

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI**

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK

**UYKUSUZLUĞUN POSTÜRAL KONTROL VE YÜRÜME
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

(Doktora Tezi)

Berna TUNÇER

Referans no: 10067668

EDİRNE – 2017

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI**

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK

**UYKUSUZLUĞUN POSTÜRAL KONTROL VE YÜRÜME
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

(Doktora Tezi)

Berna TUNÇER

Destekleyen Kurum:


Tez No:


EDİRNE – 2017

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğü

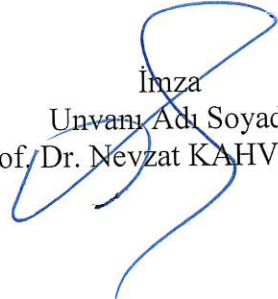
O N A Y

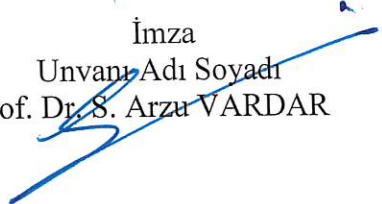
Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı doktora programı çerçevesinde ve Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK danışmanlığında doktora öğrencisi Berna TUNÇER tarafından tez başlığı “**Uykusuzluğun Postüral Kontrol ve Yürüme Parametreleri Üzerine Etkileri**” olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı **29/09/2017** tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**Doktora Tezi**” olarak kabul edilmiştir.


İmza
Unvanı Adı Soyadı
Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK


İmza
Unvanı Adı Soyadı
Prof. Dr. Ali YILMAZ


İmza
Unvanı Adı Soyadı
Prof. Dr. Güldal SÜYEN


İmza
Unvanı Adı Soyadı
Prof. Dr. Nevzat KAHVECİ


İmza
Unvanı Adı Soyadı
Prof. Dr. S. Arzu VARDAR

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Tammam SİPAHİ
Enstitü Müdürü

TEŐEKKÜR

Tez çalıőmam ve doktora eğitimim boyunca desteğini ve bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen danıőmanım Sayın Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK'e, Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Nurettin AYDOğDU ve öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Selma Arzu VARDAR'a, postür ve yürüme analizlerinin gerçekleştirilmesinde tez boyunca katkılarını esirgemeyen Anatomi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Enis ULUÇAM ve Anatomi araştırma görevlisi Ayőe Zeynep YILMAZER KAYATEKİN'e teőekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
UYKU	3
UYKU FİZYOLOJİSİNİN TARİHÇESİ	3
UYKUNUN TANIMI	5
UYKUNUN EVRELERİ	5
UYKUNUN KONTROLÜ	7
UYKU YOKSUNLUĞU	10
NORMAL HAREKETİN BİLEŞENLERİ	10
POSTÜRAL KONTROL	11
YÜRÜME	18
GEREÇ VE YÖNTEMLER	26
BULGULAR	35
TARTIŞMA	55
SONUÇLAR	66
ÖZET	67
SUMMARY	69
KAYNAKLAR	71
ŞEKİLLER LİSTESİ	80
TABLolar LİSTESİ	84
ÖZGEÇMİŞ	85
EKLER	

SİMGE VE KISALTMALAR

ABC	:	The Activities Specific Balance Confidence Scale
BBS	:	Berg Balance Scale
BESS	:	Balance Error Scoring System
BMI	:	Body Mass Index
COM	:	Center of Mass
COP	:	Center of Pressure
EEG	:	Elektroensefalografi
EMG	:	Elektromiyografi
EOG	:	Elektrookülografi
ESS	:	Epworth Sleepiness Scale
FEMBAF	:	Fast Evaluation of Mobility, Balance and Fear
FET	:	Fonksiyonel Erişme Testi
GABA	:	Gamma Amino Bütirik Asit
GEA	:	Güvenilir Elips Açısı
GEAL	:	Güvenilir Elips Alanı
GEG	:	Güvenilir Elips Genişliği
GEU	:	Güvenilir Elips Uzunluğu
HS	:	Horizontal Sapma
MDRT	:	Many Directions Reach Test
MSS	:	Merkezi Sinir Sistemi
NREM	:	Non-Rapid Eye Movement

PPT-LDT	:	Pedinkülopontin-Lateral Dorsal Tegmentum
PSQI	:	Pittsburgh Sleep Quality Index
R&K	:	Rechtschaffen & Kales
RAS	:	Retiküler Aktive Edici Sistem
REM	:	Rapid Eye Movement
SCN	:	Suprachiasmatic Nucleus
TYU	:	Total Yol Uzunluğu
VOR	:	Vestibülooküler Refleks
VS	:	Vertikal Sapma
VSR	:	Vestibülospinal Refleks

GİRİŞ VE AMAÇ

Uykusuzluk günlük yaşamda etkilerine çok sık maruz kaldığımız bir durumdur. Sosyal yaşam veya 24 saat sürdürülmesi gereken işler (sağlık, güvenlik vs) nedeniyle günümüz insanı, biyolojik olarak ihtiyaç duyduğu uykuyu almamakta veya eksik almaktadır. Diğer yandan uykusuzluğun fizyolojik sistemler ve işlevler üzerine etkileri henüz tam anlamıyla bilinmemektedir. Bu etkiler uykusuzluğun görülme biçimi (uyku evresine spesifik, kısmi ya da total, akut ya da kronik vb) ve süresi ile ilişkili olabilir. Uykusuzluk ile yapılan ilk dönem çalışmalarında daha ziyade uzun süreli uykusuzluk ve etkileri araştırılmıştır. Günümüzde yapılan çalışmalarda ise uykusuz bırakma süresi kısalmıştır. Çünkü tekrarlayıcı kısa süreli uykusuzluğun etkileri daha fazla merak edilmektedir. Bunun en önemli sebebi insanların günlük yaşantılarında sık sık kısa süreli uykusuzluğa maruz kalmalarıdır. Bu da tekrarlayıcı kısa süreli uykusuzluğun günlük yaşantımızda benzer bir karşılığının olduğunu göstermektedir. Uyku yoksunluğu, herhangi bir uyku hastalığı bulunmayan sağlıklı bireylerde iki şekilde gözlenmektedir. Bunlardan birincisi genellikle vardiyalı çalışılan, nöbet tutulan ya da uzun çalışma saatleri olan işlerde çalışan bireylerde görülen akut uyku yoksunluğudur. İkincisi ise modern yaşam koşullarından ve sosyal aktivitelerden dolayı kişinin uyku süresini istemli olarak vücudun ihtiyaç duyduğu fizyolojik uyku süresinden daha az bir süreye kısıtlamasıdır. Amerikan toplumunda genç erişkin bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada günde 7 saatin altında uyuma oranı 1960'lı yıllarda %15,6 olarak değerlendirilirken, 2000'li yılların başlarında bu oranın %37'lere yükseldiği bildirilmiştir (1).

Vücut postürünün kontrolü ve yürüme, merkezi sinir sisteminde (MSS) görsel, vestibüler ve derin duyu girdilerinin entegrasyonunu ve bu entegrasyon sonunda da uygun kas gruplarının kasılmasını gerektirmektedir. Yürümenin ve vücut duruşunun uygun kontrolü aynı zamanda

MSS’de uyanıklık düzeyinin de yüksek olmasını zorunlu kılar. Bu nedenle uykunun yeterli sürede ve kalitede alınması yukarıda sözü edilen kinezyolojik süreçlerin düzgün çalışması açısından önemlidir. Uyku, postür kontrolü ve yürüme gibi faaliyetler beyin tarafından yönetilirler. Çalışmamızda uykunun beyindeki nöronal devreleri ile postüral kontrolün ya da yürümenin beyindeki nöronal devreleri arasındaki ilişkiyi tanımlamayı amaçladık. Dolayısıyla uykuyu yöneten fizyolojik mekanizmalar ile postür ve yürüme yöneten fizyolojik mekanizmaların birbiri ile ne kadar ilişkili olduğunu ortaya koymayı hedefliyoruz. Uykusuzluğun postür kontrolü üzerine etkileri yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Bir gece süreyle uyku yoksunluğunun özellikle gün ortasında postür kontrolünü zayıflattığı belirtilmiş, bunun sebebinin vücuttaki sirkadiyen ritim değişiklikleri olabileceği ileri sürülmüştür (2). Uykusuzluk sonrası postüral kontroldeki bozulmanın nedeninin, duyuusal bilginin işlenmesi veya dikkat ve uyanıklık düzeyini ilgilendiren beyin bölgelerinin deaktivasyonu ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (3). Başka bir çalışmada 24 saatlik uyku yoksunluğunun öncesinde ve sonrasında postüral kontrol, yorgunluk ve psikomotor performans parametreleri açısından değerlendirilmiş ve sonucunda uyku yoksunluğunun postüral stabiliteyi olumsuz yönde etkilediği ve yorgunluk hissine yol açtığı bildirilmiştir (4). Yine, 24 ve 36 saatlik uyku yoksunluğunda proprioseptif uyarının beden hareketleri üzerine etkisi değerlendirilmiş ve uyku yoksunluğunun adaptasyon yeteneğindeki azalma ile beraber postüral stabiliteyi olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir (5). Bu çalışmalar, uyku ve postür kontrolünün ilişkili olduğunu ve postür kontrolünün uykusuzluktan olumsuz etkilendiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, 24 saatlik total uyku yoksunluğunun sağlıklı bireylerde postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu araştırılacaktır. Literatür taramamızda uykusuzluğun postüral kontrol ve yürüyüş üzerine etkilerini birlikte sistematik biçimde inceleyen çalışmaya rastlamadık. Ancak, son dönemde yayınlanan birkaç çalışmada uyku ile postüral kontrol arasında ilişki olduğunu gösteren kuvvetli ipuçları elde edilmiştir. Söz konusu çalışmalarda, postür ve yürüyüş esas olarak hedef alınmamış ve sistematik biçimde incelenmemiştir. İlk defa bu çalışmada, insanlarda uykusuzluğun postüral kontrol ve yürüyüş parametreleri üzerine olan etkilerinin birlikte incelenmesi amaçlanmıştır. Uykusuzluğun yürüme dinamikleri üzerine etkileri de daha önce araştırılmamıştır. Ayrıca yürüme ve postür kontrolü uykusuzluk temelinde birlikte değerlendirilmemiştir. Bu çalışma literatürdeki bu boşluğu doldurmak amacıyla planlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

UYKU

Uyku insan yaşamının vazgeçilmez fizyolojik ihtiyaçlarından birisidir. İnsanoğlu, hayatımızın neredeyse üçte birlik bir kısmını harcadığımız uykunun sırrını çözmek için asırlar boyunca çaba sarf etmiştir. Pozitif bilimlerin daha gelişmediği zamanlarda insanlar uykuyu mitolojik olaylarla anlamaya ve anlatmaya çalışmışlardır (6). İnsanlık tarihinin başlangıcından günümüze kadarki süreçte, uyku ve rüyanın psikolojik ve fizyolojik temelleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Abraham Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi kuramında da belirttiği gibi insan temel yaşamsal ihtiyaçlara sahip olan bir varlıktır. Bu hiyerarşiye göre piramidin en alt basamağında yer alan fizyolojik ihtiyaçlar, beslenme, oksijen ve uyku gibi temel yaşamsal ihtiyaçlardır. Sağlıklı bir birey olarak yaşamın devamlılığı için bu ihtiyaçların dengeli bir şekilde karşılanması gerekmektedir. İnsanın en temel yaşam gereksinimlerinden birisi olan uyku, yaşam kalitesini, kişinin fizyolojik ve psikolojik iyilik halini etkileyen fizyolojik bir süreçtir. Yetersiz sürede ve kalitesiz uyku, genel sağlık ve günlük yaşam aktiviteleri açısından bir risk kaynağı oluşturmaktadır. Sağlığın en önemli koşullarından birisi de yeterli süre ve kalitede uykudur (7).

UYKU FİZYOLOJİSİNİN TARİHÇESİ

Uyku, insanlık tarihinin başlangıcından itibaren her dönemde ilgi çeken gizemli bir olay olmuştur. Modern uyku fizyolojisi tanımı, Aserinsky ve Kleitman'ın 1953 yılında yaptığı çalışmalarla birlikte başlamıştır (8). Uykunun, tıbbi açıdan ele alınma süreci Hipokrat'a kadar uzanmaktadır. M.Ö. 4. ve 5. yüzyıllarda yazılan bu kaynakta, "uykuda kan, vücudun iç

bölgelerine akar” ya da “uyanıkken insanın dışı sıcak, içi soğuktur; uykuda ise tam tersi olur” şeklinde uykuya ait tanımlamalar bulunmaktadır (9).

Uyku ve algılama arasında bağlantı kurarak ilk sistematik yaklaşımı getiren Aristo’dan bu yana geçtiğimiz yüzyıla kadar uyku mekanizmaları ve işlevleri konusunda herhangi bir bilimsel gelişme sağlanamamıştır. 1910 yılında Legedre ve Pieron, uykusuz bırakılan köpeklerden elde ettikleri serumun, normal köpeklerde uykuyu başlattığını göstererek, uyku üzerinde etkili olan endojen faktörlere dikkat çekmiştir (10).

Güneş ışığı, uykunun günlük düzenlenmesinde etkilidir. Bu da uyku ile sirkadiyen ritimlerin bağlantısı konusunda merak uyandırıcı bir faktör olmuştur. Canlıların vücut fonksiyonlarının büyük bir kısmında yaklaşık 24 saatlik ritimlerin gözleendiği geçmişten günümüze kadarki süreçte bilinen bir faktördür. Sirkadiyen ritime sahip olan vücut fonksiyonları yaklaşık “1 gün” süren salınımlar gösterir ve bu salınımlar da Dünya’nın kendi eksenini etrafında dönmesiyle oluşan karanlık ve aydınlık döngüsü ile birebir ilişkilidir. Sirkadiyen bir ritime sahip olduğu bilinen kediotu bitkisinin, ışık izolasyonu sağlanan bir ortamda gündüz saatlerinde yaprağını açtığı, gece saatlerinde ise yaprağını kapattığı keşfedilmiştir. Bu sayede çevresel koşullardan ve dış uyaranlardan bağımsız belirli bir iç ritimin olabileceği ortaya konmuştur.

Beyindeki elektriksel aktivitenin kayıt edilmeye başlanması uyku araştırmaları konusunda çok önemli bir yol katedilmesine sebep olmuştur. 1875 yılında Fizyolog Richard Caton tarafından ilk kez beyinde oluşan elektriksel aktivitenin kayıtları tavşanlar üzerinde elde edilmiştir (11). Beyindeki elektriksel aktivite kayıtlarının insanlardan elde edilebilmesi uzun zaman almıştır. İlk defa 1925 yılında Hans Berger insanda beyinin elektriksel aktivitesini kayıt etmeyi başarabilmiştir. Bu kayıt sonucunda elde edilen bulgular 1929 yılında bilimsel anlamda kabul edildikten sonra, uyku ve uyanıklık süreci ile ilgili yapılan çalışmalarda Hans Berger’in elektroensefalografi (EEG) olarak isimlendirilen kayıt tekniği yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (12).

Aserinsky ve Kleitman 1953 yılında, uykuda gözlenen EEG aktivasyon periyotları ile hızlı göz küresi hareketleri ve rüya görmenin birbiri ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır (8). Uyku esnasında gerçekleşen göz hareketleri, uykunun Rapid Eye Movement (REM) ve Non-Rapid Eye Movement (NREM) olmak üzere uykunun iki ana başlık altında sınıflandırılmasını sağlamıştır. Daha sonraki süreçte, Dement ve Kleitman’ın yapmış oldukları EEG ile ilgili çalışmalarıyla uyku, önceleri REM ve NREM olmak üzere ikiye ayrılmış daha sonra REM ve NREM (evre 1-2-3-4) olmak üzere toplamda beş evreye ayrılmıştır (13). Daha sonra ise Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi’nin 2007 tarihli kararıyla NREM uykusu Evre 1-2-3 olarak

sınıflandırılmış ve Evre 4 sınıflamadan çıkarılmıştır (14). Son dönemlerde uyku ile ilgili yapılan çalışmalarda ise, uykunun farklı bilimsel alanlarla (psikiyatri, nöroloji, farmakoloji gibi) olan bağlantısı incelenmiş ve uykunun vücudun çeşitli fizyolojik sistemlerinin üzerine olan etkisi araştırılmıştır.

UYKUNUN TANIMI

Uyku, algısal olarak çevre koşullarından ayrılma hali ve bu koşullara karşı yanıtsızlıkla karakterize, geri döndürülebilir, davranışsal ve fizyolojik bir süreçtir (15). Uykuyu sadece vücudun dinlenmesini sağlamak için ihtiyaç duyulan bir hareketsizlik hali olarak değil, tüm vücudu yaşama yeniden hazırlayan bir dinlenme hali olarak ifade edebiliriz (16). Uyku genellikle yatar pozisyon, kapalı gözler, sınırlı kassal aktivasyon, duyuşal uyarılara yanıtsızlık veya yanıt yeteneğinde azalma, azalmış hareketlilik ile karakterize bir durumdur (14).

Uyku, Maslow'un hiyerarşik ihtiyaçlarına göre yeme, içme, nefes alma kadar önemli fizyolojik ihtiyaçlardan birisidir. Her ne kadar uyku ihtiyacı yeme, içme gibi temel ihtiyaçlara benzetilse de insan yeme ve içme ihtiyacına ölüme kadar direnebilir fakat uykusuzluğa direnme ve uyanıklığı çok uzun süre sürdürmek pek de mümkün değildir (14). Bu nedenle uyku kişinin iyilik halini ve yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen bir faktör olup, sağlık açısından da çok önemli bir değişken olarak kabul edilmektedir. İnsan doğası gereği fiziksel, sosyal, duygusal ve entellektüel ihtiyaçlarıyla birlikte bir bütündür. İnsanın fiziksel, psikolojik, emosyonel kısaca her açıdan sağlıklı bir birey olabilmesi, bu temel ihtiyaçlarının karşılanması ile birebir ilişkilidir (17). Uzun süreli uyku yoksunluğu sonrasında vücudun ısı düzenleme metabolizması, beslenme metabolizması, immün sistem ve diğer düzenleyici fizyolojik sistemlerinde çeşitli bozukluklar meydana gelebilir (18).

UYKUNUN EVRELERİ

"Uyku homojen bir süreç ya da pasif bir inaktivite durumu değildir" (14). Uyku, birbirinden farklı elektrofizyolojik özelliklere sahip olan ve beyinin çeşitli bölgeleri tarafından kontrol edilen bazı evrelerden oluşur. Bu evrelerin de uyku içindeki süreleri, oranları ve uyku süresi içinde sıralanma tercihleri, uyku mimarisi başlığında incelenir. Normal uykuyu ve uykunun farklı evrelerini tanımlamak için bazı fizyolojik parametrelerin ölçümünden yararlanılır. Geleneksel yöntem olarak beyinin elektriksel aktivitesi (EEG), göz küresinin hareketleri (EOG) ve kas tonusu (EMG) eş zamanlı olarak kayıt edilir. Bu tip kayıtlara

"poligrafik kayıt", uyku sırasında bu kayıtların alınmasına ise "polisomnografi" adı verilmektedir (19).

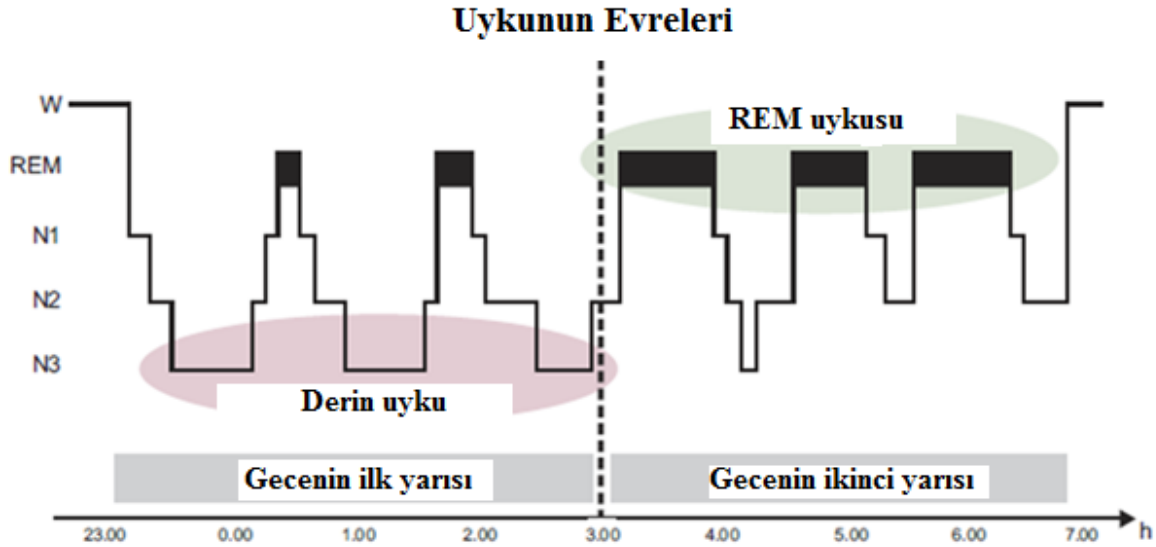
İnsanlarda uyku kendi içinde gece boyunca döngüsel olarak tekrarlayan iki evreden oluşur. Bu evrelerden birincisi hızlı göz küresi hareketlerinin görüldüğü REM uykusudur. İkincisi ise REM uykusu dışında kalan NREM uykudur. NREM uyku da kendi içinde derinliğine göre üç evreye ayrılır: Evre N1, Evre N2 ve Evre N3. Eski R&K (Rechtschaffen ve Kales) kriterlerine göre Evre 3 ve Evre 4 (yavaş dalga uykusu) olarak adlandırılan evreler yeni sistemde birleştirilerek Evre N3 adını almıştır (20). Her evre birbirinden farklı davranışsal, nörokimyasal, fizyolojik ve elektrofizyolojik özelliklere sahiptir (Şekil 1).

Uyku NREM Evre N1 ile başlar. Uyku başladığı anda iskelet kası aktivitesinde, kalp atım hızında, solunum frekansında, vücut sıcaklığında ve kan basıncında azalma gözlenir. NREM uykusu süresince de bu parametrelerdeki değişim sabit seyreder (14). NREM uykusu süresince EEG'de bazı karakteristik özellikler gözlenir. Bu özellikler "yüksek amplitüd ve düşük frekanslı delta dalgaları, uyku içcikleri, K-kompleksi adı verilen trifazik dalgalar ve senkronize aktiviteden" oluşmaktadır (21). Evre N1 ve N2 "hafif uyku", Evre N3 ise "derin uyku" olarak adlandırılır. Uyanma eşiğinin uyku evreleri ile güçlü bir bağlantısı vardır. Bu eşik değeri Evre N3'de en yüksek, Evre N1'de de en düşük olarak görülür (13, 19).

Uyanıklık süresince EEG'de beta aktivitesi (15-30 Hz) baskındır. Gözler kapalı pozisyonda dinlenme sürecine geçildiği zaman alfa aktivitesinin (8-13 Hz) hakimiyeti ortaya çıkar. Uyku-uyanıklık döngüsünde çeşitli karakteristik özellikler gözlenir. NREM Evre N1 ile uykuya girilir ve bu evrede EEG'de teta ritmi (4-7 Hz) gözlenir. EOG'da ise yavaş göz hareketleri gözlenir. Tüm uyku periyodunun yaklaşık %2-5'lik bir kısmını kapsar. Sonrasında uyku Evre N2 ile devam eder. Bu evrede EEG'de uyku içciği ve K-kompleksi görülür. Uyku içcikleri sigma aktivitesi olarak da bilinirler ve uykuda dış uyaranların işlenmesini engelleyerek uykunun bölünmemesini ve devamlılığını sağlarlar (1, 14). K-kompleksi ise bir çeşit EEG paternidir ve derin uykuyu gösterir (22). Tüm uyku periyodunun yaklaşık %45-55'ini oluşturur. Evre N2'nin sonrasında kısa süren bir REM uykusu görülür. REM uyku süresince EEG'de uyanıklığa benzeyen bir patern görülür. EOG'da hızlı göz küresi hareketleri gözlenir. REM uyku, 4-6 epizot şeklinde görülür ve uyku periyodunun %20-25'lik bir kısmını oluşturur. Bu epizotlar toplam uyku süresine bağlıdır. Derin uyku olarak da adlandırılan Evre N3 tüm uyku periyodunun yaklaşık %15-20'sini oluşturur (1, 14, 23).

Özetle uyku döngüsüne, Evre N1 ile girilir, Evre N2 ve Evre N3 bunu takip eder. Evre N3'ü de REM uykusu takip eder. REM uykusunu ise yine bir NREM uyku süreci takip eder. İlk

görülen REM uyku periyotları daha kısadır. Daha sonra görülen REM uykularının süreleri gittikçe uzamaya başlar. Tüm gece boyunca NREM ve REM uykuları birbirini izleyerek uyku periyodunu oluştururlar (Şekil 1).



Şekil 1. Sağlıklı bir genç erişkin bireyde uykunun evrelerini gösteren hipnogram (24. kaynaktan modifiye edilmiştir). Gecenin ilk yarısında derin uyku, gecenin ikinci yarısında ise REM uykusu baskınlığı dikkati çekmektedir.

UYKUNUN KONTROLÜ

Uykunun Nörobiyolojisi

Uyku ve uyanıklık sürecindeki nörobiyolojik değişiklikler pons ve mezensefalonda birleşiminden diensefalona doğru uzanan “Retiküler Aktive Edici Sistem” (RAS) tarafından düzenlenir. RAS uyanıklıktan sorumlu anatomik yapıdır (14, 25). RAS aralıklı olarak inhibisyon ve aktivasyon sürecine girerek uyku ve uyanıklık sürecini düzenler. RAS diensefalonda yer alan talamus ve hipotalamusa kadar uzanır. "RAS'ın talamusa uzanan, rostral pons ve kaudal mezensefalondan kaynaklanan kolinerjik parçasına pedinkülopontin ve latero-dorsal tegmental (PPT-LDT) çekirdekler adı verilmiştir" (14). PPT-LDT nöronları farklı aktivasyon düzeylerine sahiptir. Uyanıklıkta PPT-LDT nöronlarının büyük bir kısmı hızlı deşarj yaparken, kişi uyku sürecine girdiği anda PPT-LDT nöronlarının büyük bir kısmı inaktif olarak gözlenir. REM uyku sürecine girildiği anda PPT-LDT nöronları yeniden hızlı ateşleme yaparak aktifleşirler. REM uykusu ve uyanıklık sürecinde PPT-LDT nöronları ile talamokortikal sistem aktiftirler. Ancak her iki sistemdeki aktif nokta ve nöronlar birbirinden farklıdır (14, 25).

Memelilerde bazal önbeyin olarak isimlendirilen bölgede kolinerjik, GABAerjik, glutamaterjik hücreler bulunmaktadır (26). Bazal ön beyinden kortekse doğru uzanan nöronların birçoğu GABAerjiktir. GABAerjik nöronlar inhibitördür ve uyku süresince aktif haldedirler. Bu nöronlar posterior hipotalamus ve rafe çekirdekleri ile bağlantı yaparlar. Bu bağlantılar sayesinde uyanıklık bölgelerinin birçoğu inhibe edilerek uyku oluşturulur. Normal uyku süreci için bu nöron gruplarının gerekliliği bildirilmiştir (14, 27).

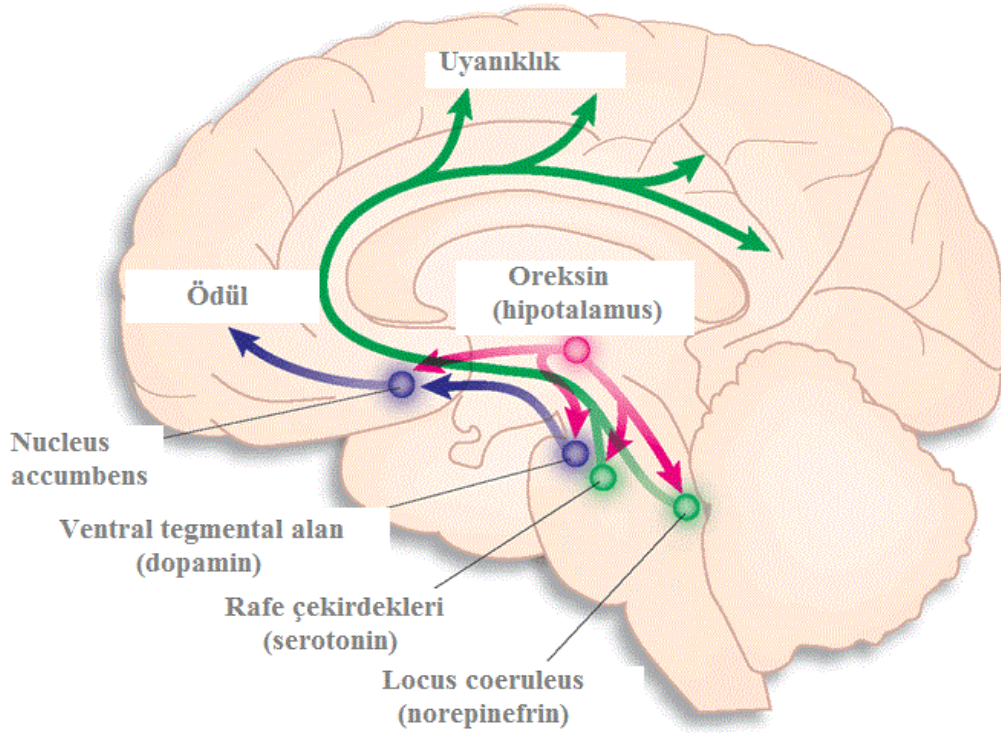
Suprakiazmatik çekirdekler (SCN) sirkadiyen ritimlerin düzenlenmesinde rol alan en önemli hücre gruplarıdır. SCN nöronlarının ayarlanması fizyolojik koşullarda gündüz retinadan gelen ışık bilgisi ile gece de pineal bezden salgılanan melatonin hormonu sayesinde gerçekleşir. SCN uykunun sirkadiyen ritminin düzenlenmesindeki etkisini dorsomedial hipotalamus bağlantısı aracılığıyla gerçekleştirmektedir (28).

Uyku İle İlişkili Nörotransmitterler

Histamin, dopamin, serotonin, noradrenalin, asetilkolin, adenzin, oreksin ve gamma amino bütirik asid (GABA) gibi maddeler uyku ve uyanıklık periyodunun düzenlenmesinde rol oynayan nörotransmitterlerdir (25) (Şekil 2). Uykunun düzenlenmesi esnasında bu kimyasal ajanlar ya uyanıklık sürecinde beyinde artıp uyku sürecinde azalarak eski seviyesine gelirler ya da uyanıklık sürecinde kullanılarak azalır, uykuda yeniden yapılarak eski seviyesine gelirler. Bu şekilde bu kimyasal ajanların regülasyonu sağlanmış olur.

Uyku ve uyanıklık süreci ile ilgili merkezi sinir sisteminde, bazal ön beyinde ve PPT-LDT alanında kolinerjik nöronlar bulunur. PPT-LDT kolinerjik nöronları, uyanıklık ve REM uykusu süresince aktiftirler. Korteksten salgılanan asetilkolin miktarı uyanıklık ve REM uykusu süresince artar (29). Bazal ön beyinde bulunan kolinerjik nöronlar da yine uyanıklık ve REM uykusunda öneme sahiptir (14).

Noradrenalin salgılayan nöron grupları beyin sapında locus coeruleus ve lateral tegmental alanda yer alırlar. Noradrenalin uyanıklık sürecinde salgılanır. Beyin sapında bulunan locus coeruleus'u aktive eden uyarılar uyanıklığın artmasında rol oynarlar (27).



Şekil 2. Beyin sapı ve orta beyinde farklı nörotransmitter salgılayan nöronların bulunduğu merkezler (30. kaynaktan modifiye edilmiştir). Uyku-uyanıklık periyodunun düzenlenmesinde çeşitli nörotransmitterler rol almaktadır. Serotonin, oreksin ve norepinefrin uyanıklıkta, dopamin ise hem uyku hem de uyanıklıkta rol almaktadır.

Beyinde histamin nörotransmitterinin bilinen tek kaynağı arka hipotalamusta yer alan tuberomamiller çekirdek nöronlarıdır (14). Histamin seviyelerini arttıran ilaçlar uygulandığı zaman uyanıklık seviyesinde de artış gösterir (31). Histaminin aktivitesi NREM uyku sırasında azalır, en düşük seviyeye de REM uykusunda ulaşılır (30).

Eskiden serotoninin uykuya yol açan bir faktör olduğu bilinmekteydi. Fakat ilerleyen çalışmalarda dorsal rafenin uyarılmasının ya da soğutulmasının uyanıklığa yol açtığı bildirildi (32, 33). Serotonin uyanıklık esnasında fazla, NREM uykuda daha az aktif iken REM uykuda inaktiftir (27).

GABA beyinde bulunan en önemli inhibitör nörotransmitterdir. GABAerjik nöronlar uyku esnasında aktiftirler. Bu nöronlar, uykunun başlatılmasında ve devam ettirilmesinde büyük öneme sahiptirler (14, 26).

Dopaminin uyku ve uyanıklık durumlarını düzenlediği bilinmektedir. Ayrıca melatoninin düzenlenmesinde de rol almaktadır (34).

Adenozinin yavaş dalga uykusu esnasında aktif olduğu bilinmektedir. Adenozinin hücre dışı seviyeleri uyanıklık esnasında yüksektir fakat beyindeki adenozin seviyeleri uyanıklıkla beraber artmaya devam eder ve uyku ile birlikte azalmaya başlar (35).

Uyku-uyanıklık döngüsünde önemli olan diğer bir nörotransmitter oreksindir. Sadece hipotalamusta üretilen oreksin uyanıklık, uyarılma ve iştah düzenlenmesinde rol alır. Oreksinin aktivasyonu uyanıklığı tetikler. Salgılanma mekanizması bozulduğunda narkolepsi gibi çeşitli uyku bozukluklarına sebep olabilir (30).

UYKU YOKSUNLUĞU

Uyku yoksunluğu, uykusuzluk ya da uzamış uyanıklık hali olarak tanımlanır. Uykusuzluk günlük yaşamda etkilerine çok sık maruz kaldığımız bir durumdur. Çeşitli organik ya da psikolojik sorunlar uykusuzluğa yol açabilir. Bireyler ya isteyerek uykusuz kalırlar ya da zorunlu olarak uykusuz bırakılabilirler. Deneysel amaçlar için uygulanan uyku yoksunluğu da uykusuzluğun ayrı bir çeşidi olabilir. Tarihsel gelişim süreci içerisinde uykusuzlukla ilgili yapılan ilk çalışmalarda genel olarak uzun süreli uykusuzluğun etkileri araştırılmış. Fakat günümüzde yapılan çalışmalarda uykusuzluğun organizma üzerinde yarattığı etkiler total, kısmi ve selektif uyku yoksunluğunun etkileri olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir (36). Total uyku yoksunluğu en az 24 saat süre boyunca uykusuz bırakmak şeklinde uygulanabilir (37). Kısmi uyku yoksunluğu normalden daha az sürede uyku uyumak şeklinde uygulanabilir. Selektif uyku yoksunluğu ise belli bir uyku döneminin oluşumunun laboratuvar şartlarında engellenmesiyle oluşturulabilir. Uykusuzluk süresince nörolojik, otonomik veya biyokimyasal olmak üzere bazı değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Fakat uykusuzluğun fizyolojik sistemler ve işlevler üzerine olan bu etkileri henüz tam anlamıyla bilinmemektedir.

NORMAL HAREKETİN BİLEŞENLERİ

Düzenli ve koordine özelliklere sahip normal hareket sayesinde, günlük yaşam içerisinde yer alan üst ve alt ekstremitelerin fonksiyonel kullanımı, ince el becerileri, denge ve yürüme gibi faaliyetler gerçekleştirilebilmektedir. Normal hareket, kaba hareket paternlerinden ve ekstremitelerinin sinerjilerinden tamamen farklı özelliklere sahiptir. Normal postüral tonus, kassal koordinasyon ve dengenin bir arada bulunması ile birlikte normal hareket gerçekleştirilmiş olur.

Normal postüral tonus, normal hareketin oluşumunda büyük öneme sahiptir. Normal postüral tonus sayesinde yerçekimine karşı dik duruş pozisyonunun devamı, destek yüzeyi değişikliklerine adaptasyon ve farklı fonksiyonel aktivitelerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan proksimal stabilizasyonun devamı sağlanır (38, 39).

Kassal koordinasyon, istemli kas kontraksiyonu esnasında aktive olan tüm kasların (agonist, antagonist, sinerjist ve fiksator kaslar) uygun ritim, hız ve amplitüde gerçekleştirdikleri motor aktivasyon ile oluşur. Koordine hareketin meydana gelmesi için ekstremitelerden uygun propriyoseptif ve yüzeysel duyu girdilerinin (somatosensoryal sistem) var olması gerekir. El-göz koordinasyonunun oluşumunda görsel sistemin de çok büyük rolü vardır. Serebellum, somatosensoryal sistem ve görsel sistemden gelen bilgileri alır ve frontal motor korteksin nasıl bir hareket emri verdiğini değerlendirir. Bilgi girdisi oluşmadan serebellum tarafından düzenlenir. Serebellum tarafından gerçekleştirilen bu düzenleme özellikle konsantrik (kasın boyunu kontrollü olarak kısaltması) ve eksantrik (kasın boyunu kontrollü olarak uzatması) kas kasılmaları arasındaki uyum sağlanarak gerçekleştirilir. Bu arada bazal gangliyonlar da proksimal stabilizasyonu sağlamaları sebebiyle kassal koordinasyonun gelişimine katkıda bulunurlar (40).

Denge, yerçekimi merkezinde gerçekleşen değişikliklere karşı gösterilen postüral uyum, vücudun ağırlık merkezini belirli stabilite limitleri içerisinde koruma yeteneğidir (41). Denge fonksiyonu sayesinde yaklaşık bir yaşından itibaren tüm yaşam boyunca vücudun postürünü ve yerçekimi merkezini destek yüzeyi limitlerinde tutabilen ve bu sayede iki ayak üzerinde düşmeden dik durabilme yeteneğine sahip bir canlı haline geliriz. Normal postüral tonus ile denge fonksiyonunun sağlıklı birlikteliği postüral kontrol yeteneğini oluşturur.

POSTÜRAL KONTROL

Postüral kontrol, kişinin uzaydaki oryantasyonunun ve stabilitenin sağlanması amacıyla vücut pozisyonunun sürekliliğini sağlayabilme yeteneğidir. Duyusal ve motor bilginin entegrasyonuna dayanan karmaşık bir motor beceridir (42). Günlük yaşam aktivitelerinde vücudun hem mobilitesinin hem de stabilitesinin devamlılığında postüral kontrol önemli bir role sahiptir. Klinikte genellikle postüral kontrol tanımı denge ile eş anlamlı olarak kullanılır fakat denge, postüral kontrolü de içine alan daha kapsamlı bir ifadedir.

Postüral kontrol düzgün postürü sağlar ve yerçekimine karşı tüm vücut segmentlerinin koordine hareketini sağlar. Vücudun dik duruşunun kontrolünde önemli rol oynar ve postüral kas tonusunun düzenlenmesine katkı sağlar. Postüral kontrolün bir diğer görevi de denge yeteneğine katkıda bulunmaktır. Ayrıca vücudun tüm segmentlerinin çevresel şartlara uyum sağlamasına katkıda bulunur (43).

Postüral oryantasyon yeteneği vücudun tüm segmentleri arasındaki ilişkinin çevresel şartlara da uyum sağlanarak devam ettirilebilmesidir. Postür ifadesi vücut segmentlerinin çeşitli

çevresel etkileşimlerde biyomekanik oryantasyonu şeklinde tanımlanabilir. Vücudun dikey oryantasyon yeteneği gerçekleştirdiğimiz fonksiyonel aktivitelerin devamlılığında önemlidir. Vestibüler, somatosensoryal ve görsel sistem aracılığı ile birçok duyunun bir arada kullanılması ile sürdürülür (40, 44, 45).

Postüral stabilite yeteneği vücudun ağırlık merkezinin destek yüzeyi limitlerinde tutulabilmesidir. Statik ayakta duruş pozisyonunda stabilitenin limitleri yerle temas eden alt ekstremitelerin dış sınırına kadar olan bölgedir (38). Postüral oryantasyon ve postüral stabilite, postüral kontrol sisteminin amaçlarındandır. Dolayısıyla normal hareketin her anında postüral kontrol gerekir, bunun için de postüral stabilizasyon ve oryantasyon gereken uyumu sağlamak amacıyla hareketin her aşamasında değişir (46).

Postüral Kontrolden Sorumlu Yapılar

Postüral kontrol ve dengenin gelişiminde bazı komponentlerin entegrasyonu gereklidir. Bu komponentler, duyuşal ve motor olmak üzere iki ana başlıkta açıklanabilir.

Duyusal komponentler: Somatosensoryal (proprioepsiyon ve yüzeyel duyular), görsel ve vestibüler sistemlerden gelen periferel uyarılar, vücut pozisyonu ve vücudun uzayda hareketini algılamayı sağlarlar (47, 48).

a-Somatosensoryal sistem (proprioepsiyon ve yüzeyel duyular): Merkezi sinir sistemi vücudun tamamından gelen duyuşal reseptörlerdeki bilgileri harmanlayarak vücudun uzaydaki pozisyonunu belirler. Eklemler, ligamanlar, kaslar, tendonlar ve reseptörler sayesinde özellikle alt ekstremiteler, boyun ve gövdenin pozisyonu, kasların gerginliği, uzunluğu, eklemlerin pozisyonu hakkında bilgiler alınır. Bu bilgiler arka kordon ileti sistemi ve traktus spinocerebellaris ventralis ve dorsalis ile alınır. Bu sayede vücudun pozisyonu ve vücut segmentlerinin birbirine göre aldıkları pozisyonlar hakkında bilgi oluşur, vücudun uzaydaki pozisyonunun algılanması sağlanır (48).

b-Görsel sistem: Somatosensoryal sistem tarafından gönderilen bilgiler görsel algılama ile birlikte doğrulanır. Birey görsel sistem sayesinde çevreye adapte olur ve cisimlerin hareketini görerek postüral stabiliteyi bozacak tehlikelerden korunur. Görsel uyarılar nesnelere genellikle dikey olarak sıralanmasından dolayı, dikeylik ile ilgili referans oluştururlar. Görsel sistem baş pozisyonu ve başın hareketlerine dayanarak gerekli bilgileri sağlar (49). Görsel girdiler postüral kontrolün sağlanmasında önemlidir (50).

c-Vestibüler sistem: Başın gövdeye göre pozisyonunu algılayan semisirküler kanallar ve otolit organ, denge ve postüral kontrolü sağlamada görevlidir. Denge bozulmaya başladığı anda

ve vücutta rotasyon hareketi yapıldığında vestibüler sistem uyarılır. Sert ve düz bir zemin üzerinde ayakta durma pozisyonunda somatosensoryal sistem vücudun pozisyonu ve hareketi ile ilgili gerekli bilgiyi sağlar. Fakat eğimli ya da hareketli bir zeminde vücudun dikeyliği hakkında yeterli bilgiyi sağlayamaz. Bu sebeple vestibüler sisteme ihtiyaç vardır (51). Vestibüler sistem iç kulağın bir bölümü olup esas bileşenleri otolit organlar ve semisirküler kanallardır. Otolit organlardan utrikulus lineer hızlanma ve yavaşlamanın saptanmasında, sakkulus ise dikey hızlanma ile oluşan hareketleri saptamaya yöneliktir. Semisirküler kanallar başın açıl dönüşlerini saptamada görev alır. Beyin sapında da dengeden sorumlu entegratif bir merkez oluşturan vestibüler çekirdekler vardır. Vestibüler duysal uyarılar vestibüler sinir, vestibüler gangliyon ve VIII. kranial sinir olan vestibülokohlear sinir aracılığıyla vestibüler çekirdeklere gelir. Vestibüler çekirdekler aynı zamanda kas ve eklemlerdeki propriyoseptörlerden de duysal bilgiyi alır. Bu bilgilerin entegrasyonu sonucunda postüral kontrolde gözün, başın ve kasların refleks hareketleri oluşturulur (52).

Motor komponentler: Postüral kontrolden sorumlu yapıların motor bileşenleri içinde refleksler, otomatik postüral yanıtlar ve kaslar bulunmaktadır. Bunlar aşağıda tek tek ele alınacaktır.

a-Refleksler

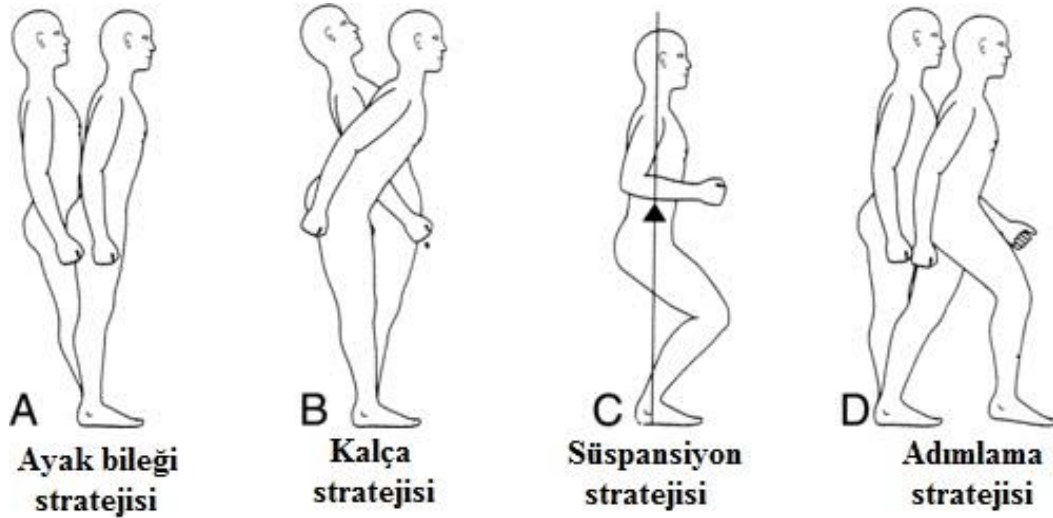
i-Düzeltilme yanıtları: Bu yanıtlar sayesinde baş, gövde ve ekstremitelerin uygun bir sırada hareket etmesi ve gerekli pozisyonun oluşturulması sağlanır. Düzeltilme yanıtları varlığında başın boşlukta normal pozisyonunu, başın vücutla normal ilişkisini, gövde ve tüm ekstremitelerin normal düzgünlüğünü ayarlayıp sürekliliğini sağlamak mümkün olur. Düzeltilme yanıtları insanın en erken gözlenen aktivitelerindendir. Bunlar, dönme, eller ve dizler üzerine gelme, oturma, ayağa kalkma gibi aktivitelerdir. Hareketin belirli bir sırada gerçekleşmesini sağlarlar. Örneğin dönme aktivitesi baş ile başlar, onu gövdenin dönerek postüral adaptasyonun sağlanması izler.

ii-Vestibüloküler refleks (VOR): Baş hareket etmeye başladığı anda, semisirküler kanallar ve otolit organ uyarılır. Bununla birlikte ekstraoküler kasların nükleuslarına başın hareketiyle eşit hızda fakat ters yönde hareket için bir uyarı gider. Böylece başın hızlı dönme hareketi sırasında görüntü retina üzerinde sabitlenerek cismin net bir şekilde takibi sağlanır. Bu dengenin korunması yönünden önemlidir (53).

iii-Vestibülospinal refleks (VSR): Baş ve vücudun stabilizasyonunu sağlamak için bazı kompensatuar hareketlerin ortaya çıkmasını sağlar ve düşmenin engellenmesinde önemli rolü vardır. Bu refleksler MSS aracılığıyla düzenlenir ve en önemli bağlantı da serebellumla yapılır. Serebellum vestibüler reflekslerin ayarlanmasından sorumlu olan yapıdır (53).

b-Otomatik postüral yanıtlar

i-Stratejiler: Hareket esnasında gravite merkezinin yer değişimini kompanse etmek amacıyla vücudun uygun bir şekilde yer değiştirmesi veya uygun kasların aktiflenmesiyle gerçekleşir. Bunlar, postüral salınımlar, ayak bileği stratejisi, kalça stratejisi, süspansiyon stratejisi veya adımlama stratejisi şeklinde ortaya çıkar (Şekil 3). Destek yüzeyinin daraltılması ile genellikle antero-posterior, daha az olarak da lateral yönlerde postüral salınımlar görülür. Destek yüzeyi biraz daha daraltılıp aynı zamanda kişi posteriora doğru hafifçe çekildiğinde ayak bileği stratejisi devreye girer (54). Uygulanan kuvvet daha da arttırılırsa ayak bileği stratejisi yeterli gelmez ve kişi kalça çevresi, paraspinal ve abdominal kasların agonist-antagonist kasılması ile fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yaparak kalça stratejisi ile dengesini sağlar (55).



Şekil 3. Otomatik postüral yanıtlar (56. kaynaktan modifiye edilmiştir). Hareketle birlikte yer değiştiren gravite merkezini kompanse etmek amacıyla vücut segmentleri uygun bir şekilde yer değiştirir veya ilgili kaslar aktiflenir.

Aynı şekilde kuvvet uygulandığında bazı kişiler dengesini sağlamak için gravite merkezinin destek yüzeyine yaklaştırılması amacıyla ayak bileği, diz ve kalçada semifleksiyon hareketi yaparlar. Bu da daha az sıklıkla kullanılan süspansiyon stratejisidir (57). Adımlama stratejisinde ise ayak ile adım alma ya da kol ile uzanma gözlenir. Başarılı bir adımlama stratejisi düşmeden korunmanın en iyi yoludur.

ii-Koruyucu reaksiyonlar: Hareket esnasında gravite merkezi destek yüzeyi sınırlarını aşıp motor stratejilerin kompensasyonunun yeterli gelmediği durumlarda açığa çıkarlar. Uygulanan kuvvetin yönünde adım alma ya da oturma pozisyonunda yana doğru uygulanan

kuvvet yönünde kolun abduksiyon ve ekstansiyona gelerek gövdeyi desteklemesi şeklinde dengeyi sağlamada rol alırlar.

c-Kaslar: Beden duruşu ve hareketler, eklemleri hareket ettiren kasların eş güdümlü kasılmasına bağlıdır. Eğer tüm duyu girdileri sağlamsa, motor uyarılar ve reflekslerin uygun hareket oluşturup dengeyi sağlayabilmesi için sağlıklı bir kas kontraksiyonuna ihtiyaç vardır. Örneğin, sola doğru dengesi bozulmaya başlayan kişi VSR vasıtasıyla sağ taraf gövde kasları kontraksiyon yaparak dengenin sağlanmasına katkıda bulunur. Kaslarda kas hastalıkları gibi herhangi bir patoloji varsa dengeye ait sorunlar oluşabilir.

Postüral Kontrolün Değerlendirilmesi

Postüral kontrol, duysal ve motor sistemin MSS ile sağlıklı entegrasyonu aracılığıyla sağlanmaktadır. Postüral kontrol sisteminin fonksiyonları, dengenin devamlılığını sağlamak ve vücut segmentlerinin pozisyonunu, koordinasyonunu sağlamaktır (41).

Erekt vücut postürünün sağlanması ve çeşitli hareketler esnasında sürdürülmesi için oldukça karmaşık nöromusküler mekanizmalara ihtiyaç vardır. Duysal girdilerin entegrasyonu MSS'de sağlanır ve bu bilgilerin modülasyonu da serebellum, retiküler formasyon, ekstrapiramidal sistem ve serebral kortekste yapılır (58).

Denge ve postüral kontrol birçok sistemin katıldığı oldukça karmaşık birer fonksiyondur. Değerlendirilmesinde biyomekanik, motor ve duysal pek çok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Basitten karmaşığa doğru uzanan bir spektrumda birçok klinik ve laboratuvar değerlendirme yöntemi vardır. Son dönemde yapılan çalışmalarda postüral kontrolün ve dengenin objektif değerlendirilmesinde kuvvet platformu kullanılmakta ve bu değerlendirmeden elde edilen postürografik kayıtlar incelenmektedir. Kuvvet platformu, bireyin postüral stabilitesini sağlayabilmesi için yerçekim merkezindeki değişikliklerden kaynaklanan basınç merkezindeki değişimleri değerlendirmek için kullanılır.

Postüral kontrol statik ve dinamik olmak üzere iki bölümde incelenir. Statik postüral kontrol, sabit ayakta duruş esnasında postüral salınımın kontrol edilebilmesi ve sabit pozisyonun sürdürülebilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu sabit pozisyonu sürdürebilmek için vücut ağırlık merkezi sakral ikinci vertebra seviyesinden geçerek destek yüzeyinin üzerinde kalmalıdır (59). Dinamik postüral kontrol ise hareket esnasında oluşabilecek postüral değişikliklerin önceden fark edilebilmesi ve denge değişikliklerine uygun cevap verilerek dengeyi yeniden koruma yeteneği olarak tanımlanır (60).

Statik dengenin değerlendirilmesi: Statik dengenin değerlendirilmesinde “tek bacak üzerinde durma testi” ve “Romberg testi” kullanılmaktadır. Ayrıca medial-lateral veya anterior-posterior stabilitenin bilgisayar yardımıyla hesaplanabildiği çeşitli kantitatif statik denge değerlendirme teknikleri de mevcuttur. Tüm bu testlerin ortak dezavantajı, günlük yaşam aktivitelerinin çok büyük bir kısmında kullanılan adaptif postüral cevapların değerlendirilmesinde yetersiz kalmalarıdır (61, 62).

Denge Fonksiyonunun Çok Boyutlu Değerlendirilmesi

Birçok sistemin entegrasyonu ile sağlanan denge fonksiyonunun değerlendirilmesinde yapılan incelemeler problemin sebepleri ve derecesi hakkında fikir vermeli, değerlendirmeler çok boyutlu olmalıdır. Bilgisayar yardımıyla yapılan değerlendirme teknikleri, denge ve postüral kontrol problemleri ile ilgili objektif veriler sağlamaktadır. Bununla birlikte donanımlarının fazla olması ve uygulamasının zaman gerektirmesi bu tekniklerin en önemli dezavantajlarından (60). Denge fonksiyonunun çok boyutlu değerlendirmesinde kullanılan bazı testler aşağıda sıralanmıştır:

- "Denge duyuşal interaksiyonu klinik testi" ("clinical test of sensory interaction on balance")
- "Stabilite limit testi"
- "Bilgisayarlı dinamik postürografi"
 1. "Duyuşal organizasyon testi" ("sensory organization test")
 2. "Motor Kontrol Testi"
 3. "Adaptasyon Testi" (60).

Performans ile ilgili dengenin değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan ölçekler bulunmaktadır. Bu ölçekler aşağıda sıralanmıştır:

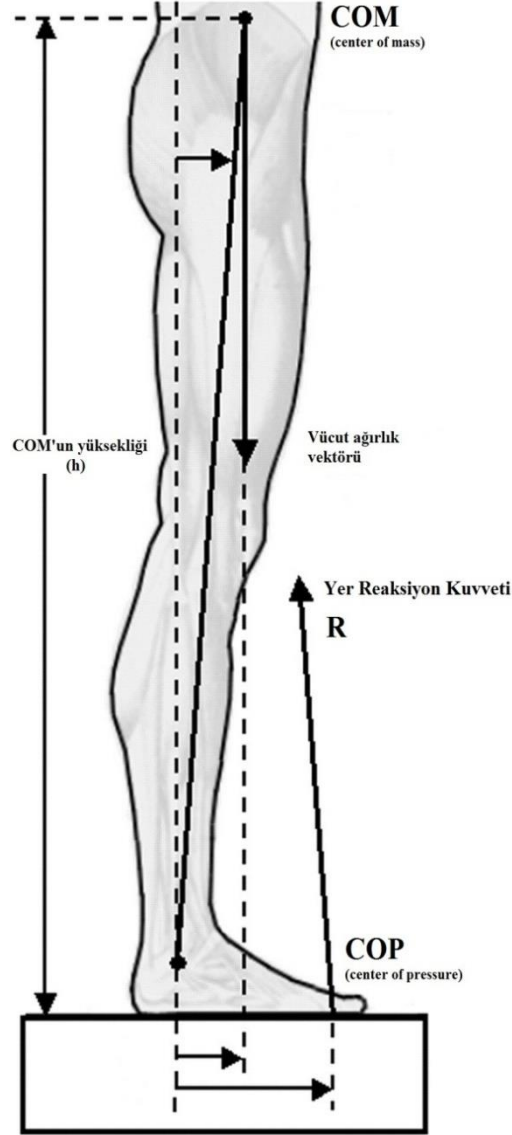
- "Aktiviteye Spesifik Denge Güvenlik Skalası" ("The Activities Specific Balance Confidence Scale", ABC)
- "Modifiye Hızlı Mobilite, Denge, Korku Değerlendirme Anketi" ("Modified Fast Evaluation of Mobility, Balance and Fear Baseline Questionnaire", FEMBAF)
- "Berg Denge Skalası" ("Berg Balance Scale", BBS)
- "Tinetti Denge Değerlendirme Yöntemi" ("Tinetti Balance Assessment Tool")
- "Balans Hata Skorlama Sistemi" ("Balance Error Scoring System", BESS)
- "Kalk ve Yürü Testi" ("Get Up and Go Test")
- "Fonksiyonel erişme testi" (FET), "Çok yöne erişme testleri" (MDRT) (60).

Kuvvet Platformları

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile birlikte bazı elektronik sistemlerle denge ve postüral kontrolün değerlendirilmesi mümkün olmakta ve elde edilen objektif veriler ile kişilerin değerlendirilmesi kolaylaşmaktadır. Bu sistemler bilgisayar destekli olup iki ve üç boyutlu ölçümler yapmaktadırlar. Kuvvet platformu, anterior-posterior, medial-lateral ve vertikal olmak üzere çeşitli yönlerde açığa çıkan kuvvetleri ölçmede kullanılmaktadır. Literatürde postürel stabilitenin kuvvet platformu kullanılarak değerlendirildiği bazı çalışmalar mevcuttur. Kuvvet platformu kullanarak postüral stabiliteyi değerlendirmenin standardize edilmiş yöntemlerinden birisi de "Center of Pressure" (COP) hareketinin hesabıdır. Yapılan çalışmalarda COP ölçümlerinin güvenilirliği medial-lateral 0.81 ve anterior-posterior 0.86 aralığında belirlenmiştir (41).

Basınç Merkezi Değerlendirmesi

Ayakta durma sırasında her iki ayak tabanı ile destek yüzeyine uygulanan toplam kuvvet dağılımının merkezini değerlendirmede basınç merkezi (Center of Pressure, COP) kavramı kullanılır (63). Aynı zamanda vücut ağırlık merkezinin denge kaybına gösterdiği nöromusküler bir tepki kuvveti olarak da tanımlanabilir (62). COP değeri aslında yer değişim ölçüsüdür ve yer reaksiyon kuvvet vektörünün kuvvet platformu üzerindeki lokalizasyonudur (64). "R" olarak gösterilen yer reaksiyon kuvveti kuvvet platformu aracılığıyla değerlendirilebilir (Şekil 4). COM (center of mass) değeri yani kütle merkezi kişinin vücut ağırlık merkezi olup yaklaşık olarak sakral ikinci vertebranın önünde yer alır. COP değeri COM değerinin destek yüzeyindeki yani yerle temas halinde bulunan alt ekstremitelerde yörüngesini yansıtmaktadır. COP değeri çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Bu faktörler literatürde yaş, ölçüm süresi, iki ayak üzerinde duruş esnasında ayaklar arasındaki mesafe, nöromusküler hastalıklar, alkol kullanımı ve vestibüler hastalıklar olarak tanımlanmıştır (62, 65-67).



Şekil 4. COP (center of pressure) ve COM (center of mass) değerlerinin şematik gösterimi (68. kaynaktan modifiye edilmiştir.) COP değeri COM değerinin yörüngesini yansıtmaktadır. Kontrol edilen değişken COM, kontrol değişkeni COP, yer reaksiyon kuvveti R ve COM'un yerden yüksekliği h olarak gösterilmiştir.

YÜRÜME

İki ayak üzerinde dik yürüme memeliler içinde yalnızca insana özgü bir beceridir ve bu becerinin evrim sürecinde yaklaşık 3 milyon yıl önce kazanıldığı öne sürülmektedir. Normal yürüme bir yerden başka bir yere hareket edebilmek amacıyla her iki ayağın tekrarlanan hareketleriyle hem destek hem itici güç sağlamak hem de ilerlemek için birlikte kullanılması yöntemi olarak tanımlanabilir (69). Normal yürümenin sağlanabilmesi için tıpkı postüral

kontrolde olduğu gibi merkezi ve periferik sinir sistemi ile birlikte kasların koordine bir şekilde çalışması gerekir.

Yürümenin incelenmesi ile ilgili çalışmaların Rönesans döneminde başladığı kabul edilmektedir. Bu başlangıç çalışmaları yürüme konusunda sadece tanımlayıcı olmuştur, daha sonra ise fotoğraf tekniklerinin gelişmesiyle birlikte kinematik değerlendirmeler de elde edilmeye başlanmıştır. Kuvvet platformunun geliştirilmesi beraberinde kinetik analizleri de devreye sokmuştur. Önceleri kasların aktivasyonlarının değerlendirilmesi sadece palpasyonla yapılırken, daha sonraki yıllarda EMG'nin gelişmesi ile kasların aktivitelerini değerlendirmede çok önemli gelişmeler elde edilmiştir. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak mekanik analizlerin geliştirilmesiyle birlikte yürümede gözlenen farklılıklar, çocuklarda yürüme fonksiyonunun gelişimi, yaşlılıkta yürümenin değişimi ve çeşitli patolojilerde görülen yürüyüş bozuklukları da araştırılmaya başlanmıştır. 1980'li yıllara gelindiğinde ileri elektronik teknolojisi ile üç boyutlu kinetik ve kinematik verileri elde edip analiz yapmaya uygun çeşitli sistemler geliştirilmiştir (17).

Normal Yürümenin Gereklilikleri

Yürüme fonksiyonunun amacı vücudun minimal enerji tüketimi ile birlikte sabit bir kinetik zincir içerisinde hareket ettirilmesidir. Yürüme ile ilgili fonksiyonların gerçekleştirilebilmesi için adım alma stratejilerinin ve yerçekimini kontrol eden sistemlerin koordine bir şekilde çalışması gerekir. Bunu gerçekleştirebilmek için stabilite ve lokomasyon becerisinin olması gereklidir (69-71).

Stabilite: Ayakta dik duruş esnasındaki postürün ve dengenin sağlanması ile birlikte vücudun yerçekimine karşı duruşunun sağlanması için vücudun stabil pozisyonunun korunabilmesi gerekmektedir. Vücut stabilitesi, postüral kontrolü sağlayan mekanizmalar ve kas iskelet sistemi tarafından sağlanır.

Lokomasyon: Ritmik olarak adımlama hareketlerinin başlatılması ve devam ettirilmesi yeteneğidir (69). Lokomasyonun gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan ön koşullar, adımlama, denge, vücudun yerçekimine karşı desteklenmesi ve gövdenin öne doğru ilerletilmesidir.

Normal yürüme için hem kas iskelet sisteminin hem de sinir sisteminin aktif olarak çalışması gerekir. Denge, stabilite, lokomasyon ve adaptasyon sistemlerinin koordine bir şekilde çalışması ile birlikte normal yürüme elde edilir. Ekstremiteler ve gövde kaslarının koordine çalışması ile birlikte lokomasyon elde edilir ve vücudun ilerletilmesini sağlayan adımlama gerçekleşir. Ayakta durma aktivitesini kişiler aktif olarak gerçekleştirmelidirler ve bu aktivite

sırasında vücudun salınımları taban desteğinin sınırları içinde tutulmalıdır. Yerçekimine karşı dik pozisyonda yürüyebilmek için vücudun yerçekimine karşı destek sağlaması, kişinin adım alması, dengenin sağlanması, dengenin korunması ve ilerleme eylemini sağlamak gereklidir. Bu faktörlerden birinin ya da birkaçının bozulması ile yürüme fonksiyonu da bozulur. Vücut ağırlık merkezi, yürüme sırasında vücudun ağırlığı bir ayaktan diğerine aktarılırken, yana ve öne doğru yer değiştirir. Görsel, vestibüler ve duyuşal sistemlerden gelen bilgilerle postüral refleksler uyarılırlar ve yürüme esnasındaki postüral stabiliteye katkıda bulunurlar (72, 73).

Postür ve Yürüme Kontrol Eden Nöral Yapılar

Yürüme ve ayakta dik durma, merkezi ve periferik sinir sisteminin farklı bölgelerinin koordine bir şekilde çalışmasıyla gerçekleşebilecek fonksiyonlardır. Bu fonksiyonların gerçekleştirilebilmesi için bazı anatomik yapıların sağlam olması gerekmektedir. Bu yapılar I. ve II. motor nöron, kas tonusunun ayarlanmasından sorumlu olan ekstrapiramidal sistem, denge ve koordinasyonu sağlayan vestibüler ve serebellar sistemler, periferden gelen uyarıları MSS'e ileten duyu sinirleri, proprioseptif duyuyu üst merkezlere ileten arka kordon ve efektör organ olan çizgili kastır (74).

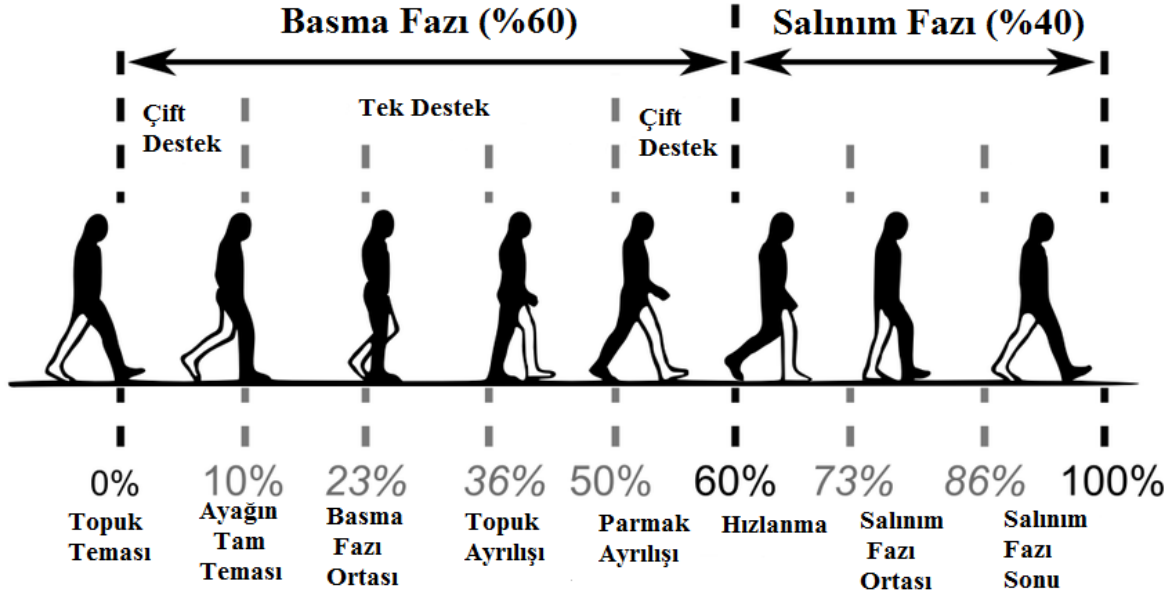
Medulla spinalis yürüme eylemi için kalıp jeneratör devrelere sahiptir. Her bir ekstremitte için işleyen bazı kalıp jeneratörler vardır. Lokomotor aktivitenin kalıp jeneratörü serebrumdan inen emirler aracılığıyla kontrol edilir. Hareketi başlatma emrinin de orta beyin lokomotor merkezde düzenlendiği düşünülmektedir (75).

Yürüme Döngüsü

Yürüme esnasında gövdenin öne ilerletilebilmesi için bir taraf alt ekstremitedeki topuğun yere değmesi ile aynı taraftaki topuğun tekrar yere değmesi arasında her iki alt ekstremitte birçok hareket meydana gelir ve bu hareketler ardışık olarak tekrar edilir. Belirli bir düzene göre tekrar edilen bu hareketler yürüme döngüsü olarak ifade edilir.

İnsan yürüme esnasında önce bir taraf alt ekstremitesini öne doğru hareket ettirir, ardından onun üzerine bastıktan sonra diğer taraf alt ekstremitesinin yerden temasını keser ve öne doğru ilerletir. Yürüme döngüsü, basma ve salınım fazı olmak üzere iki dönemde incelenir. Her ekstremitteye ait yürüme siklusu, ilgili ekstremitenin yerde olduğu süre yani basma fazı ve havada olduğu süre yani salınım fazından meydana gelmektedir. Yürüme siklusunun yaklaşık olarak %60'ını basma fazı, %40'ını ise salınım fazı oluşturur. Bu siklus esnasında her iki ayağın da yerde olduğu döneme "çift destek dönemi" denir. Bu dönemde gövdenin ağırlığı bir taraf

ekstremiteden diğer taraf ekstremiteye aktarılır. Yürüme siklusu süresince tek ayağın yerde olduğu döneme ise "tek basma fazı" adı verilir. Basma fazında olan alt ekstremita vücudun ağırlığını alır ve eklemlerin aracılığıyla öne doğru aktarır. Bu esnada salınım fazındaki alt ekstremita ise ilerleyerek yere basma sürecine doğru hazırlanır (76-78) (Şekil 5). Sağlıklı bir bireyde ve normal yürüme hızında yürüme siklusu yaklaşık olarak 1 saniyeden biraz fazladır.



Şekil 5. Yürüme döngüsü (79. kaynaktan modifiye edilmiştir). Normal yürüme basma (%60) ve salınım fazı (%40) olmak üzere iki evreden oluşur. Basma fazı ilgili alt ekstremitenin pozisyonuna göre beş evrede incelenebilir. Salınım fazı da ilgili alt ekstremitenin pozisyonuna göre üç evrede incelenebilir. Her iki alt ekstremitenin yerde olduğu döneme çift destek fazı, sadece bir alt ekstremitenin yerde olduğu döneme tek destek fazı denilmektedir.

Basma fazı ve evreleri: Basma fazı, duruş fazı olarak da isimlendirilebilir. Bu faz, topuk yere temas ettiği anda başlar ve yine aynı ayağın parmakları yerden kaldırıldığı anda sonlanır (Şekil 5). Basma fazında topuk teması, adım atarken topuğun yere temas ettiği anda başlar. Yürüme siklusunun yaklaşık % 0-2'lik kısmını oluşturur. Amaç, önce topuk yere değecek şekilde ayağı yere indirmektir. Topuğun yere temasından hemen sonra ayak tabanı da yere değer ve böylece ayağın tam temas fazı başlamış olur. Bu faz da yürüme siklusunun yaklaşık % 2-10'luk kısmını oluşturur, aynı zamanda birinci çift destek fazı olarak adlandırılır. Diğer ayağın yerle teması kesilene kadar gövdenin ağırlığı bu ayağa aktarılır. Buradaki amaç çok

absorbsiyonunu sağlamak, ayağın tamamen yere temasını sağlamak ve vücut ağırlığının ilgili alt ekstremite tarafından üstlenilmesini sağlamaktır. Basma fazı ortasında vücudun ağırlık aktarım noktası, sabit olan ayağın üzerinde bulunur. Yürüme siklusunun yaklaşık % 10-30'luk kısmını oluşturur ve aynı zamanda tek basma fazının başlangıcını oluşturur. Buradaki amaç yerde sabit duran ayak üzerinde gövdeyi öne doğru ilerletebilmektir. Topuk ayrılışı fazı da yürüme siklusunun yaklaşık % 30-50'lik bir kısmını oluşturur. Bu esnada tek basma fazı sona ermeye başlar ve amaç bacağı yerden temasının kesilmesidir. Parmakların yerden ayrılması da yürüme siklusunun yaklaşık % 50-60'lık bir kısmını oluşturur. Basma fazının bitip salınım fazının başladığı dönemdir, ayrıca ikinci çift destek dönemini de oluşturur. Buradaki amaç ilgili bacağı salınım fazına hazırlamaktır (80).

Salınım fazı ve evreleri: Salınım fazı, parmakların yerle temasının bitmesiyle birlikte başlar ve topuğun yere değmesiyle birlikte sonlanır (Şekil 5). Hızlanma fazı, parmak yerden ayrıldığı anda başlar. Burada amaç, havadaki bacağı hızlı bir şekilde öne doğru ilerletmektir. Ayak havada iken ileriye doğru hızlanmasıyla beraber salınım fazı ortası başlamış olur. Amaç, ayağın yere değmeden öne aktarılmasıdır. Salınım fazı sonu yürüme siklusunun yaklaşık % 87-100'lük kısmını oluşturur. Salınım yapan alt ekstremite basan tarafın önüne geçtiğinde başlar ve ayağın yere temas ettiği ana kadar devam eder. Amaç, ayağın yere basmak için hazırlanmasıdır (80).

Yürümede Zaman ve Mesafe Parametreleri

Adım uzunluğu: Yürüme sırasında iki ayağın aynı noktaları arasında öne doğru ölçülen mesafedir.

Adım genişliği: Her iki ayağın dikey eksenleri arasındaki mesafedir.

Çift adım uzunluğu: Aynı ayağın iki topuk vuruşu arasındaki mesafedir.

Ayak açısı: Gidilen yön ile ayağın ortasından geçen çizgi arasında kalan açıdır.

Kadans: Bir dakikalık zaman içerisinde atılan adım sayısıdır.

Yürüme hızı: Zaman ve mesafe parametrelerinin formülize edilmesiyle yürüme hızı bulunur. Çift adım uzunluğunun ikiye bölünüp, kadans ile çarpılmasıyla elde edilen değerdir. Formüle edilecek olursa; Yürüme hızı = kadans x (çift adım uzunluğu/2)'dir. Birimi m/s, cm/s ya da m/dk'dır. Bazı durumlarda sağ ve sol adım uzunlukları birbirine eşit olmayabileceği için hız hesaplamasında çift adım uzunluğu ikiye bölünerek kullanılmaktadır (76, 81).

Zaman ve mesafe parametreleri (Şekil 6) değerlerinde cinsiyetler arasında farklılıklar bulunabilir. Kadınların yürüme hızı erkeklere göre daha düşük ve adım mesafesi daha kısa bulunmuştur. Adım sayısı ise kadınlarda daha fazla ölçülmüştür (82).



Şekil 6. Yürümede zaman ve mesafe parametreleri ile ilgili terimler (83. kaynaktan modifiye edilmiştir). Yürüme esnasında insanın ayak izleri yürüyüş parametreleri hakkında bilgi verir.

Yürümenin Laboratuvar Analizi

Yürüme analizi nöromüskuloskeletal sistem fonksiyonlarının değerlendirilerek sonuçlarının sayısal veriler ve grafikler aracılığıyla yorumlanması işlemidir. Yürümeye ait patolojilerde sorunu sayısal verilerle yorumlamak, kayıt sistemini kullanıp daha sonra tekrar değerlendirmek ve uygulanan tedavinin etkisini objektif olarak ortaya koyabilmek için yürüme analizi sistemleri gereklidir. Yürüme analizi laboratuvarında yapılan değerlendirmelerde kişinin yürüyüş fonksiyonu çeşitli şekillerde değerlendirilebilir. Bu değerlendirme yöntemleri gözlemsel, video kaydı, uygun yerlere yerleştirilen verici ve yansıtıcılarla birlikte harekete ait verileri elde ederek, yere sabitlenmiş kuvvet platformu ya da yer reaksiyon kuvvetini ölçen özel ayakkabılar aracılığıyla ayak basınçları ölçülerek, dinamik EMG ve enerji tüketimi ölçümleri olarak sıralanabilir. Bu yöntemlerle yapılan tüm ölçümler spesifik olarak geliştirilmiş yazılımlar sayesinde sayısal değerlere dönüştürülür. Böylece bireyin klinik durumu da göz önüne alınarak elde edilen sayısal değerler yorumlanır ve rapor edilir (76, 77).

Yürüme Analizi Laboratuvarında Kullanılan Değerlendirme Yöntemleri

Gözlemsel yürüme analizi yöntemleri: Yürüyüşün hiçbir alet kullanılmadan sadece gözlemsel olarak incelenmesi prensibine dayanır. Yürüme fonksiyonunu değerlendirirken her

eklemi ayrı ayrı değerlendirmek gerekir. Neredeyse hiçbir hesaplama yapılmaması, kayıt imkanının bulunmaması, gözün yürümeye ait tüm parametreleri aynı anda fark edememesi, gözlemin tamamen yapan kişinin deneyimine ve bilgisine dayanması gözlemsel analizin dezavantajlarıdır (76, 77). Kolay gibi görünmekle birlikte karmaşık bir değerlendirmedir fakat kullanışlıdır. Bu yöntem tamamen subjektiftir ve hafif anomalileri ortaya çıkarmak konusunda yetersiz kalır.

Video analizi: Çıplak gözle hareketlerin hızını değerlendirebilmek zor olduğu ve tek gözlemci ile sonuçlara karar vermek bir dezavantaj olduğu için yürümenin video kaydı yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yürüme fonksiyonunu kaydeden cihazın kalitesi yani birim zamandaki görüntüyü yakalama kapasitesi ne kadar fazlaysa o kadar da kaliteli görüntü elde edilebilir. Görüntü üzerinde bulunan bazı noktalar kullanılarak adım uzunluğu, yürüme hızı ve adım sayısı değerlendirilebilir. Fakat tam anlamıyla bir değerlendirme için sadece video kaydı yeterli olmaz. Kinematik, kinetik ve elektromiyografik ölçümlerin değerlendirilmesine de ihtiyaç vardır (76, 77).

Kinematik analiz: Kinematik analiz sayesinde objektif ve kantitatif veriler elde edilir, vücudun uzaydaki pozisyonu değerlendirilir. Eklemlerin açısal hareketlerini gösterir. Gövdenin, pelvisin ve alt ekstremitelerin her üç düzlemdeki pozisyonu, eklemlerin açıları, hız ve ivmeleri ölçülüp sayısal olarak kaydedilir. Yürüme siklusu süresince sürekli değişim gösteren eklem açılarını kaydedebilmek için alt ekstremitenin bazı noktalarına işaret cihazları (marker) yerleştirilir. Bunlardan gelen sinyaller de özel kameralar ya da ultrasonik alıcılar aracılığıyla değerlendirilir ve elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılır. Bu yöntem objektif ve kantitatif veriler elde etmeyi sağlar. Uygulanabilmesi için teknik olarak eğitilmiş personelin ve analiz için de geniş bir alanın olması gereklidir. Bu yöntemde yürüme esnasında hız ve ivme hesaplanabilir (84).

Kinetik analiz: Kinetik analizde ölçülerek elde edilen tek veri yer tepkimesi kuvveti vektörüdür ve ayağın yere uyguladığı total kuvveti değerlendiren basınca duyarlı levhalarla ölçüm yapılır (85). Yer tepkimesi kuvveti vektörünün ölçülmesi için değerlendirme yapılan kişinin kuvvet levhasına tek ayağı ile bir kez basması istenir. Kuvvet levhası yer ile aynı seviyede olmalı ve kişi üzerinden geçerken platformu fark etmemelidir. Çünkü objektif bir değerlendirme için adımlarını ayarlamaması gerekir. Eğer değerlendirme yapılan kişi platformun nerede olduğunu bilirse o zaman üzerine basmak için çaba gösterir ve normal yürüme şekli bozulur. Hasta kuvvet levhasına basıp geçtiğinde ilgili ayağın oluşturduğu yer tepkimesi kuvvet

vektörü kaydedilir. Eğer kuvvet levhaları kinematik sistemlerle beraber kullanılırsa ayak bileği, diz ve kalça eklemine etki eden momentler ve ilgili eklemlerde oluşan kuvvetler hesaplanabilir.

Dinamik elektromyografi: Dinamik EMG yürüyüş esnasında oluşan kas aktivitesinin çeşitli elektrotlar aracılığıyla kaydedilmesidir. İncelenen kasların kontraksiyon zamanını ve süresini gösterir. EMG kayıtlarında yüzeyel ya da tel elektrotlar kullanılır ve kullanılacak elektrot tipi değerlendirilecek kasa göre belirlenir. Yüzeyel kaslar için yüzeyel, derin kaslar için tel elektrotlar kullanılmaktadır. Yüzeyel elektrotlar inceleme yapılacak her kas için iki tane kullanılır ve ilgili kasın üzerindeki cilde yapıştırılır. Bu elektrotların bir tanesi aktif elektrot, diğeri de referans elektrottur. İki elektrodun arasındaki voltaj farkı EMG sinyali olarak kaydedilir. Tel elektrotlar derin kasları değerlendirmede kullanılırlar. Tel elektrotların içinde bulunduğu özel iğne kasa batırılıp daha sonra geriye çekilerek telin kas içinde bırakılması sağlanır. Tellerin uç kısmında bulunan kancalar kas fasiküllerini yakalamaya yararlar. Bu yöntemle kaydı yapılan sinyal iki tel elektrodun arasındaki potansiyel farktır. Tel elektrotların en büyük avantajı yakında bulunan diğer kasların aktivitesinin ilgili kasla karışmasını engellemesidir. Ancak tellerin kas içine sokulması invazif bir işlemdir ve acı verir. Kas tonusunda artışa ve spazma da yol açabilir (76, 77, 86, 87).

Bilgisayarlı yürüme analizi yöntemleri hareketin normal ve patolojik paterniyle ilgili matematiksel bir model sunar ve bu sayede klinik değerlendirmelere ek objektif bir değerlendirme yöntemi olur. Bu yüzden yürüme fonksiyonunu geliştirmeye yönelik çeşitli tedavi tekniklerini belirlemede yardımcı olur (87).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmaya Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan TÜTF-BAEK 2015/181 onay tarih ve karar numarası ile etik onay alınmıştır (Ek 1). Çalışmanın deneysel aşamaları Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı ve Anatomi Anabilim Dalı Hareket Analiz Laboratuvar'ında gerçekleştirilmiştir.

ÇALIŞMA GRUBU

Çalışmaya 18-24 yaş arası sağlıklı genç erişkin toplam 24 (14 kadın, 10 erkek) gönüllü alındı. Gönüllülerin araştırmaya dahil edilme kriterleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

-18/24 yaş arası kadın ve erkek sağlıklı gönüllüler

-Düzenli uyku alışkanlığına sahip olmak

-Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi ve Epworth Uykululuk Ölçeği ile yapılan değerlendirmede uyku sağlığı bakımından sağlıklı sınırlarda yer almak

Dahil edilme kriterleri dışında çalışma grubu için çalışmadan dışlanma kriterleri de kullanılmıştır:

-Kas iskelet sistemine ait kronik hastalıklar

-Kas iskelet sistemine yönelik geçirilmiş operasyonlar

-Herhangi bir uyku hastalığının olması

-Vestibüler sistemi etkileyecek ilaç kullanımı veya diğer kronik ilaç kullanımları

-Düzenli olarak bir spor aktivitesi yapmak

Gönüllü olmayı kabul edenlerin önce tıbbi özgeçmişleri alındı ve fizik muayeneleri yapıldı. Postüral kontrol ve yürüme analizi ölçümleri aynı araştırmacı tarafından ve günün aynı zaman dilimi içinde (08:00-10:00) yapıldı.

Uyku sağlığının değerlendirmesinde çalışma grubuna deney öncesinde Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PSQI) ve Epworth Uykululuk Ölçeği (ESS) dolduruldu. Bu değerlendirmeler sonucunda düzenli uyku alışkanlığına sahip olan sağlıklı gönüllüler çalışmaya dahil edildi. Elde edilen veriler bilgisayar ortamına kaydedildi.

Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi

Buyse ve ark. (88) tarafından 1989 yılında geliştirilmiş olan PSQI, iyi ve kötü uykunun tanımlanması amacıyla uyku kalitesinin niceliksel ölçümünü veren bir ölçektir. PSQI, subjektif uyku kalitesi, uyku latansı, uyku süresi, habitüel uyku etkinliği, uyku bozuklukları, uyku ilacı kullanımı ve gündüz fonksiyonları olmak üzere toplamda 7 ana başlıktan oluşan sorular ile uyku kalitesini değerlendiren bir ankettir. Bu indeks 10 maddeden oluşan bir soru formudur. Sorulara 0-3 arası puan verilir, yüksek puanlar kötü uyku kalitesini yansıtır. 7 ana başlıktan her birisi önce kendi içinde değerlendirilir. Sonra da 7 komponentin puanları toplanır. Soruların yanıtlanması sonrasında toplam puan 5 ve üzerinde ise uyku kalitesinin bozulmuş olduğu ifade edilir. Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi'nin Türkiye'deki geçerlik ve güvenirlik çalışması Ağargün ve ark. (89) tarafından 1996 yılında yapılmıştır. Çalışmamızda katılımcıların öznel uyku kalitesi ölçümleri için PSQI kullanıldı.

Epworth Uykululuk Ölçeği

Gündüz uyku halini göstermekte kullanılan bir testtir. Toplam 8 maddeden oluşur. Her soru kişinin kendisi tarafından 0-3 puan verilecek şekilde doldurulur. Bu ankette hastanın aşırı yorgun olmadığı sıradan bir günde, belli durumlarda uykuya dalma olasılığı sorgulanır. Tüm sorularda puanlama yöntemi aynı olup, uykuya dalma olasılığı hiç yoksa 0, uykuya dalması düşük olasılıklı ise 1, orta olasılıklı ise 2 ve yüksek olasılıklı ise 3 puan alır. Toplam puan 10 ve üzerinde ise gündüz aşırı uyku halinin varlığına işaret eder. Epworth uykululuk ölçeğinin Türkçe validasyon çalışması yapılmış ve Türkçe versiyonunun gündüz uyku halini göstermede etkin olduğu bildirilmiştir (90).

Antropometrik veri olarak her deneğin boy, kilo ve vücut kütle indeksi (BMI) ölçüldü ve bilgisayar ortamına kaydedildi. Vücut ağırlığının ölçümü 0,1 Kg duyarlılığındaki taşınabilen dijital tartı ile gerçekleştirildi. Dijital tartı, düz bir zemine konulup sıfıra ayarlandıktan sonra

denekten tartının üzerine çıkması istendi ve ekranda görülen ağırlık değeri "Kg" cinsinden kaydedildi. Deneğin ayakkabısız ve üzerinde hafif giysiler olmasına özen gösterildi. Boy uzunluğu 'Harpenden Antropometre' aleti kullanılarak ölçüldü. Vertekse teğet geçen düzlem ile zemin arasındaki mesafenin değeri boy uzunluğu olarak alındı.

FİZİKSEL ÖLÇÜMLER

Deney prosedürü sabah saat 08:00'de başladı ve başlangıçta her gönüllüye saat 08:00-10:00 arasında postüral kontrol değerlendirmesi ve yürüme analizi yapıldı. Postüral kontrol değerlendirmesi "Zebris stance test" ile yapıldı ve test esnasındaki ağırlık merkezi değişimleri saptanırken gönüllülerin gözler açık-kapalı çift ayak üzerindeki ağırlık merkezi değişimleri hesaplandı. Yürüme analizi değerlendirmesinde incelenen parametreler; spatial parametreler (ayak rotasyonu, adım genişliği, adım uzunluğu, çift adım uzunluğu), temporal parametreler (adım süresi, basma fazı, salınım fazı, çift destek fazı) ve global parametrelerdir (kadans, adım hızı).

Uyku yoksunluğu toplamda bir gece uygulandı ve bu sürenin sonunda yani ertesi sabah saat 08:00-10:00 arasında her gönüllüye başlangıçta yapılan postüral kontrol ve yürüme analizi değerlendirmeleri tekrar edildi. Deney prosedüründen 2 gün önce tüm gönüllülerin alkol, kafein kullanımlarını kesmeleri istendi. Bir gecelik total uyku yoksunluğu süresince de gönüllülerin kafein veya alkol tüketimine izin verilmedi.

Postüral Kontrol Değerlendirmesi

Yer tepkime kuvvetlerinin ölçümü için bir kuvvet platformu olan Zebris© FDM System Type FDM 1.5 (Zebris Medical GmbH) cihazının denge analizi bölümü ve WinFDM bilgisayar programı kullanıldı.

Bu sistem ayakta dik duruş ve yürüme analizinde kuvvet yayılımlarını ölçmek için kullanılan bilgisayar destekli bir sistemdir. Basınç dağılımlarını ölçen bu sistem uygulanan kişiye herhangi bir zarar vermeden teşhise yardım etmenin yanı sıra tedavinin izlenmesine yönelik yapılmış bir üründür. Ölçümler kolay, çabuk ve dinamik olarak kayıt edilip değerlendirilebilir. Veriler, ölçülecek kişi platformun üstünde yürürken veya durur pozisyondayken iki boyutlu algılama kapasiteli sensörler aracılığı ile elde edilir. Bu yol ile statik ve dinamik olarak alt ekstremiteler üzerine binen yükler hesaplanabilmektedir. Sistem birkaç bileşenden oluşmaktadır:

1. FDM platform: 1,5 m uzunluğunda, 158 x 60,5 x 2,5 cm boyutlarında yaklaşık olarak 16,5 kg ağırlığında zemine oturan parçadır (Şekil 7). Platform üzerinde 149 x 54,2 cm alana sahip 11264 adet sensor bulunmaktadır. Örnekleme frekansı 30 Hz (isteğe bağlı olarak 300 Hz'e kadar ayarlanabilir) dir.

2. Elektrik güç kablosu: Cihazın çalışması için gerekli olan elektrik enerjisini almayı sağlayan parçadır.

3. USB kablo: Bilgisayar ünitesi ile bağlantıyı sağlayan parçadır.

4. Bilgisayar ünitesi: Cihazın bağlandığı ve verilerin alınıp kaydedildiği parçadır.

5. WinFDM: Üretici firma olan Zebris©'in geliştirdiği bilgisayar programıdır.

6. Cihaza bağlanabilen elektromyografi ünitesi.



Şekil 7. Postüral kontrol değerlendirmesinde kullanılan basınç platformu (Zebris© FDM System Type FDM 1.5)

Postüral Kontrolün Değerlendirme Yöntemi

Yer tepkime kuvvetlerinin ölçümü gözler açık iki ayak üzerinde ve gözler kapalı iki ayak üzerinde olmak üzere iki pozisyonda gerçekleştirildi. Ölçümler sırasında herhangi bir ses olmaması için önceden tedbir alındı ve ortam ısısı oda sıcaklığında ayarlandı. Öncelikle deneklere ölçümlerin nasıl yapılacağı anlatılarak gösterildi. Deneklerin gözleri, 2 m uzaklıkta göz seviyesinde önceden belirlenmiş bir görsel hedefe odaklandı. Bu esnada bilgisayar programında platformun kalibrasyonu yapıldı. Anterior-posterior doğrultuda ayağın “*os naviculare*” kemikleri arasındaki tasarılı bir çizgi, platformun merkez eksenine uyumlu hale

getirildi. Kalibrasyon işleminden sonra kayıt süresi 20 sn olacak şekilde ölçüm yapıldı ve veriler kaydedildi. Ölçümler arasında dinlenme süresi olarak 2 dk ara verildikten sonra diğer pozisyondaki ölçüme geçildi.

Gözler açık değerlendirme: Denekler gözler açık durumda baş tam karşıya bakacak şekilde, kollar yere paralel ve avuç içi yere bakacak biçimde uzatılmış, topuklar bitişik ve ayaklar öne doğru 30 derece açık şekilde pozisyonlandı ve ölçümler yapılarak veriler kaydedildi (Şekil 8).



Şekil 8. Gözler açık iki ayak üzerinde postüral kontrol değerlendirme. Gözler açık, baş tam karşıya bakacak şekilde, kollar yere paralel ve avuç içi yere bakacak şekilde öne uzatılmış ve topuklar bitişik pozisyonda iken basınç platformu üzerinde gönüllülerin statik postüral kontrol değerlendirme yapıldı.

Gözler kapalı değerlendirme: Gözler kapalı durumda baş tam karşıya bakacak şekilde, kollar yere paralel ve avuç içi yere bakacak biçimde uzatılmış, topuklar bitişik ve ayaklar öne doğru 30 derece açık duruş pozisyonunda ölçümler yapıldı (Şekil 9).

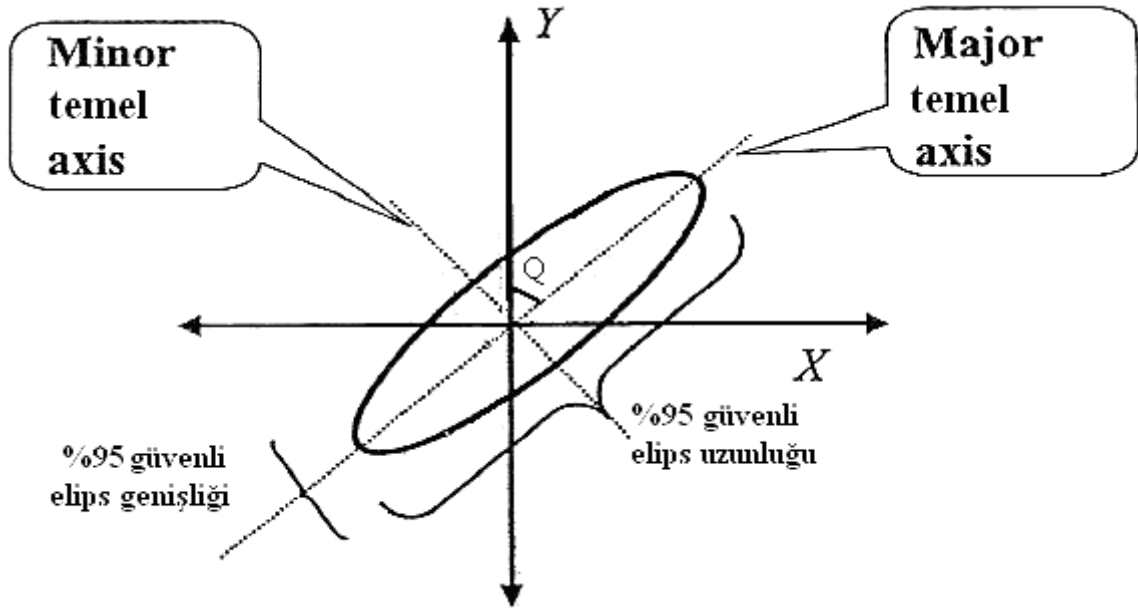


Şekil 9. Gözler kapalı iki ayak üzerinde postüral kontrol değerlendirmesi. Gözler kapalı, baş tam karşıya bakacak şekilde, kollar yere paralel ve avuç içi yere bakacak şekilde öne uzatılmış ve topuklar bitişik pozisyonda iken basınç platformu üzerinde gönüllülerin statik postüral kontrol değerlendirmesi yapıldı.

Basınç Merkezi Parametreleri

Ayakta durma sırasındaki basınç merkezi yani COP hareketinin hesaplanması için ayak veya ayakların hareket etmemesi gerekmektedir. Ayrıca ayak ve parmak kaslarının aktivasyonu

göz ardı edilir ve ayaklar rijit kısım olarak hesaplanır. Destek tabanında COP uç noktaları dahil edilerek hesaplanan en küçük elipse rijidite elipsi denir. COP uç noktalarının elipsi oluşturulurken, bazı COP uç noktaları dışarda kalır ve içerdeki alanın bir kısmında da COP noktaları bulunmaz. Çalışmamızda sistem tarafından belirlenen rijidite elipsi COP uç noktalarının %95 oranında dahil olduğu elipstir. Rijidite elipsinin major aksisi maksimum rijidite ve minor aksisi minimal rijidite yönü boyunca uzanırlar. Major ve minor aksisler birbirlerine diktir (Şekil 10) (91).



Şekil 10. Rijidite elipsi (91. kaynaktan modifiye edilmiştir).

Çalışmamızda aşağıdaki COP parametreleri ve ölçütleri değerlendirildi:

- 1. Güvenilir Elips Genişliği (GEG):** COP uç noktaların oluşturduğu en küçük elipsin minimum rijidite yönünde uzanan aksisidir.
- 2. Güvenilir Elips Uzunluğu (GEU):** COP uç noktalarının oluşturduğu en küçük elipsin maksimum rijidite yönünde uzanan aksisi olarak tanımlanır.
- 3. Güvenilir Elips Açısı (GEA):** Literatürde GEU ile elips merkezinden geçen X aksisi arasındaki açı olarak tanımlanmasına karşın (91), kullandığımız cihaz %95 GEA olarak GEU ile Y aksisi arasındaki açıyı ölçmektedir.
- 4. Güvenilir Elips Alanı (GEAL):** COP uç noktalarının % 95 oranında dahil olduğu en küçük elips konumunu belirtir (91).

5. COP Total Yol Uzunluğu (TYU): Deneme süresince COP tarafından dolaşılan total mesafe olarak tanımlanır. COP lokalizasyonları arasındaki kesin mesafenin toplanmasıyla hesaplanabilir (41).

6. COP Horizontal Sapma (HS): COP'un yatay yer değişim aralığıdır. Literatürde medial-lateral COP yer değişimi olarak belirtilmiştir.

7. COP Vertikal Sapma (VS): COP'un vertikal yöndeki yer değişimidir. Literatürde COP'un anterior-posterior yer değişimi olarak tanımlanmıştır.

Yürüme Analizi

Katılımcıların yürüme esnasındaki zaman, mesafe parametrelerini ve yer tepkime kuvvetlerini ölçebilmek için bir kuvvet platformu olan Zebris© FDM System Type FDM 1.5 cihazının yürüme analizi bölümü ve WinFDM bilgisayar programı kullanıldı. WinFDM yürüme analiz programı yürüme analizi için, üç boyutlu kinematik ve kinetik ölçümlerde kullanılabilen bir programdır. Program kullanılarak proje bilgileri, hasta bilgileri girilir, ölçüm sırasında ekranda hareket izlenebilir, ölçüm kaydedilip analizin gerçekleştirileceği bölge seçilebilir ve bu analiz sonuçları rapor olarak alınabilir.

Yürüme Analizi Ölçüm Yöntemi

Deneklerin kişisel bilgileri alındı. Boy ve kiloları ölçülerek not edildi. Bilgisayarda ölçüm için gereken "WinFDM" programı çalıştırıldı ve gereken ayarlar yapıldı. Ölçüme geçmeden önce gönüllülerimize yürüme platformundaki normal yürüyüş stili uygulamalı olarak gösterildi. Ölçümler normal yürüme hızında, çıplak ayakla yürürken yapıldı. Ölçümlere başlamadan önce her katılımcıda cihazın kalibrasyon işlemi gerçekleştirildi. Kalibrasyon işlemi yapıldıktan sonra, katılımcılar başlangıç pozisyonu olarak kolları iki yanda serbest duracak şekilde parkurun bir ucunda dik pozisyonda durduruldu ve hazır olduklarında sinyal sesi ile birlikte yürüme platformunda yürümeye başlamaları istendi. Yürüme analizi parametreleri WinFDM programı sayesinde sayısal veriye ve grafiğe dökülüp bilgisayara bağlı yazıcıdan çıktı alındı.

Yürüme yolu: Yürüme yolu iki kuvvet platformundan ve bu platformlarla aynı yükseklikte iki tahta bloktan oluşmaktadır (Şekil 11). Böylece deneklerin yürüyebileceği ek iki adet 4,5 m uzunluğunda bir alan sağlanmış oldu. Ölçüm tek platformdan alındı ve hangisinden alındığı deneklere söylenmedi. Deneklerin çalışmaya uyum sağlamalarını kolaylaştırmak için denekler istedikleri miktarda deneme yürüyüşü yaptılar ve günlük yaşamda kullandıkları yürüme hızını saptadılar.



Şekil 11. Yürüme analizi değerlendirilmesinde kullanılan yürüme yolu ve istasyonlar

Yürüme Analizi Değerlendirme Parametreleri

Her iki ekstremite için cihazdan alınan veriler; adım genişliği (cm), adım uzunluğu (cm), adım süresi (sn), basma fazı (%), salınım fazı (%), çift destek fazı (%), çift adım uzunluğu (cm), ayak rotasyonu (°), dakikadaki adım sayısı (kadans) ve hız (km/h) değerleridir.

İstatistiksel Analiz

Sayısal veriler ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi. Grup içi karşılaştırmalarda (uykusuzluk öncesi ve sonrası) eşlendirilmiş t-testi veya bunun non-parametrik karşılığı kullanıldı. Kadın ve erkek gruplarının birbiri ile karşılaştırılmasında t-testi veya bunun non-parametrik karşılığı kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak ayarlandı.

BULGULAR

Bu çalışmada bir gecelik total uyku yoksunluğu uygulanan tüm gönüllüler çalışma protokolünü tamamladılar ve ölçümlere ilişkin veri kaybı yaşanmadı.

Çalışma Grubunun Genel Özellikleri

Çalışmamıza 18-24 yaş aralığında 24 gönüllü (14 kadın, 10 erkek) dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen tüm deneklerin deney prosedürü başlamadan önce demografik ve antropometrik verileri kaydedildi. Öznel uyku kalitesi ve gün içi uykululuk düzeyinin kantifiye edilmesi amacıyla tüm gönüllüler için deney öncesinde Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PSQI) ve Epworth Uykululuk Ölçeği (ESS) dolduruldu. Kadın-erkek deneklerin ve tüm grubun ortalama yaş, boy, kilo ve vücut kütle indeksi (BMI) değerleri Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Çalışma grubunun genel özellikleri

	Kadın (n=14)	Erkek (n=10)	Tüm grup (n=24)
Demografik			
Yaş, yıl	22,1±0,5	23,6±2,1	22,7±1,5
Antropometrik			
Kilo, kg	57,5±6,9	77,3±3,3	65,7 ± 11,4
Boy, cm	164,9±5,3	178,6±4,9	170,6±8,5
BMI, kg/cm ²	21,6±2,6	24,2±1,0	22,4±2,6
Uyku Özellikleri			
PSQI	4±0,5	3,8±0,6	3,9±0,5
ESS	5,5±1,0	5,6±0,9	5,5±1,0

Kısaltmalar: BMI, vücut kütle indeksi; PSQI, Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi; ESS, Epworth Uykululuk Ölçeği

Postüral Kontrol Değerlendirmesi

Çalışmamızda denekler, uykusuzluk öncesi ve sonrasında iki ayak üzerinde gözler açık ve iki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonlarda postüral kontrol durumları açısından karşılaştırıldılar. Bu karşılaştırmadan elde edilen ortalama değerler Tablo 2’de belirtilmiştir. Gözler açık olarak iki ayak üzerinde yapılan ölçümlerde uykusuzluk öncesi ve sonrası GEG, GEU, GEA, GEAL, TYU, HS ve VS değerleri arasında anlamlı fark görülmedi ($p>0,05$). Aralarında anlamlı fark bulunmayan bu ölçüm verilerinin ortalama değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Uykusuzluğun 0. ve 24. saatinde yapılan postüral kontrol değerlendirmesine ait parametrelerin karşılaştırılması

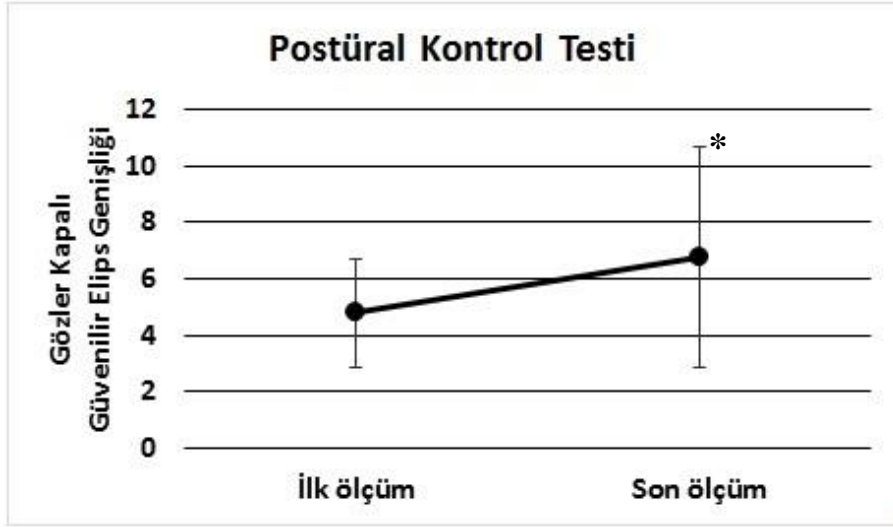
	Uykusuzluk 0.saat	Uykusuzluk 24.saat	P değeri
Gözler açık ölçümler			
GEG	5,3±1,9	6,8±,1	0,12
GEU	11,5±5,1	11,8±4,8	0,83
GEA	29,5±23,8	26,1±21,8	0,47
GEAL	48,2±36,2	73,6±81,5	0,15
TYU	166,0±38,0	161,7±54,5	0,73
HS	7,9±6,3	8,4±6,9	0,60
VS	5,2±4,3	6,4±4,9	0,41
Gözler kapalı ölçümler			
GEG	4,8±1,9	6,8±3,9	0,01
GEU	10,4±3,7	16,4±9,3	0,01
GEA	19,5±18,2	12,9±14,7	0,08
GEAL	43,1±28,3	108,8±117,4	0,01
TYU	169,5±45,3	203,3±65,7	0,02
HS	9,1±9,2	8,4±7,2	0,65
VS	6,1±5,5	8,2±6,6	0,32

Kısaltmalar: GEG, güvenilir elips genişliği; GEU, güvenilir elips uzunluğu; GEA, güvenilir elips açısı (°); GEAL, güvenilir elips alanı (mm²); TYU, total yol uzunluğu; HS, horizontal sapma (mm); VS, vertikal sapma (mm)

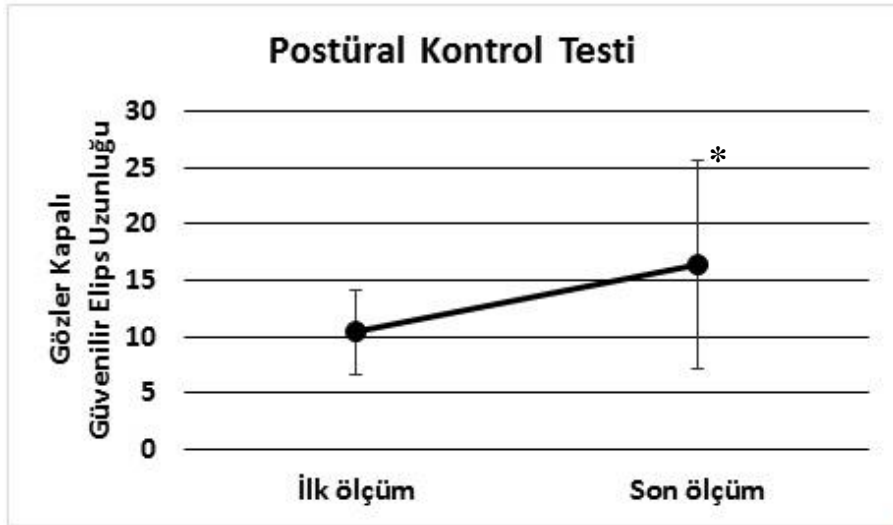
İki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonda yapılan ölçümlerde uykusuzluk öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında GEG, GEU, GEAL ve TYU değerlerinde anlamlı farklılık görüldü ($p<0,05$). Uykusuzluk sonrası gözler kapalı GEG, GEU, GEAL ve TYU değerlerinde uykusuzluk öncesine göre anlamlı düzeyde artış görüldü. Gözlerin açık ya da kapalı olmasına bağlı sonuçlarda gözlenen bu farklılıklar postüral kontrolü sağlamada görsel uyarının önemli olduğunu göstermektedir. Bir gecelik uyku yoksunluğu, gözler açıkken postüral kontrolü

sağlamada anlamlı bir etkiye sahip değilken, gözler kapalı olduğunda postüral kontrol üzerinde olumsuz anlamda anlamlı bir etkiye sahiptir.

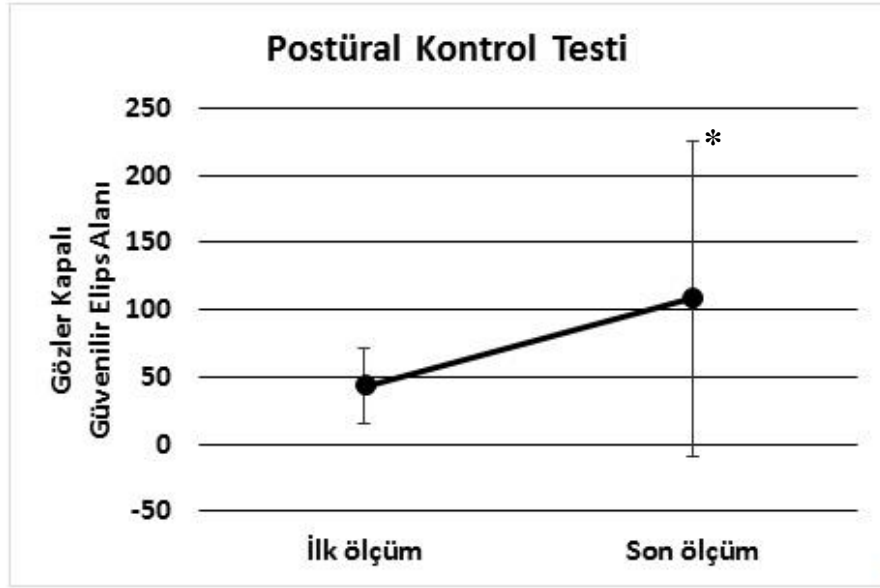
Uykusuzluk sonrasında, gözler kapalı GEG, GEU, GEAL ve TYU değerlerinde uykusuzluk öncesine göre anlamlı artış gözlemlendi ($p<0,05$) (Şekil 12 - 15). Uykusuzlukla birlikte kişinin postüral kontrolünü sağlamak için gözler kapalı iken daha fazla postüral salınım yapma ihtiyacı hissettiği, elde edilen bu değerler doğrultusunda düşünülebilir.



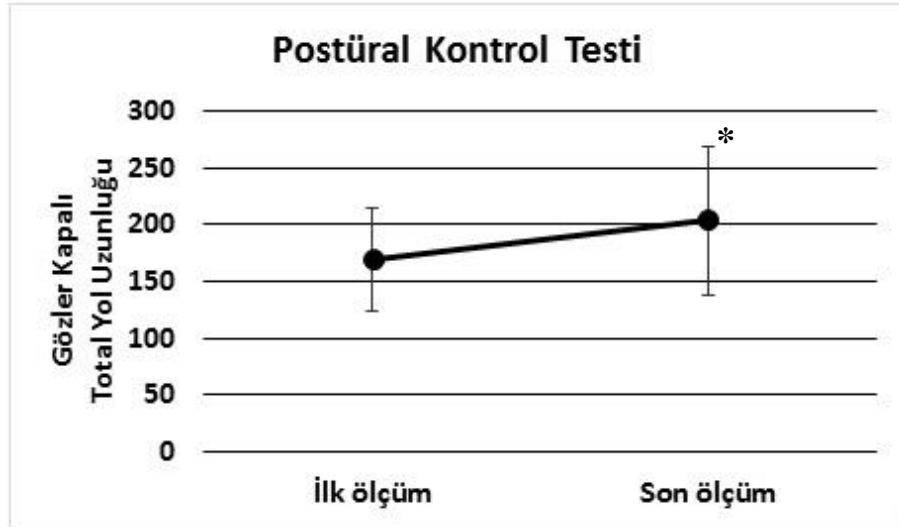
Şekil 12. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips genişliği değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).



Şekil 13. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).

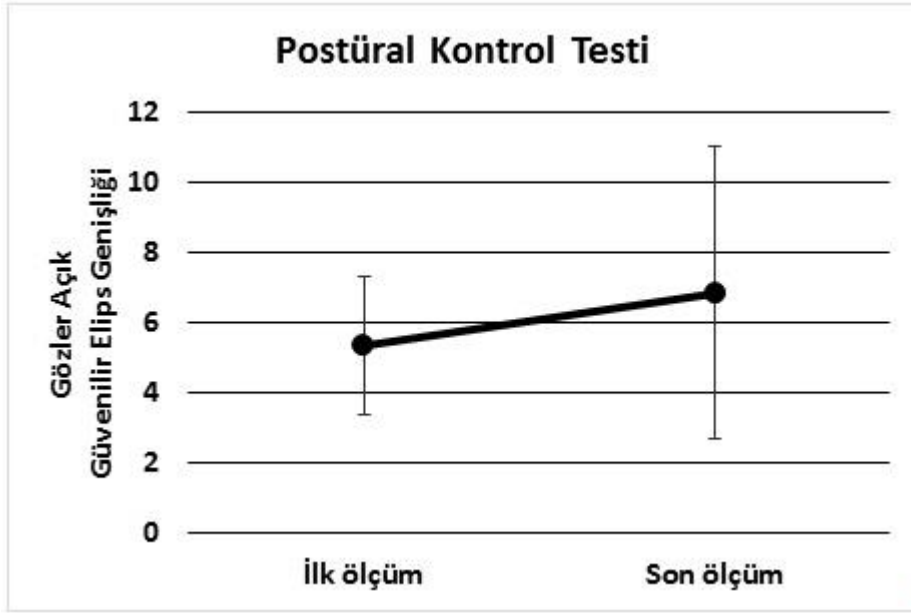


Şekil 14. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips alanı değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p < 0,05$).

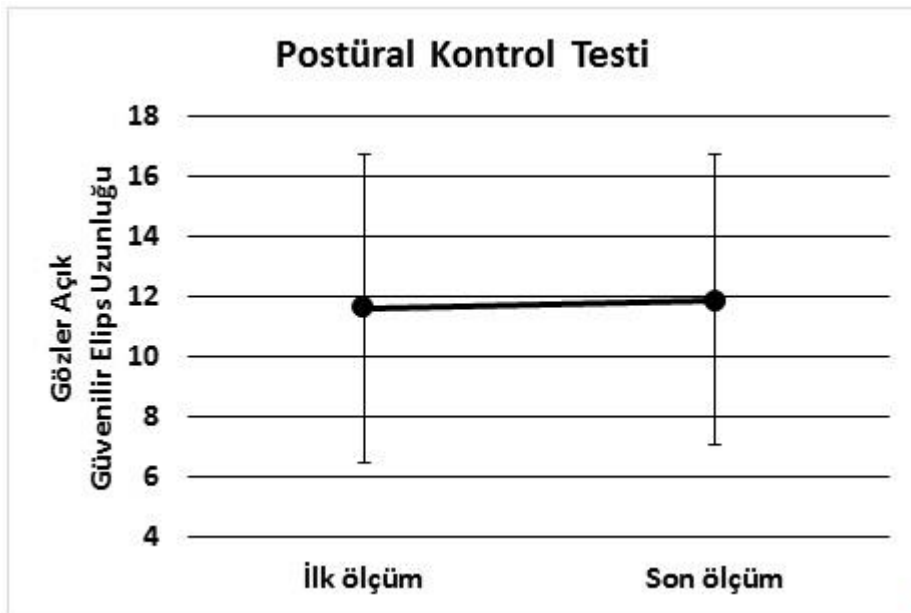


Şekil 15. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı total yol uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p < 0,05$).

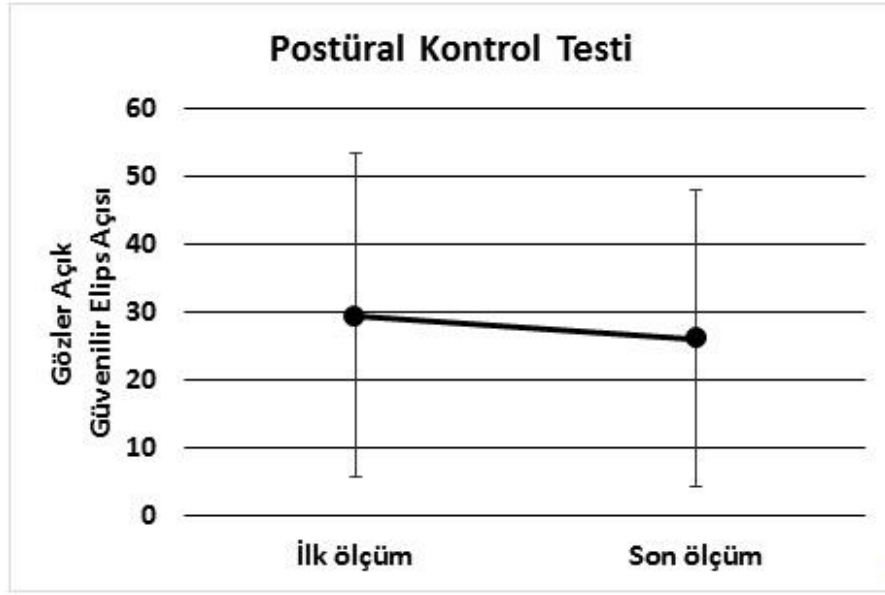
Uykusuzluk sonrasında, gözler açık yapılan postüral kontrol değerlendirme parametrelerinden GEG, GEU, GEA, GEAL, TYU, HS ve VS değerlerinde anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$) (Şekil 16 - 22).



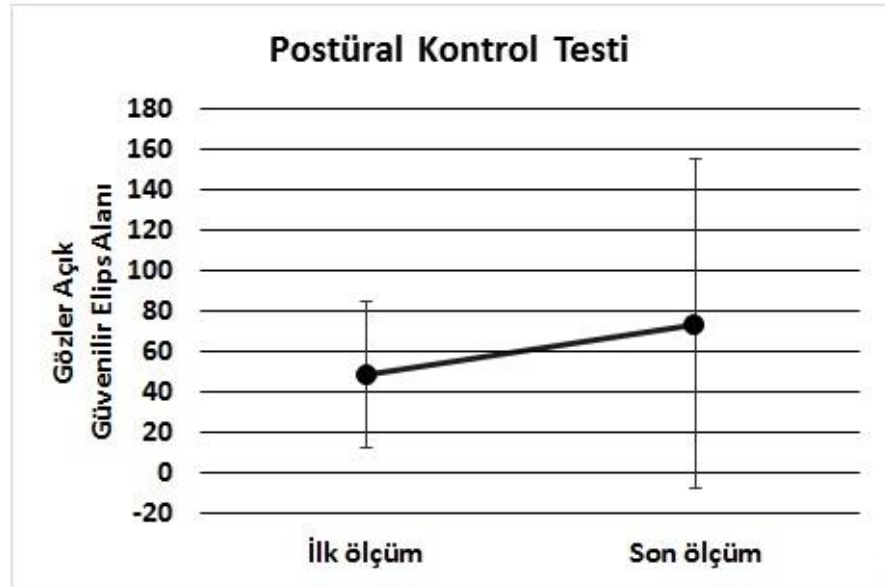
Şekil 16. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips genişliği değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



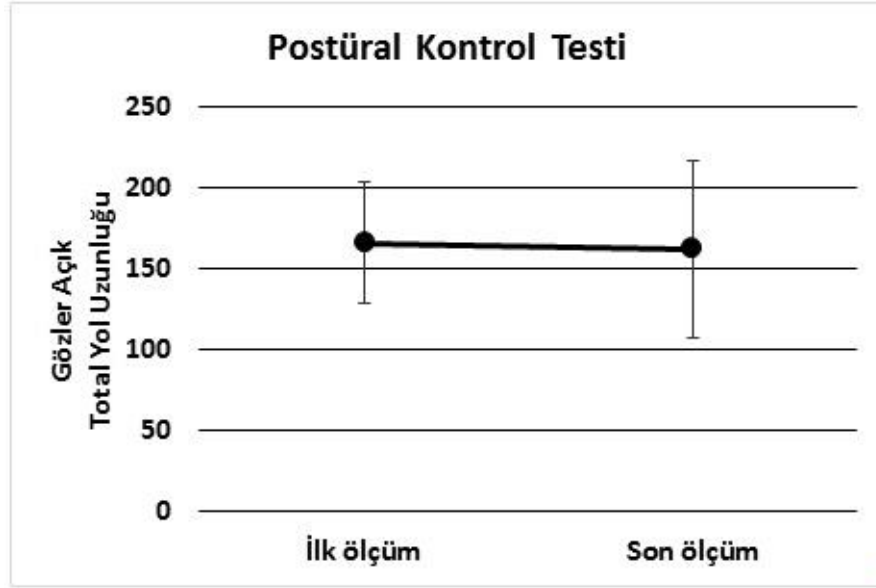
Şekil 17. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



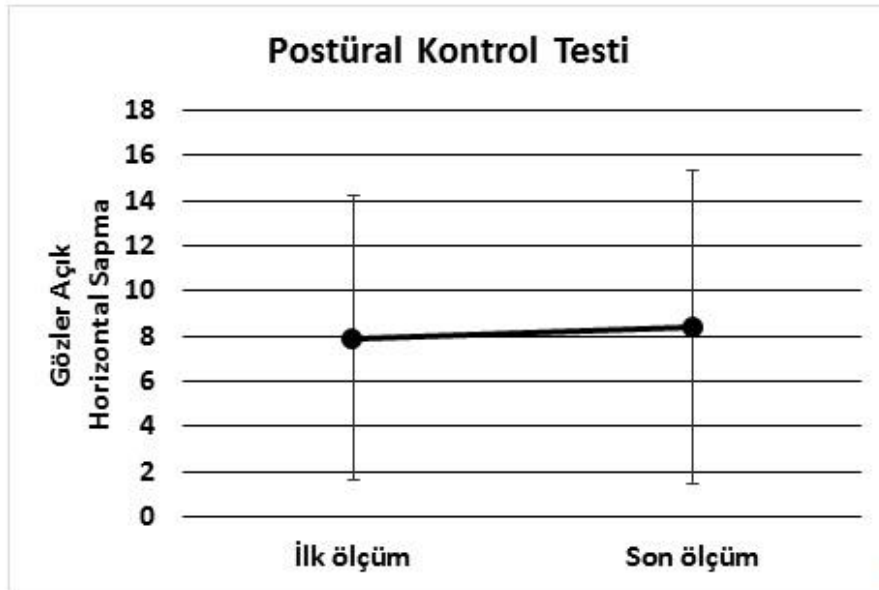
Şekil 18. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips açısı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



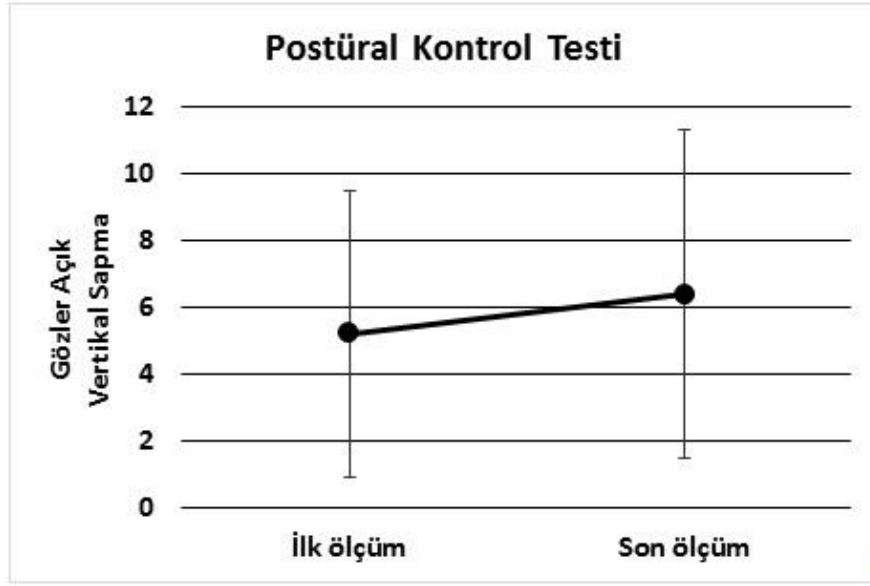
Şekil 19. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips alanı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



Şekil 20. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık total yol uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

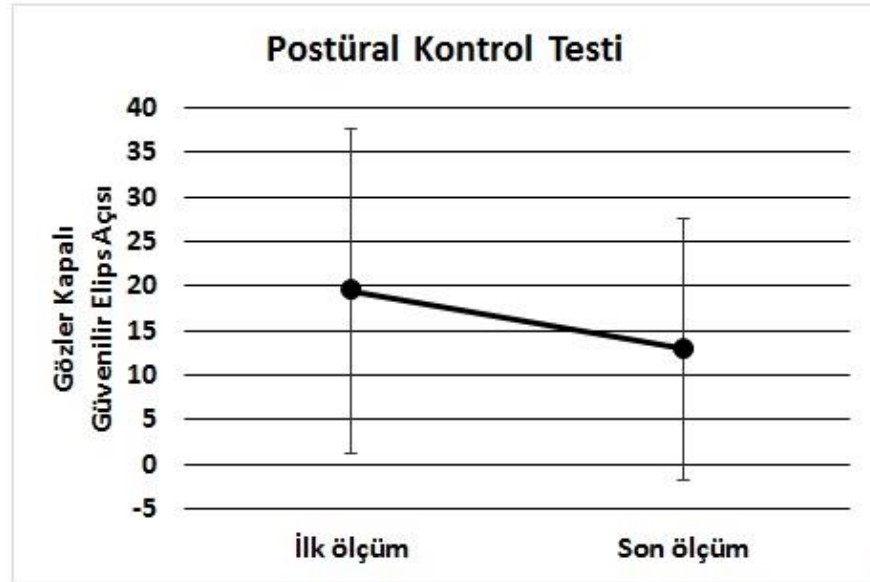


Şekil 21. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık horizontal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

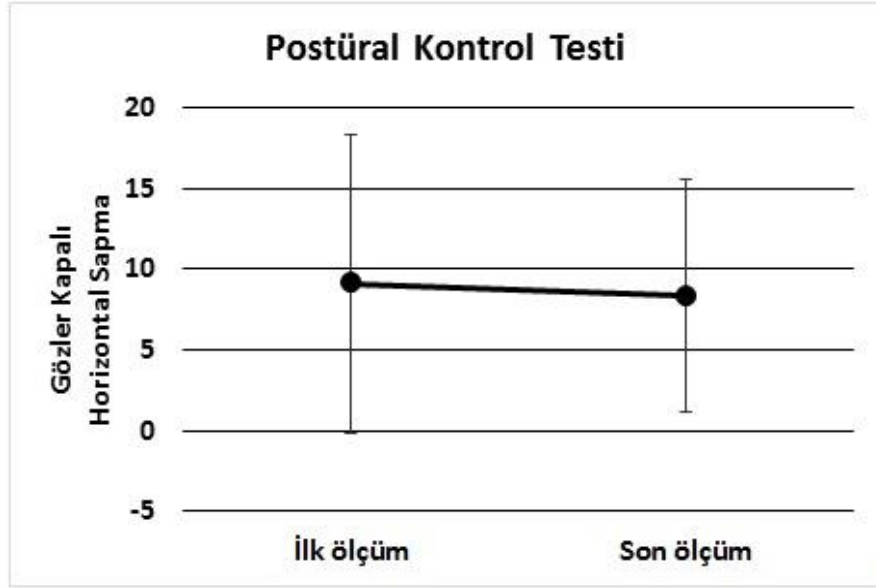


Şekil 22. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık vertikal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

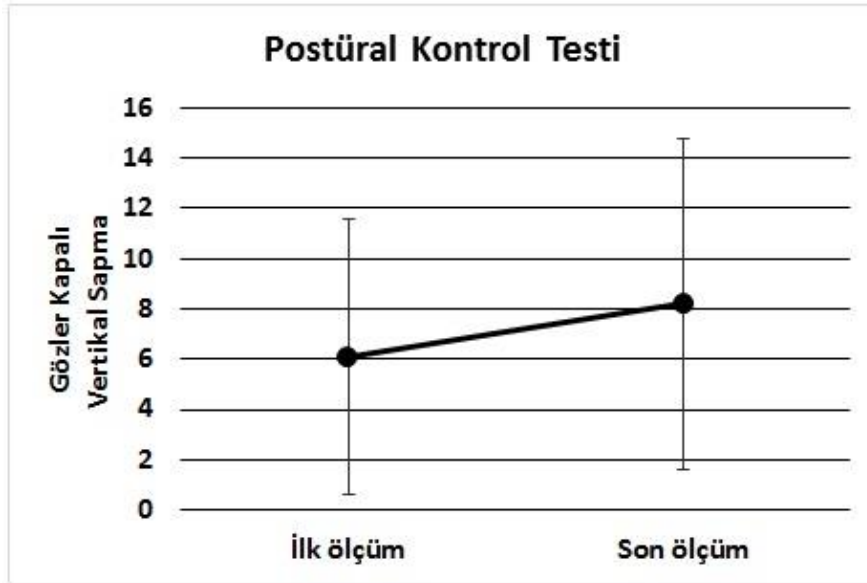
Uykusuzluk sonrasında, gözler kapalı yapılan postüral kontrol değerlendirme parametrelerinden GEA, HS ve VS değerlerinde anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$) (Şekil 23-25).



Şekil 23. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips açısı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



Şekil 24. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı horizontal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



Şekil 25. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı vertikal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

Yürüme Analizi Değerlendirmesi

Çalışmamızda, denekler uykusuzluk öncesi ve sonrasında yürüme analizi değerleri açısından karşılaştırıldılar. Bu karşılaştırmadan elde edilen ortalama değerler Tablo 3'de belirtilmiştir. Uykusuzluk öncesi ve sonrası yapılan karşılaştırmalarda adım genişliği, toplam çift

destek fazı (TÇDF), ayak rotasyonu (sol-sağ), basma fazı (sol-sağ) ve salınım fazı (sol-sağ) değerlerinde anlamlı fark görülmedi ($p>0,05$). Aralarında anlamlı fark bulunmayan bu ölçüm verilerinin ortalama değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

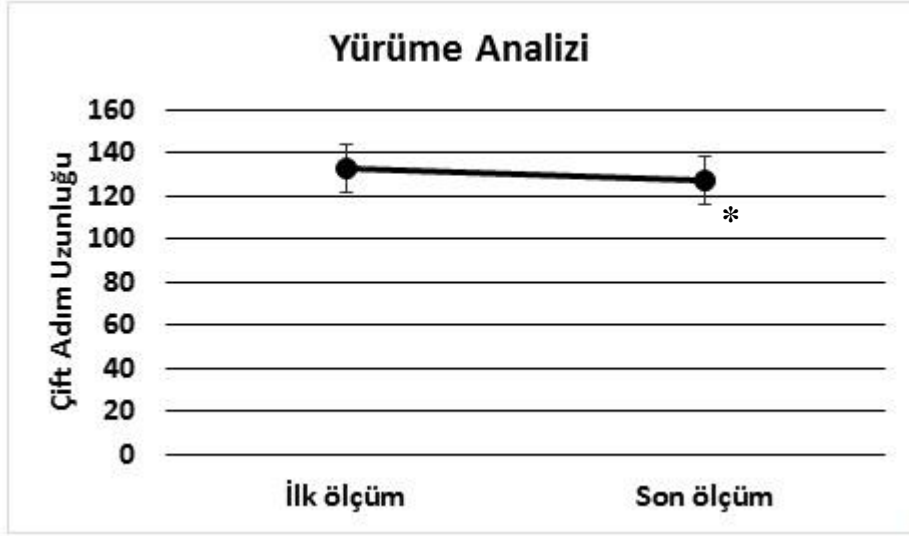
Uykusuzluk öncesi ve sonrası yapılan karşılaştırmalarda çift adım uzunluğu, kadans, hız, çift adım süresi, adım uzunluğu (sol-sağ) ve adım süresi (sol-sağ) değerleri arasında anlamlı farklılık görüldü ($p<0,05$). Bir gecelik uyku yoksunluğu sonrasında çift adım uzunluğunda, yürümenin hızında ve dakikada atılan adım sayısında (kadays) anlamlı azalma görüldü. Uykusuzluk sonrasında çift adım süresi ve adım uzunluğu (sol-sağ) değerlerinde anlamlı azalma görüldü. Adım süresi (sol-sağ) değerinde ise uykusuzlukla birlikte anlamlı artma görüldü. Bu değerler doğrultusunda uykusuzluğun yürüme gibi motor faaliyetler üzerinde anlamlı etkilere sahip olduğu düşünülebilir.

Uykusuzluk sonrasında, çift adım uzunluğu, kadans ve hız değerlerinde uykusuzluk öncesine göre anlamlı oranda azalma gözlemlendi ($p<0,05$) (Şekil 26 - 28).

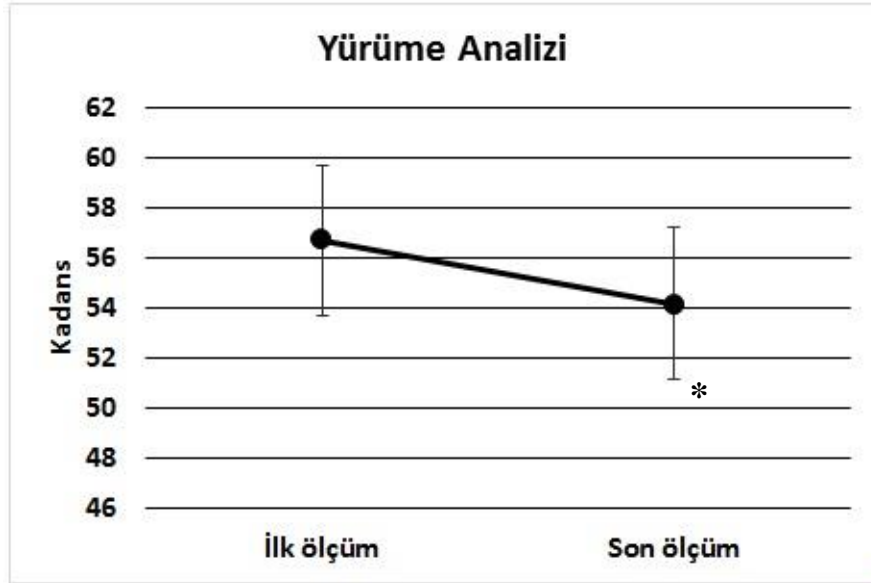
Tablo 3. Uykusuzluğun 0. ve 24. saatinde yapılan yürüme analizi değerlendirmesine ait parametrelerin karşılaştırılması

	Uykusuzluk 0.saat	Uykusuzluk 24.saat	P değeri
Adım genişliği	11,9±4,5	12,2±3,9	0,42
Çift adım uzunluğu	133,0±10,8	127,4±10,8	0,00
Kadays	56,7±3,0	54,2±3,0	0,00
Hız	4,5±0,4	4,1±0,3	0,00
TÇDF	24,1±2,1	24,9±2,0	0,08
Çift adım süresi	1,0±0,0	1,1±0,0	0,00
Adım uzunluğu sol	67,1±5,7	63,5±5,8	0,00
Adım uzunluğu sağ	66,6±5,8	64,2±5,7	0,00
Adım süresi sol	0,5±0,0	0,5±0,0	0,00
Adım süresi sağ	0,5±0,0	0,5±0,0	0,01
Ayak rotasyonu sol	8,8±4,3	9,2±4,2	0,34
Ayak rotasyonu sağ	9,7±4,6	9,7±4,8	0,95
Basma fazı sol	62,3±1,2	61,6±5,2	0,49
Basma fazı sağ	62,5±1,7	62,0±5,4	0,62
Salınım fazı sol	37,6±1,2	37,3±1,2	0,34
Salınım fazı sağ	37,4±1,7	36,9±1,2	0,11

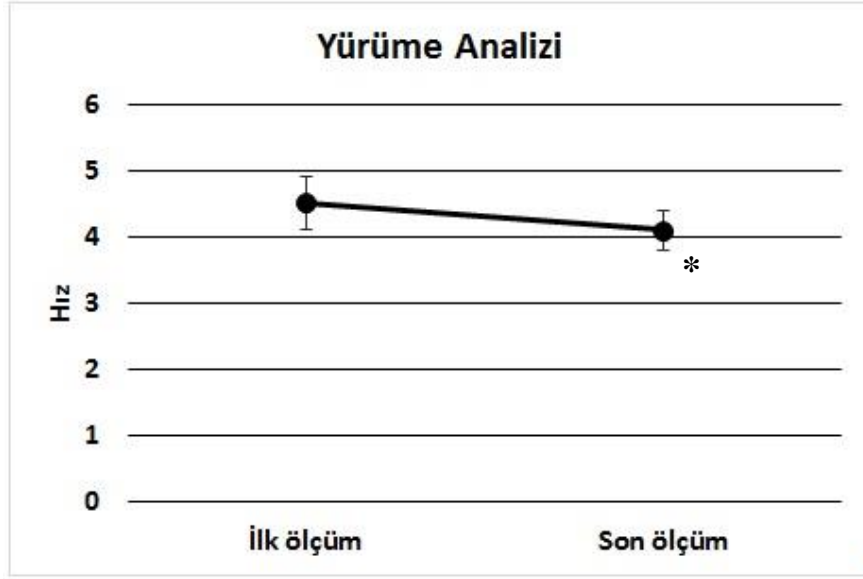
Kısaltmalar: TÇDF, toplam çift destek fazı



Şekil 26. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında çift adım uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).



Şekil 27. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında kadans değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).



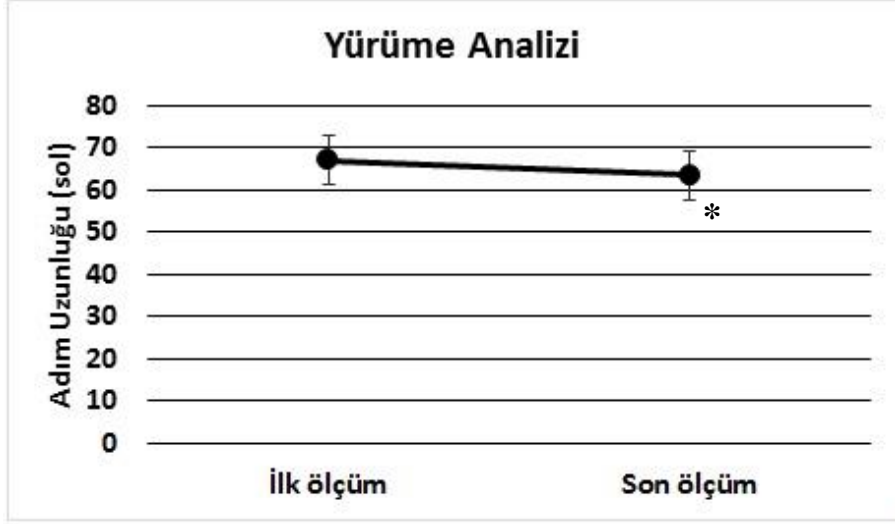
Şekil 28. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında yürüme hızı değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).

Uykusuzluk sonrasında, yürüme analizi parametrelerinden çift adım süresi değerinde anlamlı artış gözlemlendi ($p<0,05$) (Şekil 29).

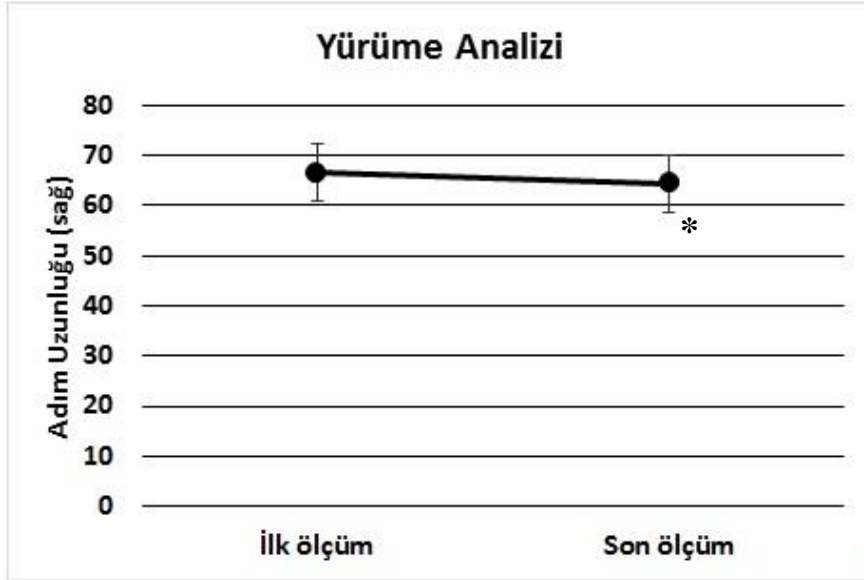


Şekil 29. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında çift adım süresi değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).

Uykusuzluk sonrasında, adım uzunluğu (sol-sağ) değerlerinde anlamlı azalma gözlemlendi ($p<0,05$) (Şekil 30, Şekil 31).



Şekil 30. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım uzunluğu (sol) değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).



Şekil 31. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım uzunluğu (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).

Uykusuzluk sonrasında, adım süresi (sol-sağ) değerlerinde anlamlı artma gözlemlendi ($p<0,05$) (Şekil 32, Şekil 33).

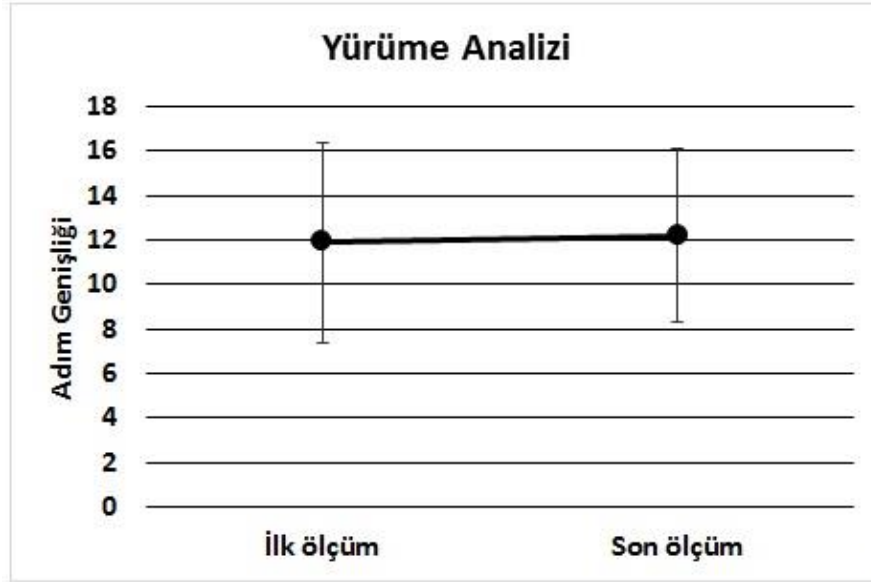


Şekil 32. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım süresi (sol) değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).

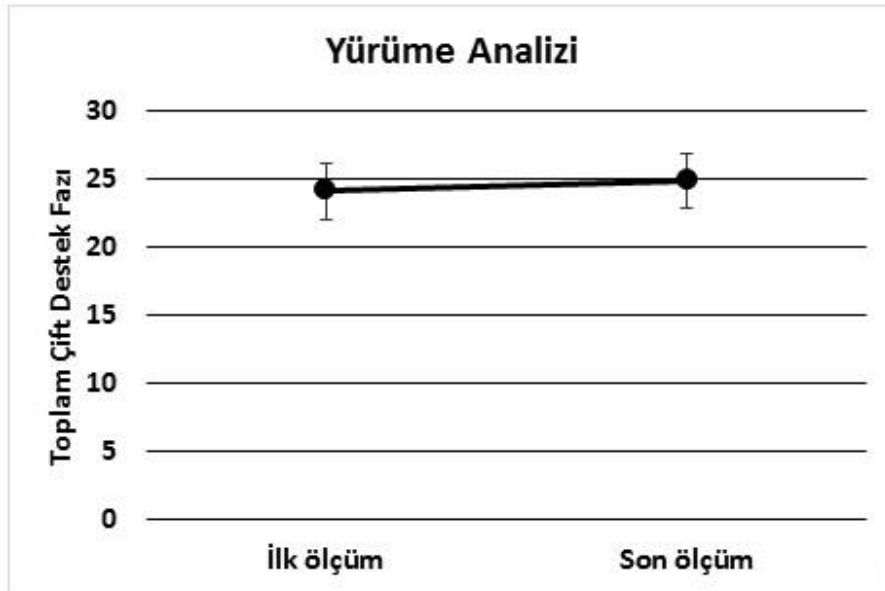


Şekil 33. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım süresi (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptandı (* $p<0,05$).

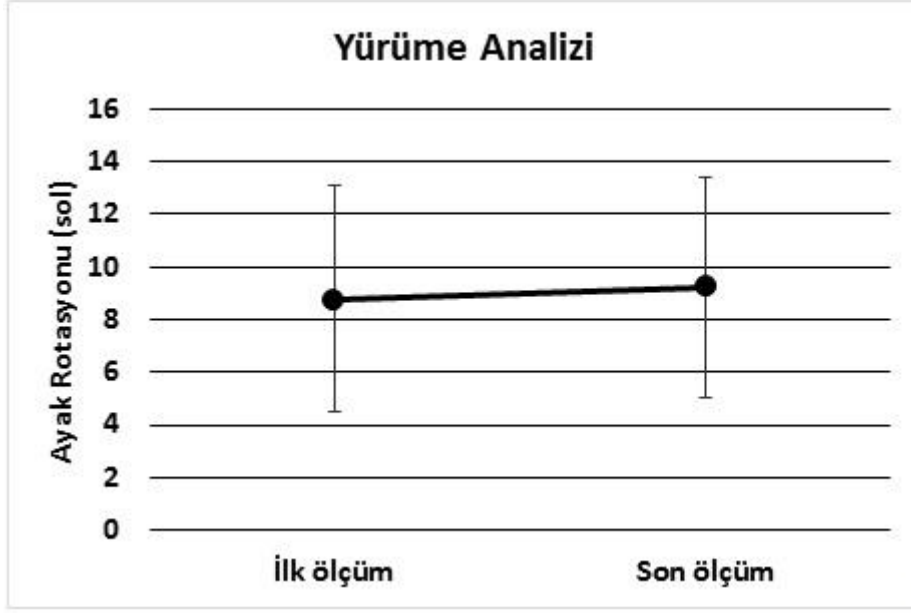
Uykusuzluk sonrasında yürüme analizi parametrelerinden adım genişliği, TÇDF, ayak rotasyonu (sol-sağ), basma fazı (sol-sağ) ve salınım fazı (sol-sağ) değerlerinde anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$) (Şekil 34-41).



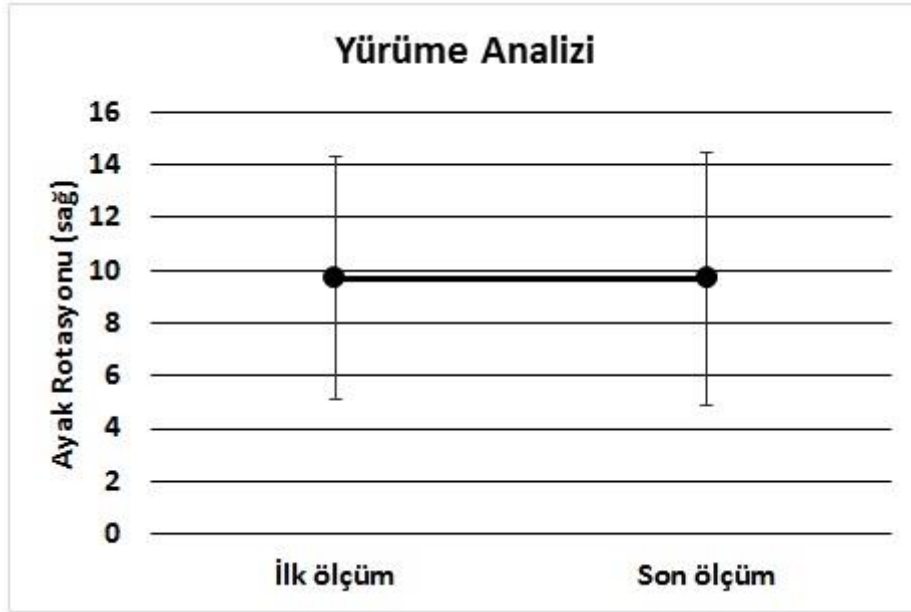
Şekil 34. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım genişliği değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



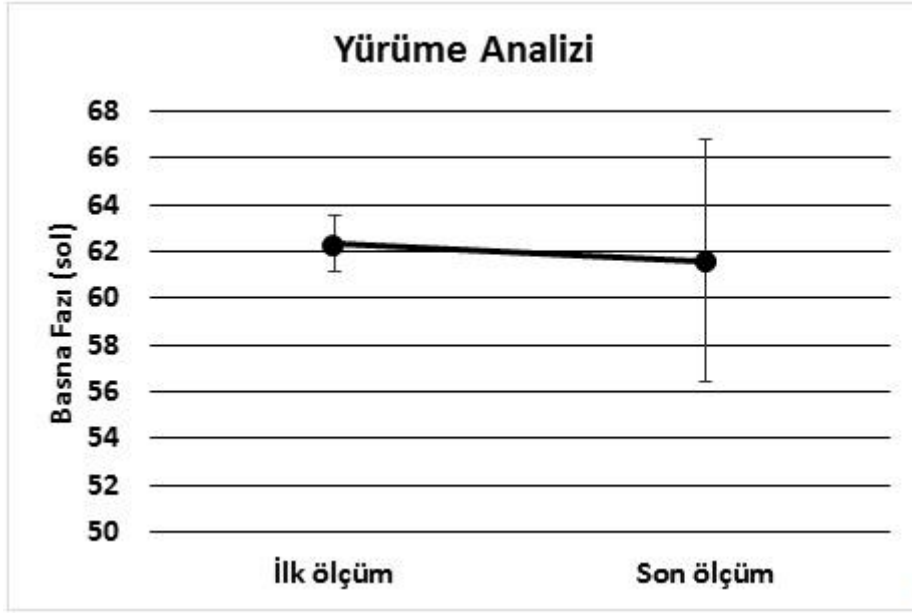
Şekil 35. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında toplam çift destek fazı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



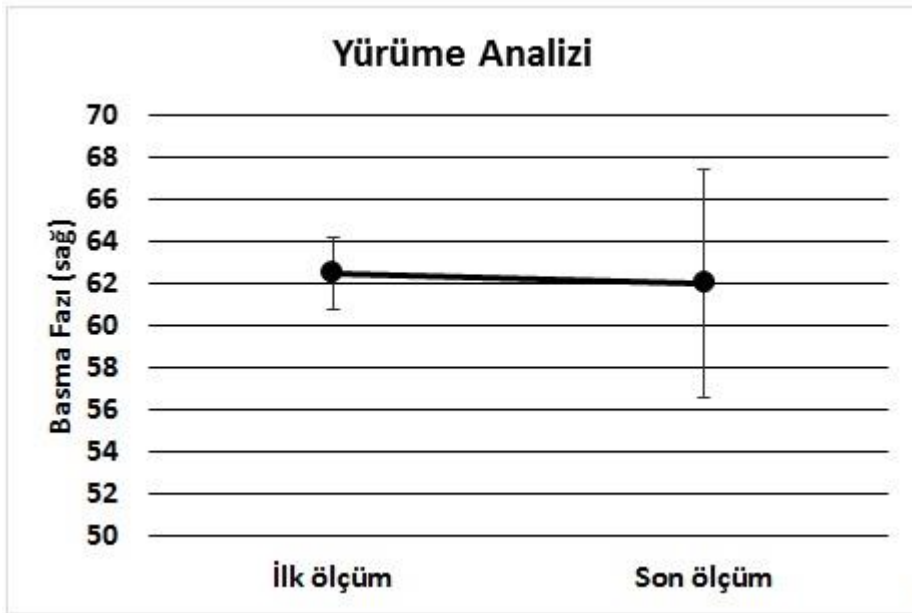
Şekil 36. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında ayak rotasyonu (sol) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



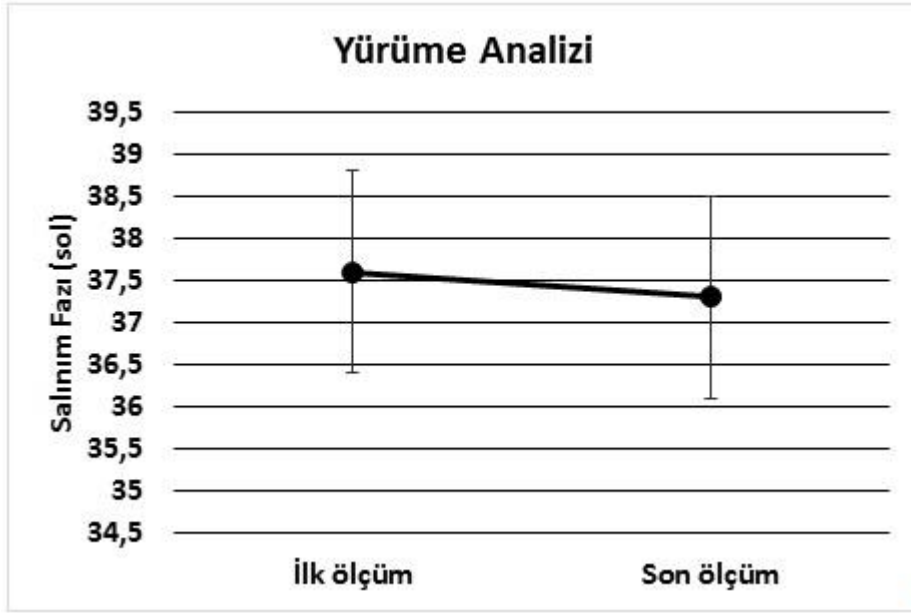
Şekil 37. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında ayak rotasyonu (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



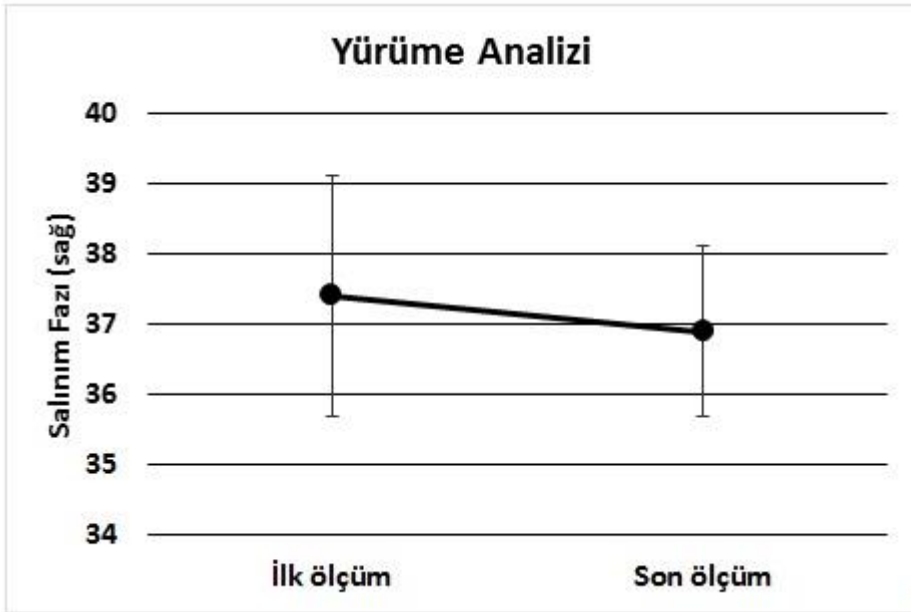
Şekil 38. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında basma fazı (sol) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



Şekil 39. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında basma fazı (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



Şekil 40. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında salınım fazı (sol) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).



Şekil 41. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında salınım fazı (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

Postüral Kontrol Etkilenmesinin Cinsiyetler Arası Karşılaştırması

Çalışmamızda postüral kontrol değerlendirmesinde uykusuzluk öncesi ve sonrasında elde ettiğimiz değerlerin yüzde değişimlerini hesaplayarak, cinsiyetler arasında fark olup olmadığını değerlendirdik. Gözler açık iki ayak ve gözler kapalı iki ayak üzerinde yapılan ölçümlerde postüral kontrol değerlendirmesi açısından kadın ve erkekler arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$). Aralarında anlamlı fark bulunmayan bu ölçüm verilerinin ortalama değerleri Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Postüral kontrol değerlendirmesi parametrelerinin yüzde değişimlerinin cinsiyetler arası karşılaştırması

	Kadın (n=14)	Erkek (n=10)	P değeri
Yüzde değişim*			
Gözler açık ölçümler			
GEG	0,4±0,5	0,4±1,5	0,99
GEU	0,2±0,5	-0,0±0,4	0,18
GEA	0,0±0,6	0,6±2,0	0,33
GEAL	0,9±1,4	0,8±2,5	0,90
TYU	0,0±0,3	-0,0±0,3	0,39
HS	0,7±2,5	3,1±7,6	0,36
VS	13,3±35,9	0,7±1,5	0,28
Gözler kapalı ölçümler			
GEG	0,5±0,8	0,5±1,3	0,96
GEU	1,0±1,8	0,7±1,5	0,67
GEA	0,2±2,2	0,0±0,6	0,79
GEAL	3,3±7,1	3,3±8,3	0,99
TYU	0,3±0,5	0,1±0,3	0,35
HS	7,5±23,8	1,4±5,5	0,43
VS	6,0±13,3	3,4±5,6	0,57

Kısaltmalar: GEG, güvenilir elips genişliği; GEU, güvenilir elips uzunluğu; GEA, güvenilir elips açısı; GEAL, güvenilir elips alanı; TYU, total yol uzunluğu; HS, horizontal sapma; VS, vertikal sapma.

*uykusuzluk öncesi ve uykusuzluk sonrası değerler arasındaki yüzde değişimler hesaplanarak cinsiyetler arasında farklılık olup olmadığı karşılaştırılmıştır.

Yürümenin Uykusuzluktan Etkilenmesinin Cinsiyetler Arası Karşılaştırması

Çalışmamızda yürüme analizi değerlendirmesinde uykusuzluk öncesi ve sonrasında elde ettiğimiz değerlerin yüzde değişimlerini hesaplayarak, cinsiyetler arasında fark olup olmadığını değerlendirdik. Elde edilen parametrelerden sadece adım genişliği değerinin yüzde değişimi kadın-erkek arasında anlamlı olarak farklı bulundu ($p<0,05$). Kadınlarda uykusuzluk öncesi ve

sonrasında adım genişliğindeki değişim erkeklere göre anlamlı olarak daha fazla bulundu. Diğer parametrelerde ise yüzde değişimlerin cinsiyetler arası karşılaştırmasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Aralarında anlamlı fark bulunmayan bu ölçüm verilerinin ortalama değerleri Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Yürüme analizinde yüzde değişimlerin cinsiyetler arası karşılaştırması

	Kadın (n=14)	Erkek (n=10)	P değeri
Yüzde değişim*			
Adım genişliği	0,1±0,2	0,0±0,1	0,00
Çift adım uzunluğu	0,0±0,0	0,0±0,0	0,77
Kadans	0,0±0,0	0,0±0,0	0,07
Hız	-0,1±0,0	0,0±0,0	0,22
TÇDF	0,0±0,1	0,0±0,0	0,74
Çift adım süresi	0,0±0,0	0,0±0,0	0,23
Adım uzunluğu sol	0,0±0,0	0,0±0,0	0,58
Adım uzunluğu sağ	0,0±0,0	0,0±0,0	0,94
Adım süresi sol	0,0±0,0	0,0±0,0	0,16
Adım süresi sağ	0,0±0,0	0,0±0,0	0,28
Ayak rotasyonu sol	0,3±0,7	0,0±0,1	0,14
Ayak rotasyonu sağ	0,0±0,3	0,0±0,2	0,74
Basma fazı sol	0,0±0,0	0,0±0,1	0,31
Basma fazı sağ	0,0±0,0	0,0±0,1	0,12
Salınım fazı sol	0,0±0,0	0,0±0,0	0,54
Salınım fazı sağ	0,0±0,0	0,0±0,0	0,08

Kısaltmalar: TÇDF, toplam çift destek fazı.

*uykusuzluk öncesi ve uykusuzluk sonrası değerler arasındaki yüzde değişimler hesaplanarak cinsiyetler arasında farklılık olup olmadığı karşılaştırılmıştır.

TARTIŞMA

Bu çalışmada 24 saatlik total uyku yoksunluğunun postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu çalışma ile literatürde ilk kez sağlıklı genç erişkin bireylerde uyku yoksunluğuna bağlı olarak yürüme parametrelerinde bazı değişikliklerin açığa çıktığı gösterilmiştir. Gerek kalitesiz uyku, gerekse yetersiz sürede uyku modern toplumlarda gittikçe artan bir problemdir. Uyku, sağlığın temel koşullarındandır ve fizyolojik bir ihtiyaçtır. Yetersiz sürede uyku, kalitesiz uyku veya düzensiz uyku gibi çeşitli uyku değişiklikleri sonucunda vücudun farklı sistemlerinde farklı etkiler açığa çıkmaktadır. Modern toplumdaki popülasyonun çok büyük bir kısmı her gün düzenli olarak önerilen 7-8 saatlik gece uykusunun çok altındaki sürelerde uyku uyumaktadır (92). Sağlıklı olarak görülen popülasyonda uykusuzluğun yaygın olması nedeniyle çalışma grubumuzu sınırlı yaş aralığında sağlıklı genç erişkinlerden oluşturmayı tercih ettik. Sağlıklı genç erişkinlerle çalışmamızın diğer bir nedeni de postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerine sadece uykusuzluğun yarattığı etkileri belirleyebilmektir. BMI de yaş gibi postüral kontrol ve yürümeyi etkileyen önemli bir parametre olduğu için normal BMI (ortalama 22.4 kg/m²)'ne sahip bireyler çalışmaya dahil edildi. Çeşitli hastalığı olan kişilerde, yaşlılarda ya da çocuklarda postüral kontrol veya yürüme parametreleri sağlıklı genç erişkin kişilere göre farklılıklar göstermektedir. Yürüme ve postüral kontrol, kişinin günlük yaşam aktivitelerini sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmesi için gereken önemli fonksiyonlardır. Yürüme fonksiyonunu ve postüral kontrolü düzgün bir şekilde devam ettirme çabası hem sağlıklı bireyler için, hem de farklı hastalıkları (nörolojik, ortopedik, vestibüler) olan bireyler için günlük yaşamda vazgeçilmezdir. Farklı hastalıkları olan bireyler bu fonksiyonları çeşitli kompensatuar mekanizmalarla yerine getirirler. Bu da yürüme ve postüral

kontrolün parametrelerinde sağlıklı bireylere göre değişiklikler gözlenmesine sebep olur. Sonuçta kişinin günlük yaşantısı olumsuz anlamda etkilenebilir. Çalışmamızda postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerine sadece uykusuzluğun yarattığı etkileri belirleyebilmek için sağlıklı gönüllülerle çalıştık. Bu çalışmaya dahil olma kriterlerinde gönüllülerin düzenli uyku alışkanlığına sahip olması yer aldığı için, deney prosedürünün başlangıcında gönüllülerin subjektif uyku kalitesi PSQI ile, gün içi uykululuk düzeyi ESS ile değerlendirildi. Bu değerlendirmeler sonucunda uyku bakımından herhangi bir sorunu olmadığı saptanan bireyler çalışmaya dahil edildi.

Vücudun pozisyonunu stabilize ve oryantasyon limitleri içinde kontrol etmeyi sağlayan postüral kontrol ve yer değiştirme amacıyla gövdenin ilerletilmesi için alt ve üst ekstremitelerin koordineli ve ritmik hareketlerinin bir bileşimi olan yürüme de uyku gibi MSS tarafından yürütülen faaliyetlerdir. Yürüme ve postüral kontrolün sağlıklı bir şekilde düzenlenebilmesi için MSS'deki uyanıklık düzeyinin yüksek olması gerekmektedir. Uykusuzluğun postüral kontrolü olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (2-5, 93-99). Fakat uykusuzluğun yürüme parametreleri üzerine etkileri bilinmemektedir. Bu çalışmada ilk defa yürüme ve postür kontrolü, uykusuzluk temelinde birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda uykusuzluk sonrasında hem postüral kontrolde hem de yürümenin bazı parametrelerinde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Ayrıca uykusuzluğun postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerine etkileri değerlendirilirken cinsiyetler arasında farklılık olup olmadığına da bakılmıştır.

Uyku yoksunluğu temelinde postüral kontrol değerlendirmesi bildiğimiz kadarıyla literatürde ilk olarak 1998 yılında yapılan bir çalışmada ele alınmış. Beş sağlıklı katılımcı üzerinde yapılan çalışmada 24 saat süren uykusuzluğun postüral vücut salınımlarını arttırdığı bulunmuştur (100). Bougard ve ark. (2)'nin yaptığı bir çalışmada bir gece uyku yoksunluğu sonrasında postüral kontrolün özellikle öğle saatlerinde olumsuz etkilendiği belirtilmiştir. Ma ve ark. (4)'nin yaptığı bir başka çalışmada da 24 saat süreli uyku yoksunluğunun postüral stabilizeyi olumsuz etkilediği ve bireydeki yorgunluk hissini arttırdığı belirtilmiştir. Gomez ve ark. (5)'nin yaptığı bir çalışmada 24 ve 36 saat süreli uykusuzluğun postüral stabilizeyi etkilediği ve vücudun adaptasyon yeteneğini azalttığı belirtilmiştir. Bu çalışmalar akut kısa süreli uykusuzluğun postür kontrolü ve stabilizeyi bozduğu yönünde kanıt oluşturmaktadır. Bazı çalışmalar kronik uyku yoksunluğunun etkilerini de araştırmıştır. Örneğin, Haslam (101)'in yaptığı bir çalışmada kronik uyku kısıtlamasının motor kontrol ve postüral stabilize üzerine anlamlı etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Karita ve ark. (95)'nin yaptığı çalışmada kronik uyku kısıtlamasının postüral stabilize yeteneğinde azalmaya yol açabileceği gösterilmiştir. Bu kanıtlardan yola çıkarak

postüral kontrol üzerine akut ve kronik olmak üzere değişik şekillerde uykusuz kalmanın farklı etkileri olduğunu söyleyebiliriz. Bizim çalışmamızda akut uyku yoksunluğunun postüral kontrole etkileri araştırılmış olup sonuçta da akut uyku yoksunluğunun postüral kontrolü olumsuz etkilediği bulunmuştur. Elde ettiğimiz veriler, akut uyku yoksunluğunun postüral kontrole etkilerini değerlendiren çalışmaların verilerine benzer niteliktedir. Neredeyse herkes yaşamı boyunca uykusuzluğu birçok kez deneyimlemiştir. Uyku yoksunluğunun prevalansı çok yüksek olmasına rağmen halen uykusuzluğun motor performansın farklı yönlerini ne şekilde ve hangi mekanizma ile etkilediği tam olarak bilinmemektedir. Sınırlı sayıda çalışma uyku yoksunluğunun postüral kontrole etkilerini ve motor performanstaki uykusuzlukla ilgili defisitleri değerlendirmiştir (93, 94, 100). Konu ile ilgili yapılan son çalışmalar, postüral stabilitenin (94, 102, 103) ve motor kontrolün (104) uyku yoksunluğundan etkilendiğini göstermektedir. Çalışmamızda, uykusuzluğun objektif deney koşulları altında, ayakta duruşta gözler açık ve kapalı vücut postürünü devam ettirebilmek için gerekli olan motor yanıtları ve refleksleri değerlendirdik. 24 saatlik uykusuzluk sonrasında postüral kontrol parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler elde ettik.

Postüral kontrolün değerlendirilmesinde bazı objektif ya da subjektif yöntemlerin tercih edildiği görülmektedir. Örneğin, Kafri ve ark. (105) çalışmalarında, "Timed Up and Go" (TUG) testi ve "The mini-Balance Evaluation System Test" (mini-BESTest) gibi subjektif postüral kontrol değerlendirme yöntemlerini tercih ederken, Sunwook ve ark. (106) ile Abrahamova ve ark. (107) çalışmalarında kuvvet platformu ile postüral kontrol değerlendirme gibi objektif yöntemleri tercih etmişlerdir. Postüral kontrolün farklı yöntemlerle değerlendirilmesi sonuçların birbiri ile karşılaştırılmasında kısıtlayıcı olabilir. Subjektif değerlendirmeler, motivasyon, kişisel faktörler, deneyim, antrenman gibi faktörlerden etkilenebilirler (94). Çalışmamızda kişisel ya da psikolojik etkileri bertaraf etmek amacıyla literatürde de objektif bir yöntem olarak sunulan ve yer değişim ölçüsü olan "basınç merkezi değişimi" (COP)'ni kullandık. COP, kuvvet platformu aracılığıyla dengenin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir değerdir. Bu değer vücudun yer değişim miktarını ifade eder. Kuvvet platformu aracılığıyla COP hareketinin değerlendirilmesinde, iki ayak üzerinde duran bireyin vücut ağırlık merkezinin zemindeki izdüşümünde meydana gelen salınımların genişliği dikkate alınır. Bu salınımların genişliği bireyin postüral stabilitesi hakkında bilgi verir. COP hareketinin hesabı, postüral kontrolü değerlendirmede standardize edilmiş yöntemlerden biridir (91). COP'un değerlendirilmesinde ön planda kullanılan parametreler, GEG, GEU, GEA, GEAL, TYU, HS ve VS değerleridir. Bu değerler çalışmamızda postüral kontrolün değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Değerlendirmede

objektif yöntem tercih ettiğimiz için yöntem bakımından subjektif ölçüm yapan sonuçlara göre daha kuvvetli ve doğru bir sonuç elde ettiğimizi düşünüyoruz.

Postüral dengenin sağlanması kompleks bir sistemdir. Bu sistem, duyuşsal kısım (vestibüler, görsel ve somatosensoryal), entegrasyonel kısım (MSS) ve efektör kısımdan (spinal alfa motor nöron ve kaslar) oluşur. Bu kısımların hepsi uykusuzluk, gün içi artan yorgunluk, hormon seviyesi gibi faktörlerden etkilenir. Bu etkilenim sonucunda da postüral kontrolde değişiklikler meydana gelebilir. Sistemin duyuşsal kısmında yer alan göz referansı özellikle önem taşır. Postüral kontrolün sağlanmasında gözlerin açık ya da kapalı olması etkili olmaktadır. Literatür taramamızda 24 saat süreli uykusuzluğu takiben insanlarda gözler açık ve gözler kapalı postüral stabilite yeteneğinin azaldığını ifade eden bazı çalışmalara rastladık (3, 5, 93-99). Fakat bazı çalışmalarda postüral kontrolün sadece gözler kapalı olarak etkilendiği ifade edilmiştir (4, 102, 103, 108, 109). Uykusuzluk olmasa bile gözler kapalı iken postüral kontrol performansının azaldığı bilinmektedir (110) ve bu etkinin uyku yoksunluğu ile arttığı vurgulanmaktadır (4, 102, 103, 108, 109). Postüral kontrolün sağlanmasında göz referansı önemli olduğu için postüral kontrol değerlendirmemizi hem gözler açık hem de gözler kapalı olarak yaptık. Çalışmamızda gönüllüler 24 saat süreli uykusuzluk öncesi ve sonrasında iki ayak üzerinde gözler açık ve iki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonlarda postüral kontrol parametreleri açısından karşılaştırıldılar. Gözler açık olarak iki ayak üzerinde yapılan ölçümlerde uykusuzluk öncesi ve sonrası anlamlı fark görülmedi. İki ayak üzerinde gözler kapalı pozisyonda yapılan ölçümlerde uykusuzluk öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında GEG, GEU, GEAL ve TYU değerlerinde anlamlı artış görüldü (dört parametrenin her biri için $p < 0,05$). Bu değerlerdeki artış postüral kontrolü sağlamak için vücut salınımlarının arttığını dolayısıyla da postüral kontrolün olumsuz etkilendiğini ya da diğer bir deyişle uykusuzluk durumunda zorlaştığını göstermektedir. Bir gecelik uyku yoksunluğunun, gözler açıkken postüral kontrolü sağlamada anlamlı etkiye sahip olmadığı fakat gözler kapalı olduğunda postüral kontrol üzerinde olumsuz olarak anlamlı etkiye sahip olduğu bulundu. Postüral kontrolün sağlanması, görsel, somatosensoryal ve duyuşsal bilgilerin entegrasyonuna bağlıdır (106). Normal koşullar altında görme oryantasyon açısından referans bir çerçeve sağlar. Görsel bilgi girdisi sayesinde herhangi bir denge kaybı durumu hızlıca fark edilir ve uygun motor yanıtla birlikte postüral kontrol sağlanır. Bulgularımızı destekler nitelikte, iki ayak üzerinde statik durma pozisyonunda postüral kontrolü sağlayan üç komponentten biri olan görmenin etkisi ortadan kaldırıldığında postüral kontrolün daha fazla etkilendiği önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (107, 111, 112). Abrahamova ve ark. (107)'nin yaptığı çalışmada genç, orta yaşlı ve yaşlı deneklerde gözler kapalı postüral kontrol

değerlendirmesinde elde edilen COP parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir. Bu fark postüral kontrolün gözler kapalı iken olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Yaş grupları birbiri ile karşılaştırıldığında ise 60 yaş üzeri bireylerde vücut salınımlarının daha fazla olduğu saptanmıştır. Postüral kontrol değerlendirmesinde yaştan önemli bir faktör olabileceği savunan başka bir çalışma da Sunwook ve ark. (106)'ı tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada yaşlıların gençlere göre gözler kapalı statik postür sağlamada duyarlılıklarının daha az olduğu ve gözler kapalı iken çeşitli kompensasyon stratejileri geliştirip, statik postüral kontrolü sağlamada daha başarılı oldukları belirtilmiştir. Bu iki çalışmadan anlaşıldığı kadarıyla postüral kontrol üzerine yaştan etkisi halen tartışmalıdır. Çalışmamızda farklı yaş gruplarında postüral kontrolü karşılaştırmadığımız için bu tartışmaya katkı sağlayamadık. Diğer yandan sınırlı bir yaş grubunda çalıştığımız için yaşa bağlı olabilecek değişkenlikleri de dışlamış olduk. Çalışmamızda gönüllülerin 18-24 yaş arası sağlıklı gönüllüler olarak seçilmesinin en büyük nedeni yaştan artmasına bağlı meydana gelebilecek postüral kontrol değişikliklerinin, vücudun yıllar içinde geliştirebileceği postüral kompensatuar mekanizmaların ve motor kontrol mekanizmalarının etkisini minimize etmektir.

Uykusuzluğun fizyolojik sistemler ve işlevler üzerine olan etkilerinde süre önemlidir. Uykusuzluk ile yapılan ilk dönem çalışmalarında daha ziyade uzun süreli uykusuzluk ve etkileri araştırılmıştır. Günümüzde yapılan çalışmalarda ise uykusuz bırakma süresi kısalmıştır. Çünkü tekrarlayıcı kısa süreli uykusuzluğun etkileri daha fazla merak edilmektedir. Bunun en önemli sebebi insanların günlük yaşantılarında sık sık kısa süreli uykusuzluğa maruz kalmalarıdır. İnsanlar günlük yaşantılarında en çok bir gecelik uykusuzluk yaşadıkları için, biz de gerçek hayatta en sık görülen bir gecelik uykusuzluğu değerlendirmeyi tercih ettik. 1984 yılında Haslam'ın yaptığı bir çalışmada (101) 24 saat süreli total uyku yoksunluğunun ve kronik uyku kısıtlamasının motor kontrol ve postüral stabilite üzerinde benzer etkilere sahip olmadığı, 24 saat süreli total uyku yoksunluğu sonrasında postüral stabilitenin daha fazla etkilendiği belirtilmiştir. 2006 yılında Karita ve ark. (95)'nin yaptığı bir çalışmada kronik uyku kısıtlamasının postüral stabilite yeteneğini azalttığı ifade edilmiştir. 24 ve 36 saat süreli uykusuzluğun insanda postüral kontrol ve adaptasyon üzerine etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada 18 (10 erkek, 8 kadın) sağlıklı gönüllü değerlendirilmiştir (96). Gönüllüler postüral stabilite açısından ilk olarak normal gece uykusundan sonra, ikinci olarak 24 saatlik uyku yoksunluğundan sonra ve son olarak da 36 saatlik uyku yoksunluğundan sonra değerlendirilmiştir. İlginç olarak, 24 saatlik uyku yoksunluğu sonrasında postüral stabilite yeteneğinde bozulma gözlenirken, 36 saat sonra yapılan değerlendirmede postüral stabilitenin daha az etkilendiği gözlenmiştir. Yazarlar bunun sebebinin

sirkadiyen ritim değişikliklerinden kaynaklanabileceğini ya da 24 saat sonra yapılan değerlendirmede kişinin yöntemi öğrendiği için 36 saat sonra aynı etkinin gözlenmeyebileceği şeklinde düşünmüşlerdir. Bu sonuçlar akut dönemde uyku yoksunluğunun etkisinin daha büyük olabileceğini, kronik dönemde ise bu etkinin biraz daha azalabileceğini düşündürmektedir. Sağlıklı erişkinlerde kronikleşmiş kalitesiz uykunun postüral kontrol üzerine etkilerini araştıran bir çalışmada (113), kötü uyku kalitesinin gözler kapalı iken değerlendirilen statik ve dinamik postüral kontrolü olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Total uyku yoksunluğu ile kronikleşmiş kalitesiz uykunun postüral kontrol üzerinde benzer olumsuz etkilere sahip olduğu ifade edilmiştir.

İnsanlarda birçok fizyolojik işlev yaklaşık 24 saatlik döngülerle sirkadiyen ritim gösterir. Benzer şekilde motor becerilerimiz de bir sirkadiyen ritim gösterir. Sirkadiyen ritim, gün ışığı, ortam sıcaklığı, sosyal etkileşimler, yemek zamanı gibi çevresel koşullardan etkilenir. Sirkadiyen ritimin merkez saati hipotalamusta bulunan SCN'dir. Her hücrenin kendi içinde de sirkadiyen süreçleri yürüten genler bulunur. Bunlara sirkadiyen saat genleri denilmektedir. Sirkadiyen olarak strese karşı direncimiz kortizol seviyesinden dolayı en yüksek sabah saatlerindedir. Akşam saatlerinde sirkadiyen direnç azalır. Bütün bunlar sirkadiyen ritim gösteren genlerin ve hormonların etkileri ile vücut fonksiyonlarının değiştiğini gösteriyor. 24 saatlik ritim içinde uykululuk hali gece (02:00-07:00 arasında) ve öğle (14:00-17:00) saatlerinde en fazladır (103, 114). Bu nedenle yürüme ve postüral kontrol sirkadiyen ritimden etkilenebilir. Çalışmamızda gönüllülerin değerlendirilmesi ilk olarak normal uykuyu takip eden sabah saat 08:00-10:00 arasında, ikinci olarak da 24 saat uykusuzluk sonrası sabah 08:00-10:00 arasında yapılmıştır. Çalışmamızda deney gecesinden önceki gece katılımcıların standart 7-8 saat uykularını almalarını istedik ve standardizasyon sağlamak için hepsi saat 07:00'de uyanıp saat 08:00'de laboratuvarında hazır bulundular. İkinci değerlendirmemizi de yine ilk değerlendirmedeki gibi aynı zaman aralığında yaptık. Ölçümleri aynı saatte yapmamızın nedeni sirkadiyen etkiyi kontrol altına alabilmek ve bu karıştırıcı faktörü elimine etmektir. Nakano ve ark. (103)'nın yaptığı bir çalışmada, uyku yoksunluğunu takiben postüral kontrol parametrelerinin günün diğer saatlerine kıyasla sabah saatlerinde anlamlı olarak daha iyi bulunduğu belirtilmiştir. Biz de literatür destekli olarak değerlendirme yapmak için sabah saatlerinde postüral kontrolün güçlü olduğu dönemi seçtik. Postüral kontrolün güçlü olduğu saatlerde uykusuzluk gibi farklı etkenlerin bu kontrolü bozması daha zor olacağından elde edilecek değişim klinik bakımdan daha anlamlı olacaktır.

Kognitif yetenek, dikkat, uyanıklık gibi fonksiyonların uyku yoksunluğundan etkilendiği ilk olarak 1896 yılında Patrick ve Gilbert tarafından tanımlanmıştır (115). Uyku yoksunluğundan motor kontrolün etkilenimi 1984 yılında Haslam tarafından (101) ve 2004 yılında Frey ve ark. (104) tarafından tanımlanmıştır. Motor kontrolün devamlılığı insanların günlük yaşam aktivitelerini fizyolojik olarak gerçekleştirebilmesi için vazgeçilmezdir. Stabil postür, sabit ayakta duruşta bir yere uzanmaktan lokomosiyona kadar farklı motor becerileri gerçekleştirmek için mutlaka gereklidir. Dolayısıyla biz bu çalışmada postüral kontrol ile birlikte yürüme fonksiyonunu da uykusuzluk temelinde değerlendirdik. Postüral kontrolün devamlılığı fizyolojik yürüme için de bir ön koşuldur. Postüral kontrol ve yürümenin olumsuz anlamda etkilenmesi günlük yaşantıda birey için pek çok açıdan risk faktörü oluşturur. Düşme ve buna bağlı meydana gelen patolojiler (kırık, yumuşak doku yaralanması, çıkık gibi) postüral stabilitenin azalmasıyla birlikte ortaya çıkabilir. Literatür taramamızda uyku yoksunluğunun sağlıklı bireylerde yürüme parametreleri üzerine etkilerini araştıran bir çalışmaya rastlamadık. Fakat 1987 ve 1991 yıllarında Parkinson hastalığı tanısı almış bireylerde yapılan çalışmalarda uykusuzluk sonrası zaten hastalığa bağlı var olan yürüme patolojilerinin ve postür bozukluklarının daha da arttığı ve bu fonksiyonel yetersizliğin etkisinin uykusuzluktan sonra yaklaşık iki hafta devam ettiği belirtilmiştir. Bunun sebebinin de Parkinson hastalığı olan bireylerde uyku yoksunluğu ile indüklenen dopaminerjik reseptör değişimi olabileceği ifade edilmiştir (116, 117). Genetik, davranışsal, farmakolojik ve görüntüleme çalışmalarındaki güncel kanıtlarda dopaminerjik sinyallerin uyku yoksunluğunun davranışsal ve elektroensefalografik sonuçlarında rolü olduğu belirtilmiştir. Dopamin sinyal yolağının uzamış uyanıklık süresince dikkatin sürdürülmesinde rol aldığı ifade edilmektedir (118). Uykusuzluğun postüral kontrol ve yürümedeki etkilerinin mekanizması belki de dopaminerjik sinyallerin etkilenimine bağlı olabilir. İnsan beyninde uykusuzluk sonucunda dopaminerjik D2 reseptörlerinin azaldığı ve bunun uyanıklık azalmasına katkıda bulunduğu bildirilmiştir (119). Hatta dopaminerjik D2 reseptörlerinin işlevinin azalmasında bu reseptörler tarafından kofaktör olarak kullanılan demirin uykusuzlukla birlikte azalması da sorumlu tutulmuştur (120).

Bu çalışmada uykusuzluk öncesi ve sonrası yapılan karşılaştırmalarda yürüme parametrelerinden adım genişliği, TÇDF, ayak rotasyonu, basma fazı ve salınım fazı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi. Fakat çift adım uzunluğu, kadans, hız, çift adım süresi, adım uzunluğu ve adım süresi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görüldü. Bir gecelik uyku yoksunluğu sonrasında çift adım uzunluğunda, yürümenin hızında ve dakikada atılan adım sayısında (kadays), çift adım süresi ve adım uzunluğu

değerlerinde anlamlı azalma görülürken, adım süresi değerinde ise uykusuzlukla birlikte anlamlı artma görüldü. Yürümenin zaman ve mesafe parametrelerindeki değişiklikler, yürüme kapasitesinde meydana gelen azalmayı ve günlük yaşam aktivitelerindeki yetersizliği gösterebilir. Yapılan çalışmalarda adım uzunluğu ve yürüme hızı değerlerindeki azalmanın yürümedeki stabilite kaybını gösterdiği belirtilmiştir (121, 122). Çalışmamızın sonucunda uykusuzlukla birlikte yürüme hızının azalması ve adım uzunluğunun artması uykusuzluğun yürümede stabilite kaybına yol açtığını ve buna bağlı olarak düşme riskini arttırdığını düşündürmektedir.

Bazı çalışmalarda özellikle yaşlı hasta popülasyonunda uyku ve yürüme birlikte değerlendirilmiştir. Yürüme hızı günlük yaşam aktivitelerindeki yetersizliği, mobilitedeki kısıtlılığı ve fonksiyonel yetersizliği belirlemek için yaygın bir şekilde değerlendirilen parametredir. Çok az sayıda çalışmada (123, 124) yürüme hızındaki azalmanın uyku verimliliği ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir fakat bu konuda henüz fikir birliğine ulaşılamamıştır. 2017 yılında yaşlılarda yapılan, gün içi uykululuğun denge ve mobilite üzerine etkilerini araştıran bir çalışmada, gün içi uykululuk artışının düşük yürüme hızı ve denge kaybı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (125). Yaşlı popülasyonda yapılan başka bir çalışmada (126) gündüz aşırı uykululuk hali ve yürüme özellikleri değerlendirilmiş. Gündüz aşırı uykululuk halinin 75 yaş altı kişilerde yürüme hızını anlamlı ölçüde azalttığı, 75 yaş üstü kişilerde de adım uzunluğunda daha fazla değişiklik görülmesine sebep olduğu belirtilmiştir. Yaşlılarda gündüz aşırı uykululuk hali kognitif bozukluklar, günlük yaşam aktivitelerinin kısıtlanması ve yaşam kalitesinde azalma gibi çeşitli faktörlerle birebir ilişkilidir. Yaşlılarda yaşlanma sürecinin doğal fizyolojik sonucu olarak zaten yürüme parametrelerinde çeşitli değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Yaşla birlikte gerçekleşen fizyolojik değişikliklerden, kognitif fonksiyonda azalma, kas gücünde azalma, propriyosepsiyon kaybı ve eklemlerin hareket açıklıklarında azalma denge kontrolünü ve fonksiyonel yetenekleri olumsuz olarak etkiler. Uyku ile ilişkili sorunlar da zaten var olan değişiklikleri daha da arttırmaktadır. Yaşlılarda uyku bozukluğu sık görülmektedir. Ayrıca yaşa bağlı postüral stabilite kaybı da meydana gelmektedir. Yaşlılarda gözlenen yürüme parametrelerindeki değişikliklerin ve postüral kontroldeki azalmanın yine yaşlılarda gözlenen uyku düzensizliklerinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Yaşlılarda uyku bozuklukları ile yürüme bozuklukları arasındaki ilişkinin araştırılması gerektiğini düşünmekteyiz. Tez çalışmasına başladıktan sonra yayınlanan bir çalışmada yaşlılarda uyku süresi ile kas kütlesi arasındaki ilişki gösterilmiştir (127). Kas dokusu hem yürüme hem de postür kontrolünde önemli olduğundan kronik uyku kaybına bağlı sarkopeni, yürüme ve postür kontrolünü etkileyebilir. Biz

bu çalışmada kas kütlesi ile ilgili bir değerlendirme yapmadık. Çünkü sadece bir gecelik uyku yoksunluğunun kas kütlesinde anlamlı bir değişiklik yaratacağını düşünmedik. Ama kronik uyku kaybının kas kütlesini etkileyerek de postür ve yürümeyi bozabileceğini düşünüyoruz.

Sağlıklı insanlardaki uyku kayıplarının yürüme ve postürü etkilemesinin yanı sıra uyku hastalıklarında da postüral kontrol ve yürüme etkilenebilir. Örneğin REM uyku davranışı bozukluğu (temelinde nörodejeneratif hastalıklar olan, Lewy cisimciği hastalığı) olan hastalarda yürüme değişikliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, REM uyku davranışı bozukluğunun azalmış yürüme hızı, azalmış kadans, artmış çift ekstremite desteği, artmış adım süresi ve artmış salınım zamanı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (128). Alibiglou ve ark. (129)'nın yaptığı bir çalışmada REM uyku davranışı bozukluğu olan kişilerin dejeneratif nörolojik hastalık tanısı almadan önce postür ve yürümede Parkinson hastalığında gözlenen değişiklikleri gösterdikleri belirtilmiştir. Artmış REM uykusu ve yürümenin basma fazında öne doğru ilerlemedeki yetersizlik arasındaki ilişki REM uykusu süresince kas tonusunun düzenlenmesindeki anormallikle açıklanmıştır. Bunun da yürüme esnasında gözlenen donma fenomeninin patogenezi ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Celle ve ark. (130)'nın yaptığı bir çalışmada uyku ile ilişkili solunum hastalıklarının yürümede artmış adım atma süresi ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Uyku ile ilişkili solunum hastalığı olan yaşlı bireylerde gözlenen yürüyüş bozuklukları ifade edilmiştir. Bu da bize uyku ile yürüme arasında ilişki olduğunu başka bir yönden gösteriyor.

Postüral kontrol üzerinde cinsiyetin herhangi bir etkiye sahip olup olmadığı bazı çalışmalarda araştırılmıştır (62, 65, 107). Çalışmamızda postüral kontrol değerlendirmesinde uykusuzluk öncesi ve sonrasında elde ettiğimiz değerlerin yüzde değişimlerini hesaplayarak, cinsiyetler arasında fark olup olmadığını değerlendirdik. Gözler açık iki ayak ve gözler kapalı iki ayak üzerinde yapılan ölçümlerde postüral kontrol değerlendirmesi açısından kadın ve erkekler arasında anlamlı bir fark görülmedi. Bazı çalışmalarda uyku ile ilgili herhangi bir değerlendirme yapılmaksızın cinsiyetler arasında postüral kontrol karşılaştırmaları yapılmıştır. Bunlardan bazıları kadın ve erkek arası farklar bildirirken (63), bazıları da fark saptamamıştır (62). Genç erişkinlerde statik postüral kontrolün değerlendirildiği bir çalışmada, gözler kapalı iki ayak ve tek ayak üzerinde değerlendirilen parametrelerde (TYU, VS, GEU) cinsiyetler arasında anlamlı fark saptanmış. Kadınların VS ve GEU değerleri gözler kapalı iken erkeklerden anlamlı olarak daha fazla bulunmuş. Sol ayak üzerinde duruşta VS değerleri erkeklerde anlamlı olarak daha küçük bulunmuş. HS değerleri hem sağ hem de sol ayak üzerinde duruşta erkeklerde anlamlı olarak daha büyük bulunmuş (63). Bryant ve ark. (62)'nin yaptığı bir çalışmada orta yaşlı

kişilerde statik postüral kontrol, gözler açık ve kapalı çift ayak ve gözler açık tek ayak üzerinde duruşlarda kuvvet platformu aracılığıyla değerlendirilmiş. Statik postüral kontrolün sağlanmasında kadın ve erkekler arasında anlamlı fark saptanmamış. Literatürde postüral kontrolün parametreleri kadın ve erkek farklılığı açısından kıyaslandığında bazı farklılıklar olabileceği belirtilmiş fakat çalışmamızda uykusuzluk faktörü temelinde postüral kontrolün sağlanmasında cinsiyete göre farklılık saptanmamıştır.

Yürüme parametreleri üzerinde cinsiyetin herhangi bir etkiye sahip olup olmadığı bazı çalışmalarda açıklanmıştır (131-133). Cinsiyet, pelvis, kalça ve dizin frontal plandaki kinematiklerini etkileyen bir faktördür (131). Kadınlar genellikle kısa adım uzunluğuna ve daha yavaş yürüme hızına sahiptirler. Yürümede cinsiyetin etkisinin değerlendirildiği Kabayashi ve ark. (132)'nin yaptığı çalışmada erkek katılımcılarda kadınlara göre daha az yürüyüş simetrisi gözlenmiş. Başka bir çalışmada ise yürüme parametrelerinin cinsiyetler arasındaki farklılıkları değerlendirilmiş ve kadınların erkeklere göre yürüme hızı daha düşük, adım uzunluğu daha kısa ve adım sayısı daha fazla ölçülmüştür (82). Çalışmamızda yürüme analizi değerlendirmesinde uykusuzluk öncesi ve sonrasında elde ettiğimiz değerlerin yüzde değişimlerini hesaplayarak, cinsiyetler arasında fark olup olmadığını değerlendirdik. Elde edilen parametrelerden sadece adım genişliğinin yüzde değişimi kadınlarda anlamlı olarak daha fazla bulundu. Yürüme parametrelerinde cinsiyetler arasında gözlenen farklılıklar herhangi bir yürüme patolojisinin bulunmadığı sağlıklı bireylerde genelde antropometrik ve farklı kinematik özelliklerden kaynaklanmaktadır. Erkeklerin boy ve kilo değerlerinin genelde daha yüksek olması ve bazı eklemlerin kinematik değerlerinde açısız farklılıklar adım uzunluğu, adım süresi, yürüme hızı gibi parametrelerde kadınlara göre daha farklı değerlere sahip olmasına sebep olabilir. Yürüme özellikleri bakımından kadın ve erkeklerde her ne kadar fark olduğu yönünde kanıtlar olsa da yürümenin uykusuzluktan etkilenme düzeyinin cinsiyetler arasında farklı olmadığı söylenebilir.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde bazı kısıtlılıkları da göz önünde bulundurmak gerekir. Postüral kontrol statik veya dinamik yöntemlerle değerlendirilebilir. Çalışmamızda postüral kontrolü statik açıdan değerlendirdik. Dinamik açıdan değerlendirme yapılmaması bu çalışma açısından bir kısıtlılık yaratabilir. Çünkü dinamik açıdan değerlendirme yapılan çalışmalarla karşılaştırılabilirliğini kısıtlamaktadır. Yine de, yürüme işlevi postüral kontrolün dinamik bileşenlerinden bir kısmını da içerdiği için aslında yürüme analizi yapmak postüral kontrolün dinamik bileşenlerinden bir kısmını da değerlendirmek oluyor. Bu sebeple postüral kontrolün dinamik değerlendirmesini dolaylı olarak yapmış olduk. Postüral kontrol değerlendirmelerinin, bazı çalışmalarda tek ayak üzerinde de yapıldığı dikkati çekmektedir.

Çalışmamızda bu değerlendirmeyi sadece çift ayak üzerinde yapmayı tercih ettik. Bunun bir nedeni, tek ayak üzerinde yapılan değerlendirmelerin daha çok proprioseptif duyu ile ilişkili olmasıdır. Propriyosepsiyon değerlendirmesi bu çalışmanın kapsamının dışında olduğu için çift ayak üzerinde yaptığımız değerlendirmeleri bu anlamda yeterli gördük.

Sonuç olarak bu çalışmada uykusuzluğun postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerine etkileri değerlendirilmiş, postüral kontrol ve yürüme uykusuzluk temelinde ilk defa birlikte ele alınmış, sağlıklı bireylerde uykusuzluğun yürüme parametreleri üzerine etkilerine ilk defa bakılmıştır. Elde ettiğimiz bulgular ışığında 24 saat süreli uykusuzluğun gözler kapalı statik postüral kontrolde ve yürümenin parametrelerinde olumsuz etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. 24 saat süreli total uyku yoksunluğunun motor faaliyetler üzerine olumsuz etkilere sahip olduğu ve bu etkiler doğrultusunda günlük yaşam aktivitelerinde bireylerin çeşitli risklerle (düşme, kırık, yaralanma gibi) karşı karşıya kalabileceği düşüncesindeyiz. Uykusuzluğun sinir sistemi ve motor kontrolde yarattığı değişikliklerin fizyolojik mekanizmalarının aydınlatılması ve yaş, cinsiyet, antropometrik özellikler açısından konunun detaylandırılması gerektiğini düşünüyoruz.

SONUÇLAR

Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı'nda yapılan bu çalışmada sağlıklı genç erişkin bireylerde 24 saat süreli uykusuzluğun postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerine etkileri araştırıldı. Elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Yirmidört saat süreli uykusuzluğun postüral kontrol üzerine olumsuz etkileri gözlenmiştir. Bu etkiler gözler kapalı postüral kontrol değerlendirmesinde GEG, GEU, GEAL ve TYU değerlerinde gözlendi. Uykusuzluk sonrası istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artan bu değerler, postüral kontrolün olumsuz etkilendiğini belirtmektedir.

2. Yirmidört saat süreli uykusuzluğun yürüme parametreleri üzerine olumsuz etkileri gözlenmiştir. Bir gecelik uyku yoksunluğu sonrasında çift adım uzunluğunda, yürümenin hızında, dakikada atılan adım sayısında (kadans) ve adım uzunluğu (sol-sağ) değerlerinde anlamlı azalma, adım süresi (sol-sağ) ve çift adım süresi değerlerinde ise anlamlı artma görüldü. Elde edilen bu değerler doğrultusunda uykusuzluk sonrası yürümede postüral stabiliteyi sağlamanın güçleştiği ve motor aktiviteleri gerçekleştirme yeteneğinin olumsuz etkilendiği düşünülmektedir.

3. Uykusuzluk öncesi ve sonrası elde edilen postüral kontrol değerlerinin yüzde değişiminde cinsiyetler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Kadınlar ve erkekler postüral kontrol bakımından uykusuzluktan farklı etkilenmemektedir.

4. Uykusuzluk öncesi ve sonrası elde edilen yürüme parametrelerinin yüzde değişiminde adım genişliği değerindeki değişim oranı kadınlarda anlamlı olarak daha fazla bulunmuştur. Kadınlar ve erkekler yürüme bakımından uykusuzluktan farklı etkilenmemektedir.

ÖZET

Fizyolojik olarak ihtiyaç duyduğumuz uykuyu gerek kalite gerekse süre açısından karşılamakta her geçen gün daha da zorlanmaktayız. Uyku, sağlığın temel koşullarındandır ve fizyolojik bir ihtiyaçtır. Yetersiz sürede uyku, kalitesiz uyku veya düzensiz uyku gibi çeşitli uyku değişiklikleri sonucunda vücudun farklı sistemlerinde farklı etkiler açığa çıkmaktadır. Bu çalışmada sağlıklı gönüllülerde 24 saat süreli uykusuzluğun postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerine etkileri ilk defa araştırılmıştır. Çalışmaya 24 sağlıklı genç erişkin gönüllü (Kadın/Erkek, 14/10) dahil edildi. Uyku sağlığının değerlendirmesinde çalışma grubuna deney öncesinde Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği ve Epworth Uykululuk Ölçeği dolduruldu. Bu değerlendirmeler sonucunda düzenli uyku alışkanlığına sahip olan sağlıklı gönüllüler çalışmaya dahil edildi. Antropometrik veri olarak her deneğin boy, kilo ve vücut kütle indeksi değerleri ölçüldü. Postüral kontrol değerlendirmesi ve yürüme analizi ölçümleri deneyin başlangıcında ve 24 saat uykusuzluğun sonrasında olmak üzere iki kez yapıldı. Değerlendirmelerde yer reaksiyon kuvvetlerini ölçen bir kuvvet platformu cihazının denge ve yürüme analizi bölümü kullanıldı. Grup içi karşılaştırmalarda eşlendirilmiş t-testi, kadın ve erkek gruplarının birbiri ile karşılaştırılmasında t-testi kullanıldı, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. 24 saat süreli uykusuzluk sonrasında gözler kapalı postüral kontrol değerlendirmesinde GEG, GEU, GEAL ve TYU değerlerinde anlamlı artış gözlenirken, yürüme değerlendirmesinde çift adım uzunluğunda, yürümenin hızında, kadansta ve adım uzunluğu (sol-sağ) değerlerinde anlamlı azalma, adım süresi (sol-sağ) ve çift adım süresi değerlerinde ise anlamlı artma görüldü. Sonuç olarak, 24 saat süreli uykusuzluğun postüral kontrol ve yürüme parametreleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bulundu. Bu olumsuz etkiler sebebiyle bireyler günlük yaşam

aktivitelerinde çeşitli risklerle (düşme, kırık, yaralanma gibi) karşı karşıya kalabilirler. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise, kadınlar ve erkekler postüral kontrol ve yürüme parametreleri açısından uykusuzluktan farklı etkilenmemektedirler.

Anahtar Kelimeler: Uyku yoksunluğu, postüral kontrol, yürüme analizi, basınç merkezi, kuvvet platformu.

EFFECTS OF SLEEP DEPRIVATION ON POSTURAL CONTROL AND GAIT PARAMETERS

SUMMARY

Day by day, we are having difficulty in obtaining physiologically needed sleep in terms of both quality and duration. Sleep is the basic condition of health and a physiological need. Sleep alterations such as inadequate sleep, poor sleep or irregular sleep can lead to different effects on different systems of the body. In this study, the effects of 24-hour sleep deprivation on postural control and gait parameters were investigated in healthy volunteers for the first time. 24 healthy young adult volunteers (Female/Male, 14/10) were included in the study. Pittsburgh Sleep Quality Index and Epworth Sleepiness Scale were completed in the study group for the evaluation of sleep health. As a result of these evaluations, healthy volunteers with regular sleeping habits were included in the study. As anthropometric data, height, weight and body mass index values of each participant were measured. Postural control evaluation and gait analysis measurements were performed twice, first one at the beginning of the experiment and the second one after 24 hours of sleep deprivation. In the evaluations of postural control and gait, we used a force platform for measuring ground reaction forces. The paired t-test was used in the intra-group comparisons and the independent samples t-test was used to compare the female and male groups, $p < 0.05$ was accepted as statistically significant. Significant increase in GEG, GEU, GEAL and TYU values was observed in eyes closed postural control after 24-hour sleep deprivation. Significant increase in step time and stride time, decrease in stride length, velocity,

caddence and step length values was observed in gait analysis. As a result, 24-hour sleep deprivation had significant negative effects on postural control and gait parameters. Individuals may be exposed to various risks (such as falls, fractures, injuries) in their daily life activities because of these negative effects. Among the gender comparisons, women and men were similarly affected in terms of postural control and walking parameters.

Keywords: Sleep deprivation, postural control, gait analysis, center of pressure, force platform.

KAYNAKLAR

1. Spiegel K, Knutson K, Leproult R, Tasali E, van Cauter E. Sleep loss: a novel risk factor for insulin resistance an type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2005;99:2008-19.
2. Bougard C, Lepelley MC, Davenne D. The influences of time of day and sleep deprivation on postural control. *Exp Brain Res* 2011;209:109-115.
3. Fabbri M, Martoni M, Esposito MJ, Brighetti G, Natale V. Postural control after a night without sleep. *Neuropsychologia* 2006;44:2520-2525.
4. Ma J, Yao YJ, Ma RM, Li JQ, Wang T, Li XJ et al. Effects of sleep deprivation on human postural control, subjective fatigue assessment and psychomotor performance. *J Int Med Res* 2009;37:1311-1320.
5. Gomez S, Patel M, Berg S, Magnusson M, Johansson R, Fransson PA. Effects of proprioceptive vibratory stimulation on body movement at 24 and 36 h of sleep deprivation. *Clin Neurophysiol* 2008;119:617-625.
6. <http://uykubozuklugu.uludag.edu.tr/uykutarihce.htm> (Erişim tarihi: 15.09.2016)
7. Maslow AH. A theory of human motivation. *Psychological Review* 1943;50(4):370-96.
8. Aserinsky E, Kleitman N. Regularly occurring periods of eye motility and concomitant phenomena during sleep. *Science* 1953;118:273-274.
9. Wittern R. Sleep theories in the antiquity and in the renaissance In: J.Horne (ed) *Sleep'88*, Gustav Fischer Verlag, New York. 1989;11-22.
10. Legedre R, Pieron H. Le problem des facteurs du sommeil. Resultats d'injections et intracerebrales de liquides insomniques. *C R Soc Biol* 1910;68:1077-1079.
11. Aldrich MS. Narcolepsy. *N Engl J Med* 1990;323:389-94.

12. Berger H. Über das elektroenkephalogramm des menschen. Arch F Psychiatr 1929;87:527-70.
13. Dement W, Kleitman N. Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility and dreaming. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1957;9:673-690.
14. Öztürk L. Uyku ve uyanıklığın güncel fizyolojisi. Türkiye Klinikleri J Pulm Med-Special Topics 2008;1(1):5–10.
15. Öztürk L. Uyku yoksunluğunun sağlıklı insanlarda periferal immün sistem üzerine etkileri (tez). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi; 1995.
16. Eröksüz R, Karadağ M. Sağlıklı Uyku. Erişim: <http://www.uykubozuklugu.uludag.edu.tr/saglikliuyku.htm>. (Erişim tarihi: 24.02.2016)
17. Birol L. Hemşirelik Süreci. İzmir: Etki Matbaacılık Yayıncılık Ltd Şti 2004;51-92.
18. Öztürk L. An old question seeking for its answer: why we sleep? J Ist Faculty Med 2007;70:114-218.
19. Simon NR, Manshanden I, Lopes da Silva FH. A MEG study of sleep. Brain Res 2000;860:64-76.
20. Rechtschaffen A, Kales A. A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. NIH Publ, vol.204. Washington DC: Government Printing Office; 1968.
21. Sönmezocak OH. REM uyku yoksunluğuna bağlı hiperalezide kanabinoidlerin rolü (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi;2011.
22. Amzica F, Steriade M. The functional significance of K-complexes. Sleep Med Rev 2002;6:139-49.
23. Moruzzi G, Magoun HW. Brainstem reticular formation and activation of the EEG. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1949;1(4):455-73.
24. Rasch B, Born J. About sleep's role in memory. Physiol Rev 2013;93:681–766.
25. Saper CB, Chou TC, Scammell TE. The sleep switch: Hypothalamic control of sleep and wakefulness. Trends Neurosci 2001;24:726-31.
26. Stenberg D. Neuroanatomy and neurochemistry of sleep. Cell Mol Life Sci 2007;64:1187-204.
27. Espana RA, Scammell TE. Sleep neurobiology for the clinician. Sleep 2004;27:811-20.
28. Saper CB, Scammell TE, Lu J. Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. Nature 2005;437:1257-63.

29. Marrosu F, Portas C, Mascia MS, Casu MA, Fa M, Giagheddu M, et al. Microdialysis measurement of cortical and hippocampal acetylcholine release during sleep-wake cycle in freely moving cats. *Brain Res* 1995;671:329-32.
30. Thomas ES, Clifford BS. Orexins: looking forward to sleep, back at addiction. *Nature Medicine* 2007;13:126-128.
31. Lin JS, Sakai K, Jouvet M. Evidence for histaminergic arousal mechanisms in the hypothalamus of cat. *Neuropharmacology* 1988;27:111-22.
32. Jacobs BL, Asher R, Dement WC. Electrophysiological and behavioral effects of electrical stimulation of the raphe nuclei in cats. *Physiol Behav* 1973;11:489-95.
33. Cespuglio R, Walker E, Gomez ME, Musolino R. Cooling of the nucleus raphe dorsalis induces sleep in the cat. *Neurosci Lett* 1976;3:221-7.
34. Dzirasa K, Ribeiro S, Costa R, Santos LM, Lin SC, Grosmark A, et al. Dopaminergic control of sleep-wake states. *J Neurosci* 2006;26(41):10577-89.
35. Jones BE. Basic mechanisms of sleep-wake states. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC, eds. *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. P.136-53.
36. Naitoh P, Kelly TL, Englund C. Health effects of sleep deprivation. *Occupational Medicine*. 1990;5:209-237.
37. Weinger MB, Ancoli-Israel S. Sleep deprivation and clinical performance. *JAMA* 2002;287:955-957.
38. Shumway-Cook, Woollacott, M.H. *Motor control: theory and practical applications* (2 ed), Lippincott Williams &Wilkins, Pennsylvania 2011.
39. Masi AT, Haman JC. Human resting muscle tone narrative introduction and modern concepts. *J Bodywork Movement Ther* 2008;12:320-332.
40. Hassan BC, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis* 2001;60:612-618.
41. Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause AB. Center-of-pressure used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil* 2002;11:51-66.
42. Kelly VE. *Introduction & Definitions Postural Control* 2008;3-6.
43. Massion J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Prog Neurobiol* 1992;38(1):35-56.
44. Lafand D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care* 2004;27(1):173-8.

45. Şimşek E, Ertan, H. Postüral kontrol ve spor: spor branşlarına yönelik postüral sensör-motor stratejiler ve postüral salınım. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2011;9(3):81-89.
46. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls. *Age Ageing* 2006;35-S2:7-11.
47. Everett T, Kell C. *Human Movement (6 ed) Motor Control*. 2010;27-60.
48. Ganderva SC, Praske U, Stuart DG. *Sensorymotor control of movement and posture*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, NewYork 2002.
49. Cimolin V, Galli M, Grugni G, Vismara L, Precilios H, Albertini G, et al. Postural strategies in prader-willi and down syndrome patients. *Res Dev Disabil* 2011;32(2):669-73.
50. Kelly JW, Riecke B, Loomis JM, Beall AC. Visual of posture in real and virtual environments. *Perception&Psychophysics* 2008;70(1):158-165.
51. Furman JM, Cass SP. *Vestibular Disorders (2 ed.) A Case Study Approach*, Oxford University Press Oxford, 2003.
52. Preston RR, Wilson TE. *Fizyoloji, Lippincott Görsel Anlatımlı Çalışma Kitapları*, 2014.
53. Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. In SL Wolf (Ed.), *Otolaryngology -Head and Neck Surgery*, Philadelphia: Margaret M. Biblis. (3 ed.) 1998;118:27-45.
54. Broglio SP, Monk A, Sopiarsz K, Cooper ER. The influence of ankle support on postural control. *J Sci Med Sport* 2009;12(3):388-92.
55. Latash ML, Krishnamoorthy V, Scholz JP, Zatsiorsky VM. Postural synergies and their development. *Neural Plast* 2005;12(2-3):119-30.
56. From Hasson S: *Clinical exercise physiology*, St Louis, 1994, Mosby.
57. Schabrun SM, Van Den Hoorn W, Moorcroft A, Greenland C, Hodges PW. Texting and walking: strategies for postural control and implications for safety. *PLoS one* 2014;9(1):e84312.
58. On AY, Beyazova M. Normal yürüme: tanımı, nitelikleri ve görsel değerlendirmesi, In: Sarıca Y, ed. *Postür, denge ve yürüme bozuklukları*, birinci baskı. Ankara: Öncü Basımevi, 2008; 19-21.
59. Carpenter MG, Allum JH, Honegger F. Vestibular influences on human postural control in combinations of pitch and roll planes reveal differences in spatiotemporal processing. *Exp Brain Res* 2001;140(1):95-111.
60. Balaban Ö, Nacı B, Erdem H, Karagöz A. Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi. *FTR Bil Der* 2009;12:133-139.

61. Emily A, Keshner PT. Postural abnormalities in vestibular disorders. Chapter:3, In:Vestibular Rehabilitation, Ed:Herdman SJ, Wolf SL (2. Ed). Davis Company Philadelphia 2000;52-58.
62. Bryant EC, Trew ME, Bruce AM, Kuisma RME, Smith AW. Gender differences in balance performance at the time of retirement. Clin Biomec 2005;20:330–335.
63. Karadaş N. Genç erişkinlerde statik postüral kontrolün değerlendirilmesi (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi;2012.
64. Nordin M, Frankel VH. Basic biomechanics of the musculoskeletal system (3th ed.) Lippincott Williams&Wilkins 2001;421-424.
65. Kitabayashi T, Demura S, Noda M, Yamada T. Gender differences in body-sway factors of center of foot pressure in a static upright posture and under the influence of alcohol intake. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 2004;23(4):111–118.
66. Pozzo T, Vernet P, Garcher CC, Robichon F, Bron A, Quercia P. Static postural control in children with developmental dyslexia. Neuroscience Letters 2006;403:211–215.
67. Harringe ML, Halvorsen K, Renstro P, Werner S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. Gait Posture 2008;28:38–45.
68. Pietro G, Morasso S, Vittorio S. Ankle muscle stiffness alone can not stabilize balance during quiet standing. J Neurophysiol 2002;88:2157-2162.
69. Özaras N, Yalçın S. Yürüme Analizi. 1. baskı. İstanbul: Avrupa Tıp Kitapçılık, 2001.
70. Brach JS, Perera S, Studenski S, Newman AB. The reliability and validity of measures of gait variability in community-dwelling older adults. Arch Phys Med Rehabil 2008;89:2293–2296.
71. Adams RD, Victor M, Brown RH, Ropper AH. Principles of neurology (9th ed). New York: Mc Graw Hill United States of America, 2005:110-114.
72. Camicioli R, John G. Gait and balance. In Goetz C, textbook of clinical neurology (3rd ed). New York: Saunders, 2007: Chapter 18.
73. Karakelle FÖ. Ataksik yürüme bozukluklarında yürüme ve postürün değerlendirilmesi (tez). Adana: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi;2008.
74. Esquenazi A. Gait analysis. Physical Medicine and Rehabilitation State of the Art Reviews 2002;16(2).
75. Berne RM, Levy MN, Koeppen BM, Stanton BA. Fizyoloji. Beşinci baskı, 2008.
76. Gage JR. Gait analysis in cerebral palsy (1st ed). Londra: Mac Keith Pres, 1991.

77. Ayappa E. Normal human locomotion, part 2: motion, ground reaction force and muscle activity. *JPO* 1997;9(2):49–60.
78. Pease WS, Bowyer BL, Kaydan V. Human Walking. In: DeLisa JA, Gans BM, (Eds.). *Physical Medicine & Rehabilitation: Principles and Practice* (4th ed). Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins; 2005.
79. In: *Orthopedic Management of Children with Cerebral Palsy*. Editors: Federico C, Jacques D. 2015 Nova Science Publishers, Inc.
80. Barr AE. Biomechanics and gait. In: *Orthopaedic Knowledge Update* 7, 31-37.
81. Alsalaheen BA, Mucha A, Morris LO, Whitney SL, Furman JM, Camiolo-Reddy CE, et al. Vestibular rehabilitation for dizziness and balance disorders after concussion. *J Neurol Phys Ther* 2010;34:87–93.
82. Kirtley C. New technology in gait analysis. *State of the Art Reviews: Physical Medicine and Rehabilitation* 2002;16:361–373.
83. Vaughan CL, Davis BL, O'Connor JC. *Dynamics of human gait: human kinetics publishers champaign, illinois*;1992.
84. Sutherland DH. The evolution of clinical gait analysis part I: kinesiological EMG. *Gait Posture* 2001;14(1):61–70.
85. Kala Y, Bol H. Yürüme analizi: hasta değerlendirmesi ve hazırlığı. *TOTBİD dergisi* 2014;13:325-330.
86. Sutherland DH. The evolution of clinical gait analysis part II: kinematics. *Gait Posture* 2002;16:159–79.
87. Pauk J. Computerized analysis and modelling of patients with deformities of lower limbs. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 2009;11(1):47-51.
88. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res* 1989;28:193-213.
89. Ağargün MY, Kara H, Anlar Ö. Pittsburgh uyku kalitesi indeksinin geçerliği ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri* 1996;7(2):107-115.
90. Izci B, Ardic S, Firat H, et al. Reliability and validity studies of the Turkish version of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep Breath* 2008;12(2):161-8.
91. Vladimir MZ. *Kinetics of human motion*. United States of America. Human kinetics. Champaign III. 2002; 653.
92. National sleep foundation. *Sleep in America poll 2005*. <http://www.sleepfoundation.org>

93. Gribble PA, Hertel J. Changes in postural control during a 48-hr sleep deprivation period. *Percept Mot Skills* 2004;99:1035-1045.
94. Avni N, Avni I, Barenboim E, Azaria B, Zadok D, Kohen-Raz R, et al. Brief posturographic test as an indicator of fatigue. *Psychiatry Clin Neurosci* 2006;60:340-346.
95. Karita K, Nakao M, Nishikitani M, Iwata T, Murata K, Yano E. Effect of overtime work and insufficient sleep on postural sway in information-technology workers. *J Occup Health* 2006;48:65-68.
96. Patel M, Gomez S, Berg S, Almbladh P, Lindblad L, Petersen H, et al. Effects of 24-h and 36-h sleep deprivation on human postural control and adaptation. *Exp Brain Res* 2008;185:165-173.
97. Morad Y, Azaria B, Avni I, Barkana Y, Zadok K, Kohen-Raz R, et al. Posturography as an indicator of fatigue due to sleep deprivation. *Aviat Space Environ Med* 2007;78:859-63.
98. Aguiar SA, Barela JA. Sleep deprivation affects sensorimotor coupling in postural control of young adults. *Neuroscience Letters* 2014;574:47-52.
99. Aguiar SA, Barela JA. Adaptation of sensorimotor coupling in postural control is impaired by sleep deprivation. *PloS One* 2015;10(3):e0122340.
100. Schlesinger A, Redfern MS, Dahl RE, Jennings JR. Postural control, attention and sleep deprivation. *Neuroreport* 1998;9(1):49-52.
101. Haslam DR. The military performance of soldiers in sustained operations. *Aviat Space Environ Med* 1984;55:216-221.
102. Liu Y, Higuchi S, Motohashi Y. Changes in postural sway during a period of sustained wakefulness in male adults. *Occup Med Lond* 2001;51:490-495.
103. Nakano T, Araki K, Michimori A, Inbe H, Hagiwara H, Koyama E. Nineteen-hour variation of postural sway, alertness and rectal temperature during sleep deprivation. *Psychiatry Clin Neurosci* 2001;55:277-278.
104. Frey DJ, Badia P, Wright KP. Inter and intra-individual variability in performance near the circadian nadir during sleep deprivation. *J Sleep Res* 2004;13(4):305-315.
105. Kafri M, Hutzler Y, Korsensky O, Laufer Y. Functional performance and balance in the oldest-old. *J Geriatr Phys Ther* 2017;00:1-6.
106. Sunwook K, Maury AN, Madigan ML. Direct parameterization of postural stability during quiet upright stance: effects of age and altered sensory conditions. *Journal of Biomechanics* 2008;41:406– 411.
107. Abrahamová D, Hlavacka F. Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiol Res* 2008;57:957- 964.

108. Robillard R, Prince F, Filipini D, Carrier J. Aging worsens the effect of sleep deprivation on postural control. *PLoS One* 2011;6:e28731.
109. Pham QC, Mello MT, Narciso FV, Monico-Neto M, Teixeira CW, Antonietti LS, et al. Robust evaluation of time since awakening using force platform posturography. *Rev Bras Eng Biomed* 2014;30:322-9.
110. Edwards AS. Body sway and vision. *J Exp Psychol* 1946;36:526-35.
111. Madeleine P, Nielsen M, Arendt-Nielsen L. Characterization of postural control deficit in whiplash patients by means of linear and nonlinear analyses- a pilot study. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;21(2):291–297.
112. Santos BR, Delisle A, Larivière C, Plamondon A, Imbeau D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait Posture* 2008;27(3):408–415.
113. Furtado F, Gonçalves BdSB, Abranches ILL, Abrantes AF, Forner Cordero A. Chronic low quality sleep impairs postural control in healthy adults. *PLoS One* 2016;11(10):e0163310.
114. Munch M, Knoblauch V, Blatter K, Schroder C, Schnitzler C, Krauchi K, et al. Age-related attenuation of the evening circadian arousal signal in humans. *Neurobiol Aging* 2005;26:1307-19.
115. Patrick GTW, Gilbert JA. On the effects of loss of sleep. *Psychol Rev* 1896;3:469-483.
116. Bertolucci PH, Andrade LA, Lima JG, Carlini EA. Total sleep deprivation and parkinson disease. *Arq Neuropsiquiatr* 1987;45(3):224-30.
117. Levin L. Effects of sleep deprivation in patients with parkinsonism. *Sov Med* 1991;(11):9-11.
118. Holst CS, Müller T, Valomon A, Seebauer B, Berger W, Landolt HP. Functional polymorphisms in dopaminergic genes modulate neurobehavioral and neurophysiological consequences of sleep deprivation. *Sci Rep* 2017;7:e45982.
119. Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Telang F, Fowler JS, Logan J, et al. Evidence that sleep deprivation downregulates dopamine D2R in ventral striatum in the human brain. *J Neurosci* 2012;32(19):6711-6717.
120. Öztürk L, Gülyaşar T, Özçelik D, Seymen HD, Kaynak H, Çakar L. Uyku yoksunluğunun serum demir, bakır ve çinko düzeylerine etkileri. *Türkiye Tıp* 1997;4:227-230.
121. Hamacher D, Singh NB, Van Dieën JH, Heller MO, Taylor WR. Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: a systematic review. *J R Soc Interface* 2011;8:1682-98.

122. Barrett RS, Mills PM, Begg RK. A systematic review of the effect of age in gait falls history on minimum foot clearance characteristics during level walking. *Gait Posture* 2010; 32:429-35.
123. Goldman SE, Stone KL, Ancoli-Israel S, Blackwell T, Ewing SK, Boudreau R, et al. Poor sleep is associated with poorer physical performance and greater functional limitations in older woman. *Sleep* 2007;30:1317-1324.
124. Dam TT, Ewing S, Ancoli-Israel S, Ensrud K, Redline S, Stone K, et al. Association between sleep and physical function in older man: the osteoporotic fractures in men sleep study. *J Am Geriatr Soc* 2008;56:1665-1673.
125. Shachi Tyagi MD, Subashan P, Jennifer SB. Balance and mobility in community-dwelling older adults:effect of daytime sleepiness. *J Am Geriatr Soc* 2017;65:1019-1025.
126. Nakakubo S, Takehiko D, Hiroyuki S, Rei O, Hyuma M, Kota T, Ryo H, Takao S. The association between excessive daytime sleepiness and gait parameters in community-dwelling older adults: cross sectional findings from the obu study of health promotion for the elderly. *J Aging Health* 2016; 1-16.
127. Hu X, Jiang J, Wang H, Zhang L, Dong B, Yang M. Association between sleep duration and sarcopenia among community-dwelling older adults: a cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)* 2017;96(10):e6268.
128. Eric M, Brendon P, Teresa JH, Shane P, Bradley FB, Tanis JF, et al. Subtle gait changes in patients with REM behavior disorder. *Mov Disord* 2013;28(13):1847-1853.
129. Alibiglou L, Videnovic A, Planetta PJ, Vaillancourt DE, Mackinnon CD. Subliminal gait initiation deficits in rapid eye movement sleep behaviour disorder: a harbinger of freezing of gait?. *Mov Disord* 2016;31(11):1711-1719.
130. Celle S, Annweiler C, Camicioli R, Barthelemy JC, Roche F, Beauchet O. Sleep-related breathing disorders and gait variability: a cross-sectional preliminary study. *BMC Pulm Med* 2014;14:140.
131. Chebab EF, Andriacchi TP, Favre J. Speed, age, sex and body mass index provide a rigorous basis for comparing the kinematic and kinetic profiles of the lower extremity during walking. *J Biomech* 2017;58:11-20.
132. Kobayashi H, Kakihana W, Kimura T. Combined effects of age and gender on gait symmetry and regularity assessed by autocorrelation of trunk acceleration. *J Neuroeng Rehabil* 2014;11:109.
133. Zakaria NK, Jailani R, Tahir NM. Gender differences in gait features of healthy children. *Jurnal Teknologi* 2015;77(7):1-6.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sağlıklı bir genç erişkin bireyde uykunun evrelerini gösteren hipnogram.	7
Şekil 2. Beyin sapı ve orta beyinde farklı nörotransmitter salgılayan nöronların bulunduğu merkezler.	9
Şekil 3. Otomatik postüral yanıtlar.	14
Şekil 4. COP (center of pressure) ve COM (center of mass) değerlerinin şematik gösterimi.	18
Şekil 5. Yürüme döngüsü.	21
Şekil 6. Yürümede zaman ve mesafe parametreleri ile ilgili terimler.	23
Şekil 7. Postüral kontrol değerlendirmesinde kullanılan basınç platformu (Zebris© FDM System Type FDM 1.5.)	29
Şekil 8. Gözler açık iki ayak üzerinde postüral kontrol değerlendirmesi.	30
Şekil 9. Gözler kapalı iki ayak üzerinde postüral kontrol değerlendirmesi.	31
Şekil 10. Rijidite elipsi.	32
Şekil 11. Yürüme analizi değerlendirmesinde kullanılan yürüme yolu ve istasyonlar.	34
Şekil 12. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips genişliği değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$).	37
Şekil 13. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$).	37

Şekil 14. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips alanı değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$).	38
Şekil 15. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı total yol uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$).	38
Şekil 16. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips genişliği değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	39
Şekil 17. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	39
Şekil 18. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips açısı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	40
Şekil 19. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık güvenilir elips alanı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	40
Şekil 20. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık total yol uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	41
Şekil 21. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık horizontal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	41
Şekil 22. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler açık vertikal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	42
Şekil 23. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı güvenilir elips açısı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	42
Şekil 24. Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı horizontal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).	43

- Şekil 25.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında gözler kapalı vertikal sapma değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 43
- Şekil 26.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında çift adım uzunluğu değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 45
- Şekil 27.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında kadans değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 45
- Şekil 28.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında yürüme hızı değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 46
- Şekil 29.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında çift adım süresi değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 46
- Şekil 30.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım uzunluğu (sol) değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 47
- Şekil 31.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım uzunluğu (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 47
- Şekil 32.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım süresi (sol) değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 48
- Şekil 33.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım süresi (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptandı ($p<0,05$). 48
- Şekil 34.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında adım genişliği değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 49
- Şekil 35.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında toplam çift destek fazı değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 49

- Şekil 36.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında ayak rotasyonu (sol) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 50
- Şekil 37.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında ayak rotasyonu (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 50
- Şekil 38.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında basma fazı (sol) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 51
- Şekil 39.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında basma fazı (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 51
- Şekil 40.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında salınım fazı (sol) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 52
- Şekil 41.** Uykusuzluğun 0.saatinde yapılan ilk ölçüm ile uykusuzluğun 24.saatinde yapılan son ölçümlerin karşılaştırılmasında salınım fazı (sağ) değerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). 52

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Çalışma grubunun genel özellikleri.....	35
Tablo 2. Uykusuzluğun 0. ve 24. saatinde yapılan postüral kontrol değerlendirmesine ait parametrelerin karşılaştırılması.	36
Tablo 3. Uykusuzluğun 0. ve 24. saatinde yapılan yürüme analizi değerlendirmesine ait parametrelerin karşılaştırılması.	44
Tablo 4. Postüral kontrol değerlendirmesi parametrelerinin yüzde değişimlerinin cinsiyetler arası karşılaştırması.	53
Tablo 5. Yürüme analizinde yüzde değişimlerin cinsiyetler arası karşılaştırması.	54

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Kırklareli’de doğdum. Lisans eğitimimi 2009 yılında İstanbul Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu’nda, yüksek lisans eğitimimi İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı’nda 2011 yılında tamamladım. 2012 Ocak ayında Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı’nda doktora programına başladım.

Çalışma hayatına Haziran 2009’da İstanbul Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu’nda gönüllü araştırma görevlisi olarak başladım. Temmuz 2012’de Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi’nde öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladım. Halen Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi’nde öğretim görevlisi olarak görev yapmaktayım.

Uluslararası Hakemli Dergi Makaleleri

- 1) Öztürk G, Yaprak M, Gürel EE, Ural K, **Tunçer B**, Öztürk L. Adipobiology of obstructive sleep apnea syndrome. Adipobiology 2014;6:23-29.

EKLER

Ek 1

T.C. TRAKYAÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2015/181	
	PROTOKOL ADI	Uykusuzluğun Postüral Kontrol ve Yürüme Parametreleri Üzerine Etkileri	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 18/01		Tarih:07.10.2015
	Fakültemiz Fiziyojji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK'ün sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Doktora Öğrencisi Berna TUNÇER'in tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.		
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI		Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi	

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Esin KARLIKAYA Başkan Yardımcısı	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ç. Hakan KARADAĞ Üye	Tıbbi Farmakoloji.	T.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Hilmi TOZKIR Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Selma Arzu VARDAR Üye	Fiziyojji	T.Ü.T.F. Fiziyojji A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Salim DÖNMEZ Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Koray ELTER Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Berkan DEMİRAL Üye		T.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Avukat Baki KURNAZ Üye		T.Ü. Rektörlüğü	E	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Nurettin AYDOĞDU
Dekan a.
Dekan Yrd.