



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA
TEZİ**

**UYKU YOKSUNLUĞUNUN ALT EKSTREMİTE
KASSAL AKTİVASYONU, KUVVETİ VE AĞRI EŞİĞİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

SONAY GÜRÜHAN

**FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
ANABİLİM DALI**

TEMMUZ 2024



**UYKU YOKSUNLUĞUNUN ALT EKSTREMİTE KASSAL AKTİVASYONU,
KUVVETİ VE AĞRI EŞİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Sonay GÜRÜHAN

DOKTORA TEZİ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Sonay GÜRÜHAN

11.07.2024

UYKU YOKSUNLUĞUNUN ALT EKSTREMİTE KASSAL AKTİVASYONU, KUVVETİ VE AĞRI EŞİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Sonay GÜRÜHAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2024

ÖZET

Uyku, sağlık ve spor performansını optimize etmek için önemli yaşamsal bir fonksiyondur. Bu çalışmanın amacı, uyku yoksunluğunun, atletik performans için önemli role sahip kuadriseps ve hamstring kaslarının kuvveti, aktivasyonu ve ağrı eşiği üzerine etkisini incelemektir. Çapraz dizaynlu bu araştırmaya iyi uyku kalitesine sahip 21 rekreasyonel aktif birey (10 erkek ve 11 kadın, yaş: $21,05 \pm 1,46$ yıl) dahil edildi. Çalışma 2 haftalık bir arınma dönemini içeren iki eş test seansından oluştu. İlk test normal uyku (NU) ardından, ikinci test ise 24 saat total uyku yoksunluğu (TUY) müdahalesi sonrasında gerçekleştirildi. Her iki test gününde de sırasıyla; Ağrı Eşiği, Maksimum İstemli İzometrik Kontraksiyon (MİK), İzokinetik Eksantrik Egzersiz Testi (İEET) ve Squat Egzersiz Testi (SET) ölçümleri yapıldı. MİK, İEET ve SET sırasında hamstring (Biceps Femoris (BF), Semitendinosus (ST)) ve kuadriseps (Rectus femoris (RF), vastus lateralis (VL) ve vastus medialis (VM)) kaslarının aktivasyonları yüzeyel elektromiyografi ile ölçüldü. Ağrı eşiği; testlerden önce, hemen sonra, 24,48 ve 72 saat sonra algometre ile değerlendirildi. Çalışma sonucunda, hamstring ($p=0,088$) ve kuadriseps ($p=0,304$) kaslarının eksantrik ve izometrik kas kuvveti açısından NU ve TUY durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi. İEET sırasında VL kasının aktivasyonunun TUY'da anlamlı şekilde düştüğü ($p=0,045$), RF, VM, BF ve ST' nin aktivasyonunun ise değişmediği görüldü ($p>0,05$). İEET sırasında, RF kasının TUY'da daha fazla yorulduğu görüldü ($p=0,018$). RF aktivasyonu SET'in eksantrik ($p=0,027$), izometrik ($p=0,019$) ve konsantrik ($p=0,018$) fazında TUY'da azaldı. ST aktivasyonunun TUY'da, SET'in eksantrik ($p=0,012$) ve konsantrik ($p=0,048$) fazında yükseldiği, izometrik fazında ($p=0,061$) ise değişmediği görülürken, BF, VM ve VL' nin aktivasyonlarının ise SET'in her üç fazında da TUY'da değişmediği kaydedildi ($p>0,05$). VL, VM, RF ve BF' nin ağrı eşiklerinin TUY'de değişmediği görüldü ($p>0,05$). ST' nin ağrı eşiğinin TUY'da testten önce, hemen ve 24 saat sonrasında değişmezken ($p>0,05$), 48 ($p=0,036$) ve 72. ($p=0,003$) saatte ise yükseldiği; VL ağrı eşiğinin ise TUY'da testten önce, hemen, 24 ve 48 saat sonrasında değişmediği ($p>0,05$) fakat 72. saatte ($p=0,032$) anlamlı düzeyde yükseldiği görüldü. Çalışma sonuçları, TUY'un ağrı eşiğinde ve kas kuvvetinde bir değişikliğe sebep olmamasına rağmen kassal aktivasyonlar üzerine farklı etkiler oluşturabildiğini göstermektedir. Özellikle sabah saatlerinde alınan bu sonuçlar, günün farklı saatlerinde değişkenlik gösterebilir.

Bilim Kodu : 10105.04
Anahtar Kelimeler : Uyku yoksunluğu, aktivasyon, kuvvet, ağrı, kuadriseps, hamstring
Sayfa Adedi : 107
Danışman : Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL

THE EFFECT OF SLEEP DEPRIVATION ON LOWER EXTREMITY MUSCULAR ACTIVATION, STRENGTH AND PAIN THRESHOLD

(Ph. D. Thesis)

Sonay GÜRÜHAN

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

July 2024

ABSTRACT

Sleep is an essential component for optimizing health and sports performance. The aim of this study was to examine the acute effect of sleep deprivation on the strength, activation and pain threshold of quadriceps and hamstring muscles, which have an important role in athletic performance. Twenty-one recreational active individuals (10 males and 11 females, age $21,05 \pm 1,46$ year) with good sleep quality were enrolled in the crossover study. This study performed two test sessions with a 2-week washout period. The first test was performed 2 hours after waking up with normal sleep (NS). The second test was performed at the same time with the first one after the participants were exposed to 24 hour sleep deprivation (TSD). The test batteries consisted of pain threshold, Maximum Voluntary Isometric Contraction (MVIC) Isokinetic Eccentric Exercise Test (IEET) and Squat Test (ST). Activation was recorded by superficial electromyography from hamstrings (Biceps femoris (BF), Semitendinosus (ST)) and quadriceps (rectus femoris (RF), vastus lateralis (VL) and vastus medialis (VM)) during MVIC, IEET and ST. Pain threshold was evaluated before, immediately after, 24, 48 and 72 hours after the tests. As a result of the study, there was no statistically significant difference between NS and TSD in terms of eccentric muscle strength of hamstring ($p=0,088$) and quadriceps ($p=0,304$). During IEET, activation of VL muscle decreased significantly in TSD ($p=0,045$), whereas activation of RF, VM, BF and ST did not change ($p>0,05$). During IEET, RF muscle was more fatigued in TSD ($p=0,018$). Activation of RF decreased in the eccentric ($p=0,027$), isometric ($p=0,019$) and concentric ($p=0,018$) phases of ST at TSD. Activation of ST increased at TSD in the eccentric ($p=0,012$) and concentric ($p=0,048$) phases of ST, but remained unchanged in the isometric phase ($p=0,061$). The activations of BF, VM and VL did not change in TSD in all three phases of SET ($p>0,05$). The pain thresholds of VL, VM, RF and BF did not change in TSD ($p>0,05$). The pain threshold of the ST did not change before, immediately after and 24 hours after the test in TSD ($p>0,05$), but increased at 48 ($p=0,036$) and 72 ($p=0,003$) hours. The VL pain threshold did not change in TSD before, immediately, 24 and 48 hours after the test ($p>0,05$) but increased significantly at 72 hours ($p=0,032$). The study results show that although TSD does not cause a change in pain threshold and muscle strength, it may have different effects on muscular activations. These results, especially in the morning hours, may vary at different times of the day.

Science Code : 10105.04

Key Words : Sleep deprivation, activation, strength, pain, quadriceps, hamstring

Page number : 107

Supervisor : Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince engin bilgi ve tecrübelerini titizlik ve özveriyle aktaran, akademik gelişimimde çok büyük katkıları olan, desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL'e,

Lisansüstü eğitimim boyunca bilgi ve donanımıyla akademik desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Nihan KAFA' ya,

Tez verilerimin toplanmasında özveri ve titizlik ile bana yardımcı olan kıymetli mesai arkadaşım Arş. Gör. Ömer Burak TOR'a,

Tez çalışmamın şekillenmesinde büyük emekleri olan sevgili Prof. Dr. Michael Skovdal RATHLEFF,

Dr. Rogerio HIRATA ve Dr. Alessandro ANDREUCCI' ye,

Doktora sürecimde birlikte çalışıp birlikte öğrendiğim sevgili ünite arkadaşlarıma,

Beni hayatımın her aşamasında destekleyen, emeğini hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili Annem Münire GÜRÜHAN, sevgili babam Fahri GÜRÜHAN ve kardeşlerime,

Doktora sürecinde verdiği TUBİTAK BİDEB Yurtiçi Doktora Burs desteği için TUBİTAK'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Uyku	5
2.1.1. Uykunun tanımı	5
2.1.2. Uykunun fizyolojisi	5
2.1.3. Uykunun mimarisi	7
2.2. Uyku ve Spor	11
2.2.1. Sporcularda yaygın olarak görünen uyku problemleri	12
2.2.2. Sporcularda uykuyu değerlendirme yöntemleri	15
2.2.3. Uyku ve sportif performans	18
2.2.4. Uyku ve yaralanma riski	29
2.3. Uyku ve Ağrı	31
2.3.1. Uyku ve ağrı arasındaki ilişkiyi açıklayan olası mekanizmalar	32
3. BİREYLER VE YÖNTEM	41
3.1. Bireyler	41
3.1.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri	41

	Sayfa
3.1.2. Çalışmadan hariç tutulma kriterleri	41
3.2. Çalışma Dizaynı	42
3.3. Değerlendirme Yöntemleri	43
3.3.1. Demografik bilgiler	43
3.3.2. Katılımcıların uyku kalitesinin belirlenmesi	44
3.3.3. Fiziksel aktivite düzeyinin değerlendirilmesi	44
3.3.4. Ağrı eşiği (algometre cihazı)	44
3.3.5. Yüzeysel elektromyografi (yEMG)	46
3.5. Egzersiz Uygulamaları	49
3.5.1. İzokinetik eksantrik egzersiz testi	49
3.5.2. Squat egzersiz testi	50
3.6. İstatistiksel Analiz	51
4. BULGULAR	53
4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri	53
4.2. Her Bir Kasın Normal Uyku ve Uyku Yoksunluğu Durumundaki Kassal Aktivasyonlarının Karşılaştırılması	53
4.2.1. Maksimal gönüllü izometrik kontraksiyon (MİK)	53
4.2.2. İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması	54
4.2.3. Squat egzersizi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması	55
4.3. İzokinetik İzometrik ve Eksantrik Kas Testi Sırasındaki Kassal Kuvvetin Normal Uyku ve Uyku Yoksunluğu Durumlarında Karşılaştırılması	56
4.4. Ağrı Eşiğinin Normal Uyku ve Uyku Yoksunluğu Durumlarında Karşılaştırılması	57
5. TARTIŞMA	61
5.1. Kas Kuvveti	61
5.2. Kassal Aktivasyon	64

	Sayfa
5.3. Yorgunluk	67
5.4. Ağrı Eşiği	69
5.5. Çalışmanın Güçlü Yanları	70
5.6. Çalışmanın Limitasyonları	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR	75
EKLER.....	99
EK-1. Etik Komisyon Onayı	100
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	102
EK-3. Değerlendirme Formu	104
ÖZGEÇMİŞ.....	106

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Katılımcıların demografik özellikleri	53
Çizelge 4.2. Kasların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumundaki MİK ölçümlerinin karşılaştırılması	54
Çizelge 4.3. İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması	54
Çizelge 4.4. İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasında oluşan yorgunluğun normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması	55
Çizelge 4.5. Squat egzersizi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması	56
Çizelge 4.6. İzokinetik izometrik ve eksantrik kas testi sırasındaki kassal kuvvetin normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması	57
Çizelge 4.7. Ağrı eşiğinin normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması	58

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Işık uyarısının sirkadiyen ritme etkisi. (RHY: Retinohipotalamik yolak)	6
Şekil 2.2. Uygunun düzenlenmesinden sorumlu beyin bölgeleri	7
Şekil 2.3. Polisomnografi kaydı (EEG, EOG ve EMG)	8
Şekil 2.4. Uygunun evreleri	8
Şekil 2.5. Uyku evrelerinde görülen EEG dalgaları	10
Şekil 2.6. Uyku evrelerine göre EMG kaydı.....	11
Şekil 4.1. RF, VL, VM, BF ve ST kaslarının egzersizden hemen önce (1. Ölçüm), hemen sonra (2. Ölçüm), 24 (3. Ölçüm), 48 (4. Ölçüm) ve 72 saat sonraki (5. Ölçüm) ağrı eşiği ölçümü	59

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Algometre ölçümü anatomik bölgeleri ve ölçüm pozisyonları.....	46
Resim 3.2. Elektrot yerleşimi.....	48
Resim 3.3. Kuadriseps ve Hamstring kasları için Maksimal Eksantrik kas testi.....	50
Resim 3.4. Squat Egzersiz Testi.....	51



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

%	Yüzde
cm	Santimetre (Centimeter)
dk	Dakika
kg	Kilogram
kΩ	Kilo-ohm
m ²	Metrekare
n	Kişi Sayısı
NM	Newton Metre
p	İstatistiksel Yanılma Düzeyi
sn	Saniye

Kısaltmalar

Açıklamalar

BF	Biceps femoris
BSR	Bulbar senkronize edici sistem
EEG	Elektroensefalografi
EMG	Elektromiyografi
GKA	Gecikmiş kas ağrısı
UOK	Uluslararası Olimpiyat Komitesi
MSS	Merkezi sinir sistemi
UKAB	Ulusal Kolej Atletizm Birliği
NO	Nitrik oksit
NREM	Hızlı olmayan göz hareketi (Non rapid eye movement)
OUA	Obstrüktif uyku apnesi
PSG	Polisomnografi
PSS	Periferik sinir sistemi
PUKİ	Pittsburgh uyku kalitesi indeksi

Kısaltmalar**Açıklamalar**

RAS	Retiküler aktivasyon sistemi
RF	Rektus femoris
REM	Hızlı göz hareketi (Rapid eye movement)
ST	Semitendinosus
TUY	Total uyku yoksunluğu
VL	Vastus lateralis
VLPO	Ventrolateral preoptik çekirdek
VM	Vastus medialis
yEMG	Yüzeyel elektromiyografi

1. GİRİŞ

Uyku, otonomik, nöroendokrin ve bağışıklık sistemlerinin düzenlenmesini etkileyen bir restorasyon ve onarım sürecidir [1]. Uyku, sağlık ve spor performansını optimize etmek için önemli bir bileşen olarak kabul edilmektedir ve bu nedenle sporcular arasında giderek artan bir ilgi görmektedir. Literatürdeki güncel çalışmaların ışığında, uykunun yalnızca iyileşmeyi ve atletik performansı etkilemediği, aynı zamanda psikososyal ve fizyolojik sağlığın hemen hemen her yönü üzerinde derin bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır [2-4]. Hatta yakın bir tarihte Uluslararası Olimpiyat Komitesi, yayınladığı bir raporda ilk kez uykunun atletik performansa önemli bir katkı sağlayan bir etken olduğunu ve sporcuların ruh sağlığının temel bir özelliği olduğunu söylemiştir [5]. Son zamanlarda uykunun önemine yönelik farkındalık düzeyi artmış olsa da halen bir çok sporcunun uyku sorunları yaşadığı bilinmektedir [6]. Sporcu olmayanlarla karşılaştırıldığında sporcuların daha kısa süreler uyuma eğiliminde oldukları [7-9] ve akranlarıyla karşılaştırıldığında daha düşük uyku kalitesine sahip oldukları görülmüştür [6,10]. Bunun sebebi, yüksek antrenman yükü, sabah erken veya gece geç saatlerde yapılan müsabakalar, önemli müsabakalar öncesinde artan psikolojik stres veya müslüman sporcular için ramazan dönemindeki beslenme şekli olabilir. Bununla birlikte, profesyonel spor müsabakaları, farklı zaman dilimleri arasında daha fazla seyahat etmeyi gerektirebilir ve bu da sporcunun sirkadiyen ritminin bozulmasına ve uyku kaybına neden olabilir [1,11]. Uyku süresindeki bu olası kısaltmaların, dayanıklılık performansı, anaerobik kapasite ve kas gücü gibi fiziksel performansın bazı parametrelerini azaltabileceği gibi sporcunun bilişsel ve psikolojik durumunu da olumsuz etkileyebileceği gösterilmiştir [12-14]. Aynı zamanda yetersiz uyku süresi, sportif performansı olumsuz etkileyebilecek diğer bir faktör olan muskuloskeletal ağrıdaki artışla da ilişkilendirilmiştir [15]. Bu olumsuz etkilerin uyku kısıtlamasının uzatıldığı total uyku yoksunluğu durumunda daha da artabileceği düşünülmektedir [16].

Literatürde, uyku yoksunluğunun sportif performans üzerine etkilerini birçok farklı açıdan inceleyen bir dizi çalışma olmasına rağmen bu çalışma bulguları arasında bazı tutarsızlıklar vardır. Düşük uyku süresi ve kalitesinin, özellikle takım sporuyla ilgilenen sporcuların spora özgü becerilerinde bozulmalara sebep olduğu, ayrıca müsabaka başarısını olumsuz etkilediği gösterilmiştir [17-20]. Literatürde uyku yoksunluğunun anaerobik performans üzerine etkilerini araştıran çalışmalar incelendiğinde; uyku yoksunluğunun Wingate testi sonuçlarına herhangi bir etkisi olmadığını söyleyen çalışmaların [21-25] aksine, total veya

kısmi uyku yoksunluğunun özellikle öğleden sonraki test sonuçlarını olumsuz etkilediğine yönelik raporlar vardır [26-28]. Total uyku yoksunluğunun (TUY), anaerobik performansın bir çıktısı olan dikey sıçrama yüksekliği üzerine etkilerini inceleyen bazı araştırma sonuçları TUY'un sıçrama yüksekliğini düşürdüğünü söylerken [29] bazıları ise değiştirmedini raporlamıştır [25]. Kısmi uyku yoksunluğunun sıçrama performansına etkisini inceleyen çalışmaların sonuçlarında da benzer bir tutarsızlık olduğu gösterilmiştir [30,31].

Literatürde uyku yoksunluğunun kas kuvveti ve enduransı üzerine etkilerini inceleyen çalışma bulguları arasında da benzer bir tutarsızlık vardır. Bir çalışmada, 30 saat uyku yoksunluğunun takım sporu oyuncularının maksimal kuvvet ve enduransını olumsuz etkilediği gösterilmiştir [32]. TUY sonrasında el kavrama kuvvetinin [33], dirsek fleksör kasları [27] ve alt ekstremité kaslarının maksimal izometrik kuvvetinin azaldığını gösteren çalışmalar da vardır [34]. Bunların aksine, TUY'un alt ve üst ekstremité kaslarının maksimal izometrik kuvvetini değiştirmedini söyleyen çalışmalar da vardır [23,35-37]. Uyku yoksunluğunun sportif performans parametrelerini nasıl etkilediğine yönelik çalışma bulguları arasındaki bu tutarsızlığın sebebi, farklı uyku yoksunluğu sürelerinin kullanmış olması olabilir. Literatürdeki bir takım çalışmalar, 60 saatlik uyku yoksunluğunun aerobik performansı ve maksimum kuvveti etkilemediğini söylerken [38], 24 saat uyku yoksunluğunun ise aerobik performansı [39] ve maksimal kuvveti düşürdüğünü gösteren çalışmalara da vardır [40].

Sportif performansı etkileyebilecek bir diğer durum olan muskuloskeletal ağrı da uyku ile ilişkilendirilmiştir. Sporcularda ve rekreasyonel aktif bireylerde uyku yoksunluğunun ağrıyı ne şekilde etkilediğini inceleyen çalışmalara rastlanılmamış olsa da, genel popülasyonda uyku yoksunluğunun ağrı oluşma riskini 2 ila 3 kat artırdığı gösterilmiştir [15]. Akut total uyku yoksunluğunun hiperaljezik yanıtları artırabileceği [41,42] ve kronik uyku yoksunluğunun ise kronik ağrıya sebep olabileceği gösterilmiştir [43]. Ayrıca yetersiz uykunun mental sağlık üzerine olumsuz etkileri nedeniyle ağrının dolaylı olarak artabileceği de düşünülmektedir [15,41]. Bu çalışma bulguları göz önünde bulundurulduğunda, kronik bel ağrısı, tendinopati ve patellofemoral ağrı sendromu gibi kronik ağrı durumunu içeren ve sporcunun sportif performansını olumsuz etkileyebilecek kas iskelet sistemi rahatsızlığı semptomlarının uyku yoksunluğuyla ilişkili bir şekilde artabileceği düşünülebilir [43]. Bununla birlikte, uyku bozukluklarının ağrı duyarlılığı üzerindeki etkisine ilişkin klinik araştırmalar azdır ve sonuçları tartışmalıdır. Ayrıca, uyku yoksunluğunun ağrı hassasiyeti

üzerine etkilerini inceleyen birtakım çalışmalar olsa da, yoğun bir egzersizi takiben gelişebilecek ağrı mekanizmalarının hassasiyetini potansiyel olarak ne şekilde modüle ettiği bilinmemektedir. Gecikmiş kas ağrısı (GKA) olarak adlandırılan deneysel ortamda tekrarlı eksantrik egzersiz yapılarak ortaya çıkarılan akut kas hasarı sonucunda gelişen ağrının uyku yoksunluğu durumunda nasıl değiştiğini inceleyen yalnızca çok yeni tarihli bir çalışmaya rastlanılmıştır. Üniversite öğrencilerinin dahil edildiği bu çalışmada, uyku kaybının, akut yumuşak doku yaralanmasını takiben ağrı hassasiyetini daha da artırdığı gösterilmiştir [44]. Literatürdeki çalışma sayısının yetersiz olması nedeniyle, uyku yoksunluğunun sporcuların ve fiziksel olarak aktif kişilerin egzersiz öncesi ve sonrasındaki ağrı davranışlarını nasıl etkileyeceğini inceleyen çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmüştür.

Literatürde, hem sportif performansın artırılmasında hem de sporla ilişkili yaralanmaların önlenmesinde önemli rolü olan kuadriseps ve hamstring kaslarının yalnızca maksimal izometrik ve konsantrik kuvvetinin değerlendirildiği ve bu çalışma bulguları arasında tam bir tutarlılık olmadığı görülmüştür. Sportif performans için oldukça önemli olan eksantrik kas kuvvetinin 24 saat total uyku yoksunluğu sonrasında nasıl etkilendiğini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Dolayısıyla, kuadriseps ve hamstring kaslarının eksantrik kuvvetlerinin uyku yoksunluğu ile nasıl etkileneceğini inceleyen çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz. Uykunun spor performansı üzerindeki etkisini incelemenin alternatif bir yolu da kas aktivasyon özelliklerinin değerlendirilmesi olabilir. Literatür araştırmamız sırasında, uyku yoksunluğunun, kuadriseps ve hamstring kaslarının çeşitli egzersizler sırasındaki kassal aktivasyon özelliklerini ne şekilde etkilediğini inceleyen çalışmalara rastlanılamamıştır. Dolayısıyla, 24 saat total uyku yoksunluğu durumunda bu kasların farklı kasılma türleri ve egzersizler sırasındaki aktivasyon özelliklerini inceleyen çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmüştür. Ayrıca, akut uyku yoksunluğunun fiziksel olarak aktif kişilerin egzersiz öncesi ve sonrasındaki ağrı davranışlarını nasıl etkileyeceğini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Dolayısıyla çalışmamızın amacı, 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremité kassal aktivasyonu, kuvveti ve ağrı eşiği üzerine etkisinin incelenmesidir. Bu doğrultuda çalışmamızın hipotezleri şu şekildedir;

1) H_0 : 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremitte kaslarının nöromüsküler aktivasyonu üzerine etkisi yoktur.

H_1 : 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremitte kaslarının nöromüsküler aktivasyonu üzerine etkisi vardır.

2) H_0 : 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremitte kaslarının kuvveti üzerine etkisi yoktur.

H_1 : 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremitte kaslarının kuvveti üzerine etkisi vardır.

3) H_0 : 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremitte kaslarının ağrı eşiği üzerine etkisi yoktur.

H_1 : 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremitte kaslarının ağrı eşiği üzerine etkisi vardır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uyku

2.1.1. Uykunun tanımı

Uyku, 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren bilimsel araştırmalara konu olmuş yaşamsal bir fonksiyondur. Bilim öncesi dönemde, 19. yüzyılın ortalarına kadar uyku hakkındaki bilgiler, sadece tündengelim ve tümevarım düşüncesiyle birlikte gözlemler yoluyla elde edilmiştir. Uyku, diğer fizyolojik işlevlerin aksine, belirli bir organa atfedilemediğinden, bu zamana kadar uykuyu incelemek için belirli bir yöntem mevcut değildi. Fizyoloji ve psikolojinin gelişmesi ve sinir sisteminin yapısı ve işleyişine dair bilgilerin hızla artmasıyla birlikte, uykunun belirli yönleri objektif çalışmalar için erişilebilir hale gelmiştir [45].

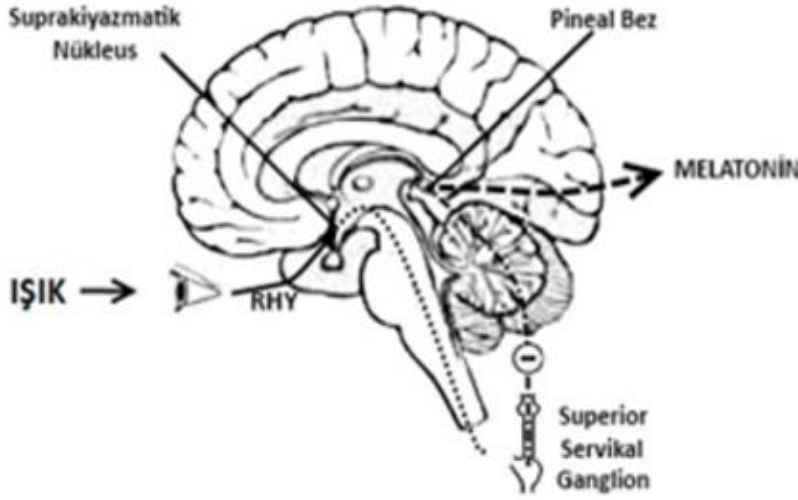
Sağlıklı bir yaşam sürebilmenin en temel gereksinimlerinden birisi olan uyku bireyler üzerinde fiziksel, psikolojik ve sosyal boyutları olan bir durumdur [46,47]. Yaşamının yaklaşık üçte birini uykuda geçiren bir insanda vücudunun dinlenmesi ve yenilenmesi için uyku gereklidir [47]. Uyku ile ilgili birden fazla tanımlama yapılmıştır. Uyku genel olarak; canlı bir organizmanın çevresiyle olan iletişiminin farklı şiddette uyaranlar aracılığıyla geri döndürülebilir bir şekilde geçici, kısmi ve periyodik olarak ortadan kaybolma durumu şeklinde tanımlanabilir [48].

Canlı olmanın bir gereksinimi olan uykunun vücut ısısının düzenlenmesi, bağışıklık sistemi, beslenme metabolizması ve zihinsel işlevler gibi birçok vücut mekanizmasına önemli etkileri vardır. Vücudun dinlenerek bir sonraki güne hazırlanabilmesi için gerekli olan hücre yenilenmesi ve tamiri uyku sırasında gerçekleşir [49].

2.1.2. Uykunun fizyolojisi

Uyku ve uyanıklık döngüsünün sirkadiyen ritim ve homeostatik etkenlerin etkileşimi tarafından düzenlendiği düşünülmektedir [50]. Hipotalamustaki suprakiazmatik çekirdek, sirkadiyen ritmin nöral kalp pili olarak hizmet eder. Sirkadiyen ritmin düzenlenmesini sağlayan en baskın girdi güneş ışığıdır. Işık uyaranları retinohipotalamik yol aracılığıyla retinal foto reseptörler ile suprakiazmatik çekirdeğe etki eder. Uyku- uyanıklık döngüsünde

önemli rolü olan melatonin hormonunun salınımı da suprakiazmatik çekirdeğin ritmik aktivitesi sonucu gerçekleşir. Melatonin hormonu en çok karanlıkta salgılanır ve bu hormonla birlikte salınan veya baskılanan diğer hormonların da etkisiyle uyku sürecine girilir [51] (Şekil 2.1).

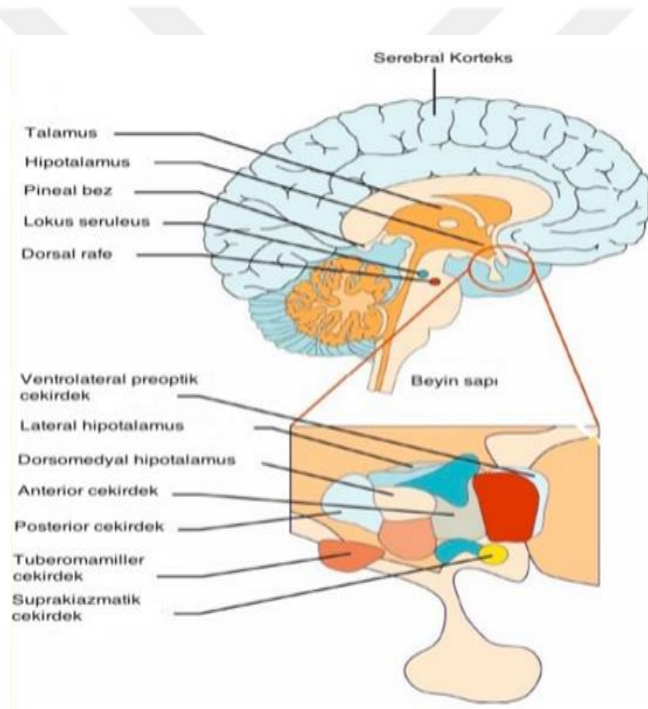


Şekil 2.1. Işık uyarısının sirkadiyen ritme etkisi. (RHY: Retinohipotalamik yolak) [52]

İnsanlar genellikle 24 saatlik güne senkronize olurlar ve çoğu yetişkin insan geceleri uyur. Aslında uyanıklığı etkileyen sirkadiyen ritim ve uyku homeostatik dürtüsünün zamansal etkileşimidir. Yapılan çalışmalar, uykuya dalma eğilimin 24 saatlik bir döngüde birisi gece saatlerinde (02.00-06.00) ve diğeri ise gündüz saatlerinde (14.00-16.00) olmak üzere iki fazlı bir model izlediğini göstermiştir. Uyku-uyanıklık döngüsünün sirkadiyen ritimle paralel bir şekilde vücut sıcaklığındaki değişimlerden de etkilendiği gösterilmiştir.

Kortikal ve subkortikal düzeydeki birçok beyin bölgesi uyku döngüsü sırasında aktif rol almaktadır [53]. Ön hipotalamustan gelen sirkadiyan girdiler ve endojen kimyasal uyarıcılar aracılığı ile gelen homeostatik bilgilerin hipotalamustaki ventrolateral preoptik çekirdeği (VLPO) uyarması sonucunda uykunun başlatıldığı düşünülmektedir [54,55]. Uyanıklığın ise lateral hipotalamustan gelen oreksinerjik, beyin sapından gelen asetilkolin, noradrenalin, serotonin, posterior hipotalamustan gelen histaminerjik uyarıcılar aracılığıyla sağlandığı düşünülmektedir. Çoğunlukla serotoninin uykuyu başlatmada, asetilkolinin sürdürmede, dopamin ve noradrenalinin ise uyanıklık durumunda aktif rol aldığı düşünülmektedir [56,57].

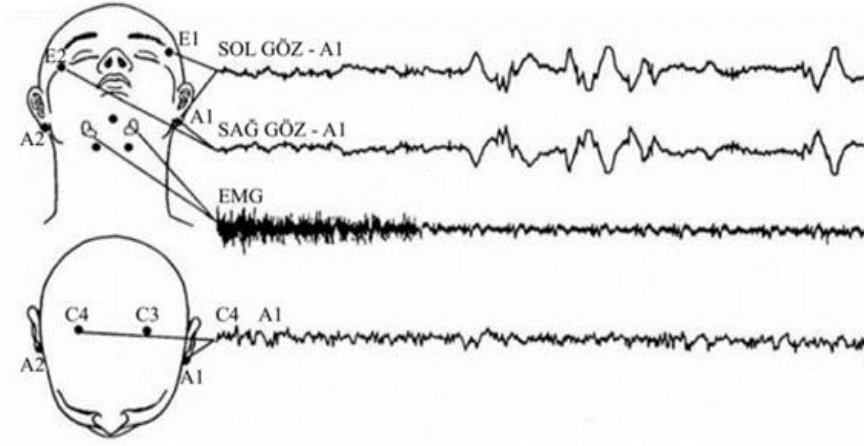
Spinal kord, beyin sapı ve serebral kortekste bulunan Retiküler Aktivasyon Sistemi (RAS) ve medullada bulunan Bulbar Senkronize Edici Sistem (BSR) uyku-uyanıklık döngüsünün düzenlenmesinde görev alan başlıca yapılardır. RAS ve BSR'nin düzenli bir şekilde inhibe ve aktive olmasıyla uyku kontrolü sağlanır. RAS beyinde uyanıklıktan sorumlu alandır. İç organlardan, eklem ve kaslardan, duylulardan gelen tüm uyarılar beyin sapından geçerek retiküler formasyona iletilir ve RAS bu uyarılarla aktifleştğinde uyanıklık başlar. Bulboinhibitör alanda bulunan raphe nükleusları tarafından seratonin salgılanması sonucunda retiküler formasyonun fasilitatör alanları, talamus, hipotalamus, limbik sistem ve korteks etkilenir. Böylelikle RAS baskılanır ve BSR aktivitesinde artma meydana gelir. BSR uyarılarının artmasıyla uykuya geçiş gerçekleşir [58] (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Uykunun düzenlenmesinden sorumlu beyin bölgeleri [57]

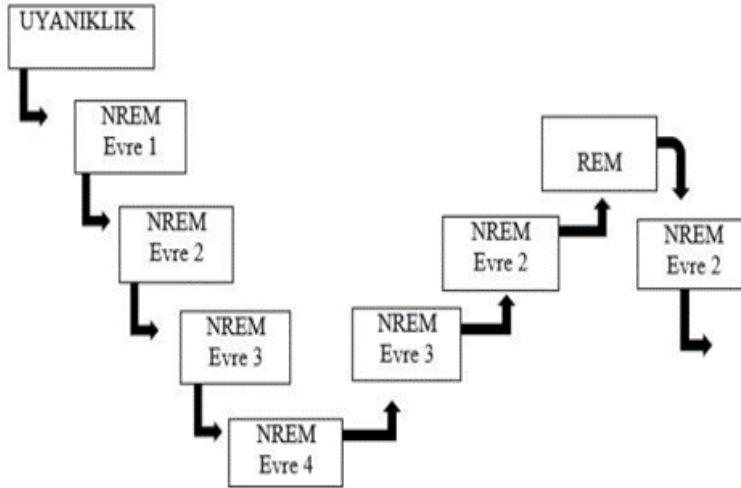
2.1.3. Uykunun mimarisi

Uyku çok hafif uykudan çok derin uykuya uzanan farklı aşamalardan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi göz hareketlerinin hızlı olmadığı yavaş dalga uykusu olarak da tanımlanan NREM (Non Rapid Eye Movement) dönemidir. İkinci evre ise göz hareketlerinin hızlı olduğu REM (Rapid Eye Movement) uykusudur. Uyku evreleri Polisomnografi yöntemi denilen; elektroensefalografi (EEG), elektrookülografi (EOG) ve elektromiyografi (EMG) ile analiz edilebilmektedir [59] (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Polisomnografi kaydı (EEG, EOG ve EMG) [60]

Uyku için gözlerin kapanması ve tam uykuya geçiş süreci ise latent dönemdir ve bu dönemin ardından değişim dönemleri başlar [61]. Bir uyku döngüsü, NREM ile başlar ve yaklaşık 90 dakikada bir NREM ve REM uykusu birbirini takip ederek tekrarlanır. REM ve NREM gece uykusu boyunca yaklaşık 4-6 kez tekrarlanmaktadır. Uykunun %20-25'i REM ve %75-80'i NREM evresinden oluşur [62]. Uyku siklusunun ilk yarısında NREM; ikinci yarısında ise REM uykusu daha baskındır [62,63] (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Uykunun evreleri [64]

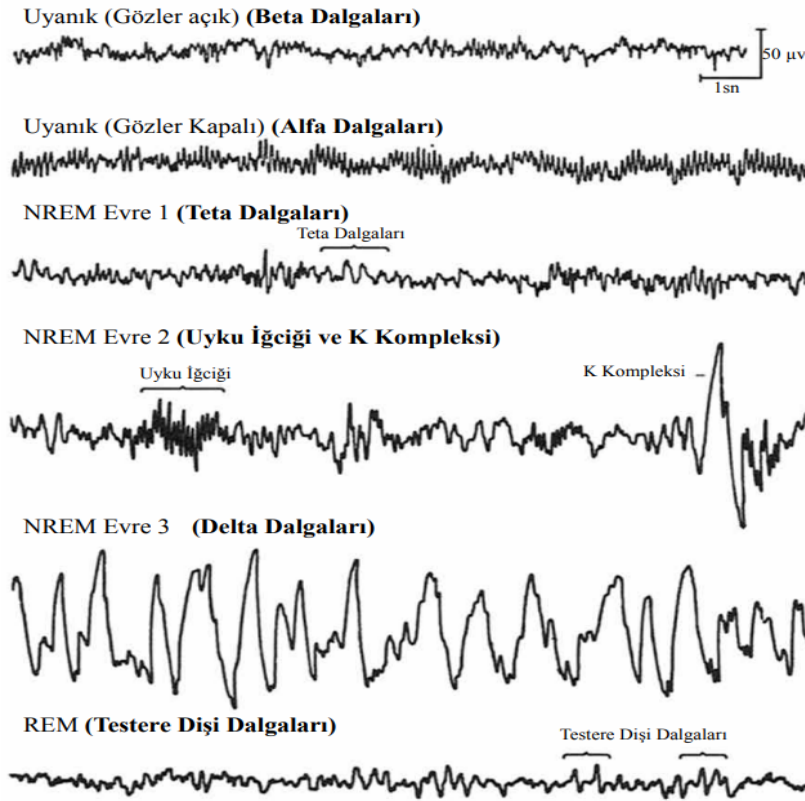
NREM uykusu

NREM uykusu gittikçe derinleşen dört farklı evreden oluşmaktadır [55].

Evre 1; uyku ve uyanıklık arasındaki geçiş süreci olan ve uykunun yaklaşık %3-8' ini oluşturan evredir. Bu evrede uyanıklığın bir özelliği olan alfa aktivitesi (8-13 Hz) azalır ve düşük voltajlı, karışık frekanslı bir model ortaya çıkar. EEG aktivitesi genellikle theta aralığındadır (4-8 Hz). EMG aktivitesi azalır ve EOG' de düşük göz hareketleri görülür.

Evre 2; Evre 1' den yaklaşık 10-12 dakika sonra başlar ve toplam uyku süresinin %45-55 ini kapsar. Evre 2 uykusunun karakteristik EEG bulguları arasında uyku içcikleri ve K-kompleksleri vardır. EEG'deki delta dalgaları (0,5-4 Hz) ilk defa bu evrede görülmeye başlar. Uyanıklığa kıyasla EMG aktivitesi bu evrede daha düşüktür.

Evre 3 ve Evre 4; delta uykusu olarak da tanımlanan ve uykunun %15-20 ini kaplayan yavaş dalga uykusudur. Evre 3 uykusu, orta miktarda yüksek amplitüdlü ve yavaş dalga aktivitesi ile karakterizedir. Evre 4 uykusu ise yüksek amplitüdlü ve yavaş dalga aktivitesi ile karakterize edilir. Göz hareketlerinin olmadığı bu evrede kas tonusu uyanıklığa veya Evre 1 uykusuna göre azalmıştır [65,66] (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Uyku evrelerinde görülen EEG dalgaları [60]

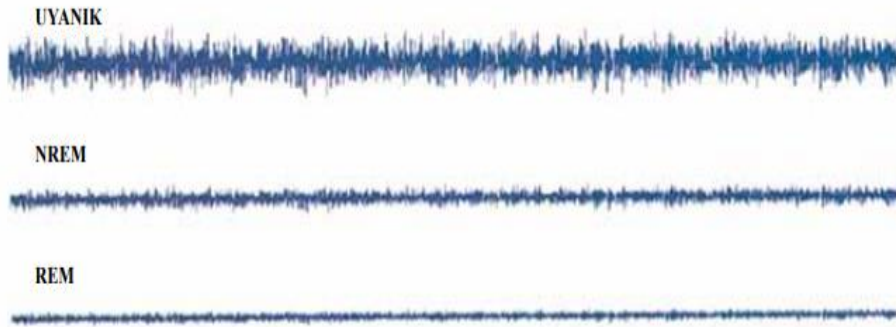
REM uykusu

REM uykusu, toplam uyku süresinin %20-25' ni oluşturur. Aktif uyku olarak tanımlanan REM uykusu sırasında göz küresinin hızlı hareketleri ve iskelet kaslarında (göz ve solunum kasları dışında) atoni görülür. Solunum sayısı, kalp atım hızı, bazal metabolizma ve kan basıncında artış olurken derin tendon refleksleri baskılanmaktadır [65,67]. REM evresinde görülen düşük voltajlı ve hızlı EEG aktivitesi kortikal aktivasyonun varlığı ile ilişkilidir [65].

EEG, EMG ve EOG bulgularına göre REM uykusu tonik ve fazik olmak üzere iki evreye ayrılabilir. Tonik evrede senkronize olmayan bir EEG, iskelet kaslarının atonisi ve monosinaptik ve polisinaptik refleksler baskılanmıştır. Fazik evre ise her yöne hızlı göz hareketlerinin yanı sıra kan basıncındaki geçici dalgalanmalar, kalp atış hızındaki değişimler, düzensiz solunum, dil hareketleri ve çene ve ekstremiteler kaslarının miyoklonik seğirmeleri ile karakterizedir [68].

Rüyaların yaklaşık %80'i uykunun REM aşamasında görülür. REM uykusunun bir diğer önemli özelliği de bedenin onarıldığı ve psikolojik açıdan iyileştiği aşama olmasıdır. Ayrıca

günlük belleğe ait olan bilgilerin uzun süreli kalıcı belleğe dönüştürülmesi için REM uykusu oldukça gereklidir. İnsan ve diğer memelilerden elde edilen veriler, yüksek miktarda fazik aktivasyon içeren REM uykusunun normal beyin gelişimi için gerekli olduğunu göstermektedir [69] (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Uyku evrelerine göre EMG kaydı [60]

2.2. Uyku ve Spor

Uyku, uygun biyopsikososyal gelişimin yanı sıra kısa ve uzun vadeli biyolojik, fiziksel, psikolojik ve bilişsel sağlıkta kilit rol oynayan temel bir insan davranışıdır. Uyku, profesyonel sporcuların antrenmanlarında, toparlanmalarında, performanslarında, yaralanma riskinde ve genel sağlık durumlarında kritik bir rol oynar. Ayrıca uyku ve mental sağlık arasındaki çift yönlü yakın ilişki de sporcunun performansı ve toparlanmasını etkilemektedir [6,70]. Profesyonel sporcular, diğer faktörlerin yanı sıra antrenman, seyahat ve rekabetle ilgili sayısız faktörler nedeniyle uykuya ilgili çeşitli sorunlara ve bozukluklara karşı savunmasızdır [71].

Son yıllarda uykunun sportif performans üzerine olan etkileri anlaşıldıkça bu konuya karşı ilgi de artmaya başlamıştır. Yakın zamanda, Uluslararası Olimpiyat Komitesi (International Olympic Committee (UOK)), ilk kez uykuyu atletik performansa önemli bir katkı sağlayan ve sporcu ruh sağlığının temel bir özelliği olarak ele almıştır [5]. Buna ek olarak, Ulusal Kolej Atletizm Birliği (National Collegiate Athletics Association [UKAB]), uykunun, en iyi ruh sağlığı uygulamalarının bir parçası olduğunu ve okul dönemindeki sporcular için uyku sağlığının önemini vurguladığı bir bildiri yayınlamıştır [6,72]. NCAA üniversite öğrencisi sporcular için yayınladığı bildiride sporcular ve organizasyonlarına yönelik 5 maddelik öneride bulunmuştur. Bu öneriler;

1. Yılda bir kere uyku zamanı anketi düzenleyin.
2. Eğer uyku teknolojisi kullanılıyorsa, bunların Sağlık Sigortası Taşınabilirlik ve Sorumluluk Yasası ve Aile Eğitim Hakları ve Gizlilik Yasası yasalarıyla uyumlu olduğundan emin olun.
3. Uyku taramasını sezon öncesi muayeneye dahil edin.
4. Üniversite sporcularına;
 - a. En iyi uyku uygulamaları hakkında bilgi verin,
 - b. Uykunun atletik ve akademik performansı ve genel refahı optimize etmedeki rolü hakkında bilgi verin
 - c. Uyku engellerini ele alma stratejileri içeren kanıta dayalı uyku eğitimi sağlayın.
5. Antrenörlere;
 - a. En iyi uyku uygulamaları hakkında bilgi verin,
 - b. uykunun atletik ve akademik performansı ve genel refahı optimize etmedeki rolü hakkında bilgi verin
 - c. üniversite sporcularının uykusunu optimize etmeye yardımcı olacak stratejileri içeren kanıta dayalı uyku eğitimi sağlayın.

NCAA ve IOC'nin literatür taraması sonuçlarına dayanarak yaptıkları bu açıklamalar, elit sporcu organizasyonları arasında uyku sağlığının önemi konusunda artan farkındalığa işaret etmektedir.

2.2.1. Sporcularda yaygın olarak görünen uyku problemleri

Yeterli uyku, optimal performans için oldukça önemlidir [73]. Yeterli miktarda ve kalitede uykunun sportif performans için spesifik adaptasyonların gerçekleşmesine olanak sağladığı gösterilmiştir [74]. Tersine, yetersiz uyku yorgunluğa bağlı yaralanma, hormonal ve metabolik bozukluklar ve yüksek sempatik sinir sistemi aktivitesi insidansında artış ile ilişkilendirilmiştir [75-77]. Son yıllarda, uykunun sporcu sağlığı ve performansı üzerinde oldukça etkili olduğunun anlaşılmasıyla birlikte bu konuda bir farkındalık meydana gelmiştir. Bu bağlamda sporcular olası uyku bozukluklarına yönelik de değerlendirilmeye başlanmıştır.

Yetersiz uyku süresinin metabolizma, endokrin fonksiyon, atletik ve bilişsel sonuçlar üzerine etkileri olduğu ve ayrıca egzersiz sırasında algılanan eforu artırabileceği gösterilmiştir [78-

80]. Buna rağmen yetersiz uyku, sporcularda herhangi bir sağlık sorunundan bağımsız olarak oldukça sık görülmektedir. Ulusal Uyku Vakfı kılavuzuna göre, yetişkinler için yetersiz uyku süresi, gece başına 7 saatten daha az alışılmış uyku süresi olarak bildirilmiştir [81]. Literatür araştırmaları, sporcuların genel popülasyona kıyasla daha yüksek oranlarda yetersiz uyku yaşadıklarını göstermektedir [82]. Yaşları 17 ila 21 arasında olan üniversite sporcularının hafta içi ortalama uyku süresinin gece başına <7 saat olduğu, 22 ila 26 yaşları arasındaki öğrenci sporcuların ise ortalama 7,4 saat olduğu raporlanmıştır [83]. Teece ve diğerleri, rugby oyuncularının yaklaşık yarısının yetersiz uyku uyuduğunu raporlamışlardır[84]. Khalladi ve diğerleri de benzer şekilde futbol oyuncularının %35,1'inde yetersiz uyku tanımlamıştır [85]. Sargent ve diğerleri, profesyonel Avustralya futbolu sporcularının ortalama uyku süresinin 7 saatin altında olduğunu raporlamışlardır[86]. Profesyonel Avustralya Futbol Ligi sporcularının aktigrafisi yoluyla değerlendirildiği bir çalışmada ise, yetersiz uyku süresinin %28,1 yaygınlık gösterdiği bildirilmiştir [87]. Bu bulgulara dayanarak sporcuların büyük kısmının yeterince uyku uyumadıkları sonucuna varılabilmektedir.

Sporculardaki kötü uyku kalitesi de literatürde oldukça araştırılan bir konudur. Uyku kalitesi sıkça kullanılan bir tanım olmasına ve bu konuda pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen henüz net bir fikir birliği yoktur. Ulusal Uyku Vakfı uzlaşma bildirisinde, tüm yaş gruplarında aşağıdaki ölçümlerin iyi bir gece uykusuna işaret ettiğini kabul etmiştir; 15 dakikadan daha az uyku gecikmesi, gece başına bir kez veya daha az uyanma, uykudan sonra 20 dakikadan daha kısa sürede uyanma ve $\geq$ %85 uyku verimliliği. Ayrıca, 60 dakikadan fazla uyku gecikmesi, gece başına dört veya daha fazla kez uyanma, 51 dakikadan daha uzun sürede uykudan uyanma ve $\leq$ %64 uyku verimliliği olmasının kötü bir gece uykusuna işaret ettiğini belirtmişlerdir [88]. Profesyonel rugby oyuncularının uyku kalitesinin Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) ile değerlendirildiği çalışmalarda, bu spor grubunda düşük uyku kalitesinin (PUKİ > 5) yaygın olduğunu raporlanmıştır [84,89]. Khalladi ve diğerleri, futbol oyuncularının uyku kalitelerini inceledikleri çalışmalarında, katılımcıların %68,5'nin kötü uyku kalitesine sahip olduğunu göstermişlerdir [85]. Avustralya Futbol Ligi sporcularının değerlendirildiği başka bir çalışmada da, sporcuların %38,6'sının kötü uyku kalitesine sahip olduğu görülmüştür [90]. Öğrenci sporcuların değerlendirildiği bir çalışmada ise, katılımcıların %42,4'ünün kötü uyku kalitesine sahip olduğu bildirilmiştir [83]. Paralimpik sporcuların değerlendirildiği başka bir çalışmada ise, bu sporcuların %83'ü kötü uyku kalitesine sahip olduğu raporlanmıştır [91]. Sporcularda cinsiyetin uyku kalitesi

üzerine etkisini inceleyen çalışmalar da vardır fakat bu çalışmaların sonuçları tutarlı değildir. Profesyonel kros dağ bisikletçilerinin incelendiği bir çalışmada, kadın sporcuların erkek sporculara kıyasla daha kötü uyku kalitesine sahip oldukları gösterilirken [92] Amerikalı kolej sporcularının dahil edildiği başka bir çalışmada ise erkek oyuncuların kadınlara kıyasla uyku kalitelerinin daha düşük olduğu gösterilmiştir [83]. Uyku verimliliğinin antrenman ve dinlenme günleri arasında da farklılık gösterdiği vurgulanmıştır. Elit Avustralyalı atletlerin dahil edildiği bir çalışmada, aktigrafi ile ölçülen uyku verimliliğinin, 14 günlük yüksek yoğunluklu bir antrenman döneminde %71 ila %77 arasında değişirken ve dinlenme günlerinde daha yüksek uyku verimliliği elde edildiği gösterilmiştir [93]. Başka bir çalışmada ise profesyonel voleybol oyuncularının uyku verimlilikleri müsabakadan bir gün önce, bir gün sonra ve iki gün sonra aktigrafi ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, uyku verimliliğinin müsabakadan iki gün sonra maksimum seviyede (%86,7) olduğu tespit edilmiştir [94].

Uykuya dalma güçlüğü, uykuyu sürdürme güçlüğü ve/veya amaçlanandan erken uyanma güçlüğüne içeren insomnia, genel popülasyonda uyku ile ilgili en yaygın şikayetlerden birisidir ve bu durum profesyonel sporcular için de geçerlidir. İnsomnia aynı zamanda uyku verimliliğinin daha düşük olmasıyla da ilişkilidir. Bu uyku problemi, sonraki gündüz, fiziksel, psikolojik, bilişsel ve sosyal işlevsellik ile ilgili kayda değer sorunlara neden olur ve bu da bir sporcu için hem saha içinde hem de dışında yaygın sorunlara yol açabilir [95]. Ballesio ve diğerleri, profesyonel futbolcuları dahil ettikleri çalışmalarında, katılımcıların %36,6'sının en azından subklinik insomnia semptomları gösterdiğini bildirmişlerdir [96]. Khalladi ve diğerleri çalışmalarında, profesyonel futbolcuların %27'sinde insomnia semptomları tespit etmişlerdir [85]. Facer-Childs ve diğerleri, profesyonel Avustralya Futbol Ligi sporcularının %15,2'sinin insomnia açısından yüksek risk altında olduğunu raporlamışlardır [87].

Sporcular arasında görülebilen diğer bir uyku problemi de Uykuda Solunum Bozukluğudur (USB). En yaygın olarak görülen USB türü ise Obstrüktif Uyku Apnesidir (OUA). Obezite, uyku apnesi için bir risk faktörü olsa da elit sporcular da dahil olmak üzere zayıf bireyler de bu sorundan muzdarip olabilir [36,97]. Bununla birlikte erkek olmak ve kalın boyun ölçüsüne sahip olmak gibi bazı özellikler USB riskini artırdığından, profesyonel sporcular arasında USB yaygınlığı açısından bireysel ve sporla ilgili önemli farklılıklar olması muhtemeldir [71]. İlginç bir şekilde, OUA prevalansının yüksek temaslı sporlarda daha

yüksek olabileceği bildirilmiştir. Özellikle profesyonel futbol, profesyonel hokey ve üniversite futbolcularında OUA insidansında artış görülmektedir. Bunun sebebinin bu sporcuların daha fazla güç ve kuvvete ihtiyaç duymaları ve bu nedenle daha büyük bir vücut kütlesi ve boyun çevresine sahip olmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir [43]. Üniversite futbolcularında USB oranının yaklaşık %8 olduğu tahmin edilmektedir [98]. Benzer şekilde, profesyonel futbolcuların yaklaşık %14'ü USB yaşamaktadır ve %34'ü yüksek riskli olarak kabul edilmektedir [10]. Yine Albuquerque ve diğerleri, Ulusal Futbol Ligi (NFL) oyuncularının çok yüksek oranda OUA'ya sahip olduklarını raporlamışlardır [99]. Caia ve diğerleri, yetişkin profesyonel rugby sporcularını ev tabanlı polisomnografi kullanarak değerlendirdikleri çalışmalarında, katılımcıların %31,8'inde hafif, %13,6'sında ise orta düzeyde USB tespit etmişlerdir. Ayrıca bu çalışma etnik kökenin USB prevalansı üzerine olası etkisini de göstermiştir; Polinezyalı sporcular, hafif-orta USB vakalarının %70'ni oluşturuyordu [100].

Yukarıda sporcularda sıklıkla görülebilen bazı uyku problemleri açıklanmış ve ilgili literatür bilgisi verilmiştir. Aslında bu bulgular, son yıllarda profesyonel sporcuların uyku sağlığına yönelik ilginin ve dikkatin arttığı şeklinde de yorumlanabilir. Yapılan çalışmalarda, kişisel kronotip, antrenman zamanlama programı, antrenman yerinin rakımı ve müsabaka öncesi kaygı sporcularda uykuyu incelerken dikkatle göz önünde bulundurulması gereken sporla ilgili temel faktörler olarak tanımlanmıştır [101-104]. Dolayısıyla, uyku sağlığının kötü olmasının profesyonel sporcular arasında evrensel bir sorun olmayabileceğini, bireysel ve spora özgü özelliklerin etkisinin tanınmasıyla sporcuların uyku özelliklerinin daha ayrıntılı bir düzeyde analiz edilmesi gerektiğini de göstermektedir.

2.2.2. Sporcularda uykuyu değerlendirme yöntemleri

Uykunun spor performansı ve iyileşme üzerindeki etkilerini veya sporcularda uyku bozukluklarının yaygınlığını araştırmak amacıyla sporcuların uykusuna odaklanan araştırmalar giderek artmaktadır. Bununla birlikte, uyku süresini ve kalitesini optimize etmek için yeni ve uygulanabilir yaklaşımlar geliştirilmiş ve atletik popülasyonlarda kullanılmaya başlanmıştır [105].

Polisomnografi

Polisomnografi (PSG), uyku sırasında entegre fizyolojik sistemleri ve uyku hakkındaki mevcut durumu değerlendirmek için ilk defa 1974 yılında klinikte kullanılmaya başlanan bir değerlendirme yöntemidir. PSG, beynin elektriksel aktivitesi (elektroensefalografi (EEG)), göz hareketleri (elektrookülografi (EOG)), çene ve bacak kas aktivitesi (elektromiyografi (EMG)), kalp ritmi (elektrokardiyografi (EKG)), kan oksijen seviyeleri (SpO2) ve uykunun farklı aşamalarını ve uyku sırasında meydana gelen solunum duraklamalarını ayırt etmek için hava akışı ve solunum (kanül ve termistör) dahil olmak üzere uykunun fizyolojik aktivitesini ölçmek için sensörlerin bir kombinasyonunu kullanan bir yöntemdir [106]. PSG, günümüzde halen altın standart kabul edilse de kullanımı zor, pahalı ve zaman alıcıdır.

PSG, uykunun hem niteliği hem de niceliği hakkında kesin bilgiler verebilmektedir. PSG ile elde edilen veriler, gece boyunca tüm uyku evrelerinin art arda gelmesinden oluşan uyku mimarisinin tasvir edilmesini sağlar. Seviye 1-4 olarak adlandırılan farklı uyku testi seviyeleri vardır. Seviye 1, PSG kullanılır ve katılımcı bir uyku teknisyeni tarafından uyku laboratuvarında değerlendirilir. Seviye 2'de de PSG kullanılır ancak gözetimsizdir, kendi kendine uygulanabilir ve evde ölçülür. Seviye 3 ve 4 testleri evde uyku apnesi testleri olarak adlandırılır ve uyku apnesini yalnızca solunumla ilgili parametrelerle ölçmeye yöneliktir.

PSG yöntemi 2000'li yıllara kadar sporcu popülasyonundaki uyku çalışmalarının %89'unda kullanılırken günümüzde bu oran %30'a gerilemiştir. Bu düşüş, PSG'nin oldukça zor ve zaman alıcı bir yöntem olması nedeniyle sporcuların ve antrenörlerin zaman ayırmak istememesinden kaynaklanıyor olabilir [105]. Dolayısıyla laboratuvar tabanlı bir yöntem olan PSG, atletik popülasyonlarda rekabetçi bir sezon boyunca, seyahat sırasında, yarışmadan sonra iyileşme sürecinde veya sezon dışında uykuyu uzunlamasına ölçmek için uygulanabilir ve sporcular tarafından tercih edilebilir bir yöntem olmayabilir.

Aktigrafi

Aktigrafi, sporcularda uyku/uyanıklık davranışını üç eksenli (3D) veya iki eksenli (2D) bir ivmeölçer aracılığıyla objektif olarak tahmin eden bir izleme cihazıdır. Aktigrafinin çalışma prensibi, aktivite/hareketsizlik döngülerini dolaylı olarak uyanıklık/uykuya çevirmesidir. Aktigrafi yoluyla, uyanıklık/uyku verileri dikkate alınarak, toplam uyku süresi (TUS), uyku

başlangıcı gecikmesi (UBG), % uyku verimliliği (UV) (yataktaki toplam süreye karşı TUS yüzdesi) ve uyku başlangıcından sonra uyanma gibi uyku süresi ve kalitesine yönelik çeşitli değişkenler hesaplanabilir [107].

Aktigrafi ile uyku tahmininin, Polisomnografide elde edilen uyku skoru ile iyi korelasyon gösterdiği ortaya koyulmuştur [108,109]. Aynı zamanda aktigrafi yöntemi atletik popülasyon için de PSG ile geçerli (%81-90) ve güvenilir (%81-92) bulunmuştur [110,111]. Buna karşın, aktigrafi yöntemi, PSG'ye göre daha pratik, daha düşük maliyetli ve daha az uzmanlık gerektirmektedir. Ayrıca basit ve taşınabilir bir yöntem olduğu için sporcu popülasyonunda daha uzun süreli uyku değerlendirmesine imkan sağlamaktadır. Aktigrafi ölçümü laboratuvar ortamı gerektirmediğinden, sporcular doğal ortamlarında ve seyahat esnasında ve daha uzun süreli değerlendirilebilirler. Aynı zamanda aktigrafi ölçümü, katılımcıları uyku esnasında rahatsız etmediğinden katılımcılar doğal uyku alışkanlıklarını devam ettirebilmektedirler [112]. Sıklıkla, katılımcılardan, aktigrafiye paralel olarak, aktigrafiden elde edilen verileri doğrulamak için uyku günlüğü tutmaları istenir.

Aktigrafi kullanımının avantajları olmasına rağmen bazı dezavantajları da vardır. Aktigrafi, uyku evreleri hakkında hiçbir bilgi veremez. Ayrıca, bazı durumlarda, aktigrafi sporcularda uykuyu düzgün bir şekilde kaydetmeyebilir. Örneğin seyahat esnasında yapılan kısa şekerlemeleri (uyuklama) uyku olarak kaydetmeyebilir. Ya da sporcu gece geç saatlerde antreman yapıyor veya duş alıyorsa bu veriler uyku verisiyle karıştırılabilir [105].

Giyilebilir uyku takip cihazları

Giyilebilir uyku takip cihazları günümüzde oldukça popüler hale gelmiştir. Giyilebilir uyku takip cihazları, uyku ile ilgili parametreleri ölçmek için aktigrafi ile benzer şekilde ivmeölçer kullanır. Genellikle bileklik veya yüzük şeklindedirler. 2018 yılında yayımlanan bir çalışmanın sonuçları incelendiğinde, piyasada bulunan giyilebilir cihazların çoğunun doğrulanmadığı veya güvenilirlik açısından test edilmediği gösterilmiştir [113]. Profesyonel atletlerde yapılan bir çalışmada da giyilebilir uyku cihazlarıyla uyku takibinin doğruluğunun ve güvenilirliğinin sınırlı olduğunu gösterilmiştir [110]. Dolayısıyla bu cihazların güvenilirliklerini artırmaya yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Uyku anketleri ve günlükleri

Uyku anketleri ve uyku günlükleri uykuyla ilgili parametreleri subjektif bir şekilde değerlendiren yöntemlerdir. Tanısal özelliklerinden dolayı uyku anketleri genellikle uyku bozukluklarının ilk taraması için kullanılır. Diğer uyku izleme yöntemlerine erişimin zor olması durumunda, onaylanmış anketler literatürdeki mevcut boşlukları doldurarak değerli bilgiler sağlayabilirler. Claudino ve diğerleri, 2018'de yayınladıkları bir meta analizde, takım sporu sporcularında uyku kalitesini değerlendirmek için PUKİ, Liverpool Jet-Lag Questionnaire (LJLQ), Recovery-Stress Questionnaire for athletes (RESTQ) ve Likert Ölçeğinin kullanılabileceğini gösterdiler [114].

Sporcu popülasyonunda kullanılabilen ve türkçe geçerlilik güvenilirlik çalışmaları yapılmış bazı anketler vardır; Sporcu Uyku Davranış Anketi (Athlete Sleep Behavior Questionnaire (ASBQ)) [115,116], PUKİ [117], Uyku Hijyeni İndeksi (Sleep Hygiene Index) [118,119], Epworth Uykululuk Ölçeği (Epworth Sleepiness Scale) [120,121].

Uyku günlükleri de uyku parametrelerinin değerlendirilmesinde kullanılabilen diğer bir subjektif yöntemdir. Bu yöntemle, uyku hakkında çeşitli bilgiler (örneğin yatma/uyanma zamanı, ışıkların sönme zamanı, uyuklama, gündüz uykululuk hali ve uyanıklık) ve aynı zamanda uykuyu etkileyebilecek diğer alışkanlıklar (örneğin kafein ve alkol tüketimi veya egzersiz) hakkında bilgi toplanabilir. Uyku takibi yapılabilmesi için katılımcıların en az bir hafta süreyle uyku günlüğü doldurmaları istenmelidir. Uyku anketleri ve uyku günlüklerinin diğer objektif ölçüm yöntemlerine ek olarak kullanılması tavsiye edilmektedir [105].

Uykuyu değerlendirme metodunu seçerken, ilk önce değerlendirilecek hedef popülasyona ve değerlendirme koşullarına göre karar verilmelidir. Örneğin eğer polisomnografi kullanılacaksa hem hedef popülasyonun hem de test ortamının sabit ve kontrol edilebilir olması gerekir. Fakat, aktigrafi ve uyku anketleri hızlı değerlendirmeleri tercih eden ve daha az kontrol edilebilir ortamlarda hareket eden sporcular için daha uygun yöntemler olabilir.

2.2.3. Uyku ve sportif performans

Spor kariyerleri boyunca sportif performanslarını maksimum düzeyde tutmak ve yaralanmalara maruz kalmamak tüm sporcular için öncelikli amaçtır. Bilimsel literatür, spor

performansının sporcunun yaptığı antrenmanla sınırlı olmadığını, hem dışsal hem de içsel değişkenleri içeren diğer faktörlerin de etkili olabileceğini vurgulamaktadır [122,123]. Spor ve egzersiz literatürü, uyku ve atletik performans arasında karşılıklı bir ilişki olduğunu öne sürmektedir [112]. Özellikle bir toparlanma stratejisi olan uyku, genellikle oyuncuların bir müsabaka veya yoğun bir antrenmandan sonra toparlanmasında belirleyici bir faktör olarak tanımlanır [124,125]. Bireyselleştirilmiş toparlanma stratejilerinin, mümkün olan en yüksek performans düzeyine ulaşmada ve bunu sürdürmede etkili olduğu düşünüldüğünde [126,127] uykunun bu anlamla kritik bir role sahip olduğu söylenebilir. Yine uykunun, hastalık, yaralanma, kafa travması ve ruh sağlığı gibi sporcunun genel sağlığını etkileyecek sorunlarının önlenmesinde ve yönetiminde de önemli rol oynadığı düşünülmektedir [128]. Sporcuların sporcu olmayan popülasyona göre daha düşük uyku kalitesi ve süresine sahip olduğu düşünüldüğünde, uykunun sportif performansı ne şekilde etkileyeceği konusu önem kazanmaktadır [6].

Takım sporlarında daha önce yapılan birçok çalışma, müsabakalardaki başarının uyku süresi ve kalitesindeki artışla ilişkili olduğunu göstermiştir. Brandt ve diğerleri, 576 elit erkek ve kadın Brezilyalı sporcunun ulusal veya uluslararası bir müsabakadan hemen önce uyku kalitelerini ve ruh hallerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kötü uyku kalitesinin, kaybedilen rekabetin bağımsız bir belirleyicisi olabileceğini söylemişlerdir [17]. Pallesen ve diğerleri, 19 adölesan futbol oyuncusunda bir gecelik uyku yoksunluğunun futbol yetenekleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, özellikle top tekmeleme performansında anlamlı bir düşüş olduğunu bulmuşlardır [18]. 42 yetişkin netbol sporcusu üzerinde yapılan bir çalışmada, uyku ve rekabetçi başarı arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için bilek aktigrafisi ve uyku günlükleri kullanılarak turnuvadan 12 gün önce ve turnuva sırasında 6 gün boyunca katılımcıların uyku özellikleri takip edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, turnuvayı daha üst sıralarda bitiren sporcularda uyku özelliklerinin daha iyi olduğunu görülmüştür [20]. Jones ve diğerleri, çalışmalarında, 112 milli basketbol oyuncusunun (NBA) geç saatlerdeki Twitter kullanımları ve oyundaki bireysel performansları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Gece geç saatlerde tweet atılmasının ertesi günkü oyun performansında azalmalara neden olduğunu söylemişlerdir [19]. Staunton ve diğerleri, 17 kadın basketbol oyuncusunun uyku ve maç performansını 30 hafta boyunca 3D akselometre ile izledikleri çalışmalarında, maç performansı ve uyku arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermişlerdir [129]. Benzer bir şekilde Fox ve diğerleri, 7 yarı profesyonel erkek basketbol oyuncusunu aktigrafi ve uyku günlüğüyle takip ettikleri çalışmalarında, uyku ve

maç performansı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Maçtan önceki gece uyku kalitesinin, maçın skorunu ve oyuncuların verimliliğini pozitif yönde etkilediğini göstermişlerdir [130]. Başka bir çalışmada takım sporu yapan sporcularda deneysel olarak uygulanan 30 saatlik akut uyku yoksunluğunun yavaşlayan tempo stratejilerine ve azalan aralıklı sprint performansına sebep olduğu gösterilmiştir [32]. Bu bulgular ışığında, düşük uyku süresi ve kalitesinin, takım sporuyla ilgilenen sporcuların spora özgü becerilerdeki bozulmalarla ilişkili olduğu söylenebilir. Tenis oyuncularında bir gecelik uyku kısıtlamasının ardından servis atma isabeti %53'ten %37'ye düşerken [131], 1 haftalık uyku uzatma müdahalesinin (gece başına 2 saat) ardından servis atma isabetinin %36'dan %41'e yükseldiği gösterilmiştir [132]. Literatürdeki çalışma bulguları, özellikle takım sporlarında iyi uyku kalitesi ve süresinin sportif başarıyı artırdığını destekler nitelikte olsa da bireysel spor branşları için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Uyku ve sportif performans arasındaki ilişki açık olsa da, uykunun hem sportif performans için hem de yaralanmaları önleyebilmek için gerekli olan bazı fiziksel uygunluk parametrelerini ne şekilde etkilediğini ayrı ayrı incelemek faydalı olacaktır.

Kardiyorespiratuar performans

Kardiyorespiratuar uygunluk, büyük kas gruplarının dahil olduğu uzun süreli dinamik ve orta-yüksek şiddetli egzersiz boyunca dolaşım ve solunum sisteminin yeterli oksijeni sağlayabilme yeteneğidir. Yüksek kardiyorespiratuar uygunluk seviyesi daha yüksek sportif performansla ilişkilidir. Ayrıca iyi bir kardiyorespiratuar uygunluk düzeyi sporcuların yoğun müsabaka sürecinde daha hızlı iyileşmesine ve toparlanmasına da katkıda bulunur [133]. Dolayısıyla sporcuların sahip oldukları uyku özellikleri ve uyku düzeninde meydana gelebilecek değişikliklerin kardiyorespiratuar performanslarını ne şekilde etkileyeceğini incelemek oldukça önemlidir.

Normal bir gece uykusundan sonra ve 30 saatlik uyku yoksunluğundan sonra rastgele bir sırayla 30 dakikalık koşu bandı testini tamamlayan 11 erkek katılımcı ile yapılan bir çalışmada, termoregülasyon işlevi veya oksijen tüketiminde farklılıklar olmaksızın, uyku yoksunluğundan sonra kat edilen mesafenin azaldığını bulunmuştur [39]. VO_2 max'ın %80'inde yapılan yoğun egzersize olan dayanıklılığın, 36 saatlik uyku yoksunluğu sonrasında ortalama %11 oranında azaldığı görülmüştür. Bu çalışmada, yürüyüş sırasında,

kalp hızı ve metabolik hız değişmemiş olsada, ağır submaksimal bir egzersizi sürdürme yeteneğinin azaldığı görülmüştür. Yazar, bu azalmanın sebebinin uykusuzluğun, egzersiz sırasında algılanan eforu önemli ölçüde artırması olabileceğini vurgulamıştır [134]. Temesi ve diğerleri, 12 aktif erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında uyku yoksunluğunun santral yorgunluğa etki edip etmeyeceğini ve bunun kognitif ve fiziksel test sonuçlarını nasıl etkileyeceğini incelemişlerdir. Yazarlar uyku yoksunluğu durumunda algılanan yorgunluk düzeyinin arttığını fakat nöromusküler fonksiyonların etkilenmediğini bulmuşlardır [35]. Azboy ve Kaygısız, erkek koşucu ve voleybol oyuncularını dahil ettikleri çalışmalarında, bir gecelik uyku yoksunluğunun koşucularda istirahat oksijen alımını ve hem koşucularda hem de voleybolcularda istirahat karbondioksit üretimini artırdığını, bununla birlikte, her iki grupta da kalp hızı, solunum katsayısı, dakika ventilasyonu ve arteriyel oksijen saturasyonunun değişmediğini göstermişlerdir. Ayrıca, uyku kaybının voleybolcularda tükenmeye kadar geçen süreyi azalttığını vurgulamışlardır [135]. Literatürde total uyku yoksunluğunun kardiyorespiratuar performans etkisini inceleyen çalışmaların yanı sıra kısmi uyku yoksunluğunun etkilerini inceleyen çalışmalar da vardır. Chase ve diğerleri, ağır bir egzersizin ardından uygulanan bir gecelik uyku kısıtlamasının, yetişkin bisikletçiler arasında ertesi sabah 3 km'lik zamana karşı deneme performansında %4'lük bir düşüşe neden olduğunu söylemişlerdir [78]. Benzer şekilde, bir hafta boyunca gece başına 3 saatlik uyku kısıtlamasının, hem kalp atış hızında hem de kan laktat seviyelerinde artışla sonuçlandığı gösterilmiştir [136]. Roberts ve diğerleri, uyku kısıtlamasının algılanan yorgunluğu artırırken uyku uzatma müdahalesinin ise dayanıklılık performansını artırdığını göstermişlerdir [137]. Bu bulguların aksine, Reilly ve Deykin, 3 gecelik kısmi uyku yoksunluğunun (gece başına 3 saat uyku) ardından dayanıklılık koşusu performansında ve tükenme süresinde herhangi bir düşüş olmadığını bildirmiştir [138].

Uyku kısıtlaması sonrası egzersiz toleransının düşme sebebine ilişkin teoriler ya aerobik yolların bozulmasına [139] ya da fizyolojik tepkiler genellikle büyük ölçüde değişmeden kaldığından algısal değişikliklere (yani algılanan eforun artması) bağlanmaktadır [134,140]. Fakat, aerobik güçteki azalmanın eşlik ettiği algılanan eforda artışlar, yorgunluğun nöromusküler nedenleri olabileceğini de düşündürmektedir [141]. Bununla birlikte, uyku yoksunluğunu takiben algılanan eforu araştıran çalışmalar karışık sonuçlar bildirmektedir [12,142,143], bu nedenle bu teoriler belirsizliğini halen korumaktadır.

Özetle, literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğunda kardiyorespiratuar performansın subjektif bir yöntem olan algılanan efor üzerinden değerlendirildiği dikkat çekmektedir. Çalışma bulguları arasında bazı tutarsızlıklar olsa da bu araştırmaların çoğu, uyku yoksunluğunun, belki de algılanan eforda bir artış yoluyla kardiyorespiratuar performansı azaltabileceğini vurgulamaktadır [134,144,145].

Anaerobik performans

Anaerobik kapasite, maksimal ve supramaksimal egzersizler sırasında kısa süreli veya hazır enerji sistemlerinin kullanılmasıyla ortaya çıkarılan iş olarak tanımlanabilir. Yapılan bu işin birim zamandaki karşılığı ise anaerobik kapasitedir.

Uyku süresi ve kalitesinin anaerobik performansla ilişkili olduğu düşünülmektedir [146]. Literatürde uyku yoksunluğu ile anaerobik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların çoğunluğunun Wingate testini tercih ettikleri görülmüştür. Wingate testi, anaerobik performansı değerlendirmek için kullanılan objektif, güvenilir ve geçerli bir testtir [21]. Souissi ve diğerleri, 13 sağlıklı erkeği dahil ettikleri çalışmalarında, bir gecelik total uyku yoksunluğunun sabah ve öğleden sonraki anaerobik performans üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda sabah saatlerinde anaerobik performansın etkilenmediğini fakat öğleden sonra ise düştüğünü bulmuşlardır. Bu düşüşün sebebinin ise akşam saatlerinde gelişebilecek kümülatif yorgunluk olabileceğini söylemişlerdir [22]. Symons ve diğerleri, 11 erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında 60 saatlik uyku yoksunluğunun wingate testi sonuçlarını etkilemediğini söylemişlerdir [23]. Taheri ve Arabameri de , bir gecelik uyku yoksunluğunun anaerobik performansı etkilemediğini göstermişlerdir [24]. Benzer bir şekilde Moore ve diğerleri de 24 saatlik uyku yoksunluğunun anaerobik performansı etkilemediğini söylemişlerdir [25].

Literatürde kısmi uyku yoksunluğunun anaerobik performansa etkisini inceleyen çalışmalar da vardır. Abedelmalek ve diğerleri, kısmi uyku yoksunluğunun anaerobik performans üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, anaerobik performansın sabah saatinde etkilenmediğini fakat öğleden sonra ise düştüğünü göstermişlerdir [26]. Souissi ve diğerleri, 12 jodocuyu dahil ettikleri çalışmalarında, 2 farklı kısmi uyku yoksunluğunun (yatmadan önce 4 saat ve uyanmadan önce 4 saat) anaerobik performansın sabah saatlerinde etkilemediğini fakat öğleden sonra ise normal uykuya kıyasla düştüğünü

söylemişlerdir[147]. Benzer şekilde, Khemila ve diğerleri, 12 fiziksel olarak eğitilmiş erkeği dahil ettikleri çalışmalarında, kısmi uyku yoksunluğunun öğleden sonraki wingate testi sonucunu düşürdüğünü söylemişlerdir [28]. Yine Vardar ve ark, 13 erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında, kısmi uyku yoksunluğunun anaerobik performansı etkilemediğini söylemişlerdir. Mougin ve diğerleri de benzer sonuçlar bildirmişlerdir [148]. Literatürdeki farklı uyku yoksunluğu protokolü kullanan birçok çalışmanın bulguları incelendiğinde, uyku yoksunluğunun özellikle sabah saatlerinde anaerobik performansı etkilemeyebileceği, fakat öğleden sonra anaerobik performansı düşürebileceği söylenebilir. Anaerobik performansın akşam saatlerinde düşmesinin sebebi öğleden sonra kümülatif yorgunluğun artmasıyla ilişkili olabilir [22].

Anaerobik gücü değerlendirmemizi sağlayan bir diğer performans testi de sıçrama performansıdır. Sıçrama hareketi birçok spor dalının doğasında olmasının yanı sıra alt ekstremitenin patlayıcı gücünü yansıtmaları nedeniyle sportif performans için oldukça önemli olduğu düşünülmektedir [149]. Mah ve diğerleri, 11 elit sporcuyu dahil ettikleri çalışmalarında, ardışık 3 gün boyunca uygulanan 4 saatlik uyku kısıtlamasının dikey sıçrama yüksekliğini 1,95 cm azalttığını göstermişlerdir [30]. Takeuchi ve diğerleri, 64 saatlik uyku yoksunluğunun dikey sıçrama yüksekliğini 2,8 cm düşürdüğünü raporlamıştır [29]. Bu çalışmaların aksine, Moore ve diğerleri ise uyku yoksunluğunun dikey sıçrama yüksekliğini değiştirmediklerini bulmuşlardır [25]. Abbott ve diğerleri, gece geç saatte oynanan bir futbol maçı sonrasında deneyimlenen uyku kısıtlamasının, ertesi gün sabah uygulanan ileri sıçrama testi sonucunu değiştirmediklerini söylemişlerdir [31]. Benzer şekilde, Fullagar ve diğerleri, gece geç saatte oynanan maç sonrası uygulanan uyku hijyeni müdahalesinin çeşitli performans parametreleri üzerine anlık etkisini inceledikleri çalışmalarında, sıçrama performansında herhangi bir değişiklik olmadığını bulmuşlardır [150]. Bu çalışma bulguları ışığında, uyku kalitesi ve miktarının sıçrama performansı üzerine etkilerinin halen belirsiz olduğu söylenebilir. Sıçrama performansının sportif performansa katkıları düşünüldüğünde, uyku karakteristiklerinin sıçrama performansını ne şekilde etkilediği araştıran daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde, uyku karakteristiklerinin anaerobik performans üzerine etkileri konusunda tam bir fikir birliği olmadığı görülmektedir. Bunun sebebinin mevcut çalışma yöntemlerinin birbirlerinden farklı olması ve küçük örneklem büyüklüğüne sahip olmaları olabilir.

Kas kuvveti

Optimal kas kuvveti sportif performans için oldukça önemlidir. Literatürde, uyku yoksunluğunun kuvvet üzerine herhangi bir etkisi olmadığını gösteren çalışmalar çoğunlukta olsa da çalışma bulguları net değildir. Blumert ve diğerleri, 9 erkek halterciyi dahil ettikleri çalışmalarında, 24 saatlik uyku yoksunluğunun halter kaldırma ve squat hareketleri sırasındaki 1 maksimum tekrara göre ağırlık kaldırma performansını etkilemediğini göstermişlerdir [37]. Bond ve diğerleri, 36 saat uyku yoksunluğunun dirsek fleksör ve ekstansör grup kaslarının kuvvetini değiştirmediğini söylemişlerdir[151]. Benzer şekilde, uyku yoksunluğu üst veya alt vücut kas gruplarının maksimal kuvveti ve dayanıklılığını azaltmamıştır [23,152,153] . Farklı açısal hızlardaki diz fleksiyon torkunun da, 30 ve 64 saatlik saat uyku yoksunluğundan sonra etkilenmediği gösterilmiştir [29,40] . Mamiya ve diğerleri., 11 atleti dahil ettikleri çalışmalarında, uyku yoksunluğu sonrası, ertesi gün yapılan egzersiz setinden sonraki (VO_2 nin %75' inde 90 dk koşu ve ardından 100 adet drop jump), kuadriseps kasına kas testi yapmışlardır. Yazarlar uyku yoksunluğunun maksimal kas kuvvetini değiştirmediğini raporlamışlardır [154]. Temesi ve diğerleri, 12 aktif erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında uyku yoksunluğu sonrasında, kuadriseps ve hamstring kaslarının maksimal istemli izometrik kas aktivasyonunun ve maksimal aktivasyonu sürdürebilme süresinin değişmediğini göstermişlerdir [35]. Bu çalışma bulgularının aksine, uyku yoksunluğunun kuvvet üzerine olumsuz etkisi olduğunu gösteren bazı çalışmalar da vardır. Skein ve diğerleri, takım sporu yapan sporcuların kassal kuvveti ve aktivasyonun 30 saatlik uyku yoksunluğu sonrasında azaldığını söylemişlerdir [32]. Cullen ve diğerleri, el kavrama kuvvetinin total uyku yoksunluğu durumunda azaldığını, 4 saat kısmi uyku yoksunluğunda ise değişmediğini göstermişlerdir [33]. Benzer şekilde, Ajjimaporn ve diğerleri, 11 erkek futbol oyuncusunu dahil ettikleri çalışmalarında 3 saatlik uyku yoksunluğunun, bacak kaslarının maksimum izometrik kuvvetini düşürdüğünü söylemişlerdir. Ayrıca yazarlar, uyku yoksunluğu sonrası gün içerisindeki 20 dakikalık kestirmenin ise bacak kaslarının maksimum izometrik kuvvetini artırdığını vurgulamışlardır. [34]. Souissi ve diğerleri, 12 judocuyu dahil ettikleri çalışmalarında, kısmi uyku yoksunluğunun dirsek fleksörlerinin maksimum kuvveti ve kavrama kuvveti üzerine etkisini incelemişlerdir. Yazarlar, kısmi uyku yoksunluğunun, saat 16.00 da hem güç hem de kuvvette düşüşe sebep olurken sabah saatlerinde ise herhangi bir değişikliğe sebep olmadığını göstermişlerdir [27].

Literatürde çeşitli uyku kısıtlama protokollerinin kas kuvveti üzerine etkisini inceleyen çalışma bulguları arasında bir tutarsızlık olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, çalışmalarda farklı kas gruplarının değerlendirilmiş olması ve katılımcıların farklı spor branşlarından seçilmiş olması olabilir. Ayrıca çalışmalarda kullanılan değerlendirme yöntemleri ve ölçümlerin yapılma zamanları arasındaki farklılıklar da sebep olabilir.

Reaksiyon zamanı (Kognitif performans)

Reaksiyon zamanı, aniden ortaya çıkan işitsel, görsel ve dokunsal bir uyarının alınmasından tepki başlangıcına kadar geçen süre şeklinde tanımlanabilir. Sportif performansın bir bileşkesi olan reaksiyon zamanı, sporcuların spor kariyerlerine katkıda bulunan önemli bir yetenektir. Kısa reaksiyon süresi sporcunun performansı için avantajdır [155]. Dolayısıyla sporcuların sahip olduğu uyku karakteristiklerinin reaksiyon zamanını nasıl etkilediğini incelemek oldukça önemlidir.

Literatürdeki çalışma bulguları, uyku bozukluğunun, reaksiyon zamanı, dikkat dağınıklığı ve kısa süreli hafıza gibi kognitif görevlerdeki bozukluklar üzerine önemli bir rolü olduğunu vurgulamaktadır [28]. Taheri ve diğerleri, 12 erkek üniversiteli sporcuyla dahil ettikleri çalışmalarında, bir gecelik uyku yoksunluğunun reaksiyon zamanını olumsuz yönde etkilediğini göstermişlerdir [24]. Adrienne ve diğerleri, 51 saatlik uyku yoksunluğunun reaksiyon zamanını olumsuz etkilediğini göstermişlerdir [156]. Yine Wlodarczyk ve diğerleri de uyku yoksunluğunun daha uzun reaksiyon zamanına sebep olduğunu söylemişlerdir [157]. 12 sağlıklı hentbol kalecisinde, kısmi uyku kısıtlamasının ardından sporcuların reaksiyon süresinin normal uykuya kıyasla önemli ölçüde daha yavaş olduğu gösterilmiştir [158]. Uyku yoksunluğu ile benzer şekilde düşük uyku kalitesi ve süresinin de reaksiyon zamanı üzerine olumsuz etkisi olduğu gösterilmiştir. Stavrou ve diğerleri, profesyonel futbolcuların uyku kalitesini PUKİ ile değerlendirdikleri çalışmalarında, kötü uyku kalitesinin daha kötü reaksiyon süresi ve bozulmuş algısal yetenek ile ilişkili olduğunu raporlamışlardır [159]. Uyku süresi 7 saatten az olan lise ve üniversiteli sporcuların, reaksiyon süresi, sözel hafıza ve görsel hafıza görevlerinde daha kötü performans gösterdiği görülmüştür [160].

Literatürde uyku yoksunluğu durumlarında uygulanan çeşitli müdahalelerinin fiziksel uygunluğun önemli bir parametresi olan reaksiyon zamanına etkisini inceleyen çalışmalar

da vardır. Paryab ve diğerleri çalışmalarında, 4 saat ve 24 saat uyku yoksunluğunun ardından melatonin takviyesinin psikomotor performans ve üniversite öğrenci sporcularının seçilmiş fiziksel uygunluk ölçümleri üzerindeki etkileri araştırmışlardır. Plasebo ile karşılaştırıldığında her iki uyku yoksunluğu durumunda da melatoninin reaksiyon süresi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir [161]. Swinbourne ve diğerleri, profesyonel rugby oyuncularından oluşan bir örnekleme uyku uzatma müdahalesinin uyku ve performans özellikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, toplam uyku süresi ve uyku kalitesindeki artışlara ortalama reaksiyon süresinde bir azalmanın eşlik ettiğini raporlamışlardır [89]. Romdhani ve diğerleri, 9 erkek judocuyu dahil ettikleri çalışmalarında, kısmi uyku yoksunluğu sonrası kestirmenin (20 dk ve 90 dk) reaksiyon zamanı üzerine olumlu etkileri olduğunu göstermişlerdir [162]. Benzer şekilde Souissi ve diğerleri, 40 aktif öğrenciyi dahil ettikleri çalışmalarında, uyku yoksunluğu sonrası 30 dakikalık kestirmenin reaksiyon zamanı üzerine olumlu etkisi olduğunu bulmuşlardır [163]. Khemila ve diğerleri 12 fiziksel olarak eğitilmiş erkeği dahil ettikleri çalışmalarında, normal uyku ve kısmi uyku yoksunluğunda, testlerden önce motivasyon müziği dinletilmesinin, uyku yoksunluğunun olumsuz etkilerini azalttığını ve reaksiyon zamanına pozitif yönde etki ettiğini göstermişlerdir [28].

Özetle, tahmin edilebileceği gibi çalışmalar uyku yoksunluğu ve kötü uyku karakteristiklerinin kognitif performansı olumsuz etkilediği yönünde sonuçlar bildirmişlerdir. Yüksek eğitimli sporcuların genellikle fiziksel yetenekleri açısından benzer kabul edildiği elit sporlarda, üst düzey bir kognitif işleve sahip olmanın sporcunun kariyeri için oldukça önemli olduğu düşünüldüğünde uyku ve kognitif performans arasındaki bu ilişkinin dikkate alınması kıymetlidir.

Sensorimotor performans

Sensorimotor fonksiyon, duyuşal bilginin doğrudan algılanmasını ve bu bilginin motor davranışlarla sürekli ve doğru bir şekilde birleştirilmesi olarak tanımlanabilir [164]. Başka bir deyişle, sensörimotor sistem, optimum olmayan bir koşul veya durumda bile dinamik bir görevi başarıyla gerçekleştirmek için gereken motor paternleri belirler [165]. Doğrudan algılama yoluyla, bir birey bu bilgiyi bilişsel olarak işlemeye gerek kalmadan çevresindeki ortamın algılarına dayalı olarak uygun motor tepkileri başlatır; algısal bilgi doğası gereği anlamlıdır. Algı ve eylem arasındaki bu bağlantı, beklenmedik bir şekilde seken bir beyzbol

topunu sahaya sürmek gibi çevredeki dinamik değişikliklere uyum sağlamayı gerektiren eylemlerin yürütülmesi için gereklidir. Dolayısıyla sensorimotor sistem, spor performansı için gerekli olan duyuşsal ve motor işlevler arasında sıkı işlevsel bir bağlantı içerir [164].

Burris ve diğerleri, 252 beyzbol oyuncusunu dahil ettikleri çalışmalarında, sensorimotor performansın beyzbolda daha düşük saha içi başarısı (kale içi yüzdesi, yürüme oranı ve vuruş oranı) ile ilişkili bulmuşlardır [166]. Benzer şekilde Poltavski ve David , 38 hokey oyuncusunu dahil ettikleri çalışmalarında, hokeyde daha düşük atış isabetinin zayıf sensorimotor performans ile ilişkili olduğunu görmüşlerdir [167]. Schwartz ve diğerleri çalışmalarında, tenis oyuncularında bir hafta süreyle uyku uzatma müdahalesinin servis doğruluğu üzerine olumlu etkisi olduğunu göstermişlerdir [132]. Servis doğruluğu motivasyon, denge, uyanıklık, koordinasyon, motor öğrenme ve hafıza, güç ve algısal hafızayı içeren kompleks sensorimotor performans için oldukça güzel bir örnektir. Dolayısıyla uyku kalitesinin sensorimotor performans üzerine olumlu etkileri olduğu sonucuna varılabilir. Uykunun, algı-eylem eşleşmesi de dahil olmak üzere sensorimotor işlevin farklı yönlerini değiştirerek sensorimotor performansı etkilediği düşünülmektedir. Bu durum uykunun, sporcular için sensorimotor performansın temel bileşenleri olan motor beceriye özgü öğrenme ve plastisitedeki rolüyle açıklanabilir [168-170]. Spor doğası gereği dinamik olarak değişen ortamları içerir. Dolayısıyla sporcuların bu değişikliklere uyum sağlamaları ve eylemlerini sürekli güncellenen algısal bilgilere göre modüle etmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, sporcuların daha iyi bir spor performansı elde etmeleri için spora özgü sensorimotor performanslarını geliştirmeleri gerekmektedir. Uyku ve sensorimotor performans arasındaki bu olası ilişki sporcu performansı ve yaralanmalar için dikkate alınması gereken bir konudur.

Mental sağlık

Sportif performans ve mental sağlık birbiriyle oldukça ilişkili konulardır [171]. Sporcunun spor kariyerinde başarılı olabilmesi içinde bulunduğu ruh sağlığına bağlıdır. Buna karşın sporcu popülasyonu ruh sağlığını bozabilecek birçok faktöre maruz kalmaktadır. Profesyonel veya elit bir spor kariyerinin, ruh sağlığı semptomlarına ve bozukluklarına neden olabilecek 640'tan fazla farklı stres faktörü ile karakterize olduğu gösterilmiştir [172]. Spor kariyeri ile ilgili kaygılar, takım arkadaşları, antrenör ve medya kuruluşları gibi dış faktörlerden gelen baskılar, yoğun antreman ve seyahatlerden kaynaklanan zihinsel

yorgunluk ve tükenmişlik, spor kültürünün rekabetçi doğasından kaynaklanabilen öz saygının azalması gibi faktörler sporcunun ruhsal hastalıklara karşı savunmasız olmasına sebep olabilmektedir [171,173]. Elit sporcuların 1/3'ünden fazlasının anksiyete veya depresyon gibi bir ruh sağlığı sorunu yaşadığı tahmin edilmektedir [174]. Dolayısıyla sporcunun hem genel sağlığını hem de spor kariyerini etkileyebilecek faktörlerden birisi olan ruh sağlığı sorunlarına sebep olan faktörlerin ortadan kaldırılması ve koruyucu önlemlerin araştırılması oldukça önem kazanmıştır. Bu faktörlerden birisi ise uykudur. Literatürde uyku ve mental sağlığın çift yönlü bir ilişkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır. Uyku problemlerinin mental sağlığı etkileyebileceği gibi mental sağlıkla ilgili bozuklukların da uyku problemlerine sebep olabileceği gösterilmiştir. Bu durum göz önüne alındığında, profesyonel bir sporcunun uyku sağlığı durumu, ruh sağlığı sorunlarının gelişmesi için bir risk faktörüdür ve aynı zamanda da bu sorunlara karşı koruyucu bir faktör olarak hizmet etmektedir. Gouttebarga ve diğerleri çalışmalarında, 595 ragbi oyuncusunu ruh sağlığı problemleri ve olası risk faktörleri açısından 12 ay süreyle takip etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda ragbi sporcularının; %11' i stres, %28' i anksiyete/depresyon, %12' si uyku bozukluğu, %11' i yeme bozukluğu ve %22'sinin aşırı alkol kullanımına sahip oldukları (%13'ü aynı anda iki semptomu sahip) raporlanmıştır. Çalışma bulguları incelendiğinde ruh sağlığı sorunları ve uyku problemlerinin birlikte görülebileceği yorumlanabilir. Yine bu çalışmanın sonucunda sporcuların genel sağlık problemi yaşaması ve spor kariyerinden düşük memnuniyet yüzdesine sahip olmalarıyla ruh sağlığı sorunları arasında ilişki bulunmuştur. Ayrıca çalışmaya katılan sporcuların %95'i, ruh sağlığı sorunlarının sportif performansı olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir [175]. Elit sporcularda uyku ve ruh sağlığı sonuçlarının ilişkili olup olmadığını inceleyen başka bir çalışmada ise düşük uyku kalitesine sahip sporcuların %51'nin klinik depresyon, %42'sinin stres ve %31'nin de anksiyeteye sahip olduğu görülmüştür [87]. Koronavirüs pandemisinin profesyonel sporcuların ruhsal durumu, uyku ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir sistematik derleme çalışmasında da mental sağlığın kötü uyku kalitesinden etkilenebileceği vurgulanmıştır [90]. Literatürdeki çalışmaların sonuçları da dikkate alındığında uyku ve mental sağlık arasındaki bu çift yönlü ilişkinin varlığı açıktır. Fakat bu iki sağlık durumunun doğası gereği uyku mu mental sağlığı etkiliyor yoksa mental sağlık mı uykuyu etkiliyor tam olarak bilinmesi mümkün olmasa da bu iki faktörün de dolaylı olarak sportif performansı etkiledikleri açıktır [71].

2.2.4. Uyku ve yaralanma riski

Uykunun sporcuların performansı ve iyileşmeleri üzerine olan etkilerini inceleyen çalışmaların yanı sıra yaralanma riski ile olan ilişkisi de son zamanlarda oldukça ilgi çekmeye başlamıştır. Literatürde uykunun yaralanma riskiyle olan ilişkisine yönelik sonuçlar tutarsız olsa da çalışmaların çoğunluğu yetersiz ve kötü uykunun spor yaralanmaları riskini artırabileceğini vurgulamaktadır. 2019 yılında Gao ve diğerlerinin yayınladıkları sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasının sonuçları da kronik uyku yoksunluğunun kas-iskelet sistemi yaralanmaları için bir risk faktörü olabileceğini vurgulamaktadır[176].

Yukarıda da bahsedildiği gibi son zamanlarda uyku ve spor yaralanmaları arasındaki ilişki sıklıkla araştırılmaktadır. Rosen ve diğerleri, 16 farklı branştaki 496 adölesan elit sporcuyla 52 hafta boyunca takip ettikleri çalışmalarında, artan antrenman yükü ile paralel şekilde azalan uykunun yaralanma için bir risk faktörü olabileceğini söylemişlerdir [177]. Rosen ve diğerleri, başka bir çalışmalarında ise 340 elit ergen sporcu arasından, hafta içi önerilen 8 saatlik uyku süresine ulaşanların, 8 saatten az uyuduğunu bildirenlere kıyasla yaralanma olasılığının %61 oranında azaldığını raporlamışlardır [178]. Milewski ve diğerleri, 112 adölesan sporcuyla değerlendikleri çalışmalarında 8 saatten az uyuyan sporcuların 8 saatten fazla uyuyanlara oranla 1,7 kat daha fazla sakatlanma yaşama riski olduğunu söylemişlerdir [179]. Tyson ve diğerleri, 7,576 askeri personeli dahil ettikleri çalışmalarında, 4 saatten daha az uyuyanların 8 saatten daha fazla uyuyanlara kıyasla daha yüksek sıklıkta kas iskelet sistemi yaralanması geçirdiğini raporlamışlardır[180]. Benzer şekilde Johnston ve diğerleri, farklı branşlardaki 95 endurans sporcusunu 52 hafta boyunca takip ettikleri prospektif çalışmalarında 7 saatten az uyumanın yaralanma için bir risk faktörü olabileceğini raporlamışlardır [181]. Uyku karakteristiklerini daha objektif yöntemlerle ölçen ve uykunun spor yaralanmalarıyla olan ilişkisini destekler nitelikte bazı çalışmalar da vardır. Nedelec ve diğerleri, bir elit erkek futbol oyuncusunun uyku takibini 4 ay süresince aktigrafi ile takip etmişlerdir. Bu vaka çalışmasında, sporcunun uyku başlangıcında ve verimliliğinde, yaralanma meydana gelmeden önceki gece ve hafta içinde değişiklikler olduğu tespit etmişlerdir [182]. Literatürde uyku ve spor yaralanmaları arasında herhangi bir ilişki olmadığını gösteren çalışmalar da vardır. Burke ve diğerleri, futbol oyuncularının uyku karakterlerini aktigrafi ve bazı uyku anketleri ile takip ettikleri kohort çalışmalarında, uykunun objektif ve subjektif özellikleri ve yaralanma riski arasında bir ilişki bulmamışlardır [183]. Dennis ve diğerleri, 22 futbol oyuncusunun uyku süresi ve etkinliğini haftada 5 gece

(maçtan önceki 3 gece, maç gecesi ve maçtan sonraki gece) olmak üzere aktigrafi ile bir sezon boyunca kaydettikleri çalışmalarında uyku ve yaralanma miktarı arasında anlamlı bir ilişki bulmamışlardır [184]. 13-17 yaşları arasındaki 37 elit dansçının değerlendirildiği bir çalışmada, benzer şekilde yaralanma ve uyku kalitesi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır [185]. Yeomans ve diğerleri çalışmalarında, rugby oyuncularının uyku özellikleri ve yaralanma oranları arasında ilişki bulmamışlardır [186]. Literatürdeki çalışma sonuçları arasında tutarsızlık olmasının bazı nedenleri olabilir. Bunlardan en önemlisi çalışma metodolojilerindeki farklılıklar olabilir. Bir diğer sebebi ise yaralanmayı tanımlama şekillerinin (kişinin kendi bildirimi veya medikal kayıtlar) farklı olması olabilir. Diğer sebebi ise yeterli ve kaliteli uyku tanımları arasındaki tutarsızlık olması olabilir. Ayrıca spor yaralanmaları birçok sebepten dolayı gelişebileceğinden, çalışmalarda sadece uykunun etkisini incelemek zor olabilir.

Uykunun spor yaralanmalarındaki direkt rolü tam olarak gösterilememiş olsa da hastalık, yaralanma, beyin sarsıntısı ve zihinsel sağlık sorunlarının önlenmesi ve yönetimi dahil olmak üzere bir sporcunun genel sağlığını etkilemesi nedeniyle dolaylı yoldan spor yaralanmalarına etkisi olduğu düşünülebilir. Literatürde, uyku ve anksiyete/depresyon arasındaki ilişki açıkça belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada, düşük uyku kalitesine sahip elit gal futbolu oyuncularının daha fazla stres ve sağlık sorunu bildirmişlerdir [187]. Bu ilişkiden dolayı, uyku yetersizliği ve kötü uyku kalitesinin dolaylı olarak spor yaralanma riskini artırabileceği vurgulanmıştır [188-190]. Ayrıca uykunun, bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde önemli bir rol oynadığı da bilinmektedir. Hipotalamik-hipofiz-adrenal eksenin aşağı regülasyonu, uykunun başlamasıyla oluşur ve kortizol, epinefrin ve norepinefrinin baskılanmasına yardımcı olur [191]. Cohen ve diğerleri, çalışmalarında, katılımcıların gece başına 7 saatten az uyuduklarında soğuk algınlığı geliştirme olasılığının üç kat daha fazla olduğunu göstermişlerdir [192]. Tartışılması gereken bir diğer konu da uyku ve ağrı arasındaki ilişki olabilir. Uyku kalitesi ve miktarındaki düşüşün, ağrı geliştirme riskini iki ila üç kat artabileceği gösterilmiştir [15]. Uyku yoksunluğunun bireylerde hiperaljezik bir yanıt oluşturduğunu [41,42] ve kronik uyku yoksunluğunun kronik ağrı geliştirme riskinde artışla ilişkili olduğu da gösterilmiştir [43]. Bu çalışma bulguları göz önüne alındığında kronik bel ağrısı ve tendinopati gibi durumların uyku kalitesi ve miktarı yetersiz olan sporcularda daha sıklıkla görülebileceği düşünülebilir.

Güncel literatür, atletik performansın kötü uyku kalitesi ve süresi ile muhtemelen bozulabileceği sonucuna varmış olsa da, bu bozulmanın kapsamı ve niteliği halen belirsizdir. Sonuç olarak, sporcunun sağlığı ve performansı üzerine olası etkileri düşünüldüğünde, uyku ve sportif performans ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

2.3. Uyku ve Ağrı

Ağrı, insan davranışlarını güçlü bir şekilde motive eden bedenin zarar gördüğüne yönelik fiziksel ve duygusal bir sinyaldir. Uyku, genel olarak homeostazın korunmasına ve çoklu fizyolojik sistemlerde işlevin optimize edilmesine hizmet eden, davranışsal olarak düzenlenmiş bir dürtüdür. İnsanlar hayatta kalmak için hem ağrıya hem de uykuya ihtiyaç duyar; ancak ağrı ve uykuyu düzenleyen sistemlerdeki kronik bozukluklar sağlık ve refah üzerinde geniş çaplı, olumsuz bir etkiye sahiptir [42].

Kronik ağrının, hem uyku bozukluklarıyla hem de süresi veya kalitesi yetersiz olan uyku ile yüksek oranda ilişkili olduğu gösterilmiştir. Kronik ağrı bozukluklarının %67-88'inde uyku şikayetlerinin de mevcut olduğu [193,194] ve en sık teşhis edilen uyku bozukluğu olan insomniaya sahip bireylerin en az %50'sinin kronik ağrıdan muzdarip olduğu raporlanmıştır [195]. Ayrıca, hem kronik ağrı hem de uyku bozuklukları, obezite, tip 2 diyabet ve depresyon gibi bir dizi fiziksel ve ruhsal sağlık komorbiditesini paylaşmaktadır [196-200]. Yapılan çalışmalar aslında ağrı ve uyku ilişkisinin çift yönlü olduğunu vurgulamaktadır; ağrı uykuyu bozabilir ve kısa veya rahatsız uyku, ağrı eşiklerini düşürebilir veya spontan ağrıyı artırabilir [201].

Epidemiyolojik çalışmalar zayıf uyku kalitesi ve yetersiz uyku durasyonunun kronik ağrı için bir risk faktörü olduğunu göstermektedir [15]. Ayrıca, literatürde yetersiz veya kalitesiz uykunun hiperalejiye ve spontan ağrı semptomlarının (örneğin; kas ağrısı, baş ağrısı) gelişmesine veya şiddetlenmesine neden olabileceğine dair güçlü kanıtlar vardır [42]. Literatürde ağrı ve uyku arasındaki bu çift yönlü ilişki, uykunun bir veya daha fazla gün boyunca kısıtlandığı veya kesintiye uğradığı ve etkilerinin öznel ağrı raporları ve/veya kantitatif duygusal testler kullanılarak değerlendirildiği bir dizi deneysel uyku kaybı tasarımına sahip çalışmalarla gösterilmiştir. Bu çift yönlü ilişki, kronik ağrı popülasyonlarında bir kısır döngüye dönüşebilir ve sonuçta uyku eksikliğini ve ağrıyı

sürdürmeye ve büyötmeye hizmet edebilir; örneğın, kötü bir gece uykusu ağrıyı arttırabilir, bu da uykuyu bozabilir ve döngü uzun süre devam edebilir ve zamanla artabilir [15].

Uyku/ağrı ilişkisini destekleyen bu kanıtların arka planında iki temel soru vardır;

- 1) Ağrı ve uyku karşılıklı olarak mı yoksa tek yönlü olarak mı ilişkilidir?
- 2) Ağrı ve uyku arasındaki ilişkileri hangi mekanizmalar açıklamaktadır?

2.3.1. Uyku ve ağrı arasındaki ilişkiyi açıklayan olası mekanizmalar

Yetersiz uyku ve ağrı arasındaki bu köklü çift yönlü ilişkiye rağmen, bu karşılıklı ilişkinin altında yatan temel nörokimyasal mekanizmalar hakkında çok az bilimsel bilgi vardır. Ağrının nörobiyolojik mekanizmalarına ilişkin güncel bilgilerimize göre opioid, monoaminerjik, oreksinerjik, immün, melatonin ve endokannabinoid sistemlerinin nöronal ve nöronal olmayan bileşenlerinin; hipotalamus-hipofiz-adrenal ekseninin ve diğerlerinin yanı sıra adenosin ve nitrik oksit sinyalizasyonunun ağrının oluşmasında etkili oldukları düşünülmektedir.

Opioid sistem

Opioidler, farmakolojik etkilerini, endojen opioid peptitler (enkefalinler, dinorfinler ve endorfinler) tarafından aktive edilebilen üç opioid reseptörü (mu, delta ve kappa) aracılığıyla gösterir. Opioid reseptörler morfin gibi eksojen reseptörler tarafından da aktive edilir. Opioid sistem, stres yanıtı, bağışıklık fonksiyonu ve duygusal modülasyon gibi birçok sistemin düzenlenmesinde görev almasının yanı sıra ağrı modülasyonunda da önemli bir role sahiptir [202,203].

Sağlıklı yetişkinlerde Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) kullanılarak yapılan deneysel çalışmalar, deneysel olarak indüklenen sürekli ağrıya yanıt olarak çeşitli beyin bölgelerinde endojen opioid peptidlerin salındığını ve mu-opioid reseptör aktivasyonunun derecesinin, ağrı yoğunluğunun ve hoşnutsuzluk derecelerinin azalmasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir [204]. Ayrıca kronik ağrılı hastalarda yapılan başka bir çalışmada da mu-opioid reseptör iletiminin zayıfladığı gösterilmiştir [205]. Merkezi sinir sistemi (MSS) opioid reseptör mevcudiyetinin azalmasının, ağrıyı engelleme kabiliyetinin azalmasına yol açtığı ve böylece kronik ağrı durumlarını kolaylaştırdığı ileri sürölmüştür [205].

Opoid sistemin, uyku yoksunluğuna bağlı gelişen hipersensivite durumundaki potansiyel rolü 1970 li yıllarda araştırılmaya başlanmıştır. Daha yakın zamanlarda, mu-opioid agonisti olan morfin ve enkefalinaz inhibisyonunun analjezik etkileri sonucunda kemirgenlerde REM uyku yoksunluğunun azaldığı gösterilmiştir [206,207]. Opoid sistemin uyku-uyanıklık regülasyonundaki olası rolü insan çalışmalarında yeterince incelenmemiştir. Yine de kısmi veya tam uyku yoksunluğunun endojen opoid sistem ve monoaminerjik sistemin kısmen ilişkili olduğu ağrı inhibisyon sistemi üzerine olumsuz etkilerinin incelendiği çalışmalar vardır [208]. Ayrıca imsomniaya sahip kişilerde ağrı inhibisyon kapasitesinin bozulduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur [209]. Bu çalışma bulgularının ışığında yetersiz ve/veya kalitesiz uykunun opoid antinosisseptif sistemin işleyişini bozduğu düşünülebilir.

Monoaminerjik sistem

Monoaminerjik sistem (serotonin, norepinefrin, dopamin) ve opoid sistem yakından ilişkilidir. Bu iki sistem birlikte çalışarak nosisepsiyon gibi bazı nörobiyolojik işlevleri modüle edebilirler [209].

Perifer (PSS) ve merkezi sinir sisteminde (MSS) yaygınca bulunan monoamin serotonin, noradrenerjik nöronlarla birlikte, endojen ağrı inhibisyonunda görev almaktadır [210,211]. Serotonin, MSS'de analjezik ve proaljezik etkiler gösterirken, PSS'de ise proaljezik etkilere sahiptir [211]. Bu ikili etkisi düşünüldüğünde serotonerjik sistemin ağrı modülasyonundaki karmaşık bir rolü olduğu anlaşılmaktadır [212]. Serotonerjik sistem, uyku-uyanıklık davranışının kontrolü için de önemlidir. 1970'li yıllarda serotoninin derin NREM uykusunu başlattığı ve sürdürdüğü düşünülse de, son yıllarda serotoninin daha ziyade uyanıklığı artırdığı ve REM uykusunu inhibe ettiği gösterilmiştir [213]. Ayrıca, uyku eksikliği serotonin sistemindeki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. Hayvanlarda, akut uyku yoksunluğunun bazal ön beyindeki hücre dışı serotonin metabolitlerini artırdığı gösterilirken, daha ileri kronik uyku kısıtlamasının serotonin 1A reseptörünün duyarlılığını azalttığı gösterilmiştir [214].

Serotonerjik sistemin hem ağrı hem de uyku-uyanıklık kontrolündeki rolü göz önüne alındığında, bu sistemdeki bozukluklar eksik ve/veya kötü uykunun hiperaljezik etkilerine aracılık edebileceği düşünülebilir.

Norepinefrin, locus coeruleus (LC) ve diğer birçok beyin bölgesine yerleşen nöronlar tarafından sentezlenir ve beyinde nörotransmitter olarak görev alır. Periferde, norepinefrin üretilir ve adrenal bezlerden kan dolaşımına bir hormon olarak da salınır. Norepinefrin adrenerjik reseptörleri aktive eder ve reseptör alt tipine (alfa veya beta-adrenerjik) bağlı olarak, diğer birçok etkisinin yanında uyanıklıkta artışa, harekete hazır olmaya, vazokonstriksiyona, kalp atış hızında artışa neden olur. Sıçanlarda yapılan bir çalışmada, LC'deki noradrenerjik nöronların uyanıklık sırasında aktif olduğu, NREM uykusu sırasında daha az aktif olduğu ve REM uykusu sırasında neredeyse sessiz oldukları gösterilmiştir [215]. İnsanlarda yapılan bir çalışmada da kan dolaşımındaki norepinefrin seviyesinin uyku başlangıcında düştüğü ve uyku sırasında ise uyanıklığa kıyasla daha düşük olduğu gösterilmiştir [216]. Norepinefrinin ağrıyla ilişkisi incelenecek olursa; nöropatik ağrı varlığında hem noradrenerjik hem de serotonerjik iletimler arttırıldığında daha güçlü ve kalıcı bir analjezik etki ortaya çıktığını gösteren çalışmalar vardır [217]. Noradrenerjik sistemin uyku eksikliğinin ağrıyı artırıcı etkilerine aracılık etmedeki rolü doğrudan araştırılmamış olsa da, deneysel nöropatik ağrı sonucunda LC'deki noradrenerjik nöronların aktivitesini arttırdığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, mevcut bilgilerimize dayanarak, yetersiz uykunun bu sistemdeki aktiviteyi arttırdığı ve bunun analjezik bir etki gösterdiği düşünüldüğünde, bu sistemin uyku bozukluklarının ağrıyı artırıcı etkisine katkıda bulunması olası değildir [201,218].

Dopamin uyanıklığı teşvik eden bir araçtır ve dopamin miktarında farmakolojik olarak indüklenen artışlar (örn., amfetaminlerin veya modafinil uygulaması yoluyla) uyanmayı teşvik edici güçlü etkilere sahiptir. Yapılan çalışmaların sonuçları, dopaminin uyku eksikliği ve ağrı arasında bağlantı kuran mekanik bir role sahip olduğunu düşündürmektedir [199]. Farelerde yapılan bir çalışmada modafinil uygulamasının uyku yoksunluğunu normalize ettiği ve ağrı hassasiyetinde bir artışa sebep olduğu gösterilmiştir [219]. Sıçanlarda yürütülen başka bir çalışmada, akut REM uykusu yoksunluğunun hiperaljezik etkisinin, hem ağrı hem de uyku-uyanıklık döngüsü kontrolünde yer alan akumbens çekirdeğindeki dopamin D2 reseptörlerinde azalmış aktiviteye sebep olduğu gösterilmiştir [220]. Bir D2 agonistinin deneysel uygulamasının, uyku yoksunluğunun hiperaljezik etkisini bloke ettiği gösterilmiştir; bu, uyku yoksunluğunun dopaminerjik aktiviteyi azaltarak ağrıyı arttırdığını göstermektedir [220].

Bağıışıklık sistemi

Bağıışıklık sisteminin, herhangi bir enfeksiyon veya doku hasarına karşı cevabı inflamasyondur ve prostaglandinler ve sitokinler gibi iltihap araçlarını üretir. Bazı ağrı durumlarında ortaya çıkabilen bu inflamasyon mediyatörlerinin yetersiz ve kötü uyku durumlarında da görülebileceği gösterilmiştir.

Prostaglandin (PG) sisteminin, yalnızca enflamasyonu teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda enflamasyonun çözülmesinde de rol oynadığı düşünülmektedir [221]. PG' nin uykuyla olan ilişkisi incelendiğinde; PG üretiminin siklooksijenaz enzimleri (COX-1) tarafından baskılanmasının hayvanlarda NREM uykuda spontan ve sitokin kaynaklı artışları azalttığı gözlemlenmiştir [222,223]. İnsanlarda, önerilen günlük doz aralığında akut aspirin uygulaması yoluyla PG üretiminin engellenmesinin uyku verimliliğinde azalma, uyanma sayısında artış ve yavaş dalga uykusunu azalttığı gösterilmiştir [224]. Ayrıca PG sisteminin, belirli koşullar altında, nonsteroidal antiinflatuar ilaçlar (NSAID) tarafından inhibe edilmesi, devam eden enflamasyona katkıda bulunabileceği ve potansiyel olarak uykuyu bozabileceği düşünülmektedir[201]. Uyku eksikliğinin PG üzerine etkisini inceleyen uyku yoksunluğu çalışmalarının sonucunda, hayvanların beyin omurilik sıvısındaki PG düzeyinin arttığı raporlanmıştır [225]. Tüm bu bulgular PG'lerin uyku modülasyonundaki rolünü destekler niteliktedir.

Sitokinler (IL-1, IL-6, tümör nekroz faktörü [TNF] alfa, gibi), periferik duyuşal ve merkezi nosiseptif nöronları hassaslaştırabilen ve böylece hiperaljeziyi teşvik edebilen güçlü pronosiseptif faktörler olarak tanımlanmıştır [226]. Bazı hayvan çalışmalarında, ağrı durumlarında periferde ve omurilikte IL-6 nın yükseldiği gösterilmiştir[227]. Ayrıca IL-6 uygulamasının hiperaljeziye yol açabileceği ve IL-6 blokerlerinin ağrı duyarlılığını azaltabileceği de gösterilmiştir [227]. IL-6 ve diğer inflamatuvar sitokinlerin uyku ile olan ilişkisi incelendiğinde; yetersiz veya kötü uyku varlığında yanıt olarak bu tür sitokin yükseldiği görülmüştür [228]. İnsan deneylerinde, uzun süreli uyku yoksunluğu sonrası, kanda IL-6 seviyesinin yükselmesi ve ağrının artması ilişkili bulunmuştur [229].

Endojen kanabinoid sistem

Endokannabinoidler (Endojen kanabinoidler), merkezi ve periferik sinir sisteminde kanabinoid olarak ifade edilen reseptörlerine bağlanan lipid araçlarıdır. Endokannabinoid sistem, ağrı ve uykunun modülasyonu da dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik fonksiyonların düzenlenmesinde görev alır. Kanabinoidler son yıllarda kronik ağrının tedavisinde oldukça sık kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda endojen kanabinoid sisteminin, her ikisi de ağrıda kilit rol oynayan nöronal ve immün hücre fonksiyonunu modüle ettiği anlaşılmıştır [230].

Çeşitli inflamatuvar ve nöropatik ağrı modellerinin kullanıldığı çalışmalarda, kanabinoidlerin antinöroseptif etkiler gösterdiği bulunmuştur [230]. Ayrıca, kanabinoid reseptör agonistlerinin, klinik öncesi inflamatuvar ağrı durumunda antinöroseptiyon oluşturmak için ihtiyaç duyulan opioid miktarını azalttığı raporlanmıştır. Dolayısıyla bu sonuçlar, opioid ve kanabinoid sistemleri arasında bir etkileşim olduğunu düşündürmektedir [231].

Endokannabinoid sistemin uykuyla olan ilişkisini inceleyen çalışmalarda, Endokannabinoid sistemin normal uyku-uyanıklık döngüsü boyunca günlük bir ritim sergilediği ve uyanıklık sırasında daha yüksek seviyelere sahip olduğu gösterilmiştir [232]. Ayrıca, uyku kısıtlamasının sağlıklı insanlarda dolaşımdaki endokannabinoid düzeylerini artırdığı gösterilmiştir [233,234]. Eksojen kanabinoidlerin uyku üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmalar ise henüz erken aşamadır ve bugüne kadar elde edilen sonuçlar tutarsızdır [201,235,236].

Uyku bozukluklarıyla birlikte görülen kronik ağrı durumları olan hastalarda kanabinoidlerin potansiyel rolünü ele alan bazı çalışmalar da vardır. 29 randomize klinik çalışmanın analiz edildiği sistematik bir derlemede, kanabinoid kullanımının kanser dışı kronik ağrının tedavisinde orta düzeyde bir analjezik etki sağladığı ve aynı zamanda sübjektif uykuda da iyileşme sağladığı bildirilmiştir [237]. Diyabetik periferik nöropatik ağrısı olan hastalarda, sentetik kanabinoid (nabilon) kullanımının, plaseboya kıyasla ağrının giderilmesinde ve sübjektif uykuda daha fazla bir iyileşme sağladığı gösterilmiştir [238].

Serpell ve diğerkleri, çalışmalarında, çeşitli nöropatik ağırı koşullarında, tetrahydrocannabinol/cannabidiol (THC/CBD) oromukozal sprey tedavisinin, plasebo tedavisine kıyasla ağırı ve uyku kalitesini daha fazla iyileştirdiğini bulmuşlardır [239]. Benzer şekilde, THC uygulamasının multipl skleroz hastalarında ağırı ve uyku üzerinde yararlı bir etkisi olduğu gösterilmiştir [240]. Ayrıca, Blake ve diğerkleri, TCH/CBD bileşiği olan Sativex, romatoid artritli küçük bir hasta örneğinde hem ağırı hem de uyku kalitesi üzerinde önemli yararlı etkileri olduğunu göstermişlerdir [241].

Hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) eksenı

Hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) eksenı, hem fiziksel hem de psikolojik strese verilen cevaba aracılık eder. Hipotalamustan corticotropin-releasing hormone (CRH) salınması, hipofizden adrenokortikotropin hormonunun (ACTH) salgılanmasını uyarır, bu da daha sonra adrenal korteksten glukokortikoidlerin (insanlarda kortizol ve sıçanlarda kortikosteron) salgılanmasını uyarır. HPA eksenı, bağışıklık sistemi ile sıkı bir şekilde ilişkilidir, öyle ki proinflatuar sitokinler, HPA eksenini aktive ederek kortizol üretiminin artmasına neden olur [242]. Buna karşılık kortizol, periferdeki nosiseptörleri veya MSS'deki ağırı iletim nöronlarını duyarlılaştırdığı bilinen interlökin (IL)-1 ve IL-6 gibi proinflatuar sitokin üretimini inhibe eder. Bu nedenle, kortizol ve sentetik glukokortikoidlerin (rn. prednizolon ve deksametazon), dolaylı olarak nosiseptif sistemi modüle etmesi muhtemeldir [226].

İnsanlarda yapılan bazı çalışmalarının bulguları, uyku yoksunluğu ve eksikliğinin HPA eksenini etkilediği ve bazal kortizol seviyelerinde küçük yükselmelere ve strese karşı kortizol seviyesinde daha büyük bir artışa neden olduğunu göstermiştir [243-245] . Uykusuzluk semptomlarından mustarip bireyler arasında, bazal kortizol seviyelerinde hafif artışlar ve HPA ekseninin stres faktörlerine karşı hiperreaktivitesi rapor edilmiştir. Bu hiperreaktivitenin yetersiz uyku ile daha yüksek ağırı duyarlılığı arasındaki ilişkiye aracılık ettiği bulunmuştur [246,247].

Adenosin

Adenozin, enerji metabolizması, enflatuar ve bağışıklık yanıtları, uyku-uyanıklık düzenlemesi ve nosisepsiyon dahil olmak üzere vücutta birçok işlevin düzenlenmesinde rol

oyunayan bir nöromodülatördür. Adenozinin uyku düzenleyici ve uykuyu teşvik edici özellikleri vardır ve bazal ön beyin ve korteksteki hücre dışı adenosin seviyelerinin uyanma süresiyle orantılı olarak arttığı gösterilmiştir [248].

Adenozinin nosisepsiyonda da görev aldığı bilinmektedir. Adenosin A2A reseptörünün proanaljezik ve analjezik etkileri bildirilmiştir, öyle ki seçici bir A2A reseptör antagonistinin sistemik uygulamasının çeşitli prelinik ağrı modellerinde analjezik bir profil oluşturduğu, aynı zamanda opioidlerin analjezik etkisini bloke ettiği gösterilmiştir [249].

Literatürde, adenozinin uyku eksikliğini artan ağrı duyarlılığıyla ilişkilendirmedeki mekanik rolünü ele alan bazı hayvan çalışmaları vardır. Farelerde, yaygın olarak uyanma uyarıcısı olarak kullanılan seçici olmayan bir adenosin reseptör antagonisti olan kafein uygulaması, uyku yoksunluğunun neden olduğu hiperanaljeziyi tersine çevirmiştir [219]. Kafein ayrıca sıçanlarda ameliyat öncesi uyku yoksunluğunun neden olduğu ameliyat sonrası ağrı duyarlılığındaki artışı da önlemiştir [250]. Sıçanlarla yürütülen bir çalışmada, akut REM uyku yoksunluğunun hiperanaljezik etkisi, nükleus akumbensindeki adenosin A2A reseptöründe artan aktivite ile ilişkili bulunmuştur ve bir A2A reseptör antagonisinin uygulanması, uyku yoksunluğunun hiperanaljezik etkisini önlediği gösterilmiştir [220].

Nitrik oksit

Nitrik oksit (NO), bağışıklık, kardiyovasküler ve sinir sistemi fonksiyonlarının düzenlenmesinde yer alan merkezi ve periferik sinir sistemindeki hücreler tarafından üretilen güçlü bir vazodilatördür. Nitrik oksit ve nosisepsiyon arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, sinir hasarı sonrası farmakolojik nöronal nitrik oksit sentaz (nNOS) inhibitörlerinin sistemik veya spinal uygulamasının aşırı duyarlılığı hafiflettiğini bulmuşlardır [251]. Hatta benzer çalışmaların sonuçları ışığında kompleks kronik nöropatik ağrısı olan hastaların dorsal kök ganglion (DKG) stimülasyonu ile tedavisi araştırılmakta olan bir konudur [201,252].

Yapılan çalışmalar NO'nun uyku ve uyanıklığın homeostatik düzenlenmesinde bir başka önemli etken olduğunu göstermiştir; bazal ön beyindeki NOS seviyesi belirteçlerinin uyku yoksunluğu sırasında iki katına çıktığı bulunmuştur [253]. Diğer çalışmaların sonuçları incelendiğinde, NO ve adenosin sisteminin ilişkili olduğu görülmüştür. NO sistemindeki

değişikliklerin adenoazin sistemindeki değişikliklerden önce meydana geldiği ve birlikte uykuyu düzenledikleri gösterilmiştir [254]. Damasceno ve diğerleri, farelerde nosisepsiyonu modüle etmek için REM uykusu yoksunluğunu kullandıkları çalışmalarında, beyin sapındaki periaqueductal gri madde alanında (PAG) NOS' un arttığını buldular [255]. Benzer şekilde, Tomim ve diğerleri, kronik ağrılı sıçanlarda beyin sapı PAG' sinde azalan ağrı inhibitör ve ağrı uyarıcı aktivitenin REM uykusu yoksunluğu ile yoğunlaştığını bulmuşlardır [256].

Melatonin

Vücudun salgıladığı ana hormon olan melatonin, epifiz bezinden salgılanır. Melatonin hormonu karanlıkla artarken ışık ile baskılanır. İnsan vücudundaki zirve melatonin seviyesi gece saatlerinde meydana gelir. Melatonin, insan vücudunda, antinflamatuar, analjezik ve uykuyu teşvik edici birçok göreve sahiptir. Melatoninin analjezik özelliklerinin mekanizmaları henüz net olmasa da endorfinler, GABA reseptörü, opioid reseptörleri ve nitrik oksit üzerine etkileri olduğu bilinmektedir [257].

Eksojen melatonin uygulaması ile melatonin sinyalinin güçlendirilmesinin, uyku bozukluklarında uyku üzerinde yararlı bir etkiye sahip olabileceği gösterilmiştir [258]. Bu hastalarda melatonin, uyku başlangıcı gecikmesini azaltarak veya uyku-uyanıklık sürelerini düzenleyerek uykuyu iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, fibromiyalji ve irritabl bağırsak sendromu gibi kronik ağrı durumlarından şikayetçi hastalarda, eksojen melatoninin uygulamasının subjektif ağrıyı azalttığı ve fibromiyaljide endojen ağrı inhibisyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir [259-261].

Yine hayvanlarda yapılan bir uyku yoksunluğu çalışmasında, melatonin uygulamasının sinir hasarını takiben gelişen nöropatik ağrıyı azalttığı gösterilmiştir [262]. Bu bulguların ışığında, melatonin sisteminin eksik uykunun ağrıyı kolaylaştırdığı başka bir potansiyel mekanizma sunduğu düşünülebilir [201].

Özetle, mevcut bilgilerimize dayanarak, uyku eksikliğinin dahil olmak üzere ağırlıklı olarak analjezik özelliklere sahip olan opioid sistemi, melatonin sistemi ve dopamin sinyali gibi çeşitli sistemler ve araçlar üzerinde deaktive edici bir etkiye sahip iken ve ağırlıklı olarak hiperaljezik özelliklere sahip NO ve adenosin sinyali ve bağışıklık sisteminin enflamatuar araçları dahil olmak üzere bazı sistemleri ve araçları ise aktive ettiği görülmektedir. Uyku

ve ağrı arasındaki etkileşime dair mevcut bilgilere göre; uyku, çeşitli akut ve kronik durumlarda ağrının artmasında rol oynamaktadır. Dolayısıyla, ağrı ve uyku arasındaki potansiyel ilişkinin iyi anlaşılması, ağrı ve uykusuzluk durumlarına yönelik uygulanacak ilaç veya davranışsal müdahalelerin geliştirilmesi için oldukça önemlidir.

Tüm bu bilgiler sonucunda, sportif performansın önemli belirleyicisi olan kuvvet ve kuvvet oluşumunun temel mekanizması olan kassal aktiasyonun uyku yoksunluğu ile nasıl etkilendiği önemli bir araştırma sorusu olarak görülmektedir. Ayrıca yine uyku yoksunluğunun ağrı eşiğine herhangi bir etkisinin olup olmadığı da yukarıda bahsedilmiş olan objektif parametrelerle ortaya konulmalıdır. Bu nedenlerle sağlıklı, aktif ve genç bireylerde 24 saat süreli uyku yoksunluğunun diz çevresi kaslarının kassal aktivasyonlarına, kuvvetlerine ve ağrı eşiğine etkisini belirlemek amacıyla bu araştırma planlanmıştır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu araştırma Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sporcu Sağlığı Ünitesinde gerçekleştirildi. Çalışmaya Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu izni alındıktan sonra başlandı (Tarih: 04.10.2022 Sayı: E-77082166-302.08.01-507492, Araştırma Kod No: 2022-1191).

Bu çalışmaya uyku kalitesi iyi olan (Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) skoru <5) ve fiziksel aktivite seviyesi Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu (K-UFAA) ile belirlenmiş fiziksel olarak aktif (K-UFAA > 1500 MET-dk/hafta) 18-35 yaş arası 21 birey dahil edildi.

3.1.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri

- 18-35 yaş aralığında olmak.
- Pittsburgh uyku kalitesi indeksi (PUKİ) skoru <5 olmak [33].
- Fiziksel aktivite düzeyinin; Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu (K-UFAA) skorunun > 1500 MET-dk/hafta olması.
- Haftanın en az üç günü orta-yüksek şiddetli fiziksel aktivite yapıyor olmak.
- Normal uyku ölçümü gününde katılımcının uyku kalitesinin 5'li Likert tipi bir ölçeğe göre (1=zayıf ila 5=çok iyi) 3 ve üzerinde olması [263].

3.1.2. Çalışmadan hariç tutulma kriterleri

- PUKİ skoru >5 olmak.
- Daha önce 24 saat total uyku yoksunluğu deneyimi olmak.
- Günlük yaşamlarına / spora tam katılımlarını engelleyen herhangi bir ortopedik durumu olmak.
- Son 6 ay içerisinde alt ekstremit ve gövdede egzersizleri yapmaya engel olabilecek herhangi bir muskuloskeletal yaralanma geçmişi olmak.
- Egzersizler esnasında alt ekstremit ve gövdede ağrı hissedilmesi.
- Son 2 haftadır herhangi bir ilaç kullanıyor olmak.

- Sigara içmek.
- Günde ikiden fazla alkollü içki içmek veya bir seferde dörtten fazla içki içmek
- Sistemik ve/veya nörolojik problemi olmak.
- Kronik ağrıya sahip olmak.
- Kognitif herhangi bir problemi olmak.

3.2. Çalışma Dizaynı

Bu çalışma, her katılımcı için birbirini izleyen iki hafta arayla (arınma süresi) gerçekleştirilen iki özdeş oturumdan oluşmaktadır. Bu araştırma çapraz dizayn olarak tasarlanmıştır.

Önce temel ölçümler (normal uyku) gerçekleştirildi. Temel ölçümler için katılımcılardan en az 7-9 saat olacak şekilde iyi bir uyku uyuyup gelmeleri istendi [264]. Katılımcılardan normal uyku paternlerini testten en az 3 gün öncesine kadar korumaları istendi. Ayrıca test gününde katılımcıların uyku kalitesini garanti etmek için; uyku kaliteleri 5'li Likert tipi bir ölçekle (1: çok kötü ila 5: çok iyi) sorgulandı ve 3 ve üzeri puan veren katılımcılar teste alındı.

Katılımcıların temel ölçümleri (normal uyku günü) uyandıktan 2-3 saat sonra alındı. Her bir katılımcının temel ölçüm saati kaydedildi ve uyku yoksunluğu gününde de aynı saatte ölçümleri tekrarlandı. Tüm ölçümler insan sirkadiyen ritimleriyle ilişkili kas gücündeki günlük değişimleri önlemek için sabah 7 ile 11 arasında gerçekleştirildi [265].

Temel ölçümlerden sonra, 2 haftalık bir arınma süresi verildi. Katılımcıların bu arınma sürecinde normal rutinlerinin dışına çıkmamaları sağlandı. Arınma sürecinin ardından 24 saat uyku yoksunluğu müdahalesi yapıldı ve aynı ölçümler tekrarlandı. Uyku yoksunluğu müdahalesinden önceki gün sabah saat 07.00 dan itibaren katılımcılarla temasa geçildi ve gün içerisinde şekerleme yapmamaları konusunda uyarıldılar. Katılımcılar, uyku yoksunluğunu garanti etmek için ölçümden önceki gün ve gece her saat başı 2 araştırmacı tarafından arandı. Katılımcılar, iki araştırmacı tarafından nöbetleşerek arandı. Böylelikle ölçümleri gerçekleştirecek olan araştırmacıların uykusuz kalmamaları ve ölçüm sonuçlarının etkilenmemesi sağlandı. Uyku yoksunluğu sürecinde katılımcılardan evde kalmaları istendi ve bu sürede sedanter ve düşük şiddetli aktiviteler (televizyon izleme, okuma, müzik

dinleme, ayakta durma gibi) yapmaları tavsiye edildi. Yüksek şiddetli egzersiz ve stresten uzak durmaları istendi [264].

Her iki test gününde de sırasıyla; Ağrı Eşiği (Algometre), Maksimum İstemli İzometrik kontraksiyon (MİK), İzokinetik Eksantrik Egzersiz Testi ve Squat Egzersiz Testi ölçümleri yapıldı. Ayrıca teste başlamadan önce katılımcılara standart bir ısınma protokolü uygulandı.

Test gününde katılımcılar, ısınma protokolü olarak kendi seçtikleri hızda 5 ila 10 dakika koşu bandında yürütüldü ve 3 tekrarlı olacak şekilde 30 saniye boyunca hamstring ve kuadriseps kaslarına statik germe yapıldı. Hamstring kasını germek için oturur pozisyonda dizleri düz pozisyondayken öne doğru uzanmaları ve orda 30 saniye beklemleri istendi. Kuadriseps kası için ise yüzüstü pozisyonda uzanırken dizlerini tamamen büküp kalçalarına doğru (kalçasına değene kadar) çekmeleri ve burada 30 saniye beklemleri istendi.

Ölçümleri standardize edebilmek için katılımcıların, önceki gün ve ölçümler süresince alkol, sigara, çay, kahve veya diğer kafeinli içecekleri içmelerine izin verilmedi. Ayrıca tablet, telefon vb. elektronik cihazlarını uykudan en az 2 saat önce bırakmaları istendi. Testten önceki üç gün boyunca kahvaltı, öğle yemeği ve akşam yemeğini sırasıyla sabah saat 08:00, öğlen 13:00 ve akşam 20.00'da yemeleri istendi. Katılımcılar yüksek yağlı yiyeceklerden kaçınmaları konusunda uyarıldı. Test günü sabahı tüm katılımcılara testten bir saat önce 400 kcal standart bir kahvaltı verildi.

3.3. Değerlendirme Yöntemleri

3.3.1. Demografik bilgiler

Katılımcıların yaş, boy, cinsiyet, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, dominant taraf ve hastalık özgeçmişi bilgileri kaydedildi. Tüm katılımcılar bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu okudu ve imzaladı.

3.3.2. Katılımcıların uyku kalitesinin belirlenmesi

Pittsburgh uyku kalitesi indeksi (PUKİ)

Katılımcıların uyku kalitesi Pittsburgh uyku kalitesi indeksi (PUKİ) ile değerlendirildi. Bu ölçek Buysse ve diğerleri tarafından geliştirilmiştir [117]. Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği ise Ağargün ve diğerleri tarafından yapılmıştır [266]. PUKİ, bireyin son bir aylık süreçteki uyku düzenini değerlendirir. Bu ölçek bireyin kendisinin yanıtlayacağı 19 soru ve yatak ya da oda partnerinin yanıtlayacağı 5 sorudan oluşmaktadır. Kişinin partneri tarafından yanıtlanan bu 5 soru ölçek puanlamasına dahil edilmez yalnızca klinik bilgi almak için sorulur. PUKİ; subjektif uyku kalitesi, uyku latensi, uyku süresi, alışılmış uyku etkinliği, uyku bozuklukları, uyku ilacı kullanımı ve gündüz işlevsellik kaybı olmak üzere 7 alt ölçekten oluşur. Tüm bu alt ölçekler toplanır ve 0 ila 21 arasında değişebilen bir skor elde edilir. Toplam PUKİ skorunun beşten büyük olması bireyin uyku kalitesinin yetersiz olduğuna işaret eder (%89,6 duyarlılık ve %86,5 özgünlük ile). Bu çalışmaya PUKİ skoru <5 olan kişiler dahil edildi.

3.3.3. Fiziksel aktivite düzeyinin değerlendirilmesi

Bu çalışmada katılımcıların fiziksel aktivite düzeyini belirlemek için Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu (K-UFAA) kullanılmıştır. K-UFAA, Craig ve diğerleri tarafından, 15-65 yaş arasındaki bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir [267]. Bu formun Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması ise Sağlam ve diğerleri tarafından yapılmıştır [268]. Bu anket, kişilerin son 7 gününü kapsayan 7 adet sorudan oluşmaktadır. Sorular yürüme, oturma, orta düzeyde ve şiddetli aktivitelerde harcanan zaman ve yapılma sıklığını içerir. K-UFAA skoruna göre bireylerin fiziksel aktivite düzeyleri; inaktif, minimal aktif ve çok aktif şeklinde sınıflandırılır. Çalışmamıza, K-UFAA>1500 MET-dk/hafta olan ve haftada en az 3 gün şiddetli aktivite yapan bireyler dahil edildi.

3.3.4. Ağrı eşiği (algometre cihazı)

Bu çalışmada ağrı eşiğinin ölçümü için manuel algometre cihazı kullanılmıştır. Basınçlı algometre cihazı Fischer tarafından geliştirilmiştir [269]. Bu cihaz sayesinde ağrıya sebep

olan minimum basınç eşiği kaydedilir. Bu cihazın ucunda 1 cm² boyutunda kauçuk olan metal bir çubuk vardır. Bu kauçuk uç deri üzerinden uygulanan basıncı derin dokulara iletir. Bu cihaz ile 10 kg'a kadar basınç uygulanabilir. Basıncılı algometre cihazının derin kas hassasiyetinin ölçümü için klinik uygulamalarda yararlı olduğu kanıtlanmıştır ve geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır [269].

Çalışmamızda kuadriseps (Rectus femoris (RF), Vastus medialis obliquus (VMO) ve Vastus lateralis (VL)) ve hamstring kasının (Biceps Femoris (BF) ve Semitendinosus (ST) ağrı eşiği ölçülmüştür [270,271]. Kuadriseps kas grubu için hastadan sırtüstü uzanması istendi. Daha sonra Kuadriseps kasının her bir parçasının motor noktasından olacak şekilde ölçüm alındı. Hamstring kası için ise hastadan yüzüstü uzanması istendi ve her bir parçasının motor noktasından ölçüm alındı. Ölçüm esnasında, katılımcılardan ağrıyı hissettikleri ilk anı belirtmeleri istendi. Her bir bölge için 3 kez ölçüm alındı ve 3 tekrarın ortalaması hesaplandı. Algometre ölçümü normal uyku ve uyku yoksunluğu gününde testlerden hemen önce, testlerden hemen sonra, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonra olacak şekilde tekrarlandı. Bu çalışmada, egzersiz öncesinde de ağrı eşiğinin değerlendirilmesinin amacı, uyku yoksunluğunun etkisini, tekrarlı eksantrik kontraksiyonlar sonrasında gelişebilecek olası kas hasarından bağımsız olarak incelemektir. Egzersiz sonrasında ağrı eşiğinin değerlendirilmesinin amacı ise; uyku yoksunluğunun şiddetli aktiviteler sonrasındaki ağrı karakterizasyonun nasıl etkileyeceğini incelemektir (Resim 3.1).



Resim 3.1. Algometre ölçümü anatomik bölgeleri ve ölçüm pozisyonları

3.3.5. Yüzeyel elektromyografi (yEMG)

Yüzeyel Elektromyografi (yEMG), kassal aktivasyonun değerlendirilmesini sağlayan invaziv olmayan objektif bir ölçüm yöntemidir. Motor Ünite Aksiyon Potansiyellerinin (MUAP) sayısı ve sıklığında meydana gelen değişimler kas kasılmasının miktarını belirler. yEMG ölçümünün mekanizması, MUAP sonucunda deriye yayılan elektriksel potansiyellerin elektrotlar yoluyla tespit edilmesidir. yEMG ölçümünde, kullanılan yüzeyel elektrotlar ile aktif bir motor ünite tarafından oluşturulan aksiyon potansiyeli ve kas fiberlerinin membran özellikleri kaydedilir. İnvaziv olmayan bu yöntem, ağrı

oluşturmaması, herhangi bir enfeksiyona sebep olmaması ve kullanımının hem uygulayıcı hem de katılımcı açısından daha konforlu olması nedeniyle avantajlıdır.

Bu çalışmada, aktivasyon ölçümleri için 8 kanallı EMG Noraxon MiniDTS system (Noraxon, USA, Inc, Scottsdale, AZ) kullanıldı. yEMG sinyallerini kaydedebilmek için tek kullanımlık ve kendinden yapışkanlı Ag/AgCl elektrotlar kullanıldı. Ölçüm öncesinde deri direncini düşürebilmek için ölçüm bölgesi tıraşlandı. Zımpara kullanılarak ölçüm bölgesindeki ölü deri kaldırıldı ve ardından alkollü pamuk ile silindi. Elektrotlar Elektrotlar, European Recommendations for Surface Electromyography (SENIAM) tarafından önerilen şekilde yerleştirildi [272]. Elektrotlar yerleştirildikten sonra deri impedansının 2 k Ω 'un altına düştüğünü kontrol etmek için dijital multimetre cihazı (Uni-T UT33D+ 600V 10A) kullanıldı. Ardından amplifikatörler, 4 x 2,2 cm'lik çift taraflı 8 şeklindeki bantlar kullanılarak cilde temas ettirildi.

Elektrot yerleşimleri

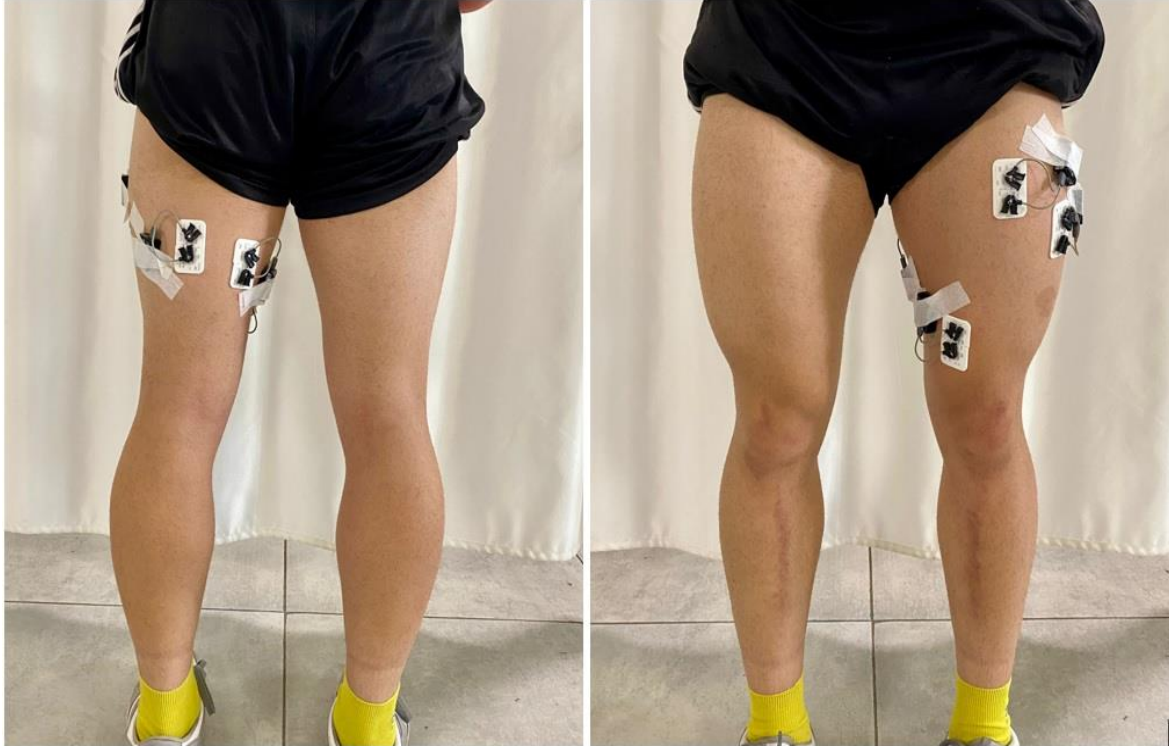
Biceps femoris kası (BF): Katılımcıdan dizleri 90⁰' den daha az olacak şekilde fleksiyonda ve kalça eklemi hafif dış rotasyonda olacak şekilde yüzüstü pozisyonda uzanması istendi. Ardından İskiyal tüberositas ve tibianın lateral epikondilin orta noktası belirlendi. Yüzeyel elektrot, oryantasyonu iskiyal tüberositas ve tibianın lateral epikondilinin hattı üzerinde olacak şekilde yerleştirildi.

Semitendinosus kası (ST): Katılımcıdan dizleri 90⁰' den daha az olacak şekilde fleksiyonda ve kalça eklemi hafif iç rotasyonda olacak şekilde yüzüstü pozisyonda uzanması istendi. Ardından İskiyal tüberositas ve tibianın medial epikondilinin orta noktası belirlendi. Yüzeyel elektrotlar, oryantasyonu iskiyal tüberositas ve tibianın medial epikondil hattı üzerinde olacak şekilde yerleştirildi.

Rectus femoris (RF): Katılımcıdan dizleri hafif fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde sırtüstü uzanması istendi. Anterior spina iliaka superior ve patellanın proksimal sınırının orta noktası işaretlendi. Elektrotlar, anterior spina iliakadan patellanın üst kısmına kadar olan hat yönünde olacak şekilde yerleştirildi.

Vastus medialis (VM): Katılımcıdan dizleri hafif fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde sırtüstü uzanması istendi. Anterior spina iliaca superior ile medial ligamanın anterior sınırının önündeki eklem boşluğu arasındaki çizginin %80' nine denk gelen bölge belirlendi. Elektrotlar, anterior spina iliaca superior ile medial ligamanın ön sınırının önündeki eklem boşluğu arasındaki çizgiye dik olacak şekilde yerleştirildi.

Vastus lateralis (VL): Katılımcıdan dizleri hafif fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde sırtüstü uzanması istendi. Elektrotlar, anterior spina iliaca superior'dan patellanın lateral tarafına kadar olan hattın 2/3'üne kas fibrillerinin doğrultusu dikkate alınarak yerleştirildi [272] (Resim 3.2).



Resim 3.2. Elektrot yerleşimi

Sinyal analizi

yEMG verilerinin sinyal analizi Noraxon myoRESEARCH® 3.14 (Noraxon USA) ve MATLAB yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. yEMG sinyalleri, 100 ms aralıklarla Root Mean Square (RMS) ile düzenlendi ve Infinite Impulse Response (IIR) modunda 500 Hz low pass ve 10 Hz high pass filtresi uygulanarak analiz edildi.

Maksimum istemli izometrik kontraksiyon (MİK)

Maksimum İstemli İzometrik kontraksiyon (MİK) ölçümü için izokinetik dinamometre (Cybex NORM, Humac, CA, USA) kullanıldı. Hamstring kası MİK ölçümü için, katılımcılardan dizi 45 ° fleksiyonda ve kalçası 0 ° ekstansiyonda olacak şekilde yüzüstü pozisyonda uzanması istendi. Katılımcıların gövdeleri ve diz eklemi kemer yardımıyla sabitlenmiştir. MİK ölçümü için katılımcılardan 5 saniye boyunca maksimum izometrik diz fleksiyonu yapmaları istendi. Kuadriseps kası MİK ölçümü için ise oturma pozisyonunda diz 60° fleksiyonda iken 5 saniye boyunca maksimum izometrik diz ekstansiyonu yapmaları istendi [273].

Test sırasında kişilere kaslarını maksimum kasmaları komutu verildi. Her 3 başarılı tekrar olmak üzere her bir MİK ölçümü 5 saniye sürdü. Test sonunda başarılı 3 tekrarın ortalaması hesaplandı. Test sırasında yüzeyel Elektromyografi (yEMG) cihazı ile kayıt alındı.

3.5. Egzersiz Uygulamaları

3.5.1. İzokinetik eksantrik egzersiz testi

Bu çalışmada, izokinetik dinamometre (Cybex NORM, Humac, CA, USA) kullanıldı.

Hamstring kası (BF ve ST) için; Katılımcılardan yüzüstü pozisyonda, izokinetik sistemde 60 derece/sn ($^{\circ}/sn$) açısal hızında 15 tekrarlı eksantrik diz fleksiyonu (0° ekstansiyon- 90° fleksiyon aralığında) yapmaları istendi. Ardından kuadriseps kası (RF, VM ve VL) için ise; Oturma pozisyonunda izokinetik sistemde 60 $^{\circ}/sn$ açısal hızında (0° ekstansiyon- 90° fleksiyon aralığında) 15 tekrarlı eksantrik kasılma yapmaları istendi. Katılımcılara test protokolünü anlamaları için her testten önce 3 deneme yaptırıldı. Test esnasında katılımcıların testi maksimum güçle tamamlamaları istendi. İzokinetik kontraksiyonlar sırasında yEMG cihazı ile kayıt alındı. Maksimal eksantrik aktivasyon ölçümü için 2., 3. ve 4. tekrarların ortalaması dikkate alındı. Yorgunluk analizi için ise 15 tekrar maksimal eksantrik aktivasyonların median frekansının eğimi hesaplandı [274]. Bu tez çalışmasında izokinetik sistemde eksantrik egzersiz testi yapılmasının amacı; uyku yoksunluğunun objektif ve yüksek motivasyonla yapılan maksimal eksantrik kasılma kuvvetini, aktivasyonunu ve yorgunluğu ne şekilde etkileyeceğinin incelenmesidir (Resim 3.3).



Resim 3.3. Kuadriseps ve Hamstring kasları için Maksimal Eksantrik kas testi

3.5.2. Squat egzersiz testi

Katılımcılardan, dizleri düz, ayakları omuz genişliğinde açık ve elleri bele yerleştirilmiş pozisyonda iken harekete başlamaları istendi. Squat egzersizi sırasında hareket aralığı 90^0 diz fleksiyonu olarak belirlendi. Diz açısını standardize edebilmek için bir eğim ölçer cihazı kullanıldı. Squat egzersizi sırasında metronom kullanılarak hareket hızı; 3 saniye iniş, 3 saniye diz fleksiyonda bekleme ve 3 saniye kalkış olacak şekilde standardize edildi. Tüm katılımcılardan 3 başarılı tekrar yapmaları istendi. Squat egzersizi sırasında yEMG ile kayıt alındı. Bu tez çalışmasında squat egzersiz testinin kullanılmasının amacı; uyku yoksunluğu durumunda, fonksiyonel ve üç farklı kasılma türünü içeren aynı zamanda klinik ve spor salonlarında çok sıklıkla kullanılan bir egzersiz olan squat sırasındaki pik kassal aktivasyonların ne şekilde etkileneceğini incelemektir (Resim 3.4).



Resim 3.4. Squat Egzersiz Testi

3.6. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda, örneklem büyüklüğü analizi G.*Power 3.1. programı ile gerçekleştirildi. %85 güven seviyesinde, %5 hata payı ile çalışmamıza 21 kişi alınması gerektiği hesaplandı.

Araştırmaya katılan tüm gönüllülere ait veriler istatistiksel analizlere dahil edildi. Çalışma verilerinin istatistiksel analizleri için “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Versiyon 22.0 (SPSS inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanıldı. Analizlere geçmeden önce verilerin parametrik mi yoksa parametrik olmayan testlerle mi test edilmesi gerektiğine karar verildi. Bu amaçla tüm verilerin normal dağılımı görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro-Wilk Testi) kullanılarak incelendi. Ardından; MİK, İzokinetik Eksantrik Egzersiz Testi ve Squat Egzersiz Testi bulguları Bağımlı Gruplar t-Testi ile analiz edildi.

Algometre bulguları ise; tek yönlü varyans analizi ve çeşitli zamanlardaki ölçüm farklılığı için ise tekrarlı ölçümlerde Anova testi kullanıldı. Çalışmada istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alındı, tüm sonuçlar buna göre değerlendirildi ve yorumlandı.



4. BULGULAR

4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri

Katılımcıların %52,38'i (n=11) kadın %47,1'i (n=10) erkekti. Dominant ekstremite katılımcıların %90,47'sinde (n=19) sağ taraf iken, %9,52'sinde (n=2) sol taraftı. Katılımcıların %14,28'si Futbol (n=3), %19,04'ü Powerlifting (n=4), %57,14'ü Fitness (n=9) ve %9,52'si Tekvando (n=2) ile ilgilenmekteydi. Çalışmaya alınan katılımcılara dair demografik ve ölçümle elde edilen değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Katılımcıların demografik özellikleri

	n	Min	Max	Ortalama±SS
Yaş (yıl)	21	18	23	21,05±1,46
Boy (cm)	21	160,0	182,0	171,10±6,43
Vücut Ağırlığı (kg)	21	43	82	64,68±11,09
VKI (kg/m ²)	21	15,76	25,59	21,99±2,89

n: Kişi Sayısı; VKI: Vücut Kütle İndeksi, SS: Standart Sapma.

4.2. Her Bir Kasın Normal Uyku ve Uyku Yoksunluğu Durumundaki Kassal Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

4.2.1. Maksimal istemli izometrik kontraksiyon (MİK)

Katılımcıların maksimal istemli izometrik kontraksiyon (MİK) sırasındaki kassal aktivasyonları her bir kas grubu için normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında ölçüldü. Elde edilen veriler bağımlı gruplar T testi ile analiz edildi. RF, VM, VL, BF ve ST kaslarının MİK ölçümlerinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kasların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumundaki MİK ölçümlerinin karşılaştırılması

Ölçüm	Kas Adı	Normal Uyku	Uyku Yoksunluğu	p
		Ort±SS	Ort±SS	
MİK	RF	424,55±195,14	406,55±223,25	0,571
	VM	450,20±293,47	393,20±244,65	0,400
	VL	374,82±160,35	357,49±22,82	0,690
	BF	303,84±87,66	279,69±101,91	0,231
	ST	386,66±125,83	328,16±127,25	0,111

*: Bağımlı Gruplar T testi, MİK: Maksimal İstemli İzometrik Kontraksiyon, Anlamlılık düzeyi $p<0,05$, SS:Standart Sapma, Ort: Ortalama, RF: Rektus Femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, BF: Biceps Femoris, ST: Semitendinozus.

4.2.2. İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasındaki maksimal Kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

Katılımcıların İzokinetik Eksantrik Egzersiz Testi sırasındaki kassal aktivasyonları her bir kas grubu için normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında ölçüldü. Elde edilen veriler bağımlı gruplar T testi ile analiz edildi. VL kasının izokinetik eksantrik egzersiz testi sırasındaki kassal aktivasyonunun uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuyla kıyaslandığında anlamlı düzeyde düştüğü görülürken ($p=0,045$) ($p<0,05$); RF, VM, BF ve ST kaslarının kassal aktivasyonları açısından normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

Ölçüm	Kas Adı	Normal Uyku	Uyku Yoksunluğu	p
		Ort±SS	Ort±SS	
Eksantrik Egzersiz Sırasındaki Pik Aktivasyon (% MİK)	RF	97,97±44,00	104,36±75,58	0,652
	VM	97,65±49,26	112,37±62,78	0,457
	VL	73,98±37,77	59,46±20,46	0,045
	BF	89,00±26,58	77,62±15,96	0,140
	ST	110,00±54,18	94,41±61,48	0,383

*: Bağımlı Gruplar T testi, Anlamlılık düzeyi $p<0,05$, SS:Standart Sapma, Ort: Ortalama, RF: Rektus Femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, BF: Biceps Femoris, ST: Semitendinozus.

İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasındaki yorgunluğun normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

15 tekrarlı İzokinetik Eksantrik kasılma sırasında Hamstring ve Kuadriseps kas gruplarında oluşan yorgunluk miktarı normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında kassal aktivasyonda meydana gelen eğim miktarı (slope değeri) kullanılarak belirlendi. Elde edilen veriler bağımlı gruplar T testi ile analiz edildi. 15 tekrarlı eksantrik kasılma sonucunda RF kasında meydana gelen yorgunluk miktarı uyku yoksunluğu müdahalesinden sonra normal uykuya kıyasla daha fazlaydı ($p=0,018$). VM, VL, BF ve ST kaslarında normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında yorgunluk açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. İzokinetik eksantrik egzersiz testi sırasında oluşan yorgunluğun normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

		Normal Uyku	Uyku Yoksunluğu	
15 Tekrar Slope Değeri	Kas	Ort±SS	Ort±SS	p*
Kassal Aktivasyon	RF	-2,26±2,56	-4,24±1,55	0,018
	VM	-3,83±1,74	-3,45±1,41	0,657
	VL	-2,71±2,69	-3,20±1,70	0,609
	BF	-3,90±2,29	-4,43±2,20	0,581
	ST	-3,65±2,17	-3,33±1,92	0,739

*: Bağımlı Gruplar T testi, Anlamlılık düzeyi $p<0,05$, SS: Standart Sapma, Ort: Ortalama, RF: Rektus Femoris, VM: Vastus Medialis; VL: Vastus Lateralis; BF: Biceps Femoris, ST: Semitendinosus.

4.2.3. Squat egzersizi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

Katılımcıların squat egzersizinin eksantrik, izometrik ve konsantrik fazı sırasındaki kassal aktivasyonları her bir kas grubu için normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında ölçüldü. Elde edilen veriler normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları açısından bağımlı gruplar T testi ile analiz edildi. RF kasının kassal aktivasyonunun squat egzersizinin; eksantrik fazı ($p=0,027$), izometrik fazı ($p=0,019$) ve konsantrik fazı ($p=0,018$) sırasında uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuna göre anlamlı düzeyde düştüğü görüldü ($p<0,05$). ST kasının squat egzersizinin eksantrik fazı ($p=0,012$) ve konsantrik fazı ($p=0,048$) sırasında uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuna göre anlamlı düzeyde yükseldiği görülürken ($p<0,05$), izometrik fazı sırasında uyku durumları arasında anlamlı bir fark yoktu ($p=0,061$) ($p>0,05$). VM, VL ve BF kaslarının squat egzersizi sırasındaki (eksantrik,

izometrik ve konsantrik faz) kassal aktivasyon düzeylerinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Squat egzersizi sırasındaki kassal aktivasyonların normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

		Normal Uyku	Uyku Yoksunluğu	
Squat Egzersizi	Kas Adı	Ort±SS	Ort±SS	p*
Eksantrik Faz (%MİK)	RF	22,90±17,24	15,31±10,76	0,027
	VM	37,63±16,95	32,79±14,79	0,177
	VL	31,09±13,01	35,65±20,70	0,266
	BF	10,20±4,93	10,89±5,16	0,576
	ST	9,17±3,97	12,91±5,96	0,012
İzometrik Faz (%MİK)	RF	27,63±16,40	20,77±14,06	0,019
	VM	47,11±20,92	41,70±21,68	0,186
	VL	39,17±16,49	44,06±24,82	0,279
	BF	7,45±4,29	7,60±5,35	0,867
	ST	6,11±3,86	8,30±5,32	0,061
Konsantrik Faz (%MİK)	RF	21,99±13,15	14,90±9,04	0,018
	VM	46,82±25,48	41,29±16,83	0,289
	VL	37,03±16,17	41,67±21,09	0,206
	BF	7,27±3,88	8,77±4,28	0,213
	ST	7,15±2,72	11,06±7,73	0,048

*: Bağımlı Gruplar T testi, Anlamlılık Düzeyi $p<0,05$, SS: Standart Sapma, Ort: Ortalama, RF: Rektus Femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, BF: Biceps Femoris, ST: Semitendinosus.

4.3. İzokinetik İzometrik ve Eksantrik Kas Testi Sırasındaki Kassal Kuvvetin Normal Uyku ve Uyku Yoksunluğu Durumlarında Karşılaştırılması

Katılımcıların İzokinetik Eksantrik (60^0 /sn) ve İzometrik Kas Testi sırasındaki kassal kuvveti Hamstring ve Kuadriseps kası için normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında ölçüldü. Elde edilen veriler bağımlı gruplar T testi ile analiz edildi. Hamstring kasının izometrik ($p=0,058$) ve eksantrik kas kuvveti ($p=0,088$) açısından normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$). Kuadriseps kasının izometrik ($p=0,815$) ve eksantrik kas kuvveti ($p=0,304$) düzeylerinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$) (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. İzokinetik izometrik ve eksantrik kas testi sırasındaki kassal kuvvetin normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

Kuvvet	Kas Adı	Normal Uyku	Uyku Yoksunluğu	p*
		Ort±SS	Ort±SS	
İzometrik Kuvvet (NM)	Kuadriseps	195,0±54,96	190,25±49,70	0,815
	Hamstring	89,46±19,47	77,60±24,12	0,058
Eksantrik Kuvvet (NM)	Kuadriseps	149,85±48,40	145,55±45,09	0,304
	Hamstring	107,28±69,80	100,05±59,53	0,088

*: Bağımlı Gruplar T testi, Anlamlılık düzeyi $p<0,05$, SS: Standart Sapma, Ort: Ortalama.

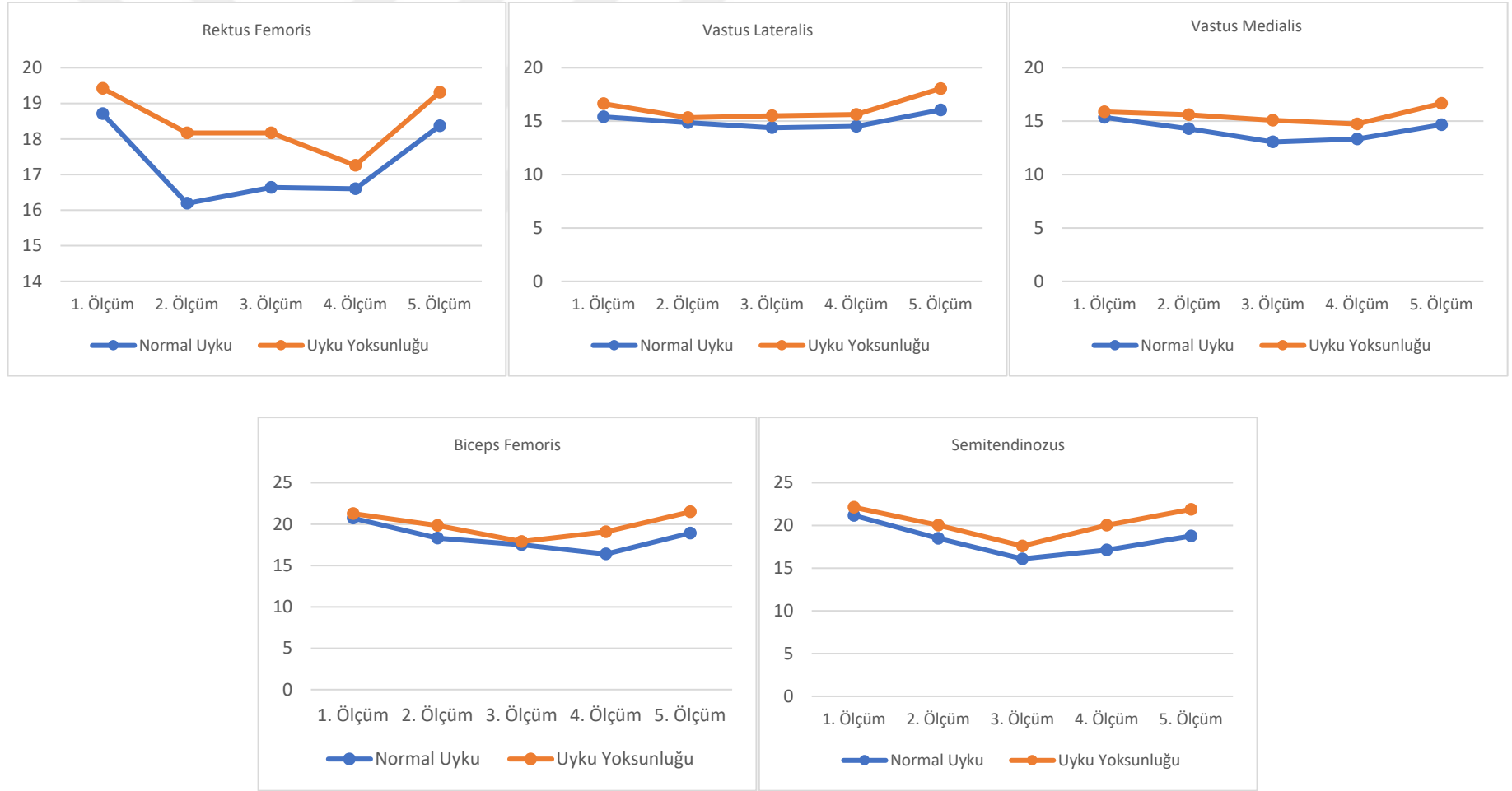
4.4. Ağrı Eşiğinin Normal Uyku ve Uyku Yoksunluğu Durumlarında Karşılaştırılması

Katılımcıların ağrı eşiği ölçümü normal uyku ve uyku yoksunluğu gününde, testten önce (1.ölçüm), testten hemen sonra (2. ölçüm), 24. Saat (3. ölçüm), 48. saat (4. ölçüm) ve 72. saatte (5. ölçüm) tüm kas grupları için tekrarlandı. VM, RF ve BF kaslarının, 1. ölçüm, 2. ölçüm, 3. ölçüm, 4. ölçüm ve 5. ölçüm sonuçları açısından normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$). VL kasının 1. ölçüm, 2. ölçüm, 3. ölçüm ve 4. ölçümlerinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yokken ($p>0,05$), 5. ölçümdeki ağrı eşiği uyku yoksunluğu durumunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekti ($p=0,032$). ST kasının 1. ölçüm, 2. ölçüm ve 3. ölçümlerindeki ağrı eşiğinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yokken ($p>0,05$), 4. ölçüm ($p=0,036$) ve 5. ölçümdeki (0,003) ağrı eşiği uyku yoksunluğu durumunda anlamlı düzeyde daha yüksekti ($p>0,05$) (Çizelge 4.7) (Şekil 4.1).

Çizelge 4.7. Ağrı eşiğinin normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması

	1. Ölçüm			2. Ölçüm			3. Ölçüm			4. Ölçüm			5. Ölçüm		
Kas	Normal Uyku (Ort±SS)	Uyku Yoksunluğu (Ort±SS)	p*	Normal Uyku (Ort±SS)	Uyku Yoksunluğu (Ort±SS)	p*	Normal Uyku (Ort±SS)	Uyku Yoksunluğu (Ort±SS)	p*	Normal Uyku (Ort±SS)	Uyku Yoksunluğu (Ort±SS)	p*	Normal Uyku (Ort±SS)	Uyku Yoksunluğu (Ort±SS)	p*
VM	15,35±3,75	15,87±2,77	0,359	14,30±2,77	15,59±2,47	0,202	13,05±2,88	15,08±2,23	0,287	13,33±2,97	14,74±1,99	0,168	14,67±2,99	16,66±2,22	0,118
VL	15,39±4,27	16,64±2,88	0,139	14,85±4,05	15,33±2,47	0,525	14,38±3,65	15,50±3,02	0,745	14,52±4,58	15,62±2,19	0,126	16,05±3,85	18,05±2,69	0,032
RF	18,71±4,56	19,42±3,78	0,591	16,19±4,08	18,17±3,29	0,095	16,64±4,37	18,17±3,29	0,810	16,60±5,43	17,26±1,79	0,129	18,37±3,90	19,31±2,56	0,087
BF	20,71±5,78	21,27±4,33	0,683	18,31±5,85	19,82±4,29	0,297	17,51±7,89	17,89±2,75	0,989	16,38±6,67	19,057±3,78	0,062	18,91±5,57	21,47±4,43	0,068
ST	21,17±5,36	22,12±2,94	0,265	18,47±5,24	20,02±3,90	0,338	16,09±3,86	17,60±3,92	0,222	17,11±5,58	20,01±3,96	0,036	18,77±4,42	21,87±3,57	0,003

*: Tekrarlı ölçümler ANOVA, Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$, SS: Standart sapma, Ort: Ortalama, RF: Rektus Femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, BF: Biceps Femoris, ST: Semitendinosus.



Şekil 4.1. RF, VL, VM, BF ve ST kaslarının egzersizden hemen önce (1. Ölçüm), hemen sonra (2. Ölçüm), 24 (3. Ölçüm), 48 (4. Ölçüm) ve 72 saat sonraki (5. Ölçüm) ağrı eşiği ölçümü



5. TARTIŞMA

Bu çalışma ile 24 saat total uyku yoksunluğunun (TUY) hamstring ve kuadriseps kaslarının kuvveti, aktivasyon özellikleri ve ağrı eşiği üzerine akut etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, hamstring ve kuadriseps kaslarının izometrik ve eksantrik kas kuvvetlerinde TUY durumunda herhangi bir değişiklik olmadığı görüldü. İzokinetik sistemde değerlendirilen VL kasının maksimal eksantrik kontraksiyon testi sırasındaki kassal aktivasyonunun TUY’ da azaldığı; RF, VM, BF ve ST kaslarının kassal aktivasyonlarının ise değişmediği görüldü. Eksantrik kas testi sırasında yalnızca RF kasının TUY’ da daha fazla yorulduğu kaydedildi. Squat egzersizi sırasında ise; RF kası aktivasyonunun, bu egzersizin eksantrik fazı, izometrik fazı ve konsantrik fazı sırasında uyku yoksunluğunda düştüğü ortaya konuldu. ST kasının aktivasyonunun squat egzersizinin eksantrik fazı ve konsantrik fazı sırasında uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuna göre yükselirken, izometrik fazı sırasında ise herhangi bir değişiklik yoktu. VM, VL ve BF kaslarının squat egzersizi sırasındaki kassal aktivasyon düzeylerinde ise uyku yoksunluğu durumunda bir fark bulunmadı. Yoğun bir egzersiz seansı sonrasındaki ağrı karakterizasyonun uyku yoksunluğu müdahalesi sonrasında nasıl değişeceğinin incelenmesinin amaçlandığı çalışmamızın sonucunda, tüm kas grupları için egzersizden hemen sonraki ve 24 saat sonraki ağrı eşiği açısından uyku yoksunluğu ve normal uyku durumları arasında fark olmadığı kaydedildi. ST kasının egzersizden 48 ve 72 saat sonrasındaki, VL kasının ise yalnızca 72 saat sonraki ağrı eşiğinin uyku yoksunluğu durumunda anlamlı düzeyde yükseldiği görüldü.

5.1. Kas Kuvveti

Hamstring ve Kuadriseps kaslarının maksimal izokinetik eksantrik ve izometrik kas kuvvetlerinin normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında değerlendirildiği bu tez çalışmasında hem hamstring hem de kuadriseps kasının izometrik ve eksantrik kas kuvvetlerinin uyku yoksunluğu durumunda değişmediği sonucuna varıldı. Bilgimiz dahilinde, çalışmamız 24 saatlik uyku yoksunluğunun hamstring ve kuadriseps kaslarının eksantrik kas kuvveti üzerine etkisini inceleyen literatürdeki ilk çalışmadır.

Hamstring ve kuadriseps kaslarının maksimal izometrik kuvvetinin 24 saatlik uyku yoksunluğu durumunda değişmemesi sonucu literatürdeki diğer birçok çalışma raporuyla

tutarlıdır. Symons ve diğerleri, 11 erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında, 60 saatlik uyku yoksunluğunun bacak ekstansör kasların izometrik kuvvetinde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığını söylemişlerdir [23]. Benzer şekilde Vaara ve diğerleri, 20 askeri erkek öğrenciyi dahil ettikleri çalışmalarında 60 saat total uyku yoksunluğunun diz ekstansör kaslarının maksimal izometrik kuvvetini değiştirmediğini raporlamışlardır [275]. Skurvydas ve diğerleri, 30 genç erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında, 24 saatlik uyku yoksunluğunun hem sabah (08.00) hem de akşam (19.00) saatlerinde diz ekstansör kaslarının maksimal izometrik kuvvetini ve dikey zıplama performansını değiştirmediğini göstermişlerdir [153]. Yine Skurvydas ve diğerleri, başka bir çalışmalarında, 24 saat uyku yoksunluğunun diz ekstansörlerinin maksimal izometrik kuvvetini değiştirmezken, 48 saat uyku yoksunluğunun ise düşürdüğünü raporlamışlardır [276]. Temesi ve diğerleri, 12 aktif erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında total uyku yoksunluğunun kuadriseps ve hamstring kaslarının maksimal izometrik kuvveti üzerine etkisi olmadığını göstermişlerdir [35].

Genel olarak, uyku yoksunluğunun fiziksel performans üzerindeki etkisine dair literatürdeki mevcut kanıtlar, kas performansından ziyade kardiyorespiratuar performans üzerinde daha büyük bir etkiye işaret etmektedir [275]. Literatürde uyku yoksunluğunun farklı kas gruplarının maksimal kuvveti üzerine etkisini inceleyen çalışmaların sonuçları da yukarıdaki çalışma sonuçlarıyla tutarlıdır [23,27,152,153,276-278]. Bu çalışma bulguları, motor kontrolün doğruluğuna ihtiyaç duyulmadığında uyku yoksunluğunun maksimal kuvveti veya kaba motor performansını değiştirmediğini gösteren çalışma bulgularıyla desteklenmektedir [12]. Reilly ve Piercy (1994), birbirini izleyen gecelerde uygulanan kısmi uyku yoksunluğunun ağırlık kaldırma performansında bir bozulmaya sebep olabileceğini göstererek, eylem ne kadar karmaşıkça uyku kaybının etkilerine karşı duyarlılığın da o kadar fazla artabileceğini vurgulamışlardır [143].

Bu çalışma sonuçlarına karşılık, uyku yoksunluğunun maksimal izometrik kuvveti olumsuz yönde etkileyebileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Ajijmaporn ve diğerleri, 11 futbol oyuncusunu dahil ettikleri çalışmalarında, kısmi uyku yoksunluğu durumunda (toplamda 3 saat uyku) bacak kuvvetinin normal uyku durumuna göre anlamlı düzeyde düştüğünü göstermişlerdir [34]. Souissi ve diğerleri, 12 judocuyu dahil ettikleri çalışmalarında, 2 farklı 4 saatlik kısmi uyku yoksunluğu durumunun sabah saat 9.00 ve öğleden sonra 16.00 saatlerinde dirsek fleksör kaslarının maksimal izometrik kuvvetini (MİK) ve elin kavrama

kuvvetine etkisini incelemişlerdir. Gece sonunda uygulanan uyku yoksunluğunun saat 16.00' daki MİK ve kavrama kuvvetini düşürdüğünü bulmuşlardır [27]. Cullen ve diğerleri, rekreasyonel aktif 10 erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında, total uyku yoksunluğunun; elin kavrama kuvvetini %6 ve dikey zıplama testi sonucunu ise %10,9 oranında düşürdüğünü raporlamışlardır [33]. Mah ve diğerleri, 11 elit sporcuyu dahil ettikleri çalışmalarının sonucunda, ardışık 3 gün boyunca uygulanan 4 saat uyku kısıtlamasının dikey sıçrama performansını olumsuz etkilediğini söylemişlerdir [30].

Çalışmamızda, hamstring ve kuadriseps kaslarının maksimal eksantrik kuvvetinin 24 saatlik uyku yoksunluğu durumunda değişmediği görüldü. Fakat hem hamstring hem de kuadriseps kasının maksimal eksantrik kuvveti istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmasa da düşüş gösterdi. Bilgimiz dahilinde, çalışmamız, uyku yoksunluğunun hamstring ve kuadriseps kaslarının eksantrik kas kuvveti üzerine etkisini inceleyen literatürdeki ilk çalışmadır. Literatürde, uyku yoksunluğunun eksantrik kas kuvvetini ne şekilde etkilediğini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılamamış olsa da, izokinetik sistemdeki konsantrik kas kuvveti üzerine etkilerini inceleyen az sayıda çalışma vardır. Bambaiechi ve diğerleri, 8 sedanter amenoreik kadını dahil ettikleri çalışmalarında parsiyel uyku yoksunluğunun (2,5 saat) fleksör grup kaslarının 1.05 ve 3.14 rad s^{-1} açısal hızlardaki izokinetik konsantrik kuvveti üzerine etkisini iki farklı zaman diliminde (sabah 6 ve akşam 6) incelemişlerdir. Parsiyel uyku yoksunluğunun herhangi bir zaman dilimindeki veya hızdaki maksimum izokinetik konsantrik kuvvet üzerine anlamlı bir etkisi olmadığını raporlamışlardır [279]. Symons ve diğerleri, 60 saat uyku yoksunluğunun bacak ekstansör kaslarının, 3.14 rad s^{-1} açısal hızdaki konsantrik pik torkunda herhangi bir etkisi olmadığını söylemişlerdir [23]. Chase ve diğerleri, 7 rekreasyonel bisikletçiyi dahil ettikleri çalışmalarında bir gece uyku kısıtlamasının ($2,4 \pm 0,2$ saat) bacak ekstansör kaslarının $30^0/\text{sn}$ ve $120^0/\text{sn}$ açısal hızlardaki izokinetik pik torkunu değiştirmediğini bulmuşlardır [78]. Takeuchi ve diğerleri ise, 64 saatlik uyku yoksunluğu durumunda bacak ekstansör kaslarının 3.14 ve 5.22 rad.s^{-1} açısal hızlardaki pik torkunun etkilemediğini fakat daha düşük hızdaki izokinetik pik torkunu (1.04 rad.s^{-1}) ise düşürdüğünü göstermişlerdir [29]. Bulbulian ve diğerleri, 24 erkek deniz piyadesini dahil ettikleri çalışmalarında, 30 saatlik uyku yoksunluğunun diz fleksör ve ekstansör kaslarının 3 farklı hızdaki izokinetik konsantrik pik torku (1.57 , 2.62 and 3.66 rad.s^{-1}) üzerine etkisini incelemişlerdir. Uyku yoksunluğunun yalnızca 1.57 rad.s^{-1} deki izokinetik pik torku düşürdüğünü raporlamışlardır [40].

Literatürdeki çalışma bulguları arasındaki tutarsızlık, çalışma yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların farklı sürelerde uyku yoksunluğu yarattıkları görülmektedir. Tam uyku yoksunluğu, kısıtlı uyku ve parçalı uyku dahil olmak üzere uyku bozukluğu türlerinin kassal kuvvet üzerindeki farklı etkisinin potansiyel bir açıklaması, uyku mimarisinde sebep olabilecekleri değişikliklerden kaynaklanıyor olabilir. Tam uyku yoksunluğun uyku mimarisi üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu görülürken bunu uyku kısıtlamasının izlediği ve uyku parçalanmasının ise en az değişikliğe neden olduğu düşünülmektedir [208,280]. Yine literatürdeki çalışmaların metodları incelendiğinde farklı zaman dilimlerinde değerlendirme yaptıkları dikkat çekmektedir. Kas performansındaki sirkadiyen varyasyon [281,282] göz önüne alındığında, uyku kaybının performans üzerindeki etkisi değerlendirmenin günün hangi saatinde yapıldığıyla ilişkili olabilir. Soussi ve diğerleri, bir gecelik toplam uyku yoksunluğunun ertesi gün sabah (06:00) ve öğleden sonra (18:00) maksimum, pik ve ortalama güç dahil olmak üzere anaerobik performans üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu yazarlar, 06:00 saatine kıyasla 18:00 saatinde daha yüksek değerlere sahip olan performanstaki günlük varyasyonun 24 saatlik uyku yoksunluğundan etkilenmediğini bildirmişlerdir [22]. Soussi ve diğerleri, başka bir çalışmalarında da benzer bir şekilde, uyku yoksunluğu durumunda maksimal kas kuvvetinin sabah saatlerinde değişmediğini, öğleden sonra ise azaldığını bildirmişlerdir [27]. Fakat literatürdeki bu çalışmaların aksine, Skurvydas ve diğerleri, ölçümlerin günün hangi saatinde yapıldığından bağımsız olarak uyku yoksunluğunun diz kaslarının maksimal izometrik kuvvetini değiştirmediğini söylemişlerdir. Bu tez çalışmasında tüm ölçümler sabah saatlerinde (07.00-11.00) gerçekleştirildi. Dolayısıyla, çalışmamızın sonucunda bu konuya yönelik herhangi bir yorum yapılamamaktadır. Yine de literatürdeki çalışmalar, çoğunlukla çalışmamızın sonucuyla uyumlu olacak şekilde, sabah saatlerinde maksimal izometrik kuvvetin değişmediğini vurgulamaktadır.

5.2. Kassal Aktivasyon

Bu tez çalışmasında, maksimal izokinetik eksantrik kas testi ve squat egzersizi sırasındaki VL, RF, VM, BF ve ST kaslarının kassal aktivasyonlarının normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması amaçlandı. İzokinetik sistemde değerlendirilen VL kasının maksimal eksantrik kontraksiyon testi sırasındaki kassal aktivasyonunun uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuyla kıyaslandığında düştüğü görülürken; RF, VM, BF ve

ST kaslarının kassal aktivasyonları açısından normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi. Squat egzersizi sırasında ise; RF kası aktivasyonunun, egzersizin eksantrik fazı, izometrik fazı ve konsantrik fazı sırasında uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuna göre düştüğü görüldü. ST kasının aktivasyonunun squat egzersizinin eksantrik fazı ve konsantrik fazı sırasında uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuna göre yükseldiği görülürken, izometrik fazı sırasında uyku durumları arasında anlamlı bir fark bulunmadı. VM, VL ve BF kaslarının squat egzersizi sırasındaki (eksantrik, izometrik ve konsantrik faz) kassal aktivasyon düzeylerinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında anlamlı bir fark görülmedi. Bilgimiz dahilinde bu çalışma, maksimal eksantrik kas testi ve squat egzersizi sırasındaki kassal aktivasyonların uyku yoksunluğu durumunda nasıl değiştiğini inceleyen ilk çalışmadır.

Çalışmamızda maksimal eksantrik kas testi sırasında kuadriseps (RF, VL ve VM) ve hamstring (BF ve ST) kaslarının pik aktivasyonlarının uyku yoksunluğu durumunda nasıl değişeceğini incelenmek amaçlanmıştır. Bu çalışmada, uyku yoksunluğu durumunda VL kasının maksimal eksantrik kas testi sırasındaki kassal aktivasyonun anlamlı düzeyde düştüğü görülmüştür. Yine anlamlı düzeyde olmasa da hamstring kasının (BF ve ST) kassal aktivasyonun da düştüğü görüldü. Kassal aktivasyonlardaki bu düşüş eksantrik kuvvetteki düşüşle ilişkili olabilir. Kassal aktivasyon ve kuvvet arasındaki ilişki halen belirsizliğini korumaktadır. yEMG ölçümünün yalnızca elektrot yakınındaki motor ünite havuzunun aktivasyon paternini yansıttığı bilinmektedir. Kas kuvvetinin ise büyük ölçüde uzunluğa (uzunluk-gerilim özelliği nedeniyle) ve hıza (kuvvet-hız özelliği nedeniyle) bağlı olduğu dolayısıyla elektriksel aktivitenin tek başına kas kuvvetinin doğru bir ölçümünü sağlayamayacağı üzerine yoğunlaşmıştır [283]. Fakat yine de yEMG aktivasyonunun herhangi bir kuvvet gelişimi için ön koşul olabileceği ve kuvvet-aktivasyon özellikleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu gösterilmiştir. Maksimum kuvvet ve aktivasyonun doğrusal bir ilişki gösterme eğiliminde olduğu ve bir eklem etrafındaki tork ve sıkıştırma kuvvetinin aktivasyon miktarı ile benzer şekilde arttığı veya azaldığı düşünülmektedir. Dolayısıyla yEMG-Kuvvet oranının, bir kasın nöromüsküler durumunu belirlemek için kullanılabileceği söylenmektedir. Sürekli artan kuvvet ile, iyi eğitilmiş kaslar için bu oranın net bir şekilde sağa kaydığını, atrofik veya çok eğitimsiz kaslar için ise sola kaydığını gösterilmiştir [274,283]. Literatürdeki bu bilginin, rekreasyonel aktif bireylerin dahil edildiği çalışmamızın sonuçları ile tutarlı olduğu söylenebilir. Çalışmamızda, maksimal

eksantrik kas testi sırasındaki aktivasyonla benzer şekilde hem hamstring hem de kuadriseps kasının maksimal eksantrik kuvvetinin anlamlı düzeyde olmasa da düştüğü görölmüştür. Bu bulgular ışığında, hamstring ve kuadriseps kas grubunun nöromüsküler özelliklerinin uyku yoksunluğundan olumsuz etkilenebileceğı düşünölebilir.

Çalışmamızda, insan organizmasının temel hareketlerinden birisi olan squat egzersizi sırasındaki VL, RF, VM, BF ve ST kaslarının kassal aktivasyonlarının normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması amaçlandı. Squat egzersizi sırasında; RF kasının kassal aktivasyonunun, bu egzersizin eksantrik fazı, izometrik fazı ve konsantrik fazı sırasında uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuna göre düştüğü göröldü. ST kasının squat egzersizinin eksantrik fazı ve konsantrik fazı sırasında uyku yoksunluğu durumunda normal uyku durumuna göre yükseldiğı görölürken, izometrik fazı sırasında uyku durumları arasında anlamlı bir fark bulunmadı. VM, VL ve BF kaslarının squat egzersizi sırasındaki (eksantrik, izometrik ve konsantrik faz) kassal aktivasyon düzeylerinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında anlamlı bir fark görölmedi. Çalışma bulgularımız incelendiğinde, squat egzersizi sırasında kas gruplarının aktivasyonlarında uyku yoksunluğu durumunda kas özgünlüğü görölmüştür. Literatür araştırmamız sonucunda, squat veya benzeri herhangi bir fonksiyonel hareket sırasında kassal aktivasyonların uyku yoksunluğu durumunda nasıl değıştiğini inceleyen, çalışma sonuçlarımızı tartışabileceğimiz herhangi bir çalışmaya rastlanamadı. Çalışmamızda kaslar arasındaki bu özgünlüğün sebebi, squat egzersizinin çok eklemlili ve komplike bir hareket olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü kaslar arası koordinasyon tüm hareketler için gereklidir ve eklem momentlerinin gerekli bir kombinasyonunu üretmek için kaslar arasında belirli ve özgün bir kas aktivasyonu veya kuvvet dağılımı gereklidir [284]. Çalışma bulgularımız incelendiğinde, tekrarlı eksantrik kasılmalar sırasında RF kasının yorulduğu görölmüştür. Dolayısıyla, hamstring grubu kaslarının aktivasyonlarının bu hareket sırasında artmış olmasının sebebi, uyku yoksunluğu durumunda hamstring kasının diz eklemine stabilizasyonunda daha fazla görev yüklenmek zorunda kalmış olması olabilir. Squat egzersizinin biyomekaniğı düşünöldüğünde, hamstring kasının hem diz hem de kalça ekleminde kuvvet üretme ve stabilizasyon sağlama görevine sahip olduğı görölmektedir ve iki eklemdede görev alıyor olması bu hareket sırasında aktivasyonunun artmış olmasına sebep olmuş olabilir. Ayrıca, çalışmamızda squat egzersizi sırasında yalnızca diz açısını standardize ettik. Kas gruplarının aktivasyon düzeyleri arasındaki görölen bu özgün değışikliğin sebebi, kalça eklemine

fleksiyon derecesi ve diz eklemine valgus derecesinin uyku yoksunluğu durumunda değişmiş olması olabilir.

Squat egzersizi günlük yaşamda pek çok aktivite sırasında yapılması gereken, kapalı kinetik, fonksiyonel bir egzersizdir. O nedenle seçilmiş bir egzersizdir. Diz stabilizasyonu gerektirmesi yönünden de oldukça önemlidir. Dolayısıyla, uyku yoksunluğu durumunda squat egzersizi sırasındaki kas aktivasyonlarının ne şekilde değiştiğini inceleyen daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.3. Yorgunluk

Bu çalışmada, hamstring (BF ve ST) ve kuadriseps (RF, VL ve VM) kas gruplarında meydana gelen yorgunluk miktarının normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında karşılaştırılması amaçlanmıştır. 15 tekrarlı eksantrik kasılma sırasında, RF kasında meydana gelen yorgunluk miktarının uyku yoksunluğu müdahalesinden sonra normal uykuya kıyasla daha fazla olduğu görüldü. VM, VL, BF ve ST kaslarında meydana gelen yorgunluk açısından normal uyku ve uyku yoksunluğu durumlarında herhangi bir fark yoktu.

Yorgunluk genel olarak, bir görevin veya egzersizin gerçek ya da algılanan zorluğundaki artışa bağlı olarak fiziksel performanstaki düşüş ve egzersizler sırasında kasların belirlenen güç seviyesine ayak uyduramaması olarak tanımlanabilir. Yorgunluk, kas liflerinin kuvvet üretmesini sağlayan bir veya birkaç fizyolojik sürecin bozulması nedeniyle ortaya çıkabilir [285]. McKenna ve diğerleri, yorgunluğun etiyolojisinin iki ana yoldan geldiğini açıklayan ilk yazarlardan bazılarıdır. Yorgunluğu; merkezi yorgunluk (merkezi sinir sistemini (MSS) içeren) veya kasları içeren periferik sinir sistemi; dolayısıyla periferik yorgunluk olarak ikiye ayırmışlardır [286]. Bu doğrultuda, merkezi yorgunluğu, motor nöronların frekans ve senkronizasyonundaki azalma ve motor korteksten gelen komutun azalmasıyla doğrudan ilişkili olarak kasların istemli aktivasyonundaki azalma olarak tanımlanabilir. Periferik yorgunluk ise, kas aksiyon potansiyellerinin iletiminin altında yatan mekanizmalardaki değişikliklerle kas liflerinin kasılma gücündeki azalma olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte, yorgunluk, öznel algının çok çeşitli yönlerden etkilendiği öznel bir deneyim olarak da kabul edilmektedir [287]. Literatürde, algılanan yorgunluk çoğunlukta olmak üzere yorgunluğun her iki boyutunun da uyku ile ilişkisini araştıran az sayıda çalışma vardır.

Literatür araştırmamız sırasında, periferik veya santral yorgunluğun uyku yoksunluğu müdahalesi ile ne şekilde etkilenebileceğini araştıran çalışma bulguları arasında tam bir fikir birliği olmadığı görülmüştür. Uyku yoksunluğu durumunda yorgunluk düzeyinin ne şekilde değişeceğini, 15 tekrarlı maksimal eksantrik kontraksiyonlar sırasındaki kassal aktivasyonların median frekansının eğimini hesaplayarak [274] değerlendiren çalışmamızın sonucunda, yalnızca RF kasında uyku yoksunluğu durumunda normal uykuya kıyasla daha fazla yorgunluk geliştiği görüldü. Çalışmamızla uyumlu şekilde, Skurvydas ve diğerleri, 48 saat uyku yoksunluğunun bacak ekstansör kaslarının yorgunluğunu 60 sn MİK sırasında değerlendirdikleri çalışmalarında, periferik ve santral yorgunluğun arttığını raporlamışlardır [276]. Bu çalışma bulgularının aksine, Gonçaves ve diğerleri, soleus kasının EMG amplitüdünü değerlendirdikleri çalışmalarında 24 saat uyku yoksunluğunun soleus kasında yorgunluğa sebep olmadığını söylemişlerdir [288]. Benzer şekilde, Skurvydas ve diğerleri, 30 katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında 24 saat uyku yoksunluğunun psikolojik iyilik halini ve yürütme işlevini bozduğunu, ancak 30 sn MİK sırasındaki merkezi ve periferik motor yorgunluğunu etkilemediğini göstermişlerdir [153].

Literatürdeki çalışmalar, merkezi veya periferik yorgunluğun uyku yoksunluğundan nasıl etkilendiği konusunda fikir birliğine varamamış olsalar da, uyku yoksunluğu sonrasında algılanan eforun arttığı ve yoğun egzersizler sırasında daha hızlı tükenmeye sebep olduğu konusunda çoğunlukla anlaşılmıştır [154,289,290]. Uyku yoksunluğunun, yorgunlukla ilgili psikolojik tepkileri (uyanıklığın azalması, karar verme kapasitesinin düşmesi, bilgi işlemenin yavaşlaması, düşüncenin katılaşması, yeni bilgilerin özümsemesinde güçlük ve kısa görevleri yerine getirmede daha fazla zorluk gibi) değiştirebileceğini vurgulayan çalışmalar vardır [289]. Cullen ve diğerleri, tek bir gece uyku yoksunluğunun, yorgunluk algısında artışa, maksimal egzersiz performansında bozulmaya, kan glikozunda düşüşe, dinlenme sırasında IL-6'da yükselmeye ve uyku yoksunluğundan sonraki 12 saat içinde fiziksel aktivitede azalmaya yol açtığını göstermişlerdir. Ayrıca yazarlar, ne kısmi ne de tam uyku yoksunluğunun, egzersize verilen sitokin veya nöroendokrin tepkileri değiştirmediğini söylemişlerdir. Dinlenme sırasında dolaşımdaki yüksek IL-6 konsantrasyonlarının, uyku yoksunluğundan sonra yaşanan ruh hali, efor algısı ve egzersiz performansındaki bozulmalarda rol oynayabileceğini de raporlamıştır [291]. Çalışmamızda algısal yorgunluk veya egzersizler sırasındaki tükenme zamanına yönelik herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır.

5.4. Ağrı Eşiği

Katılımcıların ağrı eşiği ölçümü normal uyku ve uyku yoksunluğu gününde, testten önce (1.ölçüm), testten hemen sonra (2. ölçüm), 24. Saat (3. ölçüm), 48. saat (4. ölçüm) ve 72. saatte (5. ölçüm) tüm kas grupları için tekrarlandı. VM, RF ve BF kaslarının, 1. ölçüm, 2. ölçüm, 3. ölçüm, 4. ölçüm ve 5. ölçüm sonuçları açısından normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında herhangi bir fark bulunamadı. VL kasının 1. ölçüm, 2. ölçüm, 3. ölçüm ve 4. ölçümlerinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında fark yokken, 5. ölçümdeki ağrı eşiği uyku yoksunluğu durumunda daha yüksek olduğu bulundu. ST kasının 1. ölçüm, 2. ölçüm ve 3. ölçümlerindeki ağrı eşiğinde normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında fark yokken, 4. ölçüm ve 5. ölçümdeki ağrı eşiği uyku yoksunluğu durumunda daha yüksek olduğu bulundu.

Çalışmamızda, uyku yoksunluğu müdahalesi sonrasında katılımcıların ağrı eşiğinin ne şekilde etkilendiğini incelemek amacıyla, testlerden önce, kuadriseps (RF, VL ve VM) ve hamstring (BF ve ST) kaslarından manuel algometre cihazıyla ölçüm yapıldı. Çalışmamız sonucunda, tüm kas grupları için normal uyku ve uyku yoksunluğu durumları arasında fark bulunamadı. Çalışma bulgumuzla tutarlı şekilde, Arima ve diğerleri, kısmi uyku yoksunluğu ile ağrı eşiğinin değişmediğini bildirmişlerdir [280]. Yine Drewes ve diğerleri, 10 erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında, uyku EEG'sinde kısa süreli bilgisayar destekli yavaş uyku evresi yoksunluğu müdahalesinin, genç erkeklerde ağrı duyarlılığında herhangi bir değişikliğe yol açmadığını söylemişlerdir [292]. Bu çalışma sonuçlarının aksine literatürdeki klinik çalışmaların büyük çoğunluğu, uyku yoksunluğu müdahalesi sonrasında ağrı eşiğinin düştüğünü bildirmişlerdir. Schuh-Hofer ve diğerleri, 14 sağlıklı katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarının sonucunda 24 saat total uyku yoksunluğunun hiperaljeziyi artırdığını söylemişlerdir [293]. Staffe ve diğerleri, 25 sağlıklı katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında, 24 saat total uyku yoksunluğunun ağrı eşiğini düşürdüğünü göstermişlerdir [263]. Cooperman ve diğerleri, 6 erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında, 60 saat uyku yoksunluğunun ağrı eşiğini düşürdüğünü göstermişlerdir [294]. Onen ve diğerleri, 9 erkek katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında 40 saat uyku yoksunluğunun ağrı eşiğini düşürdüğünü raporlamışlardır [295]. Benzer şekilde Azevedo ve diğerleri, 2 gece total uyku yoksunluğunun ağrı eşiğini düşürdüğünü söylemişlerdir [296]. Matre ve diğerleri, 21 sağlıklı katılımcıyı dahil ettikleri çalışmalarında ardışık iki gece uygulanan uyku kısıtlamasının (% 50) ağrı eşiğini düşürdüğünü söylemişlerdir [297]. Çalışma bulgularımızın literatürdeki

diğer çalışma sonuçlarıyla örtüşmüyor olmasının sebebi nispeten subjektif olan ağrı algısının yine subjektif bir yöntem olan manuel algometre cihazı ile değerlendirilmiş olması olabilir. Çünkü, total ve kısmi uyku yoksunluğunun, tepki hızında genel bir yavaşlama ve uyanıklık ve dikkat kapasitelerinde azalmaya sebebiyet verebileceği gösterilmiştir [35]. Dolayısıyla çalışma bulgularının etkilenmiş olması muhtemeldir. Ayrıca literatürdeki çalışma metodları incelendiğinde ağrı eşiği ölçümünün farklı cihazlarla ve vücudun farklı anatomik bölgelerinden alınması da etkili olabilir. Yine, çalışma bulguları arasındaki uyumsuzluğun diğer bir sebebi, katılımcı profilimizin farklı olması olabilir. Çalışmamıza, sağlıklı katılımcıları dahil eden diğer çalışmaların aksine rekreasyonel aktif bireyler dahil edilmiştir. Yine katılımcı profilini incelediğimizde, kadın ve erkek katılımcı sayılarının da farklı olduğu görülmüştür. Yeni tarihli bir derleme çalışması, uyku bozukluğunun kadınlarda endojen ağrı modülasyonunu bozduğunu ancak erkeklerde ağrı engelleyici yanıtı güçlendirdiğini öne sürmüştür [298]. Dolayısıyla, çalışma bulguları arasındaki tutarsızlığın bir sebebi de cinsiyet farklılığı olabilir.

Çalışmamızda, yoğun bir egzersiz seansı sonrasındaki ağrı karakterizasyonun uyku yoksunluğu müdahalesi sonrasında nasıl değişeceğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tüm kas grupları için egzersizden hemen sonraki ve 24 saat sonraki ağrı eşiği açısından uyku yoksunluğu ve normal uyku durumları arasında fark yoktu. ST kasının egzersizden 48 ve 72 saat sonrasındaki, VL kasının ise yalnızca 72 saat sonraki ağrı eşiğinin uyku yoksunluğu durumunda anlamlı düzeyde yükseldiği görüldü. Literatür araştırmamız sırasında, bulgularımızı yorumlayabileceğimiz çok yeni tarihli bir çalışmaya rastladık. Çalışmamızın aksine Pallson ve diğerleri, 36 sağlıklı erkeği dahil ettikleri çalışmalarında, 24 saatlik uyku yoksunluğunun egzersiz sonrası gelişen akut doku hasarı sonrasındaki ağrı hassasiyetini artırdığını söylemişlerdir [44]. Çalışma bulguları arasındaki tutarsızlığın sebebi katılımcı profilinin farklı olması ve farklı egzersiz protokolü ve değerlendirme yöntemi kullanılmış olması olabilir.

5.5. Çalışmanın Güçlü Yanları

Çalışmamızın en güçlü yanı güncel bir konuyu ele almış olması ve özgün oluşudur. Literatürde bilğimiz dahilinde, uyku yoksunluğunun sportif performans için oldukça önemli olan eksantrik kasılma üzerine etkisini inceleyen herhangi bir araştırma yoktur. Yine bilğimiz dahilinde, fiziksel olarak aktif bireylerde, uyku yoksunluğunun tekrarlı eksantrik

egzersizler sırasındaki yorgunluk ve sonrasındaki ağrı eşiği üzerine etkisini inceleyen herhangi bir çalışma yoktur. Çalışmamızın hem kadın hem de erkek katılımcılardan oluşması ve katılımcı sayısının literatürdeki benzer çalışmalara kıyasla daha fazla olması güçlü yanlarındandır. Ayrıca, yEMG ve izokinetik sistem gibi objektif test yöntemlerini kullanmış olması çalışmamızın sonuçlarını daha güçlü ve güvenilir kılmaktadır.

5.6. Çalışmanın Limitasyonları

Çalışmamızın en güçlü limitasyonu, katılımcıların uykularının Polisomnografi veya aktigrafi gibi daha objektif bir yöntemle takip edilememiş olmasıdır. Çalışmamızın diğer bir limitasyonu ise normal uyku ve uyku yoksunluğu müdahalesinin randomize, kontrollü ve kör bir şekilde değerlendirilmemiş olmasıdır. Bu araştırmada, randomize çalışma tasarımının tercih edilmemesinin sebebi, katılımcıların son bir ay içerisindeki uyku rutinlerinin bozulacak olmasıdır ve temel ölçüm sonuçlarının bu durumdan etkilenebilecek olmasıdır. Bu sebeple, bu araştırmada randomize çalışma tasarımı yerine çapraz dizayn tercih edilmiştir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Amacı, 24 saat total uyku yoksunluğunun alt ekstremitte kaslarının kassal aktivasyonu, kuvveti ve ağrı eşiği üzerine etkisinin incelenmesi olan çalışmamızın sonuçları ve klinik çıktıları şu şekildedir:

- 24 saat total uyku yoksunluğu, hamstring ve kuadriseps kaslarının maksimal izometrik kuvvetini etkilememektedir.
- 24 saat total uyku yoksunluğu, hamstring ve kuadriseps kaslarının maksimal eksantrik kuvvetini anlamlı düzeyde etkilemiyor olsa da hem hamstring hem de kuadriseps kaslarının eksantrik kuvvetinde düşüşe sebep olmaktadır. Özellikle hamstring kasının eksantrik kuvvetinde meydana gelen bu düşüşün klinik olarak anlamlı düzeyde olabileceği düşünülmektedir.
- 24 saat total uyku yoksunluğu, yalnızca VL kasının maksimal eksantrik kontraksiyon sırasındaki kassal aktivasyonunu anlamlı düzeyde düşüşe sebep olmaktadır.
- 24 saat total uyku yoksunluğu durumunda, yapılan squat egzersizi sırasında RF kası aktivasyonunun bu egzersizin eksantrik, izometrik ve konsantrik fazlarında düştüğü görülmektedir. ST kasının aktivasyonun ise anlamlı düzeyde yükseldiği görülmektedir. VL, VM ve BF kaslarının aktivasyonlarında ise herhangi bir değişiklik görülmemektedir.
- 24 saat total uyku yoksunluğu durumunda, yapılan 15 tekrarlı maksimal eksantrik kontraksiyon sırasında RF kasının uyku yoksunluğu durumunda normal uykuya kıyasla daha fazla yorulduğu görülmektedir.
- 24 saat total uyku yoksunluğunun, RF, VL, VM, BF ve ST kaslarının ağrı eşiğini değiştirmedeği görülmektedir.
- 24 saat total uyku yoksunluğu, yoğun bir egzersizden sonraki ağrı eşiğini etkilememektedir. Aynı şekilde egzersizden 24 ve 48 saat sonrasındaki ağrı eşiğinde de herhangi bir değişikliğe sebep olmamaktadır.

Bu sonuçlar ışığında, 24 saat total uyku yoksunluğu durumunda hamstring ve kuadriseps grubu kaslarının izometrik ve eksantrik kuvvetlerinin etkilenmediği görülmektedir. Yine maksimal eksantrik kasılmalar sırasında, nöromusküler performansın bir diğer çıktısı olan nöromusküler kassal aktivasyonun da 24 saat total uyku yoksunluğu durumunda sabah saatlerinde nispeten etkilenmediği görülmüştür. Yoğun bir egzersiz sonrasında gerçekleştirilen squat egzersizi sırasında ise kaslar arasında kassal aktivasyon açısından bir

değişim görülmüştür. 24 saat total uyku yoksunluğu, fonksiyonel ve komplike hareketler sırasındaki kassal aktivasyonu maksimal kuvvetle yapılan egzersizlere oranla daha fazla etkiliyor olabilir. Sabah saatlerinde gerçekleştirdiğimiz çalışmamız sonucunda, rekreasyonel aktif bireylerin egzersiz öncesi ve sonrasındaki ağrı eşiklerinin 24 saat total uyku yoksunluğundan etkilenmediği görülmektedir. Dolayısıyla, herhangi bir sebeple gelişebilecek bir uyku yoksunluğu durumunda egzersiz, antrenman veya müsabakaların sabah saatlerinde gerçekleştirilmesi, fiziksel olarak aktif bireyler için tolere edilebilir olabilir.



KAYNAKLAR

1. Khcharem, A., Souissi, W., Masmoudi, L., and Sahnoun, Z. (2022). Repeated low-dose caffeine ingestion during a night of total sleep deprivation improves endurance performance and cognitive function in young recreational runners: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Chronobiology International*, 39(9), 1268-1276.
2. Halson, S. L. (2008). Nutrition, sleep and recovery. *European Journal of Sport Science*, 8(2), 119-126.
3. Irwin, M. R. (2015). Why sleep is important for health: a psychoneuroimmunology perspective. *Annual Review of Psychology*, 66, 143-172.
4. Workings, M., Singh, M., Bird, S. P., and Charest, J. (2022). Sleep and Athletes. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 30(1).
5. Reardon, C. L., Hainline, B., Aron, C. M., Baron, D., Baum, A. L., Bindra, A., Budgett, R., Campriani, N., Castaldelli-Maia, J. M., and Currie, A. (2019). Mental health in elite athletes: International Olympic Committee consensus statement (2019). *British Journal of Sports Medicine*, 53(11), 667-699.
6. Charest, J., and Grandner, M. A. (2022). Sleep and athletic performance: impacts on physical performance, mental performance, injury risk and recovery, and mental health: an update. *Sleep Medicine Clinics*, 17(2), 263-282.
7. Bleyer, F. T. d. S., Barbosa, D. G., Andrade, R. D., Teixeira, C. S., and Felden, É. P. G. (2015). Sleep and musculoskeletal complaints among elite athletes of Santa Catarina. *Revista Dor*, 16, 102-108.
8. Bonnet, M. H., and Arand, D. L. (2010). Hyperarousal and insomnia: state of the science. *Sleep Medicine Reviews*, 14(1), 9-15.
9. Tsunoda, K. (2015). Sleep status in male wheelchair basketball players on a Japanese national team. *Journal of Sleep Disorders & Therapy*, 4(04).
10. George, C. F., Kab, V., Kab, P., Villa, J. J., and Levy, A. M. (2003). Sleep and breathing in professional football players. *Sleep Medicine*, 4(4), 317-325.
11. Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., Leeder, J., Fullagar, H. H., Coutts, A. J., and Edwards, B. J. (2021). Sleep and the athlete: narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 356-368.
12. Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., and Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Medicine*, 45(2), 161-186.

13. Knowles, O. E., Drinkwater, E. J., Urwin, C. S., Lamon, S., and Aisbett, B. (2018). Inadequate sleep and muscle strength: Implications for resistance training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(9), 959-968.
14. Van Dongen, H. P. (2006). Shift work and inter-individual differences in sleep and sleepiness. *Chronobiology International*, 23(6), 1139-1147.
15. Afolalu, E. F., Ramlee, F., and Tang, N. K. (2018). Effects of sleep changes on pain-related health outcomes in the general population: a systematic review of longitudinal studies with exploratory meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 39, 82-97.
16. Reynolds, A. C., and Banks, S. (2010). Total sleep deprivation, chronic sleep restriction and sleep disruption. *Progress in Brain Research*, 185, 91-103.
17. Brandt, R., Bevilacqua, G. G., and 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.
18. Pallesen, S., Gundersen, H. S., Kristoffersen, M., Bjorvatn, B., Thun, E., and Harris, A. (2017). The effects of sleep deprivation on soccer skills. *Perceptual and Motor Skills*, 124(4), 812-829.
19. Jones, J. J., Kirschen, G. W., Kancharla, S., and Hale, L. (2019). Association between late-night tweeting and next-day game performance among professional basketball players. *Sleep Health*, 5(1), 68-71.
20. Juliff, L. E., Halson, S. L., Hebert, J. J., Forsyth, P. L., and Peiffer, J. J. (2018). Longer sleep durations are positively associated with finishing place during a national multiday netball competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 189-194.
21. Petr, M., Štátný, P., Pecha, O., Štefl, M., Šeda, O., and Kohlíková, E. (2014). PPARA intron polymorphism associated with power performance in 30-s anaerobic Wingate Test. *PLoS ONE*, 9(9), e107171.
22. Souissi, N., Sesboué, B., Gauthier, A., Larue, J., and Davenne, D. (2003). Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 359-366.
23. Symons, J., VanHelder, T., and Myles, W. (1988). Physical performance and physiological responses following 60 hours of sleep deprivation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(4), 374-380.
24. Taheri, M., and Arabameri, E. (2012). The effect of sleep deprivation on choice reaction time and anaerobic power of college student athletes. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(1), 15.
25. Moore, J., McDonald, C., McIntyre, A., Carmody, K., and Donne, B. (2018). Effects of acute sleep deprivation and caffeine supplementation on anaerobic performance. *Sleep Science*, 11(1), 2.

26. Abdelmalek, S., Chtourou, H., Aloui, A., Aouichaoui, C., Souissi, N., and Tabka, Z. (2013). Effect of time of day and partial sleep deprivation on plasma concentrations of IL-6 during a short-term maximal performance. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 241-248.
27. Souissi, N., Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Dogui, M., Chaouachi, A., and Chamari, K. (2013). Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2473-2480.
28. Khemila, S., Abdelmalek, S., Romdhani, M., Souissi, A., Chtourou, H., and Souissi, N. (2021). Listening to motivational music during warming-up attenuates the negative effects of partial sleep deprivation on cognitive and short-term maximal performance: effect of time of day. *Chronobiology International*, 38(7), 1052-1063.
29. Takeuchi, L., Davis, G., Plyley, M., Goode, R., and Shephard, R. J. (1985). Sleep deprivation, chronic exercise and muscular performance. *Ergonomics*, 28(3), 591-601.
30. Mah, C. D., Sparks, A. J., Samaan, M. A., Souza, R. B., and Luke, A. (2019). Sleep restriction impairs maximal jump performance and joint coordination in elite athletes. *Journal of Sports Sciences*, 37(17), 1981-1988.
31. Abbott, W., Brett, A., Watson, A., Brooker, H., and Clifford, T. (2022). Sleep restriction in elite soccer players: effects on explosive power, wellbeing, and cognitive function. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 93(2), 325-332.
32. Skein, M., Duffield, R., Edge, J., Short, M. J., and Mündel, T. (2011). Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1301-1311.
33. Cullen, T., Thomas, G., Wadley, A. J., and Myers, T. (2019). The effects of a single night of complete and partial sleep deprivation on physical and cognitive performance: A Bayesian analysis. *Journal of Sports Sciences*, 37(23), 2726-2734.
34. Ajjimaporn, A., Ramyarangsi, P., and Siripornpanich, V. (2020). Effects of a 20-min nap after sleep deprivation on brain activity and soccer performance. *International Journal of Sports Medicine*, 41(14), 1009-1016.
35. Temesi, J., Arnal, P. J., Davranche, K., Bonnefoy, R., Levy, P., Verges, S., and Millet, G. Y. (2013). Does central fatigue explain reduced cycling after complete sleep deprivation. *Medicine and Science Sports and Exercise*, 45(12), 2243-2253.
36. Peppard, P. E., Young, T., Barnet, J. H., Palta, M., Hagen, E. W., and Hla, K. M. (2013). Increased prevalence of sleep-disordered breathing in adults. *American Journal of Epidemiology*, 177(9), 1006-1014.
37. Blumert, P. A., Crum, A. J., Ernsting, M., Volek, J. S., Hollander, D. B., Haff, E. E., and Haff, G. G. (2007). The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national-caliber male collegiate weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1146-1154.

38. Vaara, J. P., Oksanen, H., Kyröläinen, H., Virmavirta, M., Koski, H., and Finni, T. (2018). 60-hour sleep deprivation affects submaximal but not maximal physical performance. *Frontiers in Physiology*, 1437.
39. Oliver, S. J., Costa, R. J., Laing, S. J., Bilzon, J. L., and Walsh, N. P. (2009). One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 107(2), 155-161.
40. Bulbulian, R., Heaney, J., Leake, C., Sucec, A., and Sjöholm, N. (1996). The effect of sleep deprivation and exercise load on isokinetic leg strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73, 273-277.
41. Herrero Babiloni, A., De Koninck, B. P., Beetz, G., De Beaumont, L., Martel, M. O., and Lavigne, G. J. (2020). Sleep and pain: recent insights, mechanisms, and future directions in the investigation of this relationship. *Journal of Neural Transmission*, 127, 647-660.
42. Finan, P. H., Goodin, B. R., and Smith, M. T. (2013). The association of sleep and pain: an update and a path forward. *The Journal of Pain*, 14(12), 1539-1552.
43. Huang, K., and Ihm, J. (2021). Sleep and injury risk. *Current Sports Medicine Reports*, 20(6), 286-290.
44. Palsson, T., Rubio-Peiretén, A., and Doménech-García, V. (2023). Sleep deprivation increases pain sensitivity following acute muscle soreness. *Sleep Medicine*, 109, 75-81.
45. Schulz, H. (2022). The history of sleep research and sleep medicine in Europe. *Journal of Sleep Research*, 31(4), e13602.
46. Vyazovskiy, V. V., Cirelli, C., Pfister-Genskow, M., Faraguna, U., and Tononi, G. (2008). Molecular and electrophysiological evidence for net synaptic potentiation in wake and depression in sleep. *Nature Neuroscience*, 11(2), 200-208.
47. Çıfıdalöz, M. (2021). Aktif spor yapan ve aktif spor yapmayan spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin uyku kalitesinin incelenmesi. *Marmara Üniversitesi (Turkey)*,
48. Emirza, M., Bican, A., Bora, İ., and Özkaya, G. (2012). Uyku laboratuvarı'nda kimler uyuyor. *Türk Nöroloji Dergisi*, 18(1), 21-25.
49. Noland, H., Price, J. H., Dake, J., and Telljohann, S. K. (2009). Adolescents' sleep behaviors and perceptions of sleep. *Journal of School Health*, 79(5), 224-230.
50. Institute of Medicine Committee on Sleep, M., and Research. (2006). The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health. In H. R. Colten & B. M. Altevogt (Eds.), *Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem*. Washington (DC): National Academies Press (US) Copyright © 2006, National Academy of Sciences.
51. Aydın, H. (1998). Özgen F. Psikiyatrik bozukluklarda uyku çalışmaları. *Klinik Psikiyatrisi Dergisi*, 1, 89-97.

52. Akıncı, E., and Orhan, F. Ö. (2016). Sirkadiyen ritim uyku bozuklukları. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 8(2), 178-189.
53. Schneider, L. (2017). Anatomy and physiology of normal sleep. In *Sleep and Neurologic Disease* (pp. 1-28): Elsevier.
54. Pace-Schott, E. F., and Hobson, J. A. (2002). The neurobiology of sleep: genetics, cellular physiology and subcortical networks. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 591-605.
55. Carley, D. W., and Farabi, S. S. (2016). Physiology of sleep. *Diabetes spectrum: a publication of the American Diabetes Association*, 29(1), 5.
56. Funnell, R., Koutoukidis, G., Lawrence, K., Hughson, J., and Stainton, K. (2004). Tabbner's nursing care: Theory and practice. *Elsevier Australia*, 28(1), 1566.
57. Şahin, L., and Aşçıoğlu, M. (2013). Uyku ve uykunun düzenlenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(1), 93-98.
58. Aşçıoğlu, M., and Şahin, L. (2013). Uyku ve uykunun düzenlenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal Of Health Sciences)*, 22(1), 93-98.
59. Karadağ, M. (2007). Uyku bozuklukları sınıflaması (ICSD-2). *Akciğer arşivi*, 8(3), 88-91.
60. Köktürk, O. (2013). Uyku kayıtlarının skorlanması. *Türk Solunum Araştırma Derneği, Solunum*, 15, 14-29.
61. Benington, J. H., and Frank, M. G. (2003). Cellular and molecular connections between sleep and synaptic plasticity. *Progress in Neurobiology*, 69(2), 71-101.
62. Barbato, G., and Wehr, T. A. (1998). Homeostatic regulation of REM sleep in humans during extended sleep. *Sleep*, 21(3), 267-276.
63. Pagel, J., and Parnes, B. L. (2001). Medications for the treatment of sleep disorders: an overview. *Primary Care Companion to The Journal of Clinical Psychiatry*, 3(3), 118.
64. Büyükçelebi, H. (2022). Her Yönüyle Uyku. *Beden Eğitimi Ve Spor Araştırmaları 2021-II*, 81.
65. Pelin, Z., and Gözükırmızı, E. (2001). Uykunun ontogenetik özellikleri. *Türkiye Klinikleri [Journal of Psychiatry]*, 2, 67-68.
66. Keskin, N., and Tamam, L. (2018). Uyku bozuklukları: Sınıflama ve tedavi. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 27(2), 241-260.
67. Datta, S., and MacLean, R. R. (2007). Neurobiological mechanisms for the regulation of mammalian sleep-wake behavior: reinterpretation of historical evidence and inclusion of contemporary cellular and molecular evidence. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 31(5), 775-824.

68. Lee-Chiong, T. L. (2006). Sleep: a comprehensive handbook. *Wiley Online Library*, 1, 1-9.
69. Mirmiran, M., Maas, Y. G., and Ariagno, R. L. (2003). Development of fetal and neonatal sleep and circadian rhythms. *Sleep Medicine Reviews*, 7(4), 321-334.
70. Bao, Y.-P., Han, Y., Ma, J., Wang, R.-J., Shi, L., Wang, T.-Y., He, J., Yue, J.-L., Shi, J., and Tang, X.-D. (2017). Cooccurrence and bidirectional prediction of sleep disturbances and depression in older adults: meta-analysis and systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 75, 257-273.
71. Cook, J. D., and Charest, J. (2023). Sleep and Performance in Professional Athletes. *Current Sleep Medicine Reports*, 9(1), 56-81.
72. Kroshus, E., Wagner, J., Wyrick, D., Athey, A., Bell, L., Benjamin, H. J., Grandner, M. A., Kline, C. E., Mohler, J. M., and Prichard, J. R. (2019). Wake up call for collegiate athlete sleep: narrative review and consensus recommendations from the NCAA Interassociation Task Force on Sleep and Wellness. *British Journal of Sports Medicine*, 53(12), 731-736.
73. Venter, R. E. (2014). Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *European Journal of Sport Science*, 14(sup1), S69-S76.
74. Dattilo, M., Antunes, H. K. M., Medeiros, A., Neto, M. M., Souza, H. S. d., Tufik, S., and De Mello, M. (2011). Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical Hypotheses*, 77(2), 220-222.
75. Luke, A., Lazaro, R. M., Bergeron, M. F., Keyser, L., Benjamin, H., Brenner, J., d'Hemecourt, P., Grady, M., Philpott, J., and Smith, A. (2011). Sports-related injuries in youth athletes: is overscheduling a risk factor? *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21(4), 307-314.
76. Imeri, L., and Opp, M. R. (2009). How (and why) the immune system makes us sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(3), 199-210.
77. Halson, S. L. (2014). Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Medicine*, 44(1), 13-23.
78. Chase, J. D., Roberson, P. A., Saunders, M. J., Hargens, T. A., Womack, C. J., and Luden, N. D. (2017). One night of sleep restriction following heavy exercise impairs 3-km cycling time-trial performance in the morning. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 42(9), 909-915.
79. Spiegel, K., Leproult, R., and Van Cauter, E. (1999). Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *The lancet*, 354(9188), 1435-1439.
80. Spiegel, K., Leproult, R., L'Hermite-Balériaux, M., Copinschi, G., Penev, P. D., and Van Cauter, E. (2004). Leptin levels are dependent on sleep duration: relationships with sympathovagal balance, carbohydrate regulation, cortisol, and thyrotropin. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(11), 5762-5771.

81. Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Hillard, P. J. A., and Katz, E. S. (2015). National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations. *Sleep Health*, 1(4), 233-243.
82. Simpson, N., Gibbs, E., and Matheson, G. (2017). Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(3), 266-274.
83. Mah, C. D., Kezirian, E. J., Marcello, B. M., and Dement, W. C. (2018). Poor sleep quality and insufficient sleep of a collegiate student-athlete population. *Sleep Health*, 4(3), 251-257.
84. Teece, A. R., Argus, C. K., Gill, N., Beaven, M., Dunican, I. C., and Driller, M. W. (2021). Sleep and performance during a preseason in elite rugby union athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4612.
85. Khalladi, K., Farooq, A., Souissi, S., Herrera, C. P., Chamari, K., Taylor, L., and El Massioui, F. (2019). Inter-relationship between sleep quality, insomnia and sleep disorders in professional soccer players. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), e000498.
86. Sargent, C., Rogalski, B., Montero, A., and Roach, G. D. (2022). The sleep behaviors of elite Australian rules footballers before and after games during an entire season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(6), 932-942.
87. Facer-Childs, E. R., Mascaro, L., Hoffman, D., Mansfield, D., Drummond, S. P., and Rajaratnam, S. M. (2022). Sleep as a Major Determinant for Mental Health Outcomes in Elite Australian Football League (AFL) Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(4), 665-672.
88. Ohayon, M., Wickwire, E. M., Hirshkowitz, M., Albert, S. M., Avidan, A., Daly, F. J., Dauvilliers, Y., Ferri, R., Fung, C., and Gozal, D. (2017). National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health*, 3(1), 6-19.
89. Swinbourne, R., Miller, J., Smart, D., Dulson, D. K., and Gill, N. (2018). The effects of sleep extension on sleep, performance, immunity and physical stress in rugby players. *Sports*, 6(2), 42.
90. Jurecka, A., Skucińska, P., and Gądek, A. (2021). Impact of the SARS-CoV-2 coronavirus pandemic on physical activity, mental health and quality of life in professional athletes—A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9423.
91. Silva, A., Queiroz, S. S., Winckler, C., Vital, R., Sousa, R. A., Fagundes, V., Tufik, S., and de Mello, M. T. (2012). Sleep quality evaluation, chronotype, sleepiness and anxiety of Paralympic Brazilian athletes: Beijing 2008 Paralympic Games. *British Journal of Sports Medicine*, 46(2), 150-154.
92. Garbellotto, L., Petit, E., Brunet, E., Gillet, V., Bourdin, H., and Mougin, F. (2022). Complete sleep evaluation of top professional cross-country mountain bikers' athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62(2), 265-272. doi:10.23736/s0022-4707.21.12059-6

93. Sargent, C., Lastella, M., Halson, S. L., and Roach, G. D. (2014). The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiology International*, 31(10), 1160-1168.
94. Vitale, J. A., Banfi, G., Galbiati, A., Ferini-Strambi, L., and La Torre, A. (2019). Effect of a night game on actigraphy-based sleep quality and perceived recovery in top-level volleyball athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 265-269.
95. Morin, C. M., Drake, C. L., Harvey, A. G., Krystal, A. D., Manber, R., Riemann, D., and Spiegelhalder, K. (2015). Insomnia disorder. *Nat Rev Dis Primers*, 1, 15026. doi:10.1038/nrdp.2015.26
96. Ballesio, A., Vacca, M., Bacaro, V., Benazzi, A., De Bartolo, P., Alivernini, F., Lucidi, F., Lombardo, C., and Baglioni, C. (2022). Psychological correlates of insomnia in professional soccer players: an exploratory study. *European Journal of Sport Science*, 22(6), 897-905.
97. Vitale, K. C., Owens, R., Hopkins, S. R., and Malhotra, A. (2019). Sleep hygiene for optimizing recovery in athletes: review and recommendations. *International Journal of Sports Medicine*, 40(08), 535-543.
98. Dobrosielski, D. A., Nichols, D., Ford, J., Watts, A., Wilder, J. N., and Douglass-Burton, T. (2016). Estimating the prevalence of sleep-disordered breathing among collegiate football players. *Respiratory Care*, 61(9), 1144-1150.
99. Albuquerque, F. N., Sert Kuniyoshi, F. H., Calvin, A. D., Sierra-Johnson, J., Romero-Corral, A., Lopez-Jimenez, F., George, C. F., Rapoport, D. M., Vogel, R. A., and Khandheria, B. (2010). Sleep-disordered breathing, hypertension, and obesity in retired National Football League players. *Journal of the American College of Cardiology*, 56(17), 1432-1433.
100. Caia, J., Halson, S. L., Scott, A., and Kelly, V. G. (2020). Obstructive sleep apnea in professional rugby league athletes: An exploratory study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(11), 1011-1015.
101. Vitale, J. A., Banfi, G., Sias, M., and La Torre, A. (2019). Athletes' rest-activity circadian rhythm differs in accordance with the sport discipline. *Chronobiology international*, 36(4), 578-586.
102. Vitale, J. A., Banfi, G., La Torre, A., and Bonato, M. (2018). Effect of a habitual late-evening physical task on sleep quality in neither-type soccer players. *Frontiers in Physiology*, 9, 1582.
103. Kinsman, T. A., Gore, C. J., Hahn, A. G., Hopkins, W., Hawley, J. A., McKenna, M., Clark, S. A., Aughey, R., Townsend, N. E., and Chow, C.-M. (2005). Sleep in athletes undertaking protocols of exposure to nocturnal simulated altitude at 2650 m. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(2), 222-232.
104. Juliff, L. E., Halson, S. L., and Peiffer, J. J. (2015). Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(1), 13-18.

105. Vlahoyiannis, A., Sakkas, G. K., Manconi, M., Aphas, G., and Giannaki, C. D. (2020). A critical review on sleep assessment methodologies in athletic populations: factors to be considered. *Sleep Medicine*, 74, 211-223.
106. Holland, J., Dement, W., and Raynal, D. (1974). Polysomnography: a response to a need for improved communication. *Association for the Psychophysiological Study of Sleep*, 121.
107. Leeder, J., Glaister, M., Pizzoferro, K., Dawson, J., and Pedlar, C. (2012). Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 541-545.
108. Ancoli-Israel, S., Cole, R., Alessi, C., Chambers, M., Moorcroft, W., and Pollak, C. P. (2003). The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. *Sleep*, 26(3), 342-392.
109. Sadeh, A., Lavie, P., Scher, A., Tirosh, E., and Epstein, R. (1991). Actigraphic home-monitoring sleep-disturbed and control infants and young children: a new method for pediatric assessment of sleep-wake patterns. *Pediatrics*, 87(4), 494-499.
110. Sargent, C., Lastella, M., Halson, S. L., and Roach, G. D. (2016). The validity of activity monitors for measuring sleep in elite athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(10), 848-853.
111. Fuller, K. L., Juliff, L., Gore, C. J., Peiffer, J. J., and Halson, S. L. (2017). Software thresholds alter the bias of actigraphy for monitoring sleep in team-sport athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(8), 756-760.
112. Gupta, L., Morgan, K., and Gilchrist, S. (2017). Does elite sport degrade sleep quality? A systematic review. *Sports Medicine*, 47, 1317-1333.
113. Peake, J. M., Kerr, G., and Sullivan, J. P. (2018). A critical review of consumer wearables, mobile applications, and equipment for providing biofeedback, monitoring stress, and sleep in physically active populations. *Frontiers in Physiology*, 9, 743.
114. Claudino, J. G., Gabbett, T. J., de Sá Souza, H., Simim, M., Fowler, P., de Alcantara Borba, D., Melo, M., Bottino, A., Loturco, I., and D'Almeida, V. (2019). Which parameters to use for sleep quality monitoring in team sport athletes? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), bmjsem-2018-000475.
115. Darendeli, A., Diker, G., and Çınar, Z. (2019). Athlete Sleep Behavior Questionnaire-turkish version: study of validity and reliability. *Journal of Turkish Sleep Medicine-Turk Uyku Tibbi Dergisi*, 6(2).
116. Driller, M. W., Mah, C. D., and Halson, S. L. (2018). Development of the athlete sleep behavior questionnaire: a tool for identifying maladaptive sleep practices in elite athletes. *Sleep Science*, 11(1), 37.
117. Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., and Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213.

118. Ozdemir, P. G., Boysan, M., Selvi, Y., Yildirim, A., and Yilmaz, E. (2015). Psychometric properties of the Turkish version of the Sleep Hygiene Index in clinical and non-clinical samples. *Comprehensive Psychiatry*, 59, 135-140.
119. Mastin, D. F., Bryson, J., and Corwyn, R. (2006). Assessment of sleep hygiene using the Sleep Hygiene Index. *Journal of Behavioral Medicine*, 29, 223-227.
120. Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14(6), 540-545.
121. Izci, B., Ardic, S., Firat, H., Sahin, A., Altinors, M., and Karacan, I. (2008). Reliability and validity studies of the Turkish version of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep and Breathing*, 12, 161-168.
122. Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., and Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 403.
123. Ochoa-Lácar, J., Singh, M., Bird, S. P., Charest, J., Huyghe, T., and Calleja-González, J. (2022). How Sleep Affects Recovery and Performance in Basketball: A Systematic Review. *Brain Sciences*, 12(11), 1570.
124. Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., and Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Medicine*, 45(2), 161-186. doi:10.1007/s40279-014-0260-0
125. Halson, S. L. (2013). Recovery techniques for athletes. *Sports Science Exchange*, 26(120), 1-6.
126. Bishop, P. A., Jones, E., and Woods, A. K. (2008). Recovery from training: a brief review: brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
127. Minett, G. M., and Costello, J. T. (2015). Specificity and context in post-exercise recovery: it is not a one-size-fits-all approach. In (Vol. 6, pp. 130): Frontiers Media SA.
128. Brauer, A. A., Athey, A. B., Ross, M. J., and Grandner, M. A. (2019). Sleep and health among collegiate student athletes. *Chest*, 156(6), 1234-1245.
129. Staunton, C., Gordon, B., Custovic, E., Stanger, J., and Kingsley, M. (2017). Sleep patterns and match performance in elite Australian basketball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(8), 786-789.
130. Fox, J. L., Stanton, R., Scanlan, A. T., Teramoto, M., and Sargent, C. (2020). The association between sleep and in-game performance in basketball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(3), 333-341.
131. Reyner, L., and Horne, J. A. (2013). Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiology & Behavior*, 120, 93-96.

132. Schwartz, J., and Simon Jr, R. D. (2015). Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiology & Behavior*, 151, 541-544.
133. Swaby, R., Jones, P. A., and Comfort, P. (2016). Relationship between maximum aerobic speed performance and distance covered in rugby union games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2788-2793.
134. Martin, B. J. (1981). Effect of sleep deprivation on tolerance of prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 47(4), 345-354.
135. Azboy, O., and Kaygisiz, Z. (2009). Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, 96(1), 29-36.
136. Mougín, F., Simon-Rigaud, M., Davenne, D., Renaud, A., Garnier, A., Kantelip, J., and Magnin, P. (1991). Effects of sleep disturbances on subsequent physical performance. *European Journal of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 63, 77-82.
137. Roberts, S. S., Teo, W.-P., Aisbett, B., and Warmington, S. A. (2019). Extended sleep maintains endurance performance better than normal or restricted sleep. *Medicine and Science Sports Exercise*, 51(12), 2516-2523.
138. Reilly, T., and Deykin, T. (1983). Effects of partial sleep loss on subjective states, psychomotor and physical performance tests. *Journal of Human Movement Studies*, 9(4), 157-170.
139. Mougín, F., Davenne, D., Simon-Rigaud, M., Renaud, A., Garnier, A., and Magnin, P. (1989). Disturbance of sports performance after partial sleep deprivation. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales*, 183(5), 461-466.
140. Horne, J., and Pettitt, A. (1984). Sleep deprivation and the physiological response to exercise under steady-state conditions in untrained subjects. *Sleep*, 7(2), 168-179.
141. Abbiss, C. R., and Laursen, P. B. (2005). Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Medicine*, 35, 865-898.
142. Mejri, M. A., Hammouda, O., Zouaoui, K., Chaouachi, A., Chamari, K., Rayana, M. C. B., and Souissi, N. (2014). Effect of two types of partial sleep deprivation on Taekwondo players' performance during intermittent exercise. *Biological Rhythm Research*, 45(1), 17-26.
143. Reilly, T., and Piercy, M. (1994). The effect of partial sleep deprivation on weight-lifting performance. *Ergonomics*, 37(1), 107-115.
144. Myles, W. S. (1985). Sleep deprivation, physical fatigue, and the perception of exercise intensity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(5), 580-584.
145. Plyley, M., Shephard, R., Davis, G., and Goode, R. (1987). Sleep deprivation and cardiorespiratory function: influence of intermittent submaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(3), 338-344.

146. Antunes, B., Campos, E., Parmezzani, S., Santos, R., Franchini, E., and Lira, F. (2017). Sleep quality and duration are associated with performance in maximal incremental test. *Physiology & Behavior*, 177, 252-256.
147. Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M., and Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiology International*, 25(6), 1062-1076.
148. Mougin, F., Bourdin, H., Simon-Rigaud, M., Didier, J., Toubin, G., and Kantelip, J. (1996). Effects of a selective sleep deprivation on subsequent anaerobic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 17(02), 115-119.
149. Sierer, S. P., Battaglini, C. L., Mihalik, J. P., Shields, E. W., and Tomasini, N. T. (2008). The National Football League Combine: performance differences between drafted and nondrafted players entering the 2004 and 2005 drafts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 6-12.
150. Fullagar, H., Skorski, S., Duffield, R., and Meyer, T. (2016). The effect of an acute sleep hygiene strategy following a late-night soccer match on recovery of players. *Chronobiology International*, 33(5), 490-505.
151. Bond, V., Kresham, K., Balkissoon, B., Tuckson, L., Caprarola, M., Johnson, D., and Bartley, D. (1988). Effects of sleep deprivation on muscle function during an isokinetic contraction. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28(1), 1-6.
152. Symons, J., Bell, D., Pope, J., VanHelder, T., and Myles, W. (1988). Electro-mechanical response times and muscle strength after sleep deprivation. *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal canadien des sciences du sport*, 13(4), 225-230.
153. Skurvydas, A., Zlibinaite, L., Solianik, R., Brazaitis, M., Valanciene, D., Baranauskiene, N., Majauskiene, D., Mickeviciene, D., Venckunas, T., and Kamandulis, S. (2020). One night of sleep deprivation impairs executive function but does not affect psychomotor or motor performance. *Biology of Sport*, 37(1), 7-14.
154. Mamiya, A., Morii, I., and Goto, K. (2021). Effects of partial sleep deprivation after prolonged exercise on metabolic responses and exercise performance on the following day. *Physical Activity and Nutrition*, 25(1), 1.
155. Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., and Attarbashi Moghadam, B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 431-436.
156. Tucker, A. M., Whitney, P., Belenky, G., Hinson, J. M., and Van Dongen, H. P. (2010). Effects of sleep deprivation on dissociated components of executive functioning. *Sleep*, 33(1), 47-57.
157. Włodarczyk, D., Jaśkowski, P., and Nowik, A. (2002). Influence of sleep deprivation and auditory intensity on reaction time and response force. *Perceptual and Motor skills*, 94(3), 1101-1112.

158. Jarraya, S., Jarraya, M., Chtourou, H., and Souissi, N. (2014). Effect of time of day and partial sleep deprivation on the reaction time and the attentional capacities of the handball goalkeeper. *Biological Rhythm Research*, 45(2), 183-191.
159. Stavrou, V. T., Astara, K., Turlakopoulos, K. N., Daniil, Z., Gourgoulidis, K. I., Kalabakas, K., Karagiannis, D., and Basdekis, G. (2021). Sleep quality's effect on vigilance and perceptual ability in adolescent and adult athletes. *Journal of Sports Medicine*, 2021.
160. McClure, D. J., Zuckerman, S. L., Kutscher, S. J., Gregory, A. J., and Solomon, G. S. (2014). Baseline neurocognitive testing in sports-related concussions: the importance of a prior night's sleep. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(2), 472-478.
161. Paryab, N., Taheri, M., H'Mida, C., Irandoust, K., Mirmoezzi, M., Trabelsi, K., Ammar, A., and Chtourou, H. (2021). Melatonin supplementation improves psychomotor and physical performance in collegiate student-athletes following a sleep deprivation night. *Chronobiology International*, 38(5), 753-761.
162. Romdhani, M., Souissi, N., Chaabouni, Y., Mahdouani, K., Driss, T., Chamari, K., and Hammouda, O. (2020). Improved physical performance and decreased muscular and oxidative damage with postlunch napping after partial sleep deprivation in athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 874-883.
163. Souissi, M., Souissi, Y., Bayoudh, A., Knechtel, B., Nikolaidis, P. T., and Chtourou, H. (2020). Effects of a 30 min nap opportunity on cognitive and short-duration high-intensity performances and mood states after a partial sleep deprivation night. *Journal of Sports Sciences*, 38(22), 2553-2561.
164. LaGoy, A. D., Ferrarelli, F., Sinnott, A. M., Eagle, S. R., Johnson, C. D., and Connaboy, C. (2020). You snooze, you win? An ecological dynamics framework approach to understanding the relationships between sleep and sensorimotor performance in sport. *Sleep Medicine Clinics*, 15(1), 31-39.
165. Latash, M. L., Scholz, J. P., and Schöner, G. (2002). Motor control strategies revealed in the structure of motor variability. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(1), 26-31.
166. Burris, K., Vittetoe, K., Ramger, B., Suresh, S., Tokdar, S. T., Reiter, J. P., and Appelbaum, L. G. (2018). Sensorimotor abilities predict on-field performance in professional baseball. *Scientific Reports*, 8(1), 116.
167. Poltavski, D., and Biberdorf, D. (2015). The role of visual perception measures used in sports vision programmes in predicting actual game performance in Division I collegiate hockey players. *Journal of Sports Sciences*, 33(6), 597-608.
168. Huber, R., Felice Ghilardi, M., Massimini, M., and Tononi, G. (2004). Local sleep and learning. *Nature*, 430(6995), 78-81.

169. Walker, M. P., Brakefield, T., Morgan, A., Hobson, J. A., and Stickgold, R. (2002). Practice with sleep makes perfect: sleep-dependent motor skill learning. *Neuron*, 35(1), 205-211.
170. Walker, M. P., and Stickgold, R. (2005). It's practice, with sleep, that makes perfect: implications of sleep-dependent learning and plasticity for skill performance. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), 301-317.
171. Chang, C., Putukian, M., Aerni, G., Diamond, A., Hong, G., Ingram, Y., Reardon, C. L., and Wolanin, A. (2020). Mental health issues and psychological factors in athletes: detection, management, effect on performance and prevention: American Medical Society for Sports Medicine Position Statement—Executive Summary. *British Journal of Sports Medicine*, 54(4), 216-220.
172. Arnold, R., and Fletcher, D. (2012). A research synthesis and taxonomic classification of the organizational stressors encountered by sport performers. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(3), 397-429.
173. Beauchamp, P., Kamis, D., and Stull, T. (2021). Achieving mental health and peak performance in elite athletes. *Psychiatric Clinics*, 44(3), 347-358.
174. Gouttebauge, V., Castaldelli-Maia, J. M., Gorczynski, P., Hainline, B., Hitchcock, M. E., Kerkhoffs, G. M., Rice, S. M., and Reardon, C. L. (2019). Occurrence of mental health symptoms and disorders in current and former elite athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(11), 700-706.
175. Gouttebauge, V., Hopley, P., Kerkhoffs, G., Verhagen, E., Viljoen, W., Wylleman, P., and Lambert, M. (2018). A 12-month prospective cohort study of symptoms of common mental disorders among professional rugby players. *European Journal of Sport Science*, 18(7), 1004-1012.
176. Gao, B., Dwivedi, S., Milewski, M. D., and Cruz, A. I. (2019). Lack of sleep and sports injuries in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 39(5), e324-e333.
177. von Rosen, P., Frohm, A., Kottorp, A., Fridén, C., and Heijne, A. (2017). Multiple factors explain injury risk in adolescent elite athletes: applying a biopsychosocial perspective. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(12), 2059-2069.
178. Von Rosen, P., Frohm, A., Kottorp, A., Fridén, C., and Heijne, A. (2017). Too little sleep and an unhealthy diet could increase the risk of sustaining a new injury in adolescent elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(11), 1364-1371.
179. Milewski, M. D., Skaggs, D. L., Bishop, G. A., Pace, J. L., Ibrahim, D. A., Wren, T. A., and Barzdukas, A. (2014). Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 34(2), 129-133.
180. Grier, T., Dinkeloo, E., Reynolds, M., and Jones, B. H. (2020). Sleep duration and musculoskeletal injury incidence in physically active men and women: a study of US Army Special Operation Forces soldiers. *Sleep Health*, 6(3), 344-349.

181. Johnston, R., Cahalan, R., Bonnett, L., Maguire, M., Glasgow, P., Madigan, S., O'Sullivan, K., and Comyns, T. (2020). General health complaints and sleep associated with new injury within an endurance sporting population: a prospective study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(3), 252-257.
182. Nédélec, M., Leduc, C., Dawson, B., Guilhem, G., and Dupont, G. (2019). Case study: sleep and injury in elite soccer—a mixed method approach. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(11), 3085-3091.
183. Burke, T. M., Lisman, P. J., Maguire, K., Skeiky, L., Choynowski, J. J., Capaldi, V. F., Wilder, J. N., Brager, A. J., and Dobrosielski, D. A. (2020). Examination of sleep and injury among college football athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 609-616.
184. Dennis, J., Dawson, B., Heasman, J., Rogalski, B., and Robey, E. (2016). Sleep patterns and injury occurrence in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 113-116.
185. Cahalan, R., Bargary, N., and O'Sullivan, K. (2019). Dance exposure, general health, sleep and injury in elite adolescent Irish dancers: A prospective study. *Physical Therapy in Sport*, 40, 153-159.
186. Yeomans, C., Comyns, T. M., Cahalan, R., Hayes, K., Costello, V., Warrington, G. D., Harrison, A. J., Lyons, M., Campbell, M. J., and Glynn, L. G. (2019). The relationship between physical and wellness measures and injury in amateur rugby union players. *Physical Therapy in Sport*, 40, 59-65.
187. Biggins, M., Cahalan, R., Comyns, T., Purtill, H., and O'Sullivan, K. (2018). Poor sleep is related to lower general health, increased stress and increased confusion in elite Gaelic athletes. *The Physician and Sports Medicine*, 46(1), 14-20.
188. Owens, J., Group, A. S. W., Adolescence, C. o., Au, R., Carskadon, M., Millman, R., Wolfson, A., Braverman, P. K., Adelman, W. P., and Breuner, C. C. (2014). Insufficient sleep in adolescents and young adults: an update on causes and consequences. *Pediatrics*, 134(3), 921-932.
189. Baglioni, C., Battagliese, G., Feige, B., Spiegelhalder, K., Nissen, C., Voderholzer, U., Lombardo, C., and Riemann, D. (2011). Insomnia as a predictor of depression: a meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies. *Journal of Affective Disorders*, 135(1-3), 10-19.
190. Lee, S., Buxton, O. M., Andel, R., and Almeida, D. M. (2019). Bidirectional associations of sleep with cognitive interference in employees' work days. *Sleep Health*, 5(3), 298-308.
191. Born, J., and Fehm, H. (1998). Hypothalamus-pituitary-adrenal activity during human sleep: a coordinating role for the limbic hippocampal system. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 106(03), 153-163.
192. Cohen, S., Doyle, W. J., Alper, C. M., Janicki-Deverts, D., and Turner, R. B. (2009). Sleep habits and susceptibility to the common cold. *Archives of Internal Medicine*, 169(1), 62-67.

193. Smith, M. T., and Haythornthwaite, J. A. (2004). How do sleep disturbance and chronic pain inter-relate? Insights from the longitudinal and cognitive-behavioral clinical trials literature. *Sleep Medicine Reviews*, 8(2), 119-132.
194. Morin, C. M., LeBlanc, M., Daley, M., Gregoire, J., and Merette, C. (2006). Epidemiology of insomnia: prevalence, self-help treatments, consultations, and determinants of help-seeking behaviors. *Sleep Medicine*, 7(2), 123-130.
195. Taylor, D. J., Mallory, L. J., Lichstein, K. L., Durrence, H. H., Riedel, B. W., and Bush, A. J. (2007). Comorbidity of chronic insomnia with medical problems. *Sleep*, 30(2), 213-218.
196. Heo, M., Allison, D. B., Faith, M. S., Zhu, S., and Fontaine, K. R. (2003). Obesity and quality of life: mediating effects of pain and comorbidities. *Obesity Research*, 11(2), 209-216.
197. Knutson, K. L., Ryden, A. M., Mander, B. A., and Van Cauter, E. (2006). Role of sleep duration and quality in the risk and severity of type 2 diabetes mellitus. *Archives of Internal Medicine*, 166(16), 1768-1774.
198. Davies, M., Brophy, S., Williams, R., and Taylor, A. (2006). The prevalence, severity, and impact of painful diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 29(7), 1518-1522.
199. Finan, P. H., and Smith, M. T. (2013). The comorbidity of insomnia, chronic pain, and depression: dopamine as a putative mechanism. *Sleep Medicine Reviews*, 17(3), 173-183.
200. Wilson, K. G., Eriksson, M. Y., Joyce, L., Mikail, S. F., and Emery, P. C. (2002). Major depression and insomnia in chronic pain. *The Clinical Journal of Pain*, 18(2), 77-83.
201. Haack, M., Simpson, N., Sethna, N., Kaur, S., and Mullington, J. (2020). Sleep deficiency and chronic pain: potential underlying mechanisms and clinical implications. *Neuropsychopharmacology*, 45(1), 205-216.
202. Ferdousi, M., and Finn, D. P. (2018). Stress-induced modulation of pain: role of the endogenous opioid system. *Progress in Brain Research*, 239, 121-177.
203. Hutchinson, M. R., Shavit, Y., Grace, P. M., Rice, K. C., Maier, S. F., and Watkins, L. R. (2011). Exploring the neuroimmunopharmacology of opioids: an integrative review of mechanisms of central immune signaling and their implications for opioid analgesia. *Pharmacological Reviews*, 63(3), 772-810.
204. Zubieta, J.-K., Smith, Y. R., Bueller, J. A., Xu, Y., Kilbourn, M. R., Jewett, D. M., Meyer, C. R., Koeppe, R. A., and Stohler, C. S. (2001). Regional mu opioid receptor regulation of sensory and affective dimensions of pain. *Science*, 293(5528), 311-315.
205. Martikainen, I. K., Pecina, M., Love, T. M., Nuechterlein, E. B., Cummiford, C. M., Green, C. R., Harris, R. E., Stohler, C. S., and Zubieta, J.-K. (2013). Alterations in endogenous opioid functional measures in chronic back pain. *Journal of Neuroscience*, 33(37), 14729-14737.

206. Ukponmwan, O., Ruppreht, J., and Dzoljic, M. (1984). REM sleep deprivation decreases the antinociceptive property of enkephalinase-inhibition, morphine and cold-water-swim. *General Pharmacology*, 15(3), 255-258.
207. Nascimento, D. C., Andersen, M. L., Hipólido, D. C., Nobrega, J. N., and Tufik, S. (2007). Pain hypersensitivity induced by paradoxical sleep deprivation is not due to altered binding to brain μ -opioid receptors. *Behavioural Brain Research*, 178(2), 216-220.
208. Smith, M. T., Edwards, R. R., McCann, U. D., and Haythornthwaite, J. A. (2007). The effects of sleep deprivation on pain inhibition and spontaneous pain in women. *Sleep*, 30(4), 494-505.
209. Haack, M., Scott-Sutherland, J., Santangelo, G., Simpson, N. S., Sethna, N., and Mullington, J. M. (2012). Pain sensitivity and modulation in primary insomnia. *European Journal of Pain*, 16(4), 522-533.
210. Millan, M. J. (2002). Descending control of pain. *Progress in Neurobiology*, 66(6), 355-474.
211. Steen, K. H., Steen, A. E., and Reeh, P. W. (1995). A dominant role of acid pH in inflammatory excitation and sensitization of nociceptors in rat skin, in vitro. *Journal of Neuroscience*, 15(5), 3982-3989.
212. Viguier, F., Michot, B., Hamon, M., and Bourgoin, S. (2013). Multiple roles of serotonin in pain control mechanisms—implications of 5-HT₇ and other 5-HT receptor types. *European Journal of Pharmacology*, 716(1-3), 8-16.
213. Monti, J. M. (2011). Serotonin control of sleep-wake behavior. *Sleep Medicine Reviews*, 15(4), 269-281.
214. Zant, J., Leenaars, C., Kostin, A., Van Someren, E., and Porkka-Heiskanen, T. (2011). Increases in extracellular serotonin and dopamine metabolite levels in the basal forebrain during sleep deprivation. *Brain Research*, 1399, 40-48.
215. Aston-Jones, G., and Bloom, F. (1981). Activity of norepinephrine-containing locus coeruleus neurons in behaving rats anticipates fluctuations in the sleep-waking cycle. *Journal of Neuroscience*, 1(8), 876-886.
216. Meerlo, P., Sgoifo, A., and Suchecki, D. (2008). Restricted and disrupted sleep: effects on autonomic function, neuroendocrine stress systems and stress responsivity. *Sleep Medicine Reviews*, 12(3), 197-210.
217. Marks, D. M., Shah, M. J., Patkar, A. A., Masand, P. S., Park, G.-Y., and Pae, C.-U. (2009). Serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors for pain control: premise and promise. *Current Neuropharmacology*, 7(4), 331-336.
218. Koh, K., Hamada, A., Hamada, Y., Yanase, M., Sakaki, M., Someya, K., Narita, M., Kuzumaki, N., Ikegami, D., and Sakai, H. (2015). Possible involvement of activated locus coeruleus–noradrenergic neurons in pain-related sleep disorders. *Neuroscience Letters*, 589, 200-206.

219. Alexandre, C., Latremoliere, A., Ferreira, A., Miracca, G., Yamamoto, M., Scammell, T. E., and Woolf, C. J. (2017). Decreased alertness due to sleep loss increases pain sensitivity in mice. *Nature Medicine*, 23(6), 768-774.
220. Sardi, N. F., Tobaldini, G., Morais, R. N., and Fischer, L. (2018). Nucleus accumbens mediates the pronociceptive effect of sleep deprivation: the role of adenosine A2A and dopamine D2 receptors. *Pain*, 159(1), 75-84.
221. Serhan, C. N. (2017). Treating inflammation and infection in the 21st century: new hints from decoding resolution mediators and mechanisms. *The FASEB Journal*, 31(4), 1273.
222. Vane, J. R. (1971). Inhibition of Prostaglandin Synthesis as a Mechanism of Action for Aspirin-like Drugs. *Nature New Biology*, 231(25), 232-235. doi:10.1038/newbio231232a0
223. Yoshida, H., Kubota, T., and Krueger, J. M. (2003). A cyclooxygenase-2 inhibitor attenuates spontaneous and TNF- α -induced non-rapid eye movement sleep in rabbits. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 285(1), R99-R109.
224. Horne, J., Percival, J., and Traynor, J. (1980). Aspirin and human sleep. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 49(3-4), 409-413.
225. Ram, A., Pandey, H. P., Matsumura, H., Kasahara-Orita, K., Nakajima, T., Takahata, R., Satoh, S., Terao, A., and Hayaishi, O. (1997). CSF levels of prostaglandins, especially the level of prostaglandin D2, are correlated with increasing propensity towards sleep in rats. *Brain Research*, 751(1), 81-89.
226. Cook, A. D., Christensen, A. D., Tewari, D., McMahon, S. B., and Hamilton, J. A. (2018). Immune cytokines and their receptors in inflammatory pain. *Trends in Immunology*, 39(3), 240-255.
227. Zhou, Y.-Q., Liu, Z., Liu, Z.-H., Chen, S.-P., Li, M., Shahveranov, A., Ye, D.-W., and Tian, Y.-K. (2016). Interleukin-6: an emerging regulator of pathological pain. *Journal of Neuroinflammation*, 13(1), 1-9.
228. Besedovsky, L., Lange, T., and Haack, M. (2019). The sleep-immune crosstalk in health and disease. *Physiological Reviews*, 99, 1325-1380.
229. Haack, M., Sanchez, E., and Mullington, J. M. (2007). Elevated inflammatory markers in response to prolonged sleep restriction are associated with increased pain experience in healthy volunteers. *Sleep*, 30(9), 1145-1152.
230. Donvito, G., Nass, S. R., Wilkerson, J. L., Curry, Z. A., Schurman, L. D., Kinsey, S. G., and Lichtman, A. H. (2018). The endogenous cannabinoid system: a budding source of targets for treating inflammatory and neuropathic pain. *Neuropsychopharmacology*, 43(1), 52-79.
231. Nielsen, S., Sabioni, P., Trigo, J. M., Ware, M. A., Betz-Stablein, B. D., Murnion, B., Lintzeris, N., Khor, K. E., Farrell, M., and Smith, A. (2017). Opioid-sparing effect of

- cannabinoids: a systematic review and meta-analysis. *Neuropsychopharmacology*, 42(9), 1752-1765.
232. Hillard, C. J. (2018). Circulating endocannabinoids: from whence do they come and where are they going? *Neuropsychopharmacology*, 43(1), 155-172.
 233. Cedernaes, J., Fanelli, F., Fazzini, A., Pagotto, U., Broman, J.-E., Vogel, H., Dickson, S. L., Schiöth, H. B., and Benedict, C. (2016). Sleep restriction alters plasma endocannabinoids concentrations before but not after exercise in humans. *Psychoneuroendocrinology*, 74, 258-268.
 234. Hanlon, E. C., Tasali, E., Leproult, R., Stuhr, K. L., Doncheck, E., De Wit, H., Hillard, C. J., and Van Cauter, E. (2016). Sleep restriction enhances the daily rhythm of circulating levels of endocannabinoid 2-arachidonoylglycerol. *Sleep*, 39(3), 653-664.
 235. Linares, I. M., Guimaraes, F. S., Eckeli, A., Crippa, A. C., Zuardi, A. W., Souza, J. D., Hallak, J. E., and Crippa, J. A. (2018). No acute effects of cannabidiol on the sleep-wake cycle of healthy subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 315.
 236. Babson, K. A., Sottile, J., and Morabito, D. (2017). Cannabis, cannabinoids, and sleep: a review of the literature. *Current Psychiatry Reports*, 19, 1-12.
 237. Lynch, M. E., and Ware, M. A. (2015). Cannabinoids for the treatment of chronic non-cancer pain: an updated systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Neuroimmune Pharmacology*, 10, 293-301.
 238. Toth, C., Mawani, S., Brady, S., Chan, C., Liu, C., Mehina, E., Garven, A., Bestard, J., and Korngut, L. (2012). An enriched-enrolment, randomized withdrawal, flexible-dose, double-blind, placebo-controlled, parallel assignment efficacy study of nabilone as adjuvant in the treatment of diabetic peripheral neuropathic pain. *PAIN®*, 153(10), 2073-2082.
 239. Serpell, M., Ratcliffe, S., Hovorka, J., Schofield, M., Taylor, L., Lauder, H., and Ehler, E. (2014). A double-blind, randomized, placebo-controlled, parallel group study of THC/CBD spray in peripheral neuropathic pain treatment. *European journal of pain*, 18(7), 999-1012.
 240. Zajicek, J. P., Hobart, J. C., Slade, A., Barnes, D., Mattison, P. G., and Group, M. R. (2012). Multiple sclerosis and extract of cannabis: results of the MUSEC trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 83(11), 1125-1132.
 241. Blake, D. R., Robson, P., Ho, M., Jubb, R. W., and McCabe, C. S. (2006). Preliminary assessment of the efficacy, tolerability and safety of a cannabis-based medicine (Sativex) in the treatment of pain caused by rheumatoid arthritis. *Rheumatology*, 45(1), 50-52.
 242. Chrousos, G. P. (2009). Stress and disorders of the stress system. *Nature reviews Endocrinology*, 5(7), 374-381.

243. Balbo, M., Leproult, R., and Van Cauter, E. (2010). Impact of sleep and its disturbances on hypothalamo-pituitary-adrenal axis activity. *International Journal of Endocrinology*, 2010.
244. Minkel, J., Moreta, M., Muto, J., Htaik, O., Jones, C., Basner, M., and Dinges, D. (2014). Sleep deprivation potentiates HPA axis stress reactivity in healthy adults. *Health Psychology*, 33(11), 1430.
245. Simpson, N. S., DiIombi, M., Scott-Sutherland, J., Yang, H., Bhatt, V., Gautam, S., Mullington, J., and Haack, M. (2016). Repeating patterns of sleep restriction and recovery: do we get used to it? *Brain, Behavior and Immunity*, 58, 142-151.
246. Devine, J., Bertisch, S., Yang, H., Scott-Sutherland, J., Wilkins, A., Molina, V., Henrikson, K., and Haack, M. (2019). Glucocorticoid and inflammatory reactivity to a repeated physiological stressor in insomnia disorder. *Neurobiology of Sleep and Circadian Rhythms*, 6, 77-84.
247. Goodin, B. R., Smith, M. T., Quinn, N. B., King, C. D., and McGuire, L. (2012). Poor sleep quality and exaggerated salivary cortisol reactivity to the cold pressor task predict greater acute pain severity in a non-clinical sample. *Biological Psychology*, 91(1), 36-41.
248. Brown, R. E., Basheer, R., McKenna, J. T., Strecker, R. E., and McCarley, R. W. (2012). Control of sleep and wakefulness. *Physiological Reviews*, 92(3), 1087-187.
249. Sawynok, J. (2016). Adenosine receptor targets for pain. *Neuroscience*, 338, 1-18.
250. Hambrecht-Wiedbusch, V. S., Gabel, M., Liu, L. J., Imperial, J. P., Colmenero, A. V., and Vanini, G. (2017). Preemptive caffeine administration blocks the increase in postoperative pain caused by previous sleep loss in the rat: a potential role for preoptic adenosine A2A receptors in sleep-pain interactions. *Sleep*, 40(9), zsx116.
251. Guan, Y., Yaster, M., Raja, S. N., and Tao, Y.-X. (2007). Genetic knockout and pharmacologic inhibition of neuronal nitric oxide synthase attenuate nerve injury-induced mechanical hypersensitivity in mice. *Molecular Pain*, 3, 1744-8069-1743-1729.
252. Harrison, C., Epton, S., Bojanic, S., Green, A. L., and FitzGerald, J. J. (2018). The efficacy and safety of dorsal root ganglion stimulation as a treatment for neuropathic pain: a literature review. *Neuromodulation: technology at the Neural Interface*, 21(3), 225-233.
253. Kalinchuk, A., Lu, Y., Stenberg, D., Rosenberg, P., and Porkka-Heiskanen, T. (2006). Nitric oxide production in the basal forebrain is required for recovery sleep. *Journal of Neurochemistry*, 99(2), 483-498.
254. Kalinchuk, A. V., McCarley, R. W., Porkka-Heiskanen, T., and Basheer, R. (2011). The time course of adenosine, nitric oxide (NO) and inducible NO synthase changes in the brain with sleep loss and their role in the non-rapid eye movement sleep homeostatic cascade. *Journal of Neurochemistry*, 116(2), 260-272.

255. Damasceno, F., Skinner, G. O., Araújo, P. C., Ferraz, M. M., Tenório, F., and de Almeida, O. M. (2013). Nitric oxide modulates the hyperalgesic response to mechanical noxious stimuli in sleep-deprived rats. *BMC Neuroscience*, 14, 1-7.
256. Tomim, D. H., Pontarolla, F. M., Bertolini, J. F., Arase, M., Tobaldini, G., Lima, M. M., and Fischer, L. (2016). The pronociceptive effect of paradoxical sleep deprivation in rats: evidence for a role of descending pain modulation mechanisms. *Molecular Neurobiology*, 53, 1706-1717.
257. Chen, W. W., Zhang, X., and Huang, W. J. (2016). Pain control by melatonin: Physiological and pharmacological effects. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12(4), 1963-1968.
258. Auld, F., Maschauer, E. L., Morrison, I., Skene, D. J., and Riha, R. L. (2017). Evidence for the efficacy of melatonin in the treatment of primary adult sleep disorders. *Sleep Medicine Reviews*, 34, 10-22.
259. Citera, G., Arias, M., Maldonado-Cocco, J., La'zaro, M., Rosemffet, M., Brusco, L., Scheines, E., and Cardinalli, D. (2000). The effect of melatonin in patients with fibromyalgia: a pilot study. *Clinical Rheumatology*, 19, 9-13.
260. Mozaffari, S., Rahimi, R., and Abdollahi, M. (2010). Implications of melatonin therapy in irritable bowel syndrome: a systematic review. *Current Pharmaceutical Design*, 16(33), 3646-3655.
261. de Zanette, S. A., Vercelino, R., Laste, G., Rozisky, J. R., Schwertner, A., Machado, C. B., Xavier, F., de Souza, I. C. C., Deitos, A., and Torres, I. L. (2014). Melatonin analgesia is associated with improvement of the descending endogenous pain-modulating system in fibromyalgia: a phase II, randomized, double-dummy, controlled trial. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 15(1), 1-14.
262. Huang, C.-T., Chiang, R. P.-Y., Chen, C.-L., and Tsai, Y.-J. (2014). Sleep deprivation aggravates median nerve injury-induced neuropathic pain and enhances microglial activation by suppressing melatonin secretion. *Sleep*, 37(9), 1513-1523.
263. Staffe, A. T., Bech, M. W., Clemmensen, S. L. K., Nielsen, H. T., Larsen, D. B., and Petersen, K. K. (2019). Total sleep deprivation increases pain sensitivity, impairs conditioned pain modulation and facilitates temporal summation of pain in healthy participants. *PLoS ONE*, 14(12), e0225849.
264. D. Gonçalves, A., Teodosio, C., Pezarat-Correia, P., Vila-Chã, C., and V. Mendonca, G. (2021). Effects of acute sleep deprivation on H reflex and V wave. *Journal of Sleep Research*, 30(3), e13118.
265. Araujo, L. G., Waterhouse, J., Edwards, B., Santos, E. H. R., Tufik, S., and Túlio de Mello, M. (2011). Twenty-four-hour rhythms of muscle strength with a consideration of some methodological problems. *Biological Rhythm Research*, 42(6), 473-490.
266. MY, A. (1996). Pittsburgh uyku kalitesi indeksinin gecerligi ve guvenirligi. *Turk Psikiyatri Dergisi*, 7, 107-115.

267. Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., and Sallis, J. F. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381-1395.
268. Saglam, M., Arikan, H., Savci, S., Inal-Ince, D., Bosnak-Guclu, M., Karabulut, E., and Tokgozoglu, L. (2010). International physical activity questionnaire: reliability and validity of the Turkish version. *Perceptual and Motor Skills*, 111(1), 278-284.
269. Fischer, A. A. (1987). Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain*, 30(1), 115-126.
270. Jönhagen, S., Ackermann, P., and Saartok, T. (2009). Forward lunge: a training study of eccentric exercises of the lower limbs. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 972-978.
271. Fanlo-Mazas, P., Bueno-Gracia, E., de Escudero-Zapico, A. R., López-de-Celis, C., Hidalgo-García, C., Rodríguez-Sanz, J., and Lucha-López, M. O. (2021). The Effect of Diacutaneous Fibrolysis on Local and Widespread Hyperalgesia and Muscle Length in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: Secondary Analysis of a Pretest–Posttest Clinical Trial. *Journal of sport rehabilitation*, 30(5), 804-811.
272. Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., and Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374.
273. Guruhan, S., Kafa, N., Ecemis, Z. B., and Guzel, N. A. (2021). Muscle activation differences during eccentric hamstring exercises. *Sports Health*, 13(2), 181-186.
274. Konrad, P. (2005). The abc of emg. *A practical introduction to kinesiological electromyography*, 1(2005), 30-35.
275. Vaara, J. P., Oksanen, H., Kyröläinen, H., Virravirta, M., Koski, H., and Finni, T. (2018). 60-hour sleep deprivation affects submaximal but not maximal physical performance. *Frontiers in Physiology*, 9, 316095.
276. Skurvydas, A., Kazlauskaite, D., Zlibinaite, L., Cekanauskaite, A., Valanciene, D., Karanauskiene, D., Zuoziene, I. J., Majauskiene, D., Mickeviciene, D., and Satas, A. (2021). Effects of two nights of sleep deprivation on executive function and central and peripheral fatigue during maximal voluntary contraction lasting 60s. *Physiology & Behavior*, 229, 113226.
277. Jasper, I., Häußler, A., Baur, B., Marquardt, C., and Hermsdörfer, J. (2009). Circadian variations in the kinematics of handwriting and grip strength. *Chronobiology International*, 26(3), 576-594.
278. Latiri, I., and Dogui, M. (2016). Effects of one-night sleep deprivation on selective attention and isometric force in adolescent karate athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(6), 752-759.

279. Bambaiechi, E., Reilly, T., Cable, N., and Giacomoni, M. (2005). The influence of time of day and partial sleep loss on muscle strength in eumenorrheic females. *Ergonomics*, 48(11-14), 1499-1511.
280. Arima, T., Svensson, P., Rasmussen, C., Nielsen, K. D., Drewes, A. M., and Arendt-Nielsen, L. (2001). The relationship between selective sleep deprivation, nocturnal jaw-muscle activity and pain in healthy men. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28(2), 140-148.
281. Taylor, D., Gibson, H., Edwards, R., and Reilly, T. (1994). Correction of isometric leg strength tests for time of day. *European Journal of Experimental Musculoskel Research*, 3, 25-27.
282. Gauthier, A., Davenne, D., Martin, A., Cometti, G., and Hoecke, J. V. (1996). Diurnal rhythm of the muscular performance of elbow flexors during isometric contractions. *Chronobiology International*, 13(2), 135-146.
283. Lieber, R. L. (2002). *Skeletal muscle structure, function, and plasticity*: Lippincott Williams & Wilkins. 35(4),710.
284. Prilutsky, B. I. (2000). Coordination of two-and one-joint muscles: functional consequences and implications for motor control. *Motor Control*, 4(1), 1-44.
285. Abd-Elfattah, H. M., Abdelazeim, F. H., and Elshennawy, S. (2015). Physical and cognitive consequences of fatigue: A review. *Journal of Advanced Research*, 6(3), 351-358.
286. McKenna, M. J., and Hargreaves, M. (2008). Resolving fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology at its finest! *American Physiological Society*. 104 (1), 286-287.
287. Zajac, A., Chalimoniuk, M., Gołaś, A., Lngfort, J., and Maszczyk, A. (2015). Central and peripheral fatigue during resistance exercise—a critical review. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 159-169.
288. Gonçalves, A. D., Pezarat-Correia, P., Vila-Chã, C., and Mendonça, G. V. (2023). Effects of Acute Sleep Deprivation on the Sequential Rate of Torque Development throughout the Force-Time Curve. *Sleep Science*, 16(04), e454-e461.
289. Tornero-Aguilera, J. F., Jimenez-Morcillo, J., Rubio-Zarapuz, A., and Clemente-Suárez, V. J. (2022). Central and peripheral fatigue in physical exercise explained: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3909.
290. Engle-Friedman, M., Mathew, G. M., Martinova, A., Armstrong, F., and Konstantinov, V. (2018). The role of sleep deprivation and fatigue in the perception of task difficulty and use of heuristics. *Sleep Science*, 11(02), 74-84.
291. Cullen, T., Thomas, G., and Wadley, A. (2020). Sleep deprivation: cytokine and neuroendocrine effects on perception of effort. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(4), 909-918.

292. Drewes, A. M., Nielsen, K. D., Rasmussen, C., Arima, T., Svensson, P., Rössel, P., and Arendt-Nielsen, L. (2000). The effects of controlled delta sleep deprivation on experimental pain in healthy subjects. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 8(3), 49-67.
293. Schuh-Hofer, S., Wodarski, R., Pfau, D. B., Caspani, O., Magerl, W., Kennedy, J. D., and Treede, R.-D. (2013). One night of total sleep deprivation promotes a state of generalized hyperalgesia: a surrogate pain model to study the relationship of insomnia and pain. *PAIN®*, 154(9), 1613-1621.
294. Cooperman, N., Mullin, F., and Kleitman, N. (1934). Studies on the physiology of sleep: XI. Further observations on the effects of prolonged sleeplessness. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 107(3), 589-593.
295. Onen, S. H., Alloui, A., Gross, A., Eschallier, A., and Dubray, C. (2001). The effects of total sleep deprivation, selective sleep interruption and sleep recovery on pain tolerance thresholds in healthy subjects. *Journal of Sleep Research*, 10(1), 35-42.
296. Azevedo, E., Manzano, G. M., Silva, A., Martins, R., Andersen, M. L., and Tufik, S. (2011). The effects of total and REM sleep deprivation on laser-evoked potential threshold and pain perception. *Pain*, 152(9), 2052-2058.
297. Matre, D., Hu, L., Viken, L. A., Hjelle, I. B., Wigemyr, M., Knardahl, S., Sand, T., and Nilsen, K. B. (2015). Experimental sleep restriction facilitates pain and electrically induced cortical responses. *Sleep*, 38(10), 1607-1617.
298. Rouhi, S., Topcu, J., Egorova-Brumley, N., and Jordan, A. S. (2023). The impact of sleep disturbance on pain perception: A systematic review examining the moderating effect of sex and age. *Sleep Medicine Reviews*, 101835.



EKLER

EK-1. Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 15.11.2022-E.507492



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-507492
 Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

15.11.2022

Dağıtım Yerlerine

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı **Doktora Öğrencisi Sonay GÜRÜHAN'm, Prof.Dr.Nevin Aysel GÜZEL'in**, danışmanlığında yürüttüğü *"Uyku Yoksunluğunun Alt Ekstremitelerde Kas Aktivasyonu, Kuvveti ve Ağrı Eşiği Üzerine Etkisi"* adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **04.10.2022** tarih ve **16** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2022 - 1191

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL

Bilgi:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne



EK -1. (devam) Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarihi ve Sayısı: 15.11.2022-E.507492

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ	
TOPLANTI TARİHİ : 04.10.2022	TOPLANTI SAYISI : 16
ADI – SOYADI	İMZA
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN	
Prof.Dr.C.Haluk BODUR	
Prof.Dr.Seçil ÖZKAN	
Prof.Dr.Cevriye TEMEL GENCER	
Prof.Dr.İsmet YÜKSEL	
Prof.Dr.Aymelek GÖNENÇ	
Prof.Dr.Gülşay BAYRAMOĞLU	
Prof.Dr.Makbule GEZMEN KARADAĞ	
Prof.Dr.Zehra GÖÇMEN BAYKARA	
Prof.Dr.İlyas OKUR	
Prof.Dr.Nihan KAFA	
Doç.Dr.Melek Gülşah ŞAHİN	

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan tarih / sayı ile izin alınan* ve Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL danışmanlığında öğrenci Uzm. Fzt. Sonay GÜRÜHAN tarafından yürütülen "Akut Uyku Yoksunluğunun Alt Ekstremitte Kasal Aktivasyonu, Kuvveti ve Ağrı Eşiği Üzerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izni alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmanın Amacı	Akut Uyku Yoksunluğunun Alt Ekstremitte Kas Aktivasyonu Ve Ağrı Eşiği Üzerine Etkisinin İncelenmesi
Araştırmanın Yöntemi	Bu çalışma iki ayrı test gününden oluşacaktır ve her iki test gününde de aynı ölçümler tekrarlanacaktır. İlk ölçüm günü için iyi bir uyku uyumanız beklenecektir. Bu ölçümden 15 gün sonra ikinci ölçüm için ölçümden önceki 24 saat uyku uyumamanız istenecektir. 24 saatlik uykusuzluğunuzu garanti edebilmek için testten önceki gece her saat başı telefonla aranacaksınız. Ölçüme geldiğiniz gün herhangi bir şey yiyip içmeden gelmeniz istenecektir. Katılımcıların test öncesi aldıkları kalori miktarını eşitlemek için yaklaşık 400kcal lik bir kahvaltı verilecektir. Teste başlamadan önce Algometre denilen bir cihazla ağrı eşiğiniz ölçülecektir. Bu ölçüm testten hemen sonra ve 24, 48 ve 72 saat sonra tekrarlanacaktır. Bu çalışma için bacağınızın önündeki ve arkasındaki kaslara yüzeyel elektrotlar yerleştirilecektir. Öncelikle kas kuvvetinizi ölçmeye yönelik izokinetik cihazı ile bir test uygulanacaktır. Sonrasında 5 dk koşu bandında yürümeniz ve sırası ile önceden öğretilmiş olan egzersizleri yapmanız istenecektir. Ölçümler ve uygulama sırasında rahatsızlık hissedeceğiniz bir durumla karşılaşmayacaksınız. Uygulamalar ve ölçümler hiçbir şekilde girişimsel bir işlem içermemektedir
Araştırmanın Öngörülen Süresi (Başlama ve Bitiş Tarihi Başvurudaki Başlangıç ve Bitiş Tarihi ile Uyumlu Olmalıdır.)	5 Aralık 2022 -31 Ocak 2023
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	15
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☒ Hayır ☐

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

KATILIMCI BEYANI

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

EK-2. (devam) Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2
Rev-2
25.01.2022

Araştırma yürütücüsü(Tez çalışmalarında Danışman tarafından imzalanacaktır.)

Adı ve Soyadı	Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu	Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi	02.09.2024

Katılımcı

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vasi

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

EK-3. Değerlendirme Formu

Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi (PUKi)

Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Hesaplamaya Başlamadan Önce Lütfen Okuyunuz

Tarih: ____/____/____

Aşağıdaki sorulara vereceğiniz cevaplar için son bir ayı göz önünde bulundurun.
Lütfen tüm soruları cevaplandırın.

- 1 Geçen ay geceleri genellikle ne zaman yattınız? _____
- 2 Geçen ay geceleri uykuya daldığınız genellikle ne kadar zaman (dakika) aldı? _____ dakika
- 3 Geçen ay sabahları genellikle ne zaman kalktınız? _____
- 4 Geçen ay geceleri kaç saat uyudunuz (bu süre yatakta geçirdiğiniz süreden farklı olabilir) _____ saat
- 5 Geçen ay aşağıdaki durum arda belirtilen uyku problemlerini ne sıklıkla yaşadınız?

	Haftada	Hiç	1'den az	1 - 2 kez	3'ten Çok
a 30 dakika içinde uykuya dalamadınız	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b Gece yarısı veya sabah erkenden uyandınız	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c Tuvalete gittiniz	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
d Rahat bir şekilde nefes alıp veremediniz	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
e Aşırı derecede üşüdünüz	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
f Aşırı derecede sıcaklık hissettiniz	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
g Kötü rüyalar gördünüz	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
h Ağrı duyduunuz	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
i Diğer nedenler	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
j Öksürdünüz veya gürültülü bir şekilde horladınız	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
- 6 Geçen ay uyku kalitenizi bütünü ile nasıl değerlendirirsiniz.

☐ 0 Çok iyi	☐ 1 Oldukça iyi	☐ 2 Oldukça kötü	☐ 3 Çok kötü
------------------------------------	--	---	-------------------------------------
- 7 Geçen ay uyumanıza yardımcı olması için ne sıklıkta (reçeteli veya reçetesiz) uyku ilacı aldınız?

☐ 0 Hiç	☐ 1 Haftada 1'den az	☐ 2 Haftada 1 - 2 kez	☐ 3 Haftada 3'ten çok
--------------------------------	---	--	--
- 8 Geçen ay araba sürerken, yemek yerken veya sosyal bir aktivite esnasında ne kadar sıklıkla uyanık kalmak için zorlandınız?

☐ 0 Hiç	☐ 1 Haftada 1'den az	☐ 2 Haftada 1 - 2 kez	☐ 3 Haftada 3'ten çok
--------------------------------	---	--	--
- 9 Geçen ay bu durum işlerinizi yeteri kadar istekle yapmanızda ne derecede problem oluşturdu?

☐ 0 Hiç problem oluşturmadı	☐ 2 Bir dereceye kadar problem oluşturdu
☐ 1 Yalnızca çok az bir problem oluşturdu	☐ 3 Çok büyük bir problem oluşturdu
- 10 Bir yatak partneriniz veya oda arkadaşınız var mı?

☐ 0 Bir yatak partneri veya oda arkadaşı yok	☐ 2 Partneri aynı odada fakat aynı yatakta değil
☐ 1 Diğer odada bir partneri veya oda arkadaşı var	☐ 3 Partner aynı yatakta
- 11 Eğer bir oda arkadaşı veya yatak partneriniz varsa son bir ayda ona aşağıdaki durumları ne sıklıkta yaşadığınızı sorun.

	Haftada →	Hiç	1'den az	1 - 2 kez	3'ten çok
a Gürültülü horlama	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b Uykuda nefes alıp verme arasında uzun aralıklar	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c Uyurken bacaklarda seğirme veya sıçrama	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
d Uykusu esnasında uyumsuzluk veya şaşkınlık	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
e Diğer huzursuzluklarınız	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

EK-3. (devam) Değerlendirme Formu

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (Kısa)

International Physical Activity Questionnaire (Short)

..... Tarih:/...../.....

İnsanların günlük yaşayış içinde yaptıkları fiziksel aktiviteler hakkında bilgi edinmek istiyoruz. Aşağıda son 7 gün içinde fiziksel olarak harcanan zaman hakkında sorular bulunmaktadır. Lütfen, kendinizi çok hareketli bir kişi olarak görmesiniz bile her soruyu cevaplayın. Ev ve bahçe işlerinizi, işyerinde yaptığınız aktiviteleri, bir yerden bir yere gitmek için yaptıklarınızı, boş zamanlarınızda yaptığınız egzersiz veya spor gibi aktiviteleri düşünün.

Son 7 gün içinde 10 dakika veya üstünde süren, nefesinizi hızlandıran, kuvvet gerektiren tüm yoğun faaliyetleri göz önünde bulundurun.

1	Son bir hafta içinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli bedensel güç gerektiren faaliyetlerden yaptınız?		
	☐ Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. (3. Soruya Geçiniz )	Haftada gün	

2	Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?		
	☐ Bilmiyorum/Emin değilim	Günde dakika	Günde saat

Geçen bir hafta içinde yaptığınız orta dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Bunlar 10 dakika veya daha uzun süren, orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir.

3	Son bir hafta içinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya tenis gibi orta dereceli bedensel güç gerektiren faaliyetlerden yaptınız? (Yürüme hariç.)		
	☐ Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. (5. Soruya Geçiniz )	Haftada gün	

4	Bu günlerin birinde orta dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?		
	☐ Bilmiyorum/Emin değilim	Günde dakika	Günde saat

Geçen bir hafta içinde yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu; işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5	Geçen 7 gün içerisinde, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?		
	☐ Yürümedim. (7. Soruya Geçiniz )	Haftada gün	

6	Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?		
	☐ Bilmiyorum/Emin değilim	Günde dakika	Günde saat

Son soru, son bir hafta içinde oturarak geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dahildir. Bu masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde oturarak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

7	Son bir hafta içinde günde oturarak ne kadar zaman harcadınız?		
	☐ Bilmiyorum/Emin değilim	Günde dakika	Günde saat

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : Gürühan, Sonay
Uyruğu : T.C

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	...
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	...
Lisans	Ahi Evran Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	...

İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2018-Halen	Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2024	Paderbon University, Germany	Misafir Araştırmacı
2022	Isokinetic Medical Group, Education and Research Depart., Italy	Misafir Araştırmacı
2021	Aalborg University, Denmark	Misafir Araştırmacı
2017-2018	Atılım Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Gürühan, S., Kafa, N., Ecemis, Z. B., & Guzel, N. A. (2021). Muscle activation differences during eccentric hamstring exercises. *Sports Health*, 13(2), 181-186.
2. Lyng, K. D., Sørensen, L. B., Platzer, O. J., Pedersen, S. K., Gürühan, S., Vasconcelos, G., & Rathleff, M. S. (2024). There is a lack of clinical homogeneity in lower-limb tendinopathy trials: a scoping review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 54(1), 60-69.
3. Barış, R. H., Güzel, N. A., Kafa, N., Gürühan, S., & Akçam, M. O. (2024). Evaluation of cranio-cervical muscle activity in adolescents with different malocclusions: a pilot surface EMG study. *Journal of Orthopedics Research and Rehabilitation*, 2(2), 22-26.





GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..

