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.001$). Tüm katılımcı grubunun uyku kronotipleri ağırlıklı olarak “ara tip” olarak çıkarılmıştır (sporcu: 5 ara tip, 1 orta derece sabahçıl, kontrol: 5 ara tip, 1: orta derece akşamcıl).

Sonuç: Bu çalışmada, uyku sırasında ara ritmin varlığı ilk kez gösterilmiştir. Uyku evrelerinin her birinde ortaya çıkan ara ritmin, toplam uyku süresinin önemli bir kısmında (yaklaşık %18) mevcut olduğu ve uyku kalitesi ve stresle ilişkili olarak kullanılabileceği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: uyku kalitesi, uyku, ara ritim, EEG, PPG

2.SUMMARY

Title of Thesis: INVESTIGATING THE EFFECTS OF EXHAUSTIVE ENDURANCE COMPETITION ON CIRCULATORY RHYTHMS AND THE SLEEP CYCLE

Student's Name: Asuman ÇEVİK

Name of Supercisor: Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK

Program Name: Sport Health Sciences, MSc Program

Objective: Changes in sleep architecture and decreased perceived sleep quality are observed in athletes after prolonged races. This study aimed to analyze the sleep cycles of athletes by collecting data during three different periods centered around a target race. Using the intermediate rhythm (IR), one of the rhythms inherent in the circadian system, a potential method for assessing sleep quality was introduced.

Material and Methods: The sleep cycles of the athletes were monitored using an EEG+PPG combination sleep tracker for two consecutive nights four days before the race (taper), immediately after the race, and two consecutive nights four days after the race, for a total of five nights. The athletes rated their perceived stress and sleep quality on a Likert scale in the morning of each measurement night. For comparison, a control group without a target race was recruited and measured on two consecutive nights. Sleep stages were automatically classified by artificial intelligence, and the IR wavelength of the PPG was included in the analysis to assess sleep quality. The signal underwent preprocessing steps, including artifact removal, detrending, and normalization. Sleep stages were automatically classified and marked on the signal, followed by extraction of the time-frequency distribution for each marked window. Friedman, Repeated Measures ANOVA, and Mann-Whitney-U tests (significance level $p < 0.05$) were used to evaluate all results with the Jamovi® statistical software.

Results: The mean total sleep duration of the athlete group was 7.0 h, 8.1 h, 6.4 h, 6.1 h, and 7.6 h, while the control group had durations of 7.8 h and 7.6 h, respectively. There was a significant difference in the total sleep and wake time of the athlete group compared to the control group on the night of the race ($p=0.02$, $p=0.04$). When subjective stress and sleep quality scores reported by the athlete group were compared between nights, no significant differences were found. The mean IR durations observed during the night were: 82.8 min, 88.8 min, 66.1 min, 59.2 min, and 98.6 min for the athletes and 69 min and 84 min for the control group. A significant difference was found between the total duration of IR in each sleep stage for both the athletes and the control group ($p=0.001$). The sleep chronotypes of all participants were predominantly categorized as 'neither type' (athletes: 5 'neither type', 1: moderate morning type; controls: 5 'neither type', 1: moderate evening type).

Conclusion: In this study, the presence of the intermediate rhythm during sleep was demonstrated for the first time. It appears that the intermediate rhythm, which occurs in each of the sleep stages, is present in a significant proportion of total sleep time (approximately 18%) and can be used in relation to sleep quality and stress.

Key words: sleep quality, sleep, intermediary rhythm, EEG, PPG

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Sirkadiyen ritim döngüsü (süreç C) ve homeostatik uyku bastırması (süreç S) olmak üzere iki temel mekanizma tarafından düzenlenen uyku, fiziksel ve bilişsel sağlık başta olmak üzere, yaşam kalitesi, çalışma verimliliği ve günlük aktivite seviyesi ile yakından ilişkilidir (Borbély, 1982, Shrivastava ve ark., 2014, Zhuang ve ark., 2022). Toplumun her popülasyonu için önem arz eden bu olgu sporcularda performans özelinde toparlanma ile ilişkisi ve performansa etkisi olmak üzere iki alt başlık etrafında kümelenmiştir. Yapılan çalışmalarda, uykusuz geçen gece ve/veya gecelerden sonra sporcuların sprint performansında ortalama sürenin uzadığı, kaldırılan maksimum ağırlığın azaldığı, toparlanmanın değişik seviyelerde bozulduğu, karar vermenin potansiyel olarak olumsuz etkilendiği, yorgunluk, ağrı, ruh hali ve kafa karışıklığı değerlendirmelerine olumsuz yansıdığı bildirilmiştir (Reilly ve Piercy, 1994, Skein ve ark., 2011, Chase ve ark., 2017, Watson ve ark., 2016). Yürütülen bu çalışmalarda, altın standart kabul edilen polisomnografinin (PSG) kullanım zorluğu ve bir merkeze bağıllık gerektirmesi sebebi ile alternatif uyku takip cihazlarına yönelim olduğu görülmektedir. PSG'den sonra kullanım kolaylığı ve ekonomik uygunluğu sebebi ile en çok tercih edilen cihaz aktigraflardır. Aktigraf, üç eksenli akselerometre ile harekete bağımlı bir şekilde uyku ve uyanıklık döngüsü hakkında bilgiler vermektedir. Fakat, bu cihaz yardımı ile uykunun dört temel aşaması olan N1, N2, N3 ve REM hakkında bilgiye ulaşılamamaktadır. Özellikle sporcuların toparlanması ile yakından ilişkisi kurulan N3, bu cihazlar ile takip edilememektedir. Öte yandan, hareketin azalması ile uykuya geçiş arasındaki bağlantının zayıflığı, cihazın verdiği toplam uyku süresi (TUS) ile gerçekte olan uyku süresi arasında fark yaratmakta ve cihazın hassasiyetini düşürmektedir. (Chinoy ve ark., 2021). Teknolojinin gelişimi ile birlikte hızla artan giyilebilir teknolojiler başlığı altında yer alan akıllı saatler de uyku çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır. İlgili saatler ile uyku takibi salt fotopletismografi (PPG) sensörleriyle veya akselerometre kombinasyonu ile çalışmaktadır.

Bu cihazların PSG ve/veya elektroensefalografi (EEG) ile eş zamanlı yürütüldüğü karşılaştırma çalışmalarında uyku ve uyanıklığı yüksek korelasyon ile verdiği fakat N1 başta olmak üzere bazı uyku aşamalarını yakalamakta zorluk çektiği bildirilmiştir (Kawasaki ve ark., 2022). Uyku aşamalarının, performans, toparlanma, uyku verimliliği

ve uyku kalitesi gibi başlıklarda arz ettiği önem göz önüne alındığında, EEG tabanlı takip cihazlarının kullanımının elzem olduğu görülmektedir. Son yıllarda EEG tabanlı uyku takip cihazlarının boyutu küçültülmüş kanal sayısı teke düşürülmüş ve uyku aşamalarını hesaplama kısmında birçok yöntem denenmiştir. Denen yöntemler arasında başlıcaları şunlardır: makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay sinir ağlarıdır. Özellikle güncel çalışmalarda tek ve çok boyutlu evrişimli sinir ağları, kendi kendini denetleyen öğrenme, özellik füzyonu üzerinde durulmuştur (Huang ve ark., 2022, Tao ve ark., 2022, Yang ve ark., 2022). İlgili çalışmaların Cohen's Kappa skorları %79.4 ile %84.6 arasında değişiklik göstermektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, sporcuların kendi ev ortamlarında, yüksek doğruluk oranı ile uyku aşamalarını yakalamak ve doğal rutinlerini bozmadan girecekleri hedef bir yarışın uyku kaliteleri üzerine yansımaları incelemek için tek kanallı EEG tabanlı bir cihaz ölçümlerde kullanılmıştır. Öte yandan, uyku çalışmalarında ender olarak bulunan kontrol grubu sebebi ile bildirilen sonuçların daha dikkatli incelenmesini öneren 2021 tarifli bir derleme baz alınarak, bu tez çalışmasına kontrol grubu eklenmiştir (Walsh ve ark., 2021).

Yukarıdaki metinde sporcuların uyku paternlerinin ve uyku kalitelerinin gün, gün takip edilmesinin önemi vurgulanmıştır. Uyku paterninin takibi fizyolojik veriler üzerinden geçerli olarak yapılma imkanına sahipken, uyku kalitesi kısmı için literatüre bakıldığında yalnızca öznel değerlendirmeye dayanan ölçekler bulunduğu göze çarpmaktadır. Bu ölçekler arasında özellikle Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) sıklıkla kullanılmaktadır (Ağargün ve ark., 1996). Bu indeks yardımı ile bir aylık bir değerlendirme yapılması mümkündür ve bu, gün bazında değerlendirmeyi mümkün kılmamaktadır. Bazı araştırmacılar, uyku kalitesi ile kalp atım hızı değişkenliği (KHD) arasında bir ilişki kurmaya çalışmıştır (Werner ve ark., 2015, Burton ve ark., 2010).

Fakat yapılan çalışmalar KHD'nin doğrudan sempatik ve parasempatik değerlendirmede kullanılmaması gerektiği tavsiye etmektedir (özellikle KHD'nin frekans bileşeninde yer alan LF bandının sempatik aktiviteyi yansıttığı konusunda yayınlar bulunmaktadır) (Billman, 2013; Billman, 2011). Bu sebeple bu tez çalışmasında, organizma yıkıma yol açan ve oksidatif sistemin ağırlıklı devrede olduğu, dayanıklılık spor branşı sporcularında dolaşım ritimleri arasında yer alan ara ritim (AR) üzerinden "uyku kalitesi" çalışılmıştır. 1987 yılında yüz derisi alın kan dolaşımında

tespit edilen AR'nin kaynağının beyin sapı retiküler formasyonunda kümelenen bir grup nöron olduğu hem insan hem hayvan çalışmalarında gösterilmiştir (Smits ve ark., 1987; Perlitz ve ark., 2004). Son yıllarda yayınlanan çalışmalarda ritmin beyin sapı merkezi ve anksiyete ilişkisi doğrulanmış ve 0.12-0.18 Hz bandındaki (Pfurtscheller ve ark., 2023) ritmin sakinlik durumları ve özellikle interoepsiyon algısı ile ilişkisi vurgulanmıştır. Otonom sinir sistemini modüle etme yöntemlerinden biri olan osteopatik manipülatif tedavi sırasında da yüz derisinde ritmin varlığı bildirilmiş ve bu sonuçlarla ritmin parasempatik aktivasyon ile ilişkisi yakından ortaya konulmuştur (Pelz ve ark., 2023). Öte yandan ara ritmin beynin insula, sensorimotor ve amigdala gibi bölgelerinde de gözlemlendiği bildirilmiştir (Keller ve ark., 2020). Bu doğrultuda anksiyete ve sakinlik ile ilişkisi çeşitli çalışmalarda çalışılan ara ritmin günlük hayat ve onun bileşenlerinden etkilenen uyku kalitesini değerlendirmede kullanılabilecek fizyolojik bir ölçüt olarak sunmaktayız. Uyku mimarisi ve kalitesinin değerlendirmesi için hedef bir yarış seçilmiş ve yarışın etrafında bir ölçüm döngüsü oluşturulmuştur. Yarıştan dört gün önce ardışık iki gece, yarış gecesi ve yarıştan dört gün sonra ardışık iki gece EEG ve PPG kombinasyonu bir uyku takip cihazı ile veri toplanmıştır. İlk ölçüm olan seyretime döneminde (yarıştan dört gün önceki ardışık iki gece), sporcunun fiziksel olarak antrenman şiddetini düşürdüğü ve yarışmaya organizmasını hazırladığı, yarış ile karşılaştırıldığında organizmanın iyi durumda olduğu varsayıldığı bir dönemdir. İkinci ölçüm olan yarış sonrası gece, yıkıcı yarışın etkilerinin uykuya yansımalarının beklendiği dönemdir. Son ölçüm dönemi olan yarıştan sonraki dört gün ise sporcunun tamamen toparlandığı (72 saatin geçtiği), yarış stresinin ortadan kalktığı bir dönemdir. Yarış öncesi mental stresin bulunduğu, yarış sonrası fiziksel yıkımın olduğu ve yarıştan dört gün sonra tam toparlanmanın olduğu üç dönem, açıklandığı üzere temel uyku mimarisi ve uyku kalitesi değerlendirmesinin etkin olarak yapılabilmesi adına bu şekilde seçilmiştir. Fizyolojik verilerin yanı sıra, her ölçüm gecesinin sabahında sporcuların algıladıkları stres ve bir önceki gecenin uyku kalitesi Likert tipi ölçek ile öznel değerlendirmelerine de sunulmuştur. Sonuç olarak, temel uyku mimarisi ve yüz derisi kan dolaşım ritimleri kullanılarak uyku kalitesi için yeni bir değerlendirme yöntemi sunulmuştur.

Bu tez çalışmasında üzerinde durulan hipotezler şu şekildedir:

H1: Tüketici dayanıklılık yarışması sonrası sporcuların uyku döngülerinde derin uyku dönemlerinin süresinde azalma olur.

H2: Retiküler formasyon merkezli ara ritmin, uyku evrelerinde görülme süresi evreden evreye farklılık gösterir.

H3: Tüketici dayanıklılık yarışı sonrası, alın deri kan dolaşımında görülen toplam ara ritim süresinde düşüş görülür.



4. GENEL BİLGİLER

4.1 Uyku

Uyku, gün içerisinde maruz kaldığımız ve tepki vermek zorunda olduğumuz çeşitli bedensel taleplerin düşmesine ek olarak fiziksel hareketlilikte kademeli bir azalışla birlikte doğru orantılı olarak enerji harcamasının düştüğü ve dış uyaranlara tepkinin minimale indiği bir durum olarak tanımlanabilir (Březinová, 1974; Horne, 1988). Uykuyu, uyku ihtiyacı, uyku fırsatı ve uyku yeteneği olmak üzere üç alt başlık kullanarak özetlemek mümkündür. Uyku ihtiyacı; yaşa, cinsiyete ve kronotipe bağlı olarak değişen, bir sonraki gün için organizmanın ihtiyaç duyduğu uykuyu ifade ederken, uyku yeteneği uyurken geçirilen toplam süre, uyku da kalabilme yeteneğini gösterir. Öte yanda, uyku fırsatı biyolojik ihtiyaç olmasına karşın günlük hayatta uyumak için oluşturulan fırsat anlamına gelmektedir (Tubbs ve ark., 2019). Örneğin; uzun saatler çalışmak zorunda olan çalışanlar, vardiyalı olarak çalışan işçiler kronotipinden bağımsız olarak uyku için fırsat buldukları süre kadar uyuyabilmektedirler. Yatakta geçirilen süre ile karakterizedir. Toplam uyku süresinin kişiden kişiye değişmesi ile birlikte bu uyku süresini; ortalama doksan dakika süren uyku döngüleri belirler. Bu döngüler kendi içerisinde “yavaş göz hareketleri (NREM) ve hızlı göz hareketleri (REM)” olmak üzere iki başlığa ayrılır (Deatherage ve ark.; 2009). NREM, REM’den farklı olarak uykunun giderek derinleştiği üç aşamadan (N1, N2, N3) oluşur (Chokroverty ve Cortell, 2021). Bunlar; N1 uykunun en hafif olduğu ve kişinin uyarılma eşiğinin oldukça düşük olduğu uykunun başlangıç aşaması olarak bilinir. N2 ise kas içiği ve K komplekslerinin görüldüğü aynı zamanda beyinde teta dalgalarının baskın olduğu aşamadır. Uykunun ilk aşamasında kişiyi uyarmaya yeterli olan uyarının bu aşamada verilmesi durumunda, uyarana yanıt olarak K kompleksleri görülür. Son olarak N3 ise uykunun en derin olduğu ve beyinde delta dalgalarının baskın olduğu evredir (Carskadon ve Dement, 2005). Yukarıda bahsedilen uyku aşamaları Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi’nin yayınladığı rehberine göre verilmiştir (Chokroverty ve Cortell, 2021). Bu ayrımın dışında Rechtschaffen ve Kales’in 1968 tarihli yayını esas alan yedi aşamalı bir ayırmada bulunmaktadır. Buna göre uyku evreleri; uyanıklık, evre 1, evre 2, evre 3, evre 4, REM ve hareket zamanı olmak üzere yediye bölünmüştür (Rechtschaffen ve Kales, 1968). Fakat günümüzde Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi’nin ayrımı esas alınmaktadır.

Tablo 1: Tabloda uyku evreleri ve onlar ile karakterize olan beyin aktiviteleri gösterilmiştir. Uyanıklıktan uykuya ilk geçiş olan N1; alfa hakimiyetinin giderek azalması ve zaman zaman teta baskınlığının görülmesi ile karakterizedir. Uyku içcikleri ile karakterize olan N2 evresinin süresi 10-25 dakika arasında değişmektedir. N3 “Yavaş Dalga Uykusu” olarak da bilinmektedir ve bu evre delta hakimiyeti ile karakterizedir. REM; 500 ms’den kısa düzensiz hızlı göz hareketleri / sakadlar ile karakterizedir. REM uykusu sırasında EEG’de testere dişine benzeyen değişik bir formda bir formda teta aktivitesi görülür. Aynı zamanda tabloda da belirtildiği gibi bu aşamada beta aktivitesi de görülebilir (Carskadon ve Dement, 2005; Malhotra ve Avidan 2013; Nayak ve Anilkumar, 2019).

	N1	N2	N3	REM
Delta (1-4 Hz)		X	X	
Teta (4-8 Hz)	X	X		X
Alfa (8-13 Hz)	X			X
Beta (13-25 Hz)	X			X
Uyku İçcikleri (12-16 Hz)		X		
K-Kompleksleri		X		

Bahsedilen tüm uyku aşamaları, yüzün ve vücudun farklı bölgelerine yerleştirilmiş ve gece boyut kayıt alan bir PSG, bileğe veya kola takılan aktigrafi veya alın ve kafatasının farklı noktalarına yerleştirilmiş farklı sayıda elektrot ile yahut tek kanallı bir EEG cihazı ile belirlenebilir (O’Donnell ve ark., 2018). Ayrıca NREM ve REM durumu beyindeki elektriksel faaliyet sonucu oluşan senkronizasyon ve desenkronizasyon üzerinden de tanımlanabilir. Örneğin; uykunun N3 fazında kayıt edilen EEG verilerinde, nöronların uyanıklık durumuna göre değişmiş olan depolarizasyon ve repolarizasyon (uyanıklık durumuna göre süre uzar) süreleri sonucu beyinde “yavaş dalgalar” görülmektedir ve bu sebeple bu faz “yavaş dalga uykusu” olarak da isimlendirilmektedir. Bahsedilen yavaş dalgalar “kortikal senkronizasyon” olarak aldandırılır. Kortikal senkronizasyon derin uyku sırasında görülürken REM sırasında bozulmaktadır ve “kortikal desenkronizasyon” meydana gelmektedir (Şahin ve Aşçıoğlu, 2013; Reinoso-Suárez ve ark., 2001).

Bu desenchronizasyon beynin gün içerisinde gösterdiği EEG paterni ile benzerlik göstermektedir. Ek olarak REM, rüyaların görüldüğü uyku evresi olmasından ve bu evrede gözlerin hızlı hareketlerinden dolayı “paradoksal uyku” olarak da bilinir. Bunun yanı sıra N1 ve N2 hafif uyku, N3 ise derin uyku/yavaş dalga uykusu şeklinde sınıflandırılır. Uyanıklık ve uykunun farklı evrelerinin farklı EEG dalgaları ile karakterize olmasının yanı sıra bu evrelerdeki aktif nörotransmitterlerde değişkenlik gösterir. Asetilkolin, serotonin, norepinefrin uyanıklık ile karakterize iken, uyku durumunda GABA, NREM’de serotonin, norepinefrin, REM’de ise asetilkolin salınımı baskındır (Bora ve Bican, 2007).

4.2 Uyku ve Uyanıklıkta Görev Alan Beyin/ Beyin Sapı Bölgeleri

Uyku kompleks bir süreç olduğu için beyin ve beyin sapında birçok bölge uykunun başlamasına ve inhibe edilmesine yardımcı olur. Uyku sürecinde aktif rol oynayan bölgelerden ilki, suprakiazmatik çekirdeğin içerisinde yer aldığı “hipotalamustur” (Izac, 2006). Bu bölge, açlık, susuzluk gibi temel ihtiyaçların düzenlenmesi, vücudun ısısının, kan basıncının, cinsel dürtülerin ve uykunun ayarlanmasında görev alır. Yaklaşık 20.000 nörondan oluşan suprakiazmatik çekirdek ise her iki gözden gelen sinirlerin birleştiği optik kiazmanın üzerinde yer alır, bu çekirdeğin gözden gelen ışık bilgisine bağlı olarak hormonal düzenlemeleri yaptığını gösterir. Suprakiazmatik çekirdek, karanlık ve ışığa bağlı olarak vücudunun 24 saatlik döngüsü olan “sirkadiyen ritmi” düzenler ve bunun sonucu uyku-uyanıklık döngüsü ortaya çıkar (Izac, 2006; Silver, 2018). Gün içerisinde retinaya düşen ışık miktarına bağlı olarak, epifiz bezinden melatonin hormonunun salınımını baskılar. Bu sayede günlük işlerimize devam edebiliriz. Işığın azalması ve karanlığa geçilmesi ile melatonin salınımı artar ve vücut uyku için hazırlanır (Cipolla-Neto ve Amaral, 2018).

Öte yandan; pons, medulla ve orta beyni içeren “beyin sapı” uyku-uyanıklık döngünün düzenlenmesi için hipotalamus ile bağlantı halindedir (Izac, 2006). Bu bölge bir beyin kimyasalı olan gama aminobütirik asit’in üretimi ve salınımı ile de ilişkilidir. Ayrıca beyin sapı, uykunun REM evresinde, kasların paralize edilmesinden sorumludur (Siegel, 2004). Bu sayede rüya sırasında gördüğümüz çeşitli eylemleri içeren hareketleri uyku sırasında yapmamız engellenmiş olur.

Tablo 2: Aşağıdaki tabloda temel uyku kavramlarının tanımlaması verilmiştir (Köktürk, 2013; Carskadon ve Dement, 2011).

KAVRAM	TANIM
Toplam Kayıt Süresi	Uyku evrelerini ölçmek için kullanılan ölçüm aletinin kişiye takılması ve kaydın başlatılması ile kaydın sonlandırıldığı duruma kadar olan süre.
Yatakta Geçen Süre	Kişinin yatağında geçirdiği süreyi ifade etmektedir. Yatağa yatma ve kalma arasındaki süredir.
Toplam Uyku Süresi	Non-REM'in ilk aşamasının kayıta belirmesi ile birlikte kişinin uyanana kadar tekrar eden Non-REM ve REM döngülerini içerir. Bu döngüler arasında uyanıklığa geçiş olursa bu durum veriden çıkarılır.
Uyku Yeterliliği	Toplam uyku süresi ve toplam kayıt süresi parametrelerinden hesaplanır. Toplam uyku süresinin, toplam kayıt süresine oranını ifade eder.
Uyku Gecikmesi / Latansı	Kişinin yatağa girdiği andan itibaren, uyku kayıtlarında Non-REM'in ilk fazının görüldüğü ana kadar geçen süredir. Başka bir tanımla uyanıklıkla uykunun ilk evresi arasındaki süredir.
REM Gecikmesi / Latansı	Uyku kayıtlarında Non-REM fazlarının görünmesinden sonra ilk REM'in görülmesine kadar geçen süredir.

4.3 Uyku Mekanizmaları

Uyku ve uyanıklık döngüsünü düzenleyen iki temel biyolojik mekanizma bulunur. Bunlar; “süreç C sirkadiyen ritim döngüsü” ve “süreç S hemoastatik uyku bastırması” (sleep pressure) mekanizmalarıdır. Süreç S, uyku bittikten ve gün başladıktan sonra bir sonraki uykuya kadar gün içerisinde geçirilen vakit boyunca biriken adenosin miktarını ifade etmektedir. Adenozin trifosfat (ATP) organizmanın ihtiyaç duyduğu enerji birimidir. ATP kullanımına bağlı olarak son ürün olarak adenosin bileşimini geride bırakır. Gün içerisinde birikmeye başlayan adenosin, bir nörotransmitter gibi görev yapıp, NREM uykusunu başlatabilir. Tanımlanan bu mekanizma süreç S olarak bilinir (Borbély, 1982). Süreç S gün içerisinde şu şekilde aktivite gösterir; uyanıklıkta aktif, uykuda azalır, uyanmaya yakın minimum seviyesi gördüğünde uyanıklık gerçekleşir. Gün içerisinde EEG’de görülen teta aktivitesi süreç S’in aktivitesinin artmış olduğunu yansıtır (Borbély ve ark.; 2016).

Süreç C, vücudun biyolojik saati olarak da adlandırılır. Bu mekanizma, öğleden sonra yemek yedikten sonra ve gece boyunca aktif görev yapar. Sirkadiyen döngüye bağlı olarak salınan hormonlar ve düzenlenen vücut sıcaklığı aracılığı ile REM uykusu modüle eder (Borbély, 1982). Süreç C’in belirteçleri melatonin ve merkezi vücut sıcaklığıdır (Borbély ve ark.; 2016).

4.4 Uyku Kalitesi

Uyku ile ilişkili olarak “uyku kalitesi” kavramı net bir tanımdan ziyade, toplam uyku süresi, uyku başlangıç gecikmesi, uyku bölünme derecesi, toplam uyanıklık süresi, spontan uyanmalar veya uyku apnesi gibi birçok kavramın değerlendirilmesi üzerinden yorumlanır (Krystal ve Edinger, 2008) ve günümüzde uyku kalitesini değerlendirmek için Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (Buysse ve ark., 1989) veya yukarıda tanımlanan parametreleri veren PSG ve benzeri cihazlardan elde edilen parametreler üzerinden yorumlanır (Åkerstedt ve ark., 1994; Philipsen ve ark., 2005). Uyku kalitesi ve uyku verimliliği kavramları birbirlerinin yerine kullanılan fakat farklı durumları ifade eden iki ayrı kavramdır. N1, N2, N3 ve REM süresinin toplamının yatakta geçirilen toplam süreye bölünmesi ve yüz ile çarpılması ile elde edilen uyu verimliliği skoru, özetle yatakta uyurken geçirilen toplam süre olarak ifade edilebilir (Shrivastava ve ark., 2014). Bu skorun >85’in üzerinde olması, iyi kabul edilir. Tanımlamasında yaşanan zorluk gibi uyku kalitesini temsil eden tek bir belirteçten bahsetmekte zordur. Bazı

çalışmalarda uyku EEG'lerinden veya PSG'den elde edilen nesnel bilgiler üzerinden, uyku kalitesinin yavaş dalga uykusu süresi ile ilgili olabileceği söylenirken, diğer çalışmalarda N2 veya REM ile ilişkili olduğu, dahası uyku kalitesinin uyku evreleri ile ilişkili olmadığı bildirilmiş (Åkerstedt ve ark., 1994). Yayınlanan bazı çalışmalarda ise uyku kalitesinin KHD ile pozitif bir ilişkide olabileceği belirtilmiş (Werner ve ark., 2015, Burton ve ark., 2010).

Uyku çalışmalarında KHD parametresi uyku kalitesi belirtisinden ziyade, sporcuların maç veya kamp önceki stres durumunu değerlendirmek antrenman yükü ile doğru orantılı nasıl etkilendiğini göstermek üzerine çalışılmış (Coelho ve ark., 2019; Buchheit ve ark., 2004). Tanımında ve belirlenmesinde yaşanan zorluk bir yana uyku kalitesi spor camiasında oldukça çalışılmıştır. Örneğin; bir çalışmada algılanan düşük uyku kalitesinin sporcuların müsabakayı kaybetme oranının üç kat daha fazla olmasıyla ilişkili olduğu ve algılanan uyku kalitesi ile sporcuların müsabaka öncesi bildirdikleri duygu durum arasında ilişki olduğu bildirmiştir (Brandt ve ark., 2017). Andrade ve ark. tarafından yayınlanan başka bir çalışmada ise uyku kalitesi ve duygu durum arasındaki ilişki çeşitli seviyedeki sporcular (bölgesel, ulusal, uluslararası) arasında incelenmiş ve daha düşük uyku kalitesine sahip olma olasılığının uluslararası atletlerde daha yaygın olduğu bildirilmiş. Daha düşük uyku kalitesine sahip olan sporcuların depresyon, öfke, yorgunluk, zihinsel karışıklık, gerginlik gibi olumsuz duyulara daha çok sahip olabileceği ve canlılığının daha düşük olabileceği belirtilmiş (Andrade ve ark., 2019). Bahsedilen uyku kalitesini sporcuların antrenman durumu, maç öncesi ve maç sonrasında yaşadıkları stres ve fizyolojik olarak maç sonrası görülen katabolik süreçler etkileyebilmektedir (Vitale ve ark., 2017; Ehrlenspiel ve ark., 2018). Özellikle bir saatten daha uzun süren antrenmanlarda ve karşılaşmalarda organizmada çeşitli boyutlarda değişimler gözlenmektedir. Örneğin “hipomagnezemi” durumu antrenman veya karşılaşma sonrası magnezyum kaybı sebebi ile ortaya çıkar ve bu durum kaslarda zayıflama kardiyak aritmi ve tetani gibi belirtilerin ortaya çıkmasına sebep olur (Volpe, 2015). “Hiperkalemi ve hipokalemi” durumları potasyum seviyesi ile ilgili olarak ve elektrolit bozukluğu olan “hiponatremi” durumu sodyumla ilişkili olarak halsizlik, bulantı, solunum durması gibi semptomlar ile kendini belli eder. Tüm bunlara ek olarak antrenman ve maç sonrası üre konsantrasyonunda artış ve plazma kreatin konsantrasyonunda bir artış da görülebilir (Warburton ve ark., 2002).

Uzun süren karşılaşmalara daha spesifik bir örnek olarak triatlon sporu gösterilebilir. Bu spor, yüzme, bisiklet ve koşunun bir araya gelmesi ve süre bakımından bir maratona veya bisiklet yarışına göre oldukça uzun süren bir spordur (Cipriani ve ark., 1998). Dolayısı ile yarış sonu sporcular üzerinde görülen katabolik süreçler daha belirgindir. Profesyonel olmayan triatletler üzerinde yapılan bir çalışmada, yarış sonrasında sporcuların yarış öncesine göre kan laktat, glukoz, trigliserit ve kreatin kinaz seviyelerinin arttığını buna ek olarak beden kitle indekslerinde ve zıplama skorlarında düşüş olduğu bildirilmiş (Olcina ve ark., 2018). Başka bir çalışmada ise yarış sonrasında idrar özgül ağırlığının yüzdesinde orta dereli bir artış, aldosteron, kortizol, kreatin kinaz ve C-reaktif protein seviyesinde ise çarpıcı artışlar bildirilmiş (Baur ve ark., 2016).

4.5 Kısa Uyku

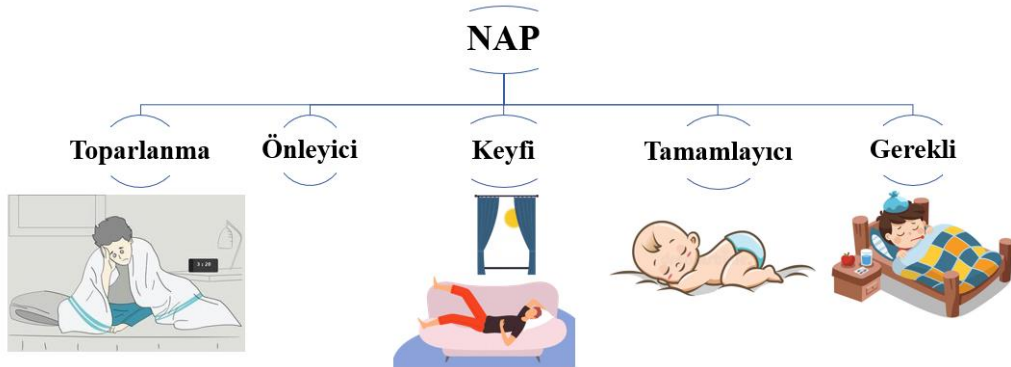
Gün içerisinde gerçekleştirilen kısa uykunun sıklığı, kültürel, sosyo-ekonomik durum ve yaş gibi faktörlerden etkilenmektedir (Mantua ve Spencer, 2017). Örneğin, Japonya’da kısa uyku kültürel olarak kabul edilmiş, hatta bazı şirketler tarafından teşvik edilmektedir (Duthei ve ark.; 2021). İspanya’da öğleden sonra uykuları siesta adı ile bilinmekte ve oldukça popülerdir (Dhand ve Sohal, 2006).

Gün, içerisinde gerçekleştirilen kısa uykunun uyku mimarisi bir önceki geceki uykusuzluk durumuna ve/veya kısa uyku sürecini hangi uyku mekanizmasının başlattığına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Örneğin, süreç C yani sirkadiyen ritim kaynaklı, özellikle tokluk sonrası görülen kısa uykunun REM açısından zengin olduğu, bir uyku yoksunluğu sonucu süreç S kaynaklı kısa uykunun ise NREM açısından zengin olduğu bilinmektedir. Öte yandan kısa uyku mimarisi, düzenli kısa uyku alışkanlığı olan ve olmayan bireyler arasında da farklılık göstermektedir (McDevitt ve ark.; 2012). Düzenli kısa uyku alışkanlığı olan bireyler hafif uyku (N1, N2) aşamalarında kalabilirken, diğer bireyler yavaş dalga uykusuna (N3) ve REM’e kayabilmektedir.

Kısa uyku süresi ile uyku sonrası alınan fayda arasında bir ilişki vardır. Çeşitli çalışmalar kısa süreli (10 ila 20 dakika arası) uykunun uzun süreli olana (20-30-90 dakika) göre, uyanma sonrası hemen olumlu etki göstermesi sebebi ile daha faydalı olduğunu bildirmektedir (Hayashi ve ark.; 2005; Dhand ve Sohal, 2006). Sleep Foundation’a göre ise ideal 20 dakikadan kısa, 30 dakikadan da uzun olmamalıdır. Uykuda geçirilen sürenin artmasına bağlı olarak, EEG kaydında görülecek yavaş uyku

ile karakterize delta aktivitesinin artması ve bu aşamada uyanılması, uyku sonrası mahmurluk yaratabilmekte ve bu sebep ile kısa uyku süresinin uzamaması gerektiği vurgulanmaktadır (Mantua ve Spencer, 2017).

Uluslararası Uyku Vakfı günün farklı saatlerinde gerçekleştirilen kısa uykuyu toparlanma, önleyici, keyfi, tamamlayıcı ve gerekli olmak üzere temel olarak beş alt başlığa ayırmaktadır (Şekil 1). Bir önceki gece uykusunda yaşanan olumsuzluklar sonucu, sabah yeterli uykunun alınamamış olarak uyanılması durumunda, takip eden gün içerisinde, eksikliği tamamlamak ve uyku ihtiyacını gidermek için uyunması durumu “toparlayıcı kısa uyku”, çeşitli sebepler ile gece uykusunun bölüneceği ya da olmayacağı bilinen durumlarda, o uykunun yerine geçmesi/tamamlaması amacı ile gerçekleştirilen uykuya “önleyici kısa uyku”, gün içerisinde bir gereklilik sonucu olmadan, rahatlamak, dinlenmek ve/veya duygusal durumu dengelemek üzere gerçekleştirilen uykuya “keyfi kısa uyku”, çoğunlukla yeni doğan bebeklerin ve çocukların gün içerisinde gelişimleri için planlanmış uykulara “tamamlayıcı kısa uyku” ve hastalık durumlarında bağışıklık sisteminin savaşma yöntemlerinden biri olan uyuklama durumları “gerekli kısa uyku” olarak isimlendirilmiş (Milner ve Cote, 2009; Mantua ve Spencer, 2017).



Şekil 1: Yukarıdaki şekilde kısa uykunun ayrıldığı ana başlıklar gösterilmiştir.

4.6 Uyku Takip Yöntemleri

4.6.1 Polisomnografi

PSG; uyku takibi cihazları arasında en güvenilir ve geçerli olan yöntemdir. Bu sebep ile altın standart olarak kabul edilir. Bu yöntemin içerisinde beyin sinyallerinin takibi için EEG, kalp sinyallerinin takibi için elektrokardiyografi (EKG), göz hareketleri için elektrookülografi (EOG), yüz ve beden uzuvlarındaki kas aktivitesinin kontrolü için elektromyografi (EMG), oksijen saturasyonunun değişimini takip etmek üzere pulse oksimetre, burun bölgesine yerleştirilen nazal akış sensörü, göğüs ve karın kemeri olmak üzere yedi farklı sensör kullanılır. Uyku evreleri sınıflaması için EEG, EOG ve çene bölgesindeki EMG kayıtları kullanılır. Dört saatlik bir kayıt uyku evrelerini sınıflamak ve uyku bozuklukları için tanı koymak adına yeterli süre kabul edilir.

Öte yandan, PSG verileri, uzman kişiler (öre; uyku teknisyenleri) tarafından etiketlenilip sınıflandırılırlar. Bu sebeple, aynı merkezde çalışan iki uyku teknisyeninin aynı veriyi sınıflandırması durumunda bile, sınıflandırma sonuçlarında farklılıklar görülür. Teknisyenlerin kendi içlerindeki korelasyonları %82'dir (Chediak ve ark., 2006; Rosenberg ve Hout, 2013). Dolayısı ile merkezden merkeze, ülkeden ülkeye uyku sınıflandırılmasında geniş bir çeşitlilik görülür. Günümüzde PSG verilerini sınıflayan yapay zeka algoritmaları da bulunmaktadır ve bu algoritmaları bazı uyku bozuklukları merkezi zamandan tasarruf etmek adına kullanmaktadır (bir kişinin verisini sınıflamak saatler almaktadır).

4.6.2 Elektroensefalografi

EEG, insan beyninde çeşitli frekans aralıklarında üretilen elektrik sinyallerini, korteksin farklı noktalarına yerleştirilen elektrotlar ile kaydedilmesini sağlayan bir cihazdır (Blinowska ve Durka, 2006). Bu sistemin mucidi, Alman bir psikiyatr olan Hans Berger kabul edilir ve bu cihazı kullanması 1924 yılına dayanır. EEG'de temel olarak beş farklı frekans bandında özelleşmiş ritimler bulunmaktadır. Bunlar; delta (0.5-4 Hz), teta (4-8 Hz), alfa (8-13 Hz), beta (13-30 Hz) ve Gama'dır (30 Hz ve üstü). Bahsedilen ritimler, yukarıda tanımlanan uyku evreleri ile karakterizedir. Örneği; uyanıklık aşamasında, beyinde düşük voltajlı, tek bir ritim bandında hakimiyet olmayan karmaşık bir EEG paterni söz konusudur. Uykunun N1 evresinde, yine düşük voltajlı ve en yüksek 2-7 Hz'e kadar çıkan ritimler ile teta hakimiyeti görülmektedir. Yine bu aşamada toplamda %50'den fazla olmayacak şekilde alfa hakimiyeti görülmektedir. N2

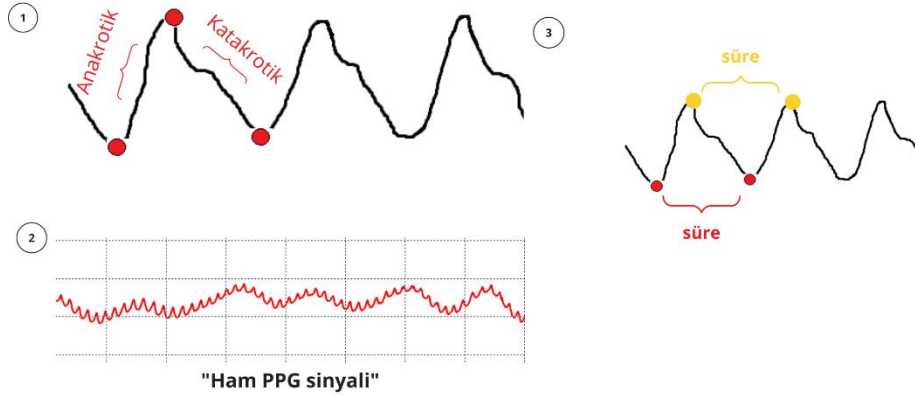
aşamasında, EEG ile belirlenebilen, K kompleksleri ve 12 ile 16 Hz arasında meydana gelen uyku içcikleri görülmektedir. N3 ise delta hakimiyeti ile karakterizedir (Šušmáková ve Krakovská, 2007). Uyku sırasında, uyku evrelerini ayırmak için EEG kullanılabilir. Bu EEG'ler, klinikte ve laboratuvarlarda yapılan deneylerde kullanılan çok kanallı EEG'lerden farklı olarak en az tek kanalı veya birkaç kanalı içerebilir. Tek veya birden fazla kanalı içeren EEG'ler en az bir kayıt ve referans elektrotunu içerir. Kayıt elektrotu santral bölgedeki yerleşimi ifade eden C ile gösterilen C3 veya C4 bölgesine yerleştirilir. Referans elektrotu ise mastoidi ifade eden ve M ile gösterilen M1 veya M2'ye yerleştirilir (Köktürk, 2013). Yahut uyku sırasında EEG verisi alın bölgesine yerleştirilen elektrot yardımı ile toplanır. Uyku sınıflaması, PSG'den toplanan birçok sinyal göz önünde bulundurularak ve Hastane ve bir merkeze bağlı çalışan teknisyenler tarafından uyku evreleri sınıflaması, PSG'den gelen EEG verisinin 30 saniyelik pencerelere bölünerek, yukarıda uyku evreleri ile ilişkili EEG paternleri aranarak ve bunun PSG'nin diğer sinyalleri ile doğrulanması sonucu etiketleyerek yapılır (örneğin 30 saniyelik pencerede K-kompleksleri dominant olduğunda pencerenin N2 olarak sınıflanması). Pencere uzunluğunun 30 saniye olmasının sebebi ise bilgisayar ekranının varsayılan ayarında 30 saniyelik bir bölümü alıyor olmasıdır. Gelişen teknoloji ile birlikte uyku evleri sınıflaması, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay sinir ağları gibi teknikler ile yapılabilmektedir (Huang ve ark., 2022, Tao ve ark., 2022, Chaoqi Yang ve ark., 2022).

4.6.3 Aktigraf

Aktigraf; temel olarak hız değişimini ölçen akselerometre yardımı ile vücut hareketlerini takip ederek uyku uyanıklık döngüsü hakkında bilgi vermektedir. Uykuya dair bu en temel bilgiler gömülü bir algoritma aracılığı ile hesaplanır ve çıktı olarak verilir. Bazı aktigraf algoritmaları açık kaynak (open source) olarak paylaşılmış ve herkes tarafından ulaşılabilir. Fakat ticari kaygı sebebi ile bazı firmalar kendi algoritmalarını paylaşmayabilmektedir. Bu cihaz yardımı ile gece boyu hareket ve hareketin seviyesi takip edilir, bu doğrultuda hareketin az veya minimum olduğu bölgeler uyku olarak adlandırılır.

4.6.4 PPG

PPG; sistol ve diyastolü içeren her bir kardiyak döngü ile dokulara giden kanda meydana gelen hacim değişimleri yansıtan optik bir ölçüm tekniğidir. Non-invaziv bir ölçüm tekniği olarak sınıflandırılır ve dokuya kızılaltı (700nm ve üstü) ışık gönderen bir kaynak ve bu ışığı geri toplayan almaçlardan oluşur (Madhan ve ark., 2017). Temel olarak AC ve DC olarak iki bileşene ayrılır. AC bileşeni, PPG verisinin yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır ve fizyolojik dalga formu olarak bilinir. Bu dalga formu, her kalp vuruşu ile senkron olarak değişen pulsatif değişimi yansıtır. DC bileşeni, PPG verisinin yaklaşık %90'lık kısmını oluşturur ve sempatik sinir sistemi, solunum, termoregülasyon, vazomotor aktivite, vazokonstriksiyon gibi çeşitli parametrelerden dolayı yavaş değişen bir dalga formu olarak bilinir. Dokuya gönderilen ışığın soğrulma miktarına göre geri yansımalarıyla bir sinyal oluşur ve bu ham sinyalden bazı teknikler ile kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği ve oksijen saturasyonu gibi bilgiler çıkarılır. Çıkarılan bu bilgiler kullanılarak, uyku-uyanıklık ve uyku evreleri sınıflaması yapılmaktadır (Motin ve ark., 2020). Günümüzde, ham PPG sinyali kullanılarak uyku evreleri sınıflamalarının yapıldığı çalışmalarda bulunmaktadır (Kotzen ve ark., 2022).



Şekil 2: Şekilde bir PPG sinyalini oluşturan anakrotik ve katakrotik faz gösterilmiştir (1). Bu iki fazın süre içerisinde tekrar etmesi ham PPG sinyalini oluşturmaktadır (2). Sarı ile işaretli iki noktanın arasındaki süre ve/veya kırmızı ile işaretli iki noktanın arasındaki süresinin hesaplanması “kalp atım hızını” hesaplanan sürelerin sinyal içindeki değişimi ise “kalp atım hızı değişkenliğini” vermektedir (3). Anakrotik faz: eğrisinin yukarı doğru yükseldiği, sistol ile ilişkili aşamadır. Katakrotik faz: eğrinin aşağı doğru ilerlediği diyastol ile ilintili aşama.

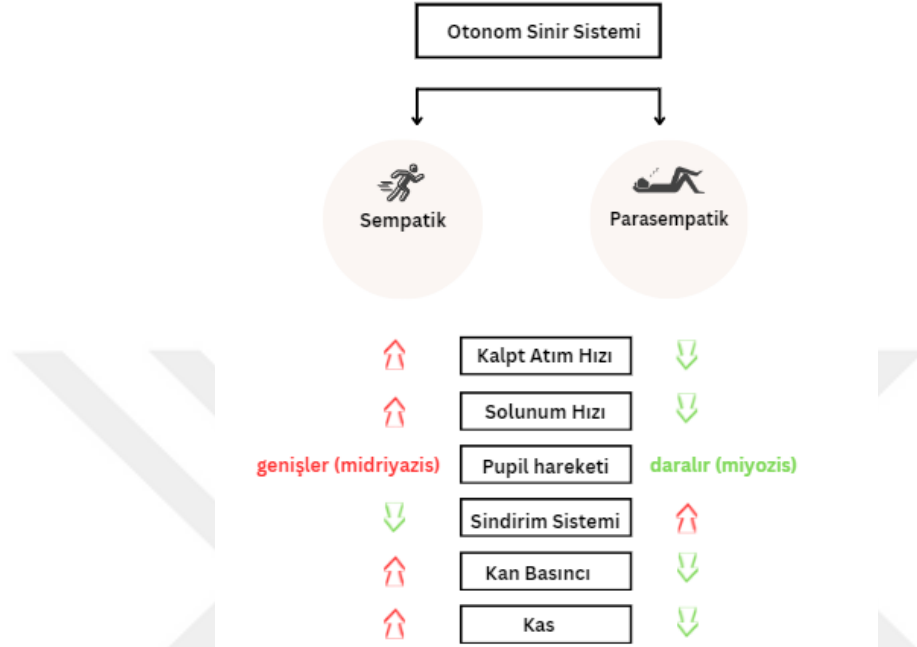
4.7 Otonom Sinir Sistemi

İstem dışı (otonom) çalışarak somatik sistemden ayrılan Otonom Sinir Sistemi (OSS), santral sinir sistemine aferent (merkeze doğru) ve eferent (perifere doğru) lifler spinal ve kraniyal sinir ile girip çıkar. Kendi içerisinde; parasempatik sinir sistemi, sempatik sinir sistemi ve enterik sinir sistemi olmak üzere üç alt başlığa ayrılır (Gibbins 1994). OSS, medulla spinalis ve beyin sapında otonom refleksleri sağlayan ara nöronlar ile bağlantı kurar. Otonomik düzenleme hipotalamus, beyin sapı ve spinalde gerçekleşir. Bu sistem ön beyinin kontrolü altındadır. Karmaşık fonksiyonları düzenlemenin yanı sıra değişen ihtiyaçlara karşılık olarak doku perfüzyonunun miktarını düzenler (Jänig 2008) ve temel görevi homeostasi sağlamaktır (McCorry, 2007). Kan basıncı, kalp atış hızı, sindirim, uyku ve solunumun düzenlenmesi dahil olmak üzere vücudun çeşitli fizyolojik fonksiyonlarının düzenlenmesinden sorumludur. Bu sistem her ne kadar bilinçsiz olarak çalışsa da bazı bireyler fizyolojik fonksiyonlar açısından daha fazla farkındalık kazanmak için geri bildirim kullanarak gevşeme becerilerini edinebilir ve sistemin bazı kısımlarını kontrol etmeyi öğrenebilirler (kalp hızı, solunum sıklığı gibi). Aynı zamanda sistem otonom olmasına rağmen duygular ile yakından ilişkilidir. Örneğin heyecan, korku, şaşkınlık gibi durumlarda kalp hızında değişiklikler meydana gelmektedir. Yanı sıra egzersiz durumunda da otonomik aktivitede de artış görülür.

4.7.1 Sempatik ve Parasempatik Sinir Sistemi

Sempatik sinir sistemi yaygın olarak hayatta kalma ve veya stres durumlarında aktif olduğu için “savaş ya da kaç” sistemi olarak da anılır. Sempatik sinir sisteminin uyarılmasına yanıt olarak kalbin dakika hacmi artar, kan basıncı yükselir, iskelet kaslarına daha fazla kan akışı olur, göz bebeklerinde büyüme ve solunum sıklığında artış görülür. Parasempatik sinir sistem ise sempatik sinir sisteminin tersi durumlar ile karakterizedir. Dinlenim durumunda, vücutta yeni bir uyarı olmadığı görece stabil sayılabilecek durumlarda aktiftir. Dinlenme–Sindirme sistemi olarak da anılır. Sempatik stimülasyondan sonra parasempatik sistem vücudun dinlenim haline dönmesine ve bu durumu sürmesine yardımcı olur. Bu sistemde cilde ve iç organlara kan akışı artar, göz bebekleri küçülür, kalp hızı yavaşlar ve düşük kan basıncı görülür (Kraemer ve ark., 2011). Bu iki sistem KHD’nin LF ve HF diye adlandırılan frekans bileşenlerine yansması sebebi ile yaygın olarak bu iki parametre üzerinden takip edilir. Uyku genelinde parasempatik sistemin dominant olduğu ve rüya aşamasında sempatik

sistem aktivasyonunun arttığı bilinir, bu sebeple LF ve HF frekans bantları, uyku çalışmalarında değişik başlıklar altında sıklıkla çalışılmıştır.



Şekil 3: Sempatik ve parasempatik aktivitelerde vücutta meydana gelen bazı değişimler (Kraemer ve ark., 2011).

4.8 Beyin Sapı ve Ara Ritim

Merkezi sinir sisteminin temel bölümlerinden biri olan beyin sapının insan sağlığı ve günlük yaşantısı için sürekli yürüttüğü birçok işlevi bulunmaktadır. Çalışma kapsamında özellikle uyku-uyanıklık döngüsünün başlatılmasındaki işlevi ve bölgesel olarak dolaşım ritimlerinden biri olan AR'nin aktivasyonunda rol oynayan nöron grubuna ev sahipliği yapması başlıkları ele alınmıştır. 0.12-0.18 Hz bant aralığına sahip olan AR geçmişten günümüze sınırlı çalışmada incelenmiş ve ilk olarak 1987 yılında yüz derisi kan dolaşımında tespit edilmiştir (Smits ve ark., 1987). Ritmin beyin sapında kümелendiği ilk olarak invaziv hayvan deneylerinde (Lambertz ve ark., 1998; Perlitz ve ark., 2004a) sonrasında ise insan fMRI çalışmalarında gösterilmiş (Pfurtscheller ve ark., 2017) bu doğrultuda, beyin sapında merkezli ritim sinirler aracılığı ile yüz bölgesi başta olmak üzere dolaşımında belirlediği bilinmektedir. Daha spesifik olarak, ara ritmin beyin sapının retiküler formasyonunda kümelenen bir grup nöron tarafından aktive edildiği düşünülmür.



Şekil 4: MR görüntüsü üzerinden, beyin sapı ve bölümleri gösterilmiştir.

Retiküler formasyon; beyin sapının orta kısmında küçük bir oluşum şeklindedir ve beyin sapının yanı sıra orta beyin merkezinde de bulunmaktadır (Humphriem ve ark 2006). Daha basit bir tanımla; beyaz ve gri madde beyin sapında karışık olarak yer almaktadır, çoğunluğunu sinir hücrelerinin gövdelerinin oluşturduğu gri madde beyin sapında düzensiz bir görünüm arz eder ve bu düzensiz oluşum “retiküler formasyon” olarak adlandırılır. Bu sistem korteksi uyandıran yedek bir sistem gibi hareket eder. Bu durumdan ötürü retiküler aktivasyon sistemi (RAS) olarak adlandırılır. Vücuttaki tüm duyuşal sinir gövdelerinin RAS’da dalları vardır ve bu duysal sinirler korteks ile direkt bağlantı halindedir. RAS’da; toplanan bilgiler filtreden geçer ve bazı bilgiler beyine giderken bazıları ise bilinçsiz reaksiyonları oluşturur. İşitme, görme, koku veya tatma gibi duyuşal uyarılar RAS’yi uyarır ve RAS’da uyarıyı kortekse iletir. Özetle uyarı karşısında korteksin ilgili merkezinde beyin uyarıyı tanımlayabilir. Yanı sıra otonom

işlerin kontrolü, hayati işlevlerin yürütülmesinde gibi önemli görevleri vardır (French, 1957) Beyin sapı; sinir sisteminin tüm parçaları ile bağlantılıdır ve yapısal olarak karmaşık olarak sınıflandırılır. Mezensefalon (orta beyin), metensefalon (pons) ve medulla oblongata (omirilik soğanı) olmak üzere yukarıdan aşağıya doğru üç parçadan oluşur ve anatomik yapısı itibarı ile beyin ve omuriliği birbirine bağlar (Duvernoy, 2012). Medulla oblongata omuriliğe direkt bağlı olmasından dolayı bu ismi almıştır. Öksürme, solunum gibi olayların yanı sıra hapsirme gibi reflekslerde bu bölgede kontrol edilir.

Vücudun içsel algısı ile karakterize AR ve bağlantıları üzerine sınırlı çalışma yapıldığı görülmektedir. İlgili ritmin, barorefleks aracılı yaklaşık 10 saniye süren 0.1 Hz arteriyel kan basıncı ritminden ve mekanik soluk alıp verme ile ilintili ortaya çıkan solunum ritminden farklı olduğu (Perlitz ve ark., 2004a), buna karşın öznel deneyimin arttığı ve kendi kendine kalma hali ile birlikte gelen rahatlama ile gücünün arttığı bilinmektedir (intoresepsiyon). İntoreseptif algı ile ilişkili olduğu, dinlenim durumunda yapılan bir fMRI çalışması sonucunda insulanın orta ve arka bölümündeki dalgalanmalar ile bağlı olmasından ötürü sometosensoriyel alanla ilişkisi belirtilerek ortaya konmuştur (Keller ve ark., 2020; Pfurtscheller ve ark., 2023). Gün içerisinde maruz kalınan uyaranların işlendiği, fizyolojik olarak yenilenme ve toparlanmanın gerçekleştiği uyku sırasında ara ritim bağlantısı incelenmemiş olmasından ötürü, bu çalışma bu bağlantıyı uyku kalitesi kavramı ile birlikte ele alarak araştırmak üzere planlanmıştır.

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1 Araştırma Grubu

Tez çalışmasına İstanbul'da ikamet eden, herhangi bir sinir sistemi rahatsızlığı olmayan, yakın zamanda doku-bağ yaralanması geçirmemiş, 4 yıllık aktif yarışma geçmişine sahip 18-31 yaş arasındaki 12 erkek sporcu dahil edilmiştir. Katılımcılar sporcu (n=6, ort. 23.5 yaş, boy:179.8, kilo:66.4) ve kontrol (n=6, ort. yaş: 23, boy:185.2, kilo:77.17) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Sporcu grubu, sezon içerisinde olan ve yarışmaya devam eden, enerji üretiminde oksidatif sistemin dominant olduğu dayanıklılık spor branşlarından seçilmiştir. Kontrol grubunda, sporcu grubundan farklı olarak yarışma şartı aranmamıştır. Her iki grup içinde katılımcıların tanısal bir uyku bozukluğuna ve gece uykusunu bölecek faktörlere sahip olmamasına ayrıca dikkat edilmiştir.

Bu tez çalışmasının etik kurul onayı 08.10.2021 tarihli toplantıda 09.2021.1128 no ile Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan alınmıştır.

Tablo 3: Tabloda sporcu ve kontrol grubunun tanımlayıcı özellikleri verilmiştir. Kafein alımı, gün içerisinde içilen kupa ve kahve cinsi üzerinden hesaplanmıştır (ör; 1 kupa sade filtre kahve = 170 mg, türk kahvesi= 65 mg). SAA: Sabahçıl- Akşamcıl Anketi. Skor sonucunda, sporcu grubunda bir katılımcı sabahçıla yakın, kontrol grubunda bir katılımcı akşamcıla yakın kalan tüm katılımcılar ise ara tip olarak sınıflanmıştır (42-58 ara tip, 59-69 sabahçıla yakın, 31-41 akşamcıla yakın). SARS-Cov: bir test aracılığı ile covid hastalığı tansı alma durumunu ifade etmektedir.

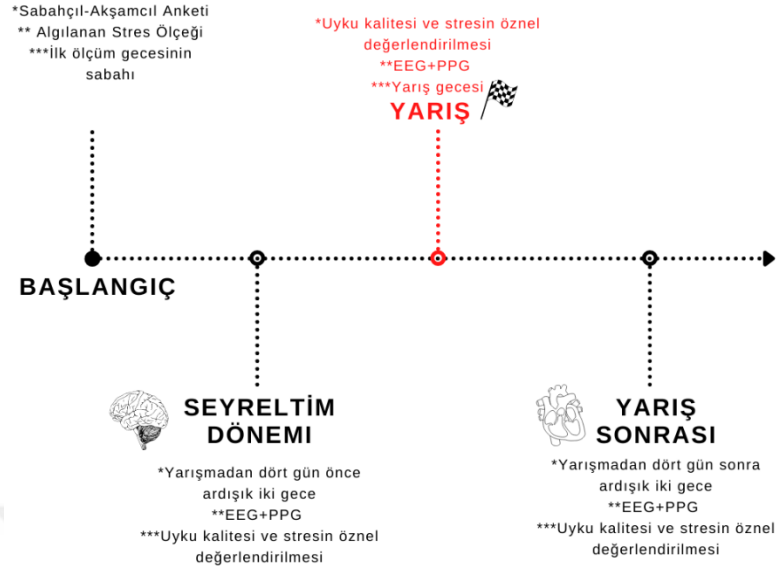
	Sporcu			Katılımcı		
	Min	Ort	Max	Min	Ort	Max
Yaş	18	23.5	31	20	23	27
Boy (cm)	175	179.8	188	179	185.2	192
Kilo (kg)	59	66.4	85	67	77.17	88
Deneyim	2	7.3	12	4	9.5	14
Kafein Alımı (mg)	170	238	340	65	228.8	170
SAA Skor	46	51.8	61	41	49	57
	Evet	Hayır		Evet	Hayır	
SARS-CoV (%)	33.3	66.7		33.3	66.7	

5.2 Araştırma Yöntemi

Sporcu grubundaki her sporcu için hedef bir yarış belirlenmiştir. Bu yarıştan dört gün önce ardışık iki gece, yarış gecesi ve yarıştan dört gün sonra ardışık iki gece olmak üzere toplam beş gece EEG+PPG kombinasyonu uyku takip cihazı ile kendi ev ortamlarında uyku ölçümleri yapılmıştır.

Yarıştan dört gün önce ardışık iki gece, sporcuların antrenman şiddetlerini düşürdüğü ve organizmalarını yarışa hazırladığı dönem olması sebebi ile “seyreltim dönemi” olarak isimlendirilmiştir. Burada sporcuların girecekleri yarışın stresinin uykuya yansıtacağı ve bunun temel uyku mimarisinden çıkarılacağı varsayılmıştır. Yarışı takip eden gece “yarış” olarak isimlendirilmiş ve burada fizyolojik olarak görülen yıkımın uykuya yansıtması incelenmiştir. Yarıştan dört gün sonrası ise fizyolojik olarak tam toparlanmanın gerçekleştiği ve yarış stresinin ortadan kalkması ile karakterize olduğu için “yarış sonrası” olarak isimlendirilmiştir.

Ölçümler başlamadan önce katılımcıların sabahçıl-akşamcıl profillerini belirlemek için Sabahcıl-Akşamcıl Anketi (SAA) (Pündük ve ark., 2005) ve genel bilgi formu doldurtulmuştur. Uyku takibi yapılan ilk gecenin sabahında katılımcılardan uyku kalitelerini öznel olarak değerlendirmesi için “Geçtiğimiz haftadaki uyku kalitenizi nasıl değerlendirirsiniz?” ve “Dün geceki uyku kalitenizi nasıl değerlendirirsiniz?” soruları sorulmuş ve katılımcılardan uyku kalitelerini Likert tipi ölçek ile şu şekilde: 1=çok kötü, 2=kötü, 3= normal, 4= iyi ve 5= mükemmel değerlendirmeleri istenilmiştir (Brandt ve ark. 2017, Andrade ve ark. 2019). Ayrıca her ölçüm gecesinin sabahında sporculardan stres/sakinlik durumlarını Likert tipi ölçek ile bireysel olarak değerlendirmeleri istenilmiştir (10 puanlık bir ölçek: 1= Stres düzeyim baş edilemeyecek kadar fazla/ Hiç sakin değilim, 2= Stres düzeyim çok çok fazla/Hiç sakin değilim, 3= stres düzeyim fazla/Sakin değilim, 4= stresliyim/ ama sakinde sayılırım, 5= Sakinlik düzeyim stres düzeyimden yüksek, 6= Sakinim, 7= Sakinliğim yüksek, 8= Oldukça Sakinim, 9= Tamamen sakinim, 10=Vücuduma sükunet hakim).



Şekil 5: Yukarıdaki şekilde sporcu grubunun ölçüm döngüsü açıklanmıştır.

Kontrol grubunda hedef bir yarışma olmaksızın, sporcuların kendi ev ortamlarında ardışık iki gece EEG+PPG kombinasyonlu uyku takip cihazı ile uyku ölçümleri yapılmıştır. Benzer şekilde ölçümlerden önce ve her ölçüm sabahında sporcu grubuna doldurtulan anket ve ölçekler kontrol grubuna da doldurtulmuştur.

5.3 Araştırmanın Çalışma Alanı

Uyku takip cihazı katılımcılara Marmara Üniversitesi Sporda Sinirbilim ve Psikofizyoloji araştırma laboratuvarında teslim edilmiştir. Cihazın taşınabilir olması sayesinde tüm ölçümler katılımcıların kendi ev veya yarış koşullarında kalmak zorunda oldukları otellerde toplanmıştır. Cihazın nasıl çalıştığı, nelere dikkat edilmesi gerektiği teslim sırasında uygulamalı olarak anlatılmıştır. Ölçümlerden önce cihazın bağlantısı ve sinyal kalitesinin kontrol edilmesi adına ekran görüntüsü yürütücü ile paylaşılmıştır. Tüm veriler ilgili araştırma laboratuvarında analiz edilmiştir.

5.4 Araştırmada Kullanılan Cihaz ve Anketler

Bu çalışma sırasında hiçbir katılımcının uyku-uyanma döngüsüne müdahale edilmemiş, herhangi bir yönlendirmeden özellikle kaçınılmıştır.

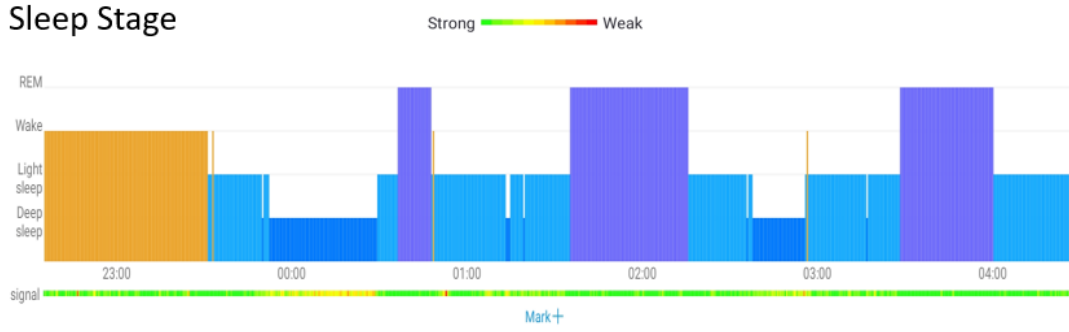
5.4.1 EEG ve PPG

Bu çalışmada, tek kanallı EEG ve iki dalga boyunu barındıran (kızılaltı ve kırmızı) PPG sensörünün tek bir pcb board üzerinde toplandığı kombine bir cihaz ile çalışılmıştır (U-Mind Sleep-EEG Smart®) / (Hanrong ve ark., 2021). EEG için 256 Hz, PPG için ise 25 Hz örneklem frekansına sahip cihaz, sağ-sol iki referans ve bir sinyal olmak üzere toplam üç kanal ve iki dalga boyu (kızılötesi ve kırmızı) içermektedir. İlgili üç kanal ıslak elektrot yardımı ile alnın üst bölgesine yerleştirilmiş ve elektrotlar her ölçümden sonra değiştirilmiştir. Gece boyu toplanan veriler bluetooth yardımı ile Android işlemci tablete aralıksız aktarılmıştır. Uyku sürecince takip edilen EEG aktivitesi sayesinde, yukarıda anlatıldığı üzere EEG ile karakterize olan frekans bantları ile ilişkili uyku evrelerinin ayrıştırılması için özel eğitilmiş bir yapay zeka sınıflaması kullanılmıştır. Yapay zeka, ham hasta ve sağlıklı PSG verileri kullanılarak eğitilmiş ve sınıflama başarısı 198 katılımcı ile hastane ortamında toplanan PSG kayıtları karşılaştırılarak yapılmış, her bir uyku evresi için genel ortalama uyuşma $\%81 \pm 6.06$ olarak belirtilmiştir (Hanrong ve ark. 2021). Daha spesifik olarak ise NREM, REM ve uyanıklık durumlarının ayrışması $\%87 \pm 5.30$ başarı oranı ile yapılmaktadır.



Şekil 6: Tek kanal EEG ve iki dalga boyunu içeren PPG sensörü kombinasyonu.

Temel uyku mimarisinde N1 ve N2 birlikte ele alınarak “hafif uyku” olarak sınıflanmış ve N1N2 şeklinde isimlendirilmiştir. Bu doğrultu da evreler; uyanıklık, hafif uyku (N1N2), derin uyku (N3) ve REM şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 7: Yukarıdaki şekilde tek kanallı bir EEG'den toplanmış verilere göre yapılan bir gecelik uyku evreleri sınıflaması gösterilmiştir. REM = Mor, Wake (uyanıklık) = Turuncu, Light sleep (hafif uyku) = Açık Mavi, deep Sleep (derin uyku) = Koyu Mavi.

5.4.2 Sabahçıl-Akşamcıl Anketi

Uyku ve uyanıklık döngüsü beynin üst kiyazmatik çekirdeği tarafından kontrol edilen sirkadiyen ritim tarafından düzenlenir. Bu döngü, merkezde yer alan ritmin yanı sıra, yaş, genetik, yaşam şartları, çalışma koşulları ve gün içerisinde maruz kaldığımız ışık, gürültü gibi uyaranlardan etkilenir. Dolayısıyla uyuma ve uyanma döngüsü bireyden bireye farklılık gösterir. Bu doğrultuda, insanlar uyuma uyanma zamanı, gün içerisinde kendini en fazla üretken hissettiği zaman gibi faktörler göz önünde bulundurularak “sabahçıl, sabahçıla yakın, ara, akşamcıla yakın ve akşamcıl tipleri” olarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma Horne ve Ostberg tarafından 1976 yılında geliştirilmiş Sabahçıl-Akşamcıl Anketi kullanılarak yapılır (Horne, & Östberg, 1976). Anket içerisinde toplam 19 soru bulunmaktadır ve soruların yanıtları dört seçenek şeklinde sunulmuştur. 1, 2 ve 10. Sorularda istisnai olarak zaman cetveli kullanılarak işaretleme yapılır, ilgili sorular artı 17, 18. Soru dahil 1-5 arası puanlama yapılır. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16. Soru için 1-4 arası, 11 ve 19. Sorular 0-6 arası, 12. Soru ise 0-5 arası puanlanır. Hesaplanan toplam puana göre; 70-86 arası “kesinlikle sabahçıl tip”, 59-69 “sabahçıl tipe yakın”, 42-58 “ara tip”, 31-41 “akşamcıl tipe yakın” ve 16-30 “kesinlikle akşamcıl tip” olarak sınıflanmaktadır. Bu anketin Türkçeye çevirisi 2006 yılında Pündük ve ark., 2021 yılında ise Özdalyan ve ark. tarafından yapılmıştır (Pündük ve ark., 2005, Özdalyan ve ark., 2021). İki tercüme arasında skalaların gösterilmesi ve bazı kelime farklılıkları bulunmamaktadır. Orijinal ile uyumu

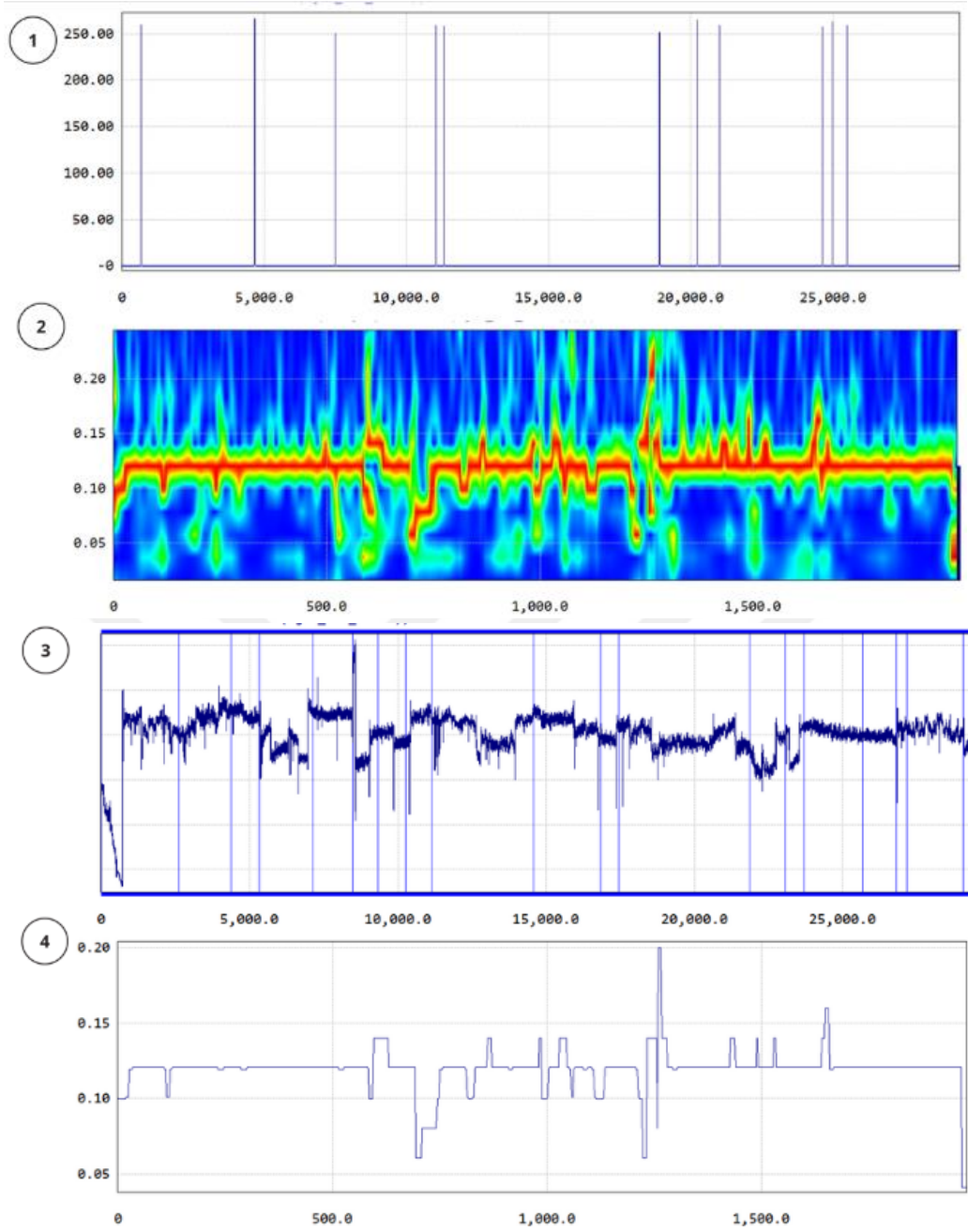
incelendiğinde bu çalışmada 2021 çevirisi kullanılmıştır (örneğin 2006 tercümesinde 5. Maddedeki süre bir saat olarak verilmişken, 2021 tercümesinde ilk yarım saat olarak verilmiştir).

5.4.3 Genel Bilgi Formu

Bu form tüm ölçümlerin başlangıcında dijital olarak her bir katılımcı tarafından doldurulmuştur. İlgili form katılımcı grubunun geçmiş Covid öyküsü, günlük kafein alımı, antrenman yaşı, yaralanma öyküsü ve uyku alışkanlığına yönelik soruları içermektedir (EK3).

5.5 Analiz

Her bir katılımcının ham EEG, ham PPG ve otomatik hesaplanmış uyku evleri raporu edf, word ve csv formatında cihazdan çıkarılmıştır. PPG verileri öncelikli olarak gece boyu yatış pozisyonu ve cihazın alın temasındaki bozulma kaynaklı sinyalde oluşan artefaktlardan arındırılmıştır. Daha sonra csv formatında dışarı çıkarılan uyku evreleri ile üst üste konularak, sinyal üzerinde evreler işaretlenmiştir. İşaretleme sırasında zaman-frekans dağılımın çizdirileceği göz önünde bulundurularak, 300 saniyeden daha kısa süren uyku evreleri bir önceki evreye dahil edilmiştir. Uyku evrelerine göre ayrılmış PPG sinyalleri, trendlerden arındırılarak, normalize edilmiş ve 0.02-0.6 Hz arası Bandpass filtre ile filtrelenmiştir. Filtrelenmiş sinyallerin zaman-frekans dağılımları çıkarılmış ve ilgili aralıktaki frekansların süreleri elle hesaplanarak, sinyalin süresine oranlanmıştır. Tüm bu hesaplamalar Procalysis (Simplana.de) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Sporcu grubunun beş gecelik ölçümün grup içi karşılaştırması Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi kullanılarak yapılmıştır. Kontrol ve sporcu grubu karşılaştırması için sporcu grubunun ilk iki ve son iki ölçümünün ortalaması alınıp birer geceye indirilmiştir. Bu doğrultuda seyreltim (bir ve ikinci ölçümün ortalaması), yarış gecesi ve yarış sonrası (dördüncü ve beşinci gecenin ortalaması) olmak üzere üç dönemi temsil eden birer gecelik ölçümler oluşturulmuştur. Benzer şekilde kontrol grubunun iki gecelik ölçümün ortalaması alınarak teke düşürülmüş ve sporcu grubunun her bir dönemi kontrol grubunun tek ölçümü ile Mann-Whitney U testi kullanılarak ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. İstatiksel testler Jamovi 2.2 paket programı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 8: Yukarıdaki şekilde analiz aşamaları gösterilmiştir. 1: örneklem frekansı ayarlanmış ham artefakt ile dolu tüm gece uyku sinyalini göstermektedir. 2: artefaktlardan arındırılmış, normalize edilip, trend atılmış ve EEG sınıflamasına göre uyku evrelerine göre işaretlenmiş sinyal. 3: Bir uyku evresinin 0.02-0.6 Hz arası filtrelenmiş ve zaman frekans dağılımı çıkarılmış sinyal. 4: 0.02-0.6 Hz arasındaki güç dağılımında anlık maksimum güçteki frekansın seyri gösterilmektedir.

6. BULGULAR

Tez çalışması kapsamında, sporcu grubunun yarış döngüsü içerisindeki beş farklı zamana ait kontrol grubunun ise ardışık iki gece olan temel uyku mimarisi bilgileri (toplam uyku süresi, uyanıklık, hafif uyku/N1N2, derin uyku/N3 ve REM), öznel olarak her ölçüm gecesinin sabahında değerlendirmede bulundukları stres durumu ve uyku kalitesi skoru, son olarak ise çalışma kapsamında uyku kalitesi ile ilişkilendirilmiş AR'nin uykudaki paterni detaylı olarak bu bölümde verilmiştir.

6.1 Temel Uyku Mimarisi Bulguları

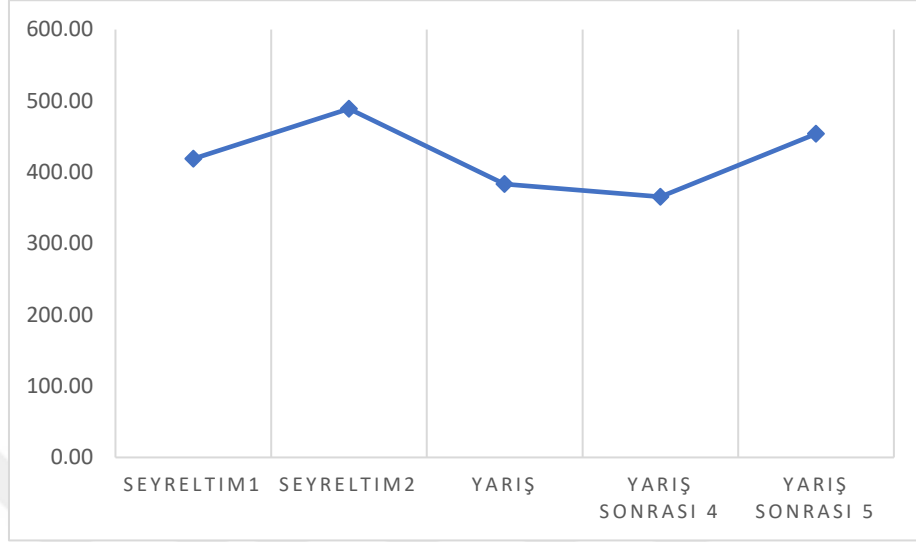
Hem sporcu hem kontrol grubunun toplam uyku süresi, uyku verimliliği skoru, uykuda görülen ara ritmin süresi ve ara ritmin ilgili günün toplam uyku süresine oranı tablo 4'de verilmiştir. Kontrol grubu yakın tarihte yarışmayacak olan aktif sporculardan seçildiği için karşılaştırma için yalnızca iki gecelik uyku verisi toplanılmıştır.

Tablo 4: Sporcu ve kontrol grubunun ölçüm gecelerinin temel sonuçları.

	1 (seyreltim)	2 (seyreltim)	3 (yarış)	4 (yarıştan 4 gün sonra)	5 (yarıştan 5 gün sonra)
<u>Sporcu</u>					
TUS (ort) (s)	7.0	8.1	6.4	6.1	7.6
UV (ort) (%)	81.7	77.9	67.5	86.1	82.3
AR (ort) (dk)	82.8	88.8	66.1	59.2	98.6
AR/TUS	0.20	0.18	0.17	0.16	0.22
<u>Kontrol</u>					
TUS (ort) (s)	7.8	7.6			
UV (ort) (%)	84.6	85.3			
AR (ort) (dk)	96	84			
AR/TUS	0.21	0.18			

Parametrik olmayan tekrarlı ölçümler için Friedman testinde sporcu grubunun 5 gecelik toplam uyku süreleri karşılaştırıldığında anlamlı bir fark vermektedir ($\chi^2=10.4$, $p=0.034$). Durbin-Conover ikili karşılaştırmalarda birinci gece ve ikinci gece ($p=0.024$), ikinci gece ve yarış gecesi ($p=0.024$), ikinci gece ve dördüncü ölçüm ($p=0.003$), dördüncü ölçüm ve beşinci ölçüm arasında ($p=0.015$) istatistiksel olarak

anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Sonuç olarak, seyreltim dönemi, yarış gecesi ve yarış sonrası dönemin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu görülmektedir.



Şekil 9: Sporcu grubunun tüm ölçüm gecelerine dair TUS verileri.

Aşağıda her bir sporcunun yarış döngüsü içerisinde toplanan 5 gecelik uyku verilerinin detaylı sonuçlarını içeren tablolar verilmiştir.

Tablo 5: Sporcu 1'in 5 gecelik uyku analizinin sonuçları. Her bir tabloda temel uyku mimarisindeki (uyanıklık, N1N2, N3, REM) aşamaların süresi ve bu aşamadaki ara ritmin süreleri gösterilmiştir. Oran: ilgili uyku aşamasında görülen ara ritmin oranı. TUO: Toplam uyku oranı, her bir aşamanın toplam uykudaki yüzdesi.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	486	2593	428	1514	5021
Evre Süresi (sn)	3809	15473	3029	7347	29658
Oran (%)	0.13	0.17	0.14	0.21	0.17
TUO (%)	0.13	0.52	0.1	0.25	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	206	1459	63	622	2350
Evre Süresi (sn)	1589	18654	3700	6328	30271
Oran (%)	0.13	0.08	0.02	0.1	0.08
TUO (%)	0.05	0.62	0.12	0.21	

Yarış (3)	Uyanıklık (sn)	N1N2 (sn)	N3 (sn)	REM (sn)	Toplam (sn)
Ara Ritim (sn)	995	1327	645	400	3367
Evre Süresi (sn)	7350	8451	4314	3577	23692
Oran (%)	0.14	0.16	0.15	0.11	0.14
TUO (%)	0.31	0.36	0.18	0.15	

4	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	367	1527	302	726	2922
Evre Süresi (sn)	3130	18703	2880	5240	29953
Oran (%)	0.12	0.08	0.1	0.14	0.1
TUO (%)	0.1	0.62	0.1	0.17	

5	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	288	1856	285	1369	3798
Evre Süresi (sn)	3315	18629	3101	9858	34903
Oran	0.09	0.1	0.09	0.14	0.11
TUO (%)	0.09	0.53	0.09	0.28	

Tablo 6: Sporcu 2'nin 5 gecelik uyku analizinin sonuçları. Her bir tabloda temel uyku mimarisindeki (uyanıklık, N1N2, N3, REM) aşamaların süresi ve bu aşamadaki ara ritmin süreleri gösterilmiştir. Oran: ilgili uyku aşamasında görülen ara ritmin oranı. TUO: Toplam uyku oranı, her bir aşamanın toplam uykudaki yüzdesi.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	388	1618	983	695	3684
Evre Süresi (sn)	2356	13908	5246	3898	25408
Oran (%)	0.16	0.12	0.19	0.18	0.14
TUO (%)	0.09	0.55	0.21	0.15	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	483	2642	1511	3092	7728
Evre Süresi (sn)	2777	15563	7411	7836	33587
Oran (%)	0.17	0.17	0.20	0.39	0.23
TUO (%)	0.08	0.46	0.22	0.23	

3	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	549	1423	0	583	2555
Evre Süresi (sn)	2849	17058	0	5634	25541
Oran (%)	0.19	0.0834213	0	0.10348	0.1
TUO (%)	0.11	0.67	0.00	0.22	

4	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	445	1468	656	847	3416
Evre Süresi (sn)	3359	9327	3241	5142	21069
Oran (%)	0.13	0.16	0.20	0.16	0.16
TUO (%)	0.16	0.44	0.15	0.24	

5	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1101	1224	951	367	3643
Evre Süresi (sn)	4376	11927	6673	6573	29549
Oran (%)	0.25	0.10	0.14	0.06	0.12
TUO (%)	0.15	0.40	0.23	0.22	

Tablo 7: Sporcu 3'ün 5 gecelik uyku analizinin sonuçları. Her bir tabloda temel uyku mimarisindeki (uyanıklık, N1N2, N3, REM) aşamaların süresi ve bu aşamadaki ara ritmin süreleri gösterilmiştir. Oran: ilgili uyku aşamasında görülen ara ritmin oranı. TUO: Toplam uyku oranı, her bir aşamanın toplam uykudaki yüzdesi.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	578	1112	329	288	2203
Evre Süresi (sn)	6493	10267	718	3074	20830
Oran (%)	0.09	0.11	0.46	0.09	0.11
TUO (%)	0.32	0.50	0.03	0.15	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	321	1479	45	611	2456
Evre Süresi (sn)	2072	18237	2623	4307	27239
Oran (%)	0.15	0.08	0.02	0.14	0.09
TUO (%)	0.08	0.67	0.10	0.16	

Yarış (3)	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	559	2532	142	780	4147
Evre Süresi (sn)	2818	16559	390	2582	22349
Oran (%)	0.20	0.15	0.36	0.30	0.19
TUO (%)	0.13	0.74	0.02	0.12	

4	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	0	976	0	291	1267
Evre Süresi (sn)	0	20081	1510	3556	25147
Oran (%)	0.00	0.05	0.00	0.08	0.05
TUO (%)	0.00	0.80	0.06	0.14	

5	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1769	6383	0	325	8477
Evre Süresi (sn)	3931	22792	535	1961	29219
Oran (%)	0.45	0.28	0.00	0.17	0.29
TUO (%)	0.13	0.78	0.02	0.07	

Tablo 8: Sporcu 4'ün 5 gecelik uyku analizinin sonuçları. Her bir tabloda temel uyku mimarisindeki (uyanıklık, N1N2, N3, REM) aşamaların süresi ve bu aşamadaki ara ritmin süreleri gösterilmiştir. Oran: ilgili uyku aşamasında görülen ara ritmin oranı. TUO: Toplam uyku oranı, her bir aşamanın toplam uykudaki yüzdesi.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	94	1625	181	319	2219
Evre Süresi (sn)	1320	10126	3143	1162	15751
Oran (%)	0.07	0.16	0.06	0.27	0.14
TUO (%)	0.08	0.64	0.20	0.07	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	406	1551	331	0	2288
Evre Süresi (sn)	4470	8353	3182	818	16823
Oran (%)	0.09	0.19	0.10	0.00	0.14
TUO (%)	0.27	0.50	0.19	0.05	

Yarış (3)	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	259	1510	479	101	2349
Evre Süresi (sn)	5993	12413	3799	2105	24310
Oran (%)	0.04	0.12	0.13	0.05	0.10
TUO (%)	0.25	0.51	0.16	0.09	

4	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	85	666	327	117	1195
Evre Süresi (sn)	506	8977	2890	1468	13841
Oran (%)	0.17	0.07	0.11	0.08	0.09
TUO (%)	0.04	0.65	0.21	0.11	

5	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	147	841	509	270	1767
Evre Süresi (sn)	685	8769	4280	2933	16667
Oran (%)	0.21	0.10	0.12	0.09	0.11
TUO (%)	0.04	0.53	0.26	0.18	

Tablo 9: Sporcu 5'in 5 gecelik uyku analizinin sonuçları. Her bir tabloda temel uyku mimarisindeki (uyanıklık, N1N2, N3, REM) aşamaların süresi ve bu aşamadaki ara ritmin süreleri gösterilmiştir. Oran: ilgili uyku aşamasında görülen ara ritmin oranı. TUO: Toplam uyku oranı, her bir aşamanın toplam uykudaki yüzdesi.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	565	2585	309	1237	4696
Evre Süresi (sn)	6718	14241	5360	4510	30829
Oran (%)	0.08	0.18	0.06	0.27	0.15
TUO (%)	0.22	0.46	0.17	0.15	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	370	1553	238	1710	3871
Evre Süresi (sn)	1661	17819	4534	6489	30503
Oran (%)	0.22	0.09	0.05	0.26	0.13
TUO (%)	0.05	0.58	0.15	0.21	

Yarış (3)	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	2008	2830	438	1115	6391
Evre Süresi (sn)	10564	8475	2082	3001	24122
Oran (%)	0.19	0.33	0.21	0.37	0.26
TUO (%)	0.44	0.35	0.09	0.12	

4	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	200	1059	87	437	1783
Evre Süresi (sn)	4715	8624	471	1061	14871
Oran (%)	0.04	0.12	0.18	0.41	0.12
TUO (%)	0.32	0.58	0.03	0.07	

5	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	903	2813	870	73	4659
Evre Süresi (sn)	8730	8984	2275	721	20710
Oran (%)	0.10	0.31	0.38	0.10	0.22
TUO (%)	0.42	0.43	0.11	0.03	

Tablo 10: Sporcu 6'nın 5 gecelik uyku analizinin sonuçları. Her bir tabloda temel uyku mimarisindeki (uyanıklık, N1N2, N3, REM) aşamaların süresi ve bu aşamadaki ara ritmin süreleri gösterilmiştir. Oran: ilgili uyku aşamasında görülen ara ritmin oranı. TUO: Toplam uyku oranı, her bir aşamanın toplam uykudaki yüzdesi.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1551	6068	3226	1125	11970
Evre Süresi (sn)	5341	13882	5695	3421	28339
Oran (%)	0.29	0.44	0.57	0.33	0.42
TUO (%)	0.19	0.49	0.2	0.12	

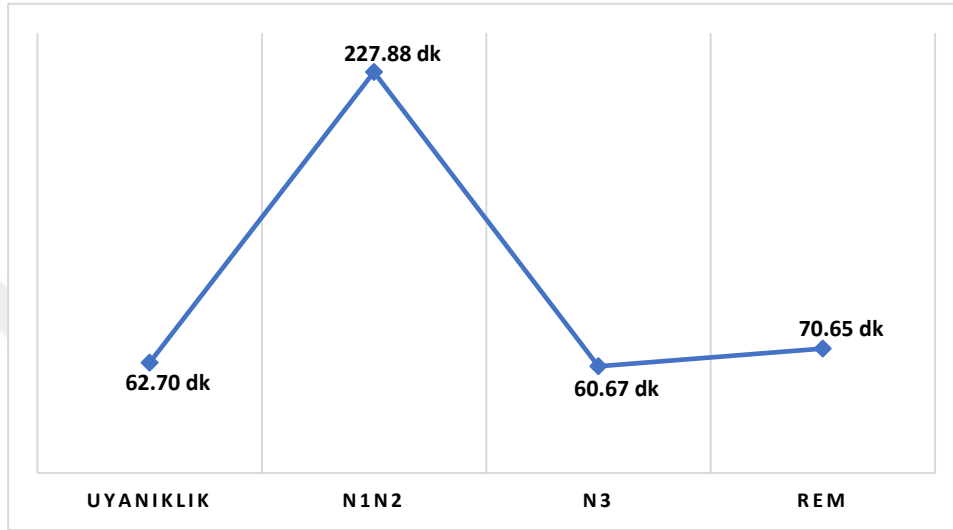
2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1270	6840	2770	2411	13291
Evre Süresi (sn)	5117	16297	8256	7915	37585
Oran (%)	0.25	0.42	0.34	0.3	0.35
TUO (%)	0.14	0.43	0.22	0.21	

Yarış (3)	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	666	1505	1419	1411	5001
Evre Süresi (sn)	3811	4972	4919	4260	17962
Oran (%)	0.17	0.3	0.29	0.33	0.28
TUO (%)	0.21	0.28	0.27	0.24	

4	Wake	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	299	5762	4083	614	10758
Evre Süresi (sn)	1968	13955	6947	3818	26688
Oran (%)	0.15	0.41	0.59	0.16	0.4
TUO (%)	0.07	0.52	0.26	0.14	

5	Wake	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	262	7722	3716	1427	13177
Evre Süresi (sn)	1043	18688	5997	6571	32299
Oran (%)	0.25	0.41	0.62	0.22	0.41
TUO (%)	0.03	0.58	0.19	0.2	

Sporcu grubunda, uyanıklık, N1N2, N3 ve REM şeklindeki temel uyku mimarisi süreleri tekrarlayan ölçümler varyans analizi ile karşılaştırıldığında, aşamalar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0.001$); post-hoc Tukey testi karşılaştırmalarında “uyanıklık” ile N1N2 arasında $p=0.003$, N1N2 ile N3 arasında $p=0.005$, N1N2 ile REM arasında $p=0.001$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur.



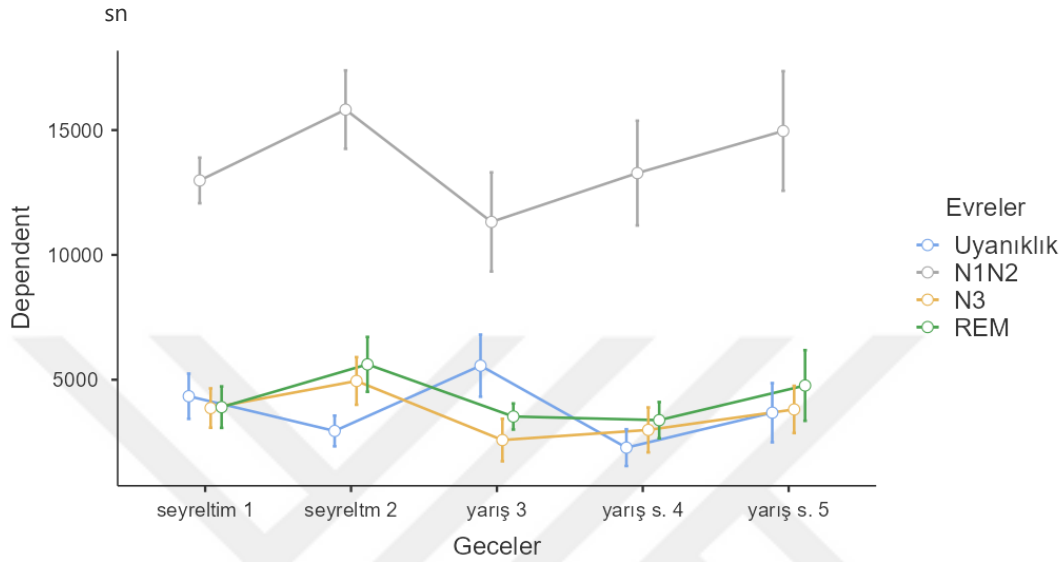
Şekil 10: Sporcu grubunun temel uyku mimarisi sonuçları.

Tablo 11: Sporcu grubu temel uyku mimarisi ortalamaları.

Tahmini Marjinal Ortalamalar- Evreler

Evreler	Ort	SE	%95 Güven Aralığı	
			En Düşük	En Yüksek
Uyanıklık (sn)	3762	569	2300	5224
N1N2 (sn)	13673	1161	10689	16657
N3 (sn)	3640	705	1827	5453
REM (sn)	4239	760	2285	6192

Sporcu grubunda, uyanıklık, N1N2, N3 ve REM şeklindeki temel uyku aşamaları süreleri için geceler arasında tekrarlayan ölçümler varyans analizinde istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p=0.075$). Benzer şekilde uyku aşaması ile ölçüm gecesi etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.274$).



Şekil 11: Sporcu grubunun ölçüm geceleri bazında uyku mimarisinde (uyanıklık, N1N2, N3 ve REM) görülen değişim gösterilmiştir.

Kontrol grubunun ardışık iki gece toplanan uyku verilerinin detaylı tablosu her bir katılımcı için ayrı ayrı aşağıda verilmiştir.

Tablo 12: Kontrol 1'in iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1618	3987	66	1220	6891
Evre Süresi (sn)	4182	18353	508	3995	27038
Oran (%)	0.39	0.22	0.13	0.31	0.25
TUO (%)	0.15	0.68	0.02	0.15	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	215	5180	118	1806	7319
Evre Süresi (sn)	1437	20015	1254	6179	28885
Oran (%)	0.15	0.26	0.09	0.29	0.25
TUO (%)	0.05	0.69	0.04	0.21	

Tablo 13: Kontrol 2'nin iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	271	1392	631	679	2973
Evre Süresi (sn)	2809	15697	6054	5557	30117
Oran (%)	0.10	0.09	0.10	0.12	0.10
TUO (%)	0.09	0.52	0.20	0.18	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	234	1518	250	1015	3017
Evre Süresi (sn)	1581	15202	7867	6939	31589
Oran (%)	0.15	0.10	0.03	0.15	0.10
TUO (%)	0.05	0.48	0.25	0.22	

Tablo 14: Kontrol 3'ün iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1442	958	1536	692	4628
Evre Süresi (sn)	11573	9378	5379	6859	33189
Oran (%)	0.12	0.10	0.29	0.10	0.14
TUO (%)	0.35	0.28	0.16	0.21	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1221	1244	1208	255	3928
Evre Süresi (sn)	6408	11899	6657	4936	29900
Oran (%)	0.19	0.10	0.18	0.05	0.13
TUO (%)	0.21	0.40	0.22	0.17	

Tablo 15: Kontrol 4'ün iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	74	3073	674	193	4014
Evre Süresi (sn)	1003	21265	2512	4067	28847
Oran (%)	0.07	0.14	0.27	0.05	0.14
TUO (%)	0.03	0.74	0.09	0.14	

2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	258	2843	1076	31	4208
Evre Süresi (sn)	1999	18233	3614	633	24479
Oran (%)	0.13	0.16	0.30	0.05	0.17
TUO (%)	0.08	0.74	0.15	0.03	

Tablo 16: Kontrol 5'in iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	31	1032	635	225	1923
Evre Süresi (sn)	601	11714	4186	2281	18782
Oran (%)	0.05	0.09	0.15	0.10	0.10
TUO (%)	0.03	0.62	0.22	0.12	

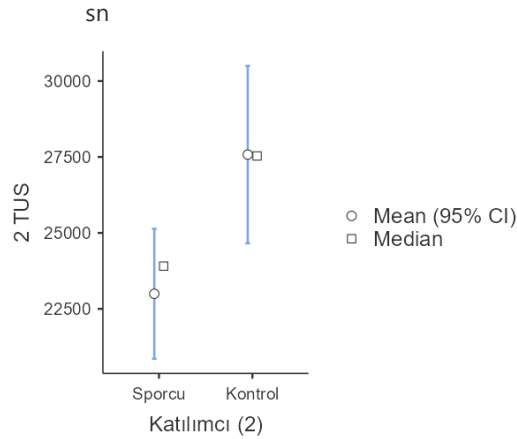
2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	133	962	460	259	2176
Evre Süresi (sn)	2326	14241	2787	4550	23904
Oran (%)	0.06	0.07	0.17	0.06	0.09
TUO (%)	0.10	0.60	0.12	0.19	

Tablo 17: Kontrol 6'nın iki gecelik uyku verisi analizi sonuçları.

1	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1181	7146	2701	2481	14124
Evre Süresi (sn)	3271	14636	4980	6552	29439
Oran (%)	0.36	0.49	0.54	0.38	0.48
TUO (%)	0.11	0.50	0.17	0.22	

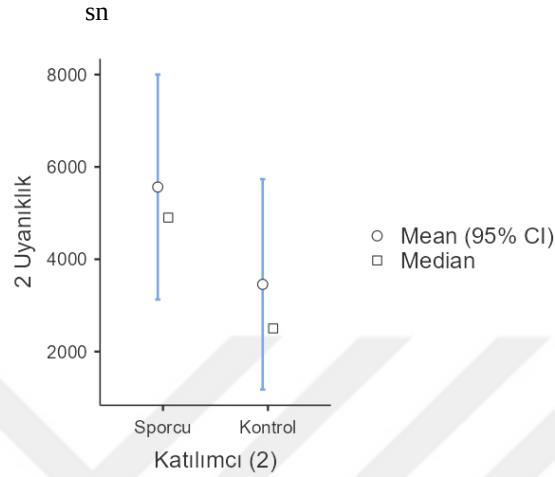
2	Uyanıklık	N1N2	N3	REM	Toplam
Ara Ritim (sn)	1019	3846	2067	2596	9528
Evre Süresi (sn)	4289	10740	4604	5142	24775
Oran (%)	0.24	0.36	0.45	0.50	0.38
TUO (%)	0.17	0.43	0.19	0.21	

Sporcu grubu ve kontrol grubu karşılaştırması yapılabilmesi için yarış döngüsünde yer alan ilk iki ölçümün (yarış öncesi) ve yarıştan sonra alınan iki ölçümün (yarış sonrası) ortalaması alınarak birer ölçüme indirilmiştir. Aynı şekilde kontrol grubunun ardışık iki gecelik ölçümü ortalama alınarak tek ölçüme indirilmiştir. Sonrasında sporcu grubunun yarış öncesi, yarış gecesi ve yarış sonrası ölçümleri ayrı ayrı kontrol grubunun ölçümü ile karşılaştırılmıştır. Yarış gecesi toplam uyku süresi ile kontrol grubu toplam uyku süresi arasında anlamlı bir fark bulunurken ($p=0.021$, Mann-Whitey-U testi, bkz. Şekil 12), seyreltim dönemini temsil eden 1. ölçüm ve yarış sonrasında temsil eden 3. ölçüm ile kontrol grubu toplam uyku süresi arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0.05$, Mann-Whitey-U testi).



Şekil 12: Sporcu grubunun yarış gecesi ve kontrol grubunun ölçüm gecesinin karşılaştırması.

Sporcu ve kontrol grubunun ölçüm gecelerindeki uyku mimarisi karşılaştırıldığında, yarış gecesi uyanıklık süresinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken ($p = 0.04$), diğer evreler arasında anlamlı farklılıklar bulunamamıştır ($p > 0.05$, Mann-Whitey-U testi).



Şekil 13: Sporcu grubunun yarış gecesi uyanıklık evresine ait sürenin, kontrol grubunun uyanıklık süresi ile karşılaştırması.

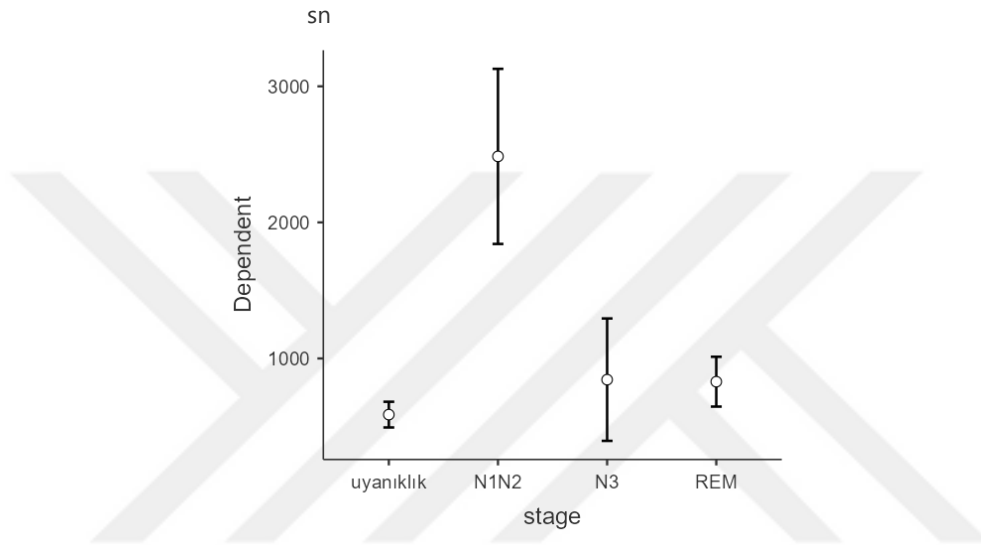
6.2 Öznel Stres ve Uyku Kalitesi Değerlendirmesi Sonuçları

Her bir sporcunun ölçümü takip eden gecenin sabahında algıladıkları uyku kaliteleri ve stresleri Likert tipi bir ölçek ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz için Friedman testi kullanılmıştır. Bu doğrultuda, beş gecenin uyku kalitesi ve stres skorları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$, hangi istatistik). Toplam uyku süresinin toplam kayıt zamanına bölümünün yüz ile çarpılması ile elde edilen uyku verimliliği skorlarında da benzer sonuç gözlenmiştir ($p > 0.05$, hangi istatistik). Özet olarak, ilgili üç parametre içinde hem kontrol hem sporcu grubu karşılaştırmalarında anlamlı farklılıklar bulunamamıştır.

6.3 Uyku ile İlişkili Ara ritim Sonuçları

Tüm ölçüm geceleri için uyku süresince görülen ara ritmin süresi her bir katılımcı için ayrı ayrı gece bazında ortalaması alınmıştır. Sporcu grubunun hesaplanmış ortalamaları şu şekildedir: seyreltim 1: 82.8 dk $\pm$ 60.5, seyreltim 2: 88.8 dk $\pm$ 73.7, yarış: 66.1 dk $\pm$ 25.8, yarış sonrası 4: 59.2 dk $\pm$ 60.7, yarış sonrası 5: 98.6 dk $\pm$ 69.8. Kontrol grubu için

ise: birinci gece: 96 dk, ikinci gece: 84 dk. Uyanıklık, hafif uyku/N1N2, derin uyku/N3 ve REM aşamaları için ayrı ayrı hesaplanmış ve ortalaması alınmış ara ritim süreleri karşılaştırıldığında her bir aşamadaki ara ritim süreleri arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir (tekrarlayan ölçümler ANOVA $p=0.001$; post-hoc Tukey ikili karşılaştırmalarda uyanıklık ile hafif uyku $p=0.079$, hafif uyku ile derin uyku $p=0.01$, hafif uyku ile REM $p=0.098$ düzeyindedir). Uyku aşaması ile ölçüm gecesi etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.157$).



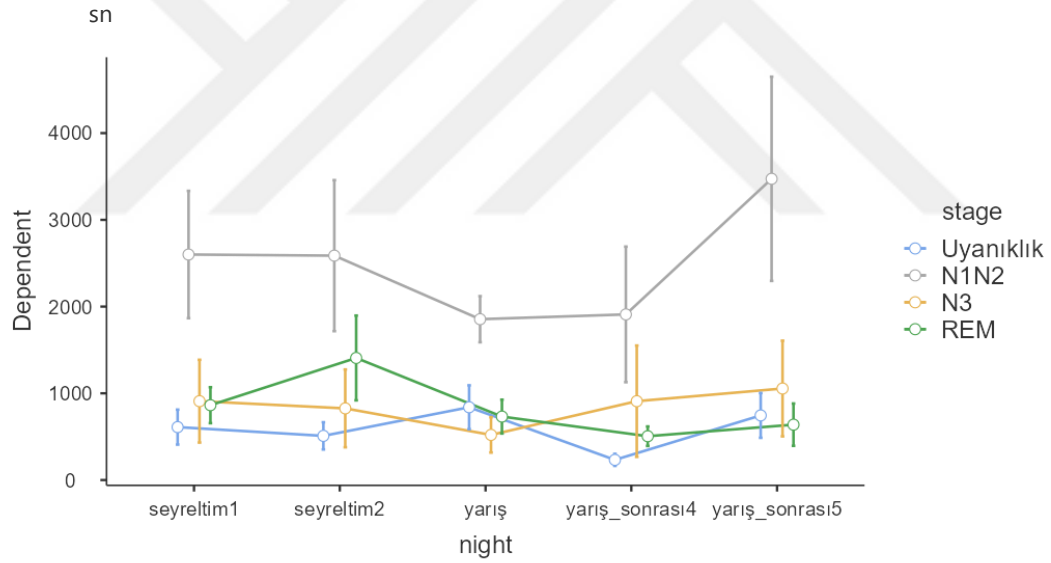
Şekil 14: Sporcu grubunun uyku evrelerindeki ortalama AR süreleri.

Sonuçlar doğrultusunda ara ritmin en uzun süre hafif uyku/N1N2 (207.08 dk) aşamasında belirdiği bulunmuştur. Sonrasında ise sıralama şu şekildedir: derin uyku/N3 (70.35 dk), REM (69.1) ve uyanıklık (48.95 dk).

Tablo 18: Sporcu grubunun uyku evreleri AR sonuçları.

Estimated Marginal Means - stage

Evreler	Ort	SE	%95 Güven Aralığı	
			En Düşük	En Yüksek
Uyanıklık (sn)	587	94.4	345	830
N1N2 (sn)	2485	643.5	831	4139
N3 (sn)	844	449.8	-312	2000
REM (sn)	829	183.1	359	1300



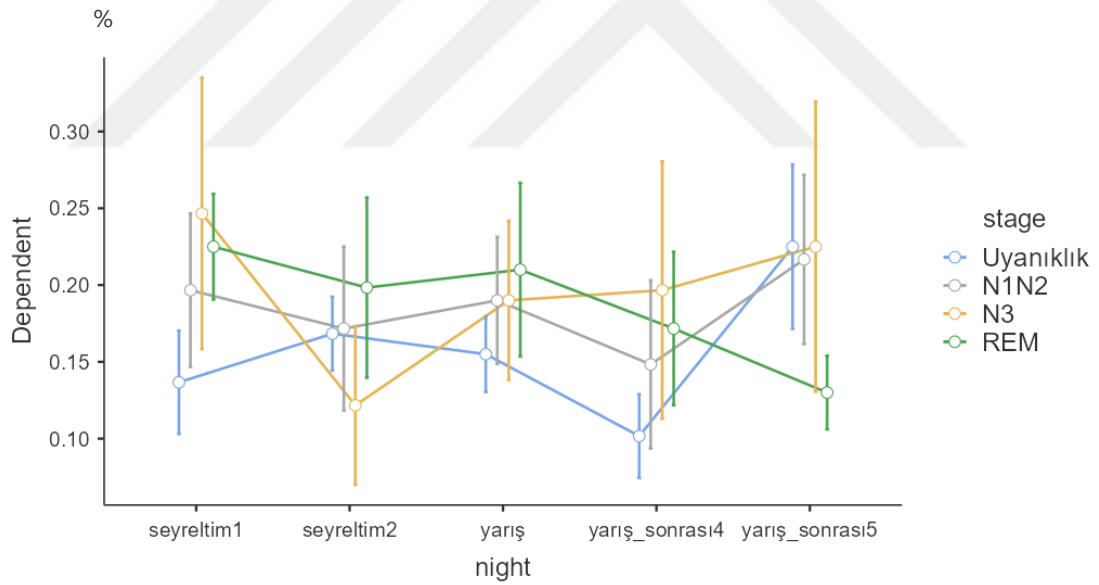
Şekil 15: Sporcu grubunun ölçüm gecelerine göre uyku evrelerinde görülen AR süreleri.

Uyanıklık, hafif uyku/N1N2, derin uyku/N3 ve REM aşamaları için AR süresi uyku aşaması süresine orantılandığında (relatif AR süresi), her bir aşamadaki ara ritim relatif süreleri arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (tekrarlayan ölçümler ANOVA $p>0.05$) Aynı şekilde uyku aşaması relatif AR süresi ile ölçüm gecesi etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.157$).

Tablo 19: Her bir uyku evresinin de görülen AR'nin toplam evre süresine oranı.

Tahmini Marjinal Ortalamalar- Evreler

Evreler	Ort	SE	%95 Güven Aralığı	
			En Düşük	En Yüksek
Uyanıklık (sn)	0.157	0.0174	0.1127	0.202
N1N2 (sn)	0.185	0.0443	0.0709	0.298
N3 (sn)	0.196	0.0586	0.0453	0.347
REM (sn)	0.187	0.0299	0.1102	0.264

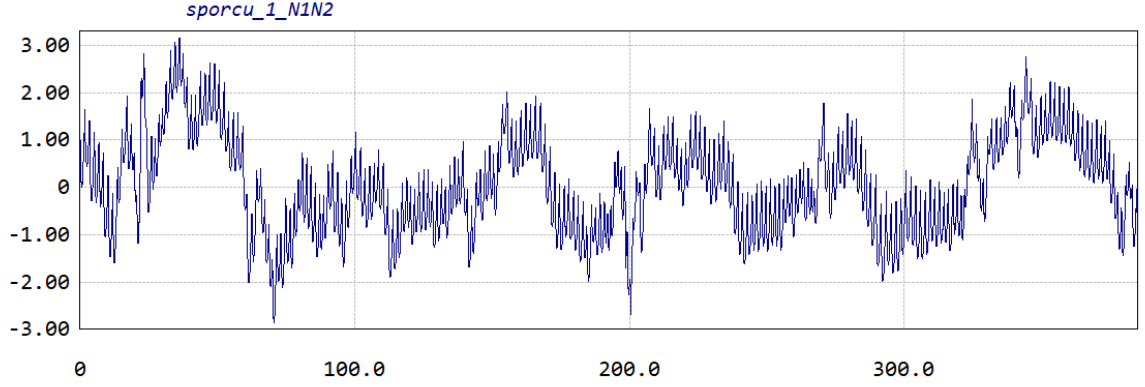


Şekil 16: İzafi AR değerlerinin gecelere göre dağılımı.

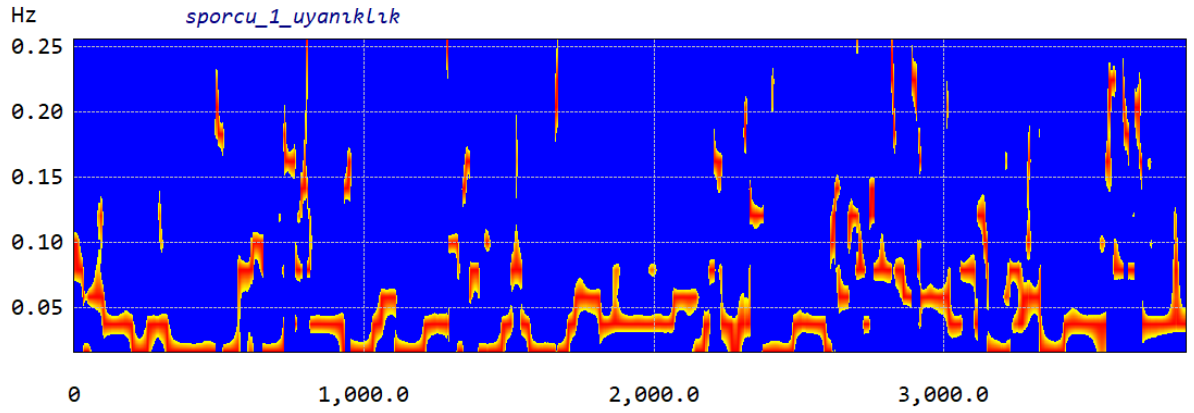
Tablo 20: Katılımcı gurubunun ölçüm gecelerine ait relatif ve izafi AR değerleri verilmiştir.

	Seyreltim 1				Seyreltim 2				Yarış 3				Yarış Sonrası 4				Yarış Sonrası 5			
Sporcu	Uyanıklık	Hafif Uyku	Derin	REM	Uyanıklık	Hafif Uyku	Derin	REM	Uyanıklık	Hafif Uyku	Derin	REM	Uyanıklık	Hafif Uyku	Derin	REM	Uyanıklık	Hafif Uyku	Derin	REM
Relatif AR (dk)	10.2	43.3	15.2	14.38	8.5	43.1	13.77	23.46	14.0	30.9	8.68	12.19	3.9	31.8	15.15	8.42	12.4	57.9	17.59	10.64
İzafi AR (%)	0.14	0.20	0.25	0.23	0.17	0.17	0.12	0.20	0.16	0.19	0.19	0.21	0.10	0.15	0.20	0.17	0.23	0.22	0.23	0.13
Evre Süreleri (dk)	72.3	216	64.4	65	49.1	263.7	82.5	93.6	92.7	188.7	43.1	58.8	37.9	221.3	49.8	56.4	61.3	249.4	63.5	79.5
Kontrol																				
Relatif AR (dk)	12.8	48.9	17.3	15.3	8.6	43.3	14.4	16.6												
İzafi AR (%)	0.18	0.19	0.25	0.18	0.15	0.17	0.20	0.18												
Evre Süreleri (dk)	65.1	252.9	65.6	81.4	50.1	250.9	74.4	78.8												

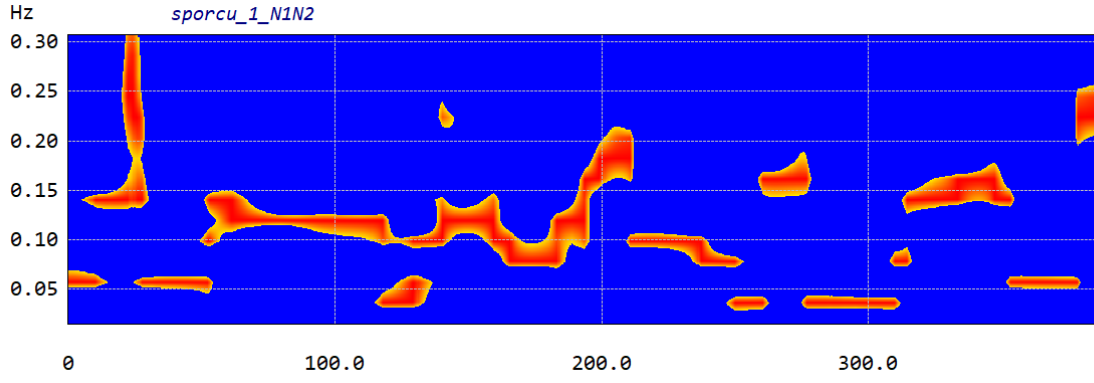
Aşağıda sporcu ve kontrol grubundaki her bir katılımcı için PPG verisinin IR dalga boyuna yönelik yapılan zaman frekans analizinden örnek kesitler verilmiştir.



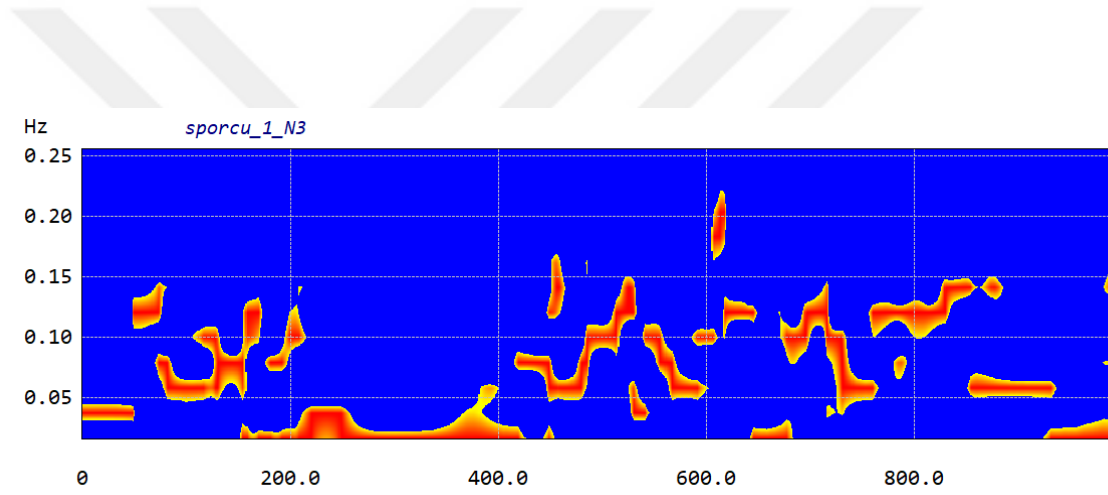
Şekil 17: Sporcu 1'in birinci ölçüm gecesi uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit.



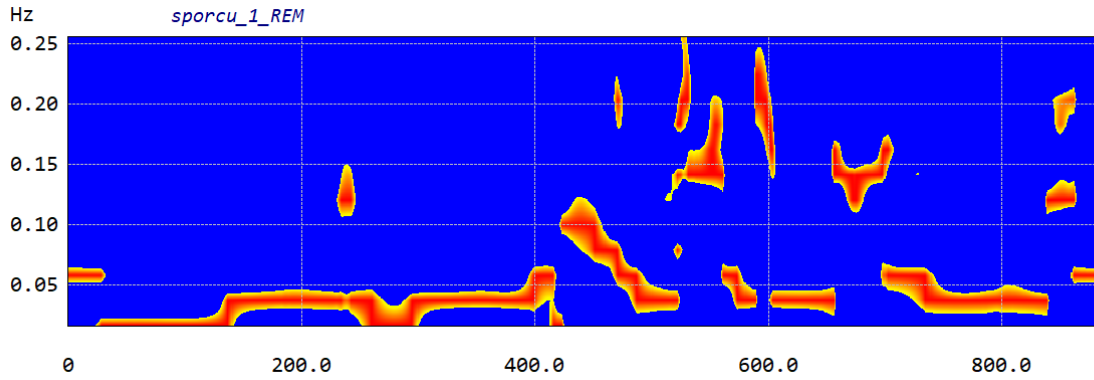
Şekil 18: Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



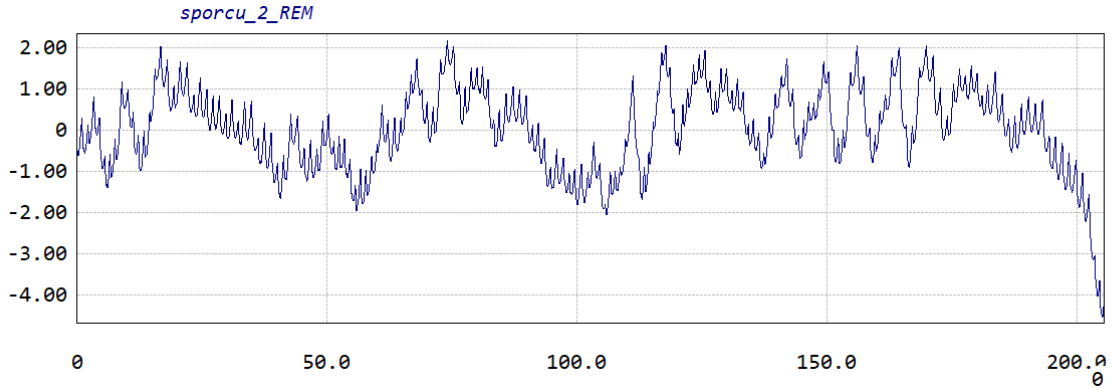
Şekil 19: Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



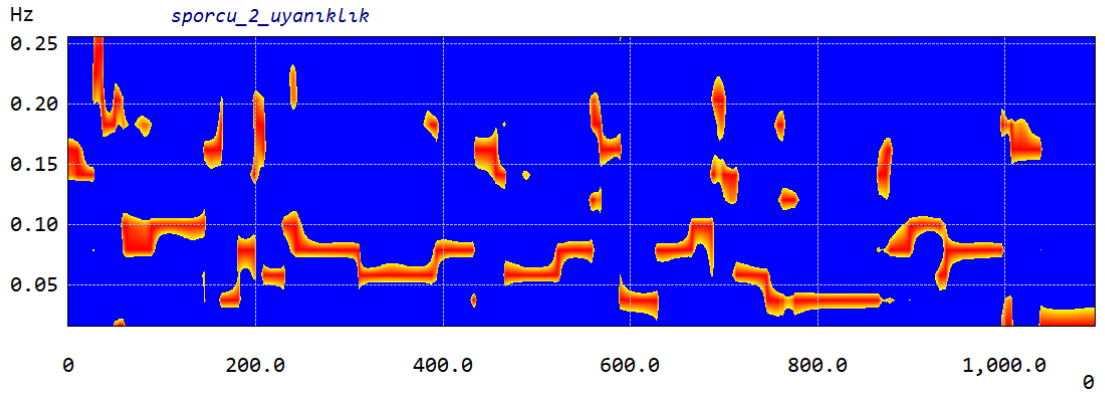
Şekil 20: Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



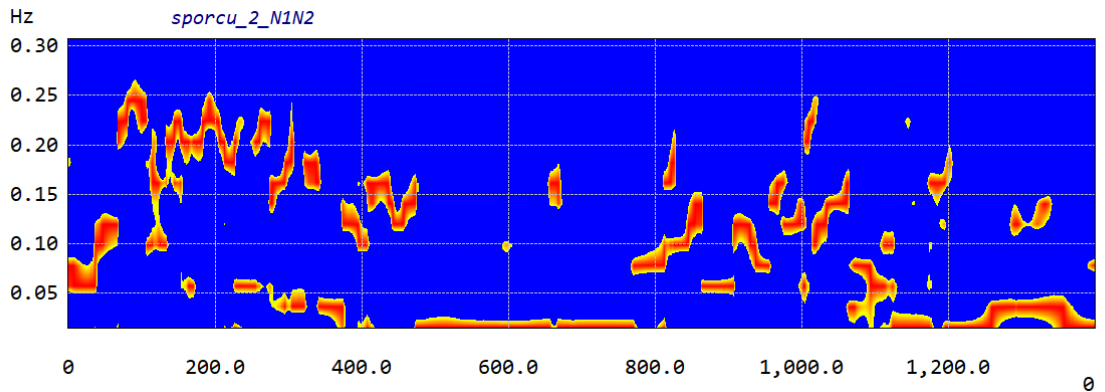
Şekil 21: Yukarıdaki şekilde sporcu 1'in ilk ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



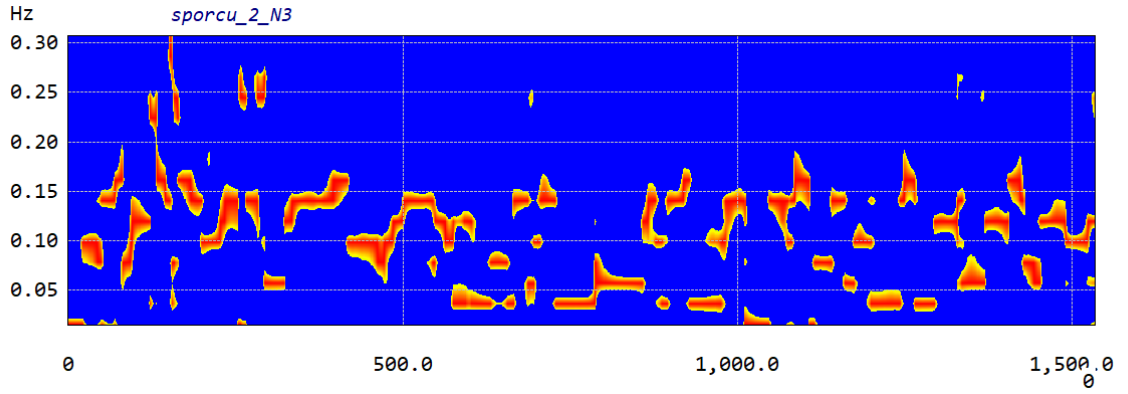
Şekil 22: Sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesi uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasına ait ham PPG sinyalinin kesit. Verilen kesitte ~6.5 sn süren ara ritmin dalgalanması gösterilmiştir.



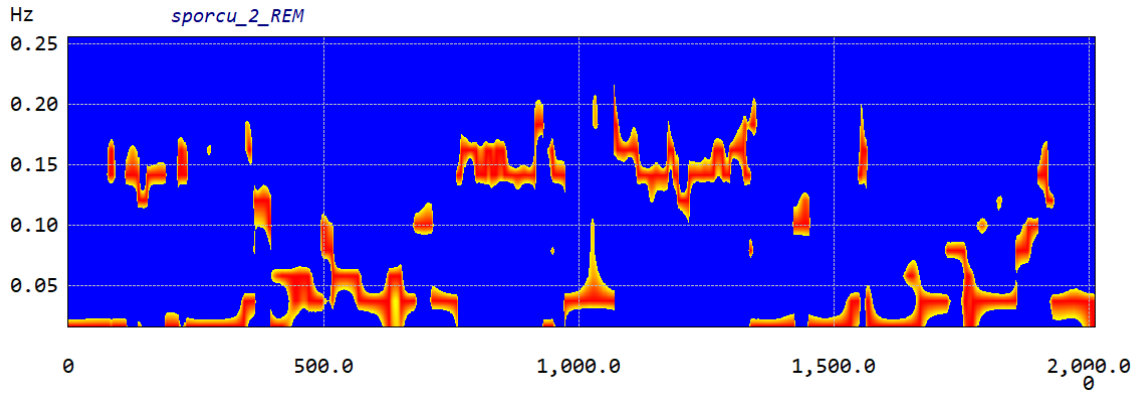
Şekil 23: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



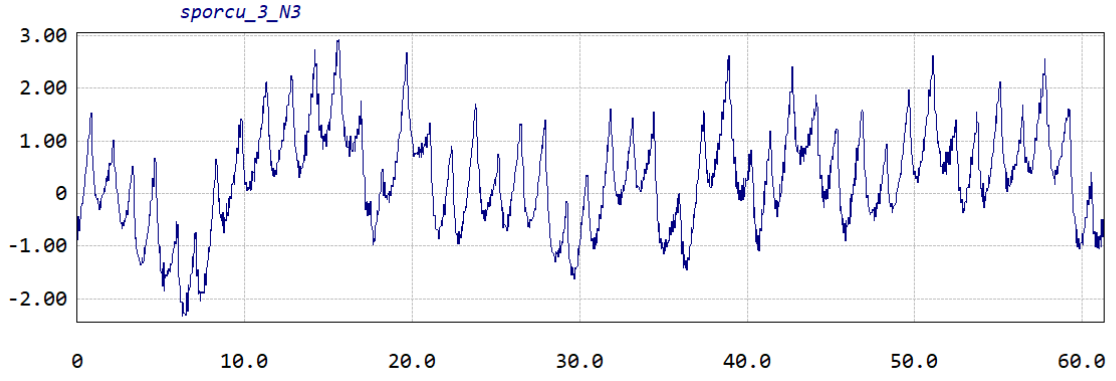
Şekil 24: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



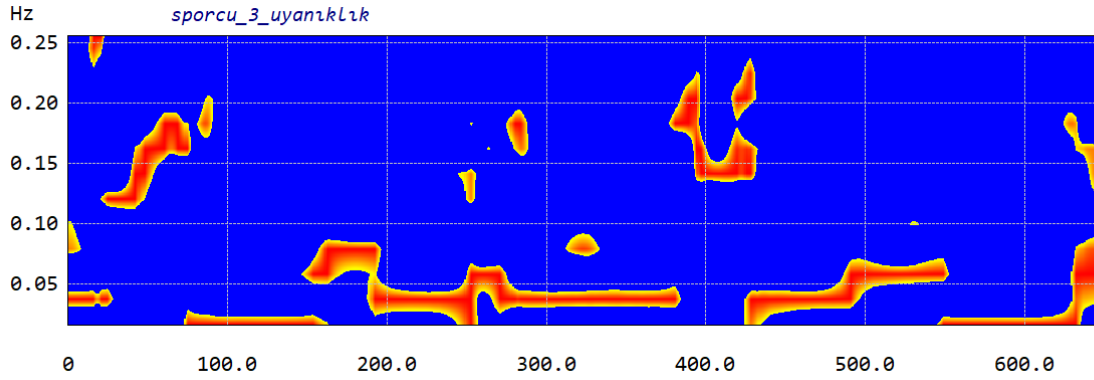
Şekil 25: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



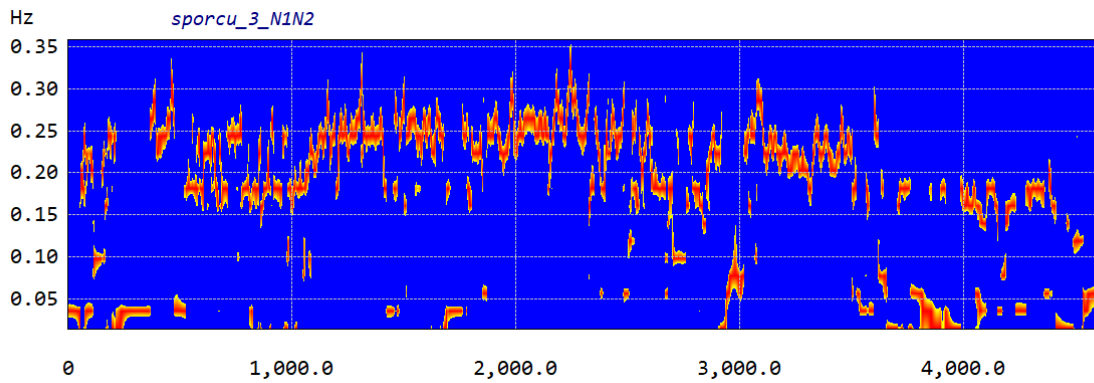
Şekil 26: Yukarıdaki şekilde sporcu 2'nin ikinci ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



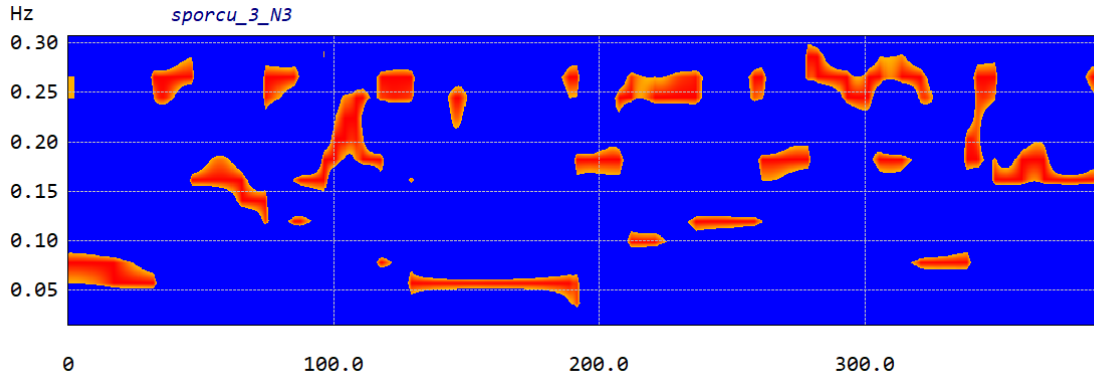
Şekil 27: Sporcu 3'ün yarış gecesi uyku verisinden alınmış N3 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit.



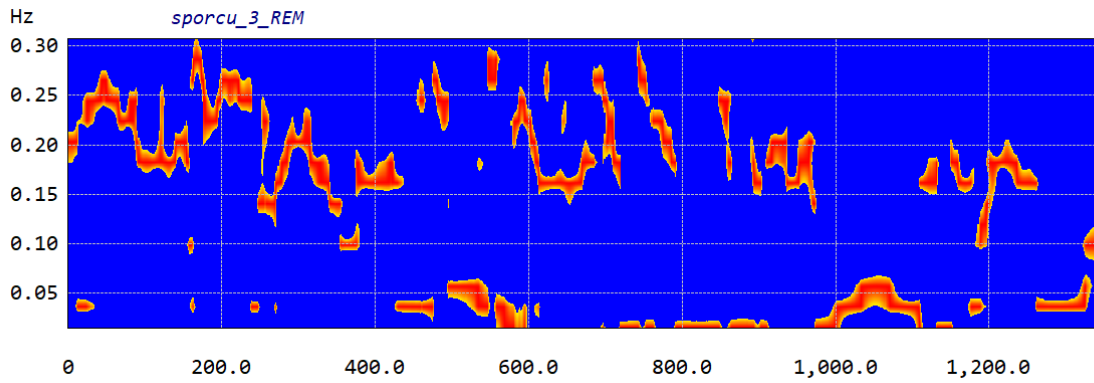
Şekil 28: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



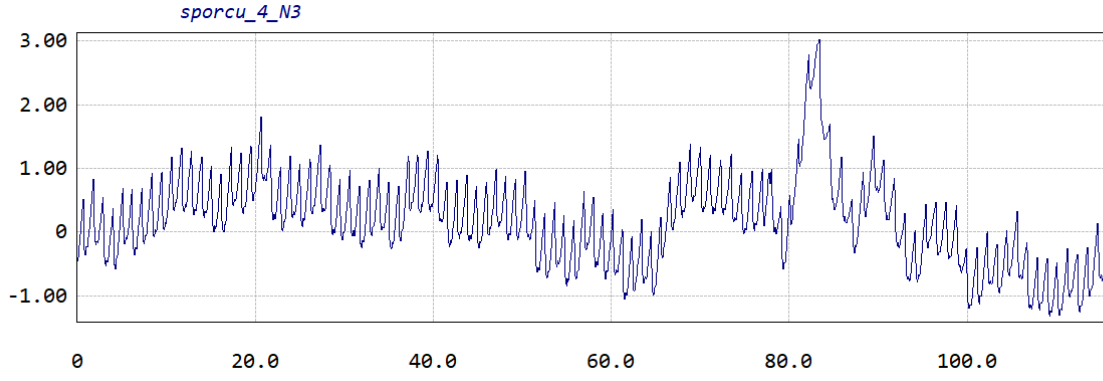
Şekil 29: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



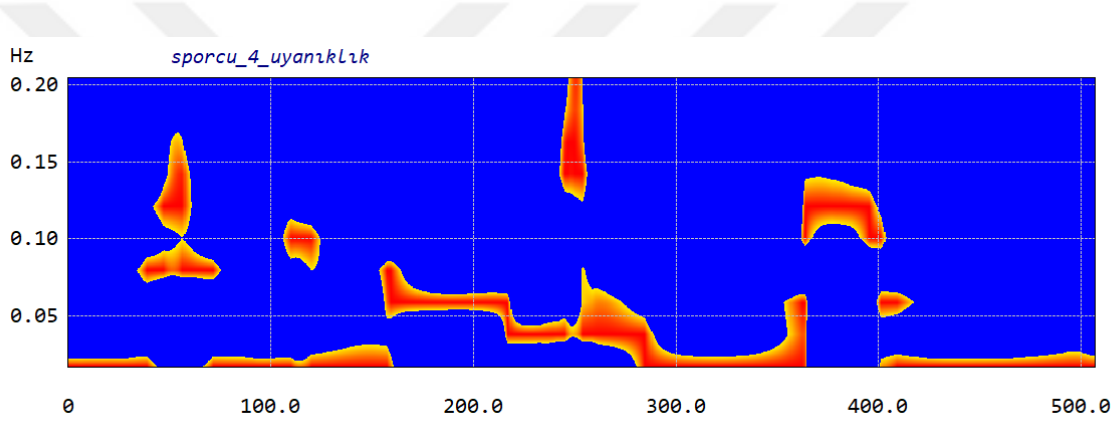
Şekil 30: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



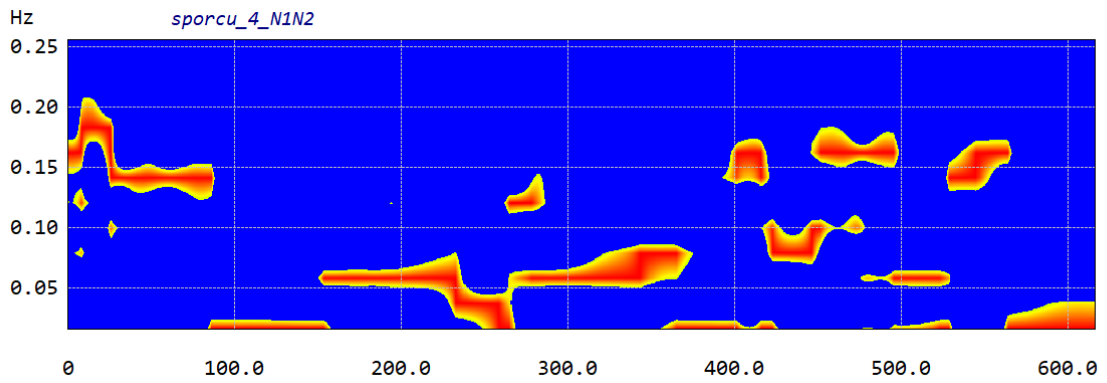
Şekil 31: Yukarıdaki şekilde sporcu 3'ün yarış gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



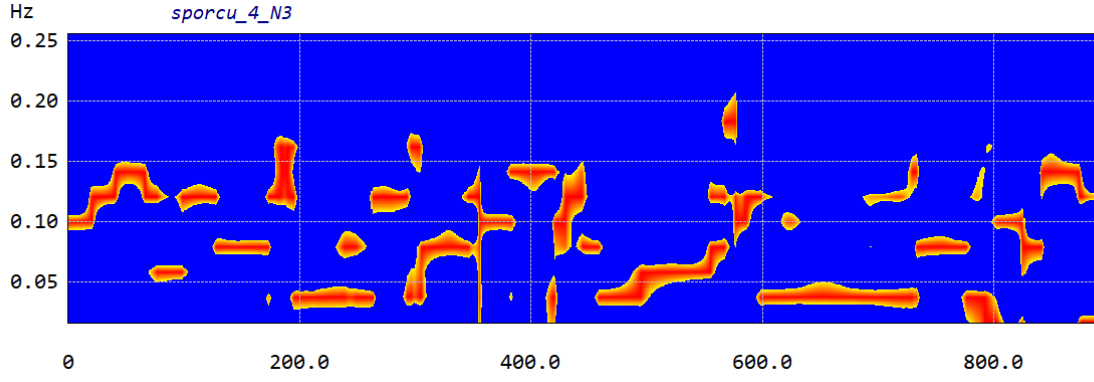
Şekil 32: Sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesı uyku verisinden alınmış N3 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit. Verilen kesitte ~6.5 sn süren ara ritmin dalgalanması gösterilmiştir.



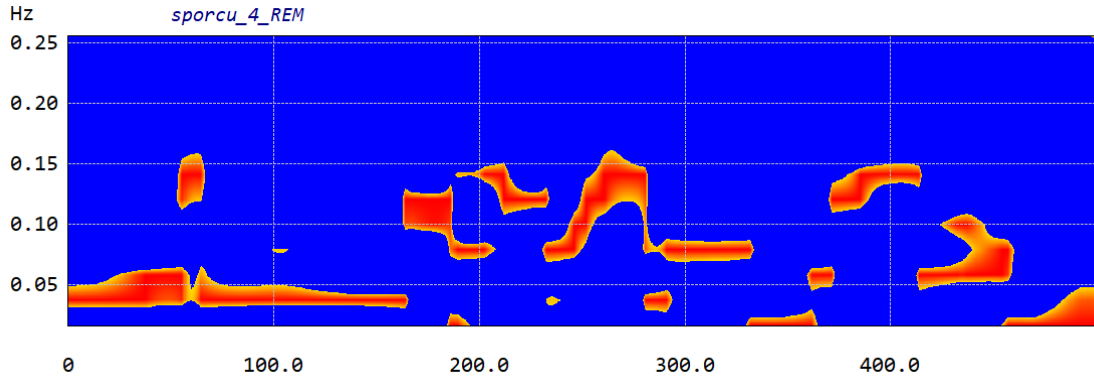
Şekil 33: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



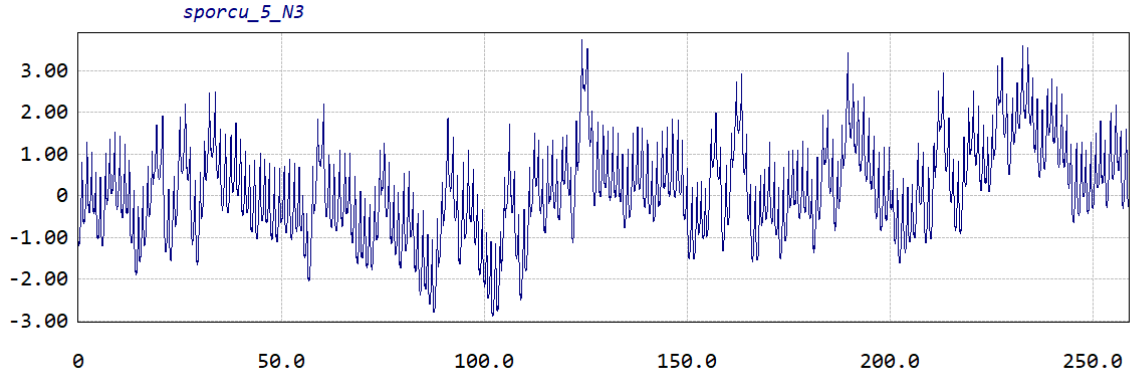
Şekil 34: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



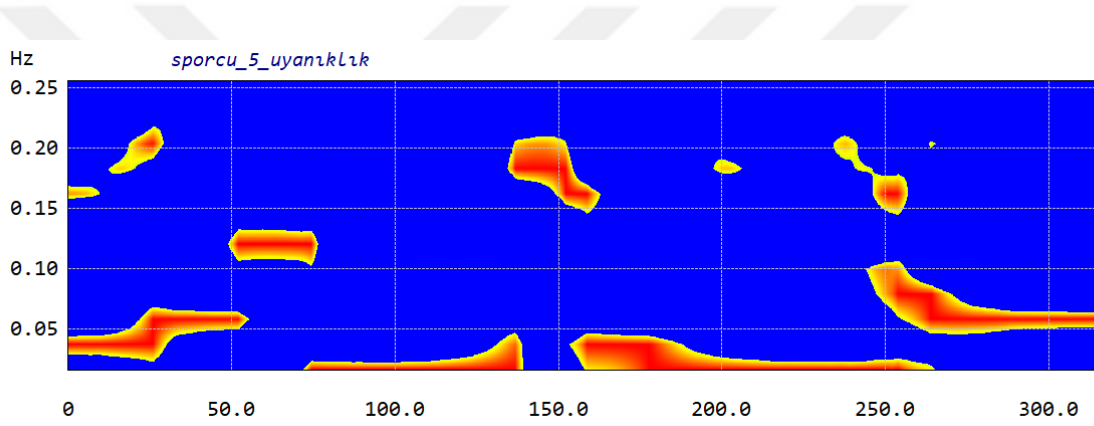
Şekil 35: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



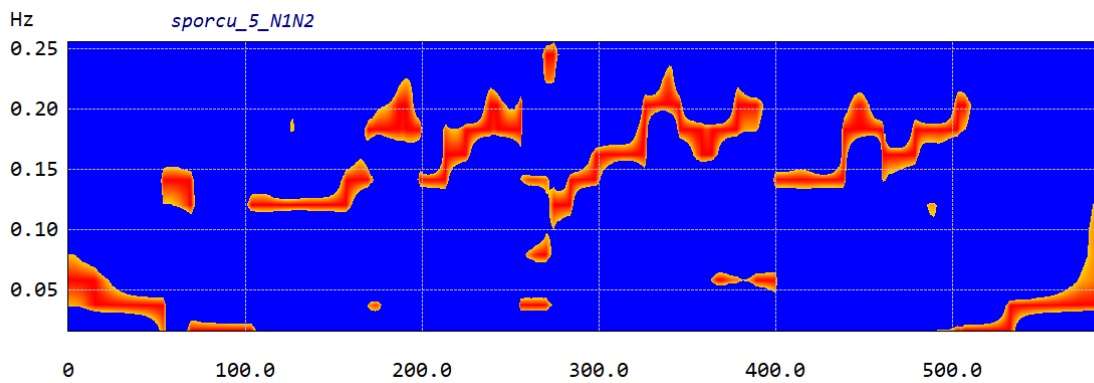
Şekil 36: Yukarıdaki şekilde sporcu 4'ün dördüncü ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



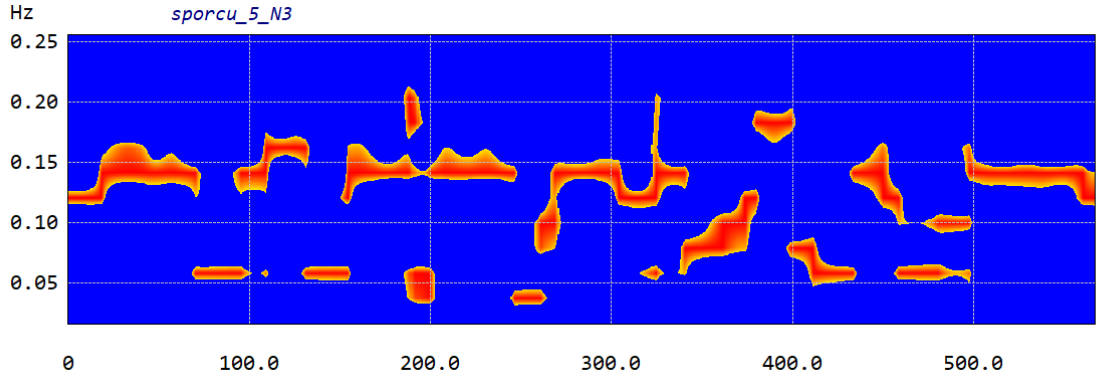
Şekil 37: Sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesinden alınmış N3 aşamasına ait ham PPG sinyalinden kesit. Verilen kesitte ~6.5 sn süren ara ritmin dalgalanması gösterilmiştir.



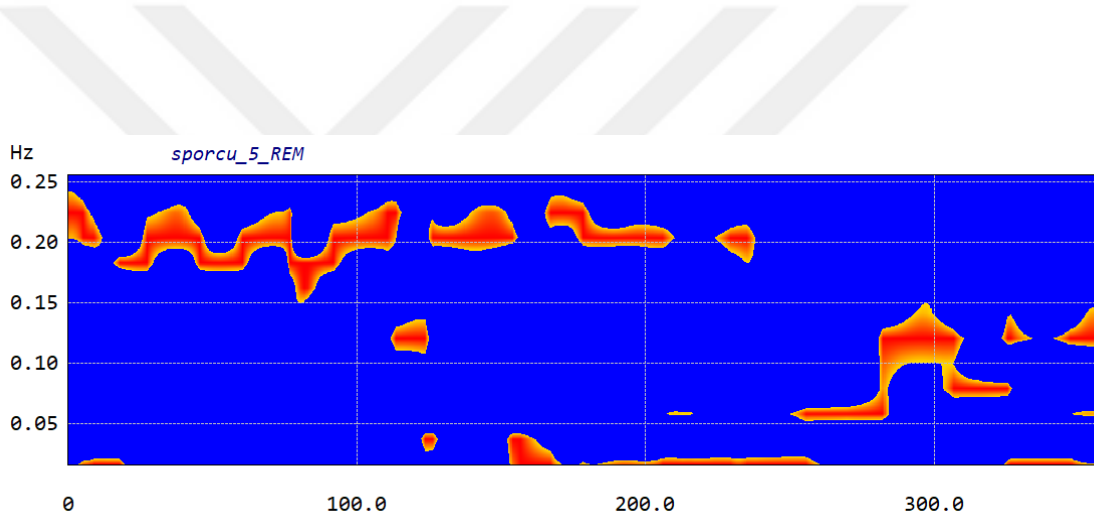
Şekil 38: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



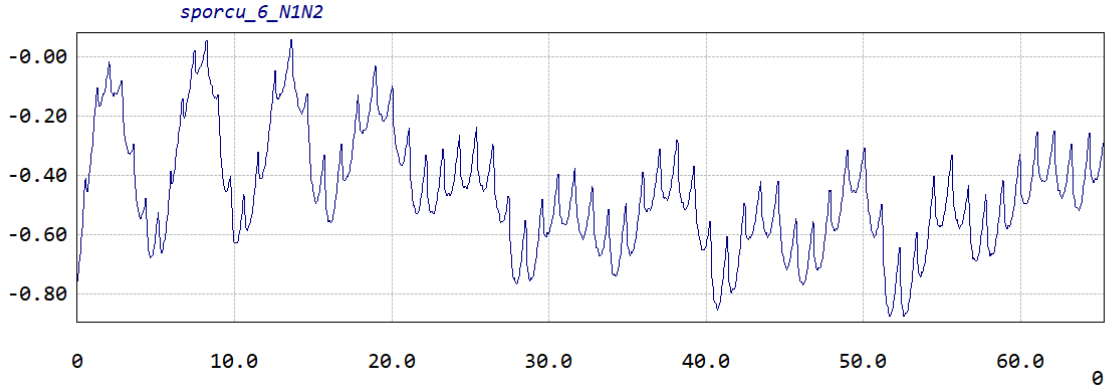
Şekil 39: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



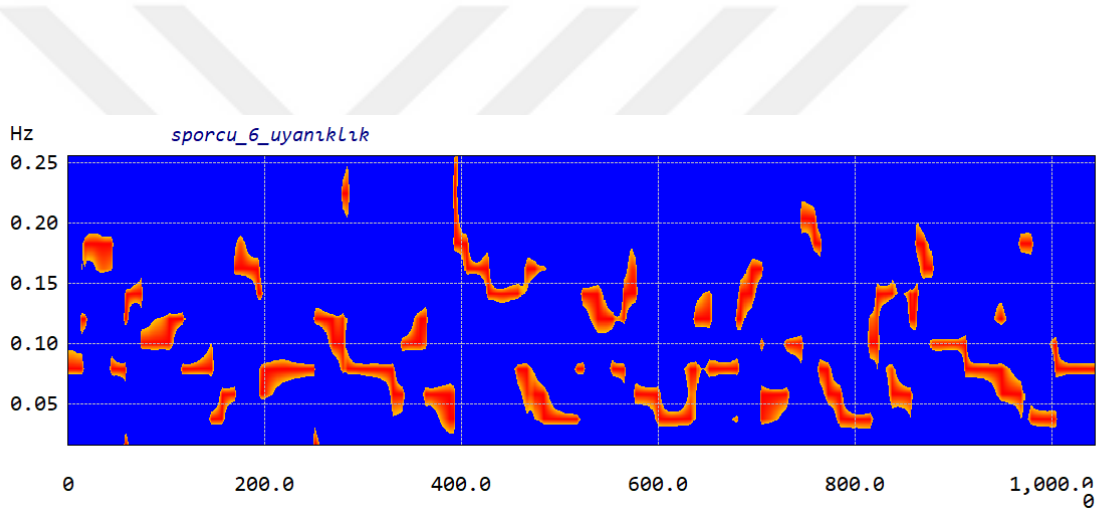
Şekil 40: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



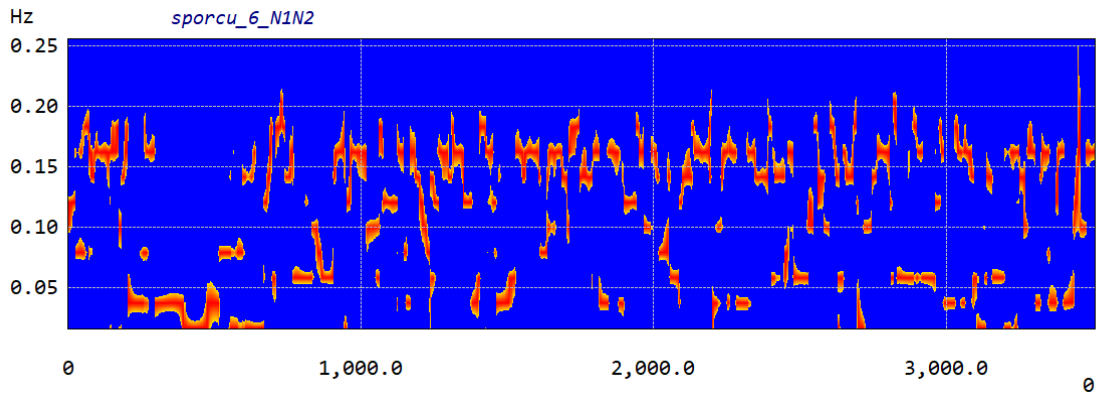
Şekil 41: Yukarıdaki şekilde sporcu 5'in beşinci ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



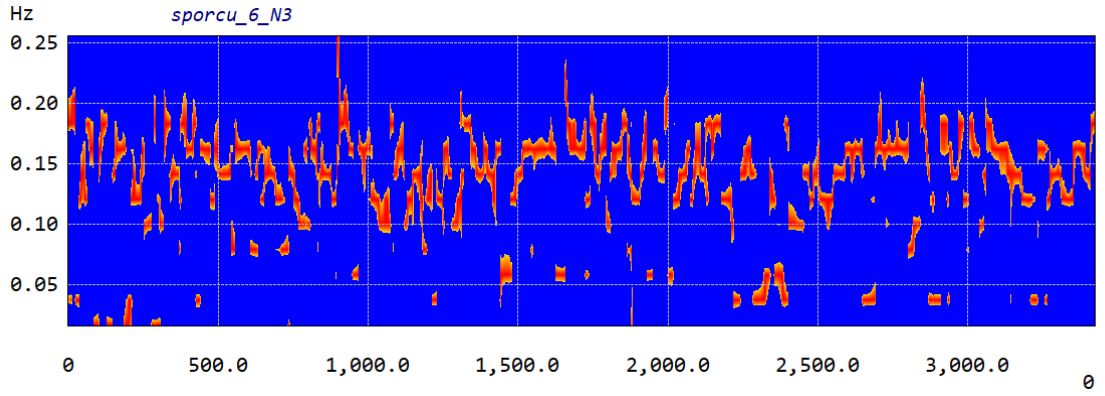
Şekil 42: Sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesı uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasına ait ham PPG sinyalden kesit. Verilen kesitte ~6.5 sn süren ara ritmin dalgalanması gösterilmiştir.



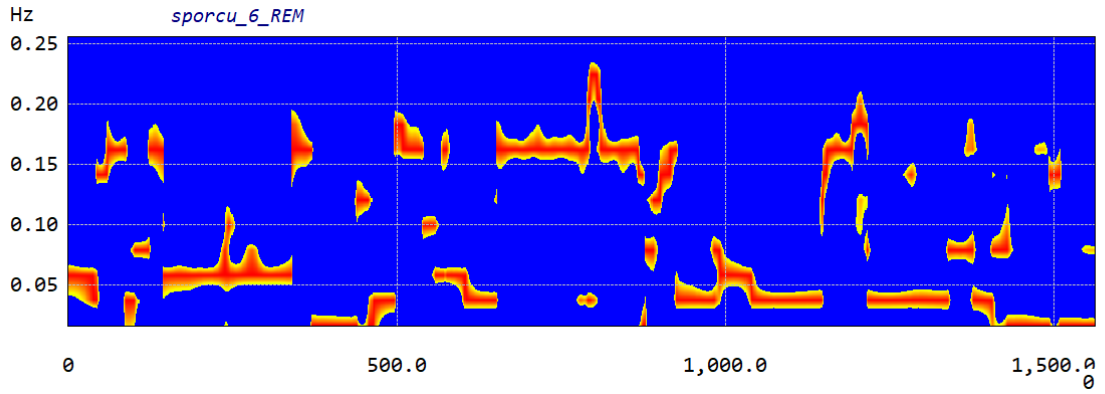
Şekil 43: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki uyanıklık evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



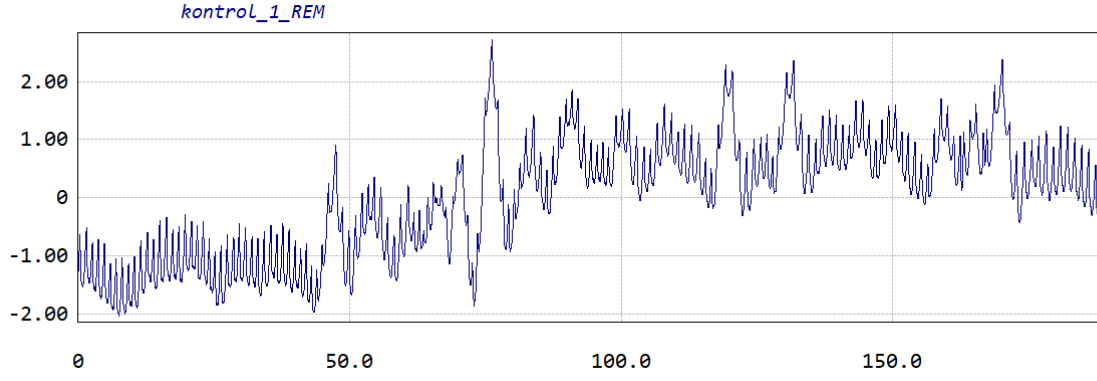
Şekil 44: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki N1N2 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



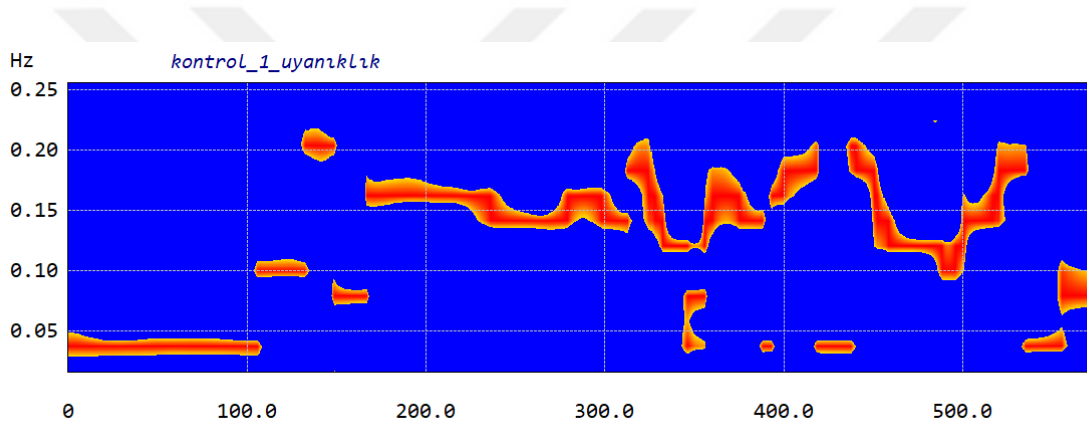
Şekil 45: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki N3 evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



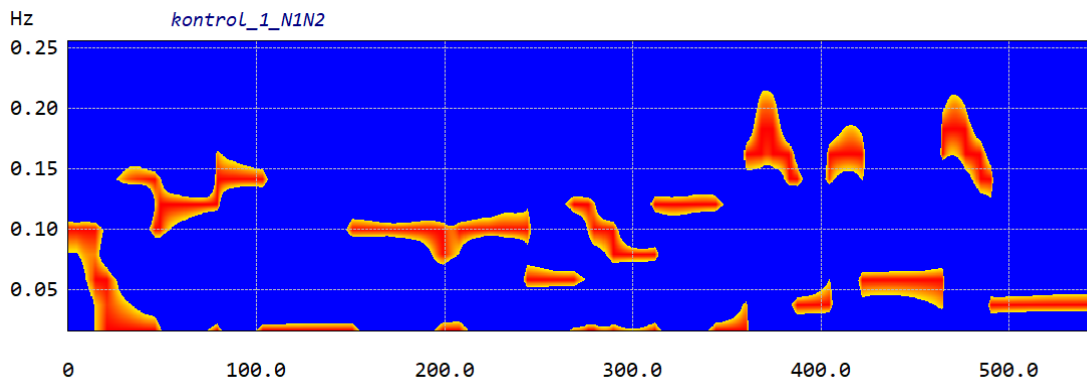
Şekil 46: Yukarıdaki şekilde sporcu 6'nın beşinci ölçüm gecesindeki REM evresine ait bir kesitin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



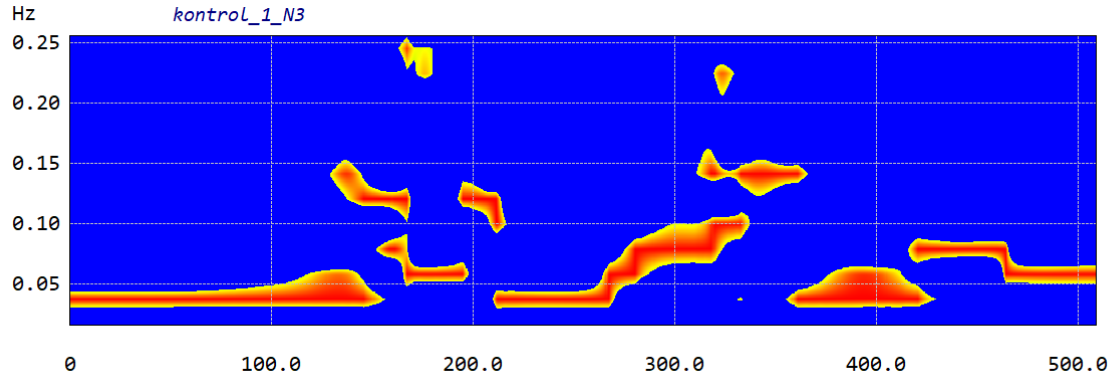
Şekil 47: Kontrol 1'in birinci gece uyku verisinden alınmış REM aşamasının ham PPG sinyali. Verilen kesitte ~6.5 sn süren ara ritmin dalgalanması gösterilmiştir.



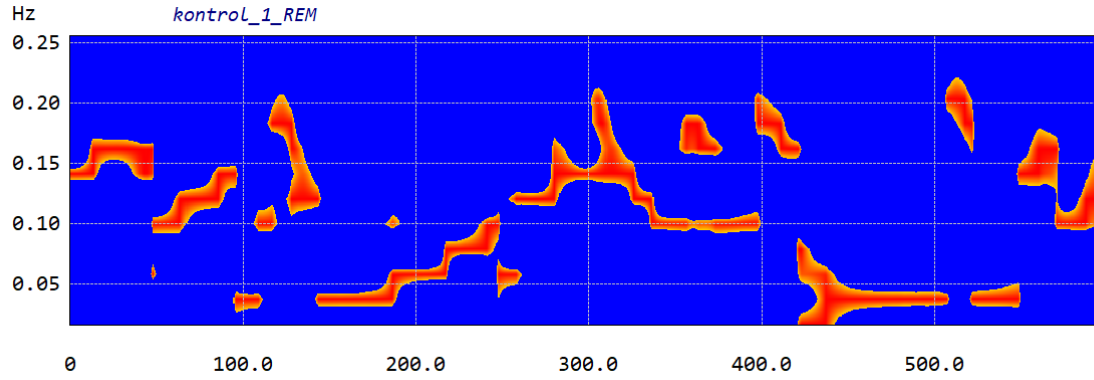
Şekil 48: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



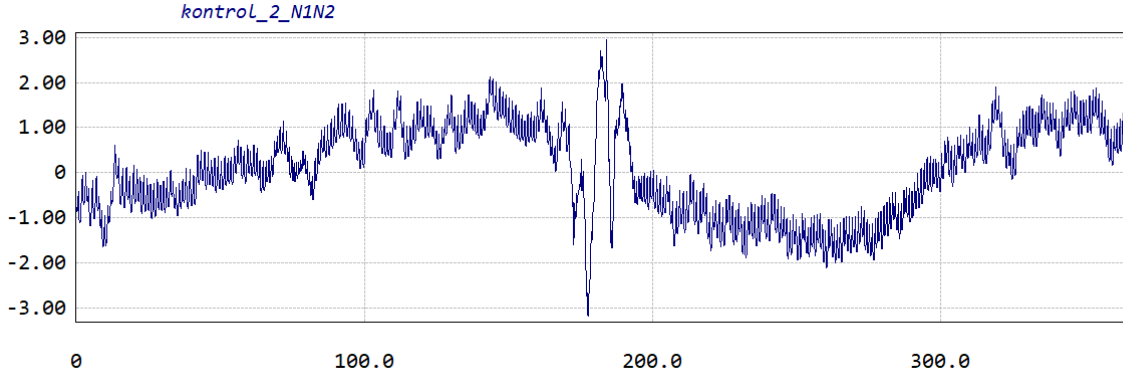
Şekil 49: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



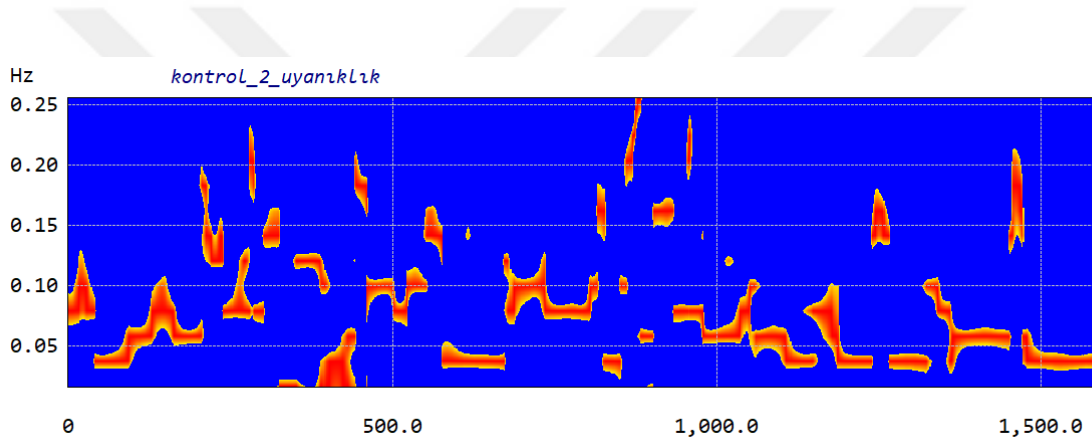
Şekil 50: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



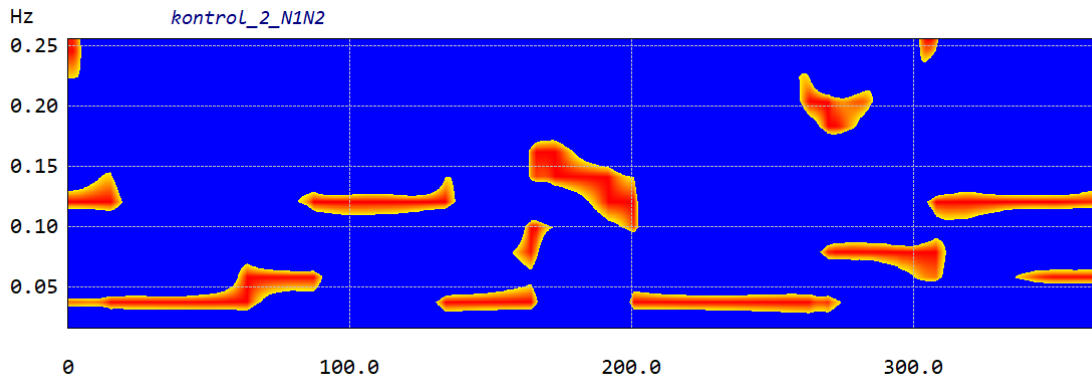
Şekil 51: Yukarıdaki şekilde kontrol 1'in birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



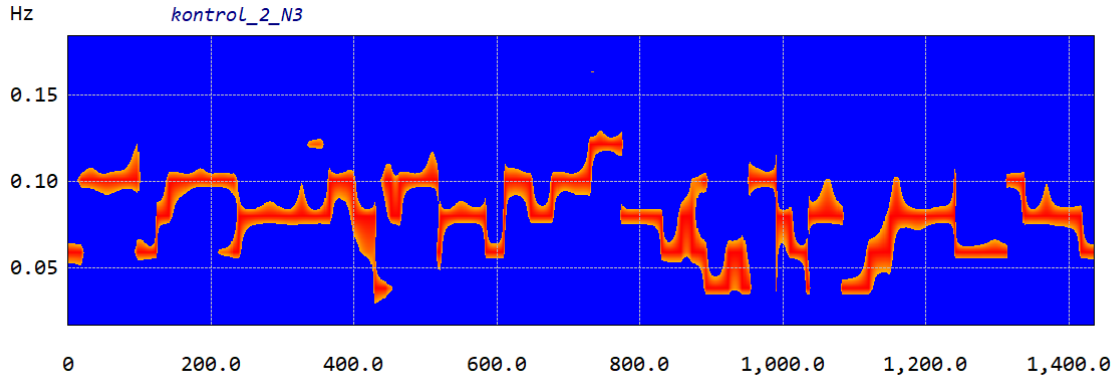
Şekil 52: Kontrol 2'nin ikinci gece uyku verisinden alınmış N1N2 aşamasının ham PPG sinyali.



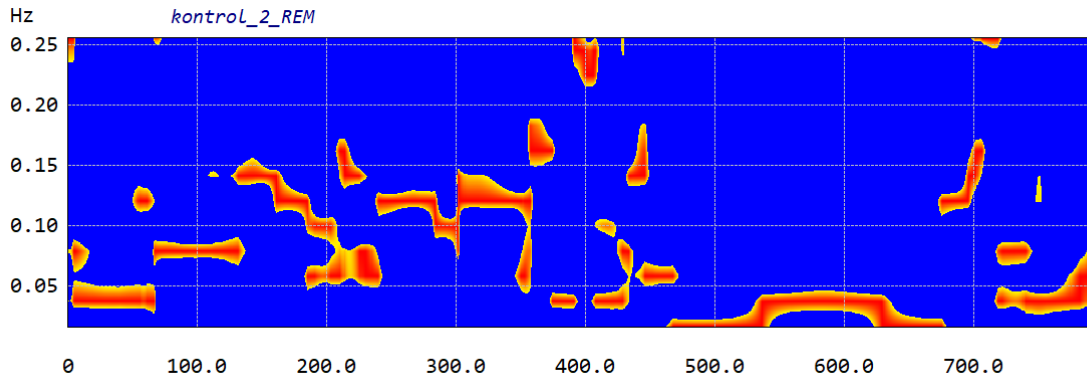
Şekil 53: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



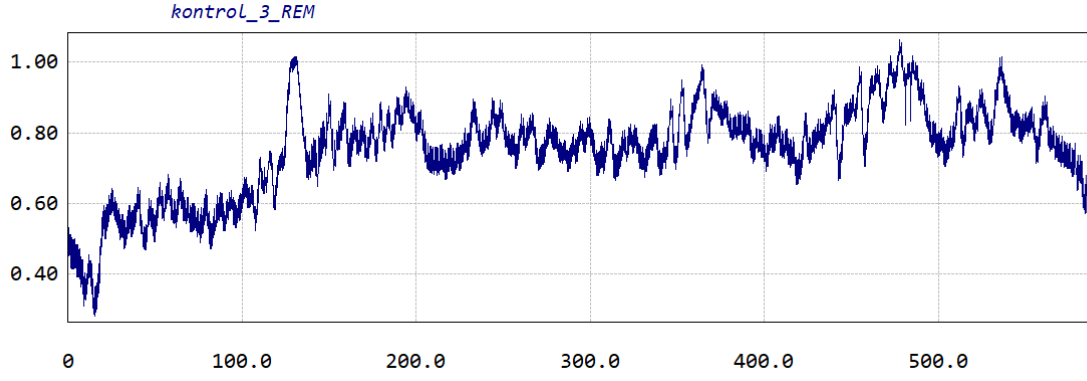
Şekil 54: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



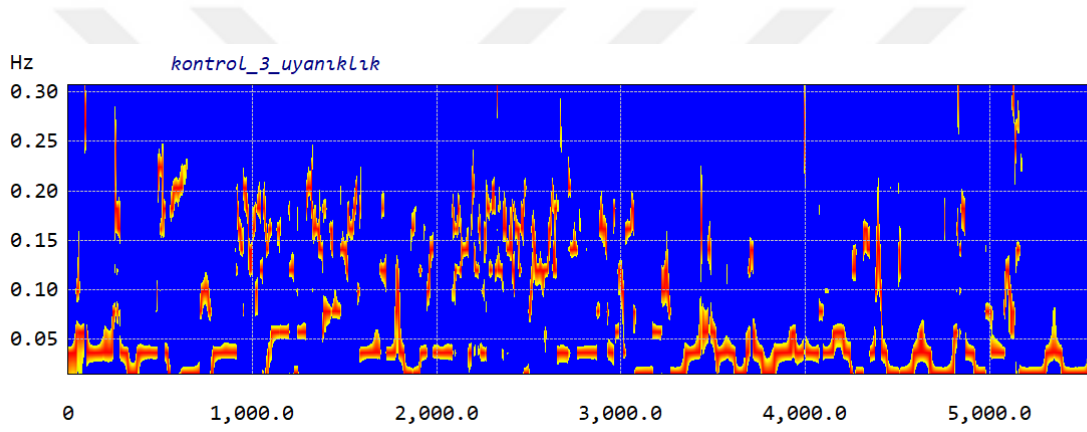
Şekil 55: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



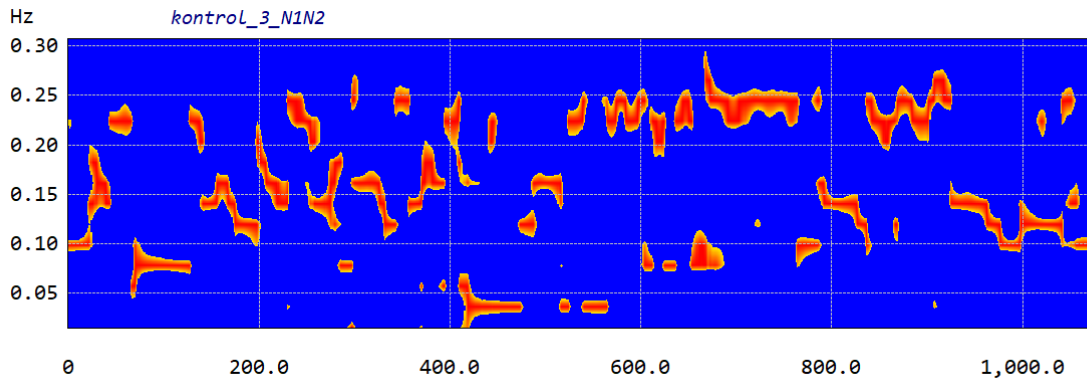
Şekil 56: Yukarıdaki şekilde kontrol 2'nin ikinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



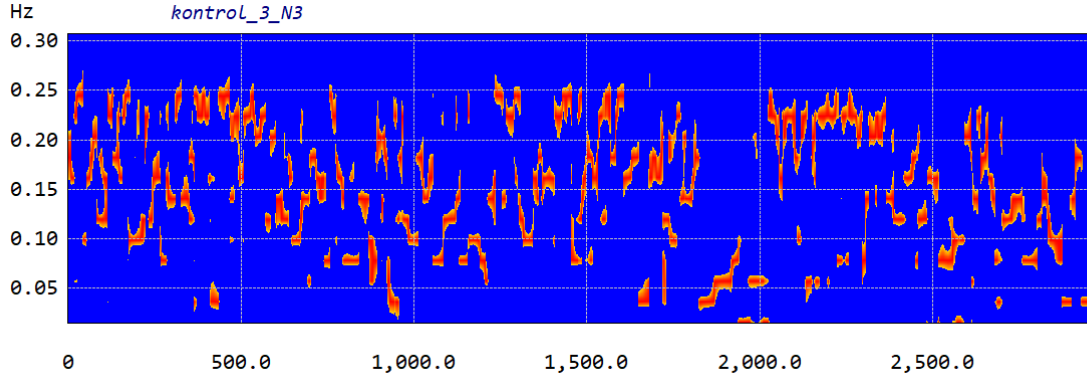
Şekil 57: Kontrol 3'ün birinci gece uyku verisinden alınmış REM aşamasının ham PPG sinyali.



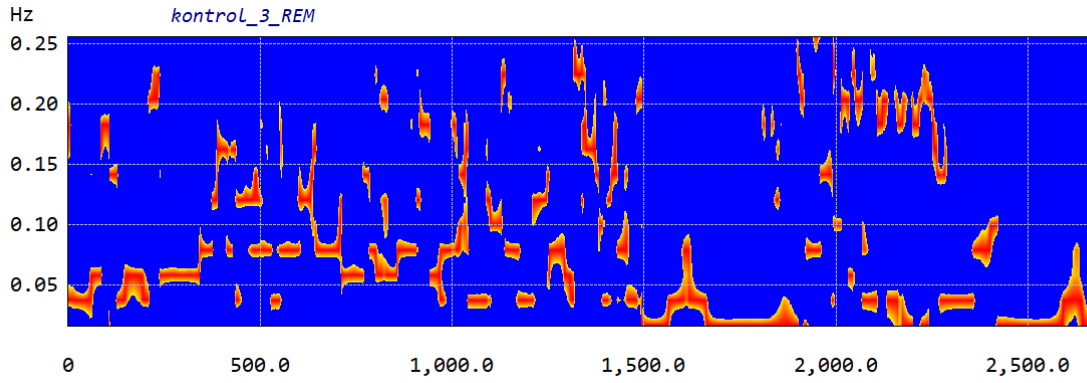
Şekil 58: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



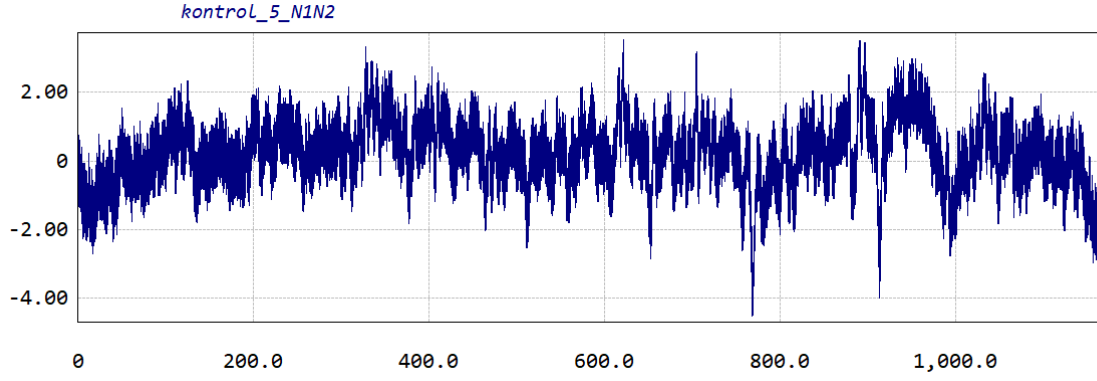
Şekil 59: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



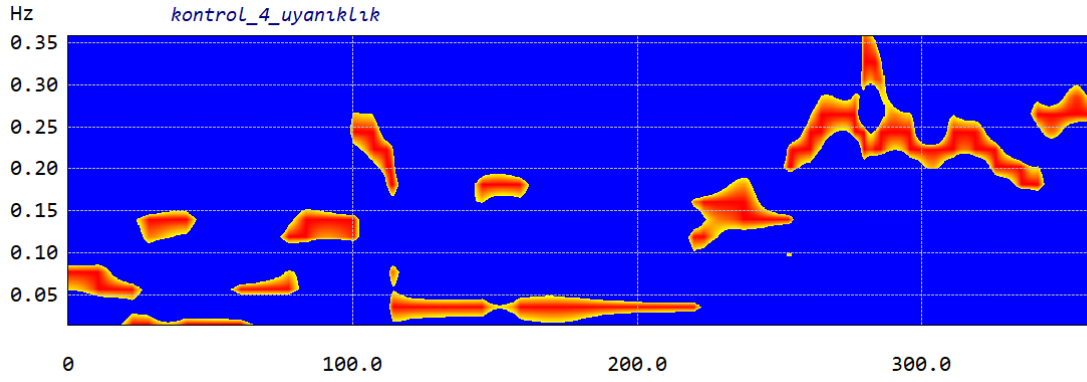
Şekil 60: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



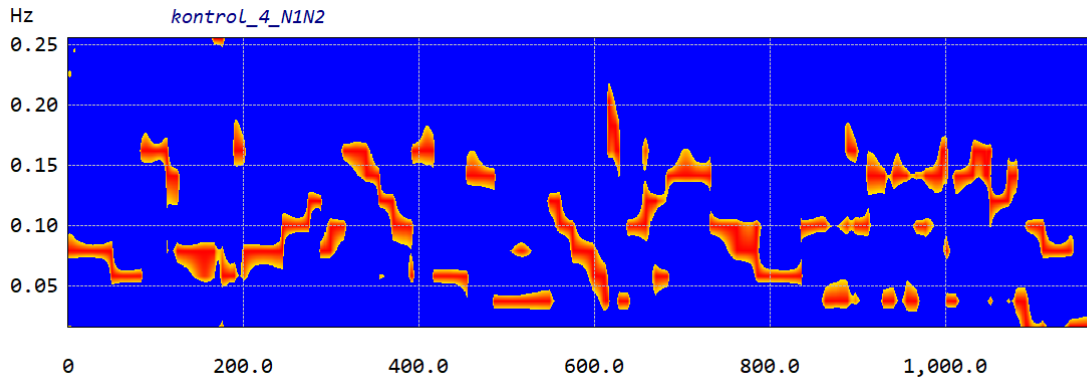
Şekil 61: Yukarıdaki şekilde kontrol 3'ün birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



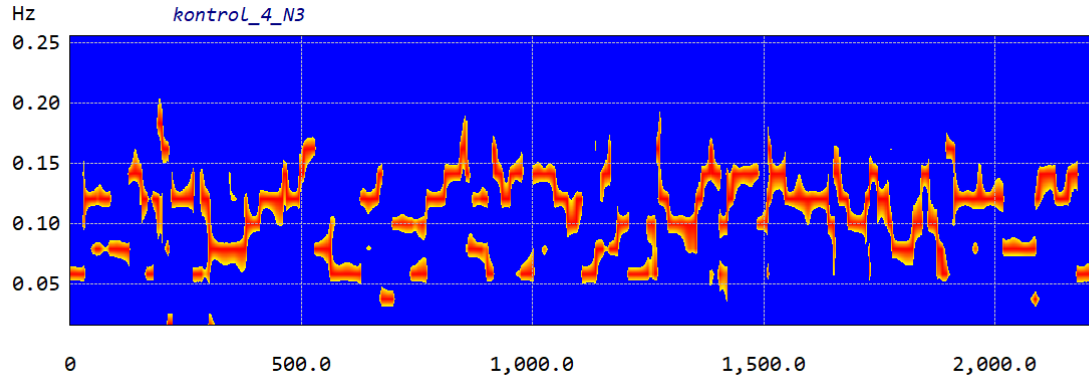
Şekil 62: Kontrol 4'ün ikinci gece uykusu verisinden alınmış N1N2 aşamasının ham PPG sinyali.



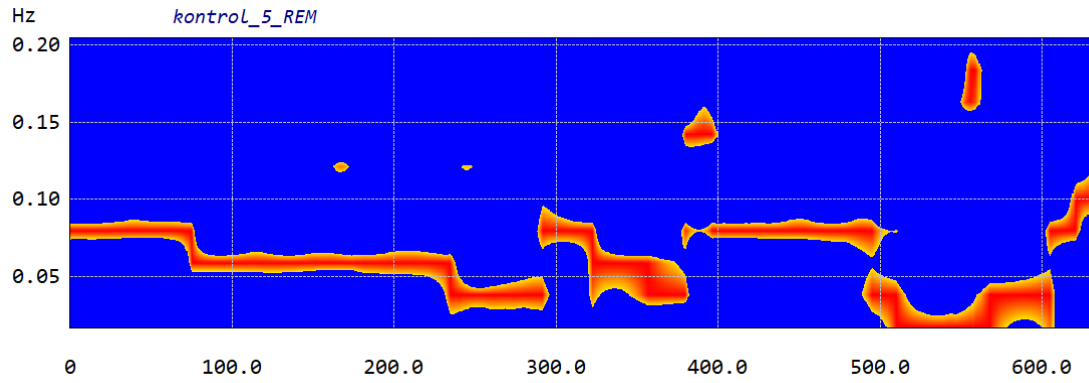
Şekil 63: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



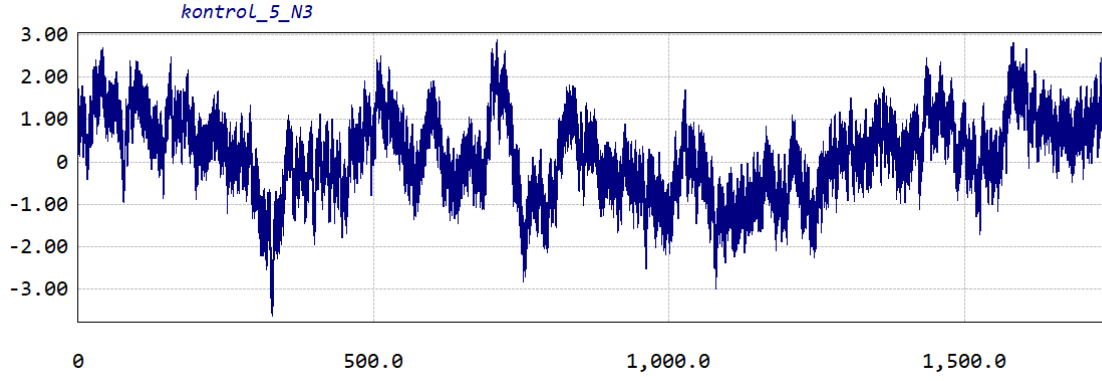
Şekil 64: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



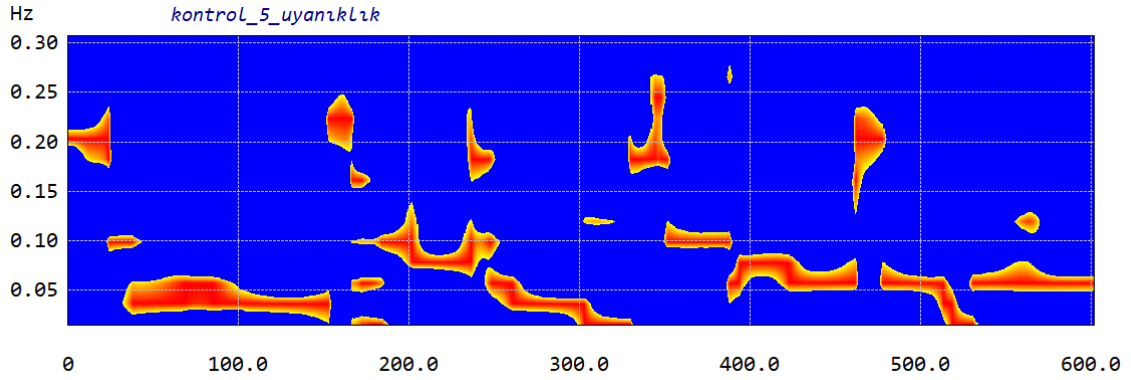
Şekil 65: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



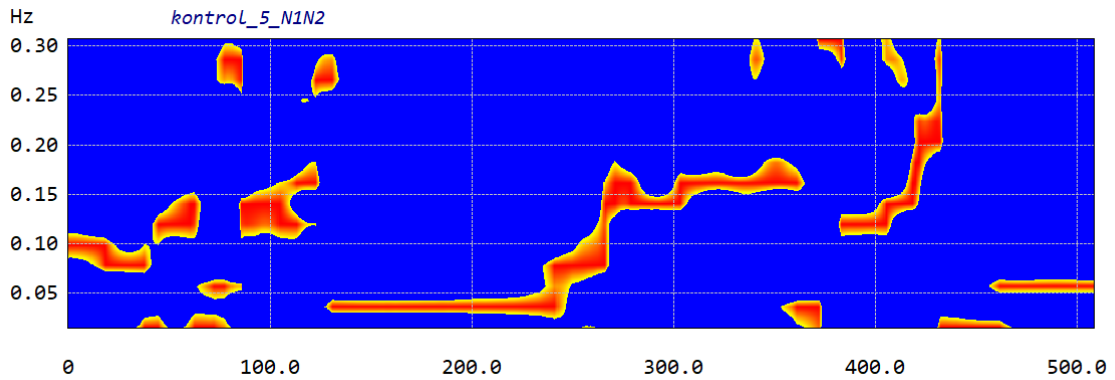
Şekil 66: Yukarıdaki şekilde kontrol 4'ün ikinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



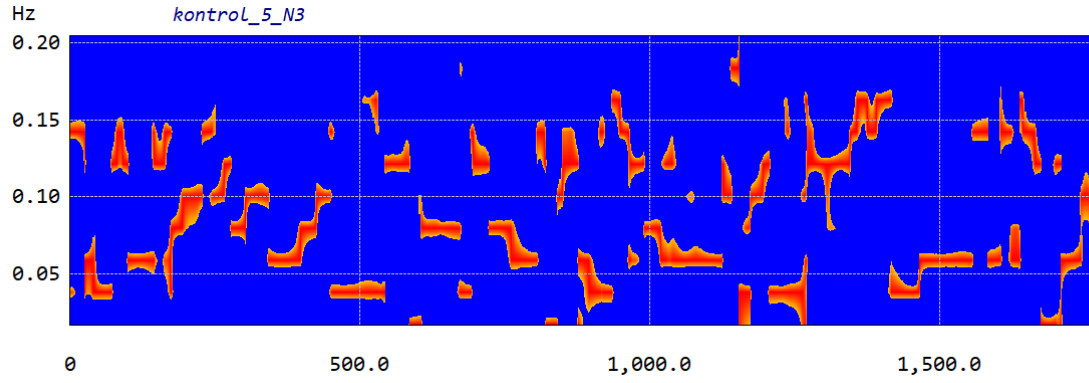
Şekil 67: Kontrol 5'in birinci gece uyku verisinden alınmış N3 aşamasının ham PPG sinyali.



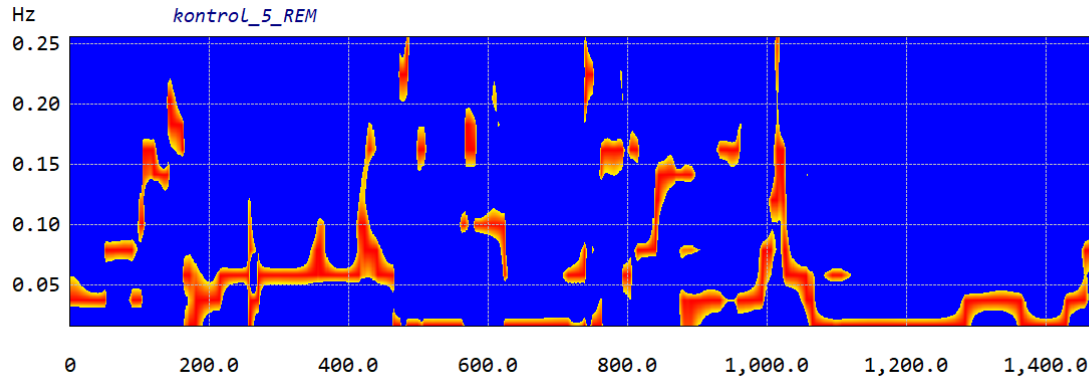
Şekil 68: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



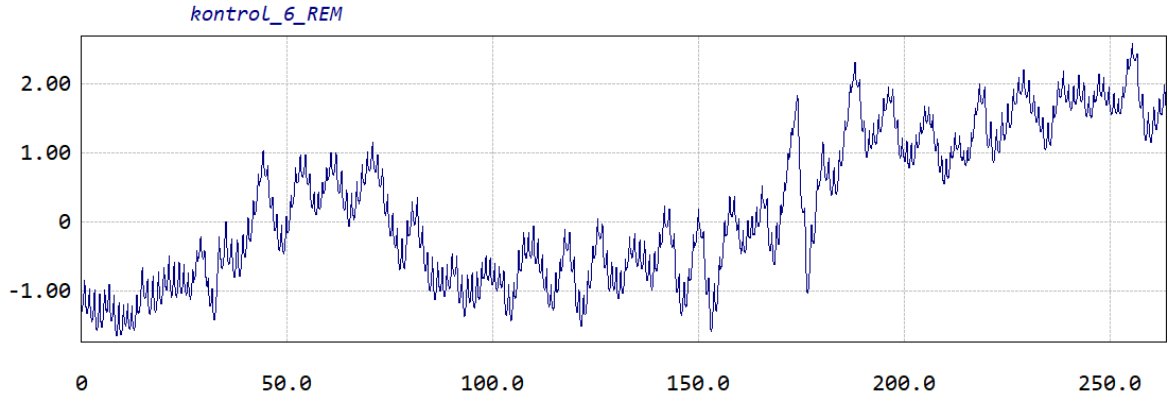
Şekil 69: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



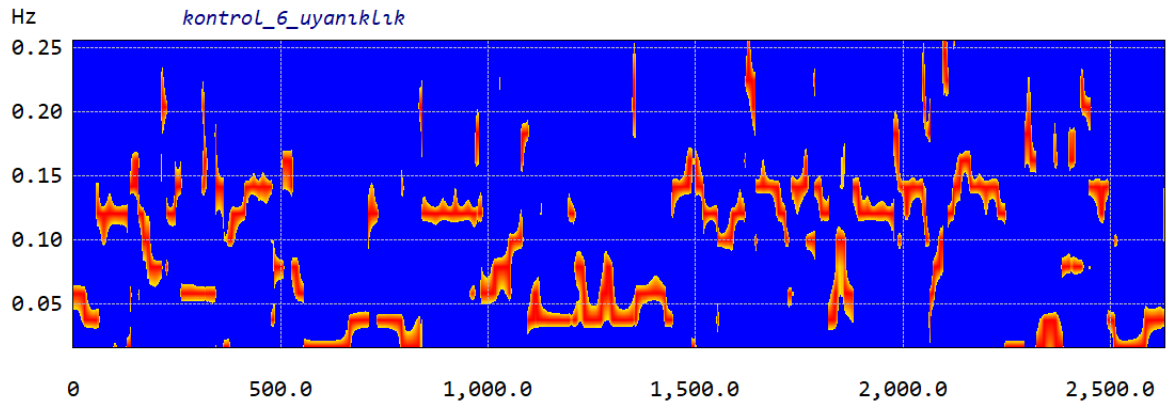
Şekil 70: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



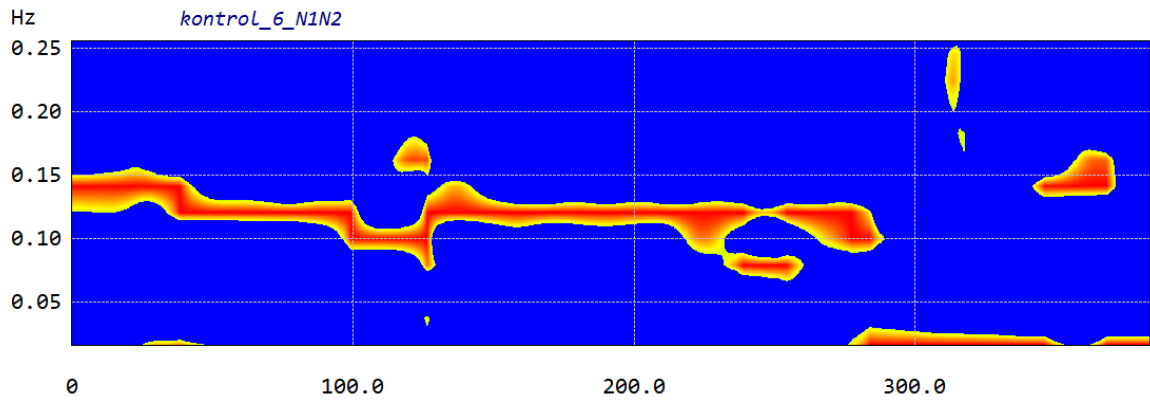
Şekil 71: Yukarıdaki şekilde kontrol 5'in birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



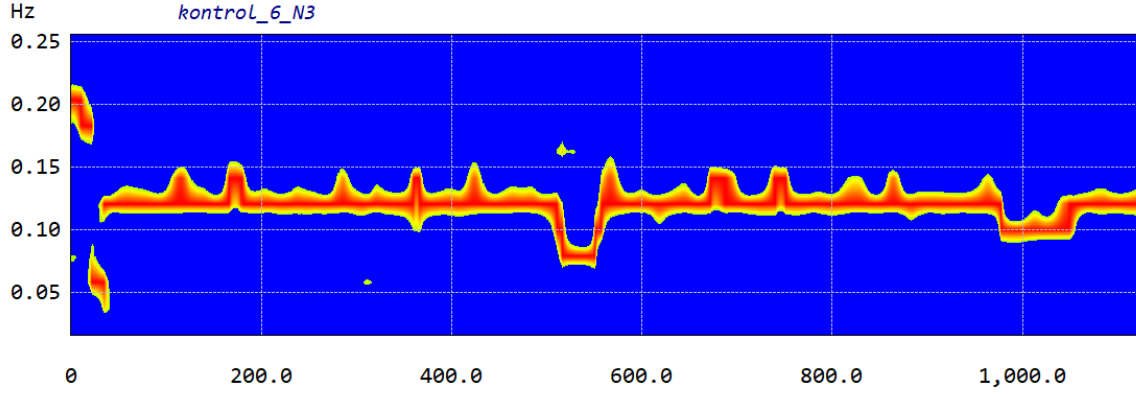
Şekil 72: Kontrol 6'nın birinci gece uyku verisinden alınmış REM aşamasının ham PPG sinyali. Verilen kesitte ~6.5 sn süren ara ritmin dalgalanması gösterilmiştir.



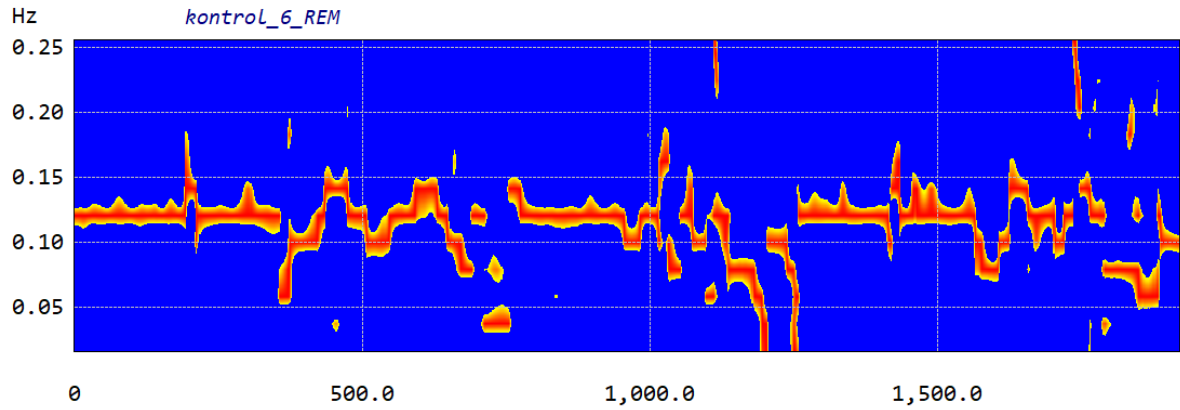
Şekil 73: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki uyanıklık evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



Şekil 74: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki N1N2 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



Şekil 75: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki N3 evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).



Şekil 76: Yukarıdaki şekilde kontrol 6'nın birinci gece ölçümündeki REM evresinin zaman-frekans dağılımı verilmiştir (ara ritim: 0.12-0.18 Hz).

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu tez çalışması kapsamında aerobik enerji sisteminin dominant olduğu dayanıklılık spor branşlarından (triatlon, uzun mesafe koşu, uzun mesafe bisiklet) aktif olarak yarışmalara katılan 6 sporcu ve aktif olarak yarışmayan 6 kontrol olmak üzere 12 erkek sporcu ile uyku çalışması yürütülmüştür. Sporcu grubu için hedef bir yarış belirlenmiş ve yarıştan dört gece önce ardışık iki gece (seyreltim dönemi), yarış gecesi ve yarıştan dört gün sonra ardışık iki gece olmak üzere toplam beş gecelik uyku verisi toplanılmıştır. Seyreltim döneminde sporcuların yarışma stresi taşıma potansiyelinde oldukları, yarış sonraki gecenin fizyolojik yıkım açısından en yoğun gece olduğu ve yarıştan sonraki iki ölçümün stres ve fizyolojik yıkım açısından toparlanmanın gerçekleştiği evre şeklinde düşünülmüş ve döngü bu doğrultuda tasarlanmıştır. Öte yandan kontrol grubunda herhangi bir yarışma planı bulunmadığı için yalnızca ardışık iki gece uyku verisi toplanmıştır. Fizyolojik verilerin yanı sıra çalışma grubunun algıladıkları “uyku kalitesi ve stres” skorları iki soru yardımı ile değerlendirilmiştir.

Çalışma başlangıcında hem kontrol hem sporcu grubunun günlük işığa karşı duyarlılıkları sonucu oluşan uyku uyanıklık döngüsü yatkinliğini belirlemek üzere “SAA” kullanılmıştır. Bu doğrultuda tüm katılımcı grubunun sabahçıl-akşamcıl profilleri ağırlıklı olarak “ara tip” olarak hesaplanmıştır (sporcu: 5 ara tip, 1 orta derece sabahçıl, kontrol: 5 ara tip, 1: orta derece akşamcıl). Bu dağılım, tüm katılımcı grubunun uyku uyanıklık açısından birbirinden uzak kronotiplere sahip olmadığını dolayısı ile uyku ölçümü için homojen bir araştırma grubu oluşturulmasına sebebiyet vermiştir. Günü üç ana bölüme bölerek dominant sabahçıl ve dominant akşamcıl bireylerin performans dağılımını inceleyen çalışmalarda, sabahçıların, uyanmayı takip eden saatlerde psikomotor ve bilişsel performanslarının akşam saatlerine göre daha iyi olduğu gündüz uykuluklarının olmadığı fakat günü takip eden saatlerde uykululuğun arttığı ve performansın düştüğü gözlenilmiştir. Ters bir şekilde dominant akşamcıl bireylerin performanslarının akşam saatlerinde daha iyi olduğu ve uykuluk hallerinin yüksek olduğu bildirilmiş (Facer-Childs ve ark., 2018; Hill). Benzer şekilde ise egzersiz ve spor performansı sirkadiyen ritme bağlı sabahçıl bireylerde sabahtan öğlene %3 artarken, akşamcılarda gün boyu artış olduğu performansı kronotipin etkilediği

gösterilmiştir (Hill, & Chtourou, 2020). Bu bilgiler ışığında çalışma grubunun baskın olarak tek tip çıkması çalışmanın sonuçlarının güvenilirliğini artırır niteliktedir. Çalışmanın temel uyku mimarisi sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, sporcu grubu için birinci ölçüm gecesinde (seyreltim 1) ortalama toplam uyku süresi 7.0 s, ikinci ölçüm gecesinde (seyreltim 2) 8.1 s, üçüncü ölçüm gecesine (yarış gecesine) 6.4 s, dördüncü ölçüm gecesinde (yarıştan dört gün sonra) 6.1 s, beşinci ölçüm gecesinde (yarıştan beş gün sonra) 7.6 s olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ise ilk gece 7.8, ikinci gece 7.6 s olarak bulunmuştur. Uluslararası Uyku Vakfı (National Sleep Foundation) yetişkinler için her gece 7-9 saatlik uykuyu tavsiye etmektedir (Hirshkowitz ve ark., 2015). Bu çalışma için kontrol grubunun tavsiye edilen uyku saati aralıklarında kaldıkları görülürken, sporcu grubu için yarış gecesine ve yarıştan dört gün sonra bu saat aralığının 0.6- 0.9 bazında altında kaldıkları görülmektedir. Literatüre bakıldığında, sporcu grubunun normal popülasyondan daha az uyuduğu ve çalışma sonuçlarının yarış gecesine ve sonrası için bu sonuçlar ile uyduğu dikkat çekmektedir. Sporcu popülasyonunun antrenman yükü, yarış takvimi- sıklığı göz önüne alındığında organizmanın toparlanma süreci ve toparlanmayla ilişkili olarak uykuya olan ihtiyaç ön plana çıkmaktadır. Kurulan bu denklemde sporcu popülasyonunun toplam uyku süresinin minimum tavsiye edilen aralıkta olması gerektiği düşünülebilir. Fakat yapılan çalışmalar ve bu tez çalışmasının uyku süresi sonuçları bu denklemin tersini gösterir niteliktedir. Örneğin; Sargent ve ark. (2014), içerisinde yüzme, yol bisikleti ve triatletlerin bulunduğu 70 kişilik sporcu grubunun ortalama 6.5 saat uyuduğu ve sabah yapılan antrenmanların TUS'yi düşürüp, antrenman öncesi yorgunluğu yükselttiğini bildirdiği çalışmasındaki TUS ile bu çalışmanın yarış gecesine ve yarıştan dört gün sonraki gecenin TUS'i ile uyushmaktadır. Daha kapsamlı olarak, 31 sporcunun dört ay boyunca, radyo ultra geniş-bant radar teknolojisi kullanılarak uyku döngülerinin takip edildiği bir çalışmada TUS ortalaması 7.21 s (± 1.21) olduğu ve yarış döneminde bu sürenin uzadığı (Hrozanova ve ark.2018), 82 elit atletin bir yıl boyunca uyku dahil, duygu durumu, akademik başarı gibi parametrelerinin değerlendirildiği diğer bir çalışmada ortalama TUS 8.2s ve son olarak (Hamlin ve ark., 2021), 200 mil ultra maraton koşucularının yarış öncesi ve sonrası uyku-uyanıklık döngülerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada, yarışmayı takip eden hafta gecelik TUS ortalamasının 6.3s olduğunu (Bianchi ve ark., 2022) bildiren sonuçlar ile tezin hem yarış öncesi sonrası hem de yarıştan hemen sonraki uyku süresi sonuçları benzerlik göstermektedir.

Uyku-uyanıklık döngüsünü takip etmek üzere kullanılan giyilebilir teknolojiler, bilek tabanlı, yüzük, yüz bölgesinden veri toplayanlar ve temassız (uyku alanının etrafına yerleştirilen) cihazlar olmak üzere çeşitlilik göstermektedir. Her bir cihazın arkasında yatan teknoloji ve uyku-uyanıklık döngüsünü hesapladığı yöntem ve araç farklılık göstermektedir. Yüz bölgesinde kullanılan cihazlar, tek veya birden fazla kanal EEG içerirken, bilek tabanlı cihazlar, yüzükler PPG teknolojisinin yanı sıra akselerometre gibi sensörlerden gelen veriler doğrultusunda sınıflama yapmaktadır. Salt akselerometre kullanıldığında hareketin etrafında şekillenen bir uyku sınıflaması yapılır ve uyku başlangıcında uykuya geçişe kadar olan kısımda hareketsiz olduğumuz fakat uykuda olmadığımız durumlar düşünüldüğünde verdiği sonuçları olumsuz etkiler (daha uzun uyku süre vb.). Öte yandan PPG sensörünün kullanıldığı cihazlarda, bu sensörden gelen veri doğrultusunda hesaplanan kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği ve oksijen satürasyonu gibi parametreler de hesaplama dahil edilir. Akselerometrelere kıyasla uyku uyanıklık döngüsünü verme konusunda bilekte PPG tabanlı saatlerin daha başarılı olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Chinoy ve ark., 2021; Chinoy ve ark., 2022). Bu başarıya karşın, uyku evreleri bilgisinin verilmesinde başarısız oldukları görülmektedir. Uyku çalışan profesyonellerin bir araya geldiği bir çalıştayda, aktigraf bilek tabanlı saatler ve üst kola takılan cihazların ağırlıklı olarak tartışıldığı çalışmada uzmanlar tarafından, bu cihazların altın standart ölçümlere göre daha sınırlı validasyonlarının olmasının kullanımı kısıtlayan bir faktör olarak olduğu vurgulanmış (Depner ve ark., 2020) ve giyilebilir teknolojilerin gelişimleri göz önüne alındığında umut vaat ettiği bildirilmiş (Zambotti ve ark., 2019). Uykunun beyin ve beyin sapında başlayan bir süreç olduğu (Malhotra & Avidan, 2023; Borbély ve ark.; 2016) göz önüne alındığında yüz bölgesinde EEG sensörü içeren cihazların kullanımının uyku ve uyku evrelerinin takibi için diğer giyilebilir cihazlara kıyasla daha güvenilir bir takip aracı olacağı görülmektedir. Spor bilimleri alanında geçmişten günümüze kadar uyku çalışmalarında kullanılan cihazlar incelendiğinde, baskın olarak aktigraf kullanıldığı, sonrasında sırasıyla; PSG, uyku günlükleri, EEG ve PPG cihazlarının tercih edildiği görülmektedir (Roberts ve ark., 2019; Nedelec ve ark., 2018) (iki çalışmada birbirinden farklı toplam 60 çalışma alınmış aktigraf: 48, PSG: 6 uyku günlüğü: 5, EEG: 1, PPG:1). Yukarıda bahsedilen cihaz sınıflama başarıları göz önünde bulundurulduğunda, uzun vadede kullanılan cihaz çeşitliliği arttıkça benzer sensör teknolojisi içeren geçmiş cihazlar ile sonuç karşılaştırması yapmak, fazla hesaplanmış yahut olası gerekenden

daha az hesaplanmış uyku sürelerini geride bırakarak daha sağlıklı bir bilgi havuzu oluşumu sağlayacaktır. Bu tez çalışmasında, bir ilk olarak EEG ve PPG sensörünün tek bir cihaz içerisinde toplandığı bir teknoloji ile uyku verileri toplanmıştır. Yukarıda TUS bazında verilen bilgilerde bazı çalışmaların akselerometre tabanlı cihazlar kullandığı sonuç karşılaştırmasında dikkate alınması gereken bir durumdur.

Çalışmanın birinci hipotezi ele alındığında “Tüketici dayanıklılık yarışması sonrası sporcuların uyku döngülerinde derin uyku dönemlerinin süresinde azalma olur.” bağlamında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamasına karşın, tüm geceler arasında en düşük derin uyku süresi yarış gecesinde gözlenmiştir (seyreltim bir: 64.4 dk, seyreltim 2: 82.5, yarış gecesini: 43 dk, yarış sonrası bir: 49.8 dk, yarış sonrası iki: 63.5). Yarıştan dört gün sonra toplanan ardışık iki gecede derin uyku süresinin kademeli olarak başlangıç seviyesine döndüğü görülmektedir. Var olan düşüşe rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamasının sebebinin grup sayısı kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Antrenman, yüklenme ve dinlenme ilişkisi göz ederek ele alındığında organizmanın yüke maruz bırakılarak eksi yönde bir açık oluştuğu sonrasında dinleme ile bu açığın başlangıç seviyesinin üstüne çıkarak ilerlediği doğru periortlamada, sporcu branşına bağlı olarak sürekli yarış günü maruz kalacağı yükün altına kademeli olarak girmektedir (Bompa ve Buzzichelli, 2019). Bu organizmada oluşturulan yüke karşı bir “tolerans” geliştirebilmektedir. Bu doğrultuda temel uyku mimarisinin hafif uyku, derin uyku ve REM aşamalarında yarış öncesi ve sonrasına göre büyük ölçeklerde değişimim görülmemesinin sebeplerinden birinin altında bu toleransın yatıyor olabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda yüksek yoğunluktaki egzersiz ve yarış sonrası bu tez çalışmasının sonucu ile tutarlı olarak derin uyku süresinde düşüş bildirmeyen çalışmalar bulunmaktadır (Thomas ve ark., 2020). Daha spesifik olarak yarış gecesinin uyku mimarisi bütüncül olarak incelendiğinde, sporcu grubunun sonuçları uyanıklık 92.7 dk, hafif uyku 188.7 dk, derin uyku 43.1 dk, REM 58.8 dk olarak hesaplanırken kontrol grubunda sırası ile 57.7 dk, 252 dk, 70 dk ve 80.1 dk olarak hesaplanmıştır. Uyanıklık süresinin sporcu grubunda kontrole kıyasla daha uzun olması ($p=0.04$), sporcuların uykuya geçişinin ve gece uyku içerisindeki uyanık kalma süresinin daha uzun olduğu, yarışın fiziksel olarak etkisinin uykuya yansması şeklinde düşünülebilir/açıklanabilir. Öte yandan, hafif uyku, derin uyku ve REM süreleri, kontrol grubuna kıyasla kısa olmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Sporcu grubunun yarış öncesi, yarış ve yarış sonrası ölçümleri göz

önüne alındığında uyanıklık aşamasının ortalama süresi sırasıyla, 60,7 dk, 92,7 dk, 49,7 dk olduğu ve yarış gecesinin diğer ölçüm dönemlerine kıyasla en uzun uyanıklık süresine sahip olduğu dikkat çekmektedir. Hafif uyku sırasıyla, 240 dk, 188,7 ve 235,4 derin uyku; 73,5 dk, 43,1 dk, 56,7 dk ve REM süresi; 76 dk 58,8 dk, 68 dk. Rakamlar incelendiğinde hafif, derin ve REM sürelerinin hepsinde yarış gecesini bir düşüş gözlediği (derin uykudaki düşüş diğerlerine kıyasla daha dikkat çekici) ve yarış sırasında başlangıç seviyesine gelmemekle birlikte yine yükseldiği görülmektedir. Sporcu grubunun uyku evreleri genel olarak karşılaştırıldığında uyanıklık- hafif uyku ($p=0.003$, hafif uyku- derin uyku ($p=0.005$) ve hafif uyku- REM ($p=0.001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Uyku, çeşitli hormonal reaksiyonların, nöroendokrin ve immünolojik süreçleri içerir. Hormonal reaksiyonların içerisinde büyüme hormonu ve onun toparlanma-yenilenme açısından önemi düşünüldüğünde, sporcular açısından kas onarımı, kemik sağlığı ve yeniden şekillenmesi adına önemlidir. Derin uyku, bağışıklık sistemimiz ve bu sistemin hastalıklara karşı verdiği mücadele açısından önemlidir. Derin uykunun düşmesi immünolojik olarak sporcuları savunmasız hale gelmesi ve hastalıklara karşı savunmasız kalmasına yol açabilir. Öte yandan yalnızca fiziksel bir olgu olmayan “performans”, bilişsel ve motor becerilerle başta olmak üzere birçok parametre ile yakından ilişkilidir. Yarış taktiğini kurmak, rakip analizi yapmak, tecrübe kazanımında bulunmak gibi maddeler sporcu performansı ile ilintilidir. Bu doğrultuda, REM’in mental toparlanmanın gerçekleştiği, öğrenme ve duyuşsal düzenlemede rol alması gibi özellikleri düşünüldüğünde, sporcu performansı için derin uyku kadar önemli olduğu görülmektedir. Sporcu grubunun uyku mimarileri bireysel olarak incelendiğinde (tablo 5-10), yarış öncesi ile karşılaştırıldığında yarış gecesini düşen, hiç görünmeyen ve yükselen olmak üzere derin uyku sürelerinde üç farklı patern görülmektedir. Benzer şekilde REM sürelerinde yarış gecesini düşen ve yükselen olmak üzere iki farklı patern bulunmaktadır. Bu durum, her bir bireyin uyku mimarisinin kendi içerisinde incelenmesi ve karşılaştırma yapılması sonucunda, bireysel bazda daha uygun değerlendirmenin yapılmasına olanak sağlayabilir. Fizyolojik, psikolojik ve moleküler düzeyde her bireyin diğerine göre farklılık gösterdiği bu açıdan kişiselleştirilmiş değerlendirmenin uzun vadede sağlık ve performans çıktıları üzerinde daha önemli bir ölçüt olabileceğini destekler.

Uyku kalitesi, yaygın olarak kullanılan Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi başta olmak üzere diğer bazı ölçekler yardımı ile değerlendirilmektedir. Fakat, insan algısının bulunduğu ortam ve durumlardan etkilenebiliyor oluşu öznel değerlendirmenin somut veri ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Örneğin; katılımcı grubunu sağlıklı bireylerin oluşturduğu bir çalışmada, katılımcılar başuçlarına yerleştirilen hızlı ve yavaş olmak üzere değişik hızda çalışan saat yardımı ile toplam uykuda geçirdikleri süre bakımından manipüle edilmiş, bu doğrultuda 5 saat uyuyan fakat 8 saat uyuduğu bildirimi verilen katılımcılar daha kısa uyuyanlara göre daha iyi reaksiyon süresi gösterdiği bildirilmiş (Rahman ve ark., 2020). Öte yandan sporcu popülasyonunda hedef yarıştan bir gece önce, yarıştan hemen sonra uyku kalitesinin kötüleştiği anektodal raporlarda belirtilmiş (Erlacher ve ark., 2011; Lastella ve ark., 2014), fakat bir yarış etrafına yerleştirilen ardışık ölçümler ile öncesi, hemen sonrası ve bir süre sonrası takip edilmemiştir. Bu doğrultuda, bu çalışmada bu bilgiyi gözeterek dizayn edilmiş ve uyku kalitesi için her bir uyku evresinde yüz derisinde beliren ara ritmin süresi değerlendirmede kullanılmış, yanı sıra öznel skora kullanılmıştır. Her uyku gecesi sonrasında öznel olarak değerlendirilen uyku kalitesi ve stres skorları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışma grubunu oluşturan sporcular, şiddetli bir yarış öncesi ve sonrası arasında algıladıkları uyku kalitesinde ciddi değişimler bildirmemiştir. Öte yandan, algılanan ve hesaplanan skorlar arasında farklılıklar olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Unruh ve ark., 2006; Hayashino ve ark., 2007). Uyku kalitesinin ölçüm gecelerindeki paterni incelendiğinde, yarış gecesi en düşük skorun verildiği (ort:2.83), yarış sonrası dönemde ise skorun iyileştiği gözlenmiştir (yarış sonrası dört ort: 3.17, yarış sonrası beşort:3.67). Bu bakımdan öznel uyku kalitesi sonuçlarımız, 1010 Brezilyalı sporcunun tez çalışmasında kullanılabilecek bir soru yardımı ile (Son birkaç gündeki uyku kalitenizi nasıl değerlendirirsiniz?) değerlendirdikleri uyku kalitesi skorları sonucunda %58'inin mükemmel uyduğunu bildiren sonuçlar (Andrade ve ark., 2021) ve yine aynı soru ile 576 sporcunun uyku kalitesinin değerlendirildiği başka bir çalışmadaki sporcu grubun %51'inin bildirdiği iyi uyku kalitesi sonuçları ile düşüş olmaması bakımından benzerlik göstermektedir (Brandt ve ark., 2017).

Bu tez çalışmasının en çarpıcı bulgusu olan ve uyku kalitesi değerlendirmesi için alternatif bir yöntem olarak sunulan “ara ritim” “H2: Retiküler formasyon merkezli ara

ritmin, uyku evrelerinde görülme süresi evreden evreye farklılık gösterir.” hipotezi başlığı altında ele alınmıştır. Uyku evrelerdeki AR süreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0.01$). AR tüm uyku evrelerinde varlık gösterirken, evrelere göre gücü şu şekildedir: hafif uyku > derin uyku > REM > uyanıklık.

Toplam uyku süresince görülen AR, çalışmanın son hipotezi olan “H3: Tüketici dayanıklılık yarışı sonrası, alın deri kan dolaşımında görülen toplam ara ritim süresinde düşüş görülür.” başlığı altında değerlendirilmiştir. Tüm ölçüm gecelerinde görülen toplam AR süresi ise sırası ile şu şekildedir: seyreltim bir: 82.8 dk, seyreltim iki: 88.9 dk, yarış gecesi: 66.1, yarış sonrası dört: 45.9 dk, yarış sonrası beş: 98.7 dk. Yarış gecesi ve yarıştan sonraki ilk ölçüm gecesinde AR süresinin düştüğü fakat son ölçüm gecesinde başlangıç durumunun üstüne çıktığı görülmektedir (şekil 14). Yarış gecesi toplam AR süresinde düşüş görülmesine rağmen, bu durum istatistiksel sonuçlara olumlu olarak yansımamıştır. Sporcu grubunun yarış gecesi AR paternleri bireysel olarak incelendiğinde, derece yapan ve milli takım seçmelerine gitmeyi garantileyen 3 sporcuda beklenenin aksine AR süresinde yükseliş görülmüştür (tablo 5,7, 9). Öte yandan, kontrol grubunun iki ölçümü göz önüne alındığında, toplam AR süresinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş ve çıkışlar olmadığı iki günün birbirine benzer seyrettiği görülmüştür. Yarış gecesinde görülen düşüş AR’nin üç ölçüm döneminde de toplam uyku süresinin büyük bir bölümü kapsayacak şekilde yüz derisi kan dolaşımında görülmesi uzun vadede uyku kalitesinin değerlendirmesinde kullanılabilecek bir parametre olmasına işaret etmektedir. Tüm sonuçlar göz önüne alındığında, beyin sapı retiküler formasyon nöronlarının eş güdüm aktivitesi sonucu oluştuğu bilinen AR ritmin özetle;

- hem sporcu hem kontrol grubunun uyku süresince görüldüğü
- kontrol grubunda geceler bazında AR süresinde değişim görülmediği
- sporcu grubunda geceler bazında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamasına rağmen, yarış gecesi düşüş olduğu ve yarıştan sonraki beşinci ve son ölçüm gecesinde başlangıç durumunun üstüne çıktığı saptanmıştır.

Uyanıklık durumunda yapılan çeşitli çalışmalarda AR’nin, stres maruziyetinde (örn; akustik, ortostatik basınç, ağrı) kaybolduğu (Perlitz ve ark., 2004b, Ernst ve ark., 2012, Lampmann ve ark., 2006) buna karşın iç algılamanın arttığı durumlarda (örn; osteopatik

manipülatif tedavi, gözler kapalı s k net hali) kulak memesi, alın ve beyin bazı bölgelerinde ( otuk, 2016; Keller ve ark., 2020; Pelz ve ark., 2023) zorlayıcı ahenkli ve ritmik egzersiz sırasında yüz derisi kan dolaşımında varlık gösterdiği bilinmektedir (S k ti ,2021). Ritmin ortaya çıkış sebebi ise Cotuk ve ark., (2020) yayınladığı bir raporda AR anatomik ve fizyolojik bakış açıları ile ele alınmış ve rapor doğrultusunda ritmin “interepsiyon” sonucu olduğu stres ve sakinlik fenomenleri ile ilişkisi g z terek sunulmuş. Aynı yıl Keller ve ark., (2020) tarafından yayınlanan çalışmada ritmin sakinlik durumlarında beyin somatosensoriyel alan ile ilişkisi açıklanarak, interepsiyon bulgusu güçlendirilmiştir. Bu bilgiler ışığında, beyin ve beyin sapının aktivasyon-deaktivasyonu sonucu oluşan uyku durumunda AR’nin görülmesi, uyku-interepsiyon ilişkisi ile açıklanabilmektedir. Gün içerisinde maruz kalınan olay ve durumlardan etkilenen uykunun, benzer şekilde “ ncellenen” stres faktörleri sebebi ile de bozulabildiği, bunun uyku mimarisinde değişikliklere yol açtığı görülmektedir (Beck ve ark., 2023). Son olarak ise uykuya geçiş sağlandıktan sonra, uykunun her evresinde AR’nin görülmesinin, uyku süresince TUS’un yaklaşık 1/5’ini oluşturmasının sebeplerinden biri hem uyku süreçleri hem de AR’nin kaynağı olan nöron topluluğuna ev sahipliği yapan beyin sapının ortak merkez olması kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Negatif duygu durumunun uykunun gecikmesi ve parçalı olmasına kadar birçok olumsuz etkisi bulunurken pozitif duygu durumu uykunun bozulmamasındaki etkenlerden biridir. Yarıştan önce, antrenman şiddetinin düştüğü fakat yarışmaya dair kaygının bulunduğu bu dönemde üst düzey sporcular yarış günü sergileyeceği performansın yaklaşık olarak bilincindedir. Bu fiziksel olarak beden algısının yüksek olduğu sonucu ile ilişkilidir. Fiziksel ve mental bir uyarana maruz kalmadığı bilinen kontrol grubunun her iki ölçüm gecesi de benzer AR süresi göstermesi de bu sebeptendir. Uyanıklık durumunda yapılan ve deney koşullarına göre bölgesel görünürlüğü etkilenebilen AR’nin uyku gibi bilişsel fonksiyonların düşüşte olduğu, beyin, beyin sapı bölgelerinin aktif olarak çalışmaya bilgi işlemeye devam ettiği uyku durumunda, fiziksel ve mental durumlara bir derece bağlı olsa bile tüm gece uykusunun çoğunluğunda görülmesinin sebebi var olan içsel algının sürdürülebilmesi yahut bozulan algının tekrardan kurulmasına katkı sağlamsından ötürü olduğu düşünülmektedir.

Ritmin doğasının daha net açıklamaya kavuşması için farklı uyku ve egzersiz çalışmalarına ihtiyaç vardır.

8. KAYNAKÇA

- Ağargün, M. Y., Kara, H., & Anlar, Ö. (1996). The validity and reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Türk Psikiyatri Derg*, 7(2), 107-15.
- Åkerstedt, T., Hume, K. E. N., Minors, D., & Waterhouse, J. I. M. (1994). The meaning of good sleep: a longitudinal study of polysomnography and subjective sleep quality. *Journal of sleep research*, 3(3), 152-158. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.1994.tb00122.x>
- Andrade, A., Bevilacqua, G., Casagrande, P., Brandt, R., & Coimbra, D. (2019). Sleep quality associated with mood in elite athletes. *The Physician and sportsmedicine*, 47(3), 312-317. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1553467>
- Baur, D. A., Bach, C. W., Hyder, W. J., & Ormsbee, M. J. (2016). Fluid retention, muscle damage, and altered body composition at the Ultraman triathlon. *European journal of applied physiology*, 116(3), 447-458 <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3291-9>
- Beck, J., Loretz, E., & Rasch, B. (2023). Stress dynamically reduces sleep depth: temporal proximity to the stressor is crucial. *Cerebral Cortex*, 33(1), 96-113. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac055>
- Bianchi, D., Miller, D. J., & Lastella, M. (2022). Sleep–Wake Behaviour of 200-Mile Ultra-Marathon Competitors: A Case Study. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 3006. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053006>
- Billman, G. E. (2011). Heart rate variability—a historical perspective. *Frontiers in physiology*, 2, 86. <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00086>
- Billman, G. E. (2013). The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Frontiers in physiology*, 4, 26. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00026>
- Blinowska, K., & Durka, P. (2006). Electroencephalography (eeg). *Wiley encyclopedia of biomedical engineering*. <https://doi.org/10.1002/9780471740360.ebs0418>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). Periodization-: theory and methodology of training. *Human kinetics*.
- Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Hum neurobiol*, 1(3), 195-204.
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal of sleep research*, 25(2), 131-143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>

- Brandt, R., Bevilacqua, G. G., & Andrade, A. (2017). Perceived sleep quality, mood states, and their relationship with performance among Brazilian elite athletes during a competitive period. *Journal of strength and conditioning research*, 31(4), 1033-1039. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001551>
- Březinová, V. (1974). Sleep cycle content and sleep cycle duration. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 36, 275-282. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(74\)90169-2](https://doi.org/10.1016/0013-4694(74)90169-2)
- Buchheit, M., Simon, C., Piquard, F., Ehrhart, J., & Brandenberger, G. (2004). Effects of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 287(6), H2813-H2818. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00490.2004>
- Burton, A. R., Rahman, K., Kadota, Y., Lloyd, A., & Vollmer-Conna, U. (2010). Reduced heart rate variability predicts poor sleep quality in a case-control study of chronic fatigue syndrome. *Experimental brain research*, 204, 71-78. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2296-1>
- Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, 28(2), 193-213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2005). Normal human sleep: an overview. *Principles and practice of sleep medicine*, 4(1), 13-23.
- Chase JD, Roberson PA, Saunders MJ, et al. One night of sleep restriction following heavy exercise impairs 3-km cycling time-trial performance in the morning. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2017: 1Y7. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0698>
- Chediak, A., Esparis, B., Isaacson, R., Cruz, L. D. L., José, Ramirez, ... & Abreu, A. (2006). How many polysomnograms must sleep fellows score before becoming proficient at scoring sleep?. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 2(04), 427-430. <https://doi.org/10.5664/jcsm.26659>
- Chinoy, E. D., Cuellar, J. A., Huwa, K. E., Jameson, J. T., Watson, C. H., Bessman, S. C., ... & Markwald, R. R. (2021). Performance of seven consumer sleep-tracking devices compared with polysomnography. *Sleep*, 44(5), zsaa291. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaa291>
- Chinoy, E. D., Cuellar, J. A., Jameson, J. T., & Markwald, R. R. (2022). Performance of four commercial wearable sleep-tracking devices tested under unrestricted conditions at home in healthy young adults. *Nature and Science of Sleep*, 493-516. <https://doi.org/10.2147/NSS.S348795>
- Chokroverty, S., & Cortelli, P. (Eds.). (2021). *Autonomic Nervous System and Sleep: Order and Disorder*. Springer Nature.

- Cipolla-Neto, J., & Amaral, F. G. D. (2018). Melatonin as a hormone: new physiological and clinical insights. *Endocrine reviews*, 39(6), 990-1028. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00084>
- Cipriani, D. J., Swartz, J. D., & Hodgson, C. M. (1998). Triathlon and the multisport athlete. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(1), 42-50. <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.27.1.42>
- Coelho, A. B., Nakamura, F. Y., Morgado, M. C., Holmes, C. J., Di Baldassarre, A., Esco, M. R., & Rama, L. M. (2019). Heart rate variability and stress recovery responses during a training camp in elite young canoe sprint athletes. *Sports*, 7(5), 126. <https://doi.org/10.3390/sports7050126>
- Cotuk, H. B. (2016, April). Vital sign monitoring-from home over antarctica to space. In 2016 Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT) (pp. 1-1). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EBBT.2016.7483672>
- Cotuk, H. B., Müller, G., Pelz, H., Duru, A. D., & Perlitz, V. (2020). Synergetic brainstem consensualization at the 0.15 Hz intermediary rhythm is the genuine marker of the trophotropic state. *Selbstorganisation—ein Paradigma für die Humanwissenschaften: Zu Ehren von Günter Schiepek und seiner Forschung zu Komplexität und Dynamik in der Psychologie*, 389-402. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29906-4_21
- Đbrahim Hakkı, B. O. R. A., & BĐCAN, A. (2007). Uyku fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci*, 3(23), 1-6.
- De Zambotti, M., Cellini, N., Goldstone, A., Colrain, I. M., & Baker, F. C. (2019). Wearable sleep technology in clinical and research settings. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(7), 1538. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001947>
- Deatherage, J. R., Roden, R. D., & Zouhary, K. (2009, June). Normal sleep architecture. In *Seminars in orthodontics* (Vol. 15, No. 2, pp. 86-87). WB Saunders. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2009.01.002>
- Depner, C. M., Cheng, P. C., Devine, J. K., Khosla, S., De Zambotti, M., Robillard, R., ... & Drummond, S. P. (2020). Wearable technologies for developing sleep and circadian biomarkers: a summary of workshop discussions. *sleep*, 43(2), zsz254.mal <https://doi.org/10.1093/sleep/zsz254>
- Dhand, R., & Sohal, H. (2006). Good sleep, bad sleep! The role of daytime kısa uykus in healthy adults. *Current opinion in pulmonary medicine*, 12(6), 379-382. <https://doi.org/10.1097/01.mcp.0000245703.92311.d0>
- Dutheil, F., Danini, B., Bagheri, R., Fantini, M. L., Pereira, B., Moustafa, F., ... & Navel, V. (2021). Effects of a short daytime kısa uyku on the cognitive performance: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10212. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910212>

- Duvernoy, H. M. (2012). The human brain stem and cerebellum: surface, structure, vascularization, and three-dimensional sectional anatomy, with MRI. Springer Science & Business Media.
- Ehrlenspiel, F., Erlacher, D., & Ziegler, M. (2018). Changes in subjective sleep quality before a competition and their relation to competitive anxiety. *Behavioral sleep medicine*, 16(6), 553-568. <https://doi.org/10.1080/15402002.2016.1253012>
- Erlacher, D., Ehrlenspiel, F., Adegbesan, O. A., & Galal El-Din, H. (2011). Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *Journal of sports sciences*, 29(8), 859-866. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.565782>
- Ernst, J.-P., & Petzold, E. R. (2012). Dynamik des 0,15-Hz Rhythmusbandes in der Hautdurchblutung bei Musikexposition . Hochschulbibliothek der Rheinisch Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.
- Facer-Childs, E. R., Boiling, S., & Balanos, G. M. (2018). The effects of time of day and chronotype on cognitive and physical performance in healthy volunteers. *Sports medicine-open*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0162-z>
- French, J. D. (1957). The reticular formation. *Scientific American*, 196(5), 54-61.
- Gibbins, I. (1994). Comparative anatomy and evolution of the autonomic nervous system. *Comparative physiology and evolution of the autonomic nervous system*, 4, 1-67.
- Hamlin, M. J., Deuchrass, R. W., Olsen, P. D., Choukri, M. A., Marshall, H. C., Lizamore, C. A., ... & Elliot, C. A. (2021). The effect of sleep quality and quantity on athlete's health and perceived training quality. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 705650. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.705650>
- Hanrong C, Yongli W, Jihui Z, Validation of a new single-channel wearable EEG device (UMindSleep Forehead Sleep Recorder, Model S1) against polysomnography 2021 (3rd Congress of Asian Society of Sleep Medicine)
- Hayashi, M., Motoyoshi, N., & Hori, T. (2005). Recuperative power of a short daytime kisa uyku with or without stage 2 sleep. *Sleep*, 28(7), 829-836. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.7.829>
- Hayashino, Y., Fukuhara, S., Suzukamo, Y., Okamura, T., Tanaka, T., Ueshima, H., & HIPOP-OHP Research group. (2007). Relation between sleep quality and quantity, quality of life, and risk of developing diabetes in healthy workers in Japan: the High-risk and Population Strategy for Occupational Health Promotion (HIPOP-OHP) Study. *BMC public health*, 7, 1-9. <https://doi:10.1186/1471-2458-7-129>.
- Hill, D. W., & Chtourou, H. (2020). The effect of time of day and chronotype on the relationships between mood state and performance in a Wingate test. *Chronobiology International*, 37(11), 1599-1610. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1786394>

- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., ... & Hillard, P. J. A. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep health*, 1(1), 40-43. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010>
- Horne, J. (1988). *Why we sleep* (p. 319). Oxford: Oxford University Press.
- Horne, J., & Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morning and evening types. *Ergonomics*, 23, 29-36.
- Hrozanova, M., Moen, F., Myhre, K., Klöckner, C., & Pallesen, S. (2018). Habitual sleep patterns of junior elite athletes in cross-country skiing and biathlon: a descriptive study. *Cogent medicine*, 5(1), 1548549. <https://doi.org/10.1080/2331205x.2018.1548549>
- Huang, J., Ren, L., Zhou, X., & Yan, K. (2022). An improved neural network based on SENet for sleep stage classification. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 26(10), 4948-4956. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3157262>
- Humphries, M. D., Gurney, K., & Prescott, T. J. (2006). The brainstem reticular formation is a small-world, not scale-free, network. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1585), 503-511. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3354>
- Izac, M. S. M. (2006). Basic anatomy and physiology of sleep. *American journal of electroneurodiagnostic technology*, 46(1), 18-38. <https://doi.org/10.1080/1086508X.2006.11079555>
- Jänig, W. (2008). *Integrative action of the autonomic nervous system: Neurobiology of homeostasis*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541667>
- Kawasaki, Y., Kasai, T., Sakurama, Y., Sekiguchi, A., Kitamura, E., Midorikawa, I., ... & Matsuda, T. (2022). Evaluation of sleep parameters and sleep staging (slow wave sleep) in athletes by fitbit alta HR, a consumer sleep tracking device. *Nature and Science of Sleep*, 819-827. <https://doi.org/10.2147/NSS.S351274>
- Keller, M., Pelz, H., Perlitz, V., Zweerings, J., Röcher, E., Baqapuri, H. I., & Mathiak, K. (2020). Neural correlates of fluctuations in the intermediate band for heart rate and respiration are related to interoceptive perception. *Psychophysiology*, 57(9), e13594. <https://doi.org/10.1111/psyp.13594>
- Köktürk, O. (2013). Uyku kayıtlarının skorlanması. *Türk Solunum Araştırma Derneği, Solunum*, 15, 14-29.
- Kotzen, K., Charlton, P. H., Salabi, S., Amar, L., Landesberg, A., & Behar, J. A. (2022). SleepPPG-Net: A deep learning algorithm for robust sleep staging from continuous photoplethysmography. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 27(2), 924-932. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3225363>

- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Deschenes, M. R. (2011). Exercise physiology: integrating theory and application. Lippincott Williams & Wilkins.
- Krystal, A. D., & Edinger, J. D. (2008). Measuring sleep quality. *Sleep medicine*, 9, S10-S17. [https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(08\)70011-X](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(08)70011-X)
- Lambertz, M., & Langhorst, P. (1998). Simultaneous changes of rhythmic organization in brainstem neurons, respiration, cardiovascular system and EEG between 0.05 Hz and 0.5 Hz. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 68(1-2), 58-77. [https://doi.org/10.1016/S0165-1838\(97\)00126-4](https://doi.org/10.1016/S0165-1838(97)00126-4)
- Lampmann, M., & Petzold, E. R. (2006). Kryodentalstimulation zur Objektivierung kältereizinduzierter, psychovegetativer Reaktionen (No. RWTH-CONV-123489). Aachen: Medizinische Fakultät.
- Lastella, M., Lovell, G. P., & Sargent, C. (2014). Athletes' precompetitive sleep behaviour and its relationship with subsequent precompetitive mood and performance. *European journal of sport science*, 14(sup1), S123-S130. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.660505>
- Madhan Mohan, P., Nagarajan, V., & Vignesh, J. C. (2017). Spot measurement of heart rate based on morphology of PhotoPlethysmoGraphic (PPG) signals. *Journal of medical engineering & technology*, 41(2), 87-96. <https://doi.org/10.1080/03091902.2016.1223198>
- Malhotra, R. K., & Avidan, A. Y. (2013). Introduction to sleep stage scoring. *Atlas Sleep Med. Expert Consult. Online Print*, 77.
- Mantua, J., & Spencer, R. M. (2017). Exploring the kısa uyku paradox: are mid-day sleep bouts a friend or foe?. *Sleep medicine*, 37, 88-97. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2017.01.019>
- McCorry, L. K. (2007). Physiology of the autonomic nervous system. *American journal of pharmaceutical education*, 71(4). <https://doi.org/10.5688/aj710478>
- McDevitt, E. A., Alaynick, W. A., & Mednick, S. C. (2012). The effect of kısa uyku frequency on daytime sleep architecture. *Physiology & behavior*, 107(1), 40-44. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.05.021>
- Milner, C. E., & Cote, K. A. (2009). Benefits of kısa uykuping in healthy adults: impact of kısa uyku length, time of day, age, and experience with kısa uykuping. *Journal of sleep research*, 18(2), 272-281. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00718.x>
- Motin, M. A., Karmakar, C., Palaniswami, M., & Penzel, T. (2020). Photoplethysmographic-based automated sleep-wake classification using a support vector machine. *Physiological measurement*, 41(7), 075013. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ab9482>
- Nayak, C. S., & Anilkumar, A. C. (2019). EEG normal sleep.

- Nedelec, M., Aloulou, A., Duforez, F., Meyer, T., & Dupont, G. (2018). The variability of sleep among elite athletes. *Sports medicine-open*, 4, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0151-2>
- O'Donnell, S., Beaven, C. M., & Driller, M. W. (2018). From pillow to podium: a review on understanding sleep for elite athletes. *Nature and science of sleep*, 10, 243. <https://doi.org/10.2147/NSS.S158598>
- Olcina, G., Timón, R., Brazo-Sayavera, J., Martínez-Guardado, I., Marcos-Serrano, M., & Crespo, C. (2018). Changes in physiological and performance variables in non-professional triathletes after taking part in an Olympic distance triathlon. *Research in Sports Medicine*, 26(3), 323-331. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1447472>
- Özdalyan, F., Tütüncü, Ö., Gümüş, H., & Açıkgöz, O. (2021). Reliability and validity of the Turkish version of the morningness–Eveningness questionnaire. *Neurological Sciences and Neurophysiology*, 38(1), 50-59. https://doi.org/10.4103/nsn.nsn_110_20
- Pelz, H., Müller, G., Keller, M., Mathiak, K., Mayer, J., Borik, S., & Perlitz, V. (2023). Validation of subjective manual palpation using objective physiological recordings of the cranial rhythmic impulse during osteopathic manipulative intervention. *Scientific Reports*, 13(1), 6611. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33644-8>
- Perlitz, V., Cotuk, B., Lambertz, M., Grebe, R., Schiepek, G., Petzold, E. R., ... & Flatten, G. (2004). Coordination dynamics of circulatory and respiratory rhythms during psychomotor drive reduction. *Autonomic Neuroscience*, 115(1-2), 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2004.07.007>
- Perlitz, V., Cotuk, B., Schiepek, G., Sen, A., Haberstock, S., Schmid-Schönbein, H., Petzold, E. R. & Flatten, G. (2004)b. Synergetik der hypnoiden Relaxation. *PPmPPsychotherapie· Psychosomatik· Medizinische Psychologie*, 54(06), 250-258 <https://doi.org/10.1055/s-2003-814877>
- Pfurtscheller, G., Kaminski, M., J. Blinowska, K., Rassler, B., Schwarz, G., & Klimesch, W. (2023). Respiration-entrained brain oscillations in healthy fMRI participants with high anxiety. *Scientific Reports*, 13(1), 2380. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29482-3>
- Pfurtscheller, G., Schwerdtfeger, A. R., Seither-Preisler, A., Brunner, C., Aigner, C. S., Brito, J., ... & Andrade, A. (2017). Brain–heart communication: Evidence for “central pacemaker” oscillations with a dominant frequency at 0.1 Hz in the cingulum. *Clinical Neurophysiology*, 128(1), 183-193. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.10.097>
- Philipsen, A., Feige, B., Hesslinger, B., Ebert, D., Carl, C., Hornyak, M., ... & Riemann, D. (2005). Sleep in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: a controlled polysomnographic study including spectral analysis of the sleep EEG. *Sleep*, 28(7), 877-884. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.7.877>

- Pündük, Z., Gür, H., & Ercan, İ. (2005). Sabahçıl-Akşamcıl Anketi Türkçe uyarlamasında güvenilirlik çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*.
- Rahman, S. A., Rood, D., Trent, N., Solet, J., Langer, E. J., & Lockley, S. W. (2020). Manipulating sleep duration perception changes cognitive performance—an exploratory analysis. *Journal of psychosomatic research*, 132, 109992. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2020.109992>
- Rechtschaffen, A. (1968). A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. *睡眠脳波アトラス標準用語 手技 判定法*, 1-55.
- Reilly T, Piercy M. The effect of partial sleep deprivation on weight-lifting performance. *Ergonomics*. 1994; 37:107Y15. <https://doi.org/10.1080/00140139408963628>
- Reinoso-Suárez, F., de Andrés, I., Rodrigo-Angulo, M. L., & Garzón, M. (2001). Brain structures and mechanisms involved in the generation of REM sleep. *Sleep medicine reviews*, 5(1), 63-77. <https://doi.org/10.1053/smr.2000.0136>
- Roberts, S. S. H., Teo, W. P., & Warmington, S. A. (2019). Effects of training and competition on the sleep of elite athletes: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 53(8), 513-522. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099322>
- Rosenberg, R. S., & Van Hout, S. (2013). The American Academy of Sleep Medicine inter-scorer reliability program: sleep stage scoring. *Journal of clinical sleep medicine*, 9(1), 81-87. <https://doi.org/10.5664/jcsm.2350>
- Şahin, L., & AŞÇIOĞLU, M. (2013). Uyku ve uykunun düzenlenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(1), 93-98.
- Sargent, C., Lastella, M., Halson, S. L., & Roach, G. D. (2014). The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiology international*, 31(10), 1160-1168. <https://doi.org/10.3109/07420528.2014.957306>
- Shrivastava, D., Jung, S., Saadat, M., Sirohi, R., & Crewson, K. (2014). How to interpret the results of a sleep study. *Journal of community hospital internal medicine perspectives*, 4(5), 24983. <https://doi.org/10.3402/jchimp.v4.24983>
- Siegel, J. (2004). Brain mechanisms that control sleep and waking. *Naturwissenschaften*, 91, 355-365. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0541-9>
- Silver, R. (2018). Suprachiasmatic nucleus anatomy, physiology, and neurochemistry. In *Oxford Research Encyclopedia of Neuroscience*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264086.013.27>
- Skein M, Duffield R, Edge J, et al. Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2011; 43:1301Y11. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820abc5a>

- Smits, T. M., Aarnoudse, J. G., Geerdink, J. J., & Zijlstra, W. G. (1987). Hyperventilation-induced changes in periodic oscillations in forehead skin blood flow measured by laser Doppler flowmetry. *International journal of microcirculation, clinical and experimental*, 6(2), 149-159.
- Šušmáková, K., & Krakovská, A. (2007). Classification of waking, sleep onset and deep sleep by single measures. *Sci. Rev*, 7, 34-38.
- Tao, Y., Yang, Y., Yang, P., Nan, F., Zhang, Y., Rao, Y., & Du, F. (2023). A novel feature relearning method for automatic sleep staging based on single-channel EEG. *Complex & Intelligent Systems*, 9(1), 41-50. <https://doi.org/10.1007/s40747-022-00779-6>
- Thomas, C., Jones, H., Whitworth-Turner, C., & Louis, J. (2020). High-intensity exercise in the evening does not disrupt sleep in endurance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 120, 359-368. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04280-w>
- Tubbs, A. S., Dollish, H. K., Fernandez, F., & Grandner, M. A. (2019). The basics of sleep physiology and behavior. In *Sleep and health* (pp. 3-10). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815373-4.00001-0>
- Unruh, M. L., Buysse, D. J., Dew, M. A., Evans, I. V., Wu, A. W., Fink, N. E., ... & Meyer, K. B. (2006). Sleep quality and its correlates in the first year of dialysis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 1(4), 802-810. <https://doi.org/10.2215/CJN.00710206>
- Vitale, J. A., Bonato, M., Galasso, L., La Torre, A., Merati, G., Montaruli, A., ... & Carandente, F. (2017). Sleep quality and high intensity interval training at two different times of day: A crossover study on the influence of the chronotype in male collegiate soccer players. *Chronobiology international*, 34(2), 260-268. <https://doi.org/10.1080/07420528.2016.1256301>
- Volpe, S. L. (2015). Magnesium and the Athlete. *Current sports medicine reports*, 14(4), 279-283. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000178>
- Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., ... & Samuels, C. H. (2021). Sleep and the athlete: narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British journal of sports medicine*, 55(7), 356-368. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2020-102025>
- Warburton, D. E., Welsh, R. C., Haykowsky, M. J., Taylor, D. A., & Humen, D. P. (2002). Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. *British journal of sports medicine*, 36(4), 301-303. <https://doi.org/10.1136/bjsm.36.4.301>
- Watson A, Brickson S, Brooks A, Dunn W. Subjective well-being and training load predict in-season injury and illness risk in female youth soccer players. *Br. J. Sports Med.* 2016 <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2016-096584>
- Werner, G. G., Ford, B. Q., Mauss, I. B., Schabus, M., Blechert, J., & Wilhelm, F. H. (2015). High cardiac vagal control is related to better subjective and objective

sleep quality. *Biological Psychology*, 106, 79-85.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.02.004>

Yang, C., Xiao, D., Westover, M. B., & Sun, J. (2021). Self-supervised eeg representation learning for automatic sleep staging. *arXiv preprint arXiv:2110.15278*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.15278>

Zhuang, Z., Gao, M., Yang, R., Li, N., Liu, Z., Cao, W., & Huang, T. (2020). Association of physical activity, sedentary behaviours and sleep duration with cardiovascular diseases and lipid profiles: a Mendelian randomization analysis. *Lipids in Health and Disease*, 19(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01257-z>



9. BİLİMSEL FAALİYETLER

A. ÇEVİK & H.B. ÇOTUK, Sleep and Stress Monitoring Using an Artificially Intelligent Wearable EEG & PPG Device, XVII International Conference on Space Biology and Aerospace Medicine, 7-9 Kasım 2023.

M. SÜKUTİ, A. ÇEVİK, A. D. DURU, V. PERLİTZ & H. B. ÇOTUK, The Intermediary Rhythm as the Precise Sign of Mental Relaxation, Özet Bildiri, 20th World Congress of Psychophysiology, 07 Eylül 2021, 11 Eylül 20 2021.

Proje

ÇEVİK A. & ÇOTUK H.B. GÜNLÜK GİYİLEBİLİR BİR CİHAZ İLE UYKU VE STRES DÜZEYİ TAKİBİNİNİN YAPILMASI,
2022-2023

10. EKLER

EK 1: Katılımcı Onam Formu

Değerli Gönüllü,

Bu çalışmada üst düzey dayanıklılık sporcularından üç farklı dönemde uyku verileri toplanılacak ve sporcuların uyku paternleri ile birlikte nesnel veriler üzerinden uyku kalitesi değerlendirilmeye çalışılacaktır. Bahsedilen üç farklı dönem, yarışmadan önceki seyreltim döneminin dördüncü gecesi itibari ile ardışık iki gece, yarışmadan sonra bir gece ve yarışmadan sonraki düşük şiddetli antrenman döneminin dördüncü günü itibari ile ardışık iki gecedir. Uyku esnasında katılımcıya hiçbir fiziksel zarar vermeyen uyku EEG'si, PPG ve kalp hızı monitörü kullanılacaktır. EEG ve PPG sensörü bir bant yardımı ile alın bölgesine yerleştirilecektir. Kalp hızı monitörü ise katılımcının göğüs çevresine takılacaktır. Takılan sensörlerin gece boyunca katılımcının üzerinde kalması istenilecektir. Bunlara ek olarak katılımcılardan ölçüme başlamadan önce sabahçıl mı kşamcıl mı olduğunu öğrenmek için, duygu durum profillerinin belirlenmesi için ve ölçüm sabahlarından uyku kalitelerini öznel olarak değerlendirmeleri için yukarıda detayları açıklanan anketlerin doldurulması istenilecektir. Her bir anketin doldurulması toplamda iki dakikadan daha az bir zaman almaktadır. Çalışma sonunda katılımcılara uyku kalitelerine dair geri dönüşler verilecektir. Yarış sonrası organizmalarında görülen katabolik süreçlerin sonucunda, spora doğru başlama zamanı ile ilgili dönüşler yapılacaktır.

Yukarıda açıkça tanımlanan çalışmanın ne amaçla, kimler tarafından ve nasıl gerçekleştirileceği anlayabileceğim bir ifade ile bana anlatıldı. Bu araştırmadan elde edilen bilgilerin bana ve başka insanlara sağlayacağı yararlar bana anlatıldı. Araştırma sırasında meydana gelebilecek riskler ve rahatsızlıklar bana anlayabileceğim bir dille anlatıldı.

Sayın Prof. Dr. Hasan Birol ÇOTUK tarafından Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (gönüllü) olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken

bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi amacıyla araştırmacı tarafından araştırmadan çıkartılabileceğimi de biliyorum.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte,

adresten arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim.

İmzalamış bulunduğum bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı, İmzası, Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasiinin adı-soyadı, imzası, adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Açıklamaları yapan araştırmacının adı-soyadı, imzası

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin adı-soyadı, imzası, görevi

EK 2: Genel Bilgi Formu

Ad-Soyad:

.....

Doğum Tarihiniz:

.....

Boy, Kilo:

.....

Mail adresi:

.....

Spor branşınız:

.....

Kaç yıldır aktif spor yapıyorsunuz ve yarışmalara katılıyorsunuz?

.....

En yakın hangi tarihte yarışa katılacaksınız?

.....

Geçmiş ve halen devam eden bir eklem, bağ, doku yaralanmanız bulunuyorsa lütfen belirtiniz.

.....

Kullandığınız bir ilaç varsa belirtiniz (alerji hapları, antidepresan, şeker, tansiyon vb.)

.....

Uyumakta güçlük çeker misiniz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Cevabınız evet ise detay belirtiniz?

Günlük kafein alımı hakkında bilgi veren aşağıdaki seçeneklerden hangisi size en uygun ise seçiniz.

- ☐ Hiç
- ☐ Sade filtre kahve (1 kupa)
- ☐ Sütlü filtre kahve (1 kupa)
- ☐ Sade filtre kahve (2 kupa)
- ☐ Sütlü filtre kahve (2 kupa)
- ☐ Sade filtre kahve (3 kupa)
- ☐ Sütlü filtre kahve (3 kupa)
- ☐ 3'ten fazla sert kahve
- ☐ 3'ten fazla sütlü kahve
- ☐ Türk kahvesi (1 fincan)

Uykuya dalmanızı kolaylaştırması için kullandığınız bir ilaç ve/veya yardımcı bir yöntem var mıdır?

Covid-19 tanısı aldınız mı? Evet ise tarih belirtiniz.

EK 3: Uyku Kalitesi ve Stres Değerlendirmesinde Kullanılan Ölçekler

Dün geceki stresinizi/sakinliğinizi en iyi ifade eden şıkkı söyleyiniz.

1= Stres düzeyim baş edilemeyecek

kadar fazla/ Hiç sakin değilim

2= Stres düzeyim çok çok fazla/Hiç sakin değilim

3= stres düzeyim

fazla/Sakin değilim

4= stresliyim/ ama sakinde sayılırım,

5= Sakinlik düzeyim stres düzeyimden
yüksek

6= Sakinim

7= Sakinliğim yüksek

8= Oldukça Sakinim

9= Tamamen sakinim

10=Vücuduma sükunet hakim)

Geçtiğimiz haftadaki uyku kalitenizi nasıl değerlendirirsiniz?

1=çok kötü

2=kötü

3= normal

4= iyi

5= mükemmel

Dün geceki uyku kalitenizi nasıl değerlendirirsiniz?

1=çok kötü

2=kötü

3= normal

4= iyi

5= mükemmel

EK 4: Sabahçıl- Akşamcıl Anketi

1. Eğer gündüz planlarınızı başkalarından bağımsız olarak tek başınıza yapabil olsaydınız saat kaç civarında yataktan kalkmak sizin için en uygun olurdu?
 - ☐ 05:00
 - ☐ 06:30
 - ☐ 07:45
 - ☐ 09:45
 - ☐ 11:00
 - ☐ 12:00
2. Eğer akşam planlarınızı başkalarından bağımsız olarak tek başınıza yapabilmiş olsaydınız saat kaç civarında yatmak sizin için en uygun olurdu?
 - ☐ 20:00
 - ☐ 21:00
 - ☐ 22:00
 - ☐ 24:00
 - ☐ 01:00
 - ☐ 03:00
3. Sabahları belli bir saatte kalkmak zorunda olduğunuzda saat kurup alarm sesiyle uyarmaya ne derece gereksinim duyarsınız?
 - ☐ Hiç gereksinim duymam
 - ☐ Biraz gereksinim duyarım
 - ☐ Oldukça gereksinim duyarım
 - ☐ Çok fazla gereksinim duyarım
4. Çevresel koşullar uygun olduğunda sabahları yataktan kalkmak size ne kadar kolay gelir?
 - ☐ Asla kolay gelmez
 - ☐ Çok kolay gelmez
 - ☐ Oldukça kolay gelir
 - ☐ Çok kolay gelir
5. Sabahları uyandıktan sonraki ilk yarım saat süresince kendinizi ne kadar canlı ve uyanık hissedersiniz?
 - ☐ Hiç canlı hissetmem
 - ☐ Biraz canlı hissedirim
 - ☐ Oldukça canlı hissedirim
 - ☐ Çok canlı hissedirim
6. Sabahları uyandıktan sonraki ilk yarım saat süresince iştahınız nasıldır?
 - ☐ Çok az
 - ☐ Oldukça az
 - ☐ Oldukça fazla
 - ☐ Çok fazla

7. Sabah uyandıktan sonra ilk yarım saat süresince kendinizi ne kadar yorgun hissedersiniz?
- ☐ Çok yorgun hissedirim
 - ☐ Oldukça yorgun hissedirim
 - ☐ Biraz yorgun hissedirim
 - ☐ Hiç yorgun hissetmem
8. Ertesi güne ait bir randevu ya da işiniz olmadığında her zamanki yatma vaktinize göre kaçta yatarsınız?
- ☐ Çok az geç yatarım veya hiç geç yatmam
 - ☐ 1 saatten daha az geç yatarım
 - ☐ 1-2 saat daha geç yatarım
 - ☐ 2 saatten daha fazla geç yatarım
9. Fiziksel egzersiz yapmaya karar verdiniz. Arkadaşınız bunu birer saatten haftada iki kez yapmanızı önerdi ve en iyi zamanın sabah 07:00 ile 08:00 arası olduğunu belirtti. Sadece kendinizi “en iyi hissettiğiniz” ritmi göz önünde tuttuğunuzda nasıl performans gösterirdiniz?
- ☐ İyi performans gösterirdim
 - ☐ Kabul edilebilir performans gösterirdim
 - ☐ Kötü performans gösterirdim
 - ☐ Çok kötü performans gösterirdim
10. Akşam saat kaçta yorgun hissedip, bunun sonucu olarak uykuya gereksinim duyarsınız_
- ☐ 20:00
 - ☐ 21:00
 - ☐ 22:00
 - ☐ 23:00
 - ☐ 24:00
 - ☐ 01:00
 - ☐ 02:00
 - ☐ 03:00
11. Zihinsel olarak tüketici olacağını ve iki saat süreceğini bildiğiniz bir testten en yüksek performansınızı sergilemek istiyorsunuz. Gününüzü planlama konusunda tamamen özgürsünüz ve sadece kendinizi “en iyi hissettiğiniz” ritmi dikkate aldığınızda dört test zamanından HANGİSİNİ seçerdiniz?
- ☐ Sabah 08:00-10:00
 - ☐ Sabah 11:00-13:00
 - ☐ Öğleden sonra 15:00-17:00
 - ☐ Akşam 19:00-21:00
12. Gece 23:00’da yatağa gittiğinizde kendinizi ne seviyede yorgun hissedersiniz?
- ☐ Hiç yorgun hissetmem
 - ☐ Az yorgun hissedirim
 - ☐ Oldukça yorgun hissedirim
 - ☐ Çok fazla yorgun hissedirim

13. Bazı nedenlerden dolayı her zamankinden birkaç saat daha geç yattığınızı, ama ertesi sabah belli bir saatte kalkmanız gerektiğini düşünün. Aşağıdakilerden HANGİSİ ertesi gününüzü en iyi şekilde tanımlar?
- Her zamanki saatte uyanırım ve KESİNLİKLE tekrar uyumam
 - Her zamanki vakitte uyanırım ama daha sonra uyurum
 - Her zamanki saatte uyanırım ama tekrar uyurum
 - KESİNLİKLE her zamankinden daha geç uyanırım
14. Gece nöbeti tutmak için sabah 04:00 ile 06:00 arasında uyanık kalmanız gerekli ve ertesi güne ait bir randevu ya da işiniz yok. Aşağıdaki alternatiflerden HANGİSİ sizin için en uygundur?
- Nöbet bitene kadar YATMAZDIM
 - Nöbet öncesinde şekerleme yapar ve sonrasında uyurdum
 - Nöbet öncesinde iyi bir uyku çeker ve sonrasında şekerleme yapardım
 - Nöbet öncesinde iyice uyuyarak BÜTÜN uykumu alırdım
15. İki saat boyunca şiddetli fiziksel bir iş yapmak zorundasınız. Gününüzü planlama konusunda tamamen özgürsünüz ve sadece kendinizi “en iyi hissettiğiniz” ritmi dikkate aldığınızda, bu işi yapmak için aşağıdaki zamanlardan HANGİSİNİ seçerdiniz?
- 08:00-10:00
 - 11.00-13:00
 - 15:00-17:00
 - 19:00-21:00
16. Şiddetli fiziksel egzersiz yapmaya karar verdiniz. Arkadaşınız bunu birer saatten haftada iki kez yapmanızı önerirdi ve en iyi zamanın akşam 22:00 ile 23:00 arası olduğunu belirtti. Sadece kendinizi “en iyi hissettiğiniz” ritmi göz önünde tuttuğunuzda nasıl performans gösterdiniz?
- İyi performans gösterirdim
 - Kabul edilebilir performans gösterirdim
 - Kötü performans gösterirdim
 - Çok kötü performans gösterirdim
17. Çalışma saatlerinizi kendiniz seçebildiğinizi düşünün. Günde BEŞ saat (yemek araları dahil) çalıştığınızı, mesleğinizin ilginç olduğunu ve performansınıza göre ücret aldığınızı farz edin. Çalışmak için hangi ARDIŞIK BEŞ SAATİ seçerdiniz?
-
18. Gün içinde kendinizi “en iyi hissettiğiniz” saat hangisidir?
-
19. Birisinden insanların “sabah” ve “akşam” tipleri olduğunu duydunuz. Kendinizi bu tiplerden HANGİSİNE yakın bulursunuz?
- Kesinlikle sabah tipi
 - “Sabah” tipine daha yakın
 - “Akşam” tipine daha yakın
 - Kesinlikle “akşam” tipi