

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

**TOTAL UYKU KAYBINDA DİNAMİK GÖRSEL ZAYIFLIK VE
OTOMATİK MOTOR YANITLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZM. ODY. İSA TUNCAY BATUK

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2019**

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

**TOTAL UYKU KAYBINDA DİNAMİK GÖRSEL ZAYIFLIK VE
OTOMATİK MOTOR YANITLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZM. ODY. İSA TUNCAY BATUK

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SONGÜL AKSOY**

**ANKARA
2019**

ONAY SAYFASI

DOKTORA TEZ BAŞLIĞI: TOTAL UYKU KAYBINDA DİNAMİK GÖRSEL ZAYIFLIK VE
OTOMATİK MOTOR YANITLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğrencinin Adı ve Soyadı: İsa Tuncay Batuk

Danışman: Prof. Dr. Songül Aksoy

Bu tez çalışması 26.06.2019 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek	(imza)
	Başkent Üniversitesi KBB Anabilim Dalı	
Üye:	Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu	(imza)
	Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Anabilim Dalı	
Üye:	Doç. Dr. Meral Didem Türkyılmaz	(imza)
	Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Anabilim Dalı	
Üye:	Doç. Dr. Banu Müjdecı	(imza)
	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Odyoloji Anabilim Dalı	
Üye:	Dr. Öğr. Üyesi Ayşe İlksen Çolpak Işıkay	(imza)
	Hacettepe Üniversitesi Nöroloji Anabilim Dalı	

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

22 Temmuz 2019

(imza)
Prof. Dr. Diclehan ORHAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezimin aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

26/6/2019

İsa Tuncay BATUK

¹“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Prof. Dr. Songül AKSOY danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Ody. İsa Tuncay BATUK

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince yardımını esirgemeyen, fikirleri ve bilgisi ile yanımda olan tez danışmanı hocam Prof. Dr. Songül AKSOY'a;

Lisansüstü eğitimim boyunca yaptıkları değerli katkılar ve destekleri için değerli hocalarım Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU, Prof. Dr. Aydan GENÇ, Prof. Dr. Esra YÜCEL, Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI, Dr. Öğr. Üyesi Betül ÇİÇEK ÇINAR ve Dr. Öğr. Üyesi Filiz ASLAN'a;

Çalışmama yaptıkları değerli katkılar için juri başkanı hocam Prof. Dr. Seyra ERBEK'e; Tez İzleme Komitesi üyesi hocalarım Doç. Dr. Banu MÜJDECİ ve Dr. Öğr. Üyesi Ayşe İlksen ÇOLPAK IŞIKAY'a;

Eğitimim süresince her alanda verdikleri destek için başta dönem arkadaşlarım Uzm. Ody. Murat ŞAHİN ve Uzm. Ody. Özlem İÇÖZ olmak üzere Odyoloji Bölümü'ndeki tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma;

Tanıştığımız günden beri beni destekleyen, cesaretlendiren, sevgi ve saygısını esirgemeyen en iyi arkadaşım, hayat arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Merve BATUK'a; ailemize neşe katan canım oğullarım Can BATUK ve Mert BATUK'a; akademik yaşantımızdaki en büyük destekçimiz canım annem Hacer BATUK'a ve ailemin tüm üyelerine;

İçtenlikle derin saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Batuk, İ.T., Total Uyku Kaybında Dinamik Görsel Zayıflık ve Otomatik Motor Yanıtların Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Doktora Tezi, Ankara, 2019. Denge sistemi hareket ile ilişkili en önemli duyuşal sistemdir. Denge sistemi; görsel, somatosensör ve vestibüler sistemden gelen uyarılarla kontrol edilir. Uyku, insanlarda bir günlük süre içerisinde belirli aralıklarla tekrarlanan davranışsal bir durumdur. Değişen dünya ile birlikte kişilerin uyku düzenlerinde değişiklik meydana gelmiştir. Yetişkinlerde yetersiz uyku süresinin genel prevalansı %20 olarak tahmin edilmektedir. Bu çalışma ile total uyku kaybı olan bireylerdeki dinamik görsel zayıflık ve otomatik motor yanıtları değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya 18-36 yaş aralığında sağlıklı 31 genç erişkin dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan tüm bireyler Duyu Organizasyon Testi, Adaptasyon Testi, Statik Görsel Keskinlik Testi, Minimum Algılama Zamanı Testi, Dinamik Görsel Keskinlik Testi ve Bakış Stabilizasyon Testi ile değerlendirilmiştir. Bireylere yapılan tüm testler günlük uyku döngüsünün bozulmadığı normal bir günde (normal durum) ve 24 saatten daha uzun süre total uyku kaybı yaşadığı bir günde (total uyku kaybı durumu) olmak üzere iki farklı zamanda uygulanmıştır. Normal ve total uyku kaybı durumları arasında Duyu Organizasyon Testi değerlendirmesine göre görsel öncelik skoru dışındaki duyu analizi oranlarda ve Minimum Görsel Algılama Zamanı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<,05$). Total uyku kaybı durumunda somatosensör oran, görsel oran ve vestibüler oranın normal duruma göre daha düşük olduğu ve görsel algılama zamanının total uyku kaybı durumunda uzadığı tespit edilmiştir. Duyu Organizasyon Testi Durum 1 skorlarında, Adaptasyon Testi, Bakış Stabilizasyon Testi, Statik ve Dinamik Görsel Keskinlik testlerinde elde edilen değerlerde iki farklı durum arasında anlamlı bir fark elde edilememiştir ($p>,05$). Sonuç olarak total uyku kaybının postüral dengeyi ve görsel algılama zamanını etkilediği, postüral adaptasyon ve dinamik görsel performansları azaltmasına rağmen önemli derecede etkilemediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: total uyku kaybı, postüral denge, duyu organizasyon testi, dinamik görsel keskinlik, görsel algılama zamanı

ABSTRACT

Batuk. İ.T., Evaluation of the Dynamic Visual Weakness and Automatic Motor Response in Total Sleep Loss, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Doctorate Thesis in Audiology and Speech Pathology, Ankara, 2019.

The balance system is the most important sensory system associated with the movement. Balance is controlled by the stimuli delivered from visual, somatosensorial, and vestibular systems. Sleep is a behavioral condition in humans that is repeated at regular intervals over a period of one day. Along with the changing of the world, there has been a change in the sleep patterns of the people. The overall prevalence of inadequate sleep in adults is estimated at 20%. The aim of the present study was to evaluate the dynamic visual weakness and automatic motor responses in subjects with total sleep loss. Thirty-one healthy young adults between the ages of 18-36 years were included in this study. All subjects were evaluated with Sensory Organization Test (SOT), Adaptation Test, Static Visual Acuity Test, Minimum Perception Time Test, Dynamic Visual Acuity Test and Gaze Stabilization Test. All tests were performed on a normal day (normal state) in which the daily sleep cycle was not disturbed, and on a day when total sleep loss was more than 24 hours (total sleep loss state). A statistically significant difference was found between the normal and the total sleep loss states in sensory analysis ratios except visual preference score in SOT and Minimum Visual Perception Time values ($p < .05$). It was found that somatosensor ratio, visual ratio and vestibular ratio were lower and visual perception time was prolonged in case of total sleep loss. No significant difference was found between two different states in the values obtained in SOT Condition 1 scores, Adaptation Test, Gaze Stabilization Test, Static and Dynamic Visual Acuity Test ($p > .05$). As a result, it was determined that total sleep loss affects postural balance and visual perception time, but does not significantly affect postural adaptation and dynamic visual performances.

Key words: total sleep loss, postural balance, sensory organization test, dynamic visual acuity, visual perception time

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET BEYANI	iv
BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Denge Sistemi Anatomisi	3
2.1.1. Periferel Vestibüler Duyusal Aparatlar	4
2.2. Denge Sistemi Fizyolojisi	5
2.2.1. Semisirküler Kanallar	5
2.2.2. Otolit Organlar	6
2.2.3. Vestibüler Girdinin Santral İşlemlenmesi	7
2.2.4. Denge Sistemini Kontrol Eden Refleks Mekanizmalar	7
2.3. Denge Sistemi ve Görme Sistemi İlişkisi	8
2.3.1. Vestibülo Oküler Refleks	10
2.3.2. Optokinetik Sistem	12
2.3.3. Sakkadik Sistem	13
2.3.4. Smooth Pursuit	14
2.3.5. Görsel Fiksasyon	15
2.4. Görme Keskinliği ve Sistemi	16
2.5. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi	18
2.5.1. Duyu Organizasyon Testi	18
2.5.2. Adaptasyon Testi	20

2.5.3. Statik Görsel Keskinlik Testi	20
2.5.4. Minimum Algılama Zamanı Testi	21
2.5.5. Dinamik Görsel Keskinlik Testi	21
2.5.6. Bakış Stabilizasyonu Testi	21
2.6. Uyku	22
2.7. Total Uyku Kaybı ve Etkileri	23
2.8. Total Uyku Kaybı ve Denge Sistemi İlişkisi	28
3. BİREYLER ve YÖNTEM	29
3.1. Araştırmanın Türü	29
3.2. Araştırmanın Örneklemi	29
3.2.1 Katılımcıların Belirlenmesi	29
3.2.2. Araştırmaya Dahil Etme ve Dışlanma Kriterleri	30
3.3. Yöntem	31
3.3.1. Duyu Organizasyon Testi	32
3.3.2. Adaptasyon Testi	33
3.3.3. Statik Görsel Keskinlik Testi	33
3.3.4. Minimum Algılama Zamanı Testi	33
3.3.5. Dinamik Görsel Keskinlik Testi	34
3.3.6. Bakış Stabilizasyonu Testi	36
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	36
4. BULGULAR	38
4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri	38
4.2. Duyu Organizasyon Testi Bulguları	38
4.3. Adaptasyon Testi Bulguları	41
4.4. Statik Görsel Keskinlik Bulguları	43
4.5. Minimum Algılama Zamanı Testi Bulguları	43
4.6. Dinamik Görsel Keskinlik Testi Bulguları	43
4.7. Bakış Stabilizasyonu Testi Bulguları	45

5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	63
7. KAYNAKLAR	65
8. EKLER	
EK-1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni	
EK-2. Tez Orijinallik Raporu Ekran Görüntüsü	
EK-3. Tez Orijinallik Raporu Dijital Makbuzu	
9. ÖZGEÇMİŞ	



SİMGELER ve KISALTMALAR

BD: Birleşik Denge

BDP: Bilgisayarlı Dinamik Postürografi

BST: Bakış Stabilizasyon testi

DGK: Dinamik Görsel Keskinlik

DOT: Duyu Organizasyon Testi

EEG: Ensefalografi

p: p değeri

PREF: Görsel Öncelik Skoru

SKR: Serviko Kolik Refleks

SOM: Somatosensör Oran

SOR: Serviko Oküler Refleks

SS: Standart Sapma

SSR: Serviko Spinal Refleks

VEST: Vestibüler Oran

VIS: Görsel Oran

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

VKR: Vestibülo Kolik Refleks

VOR: Vestibülo Oküler Refleks

VSR: Vestibülo Spinal Refleks

X: Aritmetik Ortalama

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Vestibüler sistem modeli	3
2.2. Kemik ve membranöz labirent	4
2.3. Tüy hücresi çalışma mekanizması	5
2.4. Semisirküler kanal sistemi	6
2.5. Otoloit organlar	6
2.6. Açısal vor sistemi	11
2.7. Doğrusal vor sistemi	12
2.8. Smooth pursuit göz takibi	15
2.9. Optotip örneği	16
2.10. Duyu organizasyon testinde değerlendirme yapılan durumlar	19
3.1. Bilgisayarlı dinamik postürografi	31
3.2. Ayak yerleştirme şeması	32
3.3. Ekranda optotip görünümü	33
3.4. Baş sensörü ve yerleşimi	34
3.5. Dinamik görsel keskinlik testi uygulaması	35
3.6. Baş hızının doğru sürdürülmesini sağlamak için kullanılan <i>invision</i> sistemi	35
3.7a. Doğru açı ve doğru baş hızı sağlanmadığında; uyarı yazısı ekran görüntüsü	36
3.7b. Doğru açı ve doğru baş hızı sağlandığında; görsel geri bildirim ekran görüntüsü	36
4.1. Normal ve total uyku kaybı durumlarında dot grafiği	39
4.2. Normal ve total uyku kaybı durumlarında dot duyu analizi grafiği	40

- 4.3a.** *Toes up* testi: reaksiyon zamanı normal sınırlarda elde edilen denemelerin iki farklı durum için dağılımı 42
- 4.3b.** *Toes down* testi: reaksiyon zamanı normal sınırlarda elde edilen denemelerin iki farklı durum için dağılımı 42



TABLULAR

Tablo	Sayfa
2.1. Göz hareketleri ve görevleri	9
2.2. Uzaklık ve açı değerlerine göre logmar sistemi	17
3.1. Bireylerin demografik bilgileri	30
4.1. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda dot bulguları	39
4.2. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda dot duyu analizi bulguları	40
4.3. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda adaptasyon testi bulguları	41
4.4. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda statik görsel keskinlik testi bulguları	43
4.5. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda minimum algılama zamanı testi bulguları	43
4.6. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda dinamik görsel keskinlik testi bulguları	44
4.7. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda dinamik görsel keskinlik baş hızı bulguları	45
4.8. Normal durum ve total uyku kaybı durumunda bakış stabilizasyonu testi bulguları	45



1. GİRİŞ

İnsanlarda bir günlük süre içerisinde belirli aralıklarla tekrarlanan uyku, azalan motor aktivitesi ve artan uyarılma eşiği ile karakterize olan davranışsal bir durumdur (1). Uyku insanlarda tıpkı beslenme gibi hayati bir işleve hizmet eder. Uykunun tüm hayvan türlerinde korunuyor olması bu durumun önemli bir göstergesidir (2). Literatürdeki uyku ve total uyku kaybı çalışmaları uyku fonksiyonlarının hücrel ve endokrin sistem seviyelerinde iyileşme ile enerjinin korunması, ekolojik adaptasyon, öğrenme ve sinaptik plastisite gibi çok önemli görevleri olduğunu göstermektedir (3). Total uyku kaybı; öğrenme, kognitif performans ve reaksiyon zamanını olumsuz etkimekle birlikte, insan hatasına bağlı oluşan kaza riskini de artırmaktadır (2, 4). Yetişkinlerde yetersiz uyku süresinin genel prevalansı %20 olarak tahmin edilmektedir (4, 5). Uyku yoksunluğu; gün içerisinde uyku eğilimini arttırdığı ve uyanık durumdaki davranışsal fonksiyonlarda dengesizliğe neden olduğu için kognitif performansı bozar ve bu nedenle sosyal, finansal ve sağlık ile ilgili maliyetle ilişkilendirilmektedir (5).

Uykusuzluk; uyku azalması, uyku bölünmesi ve total uyku kaybı ya da uyku yoksunluğu olarak sınıflandırılmıştır. Bireyin normalden geç yatması ya da normalden erken kalkması nedeniyle normal uyku süresinden az uyuması uyku azalması, gece herhangi bir nedenden dolayı tam olarak uyanıp tekrar uyuması uyku bölünmesi, tüm gece hiç uyumaması ise total uyku kaybı ya da uyku yoksunluğu olarak değerlendirilmektedir (6).

Denge sistemi; hareket ile ilişkili en önemli duyuşal sistemdir (7). Üç boyutlu sistemde oluşabilecek her pozisyon ve açıdaki baş ve gövde hareketini algılayan denge sistemi oluşan yeni duruma bir cevap oluşturur ve bu şekilde dengenin devamlılığı sağlanır. Vestibülo Oküler Refleks (VOR) günlük yaşamda meydana gelen baş hareketleri sırasında pürüzsüz görmeyi devam ettiren en önemli refleks mekanizmadır (8).

Görsel Keskinlik, görsel olarak küçük farklılıkları ayırt etme yeteneğidir. Dinamik Görsel Keskinlik ise baş sabitken hareket eden bir görüntünün, baş hareketli iken sabit duran bir görüntünün ya da hem başın hem görüntünün hareket halinde olduğu durumda oluşan görsel farklılıkların ayırt edilme yeteneğidir. Vestibüler sistem bozukluklarında Statik Görsel Keskinlik değerlerinde bir değişiklik gözlenmezken

Dinamik Görsel Keskinlik değerinde VOR fonksiyonundaki kayıp nedeniyle patoloji tarafına doğru olan hareket sırasında elde edilen değerde bir artış gözlemlendiği ve dinamik görsel keskinliğin patoloji tarafında azaldığı bilinmektedir (9-11).

Literatürde total uyku kaybı sonrasında vücut sistemlerinde meydana gelen değişimler ile ilgili birçok çalışma bulunmasına rağmen vestibüler sistemin etkilenimini gösteren çok az çalışma vardır. Çalışmamızda 24 saat ve/veya daha uzun süre total uyku kaybına maruz kalmış katılımcıların vestibüler sistemleri; Duyu Organizasyon Testi, Adaptasyon Testi, Statik Görsel Keskinlik Testi, Minimum Algılama Zamanı Testi, Dinamik Görsel Keskinlik Testi ve Bakış Stabilizasyon Testi ile değerlendirilmiştir.

Hipotezler;

H0: Total uyku kaybının postüral denge üzerinde etkisi yoktur.

H1: Total uyku kaybının postüral denge üzerinde etkisi vardır.

H0: Total uyku kaybının statik görsel keskinlik üzerinde etkisi yoktur.

H2: Total uyku kaybının statik görsel keskinlik üzerinde etkisi vardır.

H0: Total uyku kaybının görsel algılama zamanı üzerine etkisi yoktur.

H3: Total uyku kaybının görsel algılama zamanı üzerine etkisi vardır.

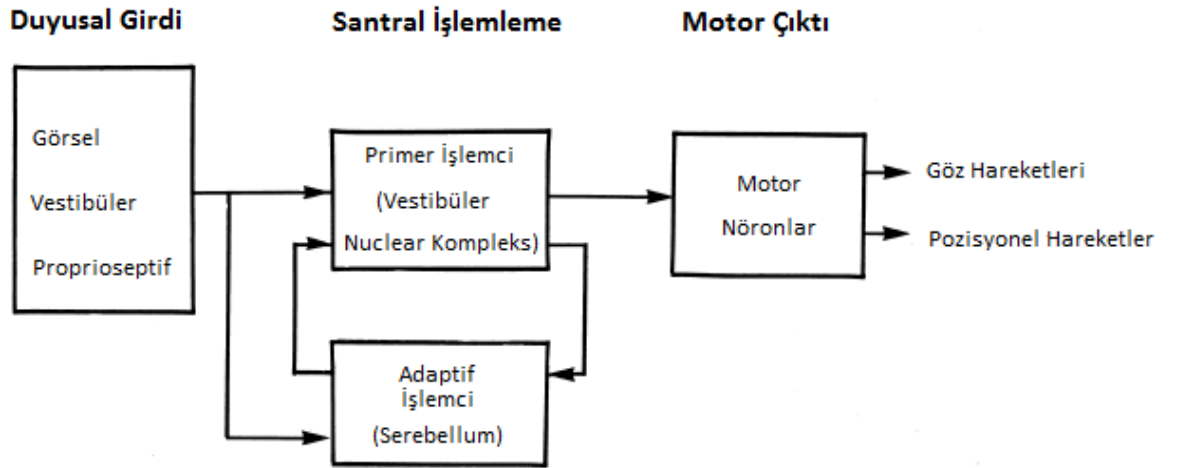
H0: Total uyku kaybının dinamik görsel parametreler üzerine etkisi yoktur.

H4: Total uyku kaybının dinamik görsel parametreler üzerine etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Denge Sistemi Anatomisi

İnsan vestibüler sistemi üç temel komponentten oluşur. Bunlar; periferel vestibüler duyuşal aparatlar, santral işlemlci ve motor çıktı mekanizmasıdır. Periferel duyuşal aparatlar santral sinir sistemine başın açısal ve doğrusal hareketlerinin bilgisini gönderen hareket sensörlerinden oluşur. Santral sinir sistemi, bu bilgilerle görsel ve proprioseptif sistemden gelen bilgileri birleştirerek baş ve vücut oryantasyonunu sağlar. Santral vestibüler sistemin çıktıları Vestibülo Oküler Refleks (VOR), Vestibülo Spinal Refleks (VSR) ve Vestibülo Kolik Refleks (VKR) mekanizmalar yardımıyla oküler kaslara ve spinal korda gider (Şekil 2.1). VOR, baş hareket halinde iken göz hareketlerini devreye sokarak pürüzsüz şekilde görmeyi sağlar. VKR, boyun kas sistemi aracılığı ile başın sabitlenmesinde görevlidir. VSR, baş ve postüral stabiliteyi korumak amacıyla kompansatuar vücut hareketleri ortaya çıkarır ve bu sayede düşmeleri engeller. Bu üç refleks mekanizma santral sinir sistemi ile kontrol edilir, gerek olduğu durumda serebellum ile tekrar düzenlenebilir. Bu düzenleme daha yavaş ama daha kapsamlı olan üst kortikal işlemlcilerle yapılır (12).

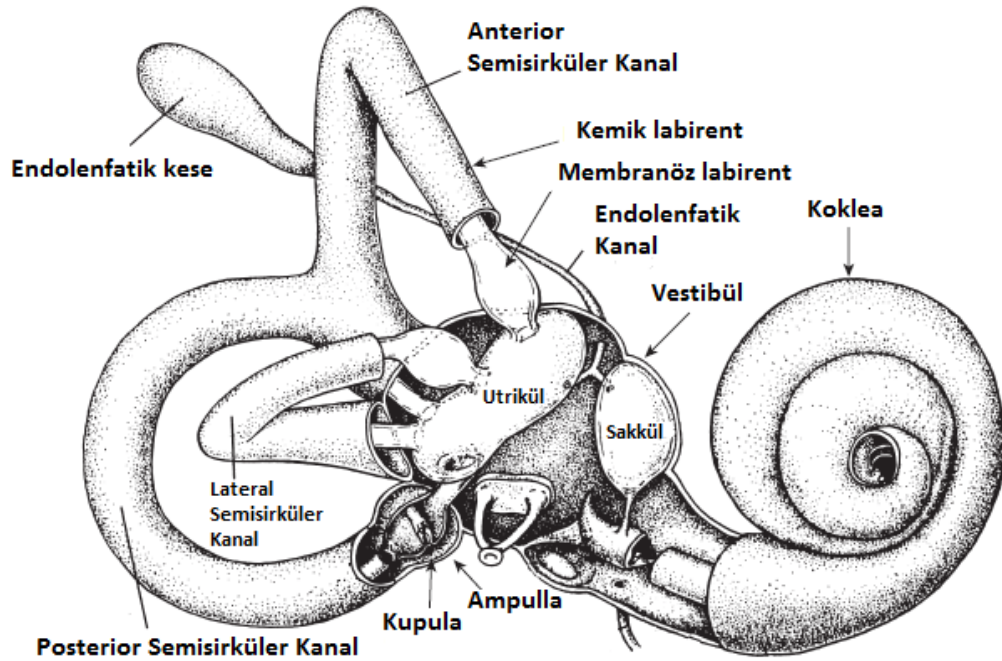


Şekil 2.1. Vestibüler Sistem Modeli (12)

2.1.1. Periferik Vestibüler Duyusal Aparatlar

Periferik vestibüler sistem kemik ve membranöz labirent ile birlikte hareket sensörleri olan tüy hücrelerinden oluşur. Periferik vestibüler sistem iç kulakta kemik labirentin içerisinde bulunur (Şekil 2.2).

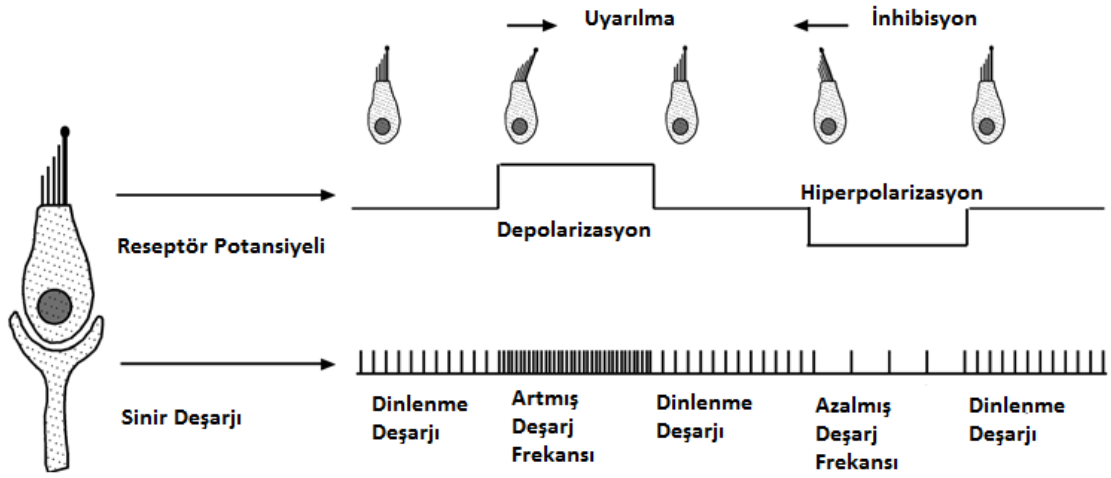
Kemik labirenti üç semisirküler kanal, koklea ve vestibül adı verilen santral boşluk oluşturur. Kemik labirentin içi perilenfatik sıvı ile doludur. Perilenfatik sıvı kimyasal olarak serebrospinal sıvı ile aynı özelliktedir (Yüksek Na:K oranı). Perilenfatik sıvı koklear aquaduct vasıtasıyla serebrospinal sıvı ile ilişkilidir. Bu ilişki sebebiyle spinal sıvı basıncını etkileyen herhangi bir durum iç kulak fonksiyonunu da etkileyebilir (12, 13).



Şekil 2.2. Kemik ve Membranöz Labirent (12)

Membranöz labirent, perilenfatik sıvı ve destekleyici konnektif dokular ile kemik labirentin içerisinde asılı olarak durur. Üç adet semisirküler kanal ile utrikül ve sakkül olarak isimlendirilen iki adet otolit organından oluşur. Semisirküler kanalların sensör hücrelerinin bulunduğu bölge ampulla, otolit organlarının sensör hücrelerinin bulunduğu bölge ise makula olarak adlandırılır. Membranöz labirentin içi endolenfatik sıvı ile doludur. Endolenfatik sıvı perilenfatik sıvının aksine elektrolit bileşimine benzerdir (Yüksek K:Na oranı). Normal şartlar altında endolenfatik ve perilenfatik

kompartmanlar arasında direk bir ilişki yoktur (12, 13). Tüy hücresi çalışma mekanizması Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Tüy Hücresi Çalışma Mekanizması (14)

2.2. Denge Sistemi Fizyolojisi

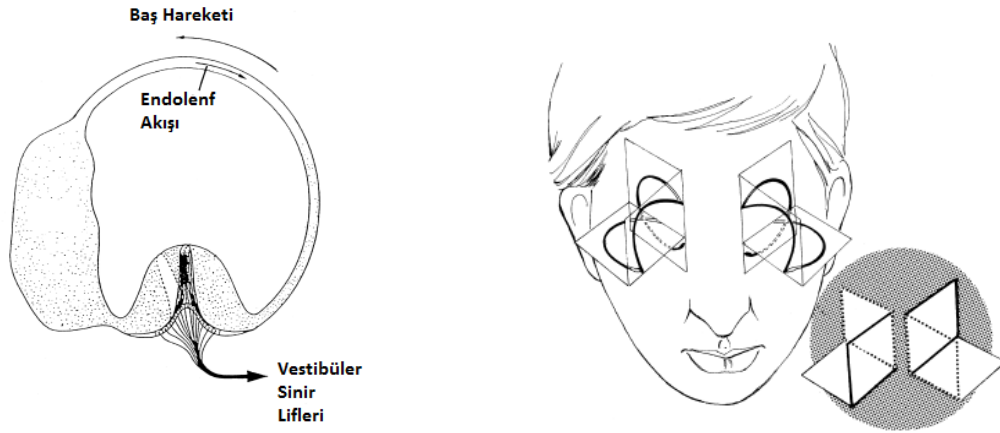
Tüy hücreleri baş hareketi ile oluşan mekanik enerjiyi nöral deşarjlara dönüştürerek beyinsapı ve serebellumun ilgili bölgelerine iletir. Semisirküler kanallar uzamsal üç düzlemi simgeleyecek şekilde birbirine dik olarak yerleşmiş üç adet yarım dairelik kanaldan oluşur ve buldukları düzlemdeki rotasyonel hareketleri algılar. Otolit organlar ise düzlemler içerisinde meydana gelen doğrusal hareketlere duyarlıdır. Semisirküler kanallar ve otolit organların bu özellikleri sayesinde üç boyutlu düzlemde meydana gelen her tür baş hareketi vestibüler sistemde algılanır ve vestibüler refleks mekanizmalar yardımıyla görsel ve somatosensör sistem bilgileri ile birleştirilir (14).

2.2.1. Semisirküler Kanallar

Semisirküler kanallar başın açısal hızlanması ile ilgili duyuşal girdiyi sağlayarak VOR mekanizması ile birlikte başın hareketi ile eşleşen bir göz hareketi oluştururlar. Beklenen sonuç baş hareket halinde iken bile pürüzsüz görüşün sağlanabilmesidir. Nöral ateşleme mekanizması baş hareketinin hızına, derecesine ve frekansına orantılı olarak çalışır (12, 14-16).

Semisirküler kanal sisteminin yerleşiminde üç önemli uzamsal düzen vardır. Birincisi, her üç kanal uzamsal üç boyutu temsil edecek şekilde birbirlerine dik olarak konumlanmıştır. İkincisi, her iki kulaktaki toplam altı semisirküler kanal aynı düzlemde olan üç ayrı çift şeklinde yerleşiktir. Bu üç eş düzlemlili çiftler; sağ ve sol lateral kanallar, sağ anterior ile sol posterior kanallar ve sağ posterior ile sol anterior

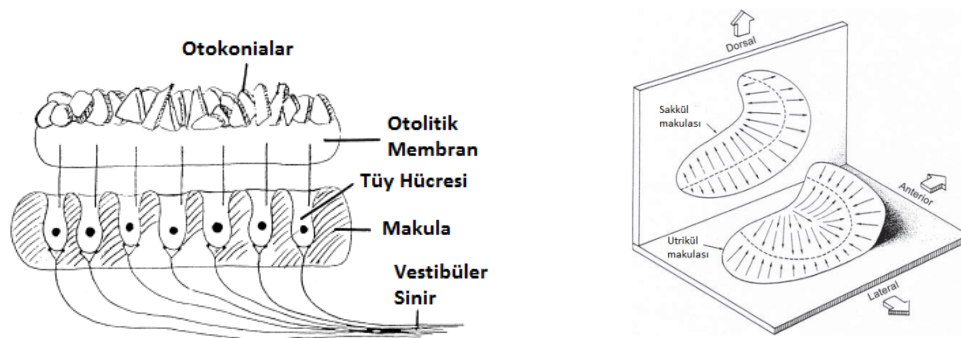
kanallardır (Şekil 2.4). Üçüncü olarak da kanalların düzlemleri ekstraoküler kasların düzlemleri ile yakın ilişkide çalışır (12, 14, 16, 17).



Şekil 2.4. Semisirküler Kanal Sistemi (12)

2.2.2. Otolit Organlar

Otolit organlardaki duyu hücreler doğrusal hızlanma ile ilişkilidir. Anatomik pozisyonda üç farklı doğrusal hareket üç farklı düzlemde bulunmaktadır. Öne-arkaya, sağa-sola ve yukarı-aşağı doğrusal hareketler, otolitik membrandaki otokonyaların kütle etkisi ile algılanır. Hareketsiz durumda hızlanma ile artan kuvvet kütleyle eşittir. İlgili düzlemlerde doğrusal hareket meydana geldiğinde otokonyalar daha büyük bir kütle etkisi oluşturur ve bu sayede duyu hücreler hareketi algılar (Şekil 2.5). Sistem bir bütün olarak düşünüldüğünde, üç boyutlu sistemde meydana gelen herhangi bir hareket bütünü aynı anda meydana gelseler bile algılanarak santral sinir sistemine ulaştırılır (12, 14, 18).



Şekil 2.5. Otolit organlar (12, 14)

2.2.3. Vestibüler Girdinin Santral İşlenmesi

Vestibüler uyarının birinci afferentten sonra iki önemli hedef noktası vardır. Bunlar, vestibüler nukleus ve serebellumdur. Vestibüler nukleus vestibüler uyarının birinci işlemcisi olarak çalışır ve afferent bilgi ile motor nöronlar arasındaki hızlı bağlantıyı doğrudan sağlar. Serebellum ise adaptif işlemci olarak çalışır, vestibüler performansı denetler ve gerek olursa santral vestibüler işleme yeniden düzenler. Her iki lokasyonda da vestibüler duyuşal uyarılar, somatosensör ve vizüel uyarılar ile birlikte hareket eder (18).

2.2.4. Denge Sistemini Kontrol Eden Refleks Mekanizmalar

Denge sistemi; vestibüler, servikal, vizüel ve somatosensör reflekslerin uyumlu bir şekilde çalışması ile kontrol edilir. Bu mekanizmalardan gelen bilgiler üst merkezlerde birleştirilerek kişilerin karmaşık görsel görüntü ve karmaşık hareket paternlerine uygun yanıt oluşturulur (12, 17).

Vestibülo Oküler Refleks (VOR), Vestibülo Spinal Refleks (VSR) ve Vestibülo Kolik Refleks(VKR) vestibüler refleks mekanizmalardır. VOR, baş hareketi sırasında sabit şekilde görmeyi sağlar. Bu refleksin iki komponenti vardır. Açısız VOR, semisirküler kanallar aracılığıyla oluşturulur ve rotasyonel hareketleri kompanse eder. Lineer VOR ise, otolit organlar aracılığıyla oluşturulur ve yer değiştirmeleri kompanse eder. VSR mekanizmasının amacı vücut stabilizasyonu sağlamaktır. VSR zamanlamayı (statik ve dinamik tonik refleks) ve duyuşal girdiyi (semisirküler kanallar ve otolit organlar) içeren birkaç mekanizmanın birlikte çalışmasıyla ortaya çıkar. VKR baş stabilizasyonunu sağlamak için boyun kaslarını kontrol eden refleks mekanizmadır (12, 17).

Serviko Oküler Refleks (SOR), Serviko Spinal Refleks (SSR) ve Serviko Kolik Refleks (SKR) servikal refleks mekanizmalardır. SOR mekanizması VOR ile birlikte çalışır. SOR boyun proprioseptörlerinden gelen uyarılar sonucu oluşturduğu göz hareketleri ile gerekli durumlarda VOR mekanizmasını destekler. Normalde SOR mekanizmasının kazancı oldukça düşüktür. Vestibüler mekanizmada problem olduğu durumda devreye girer. SSR mekanizması boynun afferent aktivitesi sonucu bacak pozisyonunda meydana gelebilecek değişimleri tanımlar. Bu mekanizma da gerekli durumlarda VSR'i destekleyecek nitelikte çalışır. SKR mekanizması, başın gövde

üzerinde sabitlenmesinde görevlidir. Birincil görevi başı vertikal düzlemde tutmak olduğu düşünülmektedir. Labirent kaybında devreye girebileceği düşünülür (12, 17).

2.3. Denge Sistemi ve Görme Sistemi İlişkisi

Denge sistemi; hareket ile ilişkili en önemli duyuşal sistemdir (7). Boşluktaki her pozisyon ve açıdaki baş ve gövde hareketini ve ivmelenmeleri özel duyu alıcıları ile algılayarak kişinin hareket ile oluşturduğu yeni duruma bir cevap oluşturur ve dengenin sürekliliğini sağlar. Kişinin yer değiştirmesi ya da hızlı baş hareketleri sırasında algılanan görsel görüntü de sürekli kayma eğiliminde olur. Benzer şekilde kişi sabitken etrafında hareket eden bir nesne ya da tüm görüntünün hareket etme durumu söz konusu olduğunda karmaşık görsel uyarılar ile karşılaşır. Tüm bu karmaşık bilgiler farklı sistemlerden beyindeki üst merkezlere ulaştırılır ve birleştirilerek güvenli hareketler oluşturabilmek üzere kullanılır (8).

Görüntünün en pürüzsüz halini sağlamak için, görüntünün sadece retinada sabitlenmesi yeterli değildir, fotoreseptör yoğunluğunun en yüksek olduğu foveanın merkezine en yakın pozisyonda olması da önemlidir. Görsel keskinlik foveadan retinanın periferik kısımlarına doğru gidildikçe adım adım azalır. Örneğin foveanın merkezinden 2 derece sapmış bir nesne görüntüsünün görsel keskinliği % 50 oranında azalır. En iyi görüntü için nesnenin görüntüsünün fovea merkezinin 0.5 derece çevresinde konumlanması uygundur. Bu sayede çevrenin görsel olarak taranması sırasında fovea ilgilenilen nesneye sabitlenebilir (8).

İlgilenilen nesne foveal bölgede olduğunda bile ani ya da yüksek frekanslı olarak hareket mevcutsa net görüntü sağlanamayabilir. Eğer çevrenin görüntüsü hareket eden nesnelere olduğu gibi retinada yapay olarak sabitlenirse görüntü bulanıklaşır, çünkü görsel sistem de diğer duyu sistemleri gibi sürekli uyarılara daha uygun yanıt oluşturur. Bu sebeple yüksek görsel keskinliği sağlamak için küçük göz hareketleri yapılır. Görüntü için en ciddi tehdit görüntünün retina üzerinde aşırı şekilde hareket etmesidir. Retinada sabitlenen görüntünün hareketinin miktarına göre görüntünün algılanabilirliği değişebilir. Bu durum görüntünün uzamsal frekansına göre değişir. Geleneksel görsel keskinlik testlerinde kullanılan Snellen tablosundaki şekiller gibi yüksek uzamsal frekansı olan nesnelere (sert geçişli keskin köşeli) algılayabilmek için retinada sabitlenen görüntünün hareketinin 5 derece/saniye

sınırından düşük olması gerekir. Bu sınırın üzerindeki hızlarda görsel keskinlik logaritmik olarak azalır ve osilopsi algılanır (8, 15).

Klinik olarak patolojik nistagmus veya baş hareketi sırasında retinanın görüntüyü sabitleyememesi gibi göz küresinin aşırı hareketinde retinada aşırı görüntü hareketi oluşur. Her iki durumda da hastalar bulanık görme ve osilopsiden yakınrlar (15).

Evrimsel süreçte pürüzsüz görüntü için en önemli tehdit yer değiştirme ile oluşan baş hareketidir. Gözlerimiz başımızda konumlandığı için gözlerin kendi hareketi olmasaydı her türlü vücut hareketinde retinadaki görüntüde kayma meydana gelirdi. Bu durumda da algıladığımız görüntü bulanıklaşır ve nesnelere odaklanabilme becerimiz azalır. Ancak görüntünün baş hareketi sırasında retinada genel olarak ve foveada kısmi olarak sabitlenmesi iki farklı mekanizma ile sağlanır. Birincisi başın açışal hızlanmasına duyarlı labirintin mekanoreseptörlerine bağlı olan vestibülo-oküler reflektir. İkincisi ise beynin retinadaki görüntünün hareketini belirleyebilme yeteneğine bağlı olan görsel sisteme bağlı reflekslerdir (optokinetik refleks, smooth pursuit takip, sakkadlar ve görsel fiksasyon) Göz hareketleri ve görevleri Tablo 2.1’de verilmiştir. Bu bakış sabitleme reflekslerinin hepsi birlikte çalışır ve baş her hareket ettiğinde hedef foveada sabitlenir (8).

Tablo 2.1. Göz hareketleri ve görevleri

Göz hareketleri	Görevi
Vestibüler	Küçük baş hareketleri sırasında görüntüyü retinada sabitler
Görsel fiksasyon	Sabit bir nesnenin görüntüsünü foveada sabitler
Optokinetik	Devam eden baş rotasyonu sırasında görüntüyü retinada sabitler
Smooth Pursuit	Lineer şekilde hareket eden kısa hedeflerde görüntüyü sabitler Optokinetik yanıtlarla birlikte devam eden baş rotasyonunda bakış stabilizasyonuna yardım eder
Nistagmusun hızlı fazı	Rotasyonel ya da doğrusal olarak oluşan bakış görüntüsü sırasında göz görüntüsünü sıfırlar
Sakkad	İlgilenilen nesnenin görüntüsünü foveaya getirir

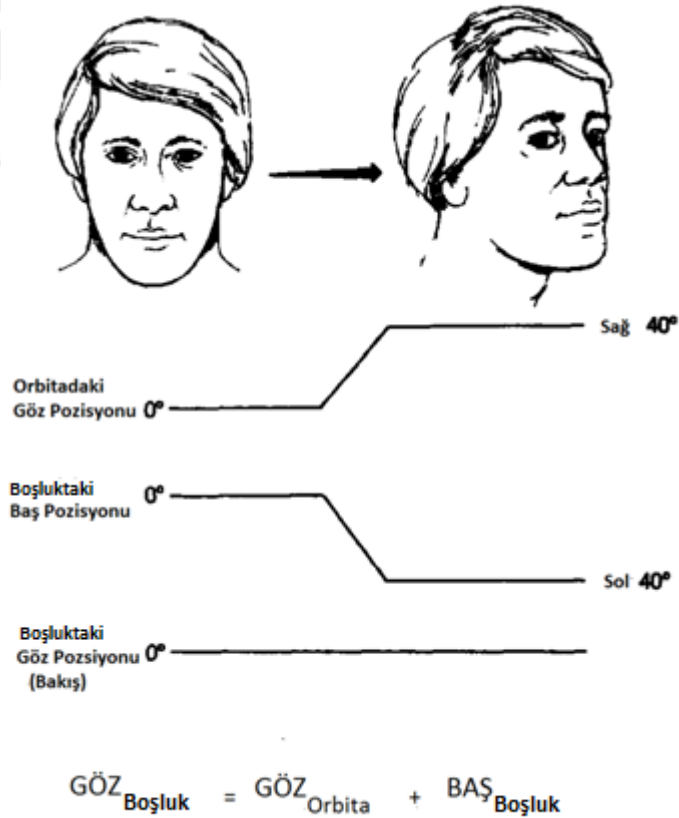
2.3.1. Vestibülo Oküler Refleks

Vestibüler sistem bakışı sabitler ve özellikle günlük yaşamda meydana gelen baş hareketleri sırasında pürüzsüz görmeyi devam ettirir. Vestibüler göz hareketleri vizüel sisteme bağlı göz hareketlerine göre çok daha hızlıdır. Açısal vestibülo oküler refleksin baş hareketini kompanse etmek için oluşturduğu göz hareketi latansı 15 msn'den daha kısa iken vizüel sisteme bağlı göz hareketi latansı 70 msn'den daha fazladır. Bu fark kişi hareket halinde iken önemli bir durum oluşturur çünkü her adımda 0.5 -5 Hz aralığında baş salınımı oluşur (8). Bu durum labirintin kaybı olan hastalarda görülen hareket halinde yol tabelalarını okuyamama şikayetine klinik olarak kanıt oluşturur. VOR, vizüel sisteme bağlı göz hareketlerinden bağımsız olsa da beyin baş hareket halinde iken görmedeki pürüzsüzlüğü değerlendirerek performansı sürekli takip eder. Bu yüzden uygun büyüklükteki göz hareketi VOR sayesinde oluşturulur ve dünyanın retinadaki görüntüsü göz hareketinin açısı ile sabitlenir. Eğer bu durum gerçekleşmezse optimal görsel motor performans, VOR performansının geçirdiği adaptif değişimler sonucu sağlanır (17).

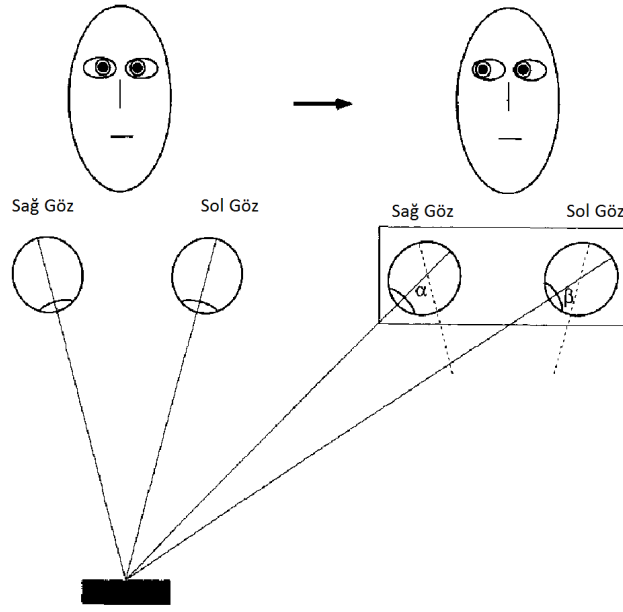
Vestibüler sistem açısal ve doğrusal baş hareketlerine cevap oluşturabilir. Açısal VOR sistemi semisirküler kanallara bağlı olarak çalışır. Normal şartlar altında semisirküler kanallar birlikte çalışarak herhangi bir kanaldaki açısal hareketi algılar. Ancak herhangi bir taraftaki tek bir semisirküler kanalın çalışması bozulursa o kanalın açısı yönünde bir spontan göz hareketleri (nistagmus) oluşabilir. Bu durum, semisirküler kanallar ile harekete geçirdiği ekstraoküler kasların evrimsel ilişkisini yansıtır. Vestibülo-oküler kontrolün anatomik ve fizyolojik temellerinin tam olarak anlaşılması farklı vestibüler sistem bozukluklarında oluşan farklı paternlerdeki nistagmusun yorumlanmasına yardımcı olmuştur (8, 12, 13, 17).

Gözler göz çukurunda yerleşik olmalarına rağmen başın rotasyonu sırasında sürekli olarak merkez noktada bulunmazlar ve baş rotasyonu sırasında ters tarafa doğru yer değiştirirler. Uzak mesafedeki bir cisme bakarken yapılan baş rotasyonu sırasında gözlerin pozisyonu çok değişmediğinden dolayı rotasyonel VOR sisteminin özelliklerine uyum sağlamasına gerek olmaz. Ancak yakın mesafedeki bir hedefe bakarken yapılan baş rotasyonu sırasında gözün yer değiştirmesinin başın rotasyonuna eşitlemek için beyin, gözün rotasyon hareketini artırır. Sonuç olarak her iki durumda da görüntü foveada sabitlenmiş olur (8).

Doğrusal VOR sistemi otolit organlara bağlı olarak çalışır. Doğrusal VOR sisteminin gözleri frontal bölgeye yerleşik olan ve fovea bölgesi çukur olan türlerde tam olarak geliştiği ve insanlarda ayakta dik duruş ve adım alma becerileriyle uygun özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Doğrusal VOR sisteminin geometrisi açısız VOR sistemine göre değişiklik göstermektedir. Açısız VOR sistemi baş rotasyonu sırasında hem uzak hem yakın cismin görüntüsünü foveada sabitlemeyi hedefler (Şekil 2.6). Diğer taraftan doğrusal VOR sistemi doğrusal hareket sırasında sadece yakındaki cisimlerin hareketi ile ilişkilidir. Doğrusal VOR sistemi aynı zamanda açısız VOR sistemi gibi görüntüyü foveada tam olarak sabitlemez. Doğrusal VOR sisteminin retina görüntülerini sabit tutmaması bir bulmaca gibi görünebilir (Şekil 2.7). Ancak refleksin amacı, uzaktaki durağan görüntüye göre yakın hedefin retina görüntüsündeki hareketini nispeten en aza indirecek şekilde kavramsallaştırıldığında anlaşılır. Bu şekilde çalışan bir strateji, çevrede gezinirken nesnelerin yerlerini tahmin etmek için görsel koşulları optimal seviyeye çıkarır (8, 12, 13, 17).



Şekil 2.6. Açısız VOR Sistemi (8)



Şekil 2.7. Doğrusal VOR sistemi (8)

2.3.2. Optokinetik Sistem

Semisirküler kanallar geçici baş rotasyonuna güvenilir şekilde cevap oluşturabilmelerine rağmen, sabit şiddetli baş rotasyonuna oluşturdukları yanıt kanallarının mekanik özelliklerinden dolayı giderek azalır. Eğer bir kişi karanlıkta sabit bir hızda döndürülürse, başlangıçta telafi edici olan vestibüler nistagmusun yavaş fazları giderek azalır ve yaklaşık 45 saniye sonra gözler sabitletir. Sürekli devam eden bir rotasyon doğal olarak bir takip oluşturur, belirli bir zaman sonra azalan vestibüler yanıtlar retina görüntüsünün bozulmasına neden olur. Bu nedenle düşük vestibüler cevabı desteklemek ve retina görüntülerini dengelemek için başka yollara ihtiyaç vardır. Vizüel sisteme bağlı göz hareketleri tam olarak bu fonksiyona hizmet eder (8, 19, 20).

Sürekli rotasyonlar sırasında labirentten gelen sinyal azaldıkça, telafi edici yavaş faz göz hareketlerinin görevini vizüel sisteme bağlı göz hareketleri sürdürür. Optokinetik nistagmus, çevrenin hareketli görüntüsüne yanıt oluşturan ve çevre görüntüsünü retinada sabitleyen refleksif bir göz hareketidir. Optokinetik sistem ile hareket eden çevre görüntüsü ya da kişinin sabit hızdaki hareketleri sırasında oluşan optik kaymalar en az seviyeye iner (8, 19-21).

2.3.3. Sakkadik Sistem

Görüş hattımızı hızla yönlendirmemizi sağlayan sakkadlar en hızlı göz hareketidir. Hızlı faz, istemli, refleksif, ekspres ve spontan sakkadlar olmak üzere beş alt başlıkta incelenir. Çalışmamızla ilgili olan hızlı faz ve istemli sakkadlar aşağıda tanımlanmıştır:

- **Hızlı faz Sakkadlar**

Baş hareketlerinin çoğu kısadır ve bakışların dengesini korumak için sadece küçük kompensatuar göz hareketleri gerektirir. Herhangi bir sürekli baş rotasyonu, gözleri artık uygun hareketler yapamayacakları göz çukurunun köşelerinde aşırı sapsmalar oluşturmalarına neden olacaktır. Bu durum normalde düzeltici hızlı faz nedeniyle gözlenmez. Bu hızlı göz hareketleri evrimsel olarak göz için sıfırlayıcı bir mekanizmaya benzetilmiştir. Aslında bundan daha fazla iş yaparlar, baş rotasyonu sırasında, hızlı fazlar gözleri yörüngedeki baş döndürme ile aynı yönde hareket ettirir ve böylece gelen görsel sahnenin ön izlemesini etkinleştirir. Nistagmusun hızlı fazı gözü uygun pozisyonuna en hızlı şekilde pozisyonlamak için çok hızlıdır, 500 derece/saniye hıza çıkabilir. Bu hızlı göz hareketlerinin anatomik altyapısı, düzeltme sakkadları ile aynı olacak şekilde pons ve mezensefalonun paramedian retiküler formasyonundadır (8, 21-23).

- **İstemli Sakkadlar**

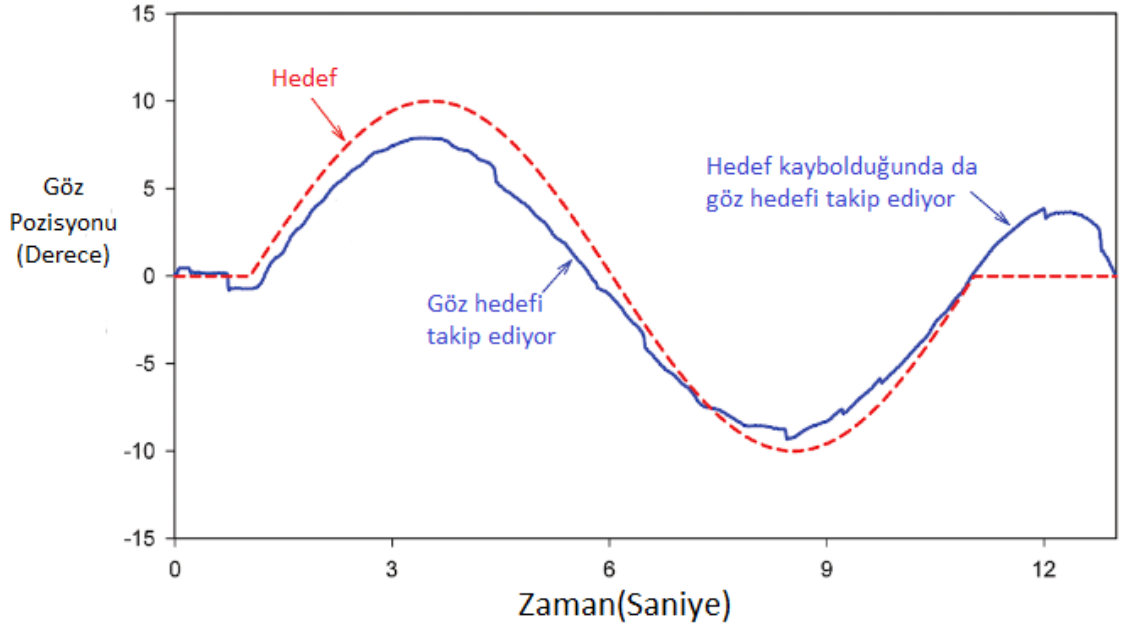
Gözleri frontal bölgede olan hayvanlar baş hareketi olmadığında bile görüş hattını yönlendirme yeteneğini geliştirmiştir. Foveanın evrimi ile, görsel sistem araştırmalarında ilgilenilen cisimden bahsedilirken retinanın özelleşmiş bölgesine yönelmek önemli hale gelmiştir. Sakkadlar motor kontrol sisteminin önemli bir formudur ve çok çeşitli koşullar altında oluşabilirler. Örneğin, görsel arama sırasında aniden oluşan bir sesi ya da görüntüyü algılamak için bellekten veya öğrenilmiş bir motor davranışın parçası olarak günlük yaşamda tetiklenebilirler. İstemli sakkadın oluşması için genellikle uyaranla sakkad arasında 200 milisaniyelik bir gecikme gözlenir. Bu gecikme retinal, serebral korteks, superior kolikulus , bazal ganglia, talamus ve serebellumun nöral işlenmesi nedeniyle meydana gelir. İstemli sakkadın son nöral komutu nistagmusun hızlı fazının da olduğu beyinsapı nöronlarından gelir. Normal sakkadlar hızlı, kısa ve kesindir bu sayede görüntüyü

yakalamada görev alırlar. Bozukluklar sakkadları yavaş, uzamış ve hatalı duruma sokabilir ve bu nedenle görsel problemler yaratabilirler (8, 21-23).

2.3.4. Smooth Pursuit

Foveanın evrimi ile birlikte hızla hareket eden bir nesneyi takip etme ihtiyacı doğmuştur. Takip, foveaya yakın olan ve hareket eden bir nesnenin görüntüsünü korumamıza olanak sağlar. Sakkad, hareket eden hedefi foveada yakalayabilir ancak smooth pursuit sistemi devreye girmezse görüntü foveadan kayar ve görsel keskinlikte bir düşüş meydana getirir. Takip sistemi ideal olarak gözlerde hedefin hızına çok yakın olan düzgün izleme hareketleri oluşturmalıdır ancak bu durum görsel sistemdeki doğal gecikmelerden dolayı beyin için bir sorun teşkil eder. Bu problemi çözmek için hedefin geçici olarak görüş alanından kaybolması durumunda pürüzsüz göz hareketlerinin devamının sağlanmasında beyin tahmini smooth pursuit hareketleri oluşturur (uçan bir kuşun ağacın arkasında kalması gibi). Bu sayede tahmine dayalı mekanizmalar, hedef hareket beklentisiyle takibi sorunsuz olarak sürdürebilir. Smooth pursuit göz hareketleri, yürürken yolumuzun üzerine yerleştirilmiş bir nesnenin görüş hattının koruması gibi hareket sırasında yakın bir hedefe sabitlenmeyi sürdürmek için gelişmiştir. Bu durumda çevrenin üç boyutlu düzeni ve duruşumuzun yönü hakkında bilgi sağlayan çevredeki görsel sahnenin optik akışı meydana gelir. Smooth pursuit yapılırken sistem foveada takip ettiğimiz nesnenin yakınındaki lokal optik akışa yanıt oluştururken, retinanın geri kalanında optik akışa cevap vermemelidir (8, 24, 25). Smooth pursuit göz takibi şeması Şekil 2.8'de verilmiştir.

Smooth pursuit performansı yaşla beraber düşüş gösterebilir, serebellar bozukluklar ve sinir sistemine etki eden bazı ilaçlar bu düşüşe neden olabilir. Smooth pursuit sisteminin etkilenmesi görsel lokalizasyon becerisini bozar. Yapılan çalışmalarda smooth pursuit sisteminin istemli sakkad gibi göz hareketleri ile ortak noktaları gösterilmiştir (8, 25).



Şekil 2.8. Smooth Pursuit Göz Takibi (8)

2.3.5. Görsel Fiksasyon

Görsel fiksasyon, gözlerin sürüklenen hareketlerinden kaynaklanan hareketli retina görüntülerinin gözü hedefte tutmak için görsel izleme mekanizmalarını uyarmasıdır. Bu fikir, görsel ipucu kaldırıldıktan sonra görme kararlılığının azalması ve oda karanlıkken gözlerin hedeften daha hızlı kayması gözlemleriyle desteklenir. Mikrosakkadlar, görüntünün korunmasını sağlayan küçük ve hızlı fiksasyonel göz hareketleridir. Bir diğer fiksasyonel göz hareketi ise pürüzsüz görsel kaymadır (25, 26).

Fiksasyon sistemi konsepti nistagmus ya da istenmeyen sakkadlar sebebiyle görsel hedefte gözü sabit olarak tutamayan hastalar için klinik olarak önemlidir. Periferik vestibüler bozukluğa bağlı nistagmus gözlenen hastalarda görsel fiksasyon sağlam kaldığında bile hastaya Frenzel gözlüklerle test yapıldığında nistagmus daha net şekilde gözlenir. Santral bozukluklara bağlı olarak gelişen nistagmusun baskılanması daha zordur. Normal kişiler, örneğin iğne yapan bir hemşire iğneyi ittirirken frontal göz bölgesi içindeki fiksasyon nöronları sayesinde sakkadları baskılayabilir ancak merkezi bozuklukları olan bir hasta gözlerinin hareket etmesini engelleyemez (8, 25, 26).

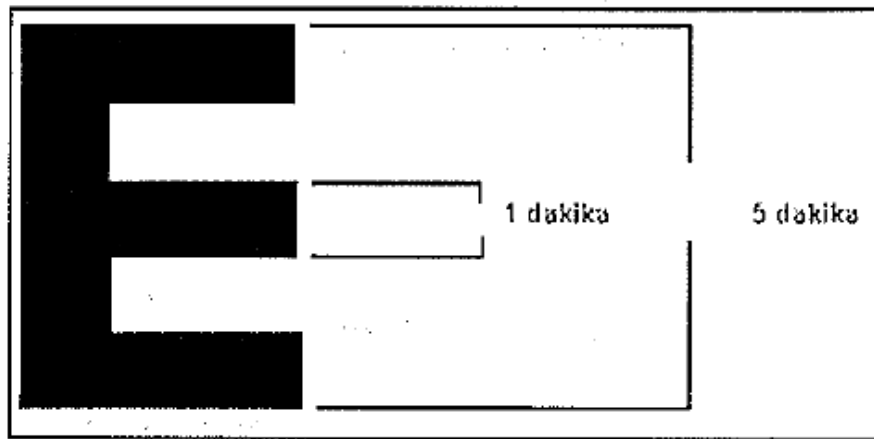
2.4. Görme Keskinliği Sistemi

Görme keskinliği, görsel olarak küçük farklılıkları ayırt edebilme yeteneğidir ve teknik olarak bir eşik değeri belirlenerek ölçülür. Görme keskinliği ölçümü, tüm görsel işlemlerin belirlenmesi için yeterli olmamasına rağmen gözün ve üst görme merkezinin işlevsel bütünlüğünü belirlemenin en sık kullanılan yoludur (27-29).

Görme keskinliği muayenesi standart, güvenilir ve tekrar edilebilir koşullarda yapılmalıdır. Bu koşulların oluşmasını engelleyen faktörler oldukça fazladır. Görme keskinliğinin güvenilirliğini etkileyen faktörler şunlardır:

- Harflerin şekli (optotip genişlik/yükseklik oranı, harf şekli)
- Eşelin tipi ve gösterilme şekli (projeksiyon eşeli, bilgisayar monitöründen gösterim, önden veya arkadan aydınlatmalı olması)
- Yanıtlama prosedürü (zorunlu seçim yaptırılması, ilk cevabın kaydedilmesi, son cevabın kaydedilmesi)
- Test koşulları (odanın ve eşelin ışıklandırma düzeyi, uzaklık)
- Kişiler arası farklılıklar (eğitim düzeyi, motivasyon, eşelin önceden bilinmesi)

Görme keskinliğinde ölçülen görme açısıdır ve görme açısı görülen cismin tanjant değeri ile belirlenir. Görme açısı cismin boyutu ve gözün bu cisme uzaklığından etkilenir. Aynı cismin farklı uzaklıklardan görülmesi ya da farklı boyuttaki cisimlerin aynı uzaklıktan görülmesi farklı görme açılarına karşılık gelir (30). Görme keskinliğinde kullanılan optotip örneği Şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9. Optotip Örneği: Gözün nodal noktasında 5 dakikalık, küçük uzantıları da 1 dakikalık açı oluşturacak boyuttadır (30)

Çalışmamızda kullandığımız görme keskinliği sistemi logMAR (*logarithm of the minimum angle of resolution*) tablosudur (Tablo 2.2). Bailey ve ark. tarafından geliştirilen bu tablo oldukça isabetli görme keskinliği değerleri ortaya çıkardığından araştırma koşullarında daha çok tercih edilmektedir. logMAR gösterimi ayırt edilebilen en küçük açının logaritması anlamına gelir (29).

Tablo 2.2. Uzaklık ve açı değerlerine göre logMAR sistemi (29)

Metre	Adım (30.48 cm)	logMAR
6/60	20/200	1.00
6/48	20/160	0.9
6/38	20/125	0.8
6/30	20/100	0.7
6/24	20/80	0.6
6/19	20/63	0.5
6/15	20/50	0.4
6/12	20/40	0.3
6/9.5	20/32	0.2
6/7.5	20/25	0.1
6/6	20/20	0.0
6/4.8	20/16	-0.1
6/3.8	20/13	-0.2
6/3	20/10	-0.3

Bir kişinin görme keskinliği değeri göz muayenesi sırasında standart görme keskinliği denilen bir değerle karşılaştırılarak elde edilir. Snellen testinde standart görme keskinliği değeri metre cinsinden 6/6 (uzunluk ölçü birimi olarak adım kullanan ülkelerde 20/20) olarak kabul edilmiştir. Birinci 6 değeri kişinin ilgili harfi rahatça okuyabildiği mesafeyi belirtirken ikinci 6 değeri standart olan görüş uzaklığını yani herkesin o büyüklükteki harfi rahatça okuyabileceği mesafeyi gösterir. Eğer 6/6 yani 0.0 logMAR görme keskinliğine sahipseniz çoğu kişinin 6 metre uzaklıktan okuyabildiği harfi sizin de 6 metre uzaklıktan rahatça okuyabildiğiniz yani normal görme keskinliğine sahip olduğunuz anlamına gelir (29).

2.5. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP)

Sabit veya hareket halinde iken dik duruş pozisyonunu koruyabilme becerisi postüral denge fonksiyonu olarak adlandırılır. Postüral dengenin sağlanabilmesi için vestibüler, görsel ve proprioseptif sistemlerden gelen bilgilerin birbirleri ile bütünleştirilip uygun yanıt oluşturularak harekete dönüştürülmesi gereklidir (31).

Bilgisayarlı Dinamik Postürografi, bireyin ayakta denge kontrolü fonksiyonunu nicel olarak ölçmek amacıyla düzenlenmiş kombine ve objektif bir test protokolüdür. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi cihazı, sabit durabilen ve öne arkaya hareket edebilen bir ayak platformu ile üç duvar yüzeyi kapalı ve bireyin hareketine göre öne arkaya hareket edebilen duvarlardan oluşur (31, 32).

Amerikan Otolaringoloji, Baş ve Boyun Cerrahisi Akademisi ve Amerikan Nöroloji Akademisi tarafından belirlendiği şekilde BDP; vestibüler görsel ve proprioseptif girdilerin, merkezi entegrasyon mekanizmalarının ve nöromusküler sistem çıktılarının işlevsel katkılarını belirleyip ayırt etmek için kullanılan ve kontrol edilmiş araştırmalarla etkinliği doğrulanmış bir yöntemdir. Dengenin korunmasını sağlayan duyuşsal, motor ve biyomekanik prensipler ayrı ayrı belirlenebilmektedir (32).

Çalışmamızda Bilgisayarlı Dinamik Postürografi'nin içerisinde yer alan altı altı test kullanılmıştır.

2.5.1. Duyu Organizasyon Testi

Duyusal organizasyon, bireyin duyuşsal sistemlerinden gelen bilgileri etkin şekilde işleme becerisidir. Duyu Organizasyon Testi (DOT) ile görsel, proprioseptif ve vestibüler sistem ile elde edilen bilgiler kullanılarak hastanın postüral dengesi değerlendirilir. Aşamalı olarak daha zor hale gelen 6 farklı durumda bireyin denge performansı değerlendirilir (31-33).

Durum 1 (D1): Gözler açık, zemin ve çevre hareketsiz

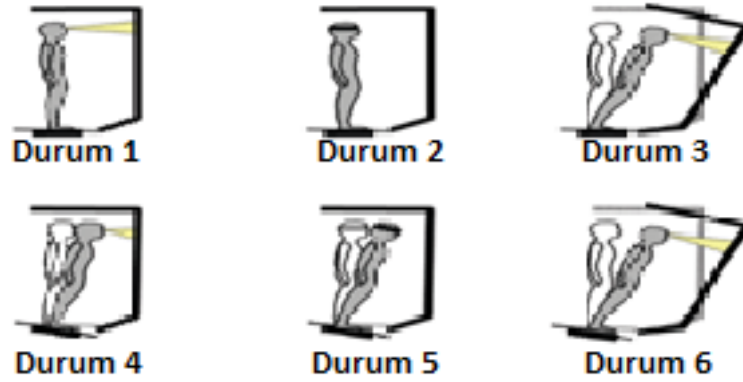
Durum 2 (D2): Gözler kapalı, zemin ve çevre hareketsiz

Durum 3 (D3): Gözler açık, zemin hareketsiz, çevre hareketli

Durum 4 (D4): Gözler açık, zemin hareketli, çevre hareketsiz

Durum 5 (D5): Gözler kapalı, zemin hareketli, çevre hareketsiz

Durum 6 (D6): Gözler açık, zemin ve çevre hareketli (Şekil 2.10)



Şekil 2.10. Duyu Organizasyon Testinde Değerlendirme Yapılan Durumlar (32)

Duyu Organizasyon Testinde her durum üç defa test edilir ve çıkan sonuçlar değerlendirilir. DOT değerlendirilirken aşağıdaki maddeler incelenmektedir:

- Denge Puanı
- Duyu Analizi
- Strateji Analizi
- Ağırlık Merkezi Hizası

Denge Puanı: Normal bir bireyin dengeyi kaybetmeden yaklaşık 12,5 derece anterior-posterior salınım yapabildiği varsayımına dayandırılarak değerlendirilir. Sonuçlar 0-100 puan aralığında elde edilmektedir ve 100 puan kusursuz kararlılık anlamını taşır. Test edilen her farklı durumda denge puanı hesaplanır. Denge puanının hesaplanmasında elde edilen veriler klinik olarak normal kabul edilen aynı yaş grubundaki bireylerden elde edilen veriler ile karşılaştırılmaktadır (31-33).

Duyu Analizi: Altı test durumunun ortalama denge puanlarının birbirlerine oranlarının analizi ile belirlenmektedir.

Somatosensör Oran (SOM): D2/D1 oranıdır. Görsel bilgi ortadan kaldırıldığında postüral denge somatosensör ve vestibüler sistem ile sağlanır. Oranın normalden düşük olması somatosensör sistem bozukluğu ile ilişkilendirilir.

Görsel Oran (VIS): D4/D1 oranıdır. Destek yüzeyi hareketli hale getirilerek somatosensör sistemden alınan bilgi ortadan kaldırılır. Oranın normalden düşük olması görsel sistemin bozukluğu ile ilişkilendirilir.

Vestibüler Oran (VEST): $D5/D1$ oranıdır. Gözler kapatılır ve destek yüzeyi hareketli hale getirilir. Postüral denge, vestibüler sistem ile sağlanmaktadır. Oranın normalden düşük olması vestibüler sistem bozukluğu ile ilişkilendirilir.

Görsel Öncelik Skoru (PREF): Görsel çevre hareketlendirildiğinde hatalı görsel ipucu sağlanmış olur ve bu durum görsel ipucunun olmadığı yani gözlerin kapalı olduğu durumlar ile karşılaştırılır. $D6+D3/D5+D2$ oranıdır. Oranın normalden düşük olması hatalı görsel ipucunda postüral dengenin bozulduğunu gösterir (31, 32).

Strateji Analizi: Bireyin dengede kalabilmek için ayak bileği ya da kalça stratejilerini hangi oranda kullandığını değerlendirmektedir. Ayak bileği stratejisinde, yüksek denge puanı ve küçük salınımlar gözlenirken, kalça stratejisinde düşük denge puanı ve büyük salınımlar gözlenir. Normal bireyler, zemin sabitken ayak bileği eklemine kullanma eğiliminde olurlar, dengeleri bozuldukça kalça eklemine geçiş yaparlar (31-33).

Ağırlık Merkezi Hizası: Her test durumundaki her bir deneme için ağırlık merkezinin durumunu göstermektedir. Normal bireyler ağırlık merkezini, destek yüzeyine en yakın noktada tutmaktadırlar (31-33).

Duyu Organizasyon Testinin normal kabul edilebilmesi için her durumdaki denge puanının ve duyu analizinin normal sınırlarda olması gerekmektedir (31, 32).

2.5.2. Adaptasyon Testi

Bireyin destek yüzeyinde meydana gelen beklenmedik değişikliklere oluşturduğu motor adaptasyonu ve postüral stabilizasyonu sağlama yeteneğini değerlendirir (31, 32).

Test sırasında destek yüzeyinde ani olarak öne ve arkaya 5° 'lik bir hareket oluşturulur. Test beş tekrar ile tamamlanır. Test sonucunda elde edilen sayısal değerler tepki ve salınım enerjisini göstermektedir. Sıfır ile iki yüz arasında değişen salınım enerji puanı dengeyi devam ettirebilmek için platforma uygulanan kuvvetin ölçümü ile elde edilir. Düşme durumunda iki yüz puan alınırken daha iyi postüral adaptasyonda salınım enerji puanı sıfıra yaklaşır (31, 32).

2.5.3. Statik Görsel Keskinlik Testi

Baş hareketsiz durumda iken bireyin görsel keskinliğini değerlendirir. Test sırasında birey cihaz ekranının karşısına konulan bir sandalyeye yerleştirilir. Cihaz ekranı bireyin göz hizasına getirilir. Baş sabit durumda kalacak şekilde ekranda

açıklığı sağa, aşağı, sola, yukarı doğru bakan dört farklı optotipten (E harfi) biri rastgele belirir. Bireyden gördüğü şeklin açıklığının hangi tarafa doğru baktığını belirtmesi istenir. Bireyin doğru yanıtları ile ekranda görülen şekil giderek küçülür. Bireyin beş görselden en az üç tanesine doğru yanıt verdiği en küçük şekil boyutu tespit edilir. Elde edilen veri LogMAR biriminde kaydedilir (34-37).

2.5.4. Minimum Algılama Zamanı Testi

Baş hareketsiz durumda iken bireyin ekranda gördüğü şekil sabit bir boyuta ayarlanır ve zaman parametresi değiştirilerek doğru yanıtların oluşturulabildiği en düşük algılama zamanı değerlendirilir. Şekil boyutu Statik Görsel Keskinlik testinde bulunan değer 0.2 LogMAR üstü olacak şekilde ayarlanır. Bireyin doğru yanıtları ile ekranda görülme zamanı giderek azalır. Elde edilen veri milisaniye biriminde kaydedilir (34-37).

2.5.5. Dinamik Görsel Keskinlik Testi

Baş hareket halinde iken bireyin görsel keskinliğini değerlendirir. Test sırasında bireyin başına baş hareketlerini algılayacak bir sensör yerleştirilir. Bireyden başını 85 derece/saniye hızında 20 derece sağa 20 derece sola olacak şekilde toplam 40 derece aralığında sallaması istenir. Baş sallama sırasında sensör tarafından algılanan baş hareketi uygun duruma ulaştığında ekranda çıkan 'E' harfinin açıklığının hangi tarafa baktığını bireyden söylemesi istenir. Bireyin verdiği yanıtların doğru ya da yanlış olmasına göre bir sonra çıkacak şeklin logMAR değeri değişir. Birey doğru yanıt verdiğinde logMAR değeri küçülürken, birey yanlış yanıt verdiğinde logMAR değeri büyür. Bireyin verdiği yanıtlar değerlendirilerek dinamik görsel keskinliği tespit edilir. Elde edilen veri logMAR biriminde kaydedilir (34-37).

2.5.6. Bakış Stabilizasyon Testi

Baş hareket halinde iken belli bir optotip boyutunda dinamik görsel keskinliğin sağlandığı en yüksek baş hızını değerlendirir. Optotip boyutu Statik Görsel Keskinlik testinde bulunan değer 0.2 logMAR üstü olacak şekilde ayarlanır. Baş sallama sırasında bireyin başını sallaması gereken hız sayısal veri olarak ekranda görülür. Bireyin verdiği yanıtların doğru ya da yanlış olmasına göre bir sonraki hız parametresi değiştirilir. Birey doğru yanıt verdiğinde hız değeri artarken, birey yanlış yanıt verdiğinde hız değeri azalır. Bireyin verdiği yanıtlar değerlendirilerek bakış

stabilizasyonunun sağlandığı en yüksek hız tespit edilir. Elde edilen veri derece/saniye biriminde kaydedilir (35-37).

2.6. Uyku

İnsanlarda 24 saatlik bir süre boyunca alışılmış aralıklarla tekrarlanan uyku, homeostatik olarak kontrol edilen, hareket ve duyuşsal duyarlılığın azaldığı davranışsal bir durumdur. Uyku halinde uyanık olma durumuna göre dış uyaranlara cevap verme yeteneği azalırken, koma ya da bilinç kaybı durumuna göre ise çok daha aktif olunur. Uyku sırasında çok farklı ve aktif beyin paternleri gözlenir (1).

Uyku, hızlı göz hareketi olmayan yavaş-derin dalga uyku fazı ve hızlı göz hareketi olan uyku fazı olarak iki önemli fazda incelenir. Uyku öncelikle derin yavaş dalga uyku fazı ile başlar ve kişiler bu şekilde derin uykuya geçerler bu fazı daha hafif bir uyku fazı olan hızlı göz hareketi uykusu takip eder. İnsanlarda 90 dakika süren bu döngü uyanana kadar tekrarlanarak devam eder (38-40).

Derin yavaş dalga uyku fazı sırasında sistemik olarak; motor aktivite, postüral tonus, metabolizma hızı, kalp hızı, solunum hızı, arterial kan basıncı, beyin ve vücut sıcaklığı, böbrek ve bağırsak fonksiyonunda azalma gözlenir. Endokrin özellikleri olarak; kortizol ve tirotropin hormonlarının salınımında azalma, büyüme hormonu, aldosteron, testosteron, prolaktin ve insülin salınımında artış gözlenir (39).

Hızlı göz hareketi olan uyku fazında sistemik olarak; hızlı göz hareketleri, azalmış barorefleks, pupillerde daralma, düzensiz kalp hızı, solunum ve kan basıncı, metabolizma hızında artış gözlenir. Hızlı göz hareketi olan uyku fazında kişilerin rüya görebildikleri belirtilmiştir. Bu faz genel olarak derin yavaş dalga uyku fazları arasındaki geçişte ya da uyanmadan önce gözlenir (39).

Uykunun yaygın olarak kabul edilen belirli özellikleri bulunur. Öncelikle uyku davranışsaldır ve bu şekilde kolayca gözlemlenerek değerlendirilebilir. Diğer bir önemli karakteristik özelliği azalan motor aktivitesidir ve yüksek uyarılma eşiği de bu duruma eşlik eder. Uyku aynı zamanda homeostatik olarak kontrol edilir. Eğer kişi bir gece normal uyku döngüsünde uyuyamadıysa bir gün sonra normalde uyanık olduğu saatlerde bile yoğun bir uyku isteği oluşur ve sonucunda uyanık olması gereken bir saatte uyur. Bu homeostatik dengeleme, beslenme gibi diğer homeostatik olarak kontrol edilen davranışlara benzer şekilde dengelenir ve önemli bir fonksiyona hizmet eder (39). Yapılan hayvan deneylerinde farelerin total uykusuzluk sonucu hayatta

kalma sürelerinin total açlık sonucu hayatta kalma süreleri ile aynı olduğu bildirilmiştir. Total uyku kaybına maruz bırakılan sineklerin de belli bir süre sonunda öldükleri belirtilmiştir (38). Uykunun canlılar için en az beslenme kadar hayati bir öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Uyku için davranışsal kriterlere ek olarak elektriksel, farmakolojik ve moleküler kriterler de tanımlanmıştır. Bu tanımlamalar daha çok elektroensefalogram (EEG) kullanılarak yapılmıştır. Kafatasına yerleştirilen elektrotlar yardımıyla serebral korteksteki voltaj değişimlerinin incelenmesiyle elde edilen sonuçlara göre derin yavaş dalga uyku fazı sırasında kortikal nöronların senkronize hiperpolarizasyonu nedeniyle yüksek amplitüdlü yavaş dalga formlarının meydana geldiği, hızlı göz hareketi uyku fazının ise uyanık duruma çok benzediği düşünülmektedir (38).

2.7. Total Uyku Kaybı ve Etkileri

Uyku kaybı, kişinin günlük ritmindeki uyku sürelerinde meydana gelen azalmalar olarak tanımlanır. Uyku kaybı literatürde temel olarak uyku azalması, uyku bölünmesi ve total uyku kaybı ya da uyku yoksunluğu şeklinde üç ayrı kategoride incelenir. Uyku azalması kişinin herhangi bir sebepten dolayı normal yatış saatinden daha geç yatması ve/veya normal uyanma saatinden daha erken kalkması nedeniyle fizyolojik olarak uyku ihtiyacı duyması durumudur. Uyku bölünmesi ise kişinin normal uyku döngüsü sırasında bir veya daha fazla defa tamamen uyanıp tekrar uykuya dalması olarak tanımlanır. Son olarak total uyku kaybı veya uyku yoksunluğu kişinin bir veya daha çok gün boyunca süren bir zaman aralığında tamamen uyanık kalması şeklinde tanımlanır (6).

Uyku ve uyanıklık düzenlerinin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda beyin devreleri ve nörotransmitterler ile ilgili elde edilen bulgular talamus ve beyin korteksini aktive eden hücre gruplarına yoğunlaşılmasını sağlamıştır. Talamusu ve beyin korteksini uyaran hipotalamus ve bazal ön beyin gibi merkezlerin uykuyu düzenleyen ve uyanıklık üreten önemli mekanizmalar olduğu anlaşılmıştır. Uyku ve uykusuzluk düzenlemesinde talamus ve beyin korteksiyle ilişkili homeostatik dengeleme ve sirkadian ritim gibi faktörler ön plana çıkmaktadır (38).

Uykunun amacı hala bilinmemekle birlikte beyin üzerinde restoratif bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Uykuda da diğer homeostatik sistemlerde olduğu gibi,

ihtiyaç duyulduğunda belirli bir noktaya gelen vücut sıcaklığı düzenine benzer şekilde uyku yoksunluğu sonrasında uyku kaybıyla orantılı olan ekstra geri kazanım uykusu ihtiyacı oluşur. Homeostatik etkinin, uzun süreli uyanıklık sırasında uyku ihtiyacını biriktiren ve uyku sırasında bu homeostatik ihtiyacı gideren bazı yapı veya maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Adenozinin homeostatik düzeni sağlayan akümülatör olduğu düşünülmektedir. Uzun süreli uyanıklık sırasında, beyindeki enerji üreten sistemlerdeki glikojen rezervlerinin ve ATP seviyelerinin azalır ve ATP, ADP ve AMP nihayetinde adenozine indirgendiği için, bazal ön beyin de dahil olmak üzere beynin bazı bölgelerinde hücre dışı adenozin seviyeleri yükselir. Adenozin seviyesindeki bu yükseliş uykuya teşvik edici hücrelerin aktivitesini arttırırken, uyanmayı aktive eden nöronların aktivitesini azaltır ve yoğun bir uyku ihtiyacı hissedilir. Bu şekilde homeostatik dengelenme sağlanır (4).

Dış zamana dair herhangi bir ipucu olmadan 28 saatlik günün yaşadığı zorunlu bir senkronizasyon protokolünde insanların dikkatle incelenmesi sonucunda uyku sürücüsünde 24 saatlik güçlü bir sirkadiyen ritim olduğunu doğrulanmıştır. Sirkadiyen ritim temel olarak beynin arka planında çalışan ve düzenli aralıklarla uykululuk ve uyanıklık arasında geçen 24 saatlik bir iç saat düzenidir (41).

Yapılan son çalışmalar sirkadiyen ritmin nasıl korunduğunu netleştirmiştir. Suprachiasmatik çekirdek (SCN) beynin ana saati olarak işlev görür. SCN'deki nöronlar hücre kültüründen ayrıldığında bile devam eden, transkripsiyonel-translasyonel bir döngü tarafından sürülen 24 saatlik bir döngüde uyarılırlar. Normal koşullar altında, SCN gün boyunca retinadan gelen ışık girişleri ve karanlık döngü sırasında pineal bezden melatonin salgılanması ayarlanır. Benzer şekilde vücut ısısı, kalp hızı gibi durumlardaki değişimler de farklı hücre grupları ile algılanır. Bu zamanlama sinyallerinin tamamı gündüz-gece döngüsünü senkronize tutar. Sirkadian ritim bu döngü özelliği nedeniyle uykunun homeostatik dengelenmesi konusu ile yakın ilişkilidir (41).

Birçok hayvan türünde sirkadiyen ritimler tamamen sabit değildir. Mevsimsel gece-gündüz zaman farklılıkları, beslenme ihtiyacı gibi durumlar sirkadiyen ritmi değiştirebilir. Örneğin, yarasalar çoğu zaman gece hayvanı olarak kabul edilir. Yaz aylarında Finlandiya'da yarasalar için, geceleri etrafta uçan böceklerin yediklerinden ve gündüzleri etrafta dolaşan yırtıcı kuşlardan saklandıklarından bu durum geçerlidir.

Ancak, ilkbahar ve sonbaharın serin havalarında, gece boyunca az sayıda böcek uçar ve yırtıcı kuşlar diğer iklimlere göç eder bu nedenle yılın bu zamanlarında, yarasaların aktivite döngüleri, gün içinde mevcut olan besin kaynağından faydalanabilecekleri şekilde değişmektedir (41).

Sirkadiyen ritim sisteminde saat bilgisi, beslenme, sıcaklık, sosyal ve diğer ipuçları birleştirilir bu sayede hayvanlara davranışsal ve fizyolojik döngülerini çevreye uyarlama esnekliği sağlanarak hayatta kalma şanslarını en üst düzeye çıkarılmış olur. Sirkadiyen ritim ve homeostatik dengeleme sistemi birbirleri ile ilişkili bir şekilde çalışarak kişilerin günlük yaşam düzenlerini oluşturmalarında etkili olurlar (41).

Uyku yoksunluğunun insanların nöro-davranışsal fonksiyonları üzerindeki etkileri; sirkadiyen ve uyku homeostatik mekanizmalarını kontrol eden sinir sistemleri tanımlanması ile daha iyi anlaşılmıştır. Hem uyanıklığın hem de uykunun, hipotalamusun suprakiazmatik çekirdeklerinde (SCN) bulunan bir biyolojik saat tarafından modüle edildiği açıktır. Biyolojik saatin etkisi, vücudu uykuya dalmaya ve tekrar uyanmaya zorlamanın ötesine geçer. Biyolojik saat, uyuşturuculuk ve bilişsel performansa yansıyan uyanma davranışını modüle ederek, incelenen hemen hemen tüm nöro-davranışsal değişkenlerde sirkadiyen ritmikliği oluşturur. Uyku ve uyanıklığın günlük zamansal modülasyonunun teorik olarak kavramsallaştırılması, iki aşamalı uyku düzenlemesi modelinde ve bu modelin birçok matematiksel varyasyonunda somutlaştırılmıştır. İki aşamalı uyku düzenlemesi modeli, uyku ve uyanıklığın zamansal profillerini tanımlamak için uygulanmıştır. Model bir uyku homeostatik işlemi (işlem S) ile uyanma nörobilişsel işlevlerinin kararlılığını belirlemek için etkileşime giren sirkadiyen bir işlemden (işlem C) oluşur. Homeostatik işlem, uyanıklık sırasında artan ve uyku sırasında azalan uyku dürtüsünü temsil eder. Bu sürücü belli bir eşik üzerine çıktığında, uyku tetiklenir; başka bir eşik altına düştüğünde uyanıklık çağrılır. Sirkadiyen işlem, bu eşik seviyelerinin günlük salınım modülasyonunu temsil eder. Sirkadiyen uyanıklık durumu uykusuz bir geceden sonra bile akşamın erken saatlerinde kendiliğinden artan uyanıklık olarak yaşanabilir (4).

Uyku yoksunluğu, polisomnografi (PSG) ile ölçülen uyku gecikme süresinde bir azalma meydana getirir ve uyku eğilimini arttırır. Örneğin, uykusuz bir geceden sonra, sağlıklı bir yetişkinin gündüz uyku gecikmesi, büyüklük sırasına göre ortalama olarak bir veya iki dakikadan daha az bir seviyeye düşer. Uyku yoksunluğu sonrasında

uyarana cevap vermeme gibi davranışsal gecikmeler ya da uyarana yanlış cevap verme gibi hatalar uyku yoksunluğunun belirtileridir. Uyku yoksunluğu sonrası kişilerin performansında meydana gelen bu gibi değişikliklerin uyanıklık durumunda da dengesizlik oluşturabileceğinin düşünülmesine neden olmuştur (5).

Beynin uyanıklığı sürdürme kapasitesi, uyku süreçlerinin önlenemez aktivasyonu ile engellenir. Uykusuzluğa maruz kalan kişinin, uyku kaybının bilişsel etkilerini telafi etmek ya da maskelemek için motive edici davranışlarda bulunma (örneğin, yürüme) özelliği gösterdiği bilinmektedir. Uyanıklık durumundaki dengesizlik, uyku yoksunluğunun ciddiyetine bağlı olarak tekrarlı olarak müdahaleye uğratıldığında bilişsel performansın giderek değişken hale geldiği gözlenmiştir (5).

Literatürde uyku yoksunluğu ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılan üç ölçüm kategorisi bilişsel performans, motor performans ve ruh halidir. Neredeyse tüm uyku yoksunluğu biçimleri, olumsuz hal durumlarının artmasına, özellikle de yorgunluk hissi, kuvvet kaybı, uykulu olma hali ve kafa karışıklığına neden olur. Meta-analiz sonuçları uyku yoksunluğunun yorgunluk ve ilgili ruh hali durumları üzerindeki etkilerinin bilişsel performans veya motor işlevler üzerindeki etkilerden daha fazla olduğunu göstermektedir (5).

Son araştırmalar, toplam uyku yoksunluğunun davranış üzerinde, kısmi uyku yoksunluğundan çok daha fazla gözle görülür etkilere yol açtığını göstermektedir. Genel olarak, görev ne olursa olsun, görev süresi uzatıldığında bilişsel performans giderek kötüleşir. Bu durum, uyku kaybıyla daha da kötüleşen klasik yorgunluk etkisidir. Bilişsel çalışma hafızası ve dikkati ölçen çok kısa bilişsel görev performansının uyku yoksunluğuna duyarlı olduğu bulunmuştur. Dikkatin prefrontal korteksin dikkat kontrolü bölgesinden yönetildiğine dair kanıtlar elde edilmiştir. Uyku yoksunluğunun ayrıca karar verme becerisini de etkilediği belirtilmiştir (4).

Bugüne kadar yapılan nörofizyolojik ve fonksiyonel görüntüleme çalışmaları, uyku kaybının prefrontal korteks aktivitesini etkilediğini doğrulamaktadır. Uyku yoksunluğunun, prefrontal korteks tarafından üretilen metabolizma ve elektrofizyolojik sinyaller üzerine etkisi, uyku yoksunluğu sırasında insanlarda çalışılmıştır. Bölgesel beyin aktivasyon çalışmaları, pozitron emisyon tomografisi (PET) ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanarak yapılan çalışmalarda metabolik dalgalanmalara dayanarak uyku yoksunluğuna cevaben

değişiklikler gözlenmektedir. PET çalışmaları uyku yoksunluğu sırasında kortikal ve subkortikal bölgelerde glikoz metabolizmasında küresel bir azalma olduğunu göstermektedir. Kişilerin bilişsel görevlerinde bozulma gözlenirken PFC ve talamus glikoz alımında daha belirgin bir azalma meydana gelir. fMRI çalışmaları, 24 saatlik toplam uyku yoksunluğundan sonra, dikkat gerektiren görevlerin talamik aktivasyonda artış meydana getirdiğini göstermektedir. Bunun durumun düşük uyarılmaya bağlı olarak artan zihinsel enerjinin nöroanatomik bir korelasyonunu gösterdiği düşünülmektedir. 35 saatlik toplam uyku yoksunluğunun ardından, genellikle sol temporal aktivitede artış gösteren sözlü çalışma belleği görevleri, geçici lob aktivasyonunun azalmasına ve parietal lob aktivasyonunun artmasına neden olur. Parietal lob aktivasyonundaki artışlar, çalışan hafıza fonksiyonunun korunması ile ilişkilidir (4).

Sonuç olarak hastalıktan ya da yaşam tarzından, ister akut isterse kronik olsun, uyku yoksunluğu, makine kullanma gibi sıradan bir görevin bile yerine getirilmesinde önemli bilişsel riskler oluşturur. Yapılan çalışmalar kronik uyku kısıtlamalarının ardından izleyen günlerde, önemli gündüz bilişsel işlev bozukluğunun, şiddetli akut toplam uyku yoksunluğundan sonra bulunanlarla kıyaslanabilecek seviyelerde biriktiğini ortaya koymaktadır(4).

Prefrontal korteks tarafından ön cingulate ve posterior parietal sistemlerle uyumlu olarak uygulanan üst düzey performans işlevlerinin uyku kaybına karşı özellikle hassas olduğu gözlenmiştir. 16 saatin üzerindeki uyanıklığın ardından, dikkat ve yürütme fonksiyonlarındaki eksiklikler, doğrulanmış test protokolleri ile kanıtlanabilir (5).

Uzun süreli uyanıklığın ardından nörobilişsel fonksiyonun kararsızlaşması, görüntüleme ve elektrofizyolojik çalışmalar ile gösterildiği gibi hem kortikal hem de subkortikal nöral işlemdeki değişiklikler nedeniyle olabilir (5).

Uyku kaybının; kaza ve yaralanma riskini arttırdığı, immün fonksiyonları değiştirerek hastalık riskini arttırdığı, karar verme, dikkat, çalışma belleği ve görsel mekansal algı gibi bilişsel becerileri bozduğu düşünülmektedir. Total uykusuzluğa bağlı olarak kişilerin iş gücü performansı düşer ve aktif fiziksel hareket gerektiren aktivitelerde kaza ve yaralanma riskleri artar. Son çalışmalar uykusuzluğun; sözel akıcılık, yaratıcılık, planlama becerileri, işleme becerileri ve sürüş performansı

gibi yürütücü işlevlerin performansında azalma meydana getirdiğini göstermiştir (4-6, 42-44).

2.8. Total Uyku Kaybı ve Denge Sistemi İlişkisi

Total uyku kaybının bütün vücut sistemleri ile ilgili genel etkileri literatürde en çok ilgi çeken konulardan biridir. Total uyku kaybının vestibüler sistem üzerine olan etkileri ile ilgili araştırmalar daha önceki dönemlerde yapılmıştır (33, 44-49). Yapılan çalışmalarda uykusuzluğun vestibüler, vizüel ve somatosensör bilgilerin entegrasyonunda bozulmalar meydana geldiği ve bu nedenle dik duruş pozisyonunda salınımların arttığı gözlenmektedir.

Dik duruş salınımlarında meydana gelen artışlar bazı vestibüler ve görsel mekanizmalarla ilişkilendirilmiştir. Dik duruş pozisyonunda meydana gelen salınımlardan sonra oluşan optik kaymaya karşı kişilerin oluşturduğu adaptasyon becerisinin uykusuzluk nedeniyle azalmasına bağlı olarak vücut salınımlarının artmış olabileceği yorumlanmıştır (45).

Uyku kaybının denge sisteminde bütünleştirilen uyarılarında meydana gelen azalma sonucu salınımlar başlar sonrasında ise dengeyi düzeltmek için duyu sal reseptörler devreye girerek kas aktivitesi oluşturur ve oluşan kas aktivitesi nedeniyle salınım daha çok artar. Dengeyi düzenlemek için oluşturulan kas aktivitesi vücut salınımlarını artırır (48).

3. BİREYLER ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Türü

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Doktora Programı'nda Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 19.12.2017 tarihinde GO 17/992-15 no'lu izni ile yapılmıştır. Etik kurul izin yazısı Ek-1'de verilmiştir.

Çalışmamız, total uyku kaybı olan bireylerdeki dinamik görsel zayıflık ve otomatik motor yanıtları değerlendirmek amacı ile planlanmıştır. Çalışmaya görevleri gereği en az 24 saat total uyku kaybı yaşayan 31 gönüllü katılımcı dahil edilmiştir. Bireyler sosyal seviye farkı gözetilmeden seçilmiştir. Çalışmaya katılan bireylere çalışmanın içeriği ve amacı açıklanıp, yazılı izinleri alınmıştır.

Bu çalışma planında gruplar rastgele seçilmiştir. İki ayrı durumdaki test sonuçları birbirleri ile karşılaştırılarak sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Araştırmamız deneysel nitelikte olup, Öncesi ve Sonrası Araştırmalar (*Quasi-experimental*) türündedir.

3.2. Araştırmanın Örneklemi

3.2.1. Katılımcıların Belirlenmesi

Çalışmaya 18-36 yaş aralığında sağlıklı 32 genç erişkin (9 erkek, 23 kadın) dahil edilmiştir ancak katılımcılardan bir kişi total uyku kaybı durumundaki testleri yapılamadığından çalışma dışı bırakılmıştır. Bireylerin demografik bilgileri Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerden 15'inde ilk test durumu total uyku kaybı durumunda; 16'sında ise ilk test durumu normal durum olmak üzere randomize olarak seçilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerden ikisinde sol el dominansı varken, kalan 29 bireyde sağ el dominansı belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Bireylerin Demografik Bilgileri

	N:31	X ±SS	Değer Aralığı
Yaş (yıl)		24,96±3,48	20,71-33,12
Vücut Ağırlığı (kg)		62,40±13,83	47-96
Boy (cm)		167,51±8,46	155-189
VKİ (kg/m²)		22,04±3,37	18,23-29,68
Günlük Uyku Süresi		7,88±0,67	7-9
Uykusuz Kalma Süresi		25,64±1,28	24-28

X: ortalama, SS: standart sapma, VKİ: vücut kitle indeksi

3.2.2. Araştırmaya Dahil Etme ve Araştırmadan Dışlanma Kriterleri

Araştırmaya dahil edilen tüm bireyler aşağıda belirtilen kriterler dikkate alınarak seçilmiştir:

- 18-36 yaş arasında olması
- Görme bozukluğu, servikal problem, işitme kaybı, postüral, vestibüler, psikiyatrik veya nörolojik bozukluğunun olmaması
- Düzenli uyku döngüsünün olması, günlük uyku süresinin 7-9 saat olması
- Vücut kitle indeksinin 30'dan düşük olması
- Kadın katılımcıların menstrüasyon döneminde olmaması
- Çalışmaya katılmaya gönüllü ve istekli olması

Bu kriterler dışında aşağıda belirtilen özellikleri olan katılımcılar çalışma dışı bırakılmıştır:

- Servikal problemin olması, uygun normal eklem hareketi aralığında boyun hareketinin olmaması ya da ağrılı boyun hareketinin olması
- Görme yardımcıları ile düzeltilmesi mümkün olmayan tanılanmış görme probleminin olması
- İşitme kaybı, postüral, vestibüler, psikiyatrik veya nörolojik bozukluğunun olması
- Düzenli uyku döngüsünün olmaması, günlük uyku süresinin 7 saatten az veya 9 saatten fazla olması
- Vücut kitle indeksinin 30'dan yüksek olması

3.3. Yöntem

Çalışmamızda kullanılmak üzere Birey Değerlendirme Formu oluşturulmuş olup, bu formdaki bilgiler demografik bilgileri ve değerlendirme sonuçlarını içermektedir. Birey Değerlendirme Formu Ek-2’de verilmiştir.

Çalışmaya katılan tüm bireylere Duyu Organizasyon Testi, Adaptasyon Testi, Statik Görsel Keskinlik Testi, Minimum Algılama Zamanı Testi, Dinamik Görsel Keskinlik Testi ve Bakış Stabilizasyon Testi *Neurocom International, Inc* marka Bilgisayarlı Dinamik Postürografi cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3.1). Sistem 135cm x 155cm x 239cm boyutlarında bir hasta kabini ile hareketli ve düz bir ayakaltı platformu, üzerinde 15 inç renkli ekran olan hareketli görsel çevre, baş üstü destek barı, baş hareketlerine duyarlı baş sallama sensörü, masaüstü bilgisayar, 17 inç renkli ekran ve bilgisayar yazılım programından oluşmaktadır.



Şekil 3.1. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi

Bireylere yapılan tüm testler günlük uyku döngüsünün bozulmadığı normal bir günde ve 24 saatten daha uzun süre total uyku kaybı yaşadığı bir günde olmak üzere iki farklı zamanda uygulanmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerden 16’sında ilk test durumu total uyku kaybı durumunda; 15’inde ise ilk test durumu normal durum olmak üzere randomize olarak seçilmiştir. İki test arasındaki süre öğrenme etkisini en aza

3.3.2. Adaptasyon Testi

Duyu Organizasyon Testi sonrasında aynı platform üzerinde ağırlık merkezi hizasını değiştirmeden katılımcılara Adaptasyon Testi uygulanmıştır. Adaptasyon Testi sırasında önce katılımcının ayak uçları yukarı kalkacak şekilde platform 5° arkaya doğru hareket eder sonra ise katılımcının topukları yukarı kalkacak şekilde platform 5° öne doğru hareket eder ve bu durumlarda bireylerden dik duruşlarını devam ettirerek bu yeni durumlara uygun adaptasyon geliştirmeleri gerektiği anlatılmıştır. Her iki test de 5 tekrar olacak şekilde uygulanmıştır. Adaptasyon gösterme zamanları değerlendirilmiştir (31, 32).

3.3.3. Statik Görsel Keskinlik Testi

Statik Görsel Keskinlik Testi bireyin başı hareketsiz durumdayken görsel keskinliğinin logMAR cinsinden ölçüldüğü testtir. Katılımcılar göz hizaları ekran ile aynı seviyede olacak şekilde ekrana 2,5 metre uzaklıkta boyu ayarlanabilen bir sandalyeye yerleştirilmiştir. Test sırasında bireyden başı hareketsiz haldeyken belirli bir optotipin ('E' harfi) yönünü doğru bir şekilde söylemesi istenmiştir. Açıklığı rastgele yukarı, sağa, aşağı veya sola bakan optotipin ('E' harfi) boyutu aşamalı olarak küçülür (Şekil 3.3). Katılımcının 5 denemeden en az 3'ünü doğru cevaplandığı en küçük optotip değeri logMAR cinsinden belirlenmiştir (34-37).



Şekil 3.3. Ekranda Optotip Görünümü

3.3.4. Minimum Algılama Zamanı Testi

Minimum Algılama Zamanı Testi ile bireyin optotipi ('E' harfi) doğru bir şekilde algılayabildiği en kısa algılama süresi belirlenmiştir. Optotip boyutu Statik

Görsel Keskinlik değerinin 0.2 logMAR üzerinde ayarlanmıştır. Katılımcıdan başını hareketsiz tutması ve algılayabildiği optotipin yönün belirtmesi istenmiştir. Katılımcının 5 denemeden en az 3'ünü doğru cevaplandığı en kısa ekranda kalma süresi milisaniye cinsinden belirlenmiştir (34-37).

3.3.5. Dinamik Görsel Keskinlik Testi

Dinamik Görsel Keskinlik Testi'nde başın dönme hızını ölçmek için katılımcının başına sensör içeren baş hareketini izleme cihazı yerleştirilmiştir (Şekil 3.4).

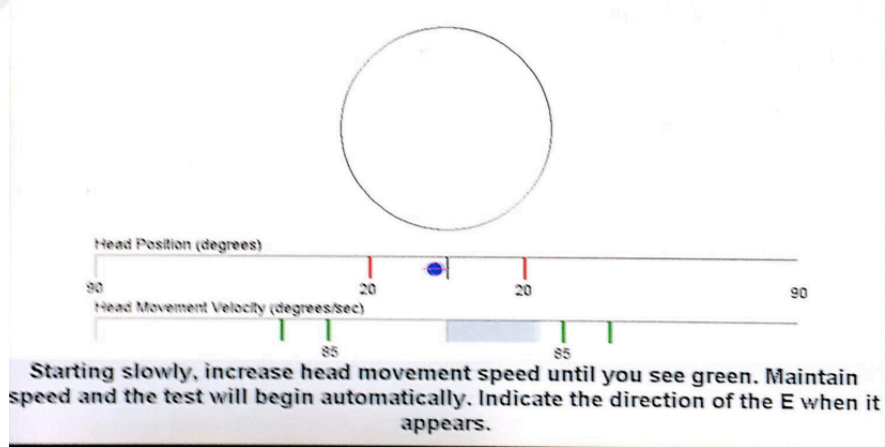


Şekil 3.4. Baş Sensörü ve Yerleşimi

Katılımcıdan başını uygun hız ve açıda hareket ettirmesi ve algılayabildiği optotipin yönün belirtmesi istenmiştir (Şekil 3.5). Katılımcıdan önceden belirlenmiş bir hızda (85-120 derece/saniye) başını 20° sağa ve 20° sola toplam 40°'lik açıda sallaması istenmiştir. Test sırasında katılımcının uygun baş dönüş hızını sürdürmesini sağlamak için *InVision* sistemi ile görsel ve işitsel geri bildirim sağlanmıştır (Şekil 3.6).

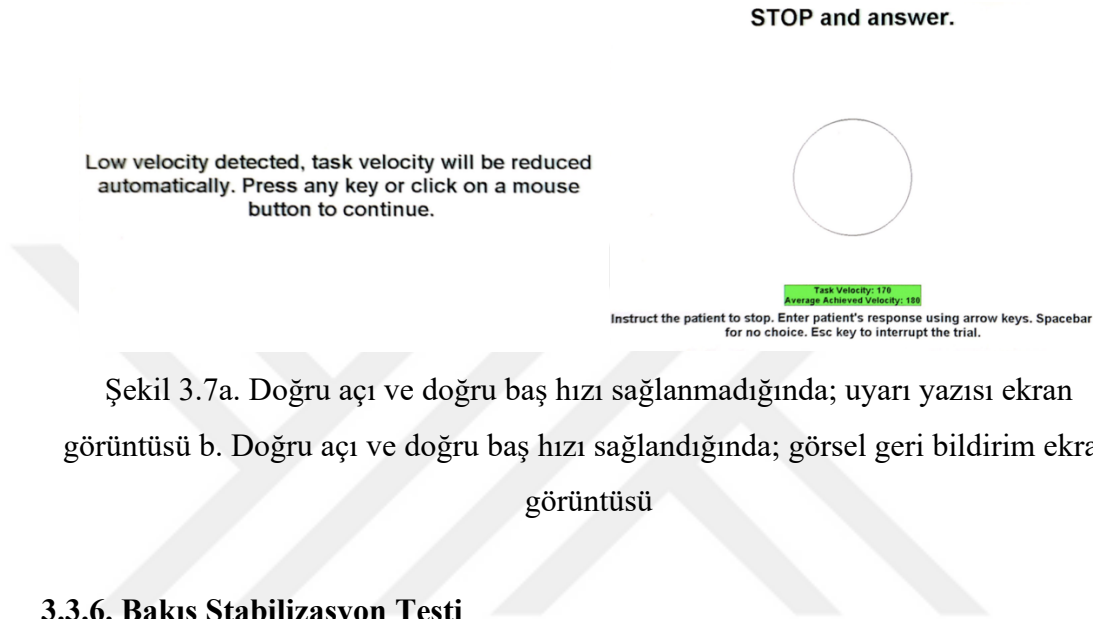


Şekil 3.5. Dinamik Görsel Keskinlik Testi Uygulaması



Şekil 3.6. Baş hızının doğru sürdürülmesini sağlamak için kullanılan *InVision* sistemi; iki kırmızı çizgi arasındaki bölüm bireyin açısal baş pozisyonlarını göstermektedir, mavi yuvarlak top bireyin baş hareketine göre hareket etmektedir. Alt kısımdaki yeşil çizgiler bireyin baş hızını göstermektedir. Test öncesi bireylere baş açılarını kırmızı çizgilere, baş hızlarını ise yeşil çizgilere göre ayarlamaları gerektiği anlatılarak görsel geribildirim sağlanır.

Doğru açı ve doğru baş hızı sağlanamadığında sistem tarafından otomatik olarak uyarı ekranı gönderilir (Şekil 3.7a). Doğru baş hızı ve doğru açı sağlandığında ise katılımcıya sistem tarafından otomatik olarak görsel geri bildirim verilmiştir (Şekil 3.7b). Dinamik baş hareketi sırasında katılımcının 5 denemeden en az 3'ünü doğru cevaplandığı en küçük değeri sağ ve sol olarak her iki yöne ayrı ayrı belirlenmiştir (34-37).



Şekil 3.7a. Doğru açı ve doğru baş hızı sağlanmadığında; uyarı yazısı ekran görüntüsü b. Doğru açı ve doğru baş hızı sağlandığında; görsel geri bildirim ekran görüntüsü

3.3.6. Bakış Stabilizasyon Testi

Bakış Stabilizasyon Testi ile katılımcıların başının ulaşabileceği en yüksek hız seviyesinde ekranda beliren optotipini yönünü doğru olarak tespit edebilme becerileri ölçülmüştür. Optotip boyutu Statik Görsel Keskinlik değerinin 0.2 logMAR üzerinde ayarlanmıştır. Her iki baş yönünde katılımcılar üst üste üç yanlış cevap verdiklerinde test bitirilmiştir. Test sonunda katılımcıların doğru yanıt verdikleri en yüksek 3 baş hızının ortalaması alınarak Bakış Stabilizasyon Testi baş hızı değerleri derece/saniye cinsinden belirlenmiştir (35-37).

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma sonuçları *SPSS 23.0 for Windows* yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerde niteliksel verilerde frekans, yüzde, niceliksel verilerde ise ortalama, standart sapma, değer aralığı (maksimum ve minimum) parametreleri kullanılmıştır. Önce total uyku durumu sonra normal durum değerlendirme koşulu ile önce normal durum sonra total uyku kaybı durumunun değerlendirme koşulunun test sonuçları üzerine etkisi periyodun etkisine bakmak amacıyla *T-test* ile değerlendirildi. Duyu Organizasyon Testi ve Adaptasyon Testi alt

testlerinde iki durum arasındaki farkın karşılaştırılması *Mikst Model Analizi* ile yapılmıştır. Statik Görsel Keskinlik Testi bulguları *paired sample t test* ile karşılaştırılmıştır. Minimum Algılama Zamanı Testi, Dinamik Görsel Keskinlik ve Bakış Stabilizasyonu testlerinde elde edilen bulguların iki durum arasındaki karşılaştırması ise *Wilcoxon Testi* ile yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Total uyku kaybı olan bireylerdeki postüral denge ve dinamik görsel parametreleri değerlendirmek üzere yaptığımız çalışmamızda elde edilen bulgular değerlendirme sırasına göre aşağıda sunulmuştur.

4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri

Çalışmaya 18-36 yaş aralığında sağlıklı 32 genç erişkin (9 erkek, 23 kadın) dahil edilmiştir, ancak katılımcılardan bir kişi total uyku kaybı durumundaki testleri yapamadığından çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerden 15'inde ilk test durumu total uyku kaybı durumunda; 16'sında ise ilk test durumu normal durum olmak üzere randomize olarak seçilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerden ikisinde sol el dominansı varken, kalan 29 bireyde sağ el dominansı belirlenmiştir.

4.2. Duyu Organizasyon Testi Bulguları

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylere normal durumda ve total uyku kaybı durumunda yapılan Duyu Organizasyon Testi değerlendirmesinde; birleşik denge (BD) skoru, Durum 1, Durum 2, Durum 3, Durum 4, Durum 5 ve Durum 6 skorları belirlenerek karşılaştırılmıştır.

İki farklı durumdaki birleşik denge skorları Mikst Model Analizi testi ile karşılaştırılmıştır. Normal ve total uyku kaybı durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=,001$). Total uyku kaybı durumunda BD skorlarının, normal duruma göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 4.1).

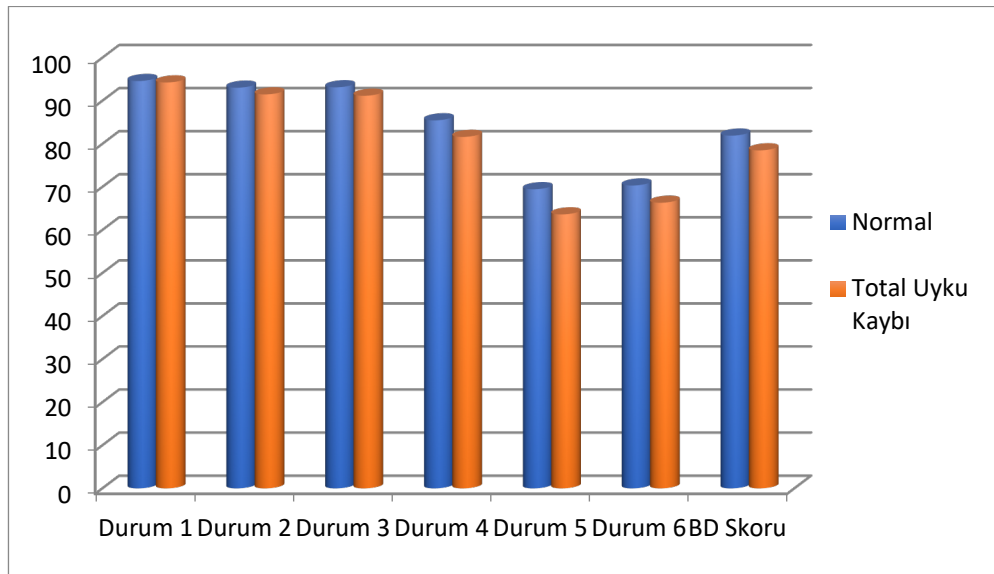
Her iki grubun altı farklı durumdaki skorları Mikst Model Analizi testi ile karşılaştırılmıştır. Durum 1 dışındaki beş durumda iki farklı ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<,05$). Total uyku kaybı durumunda farklı durumlardaki denge skorlarının normal duruma göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Normal Durum ve Total Uyku Kaybı Durumunda DOT Bulguları

	Normal		Total Uyku Kaybı		Mikst Model Analizi
	X ±SS	Değer Aralığı	X ±SS	Değer Aralığı	p
Durum 1	94,58±1,38	92,00-97,00	94,25±1,69	89,00-97,00	,443
Durum 2	93,03±1,81	88,00-95,00	91,48±3,17	83,00-95,00	,001*
Durum 3	93,12±2,02	88,00-96,00	91,16±3,07	82,00-96,00	,000*
Durum 4	85,45±7,58	67,00-93,00	81,61±10,70	37,00-93,00	,030*
Durum 5	69,45±9,40	44,00-81,00	63,61±15,18	24,00-84,00	,010*
Durum 6	70,32±12,52	42,00-90,00	66,32±14,68	25,00-85,00	,022*
BD Skoru	81,90±5,76	66,00-90,00	78,48±8,02	55,00-87,00	,001*

X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri, BD: birleşik denge, *p<,05

Normal durumda yapılan DOT sonucuna göre, birleşik denge skoru, Durum 2, Durum 3, Durum 4, Durum 5 ve Durum 6 denge skorlarının total uyku kaybı durumundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki duruma ait DOT bulguları Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



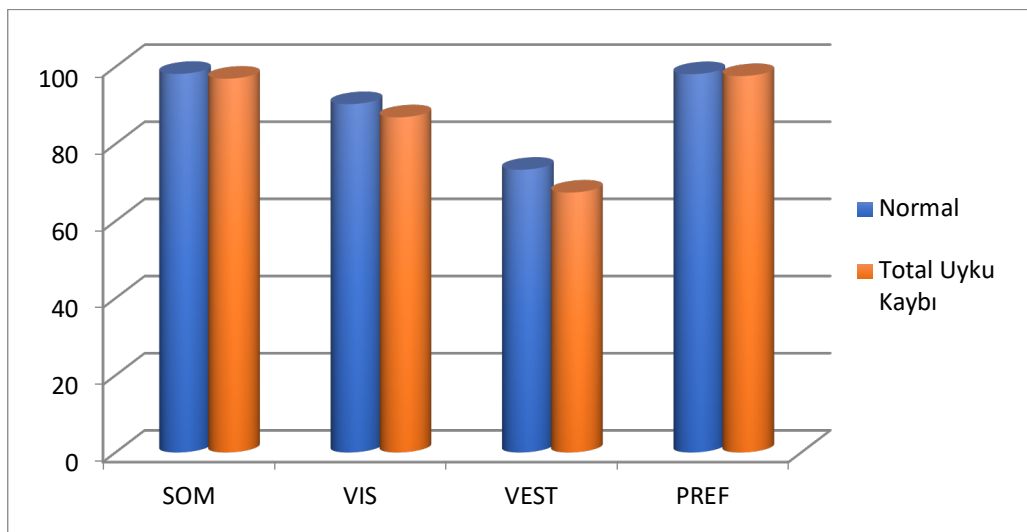
Şekil 4.1. Normal ve total uyku kaybı durumlarında DOT Grafiği

Normal ve total uyku kaybı durumunda yapılan Duyu Organizasyon Testi değerlendirmesinde; birleşik denge (BD) skoru, somatosensör oran (SOM), görsel oran (VIS), vestibüler oran (VEST) ve görsel öncelik skoru (PREF) belirlenerek Wilcoxon testi ile karşılaştırılmıştır. Normal ve total uyku kaybı durumları arasında görsel öncelik skoru dışındaki oranlarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<,05$). Total uyku kaybı durumunda somatosensör oran, görsel oran ve vestibüler oranın normal duruma göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 4.2). Her iki durumda elde edilen duyu analizi sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Normal ve Total Uyku Kaybı Durumunda DOT Duyu Analizi Bulguları

	Normal		Total Uyku Kaybı		Wilcoxon
	X ±SS	Değer Aralığı	X ±SS	Değer Aralığı	p
SOM	98,18±1,61	93,75-100,00	96,93±2,32	89,58-98,95	,003*
VIS	90,33±7,88	70,83-100,00	86,91±11,49	39,58-98,58	,037*
VEST	73,31±9,72	45,83-85,41	67,40±15,76	25,00-87,50	,008*
PREF	98,11±2,97	89,58-100,00	97,61±4,49	79,16-100,00	,910

X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri, SOM: somatosensör oran, VIS: görsel oran, VEST: vestibüler oran, PREF: görsel öncelik skoru, * $p<,05$



Şekil 4.2. Normal ve total uyku kaybı durumlarında DOT Duyu Analizi Grafliği

4.3. Adaptasyon Testi Bulguları

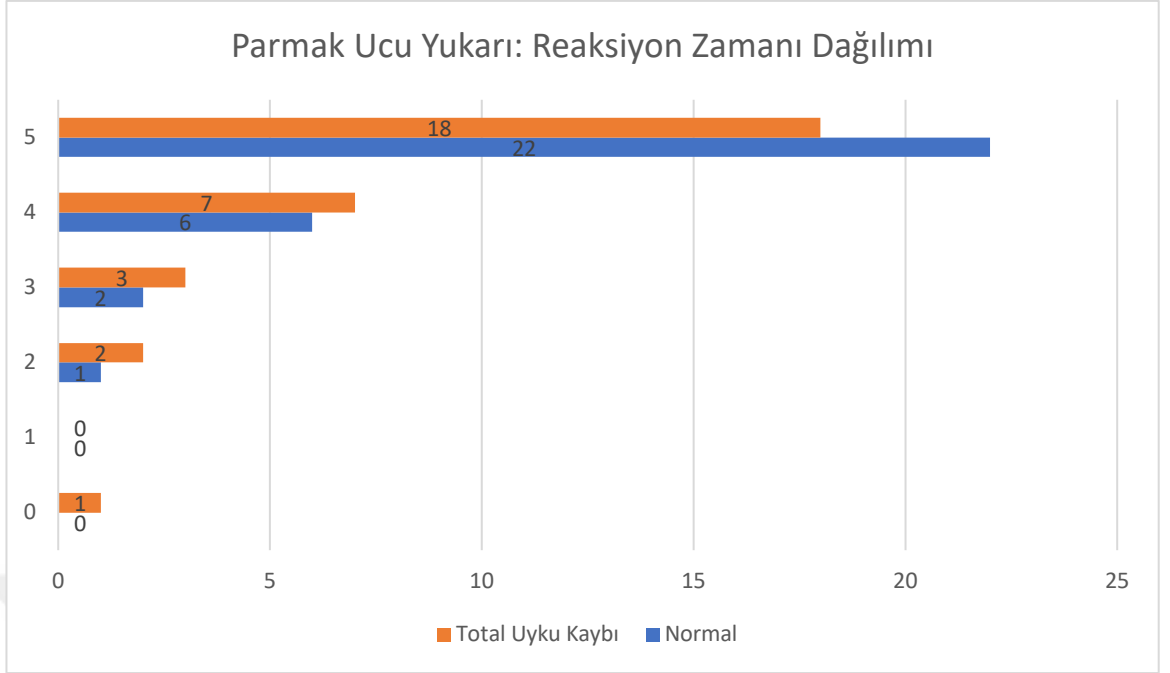
Çalışmaya katılan tüm bireylerin normal durumda ve total uyku kaybı durumunda ani olarak arkaya doğru (parmak ucu yukarı; *toes up*) ve öne doğru (parmak ucu aşağı; *toes down*) 5⁰ platform hareketi ile yapılan adaptasyon testi sonuçları Mikst Model Analizi ile karşılaştırıldığında, tüm deneme sonuçlarının reaksiyon zamanı ortalamasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>,05$). Adaptasyon testi sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Normal Durum ve Total Uyku Kaybı Durumunda Adaptasyon Testi Bulguları

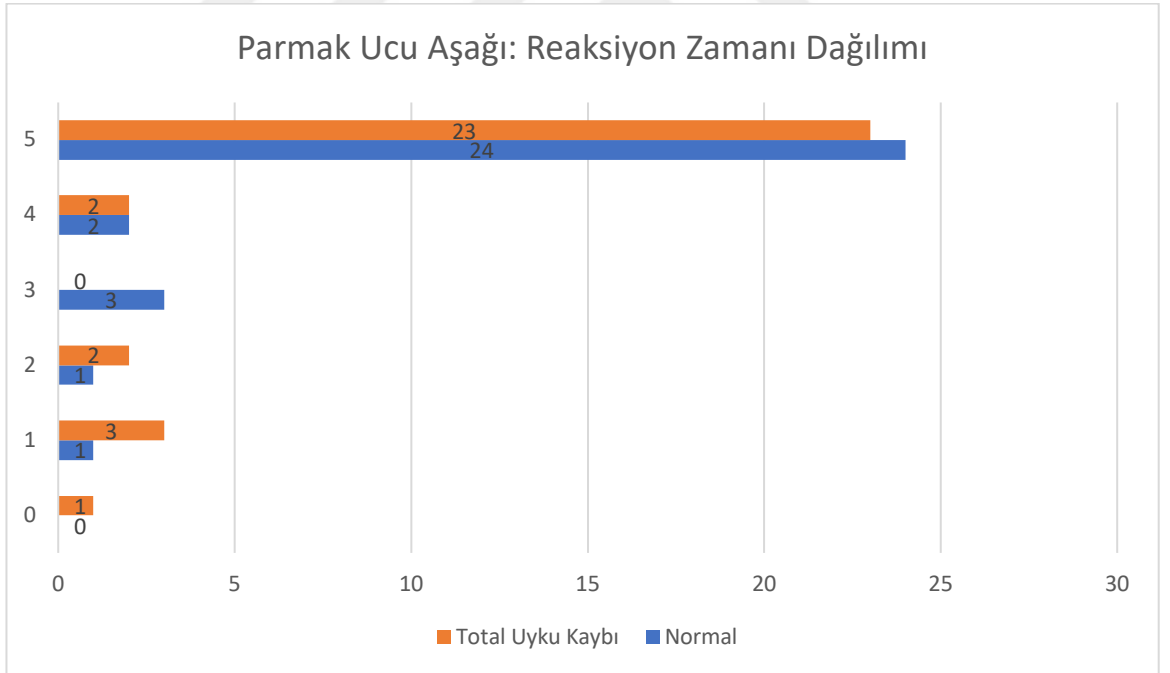
	Normal		Total Uyku Kaybı		Mikst Model Analizi
	X ±SS	Değer Aralığı	X ±SS	Değer Aralığı	p
Parmak					
Ucu	70,64±14,05	48,00-106,00	75,93±20,75	45,00-154,00	,076
Yukarı					
Parmak					
Ucu	47,45±12,35	32,00-80,00	50,00±16,56	29,00-106,00	,158
Aşağı					

X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri

Adaptasyon testinin her iki alt testinde reaksiyon zamanları değerlendirildiğinde, normal durum ve total uyku kaybı durumunda adaptasyon testi sonuçlarında beş farklı denemede normal sınırlarda elde edilen sonuçların dağılımı Şekil 4.3a ve Şekil 4.3b'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3a. Parmak Ucu Yukarı Testi: Reaksiyon Zamanı Normal Sınırlarda Elde Edilen Denemelerin İki Farklı Durum için Dağılımı



Şekil 4.3b. Parmak Ucu Aşağı Testi: Reaksiyon Zamanı Normal Sınırlarda Elde Edilen Denemelerin İki Farklı Durum için Dağılımı

4.4. Statik Görsel Keskinlik Bulguları

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylere normal durumda ve total uyku kaybı durumunda yapılan Statik Görsel Keskinlik testinde logMAR cinsinden statik görsel keskinlik değerleri karşılaştırılmıştır. Her iki durum arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=,466$). Normal durumda statik görsel keskinlik değerinin total uyku kaybı durumuna göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Tablo 4.4. Normal Durum ve Total Uyku Kaybı Durumunda Statik Görsel Keskinlik Testi Bulguları

Statik Görsel Keskinlik	Normal		Total Uyku Kaybı		Paired
	X ±SS	Değer Aralığı	X ±SS	Değer Aralığı	Sample
					T-test
	-0,16±0,07	-0,3-0,00	-0,15±0,10	-0,3-0,00	,466

X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri

4.5. Minimum Algılama Zamanı Testi Bulguları

Normal durumda ve total uyku kaybı durumunda yapılan Minimum Algılama Zamanı testi sonuçlarında her iki durum arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p=,001$). Normal durumda minimum algılama zamanının total uyku kaybı durumuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Normal Durum ve Total Uyku Kaybı Durumunda Minimum Algılama Zamanı Testi Bulguları

Minimum Algılama Zamanı	Normal			Total Uyku Kaybı			Wilcoxon
	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	P
	22,25±4,97	20	20,00-40,00	42,58±36,87	30	20,00-170,00	,001*

X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri, * $p<,05$

4.6. Dinamik Görsel Keskinlik Testi Bulguları

Çalışmaya katılan tüm bireylerin dinamik görsel keskinlikleri sağ ve sol yönünde normal durum ve total uyku kaybı durumlarında değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Total uyku kaybı durumu ile normal durum arasında sağ yöndeki dinamik görsel keskinlik değerleri arasında anlamlı fark belirlenmiştir ($p=,008$). Total

uyku kaybı durumunda sağ yöndeki dinamik görsel keskinlik değerleri normal duruma göre daha düşük elde edilmiştir. Normal durum ve total uyku kaybı durumu arasında sol yöndeki dinamik görsel keskinlik değerleri arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p=,681$).

Her iki yöndeki dinamik görsel keskinlik değerlerinin ortalaması alınarak yapılan karşılaştırmada normal durum ve total uyku kaybı durumu arasında anlamlı fark belirlenmemiştir ($p=,192$). Her iki durumda elde edilen dinamik görsel keskinlik değerlerine ait bulgular Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Normal Durum ve Total Uyku Kaybı Durumunda Dinamik Görsel Keskinlik Testi Bulguları

DGK	Normal			Total Uyku Kaybı			Wilcoxon
	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	P
<i>Sağ</i>	0,00±0,12	0,00	-0,28-0,24	0,06±0,13	0,04	-0,2-0,4	,008*
<i>Sol</i>	0,03±0,12	0,02	-0,2-0,4	0,02±0,13	0,02	-0,24-0,32	,681
<i>Ortalama</i>	0,01±0,10	0,01	-0,22-0,26	0,04±0,13	0,02	-0,19-0,36	,192

DGK: Dinamik Görsel Keskinlik, X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri, *: <0,05

Sağ, sol ve her iki yöndeki dinamik görsel keskinlik değerlerinin ortalaması alınarak yapılan karşılaştırmalarda normal durum ve total uyku kaybı durumu arasında anlamlı fark belirlenmemiştir ($p>,05$). Dinamik görsel keskinlik baş hızı değerlerine ait bulgular Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Normal Durum ve Total Uyku Kaybı Durumunda Dinamik Görsel Keskinlik Baş Hızı Bulguları

<i>DGK</i> <i>Baş Hızı</i>	Normal			Total Uyku Kaybı			Wilcoxon
	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	p
<i>Sağ</i>	137,7±25,7	133	103-198	137,6±24,8	132	101-187	,603
<i>Sol</i>	136,0±23,4	134	102-196	136,0±22,7	134	105-190	,746
<i>Ortalama</i>	136,8±23,6	130,5	104,5-188,5	136,8±22,5	132	104-188,5	,997

DGK: Dinamik Görsel Keskinlik, X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri

4.7. Bakış Stabilizasyon Testi Bulguları

Çalışmaya katılan tüm bireylerin bakış stabilizasyonu bulguları sağ ve sol yönünde normal durum ve total uyku kaybı durumlarında değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Normal durum ve total uyku kaybı durumu arasında sağ yönde, sol yönde ve her iki yöndeki ortalamalarda bakış stabilizasyonu değerleri arasında anlamlı fark belirlenmemiştir ($p > ,05$). Her iki durumda elde edilen bakış stabilizasyonu testine ait bulgular Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Normal Durum ve Total Uyku Kaybı Durumunda Bakış Stabilizasyonu Testi Bulguları

	Normal			Total Uyku Kaybı			Wilcoxon
	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	X ±SS	Ortanca	Değer Aralığı	p
<i>Sağ</i>	200,32±44,04	207	108-301	188,25±31,18	184	134-249	,203
<i>Sol</i>	199,32±40,43	203	93-282	193,50±33,00	188,5	135-247	,428
<i>Ortalama</i>	199,82±37,10	203,5	104-272,5	189,46±26,31	183	153,5-239	,160

BST: Bakış Stabilizasyon Testi, X: ortalama, SS: standart sapma, p: p değeri

5. TARTIŞMA

Çalışmamız normal genç yetişkinlerde 24 saat ya da daha uzun süreli total uyku kaybının kişilerin postüral denge, denge adaptasyonu, statik ve dinamik görsel keskinlik, görsel algılama zamanı ve bakış stabilizasyonuna olan etkilerini araştırmak amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın sonucunda 24 saatlik total uyku kaybının postüral dengeyi bozduğu, minimum görsel algılama zamanını arttırdığı belirlenmiştir. Statik ve dinamik görsel keskinlik skorları, bakış stabilizasyonundaki maksimum baş hızı ile denge adaptasyon skorlarını olumsuz etkilediği gözlenmekle birlikte bu skorlardaki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Postüral Denge

Aguiar ve diğ. uykusuzluğun görsel bilginin adaptasyonu ve postüral kontrol üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında uykusuzluğun optik kaymaya karşı kişilerin oluşturduğu adaptasyonu azalttığı ve bu nedenle kişilerin postüral salınımlarının arttığını ve postüral kontrollerinin bozulduğunu belirtmişlerdir (45).

Shepard ve diğ. BDP testleri ile denge fonksiyonunu değerlendirdikleri çalışmalarında testlerin insan vücudunun vestibüler, görsel ve somatosensör girdilerinin dengeyi korumak için nöromusküler sistemlerle nasıl birleştiğini yorumlamıştır (50).

Yapılan çalışmalarda yaş ile birlikte denge becerilerinde bozulma olduğu belirlenmiştir (51, 52). Borah ve diğ. postüral stabilizasyonun yaş ile nasıl değiştiğini araştırdıkları çalışmalarında on yıllık dekatlarla ayırdıkları hasta gruplarından en yüksek birleşik denge skorları 80, 79.4 ve 78.6 puanla sırasıyla 20-30 yaş, 10-20 yaş ve 30-40 yaş aralıklarında elde etmişlerdir. İlk dekattan üçüncü dekata kadar denge skorlarında artış gözlenmiş üçüncü dekattan sonra yedinci dekata kadar denge skorlarında kademeli olarak azalma gözlenmiştir. En yüksek performansın gözlendiği 20-30 yaş aralığından sonra yaşın denge puanları ile ters orantılı olarak değiştiği belirlenmiştir. Birleşik denge skorlarındaki düşüşler daha çok Durum 5 ve Durum 6 sonuçlarındaki değişimlerle karakterize olarak gözlenmiştir (51). Çalışma planımızda çalışmaya dahil ettiğimiz genç yetişkin yaş grubu postüral stabilizasyonun en iyi olduğu yaş grubudur. Bu sayede çalışma sonuçlarını etkileyebilecek yaş faktörünün

etkileri ortadan kaldırılarak esas hedefimiz olan uykusuzluğun denge üzerine etkileri ortaya çıkarılmıştır.

Robillard ve diğ. genç yetişkin ve geriatric bireylerin denge becerilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında geriatric bireylerde genç erişkinlere göre uyku yoksunluğunun postural kontrolü daha fazla etkilediği bildirilmiştir (52).

Fabbri ve diğ. uykusuzluğun postüral kontrol üzerine etkisini araştırdıkları ve farklı saatlerde tekrarlı testler yaptıkları çalışmalarında uykusuzluğun saatler ilerledikçe postüral sistemi daha çok etkilediğini belirtmişlerdir. Postüral dengeyi sabit zeminde gözler açık ve gözler kapalı olarak iki farklı durumda değerlendirmişlerdir. Her iki durumda da uykusuzluk ile postüral salınımın arttığını, ancak gözler açık durumdaki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı iken gözler kapalı durumdaki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir (46). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda gözler açık durumda anlamlı bir fark elde edilememişken, gözler kapalı durumda anlamlı bir fark elde edilmiştir.

Schlesinger ve diğ. uykusuzluğun postüral kontrol ve dikkat üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında katılımcılara uykusuz durumda herhangi bir görev verilmeden, basit bir görev ile birlikte ve zor bir görev ile birlikte olmak üzere üç farklı denge testi uygulamışlar ve sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmaya göre uykusuzluğun postüral kontrolü bozduğunu ancak ayakta durma dengesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Zor görev ile birlikte yapılan denge testlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde ettiklerini ifade etmişlerdir (49). Çalışmamızda elde ettiğimiz duyu organizasyon test sonuçlarında normal ve uykusuz durumlarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde etmiş olmakla birlikte bu çalışmaya benzer şekilde uykusuz durumdaki denge puanlarındaki düşüşlerin kişilerin düşmelerine sebep olacak kadar büyük değişimler olmadığı düşünülmüştür. Uykusuzluğun genel denge sisteminin çalışmasını tamamen engellemediği ancak postüral stabilitenin bozulduğu gözlenmiştir.

Furtado ve diğ. kronik düşük uyku kalitesine sahip sağlıklı yetişkinlerde uykusuzluğun postüral kontrol üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında total uyku kaybının daha düşük uyku kalitesine sahip kişilerin postüral dengesini daha çok etkilediğini belirtmişlerdir. Gözlerin kapalı durumda olduğu testlerdeki farkın gözlerin açık olduğu duruma göre daha belirgin olduğu söylenmiştir (47). Literatürdeki bu

çalışma gözler kapalı durumda elde edilen fark açısından çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Bukhtiyarov ve diğ. 25- 30 yaşlarındaki normal erkek katılımcılarda 24 saat total uyku kaybının okkülomotor reaksiyonlara olan etkisini inceledikleri çalışmalarında uykusuzluğun sakkad latanslarını ve smooth pursuit kazançlarını etkilediğini ancak sakkadların doğruluğunu etkilemediğini belirtmişlerdir (53).

Lin ve diğ. kısa süreli uykusuzluğun VOR üzerine olan etkilerinin VEMP testi sonuçlarına göre değerlendirdikleri çalışmalarında servikal VEMP latans, amplitüd, asimetri oranı sonuçları ile oküler VEMP latans ve amplitüd sonuçları parametrelerinde farklılık görülmemişken, oküler VEMP asimetri oranında farklılık elde edilmiştir. Araştırmacılar bu çalışmada oküler VEMP testini VOR ile servikal VEMP testini ise VSR ile ilişkilendirerek VOR mekanizmasının etkilendiğini VSR mekanizmasının ise etkilenmediğini düşündüklerini bildirmişlerdir (54). Uyku yoksunluğu süresinin 12 saat olması ve katılımcı sayısının (20 kişi) az olması çalışmanın sonuçlarının beklenen düzeyde çıkmamasının nedeni olabilir.

Quarck ve diğ. total uyku kaybının VOR yanıtları üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında total uyku kaybının rotasyon sandalyesi testinde yavaş faz nistagmusun derecesini arttırdığını gözlemlemişler ve bu durumun VOR kazançlarını arttırdığını ancak durasyonu değiştirmedeğini bildirmişlerdir (55).

Nielson ve diğ. genç yetişkinlerde yaptıkları ve uyku kaybının sensörimotor bütünleme üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında postüral kontrolde meydana gelebilecek bir etkiyi gözlemleyebilmek için vestibüler, somatosensör ve vizüel sistemlerden en az ikisinde önemli derecede bozulma olması gerektiği ve bu ikiliden birinin vestibüler sistem olması gerektiğini belirtmişlerdir. Uykusuzluğun vestibüler, somatosensör ve vizüel geribildirim mekanizmalarının sensörimotor bütünlemelerinde önemli bir yere sahip olduğunu ifade etmişlerdir (44). Çalışmamızda da total uyku kaybı sonucunda meydana gelen birleşik denge skoru azalmalarının vestibüler sistemin değerlendirildiği Durum 5 ve Durum 6 test konumlarından kaynaklandığı görülmüştür.

Meney ve diğ. uykusuzluğun vücut sıcaklığı, ruh hali ve fiziksel aktivite üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında zaman performans ilişkisine bağlı olmayan fiziksel aktivitelerin uykusuzluktan etkilenmediğini, vücut sıcaklığında

anamlı bir değişimin gözlenmediğini, ruh halinde ise canlılık, total ruh hali ve yorgunluk parametrelerinde anlamlı farklılık olduğunu belirtmişlerdir (43).

Morad ve diğ. uykusuzluk nedeniyle oluşan yorgunluğu araştırdıkları çalışmalarında gözler kapalı yapılan testlerde stabilizasyonun azaldığını ve vücut salınımının arttığını, gözler açık yapılan testlerde ise gözlenen tek değişikliğin orta-hafif frekans bandında postüral salınım olduğunu ve bu frekans bandının da vestibüler fonksiyon ile ilişkilendirildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca uykusuzluğa bağlı oluşan yorgunluğun kısa ve girişimsel olmayan postüral testlerle kolayca değerlendirilebildiğini ifade etmişlerdir (56).

Literatürde birçok çalışmada uykusuzluk ve yorgunluk durumunda postüral salınımın özellikle gözler kapalı test durumlarında önemli derecede arttığı söylenmiştir (44, 56, 57). Uykusuzlukla meydana gelen postüral salınım artışının azalan vestibüler sistem etkinliğine bağlı olduğu belirtilmiştir (58, 59).

Albathi ve diğ. son bir yıl içerisinde vestibüler vertigo şikayeti yaşamış 20950 hastada yaptıkları çalışmalarında hastaların % 30'unda anormal uyku süreleri olduğunu bildirmişlerdir. Kısa uyku sürelerinin yaşlılarda düşme riskini arttırdığı, uzun uyku sürelerinin ise uyku bölünmesi, yorgunluk ve immün fonksiyon değişiklikleri ile ilişkili olduğu belirtilen çalışmada elde edilen sonucun uyku sırasında sağlanması gereken sistemlerin yeniden düzenlenmesi işleminin tam olarak sağlanamamasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür (60).

Ma ve diğ. uykusuzluğun postüral kontrol üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında özellikle vizüel, proprioseptif ve taktil duylardan gelen uyarılar uygun şekilde gelmediğinde vestibüler sistemin postüral kontrolün sağlanmasında ön plana geçtiğini belirtmişlerdir. Vücut dengesi bozulmaya başladığında duysal reseptörlerden köken alan impulsların aktifleşerek dengeyi düzenlemek için kas aktivitesi oluşturduğunu ve bu durumun sonucunda ise dik duruş postürünü sağlamak için sürekli vücut salınımları meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Ağırlık merkezinde oluşan yer değişiminin basınç merkezini de değiştirdiğini ve ağırlık ile basınç merkezleri aynı hizaya yaklaştıkça postüral salınımın da azalacağını söylemişlerdir (48).

Total uyku kaybının vestibüler, vizüel ve somatosensör sistemi kişilerin postüral dengelerini sürekli devam ettiremeyecek kadar bozmadığı ancak Bilgisayarlı

Dinamik Postürografi ile yaptığımız hassas ölçümlerde postüral salınımları anlamlı derecede arttırdığı belirlenmiştir. Total uyku kaybı yaşamış kişilerde yaptığımız ölçümlerde elde ettiğimiz Birleşik Denge Skorları da normal sınırlarda elde edilmiş olmasına rağmen normal zamanda yaptığımız ölçümlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir. Birleşik Denge Skorlarındaki bu farklılığın vestibüler sistemi öncelikli olarak değerlendiren Durum 5 ve Durum 6 konumlarından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Hareketsiz zemin, hareketsiz çevre ve gözlerin açık olduğu Durum 1 konumunda normal ve uykusuz zamanlarda yapılan testlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamasına rağmen, duyuşal bütünlemenin bozulduğu kalan beş durumun tamamında oluşan farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması uykusuzluğun vestibüler, vizüel ve somatosensör sistemin entegrasyonunu etkilediğinin önemli bir göstergesidir.

Dikkat ve Kognitif Beceriler ile Minimum Algılama Zamanı

Uyku üzerine literatürde birçok çalışma yapılmış ve uyku ile ilgili bilinen birçok özellik olmasına rağmen canlıların neden uyudukları konusunda fikir birliği oluşturulamamıştır. Canlıların neden uyuduğu ile ilgili üç önemli teori bulunmaktadır. Birinci teoride enerji ihtiyacını azaltmak için olduğu ifade edilmiştir. İkinci teoride uykunun bilgi işleme ve sinaptik plastisite açısından hayati bir fonksiyona hizmet ettiği söylenmiştir. Üçüncü teoride ise makromolekül biyosentezindeki temel hücrel bileşenlerin restorasyonunun uyku sırasında gerçekleşmesi nedeniyle canlıların uyuduğu belirtilmiştir (3). Literatürde uykuyu araştırmak için yapılan çalışmalarda uykunun neden önemli olduğunu anlayabilmek için uykusuzluğun canlılar üzerindeki etkilerini araştırma ve değerlendirme ihtiyacı doğmuştur.

Killgore ve diğ. yaptıkları çalışmada 49 saat süren total uyku kaybının karar verme becerisini önemli derecede bozduğunu bildirmişlerdir. Prefrontal korteksin sorumlu olduğu kısa dönem küçük avantaja rağmen uzun dönem yüksek maliyet ilişkisini farketme gibi kognitif yeteneklerde azalmalar gözlenmiştir. Total uyku kaybı prefrontal korteksteki ventral bölgede kan akımının azalması ile ilişkilendirildiğinden total uyku kaybına maruz kalan kişilerin ventromedial prefrontal lob lezyonu olan hastalarla benzer bozukluklar gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Total uyku kaybına maruz kalan kişilere karar verme becerilerini değerlendiren bir oyun oynattıklarını ve

bu kişilerin oyunun ilk yarısında düşük riskli tercihler yapmalarına rağmen oyunun ikinci yarısında stratejilerini değiştirerek daha yüksek riskli tercihler yaptıklarını gözlemlemişlerdir (61).

Total uyku kaybının kişilerin kas tonusunu arttırdığı ve dikkati azalttığı belirtilmiştir. Uykusuzluğun duyuşsal organizasyonu bozarak denge problemi oluşturduğu ve bu denge probleminin beklenmedik proprioseptif uyarana adaptasyon geliştirmek için gereken periyot olan 100-150 saniye içerisinde gerçekleştiği bildirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde uykusuz kişilerin oturma pozisyonuna göre ayakta durma pozisyonunda daha fazla hata yaptıkları ancak bu durumun 20 saatin altındaki total uyku kaybı durumunda gözlenmediği bildirilmiştir. 36 saat total uyku kaybına maruz kalan kişilerin oksijen alımı miktarının azaldığı bu nedenle dikkat, konsantrasyon ve karar verme gibi becerilerde hata sayılarının arttığı düşünülmüştür (62).

Kim ve diğ. normal erişkin erkek bireylerde uykusuzluğun kognitif fonksiyon üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kişilerin motor fonksiyon, ritim, hafıza, alıcı dil, ifade edici dil alt ölçeklerini değerlendirmişlerdir. Karmaşık motor fonksiyon, melodi ve ritim algısı, görsel ve sözel hafıza, karmaşık alıcı dil ve sözel akıcılığın total uyku kaybından önemli derecede etkilendiği belirtilmiştir (63).

Abel ve diğ. yazdıkları derlemede hafıza ve beyin plastisitesini açıklayan mekanik mekanizmalar ile uykunun ilişkisine dair kanıtların olduğunu ve uykusuzluğun, plastisite ile ilgili sinaptik yolları etkilediğini, sinaptik güçlenmeyi teşvik etmek için gerekli olan nöronların uyarılabilirliğini bozduğunu ve daha önceden belirlenmiş sinaptik yolların daha hızlı bir şekilde çürümesine yol açtığını bildirmişlerdir (64).

Frank ve diğ. uyku ile öğrenme arasındaki ilişkiyi anlattıkları derlemede, uyku yoksunluğunun hafızayı etkilediğini ve bir sonraki uykunun kalitesini bozduğunu belirtmişlerdir. Uykunun öğrenmeye etkisi olduğu kadar öğrenmenin de uyku fazlarını etkilediği ifade edilmiştir. Öğrenmenin hızlı göz hareketi olan uyku fazının süresini, sayısını ve ponto-genikulo-occipital dalga yoğunluğunu artırdığını, ayrıca hızlı göz hareketi olmayan uyku fazının süresi ile yavaş dalga aktivitesini arttırdığı bildirilmiştir. Uyku değişkenleri ile ertesi gün öğrenme görevleri arasında pozitif korelasyon olduğu söylenmiştir (42).

Goel ve diğ. uyku yoksunluğunun nörokognitif özelliklerini değerlendirdikleri derlemelerinde total uyku kaybında yapılan Pozitron Emisyon Tomografi ve fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme sonuçlarına göre frontal bölge, parietal bölge, talamus ve bazal ganglionun uyku yoksunluğundan etkilendiğini belirtmişlerdir. Literatürde farklı nörogörüntüleme çalışmalarında uyku yoksunluğunun aritmetik işlem yapma, sözel öğrenme, mantıksal akıl yürütme, mekânsal algı, inhibisyon kontrolü, karar verme ve emosyonel işlemeyle etkilediği bildirilmiştir (5).

Literatürde uyku azalması ve total uyku kaybının değerlendirildiği birçok çalışmada uyku azalması ve total uyku kaybının kognitif performans, hafıza, dikkat, reaksiyon zamanı, karar verme gibi birçok faktörü etkilediği bildirilerek, uyku azalmasının birkaç gün tekrarlanması sonucunda reaksiyon zamanında önemli derecede artışlar gözleendiği, total uyku kaybında ise tüm bu faktörlerdeki farklılıkların çok açık olarak tespit edildiği söylenmiştir (1, 65).

Patrick ve diğ. üniversite öğrencilerinde uyku yoksunluğunun kognitif ve fiziksel performans üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında total uyku kaybının öğrencilerin kognitif kapasitelerine minimal etkisinin olduğunu fiziksel performansı ise önemli derecede etkilediğini özellikle reaksiyon zamanında ise önemli bir artış gözleendiğini belirtmişlerdir (66).

Drummond ve diğ. total uyku kaybı ve uyku azalmasının görsel çalışan hafızanın kapasitesi ve etkinliği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında total uyku kaybı ve uyku azalmasının görsel çalışan hafıza üzerine benzer ve farklı etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Her iki tip uyku azlığının da görsel çalışan hafızanın kapasitesinin azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Total uyku kaybı görsel çalışan hafızanın etkinliğini azaltırken, uyku azalmasının görsel çalışan hafızanın etkinliğine herhangi bir etkisi olmadığı söylenmiştir (67).

Kong ve diğ. total uyku kaybı yaşayan kişilerin görsel algılama işleme kapasitelerinin azaldığını belirtmişlerdir (68, 69).

Roge ve diğ. algılanabilen çevresel sinyallerin yüzdesinin uyku yoksunluğu durumunda azaldığını ve bu nedenle uyku yoksunluğu ile ilişkili yorgunluğun çevresel görsel algının bozulmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir. Benzer durumun yaş ile birlikte görüldüğünü de belirtmişlerdir (70).

Beattie ve diğ. kronik uykusuzluk yaşayan insomnia hastalarında yaptıkları araştırmada, kronik uykusuz hastaların standart yüz eşleştirme testinde çok fazla hata yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu durumun kronik uykusuzluğun bu kişilerde yüz tanıma bozuklukları ve görsel kodlama işlemlerinde bozulmalara neden olduğu bildirilmiştir (71).

Literatüre benzer şekilde çalışmamızda Minimum Algılama Zamanı Testinde normal ve uykusuz durum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir. Normal durumda beklenen 20 milisaniyelik görsel algılama zamanı total uyku kaybı sonrasında uzamış olarak tespit edilmiştir. Bu durum diğer görsel işleme mekanizmalarına benzer şekilde görsel olarak daha erken algılanabilen bir farkın uyku yoksunluğu durumunda daha geç algılandığını göstermektedir. Bu etkilenimin insan hatasına bağlı kaza riskini artırdığı düşünülmüştür. Bu durum total uyku kaybı sonrası gözlenen trafik kazası ve yaralanmaların artışı ile performans kaybı gibi sonuçlara bir kanıt oluşturabilir.

Uyku ile ilgili birçok çalışmada uykunun kognitif fonksiyon, dikkat, algı, emosyonel, karar verme gibi beceriler ile ilişkisinden bahsedilmiştir (6, 43, 72-75). Uykusuzluk genel anlamda uyku boyunca insan vücudunda oluşması gereken yenileme özelliklerinin gerçekleşmemesi sonucunda bazı farklılıklara sebep olabilir. Uykusuzluk sonucu oluşan hücresel değişiklikler ya da meydana gelemeyen hücresel farklılıkların yaşamı birincil olarak tehdit etmemelerine rağmen neden olabilecekleri uzun reaksiyon zamanı, algılama becerilerinin azalması, karar verme farklılıkları, dikkat dağınıklığı gibi faktörlerin günlük yaşamı olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir.

Görsel işleme becerilerinin de total uyku kaybından etkilendiği belirtilmiştir. İnsan görme sistemi görsel bilgiyi inanılmaz hızlı bir şekilde işler ve 20 milisaniye kadar kısa bir süre için görünen tek bir yanıp sönen nesneyi bile tanımamızı sağlar (76). Uykusuzluk durumunda interparietal sulkus ve ekstrasriat korteksin lateral oksipital bölümlerin aktivasyonunun azaldığı belirtilmiştir. Bu nedenle total uyku kaybı sonrasında görsel bilgiyi işlemek için mevcut fonksiyonel kortikal devrelerin sayısında bir azalma olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte total uyku kaybı sonrasında; hızla değişen görsel bilginin işlenmesi, periferik görsel bilginin işlenmesi, görsel seçicilik, dikkat dağıtıcı görsel bilginin baskılanması ve görsel

kısa dönem hafıza gibi birçok önemli görsel fonksiyonda azalma olduğu bildirilmiştir (67-69, 76).

Statik ve Dinamik Görsel Parametreler

Dinamik Görsel Keskinlik testini yorumlamak için aynı test ortamında öncelikle Statik Görsel Keskinlik testi yapılır ve bu testin sonucuna göre Dinamik Görsel Keskinlik testi yorumlanır. Statik Görsel Keskinlik testi ile ilgili test prosedürü standarttır ancak literatürde Dinamik Görsel Keskinlik testinden bahsedilirken birkaç farklı test protokolünden bahsediliyor olabilir. Literatürde çalışmamızda kullandığımız test protokolünden farklı olan dinamik obje Dinamik Görsel Keskinlik olarak tanımlanan kişinin başının sabit, ekrandaki görüntünün hareketli olduğu şekilde yapılan bir test protokolü ile görüntünün sabit, başın hareketli olduğu ancak baş hareketinin sabit durumdan hızlı baş savurma şeklinde olduğu baş savurma Dinamik Görsel Keskinlik testi olarak iki ayrı test protokolünden daha bahsedilebilir. Baş hareketli olarak uygulanan testlerde aktif ve pasif baş hareketi şeklinde iki ayrı protokol de uygulanabilmektedir.

Marquez ve diğ. normal genç yetişkin futbolcularda normatif değerler oluşturmak için yaptıkları çalışmada 67 katılımcıya Statik Görsel Keskinlik, Minimum Algılama Zamanı ve Dinamik Görsel Keskinlik Testleri uygulamışlardır. Statik Görsel Keskinlik değerlerini ortalama -0.23 ± 0.1 logMAR, Minimum Algılama Zamanı değerlerini ortalama 20.09 ± 3.36 milisaniye, Dinamik Görsel Keskinlik değerleri -0.007 ± 0.141 olarak elde etmişlerdir (34). Benzer yaş grubunu aldığımız çalışmamızda da normal durumda benzer test sonuçları elde edilmiştir. Uykusuzluk ile görsel keskinlik değerlerinde minimal azalma gözlenmiştir. Minimum Algılama Zamanı testinde uykusuzluğun test sonuçlarını anlamlı şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Palidis ve diğ. farklı Dinamik Görsel Keskinlik test protokollerinin göz hareketleri ile olan ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında profesyonel beyzbol oyuncularındaki göz hareketlerini incelemişlerdir. Katılımcılara statik obje ve dinamik obje Dinamik Görsel Keskinlik testlerinin uygulandığı çalışmada iki test sonucu arasında anlamlı bir fark bulunmazken ayrıca deneyimli ve rekreasyonel oyuncuların test sonuçları arasında da anlamlı bir fark elde edilememiştir (77).

Literatürdeki çalışmalarda Statik Görsel Keskinlik değerlerinin ekran parlaklığı, görüntü kontrastı, görme kusuru ve yaş gibi faktörlerden etkilendiğini belirterek Dinamik Görsel Keskinlik değerlerinin Statik Görsel Keskinlik değerlerine göre yorumlandığını belirtmişlerdir (78, 79). Uykusuzluğun denge sistemine olan etkilerini araştırmak için yaptığımız çalışma planımızda seçilen yaş grubu, görme değerlendirmesi ve görme yardımcılarının kullanılması ile yaş ve görme kusuru faktörlerinin testlere olan etkileri engellenmiştir.

Scherer ve diğ. uykusuzluğun dinamik görsel keskinlik üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında katılımcılara normal bir zamanda, uykusuz kalınacak günün başında ve uykusuz kalındıktan sonra olmak üzere test üç defa uygulanmıştır. Bu üç durum arasında da dinamik görsel keskinlik testlerinde fark elde edilememiştir (80). Çalışmamızla benzerlikler gösteren bu çalışmada kullanılan test protokolü çalışmamızdaki test protokolünden farklıdır. Bu çalışmada baş savurma Dinamik Görsel Keskinlik test protokolü uygulanmıştır. Test başlangıcında baş sabit pozisyonda olduğundan dolayı elde edilen Dinamik Görsel Keskinlik değerleri çok düşük gözlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz Statik Görsel Keskinlik değerlerinden bile daha düşük elde edilmiştir.

Quevedo ve diğ. elit sporcular ile sedanter öğrencilerin Dinamik Görsel Keskinlik değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında elit sporcuların Dinamik Görsel Keskinlik değerlerinin sedanter öğrencilere oranla daha iyi elde edildiğini belirterek bu durumun karmaşık göz hareketleri ve hedefe sabitleme becerileri içeren bu testteki hareketlerin deneyim ile geliştirilebileceğinin düşünüldüğünü bildirmişlerdir (81).

Schneiders ve diğ. elit motor sporcuları ile aynı yaşlardaki normal kontrol grubunun Statik ve Dinamik Görsel Keskinlik ile Bakış Stabilizasyon Test sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında iki grup arasındaki hiçbir testte anlamlı bir fark elde edemediklerini bildirmişlerdir (82).

Dinamik Görsel Keskinlik testi klinik olarak hızlı, girişimsel olmayan, hastayı fazla rahatsız etmeyen özellikleri ile tek taraflı vestibüler sistem patolojilerinin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır. Herdman ve diğ. Dinamik Görsel Keskinlik testinin hızlı, ucuz ve kolay uygulanabilir bir test yöntemi olduğunu ve vestibüler zayıflığı olan hastaların baş hareketi sırasındaki görsel keskinliklerinin değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir. Testin geçerlilik ve güvenilirliğinin tam olarak belirlenmemesine

rağmen patolojileri ayırtetmede önemli bir klinik cihaz olduğu düşünülmektedir. Bilgisayarlı Dinamik Görsel Keskinlik sistemleri ile güvenli ve kesin ölçümleri matematiksel veriler ile sunulmaktadır. Bu sayede bilgisayarlı sistemler ile fonksiyonel bozukluğun derecesi hakkında bilgi edinilebilir (11, 83).

Herdman ve diğ. normal, tek taraflı vestibüler kayıp ve iki taraflı vestibüler kayıp yaşayan hastalarda yaptıkları çalışmalarında aktif ve pasif Dinamik Görsel Keskinlik test sonuçları ile vestibüler kayıp taraflarını birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Tüm gruplarda aktif ve pasif Dinamik Görsel Keskinlik test sonuçları arasında anlamlı bir fark elde edildiğini ayrıca tek taraflı vestibüler kayıp olan hastalarda etkilenen taraflarda sağlam taraflara göre daha zayıf keskinlik değerleri elde edildiğini ve bu farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir (10).

Herdman ve diğ. tek taraflı vestibüler kayıplarda rehabilitasyonun etkinliğinin Dinamik Görsel Keskinlik testi ile araştırdıkları çalışmalarında vestibüler kaybı olan hastalar egzersiz ve kontrol grubu olarak iki ayrı gruba ayrılmış ve egzersiz grubuna vestibüler egzersizler verilirken, kontrol grubuna placebo egzersizler verilmiştir. İki haftalık egzersizler sonucunda testler tekrar edilmiştir. Egzersiz grubundaki 13 hastanın 12'si normal Dinamik Görsel Keskinlik sınırlarına ulaşırken, kontrol grubundaki 8 hastanın sadece 1'inde Dinamik Görsel Keskinlik değerlerinde düzelme gözlenmiştir (9). Çalışma ile araştırmacılar egzersizin vestibüler sistem etkisini göstermekle birlikte Dinamik Görsel Keskinlik test protokolünün de rehabilitasyon takibinde nasıl kullanılabileceğini de ortaya koymuşlardır.

Schubert ve diğ. vestibüler rehabilitasyon ile sağlanan Dinamik Görsel Keskinlik düzelmesinin mekanizmasını araştırdıkları çalışmalarında vestibüler rehabilitasyonun Dinamik Görsel Keskinlik değerlerinde hızlı bir düzelme sağladığını belirterek bu düzelmenin iki mekanizmadan sağlanabileceğini düşündüklerini bildirmişlerdir. Birincisi afferent fizyoloji çalışmalarında bahsedilen santral vestibüler nöronların rotasyonel hassaiyetleri hızlıca arttırması ve ikinci olarak da smooth pursuit sistemin daha aktif bir rol alması olabileceği belirtilmiştir (84).

Literatürde birçok çalışmada Dinamik Görsel Keskinlik testinin tek taraflı vestibüler kayıplarda güvenilir olduğu anlaşılmakla birlikte testlerin hassaslığını ve doğruluğu ortaya koyan çok az çalışma vardır. Vital ve diğ. yaptıkları çalışmada Dinamik Görsel Keskinlik testinin hassaslığını %100, doğruluğunu %94, kesinliğini

%95 olarak elde ettiğini belirtmiştir (85). Voelker ve diğ. ise Bakış Stabilizasyon testi sonuçları $95^\circ/\text{sn}$ seviyesinin altında olduğunda Dinamik Görsel Keskinlik testinin hassaslığını %71, doğruluğunu %100 elde ederken, Bakış Stabilizasyon testi sonuçları normal olduğunda Dinamik Görsel Keskinlik testinin hassaslığını %88, doğruluğunu %88 olarak tespit etmişlerdir (35).

Kaufman ve diğ. Dinamik Görsel Keskinlik ile ilgili literatürde yapılan test tekrar test çalışmalarından derledikleri sonuçlara göre 9 test tekrar test çalışmasının 5 tanesi horizontal düzlemde 4 tanesi vertikal düzlemde Dinamik Görsel Keskinlik testleri olarak görülmüştür. Horizontal düzlemdeki 4 testin güvenilirliği %75'in üzerinde elde edilirken 1 test %50 olarak elde edilmiştir. Vertikal düzlemdeki 1 testin güvenilirliği %75'in üzerinde, 2 testin güvenilirliği %75 ile %50 arasında, 1 testin güvenilirliği ise %50'nin altında elde edilmiştir (86).

Robert ve diğ. vertikal Dinamik Görsel Keskinlik testi ile yaptıkları çalışmalarında, vestibüler kaybı olan hastaların yürüme bandında yürürken ölçülen Dinamik Görsel Keskinlik sonuçları ile vertikal Dinamik Görsel Keskinlik testi sonuçlarını karşılaştırmışlar iki grup arasında anlamlı bir farka ulaşamamışlardır (87). Bir diğer çalışmalarında ise, vestibüler bozukluğu olan hastaların horizontal ve vertikal Dinamik Görsel Keskinlik değerlerini karşılaştırmışlar ve horizontal Dinamik Görsel Keskinlik testi sonuçlarında hastaların patoloji tarafında daha düşük sonuçlar gözlenmişken, vertikal Dinamik Görsel Keskinlik testi sonuçlarına göre patoloji tarafında normale yakın sonuçlar elde etmişlerdir (88).

Çalışma planımızda Dinamik Görsel Keskinlik testini sadece horizontal ekseninde gerçekleştirdik. Bu planımızın nedeni tüm test protokolümüzün 30-45 dakika aralığında sürmesidir ve yorgunluğun test parametreleri üzerindeki etkisini en aza indirmek çalışma planımız için önemlidir. Vertikal Dinamik Görsel Keskinlik testinin güvenilirliği horizontal Dinamik Görsel Keskinlik testine oranla literatürde daha düşük olarak belirtilmiştir.

Total uyku kaybının bireyin sağ ve sol vestibüler sistemlerine benzer etkileri olacağı düşünüldüğünde iki taraf arasında önemli bir fark oluşmamasının beklenen bir sonuç olduğu düşünülebilir. Dinamik Görsel Keskinlik testinin VOR fonksiyonunu değerlendiren bir test protokolü olduğu düşünüldüğünden total uyku kaybının VOR fonksiyonunu çok etkilemediği ya da her iki taraftaki VOR fonksiyonunda benzer bir

düşüşe neden olarak Dinamik Görsel Keskinlik değerlerinde elde edilen az düşüşün beklenebilecek bir durum olduğu yorumlanabilir. Dinamik Görsel Keskinlik testi vestibüler patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılan bir testtir ve patolojiye bağlı VOR fonksiyonundaki kayıpların değerlendirilmesi esasına dayandırılır. Çalışmamızda aldığımız katılımcı grubun herhangi bir vestibüler problemi olmadığından Dinamik Görsel Keskinlik sonuçlarında elde edilen verilerin normal kabul edilebileceği ve total uyku kaybının dinamik görsel keskinliği minimal azaltsa da istatistiksel anlamda etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Bakış Stabilizasyon testini uygulamak için bireylere aynı test ortamında öncelikle Statik Görsel Keskinlik testinin yapılması gereklidir ve bu test değerlerinin 0.2 logMAR üzerindeki logMAR büyüklüğünde görsel uyaran ile Bakış Stabilizasyon testi uygulanır. Bakış Stabilizasyon testinin görsel uyaran büyüklükleri bireyden bireye değiştiğinden bu değerler logaritmik skala ile belirlendiğinden testin geçerliliği ve güvenilirliği ile test tekrar test güvenilirliği literatürde tartışma yaratmaktadır.

Literatürdeki Bakış Stabilizasyon test tekrar test güvenilirliği sonuçlarına göre Kaufman ve diğ. derledikleri çalışmada 9 test tekrar test çalışmasının 5 tanesi horizontal düzlemde 4 tanesi vertikal düzlemde yapılmış Bakış Stabilizasyon testleri olarak tespit edilmiştir. Horizontal düzlemdeki 1 testin güvenilirliği % 75'in üzerinde elde edilirken, 2 testin güvenilirliği %75 ile %50 arasında, 2 testin güvenilirliği ise %50'nin altında elde edilmiştir. Vertikal düzlemdeki 1 testin güvenilirliği %75 ile %50 arasında, 3 testin güvenilirliği ise %50'nin altında elde edilmiştir (86). Ward ve diğ. yaptıkları çalışmada Bakış Stabilizasyon testinin test tekrar test güvenilirliğini horizontal ve vertikal düzlemler için %75 ile %50 arasında elde etmişlerdir (36). Bakış Stabilizasyon testi Dinamik Görsel Keskinlik testi ile benzer bölgeleri değerlendirmektedir ve her iki test de tek taraflı vestibüler sistem bozukluğu durumunda etkin olarak kullanılabilir. Goebel ve diğ. tek taraflı vestibüler kayıpta Bakış Stabilizasyon testinin spesifitesinin %93, hassasiyetinin %64, güvenilirliğinin ise %91 olduğunu belirtmişlerdir (89). Ward. ve diğ. çalışmalarında Bakış Stabilizasyon testinin sağlıklı popülasyonda güvenilir olduğunu, test sonrasında minimal vestibüler semptomlara neden olabileceğini ve mevcut klinik standart olarak kullanılan Dinamik Görsel Keskinlik testiyle benzer bir yapıyı değerlendirdiğini bildirmişlerdir (36). Dinamik Görsel Keskinlik testinde sabit bir baş hızı

kullanıldığından hastalara uygulanması Bakış Stabilizasyon testine kıyasla daha kolaydır. Bakış Stabilizasyon testinde hastadan her yeni ölçümde baş hızını değiştirmesi istenir. Yorgunluk ve konsantrasyon kaybı testin güvenilirliğini önemli derecede etkileyebilir. Bakış Stabilizasyon testinde hedef uyarının doğru algıladığı ulaşılabilecek en yüksek baş hızına ulaşmak olduğundan klinik kullanımda boyun problemi olan hastalarda güvenilirliği etkileyebilir. Ward. ve diğ. yaptıkları çalışmalarında Bakış Stabilizasyon test tekrar test güvenilirliğinin yaş ile değişmediğini belirtmişlerdir (36). Dinamik Görsel Keskinlik testinde sabit ve Bakış Stabilizasyon testine göre nispeten düşük baş hızı kullanılması literatürde aynı bölgeyi değerlendirmeleri ile ilgili bazı tartışmalara neden olmuştur. Dinamik Görsel Keskinlik testinde düşük baş hızı kullanıldığından göz hareketleri kompensasyon mekanizmasının daha çok devreye girebileceği ve aslında tam bir VOR değerlendirme testi olamayacağı, Bakış Stabilizasyon testinin ise daha yüksek baş hızı nedeniyle göz hareketleri ile kompanse edilmesinin zor olduğu ve VOR değerlendirme açısından daha avantajlı bir test olduğunun düşünüldüğü bildirilmiştir (90). Dinamik Görsel Keskinlik testin ise yaş ile değişiklik gösterdiği önceki çalışmalarda belirtilmiştir (36, 79). Bakış Stabilizasyon testinin test tekrar test güvenilirliğinin yaştan etkilenmediğinin söylendiği çalışmada test iki farklı yaş grubunda yapılmış ve yaş grupları kendi aralarında değerlendirilmiştir. Bu şekildeki bir çalışma planında herhangi bir fark çıkmaması beklenen bir değerlendirmedir. Bakış Stabilizasyon testinde kullanılan uyaran Statik Görsel Keskinlik değeri ile belirlenir ve görme bozukluğu arttıkça kullanılacak uyaran da artacağından test genel anlamda görme bozukluğundan etkilenmeyecektir. Yaş ile birlikte genel hareketlilik ile boyun hareketlerinde de kısıtlanma söz konusu olabilir. Bu durum testin sonuçlarını etkileyebilir. Çalışma planımızı boyun hareketleri normal sınırlarda olan genç yetişkin popülasyon ile oluşturduğumuz için çalışma boyunca yaş ve boyun hareketi faktöründen etkilenilmemiştir. Uykusuzluk faktörü ile Bakış Stabilizasyon testinde elde ettiğimiz ortalama baş hızı değerlerinde bir düşüş tespit edilmiştir. Elde edilen bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı değildir. Uykusuzluğun bireylerin her iki vestibüler sistemi üzerinde benzer etkiler göstermesini beklediğimizden Bakış Stabilizasyon testi gibi iki sistem arasındaki asimetriye göre değerlendirilen bir testte asimetri beklenmemiştir. Ancak uykusuzluğun testte elde edilen baş hızını azalttığı

görülmüştür. Testin klinik olarak rehabilitasyon takibinde kullanılmasında uykusuzluk, yorgunluk, konsantrasyon kaybı gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması önemlidir.

Mohammad ve diğ. Bakış Stabilizasyon testinde optotip boyutu ve ekranda kalma süresi değişikliklerinin performansa etkisini araştırdıkları çalışmalarında boyut ev ekranda kalma süresi parametrelerinin test sonuçlarını değiştirdiğini belirtmişlerdir (90). Çalışmamızda Statik Görsel Keskinlik değeri+0.2 logMAR değerinde uyaran boyutu kullanılmıştır. Optotip büyüklüğü arttıkça daha yüksek baş hızlarında bakış stabilizasyonu mümkün olabilir. Ancak testin genel amacı sabit görme keskinliğindeki farklılıkların etkisini en aza indirmek olduğu için görsel uyaran her bireyin Statik Görsel Keskinlik değerine göre ayarlanır. Her test parametresi de kişiye özel değerlendirilmelidir.

Dinamik Görsel Keskinlik testinde olduğu gibi Bakış Stabilizasyon testi de klinik olarak tek taraflı vestibüler sistem patolojilerinde ayırıcı tanı testi olarak kullanılabilir. Literatürde Bakış Stabilizasyon testi ile ilgili çalışmalar da geçerlilik ve güvenilirlik testlerinin yanı sıra tek taraflı vestibüler kayıplardaki etkinliğini içermektedir. Goebel ve diğ. tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalar ile normal katılımcıları karşılaştırdıkları çalışmalarında hasta grubun etkilenmiş tarafın baş hızı değerleri; normal tarafın baş hızı değerleri ve normal katılımcıların her iki taraf baş hızı değerlerine göre önemli derecede düşük olarak elde edilmiştir (89).

Voelker ve diğ. tek taraflı vestibüler bozukluğu olan hastalarda Dinamik Görsel Keskinlik ve Bakış Stabilizasyon testlerinin sonuçlarını değerlendirdiği çalışmalarında, her iki testin de tek taraflı vestibüler bozukluk durumunda kullanımının güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Kalorik zayıflık ile ilişkisine bakıldığında kalorik zayıflığın %49 ve daha fazla olduğunda pozitif olarak düşündüklerinde Dinamik Görsel Keskinlik ve Bakış Stabilizasyon değerlerindeki anormallik ile kalorik zayıflık arasında korelasyon görüldüğünü belirtmişlerdir (35).

Honaker ve diğ. geriatric popülasyondaki düşme riski ile Bakış Stabilizasyon değerlerini karşılaştırdığı çalışmalarında düşme hikayesi olan ve olmayan katılımcıların değerlerini karşılaştırmışlardır. Tüm hastaları ayrıca Dinamik Yürüme İndeksi ile değerlendirmişlerdir. Her iki grupta da sağ-sol farkı elde edilememiştir.

Bakış Stabilizasyon test değerlerinin düşme riski arttığında azaldığını, düşme riski azaldığında ise arttığını belirlemişlerdir (91).

Honaker ve diğ. genç sporcularda başa alınan darbenin Bakış Stabilizasyon değerlerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında ise başına darbe alan katılımcıların Bakış Stabilizasyon asimetri oranlarının, başına darbe almayan katılımcılara göre daha fazla bulunduğu ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir (92).

Bakış Stabilizasyon test sonuçlarında da Dinamik Görsel Keskinlik test sonuçlarına benzer şekilde minimal düşüş elde edilmesine rağmen aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Total uyku kaybı sonrası vestibüler sistemle ilgili yapılan bütün test parametrelerinde olumsuz yönde etkilenmeler gözlenmiştir. Total uyku kaybı vestibüler, görsel ve somatosensör bütünleşmeyi etkilemektedir. En önemli bozulmalar postüral denge ve görsel algılama zamanı parametrelerinde elde edilmiştir. Dinamik görsel parametrelerdeki performanslar ise total uyku kaybı sonucu azalmalarına rağmen önemli derecede etkilenmemektedirler.

Kişi sayısının 31 kişi ile sınırlı kalması ve Dinamik Görsel Parmetrelerin sadece horizontal düzlemde değerlendirilmesi çalışmanın limitasyonları olarak düşünülmüştür. Literatürde yapılan çalışmalarda total uyku kaybının kaza ve yaralanmanma riskini arttırdığı, immün fonksiyonları değiştirerek hastalık riskini arttırdığı, karar verme, dikkat, çalışma belleği ve görsel mekansal algı gibi bilişsel becerileri bozduğu bilindiğinden kişi sayısı genellikle az tutulmuştur çalışmamızdaki kişi sayısı benzer çalışmalardaki kişi sayılarına yakın olacak şekilde planlamıştır. Dinamik Görsel Parmetreler ile ilgili literatürdeki çalışmalarda günlük yaşamdaki baş hareketlerine en uygun olan ve test tekrar test sonuçları en güvenilir olan test parametresinin horizontal düzlemdeki baş hareketi olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızı planlarken toplam test süresinin (30-40 dk.) en düşük seviyede olacağı zaman belirlenmiştir. Total uyku kaybı sonrasında kişilere yapılacak testlerin toplam sürelerinin çok fazla artması kişilerin performansını olumsuz yönde etkileyebileceğinden Dinamik Görsel Parmetrelerde literatürdeki en güvenilir test yöntemi seçilmiştir. Dinamik Görsel Keskinlik ve Bakış Stabilizasyon Testlerinde baş hareketleri belirlenen alt sınırın altına düştüğünde optotip görünmemektedir ve

ekranda baş hızının uygun olmadığını gösteren bir uyarı yazısı çıkmaktadır, ancak baş hareketleri belirlenen üst sınırın üstüne çıktığında benzer bir uyarı yazısı çıkmazken optotip ekranda belirmektedir. Bu durum bizim çalışmamızla ilgili bir problem yaratmazken baş hızının farklarının araştırılacağı çalışmalarda problem yaratabileceği düşünülmüştür. Minimum Algılama Zamanı ve Bakış Stabilizasyon Testlerinde kullanılan + 0.2 logMAR optotip büyüklüğünün görsel keskinliği düşük olan kişilerin test performansında avantaj sağlayabileceği düşünülmüştür.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada total uyku kaybının vestibüler sistem üzerine olan etkileri araştırılmış, katılımcıların normal zamanda ve total uyku kaybı sonrasında yapılan testleri birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu amaçla çalışmamızda 31 gönüllü katılımcı değerlendirilmiştir.

1. Total uyku kaybının bireylerin postüral dengelerini etkilediği belirlenmiştir. Total uyku kaybı sonucu kişilerin ayakta duruşta vücut salınımlarının arttığı, gözler açık dik duruş pozisyonunda bir fark gözlenmemekle birlikte en büyük farkın vestibüler sistemin değerlendirildiği test parametrelerinde görüldüğü sonucuna varılmıştır.
2. Total uyku kaybının bireylerin minimum görsel algılama zamanını arttırdığı bu nedenle bireylerin uyku yoksunluğuna bağlı olarak gördükleri bir değişikliği daha uzun sürede algılayabildikleri sonucuna varılmıştır. Uyku yoksunluğunun kognitif fonksiyon ve reaksiyon zamanı parametreleri üzerine olan olumsuz etkileri bilinmektedir. Algılama zamanının da total uyku kaybının insana bağlı kaza riskini arttırmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir parametre olduğu ortaya konmuştur.
3. Total uyku kaybının bireylerin statik ve dinamik görsel keskinlik değerlerini etkilemediği ortaya konmuştur.
4. Total uyku kaybının bireylerin bakışlarını sabitleyebildikleri maksimum baş hızı değerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak total uyku kaybı bireylerin denge sistemlerini etkilemektedir ancak bu etki bireylerin dik duruşlarını kaybetmelerine neden olacak büyüklükte değildir. Bireylerin total uyku kaybı sonucunda artan kaza riski, azalan performans kaybı vestibüler sistemin görsel keskinlik parametrelerinden çok postüral kontrol ve görsel işleme parametrelerine bağlı olduğu düşünülmüştür.

1. Yeni yapılacak çalışmalarda daha uzun süreli total uyku kaybının vestibüler sistem üzerine etkisinin değerlendirilmesi yararlı olabilir.
2. Yeni yapılacak çalışmalarda kronik uykusuzluk şikayeti olan kişilerin total uyku kaybı durumunun vestibüler sistem üzerine etkileri araştırılabilir.

3. Yeni yapılacak çalışmalarda farklı baş hızı değerleri ile yapılan Dinamik Görsel Keskinlik testi ile Bakış Stabilizasyon testinin değerlerinin vestibüler kayıplı hastaların iyileşme periyodundaki değerlerinin karşılaştırılıp smooth pursuit ve sakkad gibi göz hareketlerinin düzelmenin hangi fazında ön plana çıktığı araştırılabilir.
4. İnsan hayatı ile ilgili çalışan kritik meslek gruplarının nöbetli çalışma sistemi ile 24 saatten daha uzun süre uykusuz kalarak çalışmalarının hem sorumlulukları altındaki insanlar için hem de iş çıkışı kendileri için hayati risk potansiyeli taşıdıkları sorumlularla paylaşılmalıdır. Bu kritik meslek grupları için daha uygun çalışma saatlerinin düzenlenmesi faydalı olabilir.

Literatürde uykusuzluğun postüral denge ve statik ve dinamik görsel parametreleri birlikte değerlendirdiği bir çalışma bulunmamaktadır. Uykusuzluğun kaza riskini arttırdığı bilinmekle birlikte bu durumun görsel algılama zamanındaki bozulmayla olan ilişkisinin belirlenmesi ile literatüre önemli bir katkı yaptığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Rial RV, Nicolau MC, Gamundí A, Akaârir M, Aparicio S, Garau C, et al. The trivial function of sleep. 2007;11(4):311-25.
2. Xie L, Kang H, Xu Q, Chen MJ, Liao Y, Thiyagarajan M, et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. 2013;342(6156):373-7.
3. Mignot EJPb. Why we sleep: the temporal organization of recovery. 2008;6(4):e106.
4. Durmer JS, Dinges DF, editors. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. Seminars in neurology; 2005: Copyright© 2005 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New
5. Goel N, Rao H, Durmer JS, Dinges DF, editors. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. Seminars in neurology; 2009: © Thieme Medical Publishers.
6. Boonstra T, Stins J, Daffertshofer A, Beek PJC, sciences ml. Effects of sleep deprivation on neural functioning: an integrative review. 2007;64(7-8):934.
7. Besnard S, Tighilet B, Chabbert C, Hitier M, Toulouse J, Legall A, et al. The balance of sleep: role of the vestibular sensory system. 2018.
8. John R. Leigh DSZ. A Survey of Eye Movements: Characteristics and Teleology. USA: Oxford University Press Inc.; 2015.
9. Herdman SJ, Schubert MC, Das VE, Tusa RJJAOH, Surgery N. Recovery of dynamic visual acuity in unilateral vestibular hypofunction. 2003;129(8):819-24.
10. Herdman SJ, Schubert MC, Tusa RJJAOH, Surgery N. Role of central preprogramming in dynamic visual acuity with vestibular loss. 2001;127(10):1205-10.
11. Herdman SJJHoCN. Computerized dynamic visual acuity test in the assessment of vestibular deficits. 2010;9:181-90.
12. Tmothy C. Hain JOH. Anatomy and physiology of the normal vestibular system. In: Herdman SJ, editor. Vestibular rehabilitation. 3. Baskı ed. Philadelphia: FA Davis Company; 2007. p. 2-19.
13. Khan S, Chang RJN. Anatomy of the vestibular system: a review. 2013;32(3):437-43.
14. Furman JM, Cass, Stephen P., Whitney, Susan L. Vestibular Anatom and Physiology. USA: Oxford University Press, Inc.; 2010.

15. Hain TC, Cherchi M, Yacovino DA, editors. Bilateral vestibular loss. *Seminars in neurology*; 2013: Thieme Medical Publishers.
16. Lee S, Abdel Razek O, Dorfman BJRfEmca-oaacAA. Vestibular system anatomy. 2011;30.
17. Renga VJNri. Clinical Evaluation of Patients with Vestibular Dysfunction. 2019;2019.
18. Liberman M, Rosowski J, Lewis RJSspotereS, CT: People's Medical Publishing House-USA Ltd. Physiology and pathophysiology. 2010:97-134.
19. Lin T-F, Gerth-Kahlert C, Hanson JV, Straumann D, Huang MY-YJFin. spontaneous nystagmus in the dark in an infantile nystagmus patient May represent negative optokinetic afternystagmus. 2018;9:151.
20. John R. Leigh DSZ. The Vestibular-Optokinetic System. USA: Oxford University Press Inc.; 1999.
21. Garbutt S, Han Y, Kumar AN, Harwood M, Harris CM, Leigh RJJIo, et al. Vertical optokinetic nystagmus and saccades in normal human subjects. 2003;44(9):3833-41.
22. Optican LM, Pretegianni EJPTotRSBBS. What stops a saccade? 2017;372(1718):20160194.
23. John R. Leigh DSZ. The Saccadic System. USA: Oxford University Press Inc.; 1999.
24. Ono SJVr. The neuronal basis of on-line visual control in smooth pursuit eye movements. 2015;110:257-64.
25. John R. Leigh DSZ. Smooth Pursuit and Visual Fixation. USA: Oxford University Press Inc.; 1999.
26. Martinez-Conde S, Otero-Millan J, Macknik SLJNRN. The impact of microsaccades on vision: towards a unified theory of saccadic function. 2013;14(2):83.
27. Jackson A, Bailey IJOiP. Visual acuity. 2004;5:53-68.
28. Ferris III FL, Kassoff A, Bresnick GH, Bailey IJAjoo. New visual acuity charts for clinical research. 1982;94(1):91-6.
29. Bailey IL, Lovie JEJAjoo, optics p. New design principles for visual acuity letter charts. 1976;53(11):740-5.

30. Doğan Ceyhan SE, Aysun İdil. Uzak Görme Keskinliğinin Değerlendirilmesi ve logMAR Sistemi. *T Oft Gaz.* 2006;36:180-4.
31. Songül Aksoy BÖ. Bilgisayarlı Dinamik Postürografi. In: Ergin NT, editor. *Kulak Burun Boğaz Hastalıklarında İleri Teknoloji: Amerikan Hastanesi Yayınları;* 2011.
32. Songül Aksoy AB, R. Tuğba Kılıç. Postürografi. In: Ardıç FN, editor. *Vertigo: US Akademi;* 2018. p. 113-51.
33. Chaudhry H, Bukiet B, Ji Z, Findley TJJ, Job, therapies m. Measurement of balance in computer posturography: Comparison of methods—A brief review. *2011;15(1):82-91.*
34. Marquez C, Lininger M, Raab SJJ, Jospt. Establishing normative change values in visual acuity loss during the dynamic visual acuity test. *2017;12(2):227.*
35. Voelker CC, Lucisano A, Kallogjeri D, Sinks BC, Goebel JAJ, Neurology. Comparison of the gaze stabilization test and the dynamic visual acuity test in unilateral vestibular loss patients and controls. *2015;36(4):746-53.*
36. Ward BK, Mohammad MT, Whitney SL, Marchetti GF, Furman JMJJ, VR. The reliability, stability, and concurrent validity of a test of gaze stabilization. *2010;20(5):363-72.*
37. Cripps AE, Livingston SCJJ, JoSM, Association AHSOJ, OtOAT. The Head Shake Sensory Organization Test (HS-SOT): Normative Data and Correlation with Dynamic Visual Acuity Testing. *2017;3(2):3.*
38. Allada R, Siegel JMJC, b. Unearthing the phylogenetic roots of sleep. *2008;18(15):R670-R9.*
39. Rechtschaffen AJP, b, medicine. Current perspectives on the function of sleep. *1998;41(3):359-90.*
40. Siegel JM, JN. Clues to the functions of mammalian sleep. *2005;437(7063):1264.*
41. Beersma DG, Gordijn MCJP, behavior. Circadian control of the sleep–wake cycle. *2007;90(2-3):190-5.*
42. Frank MG, Benington JHJT, N. The role of sleep in memory consolidation and brain plasticity: dream or reality? *2006;12(6):477-88.*

43. Meney I, Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T, Davenne DJCi. The effect of one night's sleep deprivation on temperature, mood, and physical performance in subjects with different amounts of habitual physical activity. 1998;15(4):349-63.
44. Nielson CA, Deegan EG, Hung AS, Nunes AJJWURJH, Sciences N. Potential effects of sleep deprivation on sensorimotor integration during quiet stance in young adults. 2010;1(1).
45. Aguiar SA, Barela JAJPO. Adaptation of sensorimotor coupling in postural control is impaired by sleep deprivation. 2015;10(3):e0122340.
46. Fabbri M, Martoni M, Esposito MJ, Brighetti G, Natale VJN. Postural control after a night without sleep. 2006;44(12):2520-5.
47. Furtado F, Bruno da Silva BG, Abranches ILL, Abrantes AF, Forner-Cordero AJPo. Chronic low quality sleep impairs postural control in healthy adults. 2016;11(10):e0163310.
48. Ma J, Yao Y, Ma R, Li J-Q, Wang T, Li X, et al. Effects of sleep deprivation on human postural control, subjective fatigue assessment and psychomotor performance. 2009;37(5):1311-20.
49. Schlesinger A, Redfern MS, Dahl RE, Jennings JRJN. Postural control, attention and sleep deprivation. 1998;9(1):49-52.
50. Shepard N, Janky KJBfa, management. Background and technique of computerized dynamic posturography. 2008:339-57.
51. Borah D, Wadhwa S, Singh U, Yadav S, Bhattacharjee M, Sindhu V, et al. Age related changes in postural stability. 2007;51(4):395-404.
52. Robillard R, Prince F, Filipini D, Carrier JJPO. Aging worsens the effects of sleep deprivation on postural control. 2011;6(12):e28731.
53. Bukhtiyarov I, Chistov SJHP. Effect of 24-h sleep deprivation on the oculomotor reactions of a human operator. 2013;39(7):741-5.
54. Lin B-Y, Young Y-HJAo-l. Effect of short-duration sleep deprivation on the vestibulo-ocular reflex system evaluated by ocular vestibular-evoked myogenic potential test. 2014;134(7):698-703.
55. Quarck G, Ventre J, Etard O, Denise PJJosr. Total sleep deprivation can increase vestibulo-ocular responses. 2006;15(4):369-75.

56. Morad Y, Azaria B, Avni I, Barkana Y, Zadok D, Kohen-Raz R, et al. Posturography as an indicator of fatigue due to sleep deprivation. 2007;78(9):859-63.
57. Bougard C, Lepelley M-C, Davenne DJEbr. The influences of time-of-day and sleep deprivation on postural control. 2011;209(1):109-15.
58. Avni N, Avni I, Barenboim E, Azaria B, Zadok D, KOHEN-RAZ R, et al. Brief posturographic test as an indicator of fatigue. 2006;60(3):340-6.
59. Kohen-Raz R, Himmelfarb M, Tzur S, Kohen-Raz A, Shub YJP, skills m. An initial evaluation of work fatigue and circadian changes as assessed by multiplate posturography. 1996;82(2):547-57.
60. Albathi M, Agrawal YJJoVR. Vestibular vertigo is associated with abnormal sleep duration. 2017;27(2-3):127-35.
61. Killgore WD, Balkin TJ, Wesensten NJJJosr. Impaired decision making following 49 h of sleep deprivation. 2006;15(1):7-13.
62. Orzeł-Gryglewska JJIjoom, health e. Consequences of sleep deprivation. 2010;23(1):95-114.
63. Kim D-J, Lee H-P, Kim MS, Park Y-J, Go H-J, Kim K-S, et al. The effect of total sleep deprivation on cognitive functions in normal adult male subjects. 2001;109(1-2):127-37.
64. Abel T, Havekes R, Saletin JM, Walker MPJCb. Sleep, plasticity and memory from molecules to whole-brain networks. 2013;23(17):R774-R88.
65. Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer TJSm. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. 2015;45(2):161-86.
66. Patrick Y, Lee A, Raha O, Pillai K, Gupta S, Sethi S, et al. Effects of sleep deprivation on cognitive and physical performance in university students. 2017;15(3):217-25.
67. Drummond SP, Anderson DE, Straus LD, Vogel EK, Perez VBJPo. The effects of two types of sleep deprivation on visual working memory capacity and filtering efficiency. 2012;7(4):e35653.
68. Kong D, Soon CS, Chee MWJN. Reduced visual processing capacity in sleep deprived persons. 2011;55(2):629-34.

69. Kong D, Asplund CL, Chee MWJN. Sleep deprivation reduces the rate of rapid picture processing. 2014;91:169-76.
70. Rogé J, Gabaude CJP, skills m. Deterioration of the useful visual field with age and sleep deprivation: insight from signal detection theory. 2009;109(1):270-84.
71. Beattie L, Walsh D, McLaren J, Biello SM, White DJRSos. Perceptual impairment in face identification with poor sleep. 2016;3(10):160321.
72. Frenda SJ, Fenn KMJJoARiM, Cognition. Sleep less, think worse: the effect of sleep deprivation on working memory. 2016;5(4):463-9.
73. Harrison Y, Horne JAJJoepA. The impact of sleep deprivation on decision making: a review. 2000;6(3):236.
74. Killgore WD. Effects of sleep deprivation on cognition. Progress in brain research. 185: Elsevier; 2010. p. 105-29.
75. Lim J, Dinges DFJAotNYAoS. Sleep deprivation and vigilant attention. 2008;1129(1):305-22.
76. Chee MWJCoibs. Limitations on visual information processing in the sleep-deprived brain and their underlying mechanisms. 2015;1:56-63.
77. Palidis DJ, Wyder-Hodge PA, Fookan J, Spering MJPo. Distinct eye movement patterns enhance dynamic visual acuity. 2017;12(2):e0172061.
78. Quevedo Junyent LJ, Aznar-Casanova JA, da Silva JAJTiP. Dynamic Visual Acuity. 2018;26(3):1283-97.
79. Ishigaki H, Miyao MJP, skills m. Implications for dynamic visual acuity with changes in age and sex. 1994;78(2):363-9.
80. Scherer MR, Claro PJ, Heaton KJJPt. Sleep deprivation has no effect on dynamic visual acuity in military service members who are healthy. 2013;93(9):1185-96.
81. Quevedo-Junyent L, Aznar-Casanova JA, Merindano-Encina D, Cardona G, Solé-Fortó JJRqfe, sport. Comparison of dynamic visual acuity between water polo players and sedentary students. 2011;82(4):644-51.
82. Schneiders AG, Sullivan SJ, Rathbone EJ, Thayer AL, Wallis LM, Wilson AEJPTiS. Visual acuity in young elite motorsport athletes: A preliminary report. 2010;11(2):47-9.

83. Herdman SJ, Tusa RJ, Blatt P, Suzuki A, Venuto PJ, Roberts DJT. Computerized dynamic visual acuity test in the assessment of vestibular deficits. 1998;19(6):790-6.
84. Schubert MC, Migliaccio AA, Clendaniel RA, Allak A, Carey J. Mechanism of dynamic visual acuity recovery with vestibular rehabilitation. 2008;89(3):500-7.
85. Vital D, Hegemann SC, Straumann D, Bergamin O, Bockisch CJ, Angehrn D, et al. A new dynamic visual acuity test to assess peripheral vestibular function. 2010;136(7):686-91.
86. Kaufman DR, Puckett MJ, Smith MJ, Wilson KS, Cheema R, Landers MR. Test-retest reliability and responsiveness of gaze stability and dynamic visual acuity in high school and college football players. 2014;15(3):181-8.
87. Roberts RA, Gans RE, Johnson EL, Chisolm TH. Computerized dynamic visual acuity with volitional head movement in patients with vestibular dysfunction. 2006;115(9):658-66.
88. Roberts RA, Gans RE. Comparison of horizontal and vertical dynamic visual acuity in patients with vestibular dysfunction and nonvestibular dizziness. 2007;18(3):236-44.
89. Goebel JA, Tungsiripat N, Sinks B, Carmody JJ. Gaze stabilization test: a new clinical test of unilateral vestibular dysfunction. 2007;28(1):68-73.
90. Mohammad MT, Furman JM, Sparto PJ, Marchetti GF, Whitney SL. The effect of optotype size and velocity parameters on the performance of healthy young adult subjects on the gaze stabilization test. 2013;34(6):1090-5.
91. Honaker JA, Lee C, Shepard NT. Clinical use of the gaze stabilization test for screening falling risk in community-dwelling older adults. 2013;34(4):729-35.
92. Honaker JA, Criter RE, Patterson JN, Jones SM. Gaze stabilization test asymmetry score as an indicator of previous concussion in a cohort of collegiate football players. 2015;25(4):361-6.

EK-1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 - 222

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 31 OCAK 2018 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2018/03
Proje No : GO 17/992 (Değerlendirme Tarihi: 19.12.2017)
Karar No : GO 17/992- 15

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Songül AKSOY' un sorumlu araştırmacı olduğu ve Arş. Gör. İsa Tuncay BATUK' un doktora tezi olan, GO 17/992 kayıt numaralı, "**Total Uyku Kaybında Dinamik Görsel Zayıflık ve Otomatik Motor Yanıtların Değerlendirilmesi**" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Başkan) | 10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU (Üye) | 11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye) |
| İZİNLİ | |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım SARA (Üye) | 12. Doç. Dr. Gözde GİRGİN (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM (Üye) | 13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye) | 14. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye) |
| 6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye) | İZİNLİ |
| İZİNLİ | 16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Elmas Ebru YALÇIN (Üye) | 17. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN (Üye) |
| 9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye) | İZİNLİ |
| | 18. Av. Meltem ONURLU (Üye) |

EK-2. Tez Orijinallik Raporu Ekran Görüntüsü

Tuncay Batukk

ORIJINALLIK RAPORU

% **13**

BENZERLIK ENDEKSI

% **11**

İNTERNET
KAYNAKLARI

% **8**

YAYINLAR

% **11**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 2
2	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	% 1
3	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	% 1
4	journals.plos.org İnternet Kaynağı	% 1
5	neuropt.org İnternet Kaynağı	% 1
6	citeseerx.ist.psu.edu İnternet Kaynağı	<% 1
7	link.springer.com İnternet Kaynağı	<% 1
8	www.ncbi.nlm.nih.gov İnternet Kaynağı	<% 1
9	library.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Tuncay Batuk
Ödev başlığı: Tuncay PhD Tez
Gönderi Başlığı: Tuncay Batukk
Dosya adı: Tuncay_Tez_Son_Bask_Temmuz.d...
Dosya boyutu: 3M
Sayfa sayısı: 72
Kelime sayısı: 16,379
Karakter sayısı: 113,207
Gönderim Tarihi: 21-Tem-2019 12:11PM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1153597216