



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SAKKÜLÜN YÜKSEKLİK ALGISINDA ROLÜNÜN
DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK SANAL GERÇEKLİK TABANLI
TEST BATARYASI GELİŞTİRİLMESİ**

EDA ÇEVİK

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üye. OĞUZ YILMAZ

İSTANBUL-2023

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi

Programın Seviyesi: Yüksek Lisans (X) Doktora ()

Anabilim Dalı : Odyoloji

Tez Sahibi : Eda ÇEVİK

Tez Başlığı : Sakkülün Yükseklik Algısında Rolünün Değerlendirilmesine
Yönelik Sanal Gerçeklik Tabanlı Test Bataryası Geliştirilmesi

Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Kavacık Güney Yerleşkesi

Sınav Tarihi : 28.07.2023

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Kurumu

İmza

Dr.Öğr. Üyesi Oğuz YILMAZ

İstanbul Medipol Üniversitesi

Sınav Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Mustafa B. ŞERBETÇİOĞLU İstanbul Medipol Üniversitesi

Prof.Dr. Erol BELGİN

Ankara Medipol Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../ tarih ve/..... - sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

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

EDA ÇEVİK

L

L

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve lisans eğitimim boyunca beni bilgileriyle aydınlatan, fikirleriyle tez konumun şekillenmesini sağlayan, çalışmamın her aşamasında desteğini hiç esirgemeyen, birlikte çalışmaktan zevk aldığım ve gurur duyduğum değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üye. Oğuz YILMAZ'a,

Hem lisans hem de yüksek lisans eğitimim boyunca benimle engin bilgi ve tecrübelerini paylaşan, her alanda gelişmemiz için çabasını esirgemeyen değerli bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Mustafa Bülent ŞERBETÇİOĞLU'na,

Yüksek lisans ve lisans eğitimim boyunca engin bilgileri ve tecrübelerini benimle paylaşarak bana çok şey katan, sevgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Erol BELGİN'e,

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda destek olan, her zaman kibar ve güler yüzüyle bizi karşılayan, sevgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üye. Gül ÖLÇEK'e,

Çalışma hayatım ve tez dönemim boyunca desteğini hep hissettiğim, benden bilgi ve tecrübelerini hiç esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üye. Serkan ETİ'ye, Dr. Öğr. Üye. Serkan BAŞLAYICI'ya, Öğr. Gör. Kerem ERSİN'e,

Tez dönemim ve çalışma hayatım boyunca hep yanımda olan, manevi desteğini hep hissettiğim kıymetli arkadaşlarım Öğr. Gör. Caner YATMAZ'a, Ody. Aylin BAKIRCI'ya, Ravza BEKCI'ye ve lisans eğitimimden itibaren iyi günümde kötü günümde hep yanımda olan biricik arkadaşlarım Ody. Sıla KÜRKÇÜ'ye, Ody. Dilşad KAPUCU'ya, Öğr. Gör. Merve GİRAY'a,

Lisans hayatımdan itibaren hep yanımda olan, iyi günümde kötü günümde desteğini hiç esirgemeyen, varlığı benim için çok kıymetli olan Yunus Emre KARAMAN'a,

Hayatım boyunca desteklerini üzerimden hiç eksik etmeyen, her anımda yanımda olan, varlıklarını hiçbir şeye değişmeyeceğim annem Asuman ÇEVİK'e, babam Turhan ÇEVİK'e ve kardeşim Ceyda ÇEVİK'e, aynı zamanda hayatım boyunca ve tez dönemimde desteğini esirgemeyen kıymetli kuzenim Fatma Zeynep BASKIN'a

TEŞEKKÜR EDERİM...

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
RESİMLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	5
4.1. Periferik Vestibüler Sistem.....	5
4.1.1. Semisirküler kanallar	6
4.1.2. Otolit organlar.....	6
4.1.3. Vestibüler sinir.....	7
4.2. Santral Vestibüler Sistem	8
4.2.1. Vestibüler nukleus	8
4.2.2. Cerebellum.....	9
4.2.3. Vestibüler refleksler.....	10
4.3. Denge Sisteminin Görevleri	11
4.4. Uzaysal Algılama ile Nörodejeneratif Hastalıklar Arasındaki İlişki.....	13
4.5. Algı.....	14
4.5.1. Görsel algı.....	14

4.5.2. Derinlik algısı	15
4.5.3. Mesafe algısı ve mesafe tahmini.....	16
4.6. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)	18
4.7. Sanal Gerçeklik (SG).....	19
5. MATERYAL VE METOD.....	21
5.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	21
5.2. Etik Kurul Onayı	21
5.3. Bireyler	21
5.3.1. Araştırma grubuna dahil olma kriterleri	21
5.3.2. Araştırma grubu dışlama kriterleri.....	22
5.4. Yapılan Ölçümler	22
5.4.1. Otoskopik bakı.....	22
5.4.2. Saf ses odyometri testi	23
5.4.3. Timpanometri ve akustik refleks testi.....	23
5.4.4. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP).....	23
5.4.5. Mini mental test	26
5.5. Çalışma İçin Sanal Gerçeklik Simülasyonun Hazırlanması	27
5.6. Çalışma İçin Hazırlanan Sanal Gerçeklik Simülasyonunun Sanal Gerçeklik ile Uygulanması.....	29
5.7. Sanal Gerçekliğin Uygulandığı Ortam ve Kullanılan Ekipmanlar.....	30
5.8. İstatistiksel Analiz	38
6. BULGULAR.....	40
6.1. Demografik Özellikler.....	40
6.2. Test Ortamına Göre Yapılan Yükseklik Tahmini Değerlerinin Birbirleriyle Karşılaştırılması.....	42
6.3. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminlerinin Mevcut Yükseklik Değeri ile Karşılaştırılması	44

6.4. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminlerinin Başlangıç Noktası ile Karşılaştırılması.....	46
6.5. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminlerinin Taşıt Tutması Durumu ile Karşılaştırılması	49
6.6. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminleri ile Denge Bozukluğu Arasındaki İlişki	50
6.7. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminleri ile Asansör Kullanırken Yaşanan Rahatsızlık Arasındaki İlişki	51
7. TARTIŞMA	52
7.1. Araştırma Sınırlılıkları.....	58
7.2. İleri Çalışma Önerileri.....	58
8. SONUÇ.....	60
9. KAYNAKLAR	61
10. EKLER.....	71
11. ETİK KURUL ONAYI.....	74
12. ÖZGEÇMİŞ.....	78

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BAP	: Bilimsel Araştırma Projeleri
cVEMP	: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential
dB	: Desibel
G	: Gerçek Ortam
HL	: Hearing Level
Hz	: Hertz
IAC	: Internal Acoustic Canal
MLF	: Medial Longitudinal Fasikül
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
N1	: VEMP Negatif Tepe
oVEMP	: Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential
P1	: VEMP Pozitif Tepe
SCM	: Sterneocleidomastoid Kas
SG	: Sanal Gerçeklik
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
SSK	: Semisirküler Kanal
VAS	: Visual Analog Scale
VEMP	: Vestibular Evoked Myogenic Potential
VKR	: Vestibülokolik Refleks
VOR	: Vestibülooküler Refleks
VR	: Virtual Reality
VSR	: Vestibülospinal Refleks

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.1.: Periferik vestibüler sistem anatomisi (6).....	5
Şekil 4.1.1.1.: Semisirküler kanalların konumu (10).....	6
Şekil 4.1.2.1.: Utrikül ve sakkülün yerleşimi (12).....	7
Şekil 4.2.2.1.: Cerebellumun kısımları (21)	9
Şekil 4.3.1.: Bir futbolcu örneğinden vestibüler sistemin çevresel durum algımızdaki rolünü gösteren çizim (25).....	12
Şekil 4.5.2.1.: Derinlik algısının kaynakları (54)	16
Şekil 6.2.1.: SG ortamında ve gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinin karşılaştırılması.....	44
Şekil 6.2.2.: SG ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinin karşılaştırılması.....	44
Şekil 6.3.1.: SG ortamında aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahmininin mevcut yükseklik değeri ile karşılaştırılması.....	46
Şekil 6.4.1.: SG ortamında yapılan yükseklik tahminlerinin başlangıç noktası ile karşılaştırılması.....	48
Şekil 6.4.2.: Gerçek ortamında yapılan yükseklik tahminlerinin başlangıç noktası ile karşılaştırılması.....	48

RESİMLER LİSTESİ

Resim 5.4.4.1.1.: cVEMP elektrot yerleşimi.....	24
Resim 5.4.4.1.2.: cVEMP testi sırasında hasta pozisyonu	25
Resim 5.4.4.2.1.: oVEMP elektrot yerleşimi.....	26
Resim 5.5.1.: Lazer mesafe ölçer ile 4.kattan yapılan yükseklik ölçümü	27
Resim 5.5.2.: Lazer mesafe ölçer ile 3.kattan yapılan yükseklik ölçümü	28
Resim 5.7.1.: Oculus quest 2 SG başlığı	31
Resim 5.7.2.: SG kumandaları.....	31
Resim 5.7.3.: Oculus yazılımı ile birlikte kullanılan diğer ekipmanlar.....	32
Resim 5.7.4.: SG test ortamı.....	32
Resim 5.7.5.: SG simülasyonunda aşağıdan yukarıya bakış	33
Resim 5.7.6.: Gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakış.....	33
Resim 5.7.7.: Gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakış.....	34
Resim 5.7.8.: SG simülasyonunda yukarıdan aşağıya bakış	34
Resim 5.7.9.: Gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakış.....	35
Resim 5.7.10.: Gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakış.....	35
Resim 5.7.11.: SG simülasyonunda asansör ortamı	36
Resim 5.7.12.: Gerçek ortamda katılımcı asansör içerisinde bulunurken	36
Resim 5.7.13.: SG simülasyonundan bir kesit.....	37
Resim 5.7.14.: Gerçek ortamda katılımcı koridorda yürürken	37
Resim 5.7.15.: SG simülasyonundan bir kesit.....	38
Resim 5.7.16.: SG simülasyonundan bir kesit.....	38

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 6.1.1. Bireylerin demografik özellikleri.....	40
Tablo 6.1.2. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahmini değerlerine ilişkin normallik analizi sonuçları.....	40
Tablo 6.1.3. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerine yönelik özet istatistik değerleri.....	42
Tablo 6.2.1. Aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakılarak yapılan yükseklik tahminlerinin gerçek ortamda ve sanal gerçeklik ortamında elde edilen değerlerinin karşılaştırılması.....	43
Tablo 6.3.1. Gerçek ortamda ve sanal gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakılarak yapılan yükseklik tahminlerinin mevcut yükseklik değeri ile karşılaştırılması.....	44
Tablo 6.4.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini değerlerinin yükseklik tahmini yapmaya başlanan yer ile karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları.....	47
Tablo 6.5.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini değerlerinin taşıt tutması durumu ile karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları	49
Tablo 6.6.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini ile denge bozukluğu arasındaki ilişki.....	50
Tablo 6.7.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini ile asansör kullanırken yaşanan rahatsızlık arasındaki ilişki	51

1. ÖZET

SAKKÜLÜN YÜKSEKLİK ALGISINDA ROLÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK SANAL GERÇEKLİK TABANLI TEST BATARYASI GELİŞTİRİLMESİ

Bu çalışma özellikle sanal gerçeklik kullanımında etkilendiği bilinmekte olan sakkülün yükseklik algımıza olan etkisinin mekanik olarak uyarılması ve sanal gerçeklik ortamında uyarılması durumlarında yarattığı değişimleri ortaya koymak amacıyla gerçekleştirildi. Çalışma İstanbul Medipol Üniversitesinde 20-50 yaş aralığında 27 kadın, 25 erkek olmak üzere 52 gönüllü kişinin katılımı ile gerçekleştirildi. Çalışmaya dahil edilen gönüllü kişilere rutinde uygulanan saf ses odyometri testi, akustik immitansmetri testi, VEMP ve mini mental testleri yapıldı. Sonra çalışmanın asıl kısmı olan gerçek ortamda gerçekleştirilen mekanik uyarım ile sanal gerçeklik ortamında asansör simülasyonu kullanılarak gerçekleştirilen yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya bakarak yükseklik tahminleri yaptırıldı. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminleri ortalamaları birbiriyle karşılaştırıldı ve anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminleri mevcut yükseklik değeri ile karşılaştırıldığında sadece sanal gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahmininde anlamlı bir fark görüldü ve mevcut yükseklikten daha yüksek bulunduğu gözlemlendi ($p<0,05$). Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini değerleri yükseklik tahmini yapmaya başlanan yer ile karşılaştırıldığında yine anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). Çalışmamızda sakkülün mekanik olarak etkilenmesinin yükseklik algısı üzerinde etkisi araştırılmış olup, sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinde anlamlı farklılık elde edilmemiştir. Bunun nedeni asansörden indikten sonra çalışma ortamından kaynaklı olarak kişinin yürüdüğü bir zaman aralığı mevcuttur. Bu zaman aralığında beynin bu bilgiyi iptal ediyor olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mekanik uyarım, sakkül, sanal gerçeklik, yükseklik algısı, yükseklik tahmini.

Bu çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonu tarafından 2022/37 proje numarası ile desteklendi.

2. ABSTRACT

DEVELOPING THE REALITY-BASED TEST BATTERY FOR EVALUATING THE ROLE OF THE SACCULE IN THE PERCEPTION OF HEIGHT

This study was performed in order to reveal the changes of the saccule, known as being affected in the usage of especially virtual reality, in case when it is mechanically stimulated and when it is stimulated in a virtual reality environment. The study was performed in İstanbul Medipol University with the participation of 27 women and 25 men, 52 volunteer participant in total between the ages of 20 and 50. The volunteer participants who were included in this study were subjected to some routine tests such as pure tone audiometry, acoustic immittance, VEMP (vestibular evoked myogenic potential) and a mini mental state examination. Later, in the essential part of the study, the participants were asked to make some guesses about height with the mechanical stimulation in the real environment and in the virtual reality environment via the elevator simulation by looking up from the down and looking down from the top. The averages of the guesses made in the virtual reality environment and in the real environment were compared to each other and no significant difference was observed ($p>0,05$). When the guesses about height that were made in the virtual reality environment and in the real environment were compared to the existing height value, a significant difference was noticed only in the virtual reality environment and in the guess that was performed by looking up from the down and it was observed to be higher than the existing height value ($p<0,05$). The guesses that were made in the virtual environment and in the real environment were compared to the place that was first to start the height guesses, no significant difference was observed once again. ($p>0,05$) In our study, the effect of saccule's mechanical stimulation on the perception of height was searched and no significant differences between the guesses made in the virtual reality and the real environment, were acquired. The reason is that there is a time period of walking after getting off the elevator owing to the environment of the study. It is thought that the brain may cancel this information during this time period.

Key Words: Estimation of height, mechanical stimulation, perception of height, saccule, virtual reality.

This study was supported by the Istanbul Medipol University Scientific Research Projects Commission with the number of 2022/37.

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Denge, destek yüzeyinde ağırlık merkezinin kontrol edilebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (1). Denge; vestibüler yapılar, görsel sistem ve proprioseptif sistemden gelen uyarılar ile birlikte bunların merkezi sinir sistemindeki entegrasyonu ile oluşmaktadır.

Denge sistemi uzaydaki varlığımız ve konumumuz, ayrıca konumumuzun çevremiz ile olan etkileşimlerine görme ile beraber katkı sağlayan çok önemli bir duyuşsal yapıdır. Doğduğumuz günden itibaren bu bilgilerin işlenmesi ve düzenlenmesi sayesinde günlük aktiviteler sağlanabilmektedir.

Vestibüler organlar iç kulakta yer almaktadır ve bu organlar vasıtasıyla baş hareketleri ve yer çekimi kuvveti algılanmaktadır. Bu yapılar; anterior, posterior ve horizontal yarım daire kanalları, utrikül ve sakküldür. Yarım daire kanallarının açışsal hareketlere, utrikül ve sakkülün doğrusal hareketlere duyarlı olduğu bilinmektedir. Bu yapılar farklı test bataryaları ile değerdendirilmektedir. Sakkülün değerdendirilmesinde, servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (cVEMP) şeklinde isimlendirilen test bataryası kullanılmaktadır. Ancak bu test sakkülün fizyolojik mekanizmalarını test etmemekte ve dolaylı yol ile sakkül fonksiyonlarını değerdendirmektedir buna bağılı olarak sakkülün yükseklik algısına olan katkısı ve buradaki işleyiş mekanizmaları hakkında bilgi vermemektedir. Bunun dışında vestibüler sistem üzerine olan bu kompleks etkileşimler VEMP test sonuçlarını etkileyebilmektedir. Yapılan çalışmalarda görsel uyarıların VEMP sonuçlarına olan etkileri (2), görsel uyarılarda özellikle asansör illüzyonu kullanılmasında kişilerin VEMP cevaplarında etkilenmeler olduğu gösterilmiştir (3).

Sanal gerçekliğin günümüzde yaygın olarak kullanılan birçok alanı mevcuttur. Bunlar içerisinde tıp, rehabilitasyon, oyun, mimarlık, mühendislik, askeri ve uzay teknolojileri gibi birçok alan yer almaktadır. Sanal gerçeklik oluşturulan sanal ortamda gerçek yaşam aktivitelerinin simüle edilerek gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Kullanıcılar günlük hayatta yapmakta zorlanılan şeyleri sanal gerçeklik ile deneyimleyebilmektedir. Sanal gerçeklik kişilerin görsel algılarının değıştirildiğı bir ortam yaratmaktadır. Yukarıda görsel algı değışikliklerinin sakkül fonksiyonları üzerine olan etkilerinin değışik çalışmalar ile ortaya koyulduğu

belirtilmiştir ancak buna rağmen yükseklik algısı üzerindeki etkileri yeterince değerlendirilmemiştir.

Sakkülün anatomik ve fizyolojik özellikleri, sakkülün kişilerin yükselme tarzı hareketleri tespit etmesinde etkin bir yapı olduğunu işaret etmektedir. Bu kapsamda bu tez çalışmasının amacı sakkülün mekanik hareketleri tespiti dışında ayrıca bulunulan yüksekliğin algılanmasına olan etkilerini değerlendirmektir. Bu çalışma sonucunda elde edilen farklılıkların değişik hastalıklar ve patolojilerin değerlendirilmesinde kullanılabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışmada, özellikle sanal gerçeklik kullanımında etkilendiği bilinmekte olan sakkülün yükseklik algımıza olan etkisinin mekanik olarak uyarılması ve sanal gerçeklik ortamında uyarılması durumlarında yarattığı değişimlerin ortaya konulması bağlı olarak sanal gerçeklik ortamında yükseklik algısının değerlendirilmesi ve test edilmesi amaçlanmaktadır. Normal popülasyonda yapılan bu çalışma sonrasında hasta gruplar (Alzheimer, demans vb.) üzerinde algısal değişimlerin ve sanal gerçeklik ortamının rehabilitatif amaçlar ile kullanımı için ön bilgiler elde edilebileceği düşünülmektedir.

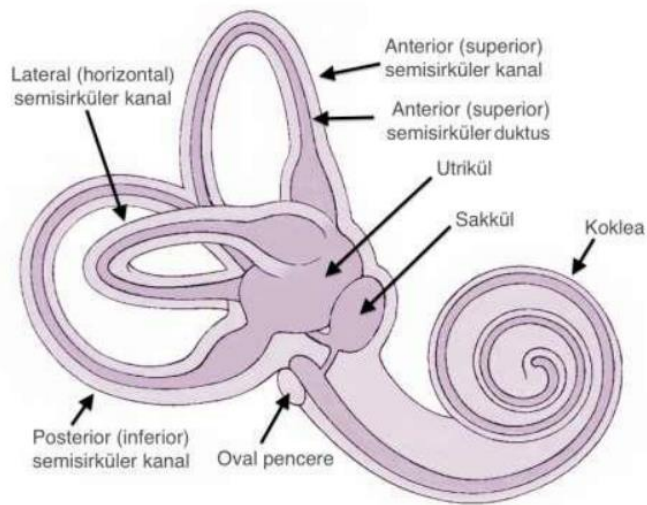
4. GENEL BİLGİLER

Denge; vestibüler yapılar, görsel sistem ve proprioseptif sistemden gelen girdilerin merkezi sinir sisteminde (MSS) entegre edilmesi ve bu aşamada gelen girdiler arasında bir uyumsuzluk çıkmaması durumunda sağlanmış olur.

Denge sisteminin fonksiyonel olarak bireyin sabit bir şekilde durması, istediği zaman isteğe bağlı hareketleri yapabilmesi, çevresel değişiklikleri otomatik olarak yanıtlaması ve değişik ortamlarda bu görevleri yapabilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu fonksiyonel durumların sağlanması amacıyla denge sistemi başın uzaydaki konumunu ve hareketlerini algılamalı ve bu değişimlere karşı uygun refleksler cevapları üretebilmelidir. Bu sayede denge sistemi bakış stabilizasyonu, başın pozisyonu ve postürü korumak gibi görevleri ile günlük yaşamdaki aktivitelerde önemli yer tutmaktadır (4).

4.1. Periferik Vestibüler Sistem

Periferik vestibüler sistem, kemik ve membranöz labirenti içeren bir sistem olup, iç kulakta yer almaktadır. Bu sistem içerisinde anterior (superior), posterior (inferior) ve horizontal (lateral) semisirküler kanal (SSK) olmak üzere 3 tane SSK ve bunlara ek olarak utrikül ve sakkül olarak isimlendirilen 2 tane otolit organ yer almaktadır (5).

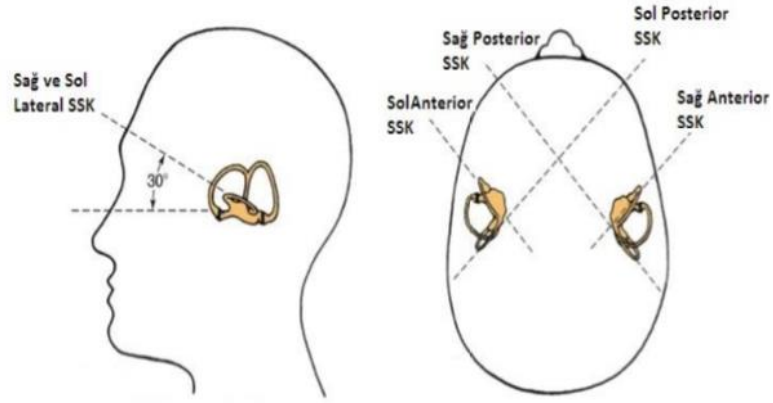


Şekil 4.1.1.: Periferik vestibüler sistem anatomisi (6)

4.1.1. Semisirküler kanallar

Her bir kemik labirente birbirine 90° açı yapacak şekilde konumlanmış olan üç adet SSK yer almaktadır. Bu kanallar horizontal (lateral), anterior (superior) ve posterior (inferior) SSK olarak isimlendirilmektedir. Kanalların her biri farklı açılarda ve düzlemlerde konumlandığından dolayı bu yapılar başın yaptığı açısal hareketlere duyarlı hale gelmektedir (7).

Semisirküler kanalların açıldığı yer utriküldür ve kanalların sonunda yer alan genişliğe ampulla ismi verilmektedir. Ampullada mevcut olan tüylü hücreler, kupula ile kaplıdır ve kupula jelatinimsi bir yapıya sahiptir. Kinosilyum, lateral SSK'da utriküle doğru konumlanırken, anterior ve posterior SSK'da utrikülden uzak olan tarafta konumlanmaktadır (8). Bu yerleşimden kaynaklı olarak başın rotasyonunda lateral SSK'ın polarizasyonu kupuladan utriküle doğru (ampullopedal), anterior ve posterior SSK'ın polarizasyonu utrikülden uzaklaşarak (ampullofugal) gerçekleşmektedir (9).



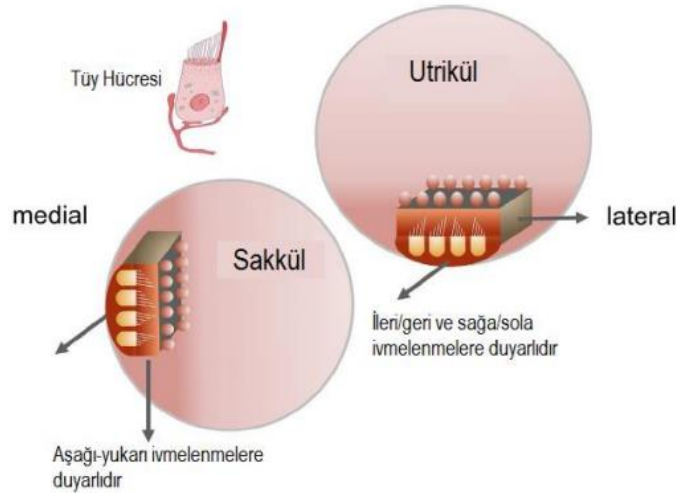
Şekil 4.1.1.1.: Semisirküler kanalların konumu (10)

4.1.2. Otolit organlar

Labirentlerin her birinde utrikül ve sakkül olarak isimlendirilen 2 adet otolit organ yer almaktadır. Bu organlar yerçekimi kuvvetine, doğrusal ivmelenmeye ve başın hareketlerine duyarlıdır. Aynı zamanda bu organların her biri makula olarak

isimlendirilen nöroepitel hücre içermektedir (7). Yatay düzlemde yapılan hareketlere utrikül makulası duyarlı iken, dikey düzlemde yapılan hareketlere sakkül makulası duyarlıdır.

Makula içerisinde yer çekimine duyarlı olan kalsiyum karbonat kristalleri yer almaktadır ve bu kalsiyum karbonat kristalleri aynı zamanda otokonya ya da otolitler olarak da isimlendirilmektedir. Her bir makulanın ikiye ayrılmasını sağlayan çizgi striola olarak adlandırılmaktadır ve makulada yer alan stereosilyalar bu çizgiye göre yönlendirilmektedir. Utrikülde kinosilyum striolayaya yakın olacak şekilde yerleşmişken, sakkülde kinosilyum strioladan uzak olacak şekilde yerleşmiştir. Bu farklılık bir yönde meydana gelen açısal hızlanma sonucunda striolanın etrafındaki hücrelerin bir kısmında depolarizasyona, bir kısmında ise hiperpolarizasyona neden olmaktadır (11).



Şekil 4.1.2.1.: Utrikül ve sakkülün yerleşimi (12)

4.1.3. Vestibüler sinir

Vestibüler ganglion iki kısımdan oluşmaktadır; bunlar, superior ve inferior kısımlarıdır. Superior vestibüler sinir, utrikül makulası ile birlikte anterior ve lateral SSK ampullarından meydana gelirken; inferior vestibüler sinir, sakkül makulası ve posterior SSK ampullasından meydana gelmektedir (13).

Superior ve inferior vestibüler sinirin birleşimi ile vestibüler sinir meydana gelmektedir ve sonrasında bu sinir ile koklear sinir birleşerek vestibülokoklear siniri

(VIII. Kraniyal sinir) oluşturmaktadır (7). Vestibülokoklear sinir; fasiyal sinir, intermedius siniri ve labirent arter ile birlikte internal akustik kanal (IAC) içerisinde yer almaktadır. Sinir lifleri serebellopontin köşeden geçtikten sonra beyin sapına girer ve bu aşamada koklear sinirden ayrılma durumu meydana gelir. Afferent vestibüler liflerin birçoğu pontaki ipsilateral vestibüler nükleer komplekse iletilirken; diğer sinir liflerinin bir miktarı cerebellumun flokülo-nodüler lobu olarak isimlendirilen kısmına iletilir (14).

4.2. Santral Vestibüler Sistem

Santral vestibüler sistemi oluşturan yapılar; vestibüler nükleus, cerebellum, subkortikal ve kortikal denge merkezleridir (15). Santral vestibüler sistem dengeyi sağlamak amacıyla proprioseptif sistem, görsel sistem ve vestibüler sistemden gelen bilgileri birleştirmektedir. Bunun sonucunda baş ve vücudu dikey olarak ayarlamak, postürü korumak ve dengeyi kontrol edebilmek amacıyla motor tepkilerin ortaya çıkmasını sağlayan duyuşal girdileri oluşturur. Aynı zamanda bu sistem uzamsal bellek ve navigasyon gibi bilişsel vestibüler fonksiyonların bir araya geldiği hippocampusu da içermektedir (16,17).

4.2.1. Vestibüler nükleus

Labirentten gelen uyarılar ilk olarak ana işlem noktası olan vestibüler nükleusa gelmektedir ve buradan motor çekirdeklerle bağlantı kurulmaktadır. Dördüncü ventrikül tabanında bulunan vestibüler nükleus kompleksinin oluştuğu 4 ana grup mevcuttur ve bunların isimleri superior, inferior, medial ve lateral nükleustur.

Medial vestibüler nükleus, en büyük vestibüler nükleustur ve lateral semisirküler kanaldan vestibüloküler refleks (VOR) için girdileri almakla görevlidir. Ek olarak kas tonusunu düzenlemek amacıyla vestibülospinal yola sinyaller göndererek beklenmeyen baş hareketlerinde postürün korunmasını sağlar (18).

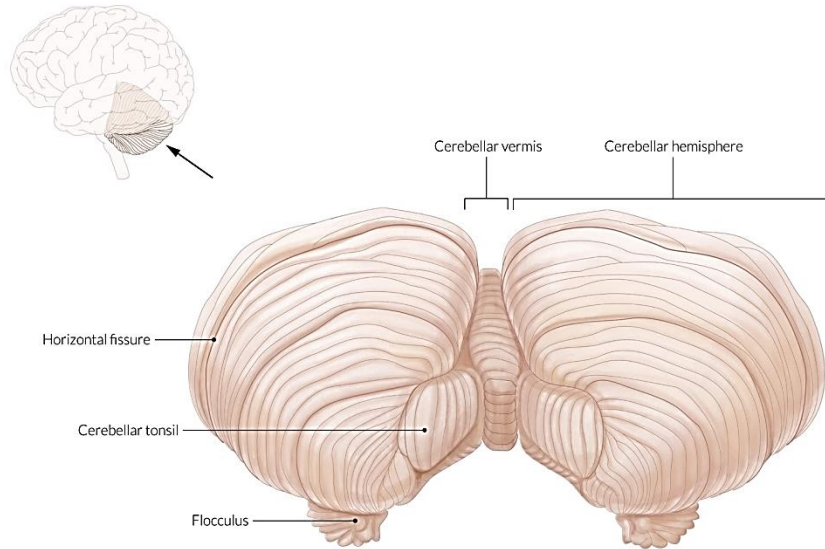
Superior vestibüler nukleus, posterior ve superior semisirküler kanaldan girdi alarak VOR için yönlendirme yapar. Bu bağlamda medial longitudinal fasikulus (MLF) ile göz kaslarına yanıtlar gönderilerek VOR koordinasyonunu sağlar (18).

İnferior vestibüler nukleus, otolit organlar tarafından gelen afferent bilgileri almaktadır. Aynı zamanda bu nukleus, diğer vestibüler nukleuslara ve bunlara ek olarak cerebelluma veri akışını sağlar (18).

Lateral vestibüler nukleus, utrikül ve sakkül, krista ampullaris ile birlikte vestibüloserebellumdan afferent girdiler alır. Bu bağlamda vestibülospinal refleks aracılığıyla dengeyi korumak için işlev görür (18).

4.2.2. Cerebellum

Cerebellumun, dengenin sağlanması ve hareketlerin koordinasyon içinde yapılması gibi motor fonksiyonların gerçekleştirilmesinde önemli bir rolü mevcuttur (19). Fonksiyon bakımından üç farklı bölüme ayrılmaktadır ve vestibüloserebellum, spinoserebellum ve serebroserebellum olarak isimlendirilmektedir. Her bir bölümün afferent ve efferent bağlantıları birbirinden farklıdır bu nedenle de lezyonlarında farklı bulgular ortaya çıkmaktadır (20).



Şekil 4.2.2.1.: Cerebellumun kısımları (21)

Vestibüloserebellum, cerebellumun lobus floccunodularis'ini kapsamaktadır. Göz hareketlerinin kontrol edilmesi, baş ve göz hareketlerinin koordinasyonunun sağlanması, kas tonusunun düzenlenmesi gibi fonksiyonları mevcuttur. Bunları yapmak için ise iç kulakta bulunan yarım daire kanallarından başın uzaydaki konumu ile ilgili bilgileri almaktadır (5).

Spinocerebellum, vermis serebelli ve komşu hemisfer kısımlarını kapsamaktadır. En çok bağlantılı olduğu kısımlar medulla spinalis ve beyin sapı çekirdekleridir. Yapılan hareketlerin devam ettirilmesi, gövde ve ekstremitelerdeki motor kontrolün sağlanması gibi fonksiyonları mevcuttur. Kaslarda mevcut olan propriyoseptif reseptörlerden kasların konumuna yönelik bilgileri alarak işlemektedir ve bunları gözden ve iç kulaktan gelen veriler ile kıyaslamaktadır (5).

Serebrocerebellum, evrimsel süreç aşamasında en son ortaya çıkmış cerebellum bölgesidir ve serebellar hemisferlerin lateral kısımlarını kapsamaktadır. Hareketlerin zamanlaması, planlanması ve başlatılmasında aynı zamanda duyu organlarından gelmekte olan bilgilerin işlenmesinde görev almaktadır (5).

4.2.3. Vestibüler refleksler

Vestibüler refleksler, vestibüler sistemin etkileşim içerisinde olduğu diğer sinirsel ve kas hareketleriyle ilişkili olup dengenin sağlanmasında görevlidir. Aynı zamanda vestibüler refleksler periferik vestibüler sistemden gelen verilerin girişinin santral vestibüler sistemde işlenmesi ile oluşmaktadır (18). Üç temel vestibüler refleks vardır ve bunların isimleri vestibülooküler refleks (VOR), vestibülospinal refleks (VSR), vestibülokolik reflekstir (VKR) (7).

VOR, başın hareketinin algılanması ile birlikte net görüşü sağlamak için göz hareketlerinin oluşmasını sağlayan reflekstir. Başın pozisyonu değiştiğinde semisirküler kanallar bu değişikliği algılamaktadır. Herhangi bir objenin net olarak görülebilmesi için de gözlerin objeye odaklanması ve bakışın sabit olması gerekmektedir (22). Göz hareketleri ile baş hareketleri arasındaki ilişki dengenin sağlanmasında önemli bir role sahiptir.

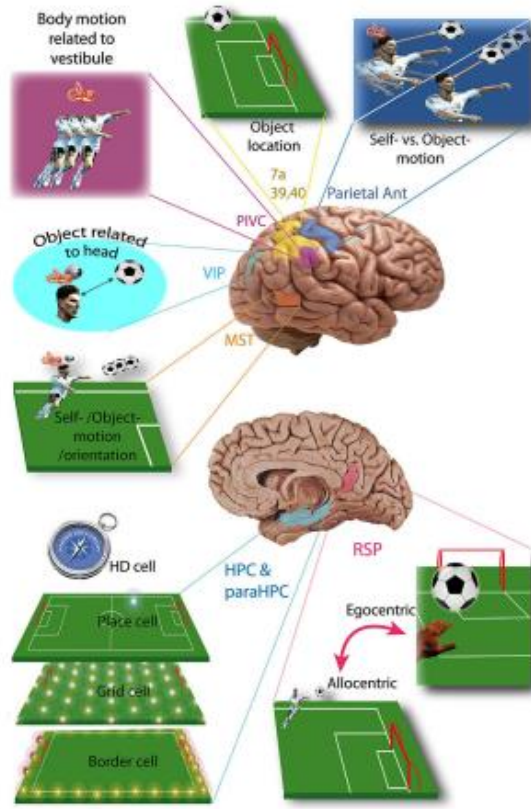
VSR, derin duyu reflekslerinin kontrol edilmesini sağlayarak kasların kasılmasının düzenlenmesinde, dik postürün korunmasında ve hareket halindeyken dengenin sağlanmasında görevlidir (22,23).

VKR, uygulanan ivmeyi dengelemek amacıyla boyun kaslarının kasılarak başın dengelenmesini sağlar. Baş kanal düzleminde hareket ettirir, aynı zamanda görsel alanı sabitlemek amacıyla da VOR ile birlikte çalışır (24).

4.3. Denge Sisteminin Görevleri

Denge sisteminin en temel görevi baş hareketleri esnasında bakışı sabit tutarak görüntünün sabitlenmesini sağlamak ve vücudun postürünü korumaktır (25). Denge sisteminin bir diğer görevi ise uzaysal oryantasyonun sağlanmasıdır (26). Uzaysal oryantasyon, çeşitli referans noktalarını kullanarak kişinin dünyadaki konumunun, yöneliminin belirlenmesini ve çevresinde bulunan eşyalar ile etkileşimini sağlamaktadır. Yüksek seviyedeki kognitif fonksiyonların (mekânsal algılama gibi) denge sistemindeki refleks cevaplarının oluşumunda rol aldığı belirtilmektedir (27). Yapılan çalışmalarda denge sistemi ile kognitif beceriler arasında bağlantı olduğu belirtilmiştir (28). Bu bağlamda denge sisteminin yaş, kişilerin sahip oldukları rahatsızlıklar vb. nedenlerden etkilenebileceği belirtilmektedir.

Denge sisteminin çalışma prensibine bağlı olarak insanın uzaydaki kendine ait olan varlığını ve pozisyonunu bilinçli olarak fark ettiği düşünülmektedir. Şekil 4.3.1.'de gösterilen etkilenmeler yer almaktadır (25). Hitier tarafından gösterilmiş etkileşimleri bir futbolcu örneği üzerinden açıklamaktadır. Bu örnekte olduğu gibi denge sistemi çevremizi ve çevremiz de hareket eden objeler ve bizim bu objelere ve çevremize göre durumumuzu anlamada önemli rol üstlenmektedir.



Şekil 4.3.1.: Bir futbolcu örneğinden vestibüler sistemin çevresel durum algımızdaki rolünü gösteren çizim (25)

Denge sistemi bu karmaşık yolak sistemi içerisinde çok fazla veri değerlendirmekte ve bu verileri anlık ve düzenli olarak her türlü değişken karşısında doğru şekilde kalibre edilmesi gerekmektedir.

Periferik patolojiler dışında santral patolojilerin ve nörodejeneratif hastalıkların da denge problemleri yaratabileceği düşünülmektedir. Örneğin; Parkinson hastalığının insidansı 60 yaş üzerinde hızla artmaktadır. Bu hastalarda postüral salınım artmaktadır bu da büyük bir düşme riski ile ilişkilendirilmektedir (29). Bunlar dışında özellikle nörodejeneratif hastalıklarla da denge bozuklukları sıklıkla görülmektedir. Bu anlamda denge bozukluğun saptanması ile nörodejeneratif hastalıkların başlangıç safhasında tanınmasında katkı sağlayabileceği belirtilmektedir.

4.4. Uzaysal Algılama ile Nörodejeneratif Hastalıklar Arasındaki İlişki

Parkinson hastalığı, beyinde bulunan substansiya nigra da dopamin üretmekte olan hücrelerin azalması ile ortaya çıkmakta olan nörodejeneratif bir hastalıktır. Genellikle yaşlılık döneminde ortaya çıkmaktadır ve ana belirtileri arasında hareketlerde yavaşlama, titreme, kas sertliği ve denge bozukluğu yer almaktadır (30). Denge bozukluğuna bağlı olarak da bu kişilerde düşme riski artmaktadır. Bu hastaların rehabilitasyon sürecinde sanal gerçeklik uygulamaları da kullanılmaktadır ve bu sistem ile yapılan rehabilitasyonlar sonucunda kişilerin motor fonksiyonları, yaşam kalitesi, kognitif fonksiyonları ve denge sistemlerinde iyileşmeler olduğu bildirilmiştir (31).

Demans hastalığı, beyin fonksiyonlarının aşamalı olarak bozulduğu hafıza, dil becerileri, görsel-uzamsal işlev gibi alanların işlevini yerine getirebilmesini engelleyen nörolojik bir bozukluktur (32). Görsel-uzaysal algılamada duyu yolları ile edinilen bilgilerin düzenlenmesi ile kişi kendi pozisyonunu ve çevresindeki kişilerin pozisyonunu algılamaktadır. Yapılan çalışmada hastalığın erken evrelerinde görsel-uzaysal algılamanın bozulduğu, ileri evrelerinde ise görsel-uzaysal işlemin ileri aşamalarında etkilenmeler olduğu bildirilmiştir (33).

Alzheimer hastalığı, kişilerde temel olarak hafıza problemleri ile ilerleyen fakat bilişsel yeteneklerin kaybının eşlik ettiği ve tüm dünyada özellikle yaşam süresinin artışına bağlı olarak görülme sıklığı artış meydana gelen bir hastalıktır. Alzheimer hastalığında beyinde beta-amiloid plaklar ve nörofibriler yumak birikimi meydana gelen ilerleyici bir nörodejeneratif hastalıktır. Alzheimer hastalığı üzerinde yapılan çalışmalarda bu hastalardaki düşme riskinin daha fazla olduğu (34,35) ve daha yüksek kırık oranına sahip oldukları tespit edilmiştir (36). Hippocampus Alzheimer hastalarının beyinlerinde en erken dejenere olan bölgelerden biridir (37). Bu bölge uzaysal oryantasyon ağının ve buna bağlı olarak dengenin önemli merkezleri arasında sayılmaktadır (38). Alzheimer hastalığının en erken belirtileri arasında yer alan mekansal oryantasyon bozukluğunun bu bölgeden kaynaklanan hasarlanmalara bağlı olduğu düşünülmektedir.

Bu hastaların değerlendirilmesinde periferik denge sistemi uyarıları ve bu uyarılara karşı verilen cevapların değerlendirilmesi giderek önem kazanmaktadır.

Yapılan çalışmalarda vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) sonuçlarının sağlıklı bireyler ile karşılaştırıldığında anormal olduğu gösterilmiştir (39,40,41). Nörodejeneratif hastalıklarda denge sisteminde ve görsel-uzaysal algılamada etkilenmeler olduğu gösterilmiştir ve bundan dolayı bu hastalarda mesafe tahmini yaparken yanılma durumlarında artış gözlenebilmektedir.

4.5. Algı

Algı, insanların duyu organları aracılığıyla çevrelerinden elde ettikleri bilgilerin beyinde yorumlanması olarak tanımlanmaktadır (42). Uyarılar duyu organları tarafından alındıktan sonra bilişsel süreç duyum ve algı olmak üzere iki farklı şekilde işlenmektedir. Duyum, alınan uyarıların beyine iletilme sürecini kapsarken, algı geçmişteki öğrenme ve deneyimlerin de içinde olduğu beyinde yorumlanma sürecini kapsamaktadır (43). Duyumsal süreç, çevresel uyarıların duyumsanmasını içerirken, zihinsel süreç bu duyuların zihinde işlenerek anlamlı hale dönüşmesini içermektedir (44,45,46). Bu iki sürecin etkileşimi sonucunda da çevresel bilgi elde edilmektedir.

İnsanlar belirli uzaklıktaki bir bilgiyi algılamak için görme, işitme ve koklama duyusundan faydalanmaktadır (44). Bu duyular içerisinde çevreden alınan bilgi en çok görme duyusu ile sağlanmaktadır (47). Bu nedenle insanın çevresiyle ilişkisi sağlanırken en önemli yeri görsel algı tutmaktadır (48,49).

4.5.1. Görsel algı

Görsel algı, görme duyusundan ile edinilen bilginin beyin tarafından işlenilerek anlamlandırılması olarak tanımlanabilir (49). Görsel algı ile birlikte derinlik, uzamsal ilişki, nesne tanıma gibi özellikler algılanmaktadır. Görsel algı becerileri 7 kategoride incelenebilir (50):

Görsel uzamsal ilişki, ortamda yer alan nesnelerin konumları hakkında bilgi sahibi olmayı ve farklılıklarını birbirinden ayırt etme olarak tanımlanabilir.

Sıralama belleği, bilgileri sıralı olarak akılda tutabilme ve hatırlayabilme ile ilgilidir.

Görsel ayırım, nesneleri detaylı olarak şekil ve renk gibi özellikleri bakımından incelediğinde benzerlik ve farklılıklarını ayırt edebilme ile ilgilidir.

Form sabitliği, bir şekle farklı ortam ve açılardan bakıldığında o şeklin aynı şekil olduğunu anlayabilme ile ilgilidir.

Görsel hafıza, bir nesnenin görsel detaylarını akılda tutmak yani kısa süreli belleğe yerleştirmek ile ilgilidir.

Görsel kapanma, bir şekle ya da nesneye bakıldığında onun eksik yönlerini tamamlayarak o şekli tanıma ile ilgilidir.

Şekil zemin ilişkisi, birçok nesne içerisinde istenen nesneye odaklanabilme becerisi ile ilgilidir.

4.5.2. Derinlik algısı

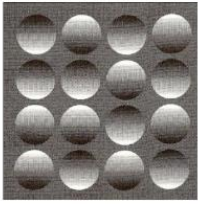
Derinlik algısı, evrenin üç boyutlu olarak algılanmasını sağlamaktadır ve derinlik ipuçlarından gelen bilgiler ile oluşmaktadır (51). Derinlik ipuçlarının kaynağı ise göze ait bilgi, stereoskopik bilgi, dinamik bilgi ve resimsel bilgi olmak üzere dörde ayrılmaktadır.

Gözün bilgi kaynakları arasında uyum ve yakınsama yer almaktadır. Uyumda göz kasları kalıcı olmayan değişiklikler yaparak odaklanmayı kontrol etmektedir. Monoküler bir ipucu olmasına karşın iki göz ile de elde edilebilmektedir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarda uyumdan elde edilen ipuçlarını kişilerin 2 metrenin altındaki uzaklıklar için kullandığı görülmüştür. Bu nedenle mesafe değerlendirilmesinde değil, boyut algısında kullanılmaktadır (52). Yakınsama ise, retinayı nesneye odaklamak amacıyla gözün yaptığı hareketlerdir. İki gözün kullanılması ile gerçekleşmektedir ve nesnenin odak uzaklığı ile ilgili ipuçlarını vermektedir.

Stereoskopik bilgi, gözler arasındaki mesafeden kaynaklanarak nesnelerin konumları farklılık göstermektedir. Birbiri arasında çok az fark oluşturan bu durum beyinde birleştirilerek derinlik algısını oluşturur.

Dinamik bilgi, gözlemcinin hareket halinde olduğu ve hareket halindeyken nesnelerin gözlemcinin retinasında oluşturduğu değişimden edinilen bilgidir. Değişim gözlemcinin odaklandığı yere, hareketine ve nesnenin uzaklığına bağlıdır.

Resimsel bilgi, iki göz tarafından aynı şekilde algılandığı için tek göz yeterlidir ve monoküler ipucu olarak ifade edilir. İki boyutlu olan statik düzlemin belirli kurallara uyarak incelenmesidir (53). Resimsel bilgi kaynakları farklı şekillerde sınıflandırılabilir.

		
Üst üste Binme	Göreceli Boyut	Alanda Yükseklik
		
Gölge	Perspektif	Doku Gradyanı

Şekil 4.5.2.1.: Derinlik algısının kaynakları (54)

Algısal süreçte bu dört kaynakta önemlidir ancak genellikle resimsel bilgi kaynaklarından gelen ipuçları daha sık kullanılmaktadır.

4.5.3. Mesafe algısı ve mesafe tahmini

Tahmin nesneye ait olan zaman, hız ve mesafenin dikkate alınması ile oluşan ve nesnenin gelecekteki konumunu tahmin etmemizi sağlayan nöropsikolojik bir fonksiyondur. Kişinin doğru bir tahminde bulunması için geçmişte edindiği tecrübelerden faydalanması ve bilinçli tahminler yapması gerekmektedir.

Mesafe tahmini kişilerin ortamdaki hareketlerini düzenlemelerini sağlayan bir beceridir. Nesnelerin boyut ve mesafe tahminleri görsel algı ile bağlantılı olarak yapılmaktadır (55). Bu bağlamda nesnelerin doğru algılanması sadece nesnelerin tespit edilmesi için değil, aynı zamanda uzaysal oryantasyon bakımından da önemlidir (56). Günlük hayatta kişiler mesafe tahmini yaparak nesneler arasında herhangi bir yere çarpmadan gezebilmektedir.

Mesafe tahmininin yapılması için birçok ipucundan faydalanılmaktadır. Bu ipuçlarına doku değişimi, doğrusal perspektif, ufuk perspektifi örnek olarak verilebilir. Mesafe tahmini için en önemli ipucu tanıdık bir nesnenin boyutudur (57). Mesafe ipuçlarının azalması ile mesafe algısı da bozulmaktadır.

Yapılan bir çalışmada boyutu bilinmeyen nesnelerin iki katı daha uzak mesafede görüldüğü hesaplanmıştır (58). Başka bir çalışmada çevresel etmenler azaldıkça iki mekan arasındaki yakınlık hissinin arttığı saptanmıştır (59). Bir diğer çalışmada küçük ölçekli ve çevresel etmenlerin daha az olduğu ortamda yapılan bir yürüyüş ile aynı uzunlukta büyük ölçekli ve çevresel etmenlerin daha fazla olduğu bir ortamda yapılan yürüyüş ile kıyaslandığında, küçük ölçekli ve çevresel etmenlerin az olduğu ortam iki kat daha kısa olarak algılanmıştır (60). Yine aynı çalışmada düz ve kesintisiz mesafede yapılan tahminlerin daha doğru olduğu saptanmıştır.

Mesafe algısı ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada, eşit uzaklıkta bulunan bir noktadan birinin görülebildiği diğerinin görülemediği olmak üzere iki yapıya olan mesafe algısına bakılmıştır ve görülebilen yapının daha yakın algılandığı tespit edilmiştir (61). Son olarak yapılmış olan bir diğer çalışmada sanal ortam ve gerçek ortamda yapılan dönüş sayılarının ve dönüşlerdeki oluşan dönüş açısının mesafe algısına olan etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada uzunluklar eşit fakat dönüş sayıları ve açıları farklılık göstermiştir. Buna göre dönüş sayısı ve açısı fazla olan yol diğerine göre daha uzun algılanmıştır. Aynı zamanda bu çalışmada mesafe algısının sayısal bir değer vererek belirlenebildiği belirtilmiştir (62).

4.6. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)

VEMP testi ilk olarak 1994 senesinde, Colebatch ve ark. tarafından kullanılmaya başlanmıştır (63,64). VEMP testi vestibüler sistem içerisinde yer alan otolit organların (utrakül ve sakkül) işlevini değerlendirmektedir. Utrakül ve sakkülün ayrı olarak değerlendirmesini sağlayan iki çeşit VEMP vardır. Bunlardan biri oVEMP'tir ve utrakülün işlevini değerlendirmektedir, diğeri ise cVEMP'tir ve sakkülün işlevini değerlendirmektedir (65).

cVEMP testinde akustik uyarının sakküle ulaşmasının ardından, ipsilateral vestibüler sinir ile birlikte lateral vestibüler nükleusun uyarılmasıyla birlikte meydana gelir. Uyarın vestibülokollik yol aracılığıyla spinal accesory nucleusa ve sinire ulaşarak ipsilateral sternocleidomastoid (SCM) kasında sonlanır.

cVEMP testinde yanıtların alınması için ilk olarak elektrot takılması gerekir. Aktif elektrotlar her iki SCM kasının üst kısmının 1/3'ine, toprak elektrot sternuma ve aktif olmayan elektrot vertekse yerleştirilir. cVEMP yanıtlarının elde edilebilmesi için SCM kasının kasılı olması gerekmektedir. Bu esnada kasılı kasın olduğu taraftan kişinin kulağına insert kulaklık ile yüksek şiddete sahip olan bir ses gönderilir. İlk olarak yaklaşık 13.ms'de pozitif bir tepe oluşur ve P13 olarak isimlendirilir, sonrasında yaklaşık olarak 23. ms'de negatif bir tepe oluşur ve N23 olarak isimlendirilir (66).

oVEMP testinde aktif elektrot yanağa, referans elektrotlar kontralateral olacak şekilde iki gözün altına ve toprak elektrot ise alına yerleştirilir. oVEMP yanıtlarının elde edilebilmesi için inferior oblik kasını kasmaı gerekmektedir. Bu esnada kişinin kulağına insert kulaklık ile yüksek şiddete sahip olan bir ses gönderilir. İlk olarak yaklaşık 10.ms'de negatif bir tepe oluşur ve N10 olarak isimlendirilir, sonrasında yaklaşık olarak 15. ms'de pozitif bir tepe oluşur ve P15 olarak isimlendirilir (66).

Cevaplar değerlendirilirken oluşan dalgaların amplitüd ve latans değerlerine bakılmaktadır. Bu bağlamda dalğanın amplitüdünün ise 50-160 mV arasında olması beklenmektedir. Değerlendirilirken dikkate alınan bir diğeri parametre ise iki kulak arasındaki amplitüdün asimetri oranıdır ve bu oran %35'den küçük olmalıdır.

Yukarıda verilen bilgilere ek olarak utrikül ve sakkül mekanik olarak uyarılmaktadır ve kişilerin hareket bilgisini düzenli olarak üst merkezlere iletmektedir. Ancak bu zamana kadar yapılmış olan çalışmalarda mesafe algısında periferik denge yapılarının görevi araştırılmamıştır. Utrikül ve sakkül kişilerin hareket bilgisini algıladığı için mesafe algısı üzerinde de etkili olabilecekleri düşünülmektedir.

4.7. Sanal Gerçeklik (SG)

Sanal gerçeklik (SG), kullanıcılara gerçek dünyanın dışında tamamen sanal bir ortamda görsel, işitsel ve bazen dokunsal uyarılarla destekleyerek kendilerini gerçek bir ortamda hissetmelerini sağlayan bir deneyim sunmaktadır. Kişiler özel olarak tasarlanmış sanal gerçeklik gözlüğü ile birlikte el veya vücut hareketlerini algılayan kontrol cihazları kullanarak bu deneyimi yaşamaktadır (67).

Sanal gerçeklik teknolojisi en yaygın olarak eğlence ve oyun sektöründe kullanılmaktadır. Sağlık alanında da önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir ve bu alanda kullanıldığında hastalıkların teşhis ve tedavi sürecinde çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bu bağlamda özellikle rehabilitasyon sürecinde, korku, fobi gibi psikolojik sorunların tedavisinde ve cerrahi gibi alanlarda önemli faydalar sağlamaktadır. Ancak sanal gerçekliğe maruz kalma süresi arttıkça dizziness ve hareket hastalığı gibi olumsuz durumlar tetiklenebilmektedir (68,69). Bu nedenle sanal gerçekliğe maruz kalma süresine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Örneğin, Parkinson hastaları ile yapılan bir çalışmada sanal ortamda gerçekleştirilen bilişsel eğitim sonucunda görsel-işitsel pozitif geri bildirim olduğundan dopamin sistemleri yeniden dengelenmiş ve bununla birlikte nöral rejenerasyon mekanizmaları yeniden aktive edilmiştir (70,71). Pozitif geri bildirimin motivasyonu artırabildiği ve bilişsel fonksiyonlara katkıda bulunabildiği gösterilmiştir. Ayrıca Parkinson hastalarında sanal gerçeklik sistemleri kullanılarak yapılan egzersizler sonucunda kişilerin yaşam kalitesi, yürüme, denge ve kognitif fonksiyonları üzerinde iyileşmeler olduğu gösterilmiştir (31).

Bu zamana kadar yapılan çalışmalar kognitif bir fonksiyon olan uzaysal algılamanın denge sistemi ile direkt bağlantılı olduğunu göstermiştir (26). Uzaysal algılamada da görme sisteminin belirleyici bir rol oynadığı bilinmektedir. Nesnelerin zelliklerinin algılanmasıyla birlikte nesnenin uzaysal konumunun algılanması birbiriyle fazlasıyla ilişkilidir (33). Örneğin, görme engellilerde görsel bilgi akışı olmamasına rağmen uzaysal algılamanın ve mesafe tahmininin mevcut olduğu bilinmektedir. Bu kişilerde diğer duyu organları görme kaybını telafi edecek şekilde güçlenerek bilgi akışının sağlanması destek olmaktadır (72). Bu kişilerde mesafe tahmini ve uzaysal algılamada da ağırlıklı olarak denge sisteminin etkili olabileceğini düşünmekteyiz. Ancak bu zamana kadar yapılan çalışmalar içerisinde denge sisteminin mesafe tahmini üzerindeki etkisine yönelik yapılmış olan bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmadaki amaç mekanik olarak uyarılan sakkülün yükseklik algımıza olan etkilerinin değerlendirilmesidir.

Bu alışmadaki H_0 hipotezine göre mekanik olarak (asansör aracılığıyla) sakkülün uyarılması yükseklik tahmininde rol oynamaz.

H_1 hipotezine göre mekanik olarak (asansör aracılığıyla) sakkülün uyarılması yükseklik tahmininde rol oynar.

5. MATERİYAL VE METOD

5.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Bu çalışma, İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Kampüste yer alan binanın 5. Katında, kampüs bahçesinde ve Odyoloji Laboratuvarında, aynı zamanda Kuzey Kampüs Odyoloji Laboratuvarında Eylül 2022- Haziran 2023 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

5.2. Etik Kurul Onayı

Çalışma öncesinde, İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından, “Sakkülün Yükseklik Algısında Rolünün Değerlendirilmesine Yönelik Sanal Gerçeklik Tabanlı Test Bataryası Geliştirilmesi” isimli bu çalışma 30.09.2021 tarihli E-10840098-772.02-4805 sayı numaralı ve 964 nolu karar numarası ile onaylandı. Çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcılara, öncelikle test hakkında bilgi verilerek ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatıldı.

Ayrıca bu çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonu tarafından 2022/37 proje numarası ile desteklendi.

5.3. Bireyler

Çalışmaya 20-50 yaş arasında yer alan 27 kadın, 25 erkek olmak üzere toplam 52 kişi dahil edildi.

5.3.1. Araştırma grubuna dahil olma kriterleri

- Katılımcıların gönüllü olması
- Tip A timpanogramının mevcut olması
- Akustik reflekslerin mevcut olması
- cVEMP testinde yanıtların mevcut olması

5.3.2. Araştırma grubu dışlama kriterleri

- İşitme kaybının bulunması
- Dış kulak yolunda buşon ve kulak zarında perforasyon bulunması
- Denge ile ilgili geçirilmiş rahatsızlık hikayesi olması
- Denge bozukluğu şikayeti değerlendirmesi yapılan Visual Analog Skalasında (VAS) 2 ve üzerinde değer alınması
- Bilinen nörolojik/psikiyatrik rahatsızlığı olması
- Yükseklik korkusu olması
- Görme bozukluğunun olması
- Mini mental test sonucunun 24 puandan düşük olması

5.4. Yapılan Ölçümler

Çalışmaya dahil edilen katılımcılardan ilk olarak demografik bilgilerin elde edilmesi için demografik bilgi formunu doldurmaları istenildi. Bu formda dışlanma kriterlerine yönelik sorular, boy uzunlukları, göz hizasından itibaren boy uzunlukları ve mesafe ölçümü gerektiren hobilerinin mevcut olup olmadığına yönelik sorular soruldu. Sonrasında katılımcılara otoskopik bakı yapıldı. Dış kulak yolunda ya da kulak zarında bir problem olmayan katılımcılara saf ses odyometri testi yapıldı. Ardından saf ses odyometri testinin sonucunda işitme kaybı tespit edilmeyen katılımcılara timpanometri testiyle birlikte akustik refleks testi uygulandı. Bu testler ile katılımcıların işitme fonksiyonları test edildi.

İşitme fonksiyonları normal olan katılımcılara Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP) testi uygulandı. cVEMP ve oVEMP yanıtları normal olarak elde edilen ve asimetri gözlenmeyen kişilere bilişsel fonksiyonlarını test etmek amacıyla mini mental test uygulandı. Yapılan bu testlerin sonuçlarında işitme, denge ve bilişsel fonksiyonları normal olarak değerlendirilen katılımcılardan yükseklik tahminleri yapması istenildi.

5.4.1. Otoskopik bakı

Kişilerin dış kulak yolunda veya kulak zarında herhangi bir problem (buşon, kulak zarı perforasyonu vb.) olup olmadığına bakmak amacıyla yapıldı. Öncelikle

katılımcı bir sandalyeye oturtuldu ve hareket etmemesi istenildi. Sonrasında *HEINE* marka *Mini 3000* model otoskop (*Germany*) ile otoskopik bakı yapıldı.

5.4.2. Saf ses odyometri testi

Dış kulak yolu ve kulak zarında problem olmayan katılımcılara saf ses odyometri testi yapıldı. Katılımcılar sessiz kabin içerisine alındı ve yapılacak test hakkında bilgilendirme yapıldı. Ardından *TDH-39* model supra-aural kulaklık ve *Radio Ear B71(Denmark)* model kemik vibratör takılarak, *Interacoustics marka AC40 model (Denmark)* odyometre cihazı ile saf ses odyometri testi yapıldı. Katılımcıların 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 ve 8000 Hz frekanslarındaki hava yolu işitme eşikleri ve 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarındaki kemik yolu işitme eşikleri tespit edildi. 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz hava yolu eşiklerinin ortalamaları 25 dB HL ve daha küçük olan kişiler Goodman sınıflandırılmasına göre normal işitme olarak kabul edildi (73).

5.4.3. Timpanometri ve akustik refleks testi

Katılımcılara *Interacoustics* marka *Titan cihazı (Denmark)* ile testler uygulandı. Test esnasında katılımcıların kulağına bir prob takıldı ve kısa bir süre konuşmadan, yutkunmadan, sabit bir şekilde durmaları istenildi. 226 Hz prob ton kullanılarak timpanometri ve akustik refleks ölçümleri gerçekleştirildi. Test sonucunda orta kulak basıncı -100 ila +50 daPa arasında olan ve kompliyans değeri 0.3 ila 1.6 ml arasında olan değerler Tip A timpanogram olarak kabul edildi.

Akustik refleks testi katılımcılara ipsilateral olarak uygulandı. Bu test tarama amacı ile uygulandığı için 1000 Hz'de 90/95 dB HL şiddetinde uyarın verildi ve refleksin varlığı/yokluğu tespit edildi (73). Akustik refleks elde edilen katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

5.4.4. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP)

Katılımcılara *Intelligent Hearing Systems/IHS (Miami, FL, USA) Smart EP 5.10* marka cihaz ile cVEMP ve oVEMP testleri uygulandı. Bu testler uygulanarak

utrakül ve sakkül olarak isimlendirilmekte olan otolit organların fonksiyonları değerlendirildi.

5.4.4.1. cVEMP

Katılımcılara elektrot yerleşimi yapılmadan önce ciltleri NuPrep (ABD) jel ile temizlendi. Aktif elektrot alına, referans elektrotlar sternokloidomastoideus (SCM) kaslarının 1/3'lük orta kısmına, toprak elektrot ise sternuma yerleştirildi. Elektrotlar yerleştirildikten sonra impedans değerleri kontrol edildi ve bu değerlerin 0-5 k Ω arasında olmasına dikkat edildi. İşitsel uyararı katılımcıların kulağına iletebilmek için bilateral "*E-A-RTONETM 3A Insert Earphone*" kullanıldı. Test esnasında hasta sedyeye oturtuldu ve SCM kasını kasmaı için başını test edilen tarafın tersi yönünde çevirmesi istendi. Katılımcı SCM kasını kastağı esnada 100 dB nHL şiddetinde, 500 Hz Tone Burst uyararı katılımcıya dinletildi. Her bir trase için 200 sweep alınarak çift trase kayıt alındı. Elde edilen dalga kaydında P1 ve N1 dalgalarının işaretlemeı yapıldı.



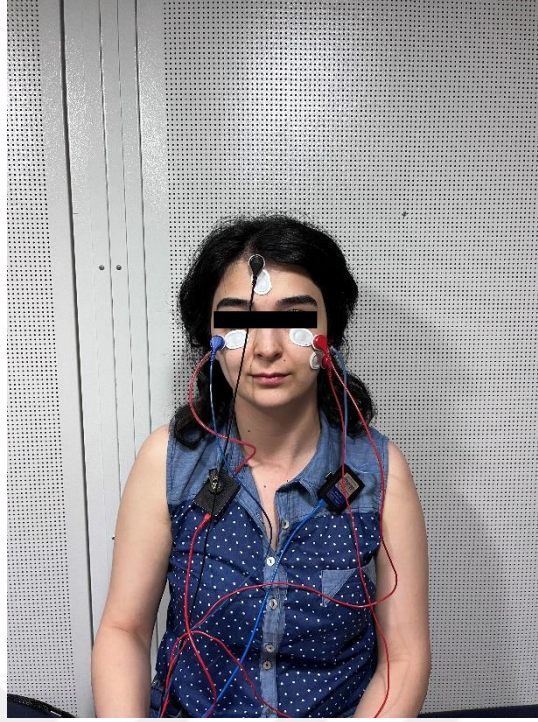
Resim 5.4.4.1.1.: cVEMP elektrot yerleşimi



Resim 5.4.4.1.2.: cVEMP testi sırasında hasta pozisyonu

5.4.4.2. oVEMP

Cilt temizliği ve “E-A-RTONETM 3A Insert Earphone” yerleşimi cVEMP testinde olduğu gibi uygulandı. Elektrot yerleşimi ve uyaran ayarlamaları Hızal ve ark.ları tarafından önerilen şekilde yapıldı (74). Aktif elektrot yanağa, referans elektrotlar kontralateral olacak şekilde iki gözün orbita alt kenarından yaklaşık olarak 15-30 mm altına yanak üzerine ve toprak elektrot alına yerleştirildi. cVEMP testinde olduğu gibi elektrot impedanslarının 0-5 k Ω arasında olmasına dikkat edildi. Test esnasında göz kaslarını kasmak amacı ile katılımcı sedyede otururken yukarıda bulunan sabit bir noktaya başını kaldırmadan sadece gözleri ile bakması istendi. Katılımcının inferior oblik kasını kasının üzerinden kayıt alınarak 100 dB nHL şiddetinde, 500 Hz Tone Burst uyaran katılımcıya dinletildi. Her bir trase için 150 sweep alınarak çift trase kayıt alındı. Elde edilen dalga kaydında N1 ve P1 dalgalarının işaretlemesi yapıldı.



Resim 5.4.4.2.1.: oVEMP elektrot yerleşimi

5.4.5. Mini mental test

Mini mental test genellikle hastaların kognitif becerilerini değerlendirmek amacıyla dünyada yaygın bir şekilde kullanılmakta olan bir testtir (75,76,77). Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması ve uygulanma şekilli Güngen ve arkadaşları tarafından tanımlanmış ve yapılmıştır (5). Testin uygulanması Güngen ve arkadaşları tarafından belirtilen şekilde ilk olarak katılımcılar test hakkında bilgilendirilmesi ve kişisel bilgilerin (ad soyad, doğum yılı, baskın olarak kullandığı el vb.) alınması ile başlanmıştır. Sonrasında yönelim kategorisinde katılımcılara hangi yıl, mevsim, ay, gün içerisinde olduğumuza ve bulunduğumuz şehir, semt, binaya dair sorular soruldu. Kayıt hafızası kategorisinde ise katılımcıya 3 adet kelime söylendi ve tekrar etmesi istenildi. Dikkat ve hesaplama kategorisinde kişiden 100'den geriye doğru 7 çıkartması ve bu şekilde biz dur diyene kadar sayması istenildi. Hatırlama kategorisinde kayıt hafızası bölümünde söylenen 3 kelimeyi hatırladığı kadarı ile tekrar etmesi istenildi. Son olarak lisan kategorisinde ise katılımcıya gösterilen 2 nesnenin ismi soruldu, söylenen talimatları uygulamaları istenildi ve bir şekil gösterilerek bu şeklin aynısını çizmeleri istenildi. Son aşamada elde edilen puanlar

toplandı ve toplam puanı 24-30 aralığında olan katılımcılar çalışmaya dahil edildi. Testin uygulama kılavuzunda belirtilen yanıtlama süreleri gibi yönergelere dikkat edildi ve uygulama yönergeye uygun olacak şekilde göre yapıldı (78).

5.5. Çalışma İçin Sanal Gerçeklik Simülasyonun Hazırlanması

Hazırlık aşamasında ilk olarak tasarımcıya gönderilecek veriler toplandı. 5. katın yerden yüksekliği *Bosch plr 25 lazer metre (Germany)* kullanılarak ölçüldü ve 24 metre bulundu. 5.katın planı, okulun dış cephesi ve asansörün içerisinde bulunan objelerin videoları çekildi aynı zamanda asansörün giriş kattan 5. kata çıkarken geçirdiği süre hesaplandı ve gerçeğine uygun olarak yapılması için tasarımcıya gönderildi.



Resim 5.5.1.: Lazer mesafe ölçer ile 4.kattan yapılan yükseklik ölçümü



Resim 5.5.2.: Lazer mesafe ölçer ile 3.kattan yapılan yükseklik ölçümü

Açıklama: Lazer mesafe ölçerin ölçüm sınırı maksimum 20 metre idi bu nedenle 5. kata kadar her katta ölçüm alınabildi ancak 5. katta ölçüm alınamadı. Katlar arasındaki yükseklik ortalama 4 metre olduğu için 5. katın yüksekliği 24 metre olarak kabul edildi.

Çalışmanın sanal gerçeklik versiyonunda okuldaki asansör ve bina dış cephesi orijinaline sadık kalınarak 3 boyutlu olarak uzman tasarımcılar tarafından modellendi ve performans sorunları yaratmayacak kadar optimize edildi. İlk bir aylık süreçte projenin 3 boyutlu olarak modelleme işlemi gerçekleştirildi. İkinci ayda ise oluşturulan modeller için gerçeğine uygun yüzey kaplamaları ve dokular tasarlanarak yerleştirildi. Gerçeklik etkisini artırmak için ışık ve gölge ayarları 3 boyutlu tasarım programlarıyla sağlandı.

Bina ve cephe dışında gerekli olabilecek diğer küçük boyutlu objeler de (asansör düğmeleri, lambalar, bitkiler, çevre düzenlemeleri, diğer objeler vb.) aynı şekilde 3 boyutlu tasarım programı içinde hazırlandı. Üçüncü ayda ise hazırlanan tüm 3 boyutlu öğeler oyun tasarımı programı içerisine aktarıldı ve yazılımcılar tarafından deney için gerekli etkileşimler (interaksiyonlar) programlandı.

İnteraksiyonlar arasında düğmeye basınca asansörün aşağı-yukarı yönlü hareketi, kapıların açılıp, kapanması, menü, ayarlar vb. basılabilir düğmeler sayılabilir. Basılabilir menü düğmeleri, ayarlar ekranları vb. için arayüz tasarımı da görsel tasarım ekibi tarafından yapıldı. Uygulama içerisinde yine gerçeğe sadık kalınarak gerekli ses öğeleri de eklendi (asansör içindeki elektronik sesler, ortam sesleri, gerekli görülürse müzik vb.). Kullanıcı testleri ve revizyonlar yapıldıktan sonra uygulama indirilebilir bir sanal gerçeklik uygulaması olarak istenilen platformlarda çalışır halde paylaşıldı.

Sanal gerçeklik simülasyonu Blender, Unreal Engine, Unity, Photoshop, Audition vb. yazılımlar kullanılarak tasarlandı. Tasarlanan bu simülasyon bilgisayar desteğiyle çalışan Steam VR sanal gerçeklik gözlüğü serisi (Oculus Rift S, HTC Vive, Vive Pro, Valve Index v.b.) kullanılarak çalışmaktadır. Meta Quest 2 benzeri mobil cihazlar için uygulamanın revize edilerek daha küçük boyutlu hale getirilmesi gerekmektedir. Çalışma bilgisayar ile yapıldığı için boyutunun küçültülmesine ihtiyaç duyulmadı. Ancak gerektiği durumda mobil cihaz ile kullanılabilmesi için boyutu küçültülebilecektir.

5.6. Çalışma İçin Hazırlanan Sanal Gerçeklik Simülasyonunun Sanal Gerçeklik ile Uygulanması

Çalışmanın diğer aşamasında kişiler gözleri kapalı bir şekilde asansör ile 5. kata çıkartıldı. Kaçınıcı katta olduklarını anlamamaları için zemini net olarak görebilecekleri fakat bina yüzeyinde kat bilgisi içermeyen bir pencerenin önüne gelene kadar katılımcılar gözleri kapalı bir şekilde yürütüldü. Zemini net bir şekilde görebilecekleri pencereye geldiklerinde katılımcılardan gözlerini açması istenildi ve sonrasında aşağıya bakarak yüksekliğin ne kadar olduğunu tahmin etmeleri istenildi. Sonrasında katılımcılar asansör ile giriş kata indirildi ve bu sefer 5. katta bulunan pencereye aşağıdan bakarak yüksekliği tahmin etmeleri istenildi. Katılımcılardan 26 kişinin başlangıç noktası 5. kat iken kalan 26 kişinin başlangıç noktası giriş kat olarak belirlendi ve yükseklik tahmini bu şekilde yapıldı.

Diğer aşamada ise bu tezin içeriğine uygun özel olarak hazırlanmış olan sanal gerçeklik simülasyonu katılımcılara sanal gerçeklik gözlüğü takılarak izletildi ve uygulatıldı. Bu simülasyona okul ortamı birebir yansıtıldı. Simülasyonda kişinin 5. kata çıkarken asansörde geçirdiği süre, 5. katın yüksekliği, asansörden indikten sonra pencerenin önüne kadar gittiği mesafe gerçek ortam ile uyumlu olacak şekilde hazırlandı. Asansör içerisindeki düğmeler ya da 5. katta bulunan herhangi bir obje katılımcıya kaçınıcı katta bulunduğunu anlayacak bir ipucu sağlamadığı için katılımcının gözleri kapatılmadı ve gözleri açık olacak şekilde uygulama yapıldı.

Bu simülasyonda katılımcılar sanal ortamda asansör ile 5. kata çıkartıldı. Gerçek ortamda olduğu gibi zemini net bir şekilde görebileceği pencerenin önüne geldiklerinde aşağıya bakarak yüksekliği tahmin etmeleri istenildi. Sonrasında tekrar asansör ile giriş kata indirildi ve 5. Katta bulunan pencereye aşağıdan bakarak yüksekliği tahmin etmeleri istenildi. Katılımcıların başlangıç noktası gerçek ortamdaki başlangıç noktaları ile aynıydı.

5.7. Sanal Gerçekliğin Uygulandığı Ortam ve Kullanılan Ekipmanlar

Sanal gerçeklik için hazırlanan simülasyon katılımcılara *Oculus Quest 2* (USA) gözlüğü kullanılarak izletildi. SG gözlüğüne ek olarak ekipman içerisinde sağ ve sol kumandalar, oculus quest link kablosu, dizüstü bilgisayar ve oculus yazılımı yer almaktadır.



Resim 5.7.1.: Oculus quest 2 SG başlığı



Resim 5.7.2.: SG kumandaları



Resim 5.7.3.: Oculus yazılımı ile birlikte kullanılan diğer ekipmanlar

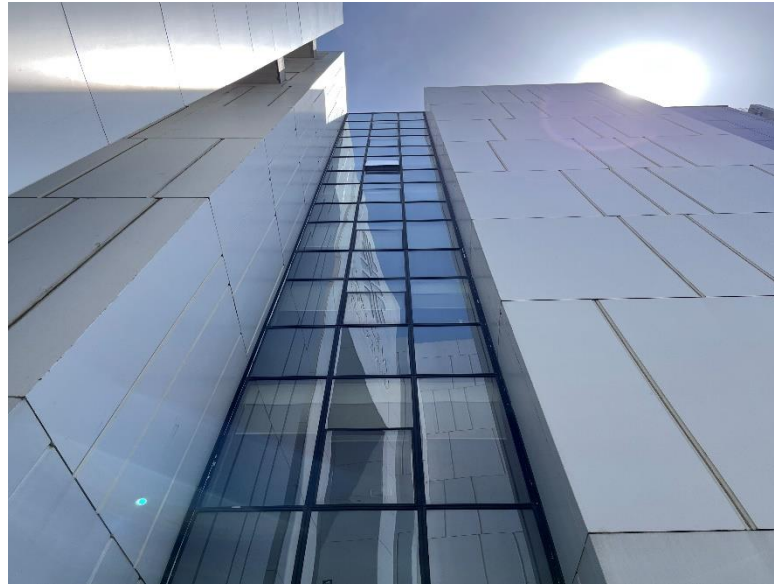


Resim 5.7.4.: SG test ortamı

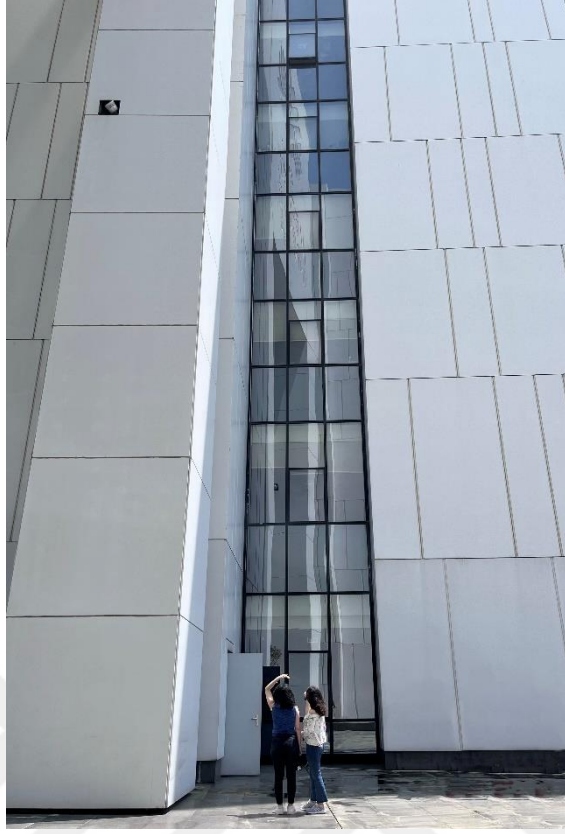
Sanal gerçeklik ortamında katılımcıya bu tez için özel olarak hazırlanmış olan simülasyon izletilmiştir.



Resim 5.7.5.: SG simülasyonunda aşağıdan yukarıya bakış



Resim 5.7.6.: Gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakış



Resim 5.7.7.: Gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakış



Resim 5.7.8.: SG simülasyonunda yukarıdan aşağıya bakış



Resim 5.7.9.: Gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakış



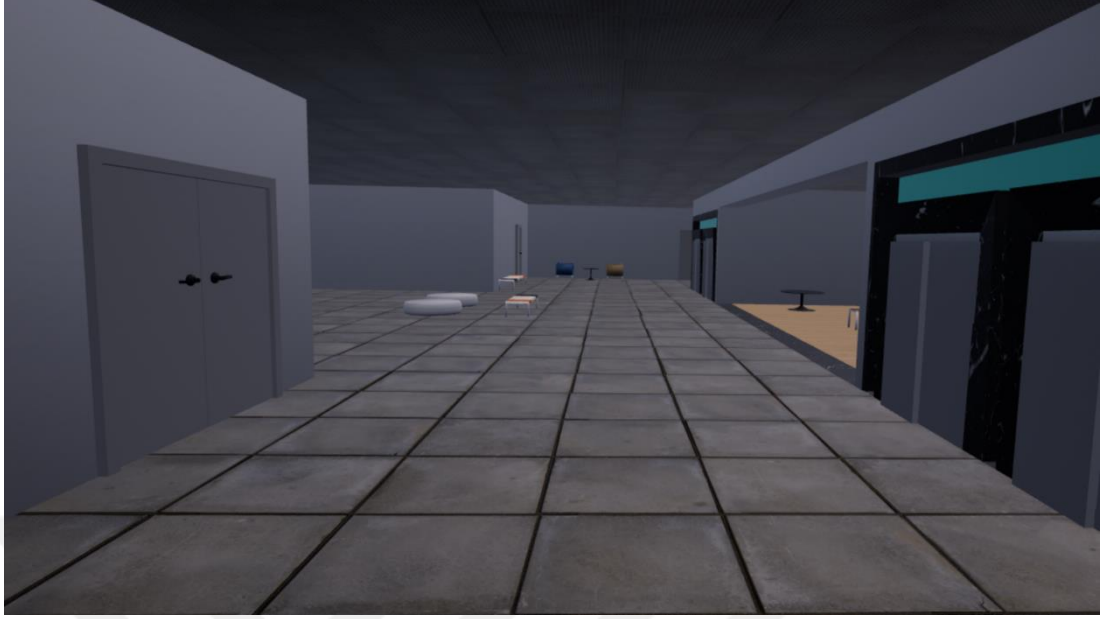
Resim 5.7.10.: Gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakış



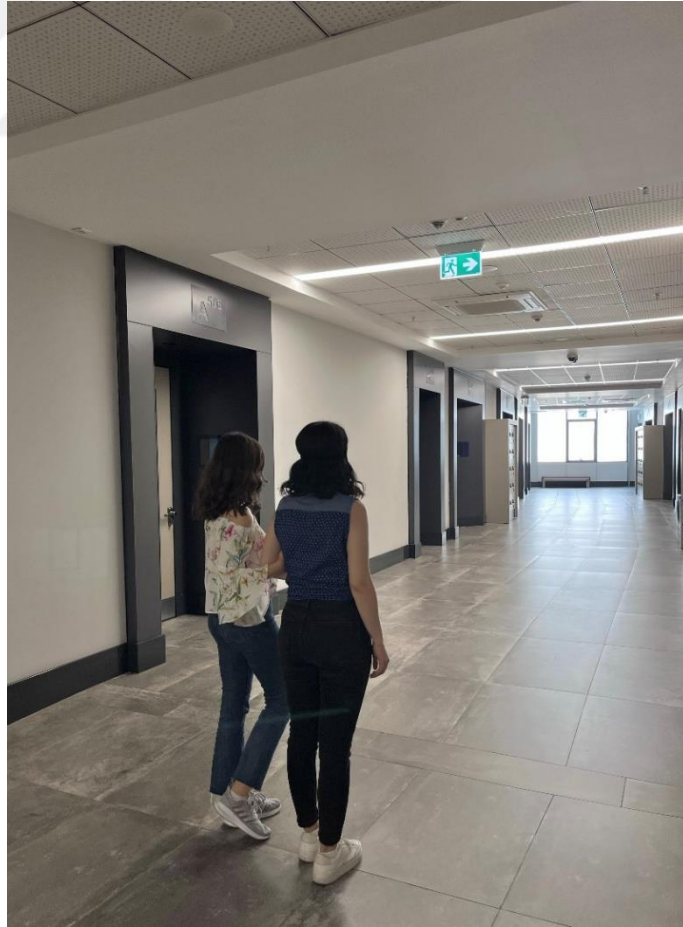
Resim 5.7.11.: SG simülasyonunda asansör ortamı



Resim 5.7.12.: Gerçek ortamda katılımcı asansör içerisinde bulunurken



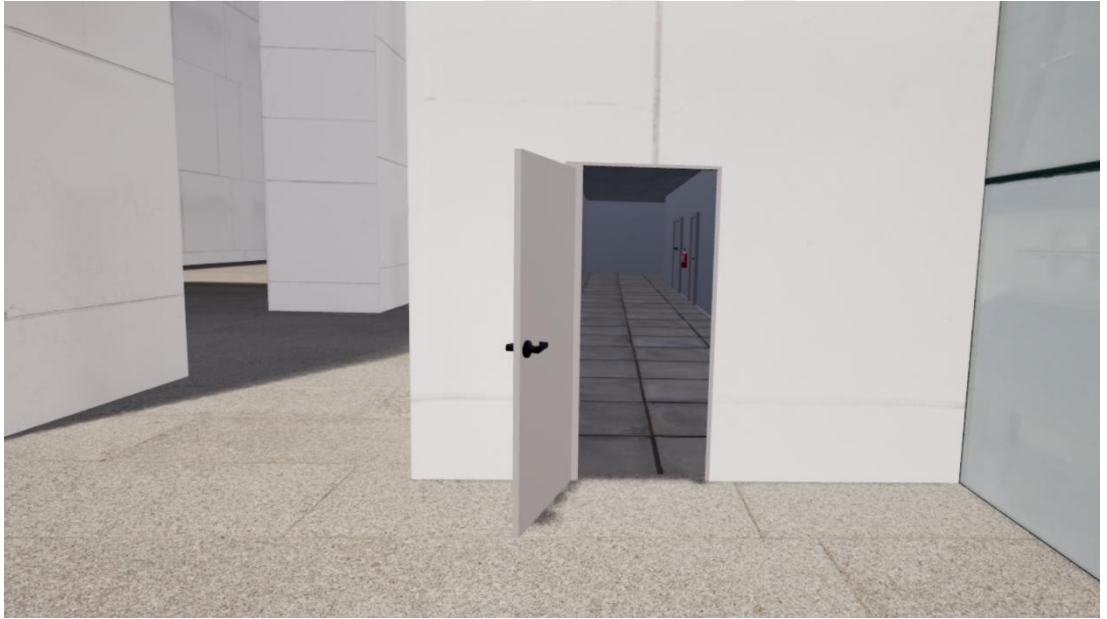
Resim 5.7.13.: SG simülasyonundan bir kesit



Resim 5.7.14.: Gerçek ortamda katılımcı koridorda yürürken



Resim 5.7.15.: SG simülasyonundan bir kesit



Resim 5.7.16.: SG simülasyonundan bir kesit

5.8. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın analizinin yapılmasında “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Vs 25 (SPSS inc., Chicago, IL, USA) programı kullanıldı. Tanımlayıcı

istatistik verilerinde elde edilen tüm parametrelerin ortalama ve standart sapma değerleri ($Ort \pm SS$) tespit edildi.

Çalışmamızda verilerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek için “Kolmogorov–Smirnov Test” kullanıldı ve anlamlılık değeri $p < 0,05$ kabul edildi. Yapılan analiz sonucunda verilerin normal dağılıma uymadığı tespit edildi ve istatistiksel analiz nonparametrik testler ile yapıldı.

Gerçek asansör kullanılarak yapılan ve sanal gerçeklik ortamında yapılan yükseklik tahminlerinde 5. kattan aşağıya bakılarak yapılan yükseklik tahmini ve giriş kattan yukarıya bakılarak yapılan yükseklik tahmini her iki ortam için ayrı olarak kendi arasında karşılaştırıldı ve “Wilcoxon Sign Rank Testi” kullanıldı. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen verilerin yükseklik tahmini yapmaya başlanan yer ile “Mann-Whitney U testi” kullanılarak karşılaştırıldı. Gerçek asansör kullanılarak yapılan ve sanal gerçeklik ortamında yapılan tahminlerde aşağıdan yukarıya bakılarak yapılan ve yukarıdan aşağıya bakılarak yapılan ölçümler arasında anlamlı ilişkiler olup olmadığına bakmak için “Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı (Spearman's Rho) Testi” kullanıldı.

6. BULGULAR

Çalışmamız İstanbul Medipol Üniversitesi'nde yapıldı ve çalışmaya 52 kişi katıldı. Çalışmada tek bir grup bulunmaktadır ve bu gruba iki farklı ortamda testler uygulandı.

6.1. Demografik Özellikler

Çalışmaya 20-50 yaş arasında olan gönüllü bireyler dahil edildi. Bireylerin demografik bilgileri Tablo 6.1.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 6.1.1. Bireylerin demografik özellikleri

	Ortalama (Ort.)	Standart Sapma (SS)
Yaş	28.06	4.91
Cinsiyet	N	%
Kadın	27	51.9
Erkek	25	48.1
Boy Uzunluğu (cm)	169.71	8.826
Göz Hizasından İtibaren	158.67	8.284
Boy Uzunluğu (cm)		

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma

Tablo 6.1.2. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahmini değerlerine ilişkin normallik analizi sonuçları

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	n	p değeri	Statistic	n	p değeri
SG- Aşağıdan yukarıya bakış	0.314	52	0.000	0.771	52	0.000
SG- Yukarıdan aşağıya bakış	0.186	52	0.000	0.918	52	0.002

G-	0.194	52	0.000	0.885	52	0.000
Aşağıdan yukarıya bakış						
G-	0.198	52	0.000	0.854	52	0.000
Yukarıdan aşağıya bakış						

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam

Sanal Gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahmini için Kolmogorov-Smirnov değerinin 0.314, Shapiro-Wilk değerinin 0.771 olduğu görüldü (Tablo 6.1.2.).

Sanal Gerçeklik ortamında yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahmini için Kolmogorov-Smirnov değerinin 0.186, Shapiro-Wilk değerinin 0.918 olduğu görüldü (Tablo 6.1.2.).

Gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahmini için Kolmogorov-Smirnov değerinin 0.194, Shapiro-Wilk değerinin 0.885 olduğu görüldü (Tablo 6.1.2.).

Gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahmini için Kolmogorov-Smirnov değerinin 0.198, Shapiro-Wilk değerinin 0.854 olduğu görüldü (Tablo 6.1.2.).

Elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını incelemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinin değerlerine bakıldı. Bunun sonucunda elde edilen değerlerin $p < 0.05$ olduğu gözlemlendi ve verilerin normal dağılım göstermediği tespit edildi. Bu bağlamda veriler normal dağılım göstermediği için verilerin analizinde nonparametrik testler kullanıldı.

Katılımcıların sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahmini değerlerine ilişkin özet istatistik değerleri Tablo 6.1.3.'de verildi.

Tablo 6.1.3. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerine yönelik özet istatistik değerleri

	<i>Ort.</i>	<i>SS.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>
SG- Aşağıdan Yukarıya Bakış	28.72	15.88	9.00	85.00
SG- Yukarıdan Aşağıya Bakış	30.52	16.87	5.00	80.00
G- Aşağıdan Yukarıya Bakış	26.94	12.83	8.00	70.00
G- Yukarıdan Aşağıya Bakış	28.65	16.30	4.00	95.00

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam, Min.: Minimum, Maks.: Maksimum, Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma

Sanal gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya doğru bakarak yapılan yükseklik tahmini için ortalaması 28.72 ($S_s = 15.88$), yukarıdan aşağıya doğru bakarak yapılan yükseklik tahmini için ortalaması 30.52 ($S_s = 16.87$) olarak hesaplandı (Tablo 6.1.3.).

Gerçek ortamda aşağıdan yukarıya doğru bakarak yapılan yükseklik tahmini için ortalaması 26.94 ($S_s = 12.83$), yukarıdan aşağıya doğru bakarak yapılan yükseklik tahmini için ortalaması 28.65 ($S_s = 16.30$) olarak hesaplandı (Tablo 6.1.3.).

6.2. Test Ortamına Göre Yapılan Yükseklik Tahmini Değerlerinin Birbiriyle Karşılaştırılması

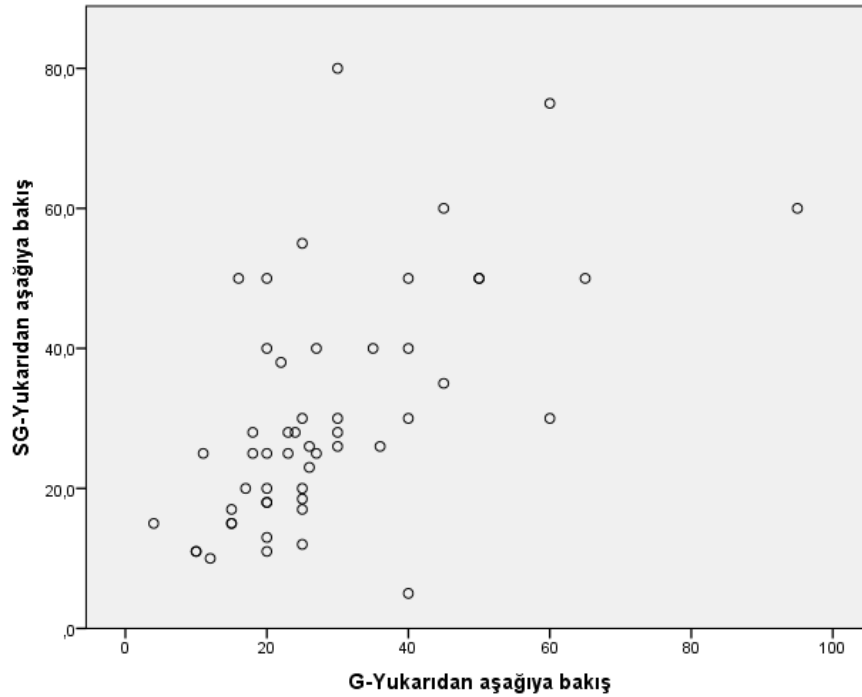
Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler “Wilcoxon” testi kullanılarak karşılaştırıldı. Karşılaştırmanın analiz sonuçları Tablo 6.2.1.’de verildi.

Tablo 6.2.1. Aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakılarak yapılan yükseklik tahminlerinin gerçek ortamda ve sanal gerçeklik ortamında elde edilen değerlerinin karşılaştırılması

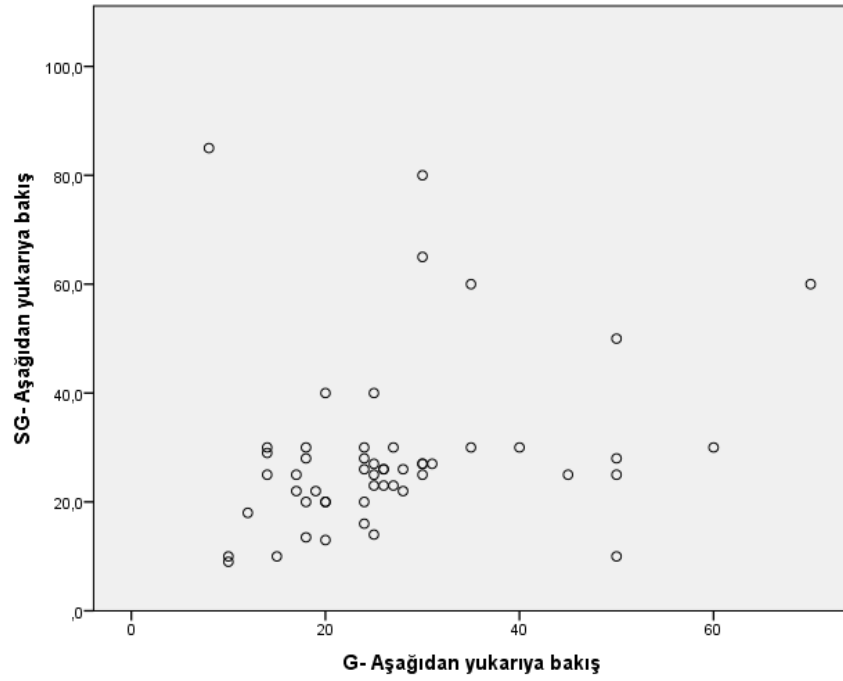
	Ort.	SS.	z	p değeri
G-Aşağıdan Yukarıya Bakış	26.94	12.837	-0.152	0.879
SG-Aşağıdan Yukarıya Bakış	28.721	15.8827		
G-Yukarıdan Aşağıya Bakış	28.65	16.302	-0.876	0.381
SG-Yukarıdan Aşağıya Bakış	30.529	16.8713		

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam, Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma

Katılımcıların yaptığı yükseklik tahmini değerleri karşılaştırıldığında, gerçek ve sanal gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya bakış, gerçek ve sanal gerçeklik ortamında yukarıdan aşağıya bakış ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).



Şekil 6.2.1.: SG ortamında ve gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinin karşılaştırılması



Şekil 6.2.2.: SG ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinin karşılaştırılması

6.3. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminlerinin Mevcut Yükseklik Değeri ile Karşılaştırılması

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler mevcut yükseklik değeri ile “Wilcoxon” kullanılarak karşılaştırıldı. Karşılaştırmanın analiz sonuçları Tablo 6.3.1.’de verildi.

Tablo 6.3.1. Gerçek ortamda ve sanal gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakılarak yapılan yükseklik tahminlerinin mevcut yükseklik değeri ile karşılaştırılması

	Ort.	SS.	z	p değeri
Mevcut				
Yükseklik –				
Kişinin Boy	22.3029	0.08826	-2.841	0.004
Uzunluğu				

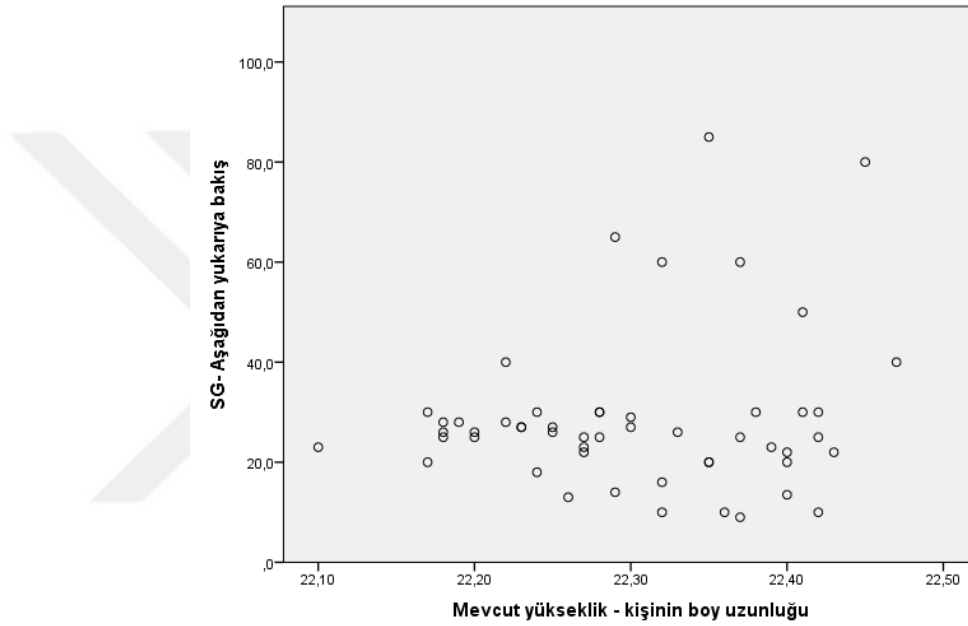
SG-Aşağıdan				
Yukarıya	28.721	15.8827		
Bakış				
Mevcut				
Yükseklik –				
Kişinin Boy	22.3029	0.08826		
Uzunluğu			-1.912	0.056
G-Aşağıdan				
Yukarıya	26.94	12.837		
Bakış				
Mevcut				
Yükseklik +				
Kişinin Boy	25.6971	0.08826		
Uzunluğu			-1.202	0.229
SG-Yukarıdan				
Aşağıya Bakış	30.529	16.8713		
Mevcut				
Yükseklik +				
Kişinin Boy	25.6971	0.08826		
Uzunluğu			-0.009	0.993
G-Yukarıdan				
Aşağıya Bakış	28.65	16.302		

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam, Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma

Katılımcıların sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yukarıdan aşağıya bakarak yaptığı yükseklik tahmini değerlerinin ortalamaları, mevcut yükseklik + kişinin boy uzunluğu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Katılımcıların gerçek ortamda aşağıdan yukarıya bakarak yaptığı yükseklik tahmini değerlerinin ortalamaları, mevcut yükseklik - kişinin boy uzunluğu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).

Katılımcıların sanal gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya bakarak yaptığı yükseklik tahmini değerlerinin ortalaması, mevcut yükseklik - kişinin boy uzunluğu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü ($p<0,05$). Veriler arasındaki fark incelendiğinde sanal gerçeklik ortamında aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahmininin ortalaması (*Ort. 28.721, Ss. 15.8827*) mevcut yükseklik - kişinin boy uzunluğundan (*Ort. 22.3029, Ss. 0.08826*) anlamlı olarak daha yüksek bulundu.



Şekil 6.3.1.: SG ortamında aşağıdan yukarıya bakarak yapılan yükseklik tahmininin mevcut yükseklik değeri ile karşılaştırılması

6.4. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminlerinin Başlangıç Noktası ile Karşılaştırılması

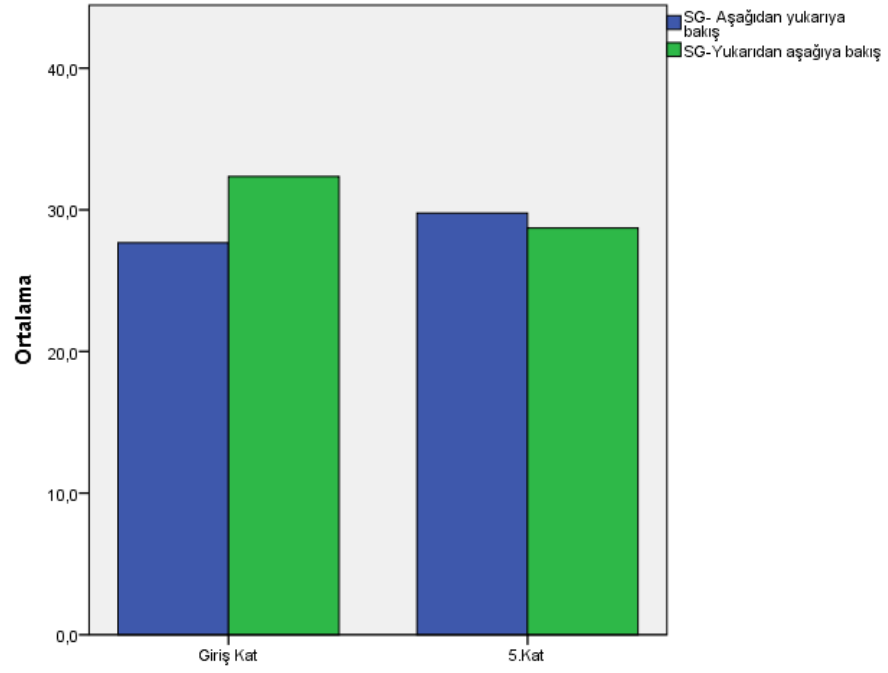
Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen verilerin yükseklik tahmini yapmaya başlanan yer ile “Mann-Whitney U testi” kullanılarak karşılaştırıldı. Karşılaştırmanın analiz sonuçları Tablo 6.4.1.’de verildi.

Tablo 6.4.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini değerlerinin yükseklik tahmini yapmaya başlanan yer ile karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları

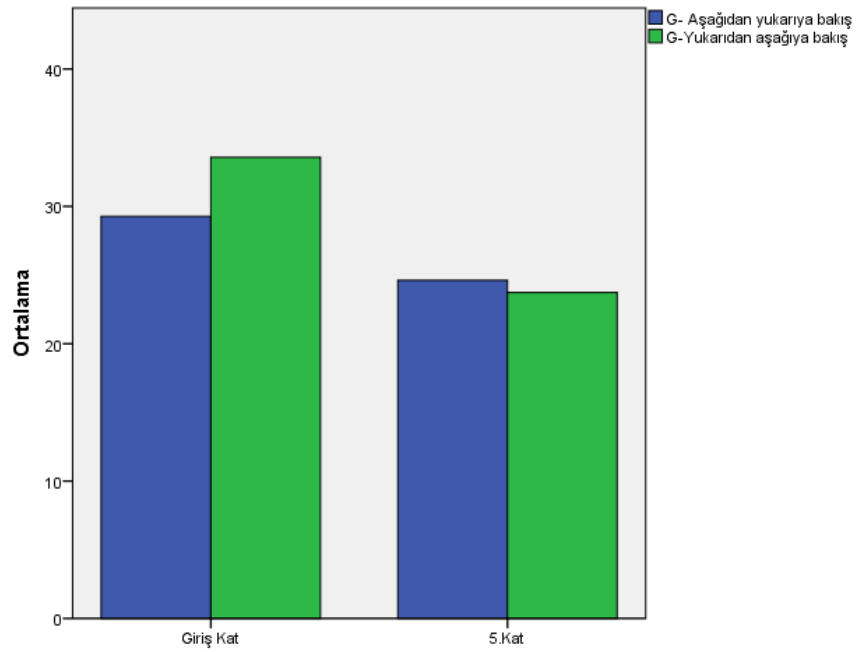
<i>Yükseklik Tahmini Yapmaya Başlanan Yer</i>		<i>n</i>	<i>Ort.</i>	<i>SS.</i>	<i>U</i>	<i>z</i>	<i>p değeri</i>
SG- Aşağıdan yukarıya bakış	Giriş Kat	26	27,673	15,796	327.000	-0.202	0.840
	5.Kat	26	29,769	16,212			
SG- Yukarıdan aşağıya bakış	Giriş Kat	26	32,346	17,274	287.500	-0.926	0.354
	5.Kat	26	28,712	16,595			
G- Aşağıdan yukarıya bakış	Giriş Kat	26	29,269	15,966	293.000	-0.825	0.409
	5.Kat	26	24,615	8,367			
G- Yukarıdan aşağıya bakış	Giriş Kat	26	33,577	20,227	261.500	-1.405	0.160
	5.Kat	26	23,731	9,089			

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler yükseklik tahmini yapmaya başlanan yer ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).



Şekil 6.4.1.: SG ortamında yapılan yükseklik tahminlerinin başlangıç noktası ile karşılaştırılması



Şekil 6.4.2.: Gerçek ortamında yapılan yükseklik tahminlerinin başlangıç noktası ile karşılaştırılması

6.5. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminlerinin Taşıt Tutması Durumu ile Karşılaştırılması

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen verilerin taşıt tutması yaşayan kişiler ve yaşamayan kişiler ile “Mann-Whitney U testi” kullanılarak karşılaştırıldı. Karşılaştırmanın analiz sonuçları Tablo 6.5.1.’de verildi.

Tablo 6.5.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini değerlerinin taşıt tutması durumu ile karşılaştırılmasına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları

	<i>Taşıt Tutması</i>	<i>n</i>	<i>U</i>	<i>z</i>	<i>p değeri</i>
	<i>Yaşayanlar ve Yaşamayanlar</i>				
SG-Aşağıdan yukarıya bakış	Taşıt Tutması	30	263.000	-1.245	0.213
	Yaşayanlar				
	Taşıt Tutması	22			
	Yaşamayanlar				
SG-Yukarıdan aşağıya bakış	Taşıt Tutması	30	321.000	-0.167	0.867
	Yaşayanlar				
	Taşıt Tutması	22			
	Yaşamayanlar				
G-Aşağıdan yukarıya bakış	Taşıt Tutması	30	329.500	-0.009	0.993
	Yaşayanlar				
	Taşıt Tutması	22			
	Yaşamayanlar				
G-Yukarıdan aşağıya bakış	Taşıt Tutması	30	285.500	-0.827	0.408
	Yaşayanlar				
	Taşıt Tutması	22			
	Yaşamayanlar				

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler taşıt tutması yaşayan kişiler ve taşıt tutması yaşamayan kişiler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$).

6.6. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminleri ile Denge Bozukluğu Arasındaki İlişki

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler ile denge bozukluğu yaşayan kişiler arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla “Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı (Spearman's Rho) Testi” kullanıldı. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 6.6.1.'de verildi.

Tablo 6.6.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini ile denge bozukluğu arasındaki ilişki

		Denge Bozukluğu Şikayeti Yaşayanlar
SG- Aşağıdan yukarıya bakış	Spearman's r	-0.109
	p değeri	0.440
	N	52
SG- Yukarıdan aşağıya bakış	Spearman's r	-0.071
	p değeri	0.618
	N	52
G- Aşağıdan yukarıya bakış	Spearman's r	-0.129
	p değeri	0.362
	N	52
G-Yukarıdan aşağıya bakış	Spearman's r	-0.112
	p değeri	0.430
	N	52

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler ile denge

bozukluğu şikayeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmedi ($p>0,05$).

6.7. Sanal Gerçeklik Ortamında ve Gerçek Ortamda Yapılan Yükseklik Tahminleri ile Asansör Kullanırken Yaşanan Rahatsızlık Arasındaki İlişki

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler ile asansör kullanırken rahatsızlık yaşayan kişiler arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla “Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı (Spearman's Rho) Testi” kullanıldı. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 6.7.1.'de verildi.

Tablo 6.7.1. Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahmini ile asansör kullanırken yaşanan rahatsızlık arasındaki ilişki

		Asansör Kullanırken Yaşanan Rahatsızlık
SG- Aşağıdan yukarıya bakış	Spearman's r	-0.057
	p değeri	0.689
	n	52
SG- Yukarıdan aşağıya bakış	Spearman's r	0.074
	p değeri	0.601
	n	52
G- Aşağıdan yukarıya bakış	Spearman's r	0.068
	p değeri	0.634
	n	52
G-Yukarıdan aşağıya bakış	Spearman's r	0.108
	p değeri	0.446
	n	52

SG: Sanal Gerçeklik, G: Gerçek Ortam

Sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya bakarak yapılan yükseklik tahminlerinden elde edilen veriler ile asansör kullanırken yaşanan rahatsızlık arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmedi.

7. TARTIŞMA

Vestibüler sistem, vücudumuzun denge ve hareket kontrolünü sağlar bundan kaynaklı olarak da büyük bir öneme sahiptir. Vestibüler sistem temel yapıları olan yarım daire kanalları, otolit organlardan (utrıkül ve sakkül) girdiler almaktadır. Bu girdiler sayesinde de dengenin ve hareketin algılanması sağlanır.

Vestibüler sistem, utrikül ve sakkülden gelen girdiler ile yerçekimi kuvvetini referans alarak doğrusal ivmelenme hakkında da bilgi sağlamaktadır. Sakkülün dikey ivmeli hareketlere daha duyarlı olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda yapılan araştırmalar da dikey hareketlere sakkülün utrikülden daha duyarlı olduğunu belirtmektedir (79). Buna ek olarak otolit organların uzamsal bellek ve sosyal biliş üzerinde de etkisi olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda utrikül ve sakkülün uzamsal öğrenme ve belleğe katkıda bulunduğu gösterilmiştir (80,81,82). Son birkaç yılda vestibüler sistem, yaşlanma ve uzamsal hafıza hakkında birçok çalışma yapılmıştır (83) ve bu çalışmaların birçoğunda uzamsal hafızanın ağırlıklı olarak sakkülden kaynaklandığını belirterek cVEMP testi ile ilişkilendirmiştir (84). Epidemiyolojik çalışmalar yaştan artması ile birlikte uzamsal hafızanın bozulduğunu ve bu bozukluğun sakkül fonksiyonu ile bağlantılı olabileceğini göstermiştir. Ayrıca hafif kognitif bozukluğu ve Alzheimer hastalığı olan bireyler ile bilişsel olarak normal bireylerin cVEMP ve oVEMP testlerini kıyaslayarak vestibüler fonksiyonun bozulup bozulmadığını araştıran bir çalışmanın sonucunda bilateral cVEMP yanıtları alınamayan kişilerin 3 kattan fazla Alzheimer hastalığı olasılığı ile ilişkilendirilmiştir. Bu bulgular vestibüler disfonksiyon ile kognitif bozukluk arasındaki ilişkiyi göstermektedir (85).

Biz de çalışmamızda sakkülün uzaysal algılamadaki rolüne istinaden mesafe algısı ve yükseklik tahmininde de etkili olabileceğini düşünmekteyiz. Bu nedenle yerçekimine bağlı olarak tüylü hücre hareketleri ile ortaya çıkan sakkül fonksiyonlarının uzamsal hafızanın önemli bir parçası olan kişilerin yükseklik algısını da etkileyebileceğini düşünmekteydik. Buna rağmen çalışma sonuçlarında mekanik uyarıların yükseklik algılamamızda ana rol oynamadığı ortaya konulmuştur.

Sanal gerçeklik, kullanıcılara etkileşimli bir ortamda gerçeklik hissi veren bilgisayar tabanlı bir teknolojidir. Günümüzde sağlık alanında oldukça fazla

kullanımı mevcuttur ve önemli bir role sahiptir. Aynı zamanda sanal ortamlar kişinin algı ve uzamsal biliş teorilerini test etmelerini sağlayan güçlü araçlardır (86,87). Çünkü gerçek ortamda zor olabilecek çevresel ve bedene dayalı ipuçlarının simüle edilmesini sağlamaktadır. Ses, ışık gibi çeşitli uyaranları katılımcının duyu organlarına göndererek daha gerçekçi bir ortamda bulunduğu hissiyatını vermektedir. Son yıllarda sanal gerçeklik vestibüler rehabilitasyon alanında da sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Vestibüler rehabilitasyonun aşamaları olan adaptasyon, habitüasyon ve substitusyon (yer değiştirme) egzersizlerini içeren oyunlar rehabilitasyonda etkili bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik ortamında kişilerin görsel algılarının değiştirildiği ortamlar simüle edilmektedir.

Öztürk ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada optik illüzyon kullanılarak görsel algının değiştirildiği, görsel ve vestibüler verilerin birbiriyle çeliştiği bir durum oluşturularak VEMP ve VHIT testleri katılımcılara uygulanmıştır. Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda gerçekleştirilen test sonuçları kıyaslandığında VEMP yanıtlarında değişiklikler gözlenmiştir (2). Bu da görsel uyarıların VEMP sonuçlarını etkilediğini ve otolit organlarda etkilenim meydana geldiğini göstermektedir. VEMP test batarya sistemi kullanılarak yapılan bir başka çalışmada ise, katılımcılara cVEMP testi sanal gerçeklik ortamında dikey düzlemde ivmeli hareket öncesinde, sırasında ve sonrasında uygulanmıştır. Sanal gerçeklik ortamında gerçekleştirilen bu dikey hareket sayesinde, dikey hareketlere duyarlı olan sakkülün cevapları etkilenmiştir ve cVEMP yanıtlarının amplitüdünde artış meydana gelmiştir (3).

Yukarıda belirtilen çalışmalarda görsel algıların değiştiği ortamlarda sakkülün fonksiyonlarında etkilenmeler olduğu gösterilmiştir. Ancak bu etkilenmelerin sebebinin ne olduğu bilinmemektedir. Fakat vestibüler rehabilitasyonda sanal gerçeklik uygulamasının kullanıldığı bilinmektedir. Bu görsel etkilenmelerin vestibüler nükleus üzerinden gerçekleştiği düşünülmese de rağmen bu durumun algısal boyutu, çevremizi algılamamızı sağlayan yapıları ve kognitif becerileri hakkında bir bilgi verilmemiştir. Biz çalışmamızda görsel algının değiştiği fakat sakkülün mekanik olarak uyarılmadığı bir ortam oluşturarak bunun yükseklik algısı üzerindeki etkisini değerlendirdik ancak bir etkisi olmadığını tespit ettik. Önceki çalışmalar ile beraber değerlendirildiğinde bu durum yükselmenin algılanmasında

sakkülün mekanik etkilenmesinin önemli olduğunu buna rağmen yüksekliğin algılanmasında mekanik uyarılardan çok görsel etkilenmelerin daha önemli olduğu sonucunu düşündürmektedir. Bu bakış açısı özellikle kognitif etkilenmelerde sanal gerçeklik kullanımı ile uzamsal algının geliştirilebileceğini ve mekanik uyarılara ihtiyacın düşük seviyede olduğunu düşündürmektedir. Nörodejeneratif hastalıklarda da denge problemi ve uzaysal algılama bozuklukları sıklıkla gözlenmektedir bu nedenle bu hastalarında vestibüler rehabilitasyona ihtiyacı vardır aynı zamanda bundan fayda da görmektedirler. Sakkülün uzaysal algılama üzerine fonksiyonu olduğu bilinmektedir. Biz çalışmamızda sanal gerçeklik kullanımının yükseklik algısı üzerine etkisinin olmadığını dolayısıyla bu alanlarda kullanımın faydalı olabileceğini düşünmekteyiz. Bununla beraber nörodejeneratif hastalıklar konusunda mekanik uyarıların uzamsal algı ve hafıza üzerinde başka yollar üzerinden etkileri olabileceği akılda tutulmalı ve bu nedenle bu konu ile ilgili olarak ileri aşamalarda daha detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Vestibüler rehabilitasyonda, geleneksel rehabilitasyon ile sanal gerçeklik tabanlı yapılan rehabilitasyonun karşılaştırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyonun daha fazla geri bildirim içerdiği, içeriğinin daha fazla zenginleştirilebileceği ve daha fazla teşvik edici olduğu için geleneksel rehabilitasyona göre daha olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (88,89). 65 yaş üzerindeki baş dönmesi şikayeti olan hastalarda yapılan bir çalışmada, hastalara sanal gerçeklik tabanlı vestibüler rehabilitasyon uygulaması sonucunda baş dönmesi, düşme korkusu ve denge üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (90).

Sanal gerçeklik teknolojisi günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır ancak bazı olumsuz tarafları da bulunmaktadır. Sanal gerçekliğe maruz kalma süresine bağlı olarak sonucunda hareket hastalığı meydana gelmektedir. Hareket hastalığının en yaygın kabul edilen sebebi görsel sistem ve vestibüler sistem arasında meydana gelen algısal ve duyuşal uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır. Baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı ve kusma gibi şikayetler hareket hastalığının tipik belirtileri arasında yer almaktadır. Hareket hastalığı sonucunda meydana gelen fizyolojik değişimlere yönelik yapılan bir çalışma sonucunda, katılımcılar sanal gerçeklik ile bir oyun oynadıktan sonra kişilerin kalp atış hızlarında artış meydana geldiği bulunmuştur (91). Başka bir çalışmada yine sanal gerçeklik uygulaması sonrasında yapılan EEG

ölçümlerinde değişiklikler meydana geldiği tespit edilmiştir (92). Yine buna yönelik yapılan bir çalışma sonucunda kişilerin tükürük salgısında, hormon seviyelerinde ve kalp atış hızında artış meydana geldiği bildirilmiştir (93). Çalışmamıza taşıt tutması yaşadığını belirten 30 kişi, taşıt tutması yaşamadığını belirten 22 kişi katıldı. Deney esnasında, sanal gerçeklik deneyiminde hiçbir katılımcı hareket hastalığının tipik belirtilerini göstermedi. Biz çalışmamızda bunları dikkate alarak hareket hastalığına neden olmayacak şekilde kısa süreli bir sanal gerçeklik uygulaması gerçekleştirdik. Ayrıca ileriye dönük ayrıntılı çalışmalar yapıldıktan sonra planlanan rehabilitasyon aşamasında yine hareket hastalığı dikkate alınmalıdır ve rehabilitasyon süresi buna uygun olarak belirlenmelidir.

Sanal ortam ile gerçek ortamdaki mesafe algısının karşılaştırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda genellikle büyük bir uyumsuzluk olduğu gösterilmiştir (94,95). Sanal gerçeklikte mesafe algısında kişilerin başına taktıkları ekranın etkisini araştırmak üzere yapılan bir meta-analiz çalışmasına göre, görüş alanının ve ağırlığının sanal gerçeklikte algılanan mesafeyi etkilediğine ve çözünürlüğün etkisine dair daha sınırlı sonuçlar olduğu elde edilmiştir. Bu meta-analiz çalışmasında genel olarak sanal gerçeklik gözlüğünün teknik özelliklerine dair yapılan çalışmaları incelemiştir. İncelenen 131 çalışma sonucunda şu anda satılan sanal gerçeklik gözlüklerinde bile yetersiz algılamının devam ettiği ancak daha geniş görüş alanı, daha hafif ağırlık ve daha yüksek çözünürlüğün doğru mesafe algısında etkisi olduğu belirtilmiştir (95). Yapılan bir diğer çalışmada ise mesafe algısı sanal gerçeklik gözlüğünün özelliklerine ek olarak daha geniş faktörler ile incelenmiştir. Bu faktörleri ölçüm yöntemleri, teknik faktörler, kompozisyon faktörleri ve insan faktörleri olmak üzere dört kategoriye ayırmışlardır. Sonuç olarak mesafe algısını kolaylaştırmak amacıyla yüksek kaliteli grafiklerin kullanılması, kamera ayarlarının dikkatli bir şekilde yapılmış olması, düzenli bir zemin dokusu içeren zengin bir sanal ortamın görüntülenmesi ve kullanıcının algısının geliştirilmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir (94). Sanal ortamlarda yapılan boyut ve mesafeler gerçek ortamdakine kıyasla daha az algılanmıştır. Daha yeni ekipmanlar kullanıldığında bu fark daha da azalmaktadır ancak bunun altında yatan algısal nedenler tam olarak anlaşılamamıştır (96). Çalışmamızda ise sanal ortamda yapılan dikey mesafe tahminleri gerçek ortamda yapılan tahminlere kıyasla daha fazla bulunmuştur. Bunun kullandığımız

ekipmanın teknolojik özelliklerinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Yapılan meta-analiz çalışmasında (95) kullanılan gözlük markalarına göre, Oculus Rift DK1 kullanılan iki çalışmaya göre sırasıyla %96 ve %100 oranında doğru mesafe algıları ürettiği belirtilmiştir (97,98). Pimax 5k Plus kullanılarak yapılan iki çalışmada ise %86 ve %100 oranında doğru mesafe algıları ürettiği belirtilmiştir (99,100). Oculus Rift DK2 (101), Oculus Rift CV1 (102) ve HTC Vive (103) kullanılarak yapılan çalışmalarda ise doğru mesafe algılarına yönelik raporlar olduğu mevcuttur ancak tüm çalışmaların meta-analizinde bildirilen ortalamalar ile kıyaslandığında bu markaların ortalamalarının daha düşük kaldığı belirtilmiştir. Biz ise çalışmamızda Oculus Quest 2 marka sanal gerçeklik gözlüğü kullandık. Oculus Rift DK1'e kıyasla Oculus Quest 2'nin çözünürlük, görüş açısı, kablosuz kullanım gibi özelliklerinin daha iyi olduğu bilinmektedir. Bu nedenle de çalışmamızda Oculus Quest 2'nin mesafe algısının doğru anlaşılmasına destek olduğu düşünüldü.

Yapılan birçok çalışmada duygusal etkilenmelerin yükseklik algısını etkileyebileceği belirtilmiştir. Niagara Şelalesi'nin varlığını ilk tespit eden kişi olan Hennepin, yüksekliği 167 fit olan şelalenin yüksekliğini 600 fit olarak tahmin etmiştir. Bunun sonucunda da yükseklik korkusunu da dile getirmiştir (104). Bu bağlamda yapılan bir çalışmada yükseklik korkusu olan kişilere bir balkondan baktırılarak yükseklik tahmini ile birlikte yerde bulunan bir nesnenin boyut tahminini yaptırmışlardır ve aynı kişilere aşağıdan yukarıya bakarak da aynı tahminleri yapmalarını istemişlerdir. Bu çalışma sonucunda duygusal olarak uyarılan, yükseklik korkusu yaşayan kişilerin yüksekliği olduğundan fazla tahmin ettiği ve nesnenin boyutunu da olduğundan daha fazla tahmin ettiği bildirilmiştir (105). Bu nedenle biz çalışmamızda hiçbir duygusal etkilenme olmadan sadece sakkülün mekanik etkilenmesinin yükseklik algısındaki etkisine bakmayı amaçladığımız için yükseklik korkusu olan kişilere yer vermedik. Çalışmamızda yapılan yükseklik tahminlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir durum çıkmasa da ortalamalara bakıldığında mevcut değerden daha fazla elde edilmiştir. Ancak elde edilen değerlerde anlamlı bir fark olmadığı için katılımcıların tahminleri yaparken duygusal olarak etkilenme yaşamadığını yani yükseklik korkusu gibi bir durumun mevcut olmadığı anlaşıldı.

Nörodejeneratif hastalıklarla birlikte denge bozukluğu da sıklıkla görülebilmektedir. Bu nedenle denge bozukluğunun saptanması ile nörodejeneratif

hastalıkların başlangıç safhasındayken tanınmasına katkı sağlayacağı belirtilmektedir. Alzheimer hastalarında da denge bozukluğu yaygın olarak görülmektedir. Bu bağlamda Alzheimer hastalarında meydana gelen kognitif bozukluğun hangi evresinde dengeyi ne şekilde etkilediğini araştırmak üzere yapılan bir çalışmada, farklı derecede kognitif bozukluğu olan bireyler içerisinde orta derecede kognitif bozukluğu olanların denge skorunun daha kötü olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bunun sonucunda kognitif bozuklukta meydana gelen artışın denge kontrolünü de bozduğunu ve yönetici işlevlerin de denge kontrolü sağlanırken önemli bir görevi olduğu belirtilmiştir (106). Alzheimer hastalarında kognitif bozuklukların yanında denge, yürüme, koordinasyon gibi motor fonksiyonlarda da bozulmalar meydana gelmektedir. Bu bozulmaların önlenmesi ve tedavi edilmesi için rehabilitasyon programına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda da rehabilitasyon programının, teknolojik gelişmeleri içeren sanal gerçeklik tabanlı uygulamalar ile desteklenmesinin tedavinin başarısını artıracaklarını bildirmişlerdir (107). Buna rağmen algılar üzerinde etkileri ile ilgili net veriler bulunmamaktadır ve bizim çalışmamızda bu algılama değişikliklerinin olası bir sebebini inceleyen ilk çalışmadır.

Parkinson hastalarında, hastalığın her evresinde vestibüler bilgilerin hatalı işlendiği yapılan testler sonucunda gösterilmiştir (108,109). Bu durum da bu kişilerin postüral kontrol eksikliğinin, hareketi düzgün üretememekten değil hareketin algılanamamasından kaynaklı olduğunu göstermektedir. Yapılan bir çalışmada parkinson hastalığının nörodejeneratif modelinde yer almasa da vestibüler nükleus kompleksi ve vestibüler sinir kökünde nöropatolojik değişiklikler tespit etmişlerdir (110). Ayrıca Parkinson hastalığına sahip kişilerin VEMP testi sonuçları sağlıklı kişiler ile karşılaştırıldığında anormal olduğu gösterilmiştir (39,41). Bu bağlamda yapılan bir çalışmada Parkinson hastalığına sahip kişiler ile sağlıklı kişilere cVEMP testi ile birlikte bazı ölçekler uygulanmıştır. Çalışma sonucunda belirgin postüral dengesizlik ve düşme öyküsü bulunan kişilerde cVEMP yanıtları elde edilmemiştir. Parkinson hastalarında cVEMP yanıtlarının latasında uzama ve amplitüdünde belirgin derecede düşüş bulunmuştur. Bunun sonucunda VEMP testinin otolit ve merkezi bağlantılarının işlev bozukluğunun erken teşhisinde kullanılabileceği kabul edilmiştir (111). Parkinson hastalığı ilerleyici bir hastalık olduğu için bu hastaların

her zaman rehabilitasyona ihtiyaçları bulunmaktadır. Egzersiz programları postür, denge ve yürüme egzersizleriyle birlikte günlük yaşam aktivitelerini içermektedir (112). Yapılan araştırmalarda da bu egzersizlerin hastaların yaşam kalitelerini yükselttiğı bildirilmiştir.

Sakkülün uzaysal algılamada rol aldığı bilindiğı için cVEMP yanıtlarında meydana gelen bozulmalardan kaynaklı olarak Parkinson hastalarında da uzaysal algılamanın da bozulabileceğı düşünölmektedir. Alzheimer hastalarında uzaysal algılamanın bozulduğı yapılan çalışmalar sonucunda bilinmektedir. Bu bağlamda nörodejeneratif hastalıklarda denge bozukluğı ile birlikte uzaysal algılamada bozulmalar olduğı belirtilmiştir. Çalışmamızda sakkülün yükseklik algısını etkilemediğı sonucuna varılmıştır ancak detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır. İlerleyen süreçte detaylı araştırmalar sonucunda algıya olan etkisi tespit edilirse uzaydaki konumumuz ve evre ile olan etkileşimimizde, bazı nörodejeneratif hastalıkların erken tanılanmasında katkı sağılayacağı düşünölmektedir.

7.1. Araştırma Sınırlılıkları

Çalışmada, sakkülün mekanik etkilenimini sağılamak amacıyla katılımcılar asansör kullanarak 5. kata çıkmaktadır. Ancak evresel koşullar nedeniyle asansörden indikten sonra yükseklik tahmini yapmak için gitmeleri gereken noktaya yaklaşık 60 metre yürüme mesafesi bulunmaktadır. Yürüme süresi de katılımcının yürüme hızına göre değışiklik gösterdi. Bu sürede sakkülün etkileniminin kaybolduğı düşünöldü.

Yükseklik tahmini yaparken geçirilen süre katılımcılara göre değışiklik gösterdi. Süre kısıtlaması getirilseydi katılımcılar herhangi bir kıyaslama ile tahmin yaparak yüksekliğı söylemez, o an hissettikleri yüksekliğı söyleyebilirdi.

7.2. İleri alışma Önerileri

Yapmış olduğumuz çalışmaya göre, yükseklik algısının mekanik uyarıma bağılı olmadığı sonucu ortaya çıktı ancak bu çalışmada bu tahminler sadece birer kez yaptırıldı. Aynı kişiye gerçek asansör ortamında ve sanal gerçeklik ortamında bu

uygulama birkaç kez yaptırılarak ve kişinin öğrenme durumu sağlanarak tekrar değerlendirme yaptırılabilir.

Çevre koşulları değiştirilerek asansöre daha yakın bir konumda bulunan bir pencereden yükseklik tahmini yaptırılarak tekrar değerlendirme yapılabilir.

İleri çalışma yapıldıktan sonra anlamlı sonuçlar elde edilirse Alzheimer, Parkinson gibi nörodejeneratif hastalığa sahip kişiler ile normal kişiler olmak üzere iki çalışma grubu seçilerek yükseklik algılarında bir bozulma olup olmadığı değerlendirilebilir.



8. SONUÇ

Çalışmamızda sakkülün mekanik olarak etkilenmesinin yükseklik algısı üzerinde etkisi araştırılmış olup, sanal gerçeklik ortamında ve gerçek ortamda yapılan yükseklik tahminlerinde anlamlı farklılık elde edilmemiştir bu da sakkülün yükseklik algısını etkilemediğini göstermektedir. Bu durum sanal gerçeklik kullanımının vestibüler ve kognitif rehabilitasyonda etkinliğini ortaya koyması açısından önemlidir. Buna rağmen mekanik uyarıların yükseklik algılamamızda etkili olmamasının olası nedenleri şunlar olabilir: Sakkül ivmelenme ile uyarılmaktadır ve asansörün ivmelenmesi düzenli değildir. Aynı zamanda asansörden indikten sonra çalışma ortamından kaynaklı olarak kişinin yürüdüğü bir zaman aralığı mevcuttur. Bu zaman aralığında beyin bu bilgiyi unutuyor/iptal ediyor olabilir. Bu sebeplerden dolayı bu çalışma grubunda mekanik uyarıların algısal etkilenme oluşturmadığı sonucuna varılmış olabilir. Konuyla ilgili olarak daha detaylı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

9. KAYNAKLAR

1. Plishka CM. 2015. "A clinician's guide to balance and dizziness: evaluation and treatment" SLACK Incorporated
2. Öztürk, ŞT, Şerbetçioğlu MB, Ersin K, Yılmaz O. (2021). The impact of optical illusions on the vestibular system. *Journal of Audiology & Otology*. 25(3):152,2021.
3. Dündar D. 2022. Sanal gerçeklik ortamının VEMP testi kullanılarak vestibüler sistem üzerine etkisinin araştırılması. Tez. İstanbul: Medipol Üniversitesi.
4. Cullen K, Sadeghi S. Vestibular system. *Scholarpedia*, 3(1):3013,2008
5. Ardıç FN. Vertigo. İstanbul: Us Akademi; 2019.
6. Erin Piker DG. Update on cVEMP and oVEMP testing in Superior Canal Dehiscence canadian audiologist. 1(4),2014
7. Hain TC, Helminski JO. Anatomy and physiology of the normal vestibular system p. 2–18. In: Susan J. Herdman, editor. *Vestibular Rehabilitation*. 3rd ed. USA, F. A. Davis Company, 2007.
8. Mescher AL. 2010. The Eye and Ear: Special Sense Organs. In A.L. Mescher (Ed), *Junqueira's Basic Histology: Text ve Atlas*, 12e, Chapter 23. Retrieved August 23, 2012 from <http://www.accessmedicine.com.libproxy2.umdj.edu/content.aspx?aID=6183263>.
9. Pavlou M, Newham D. The Principles of Balance Treatment and Rehabilitation. In *Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance* pp. 2–18, 2013. <https://doi.org/10.1093/med/9780199608997.001.0001>
10. Barber H, Stockwell C. *Manuel of Electronystagmography*. St Louis: Mosby Year Book, 1976.
11. Cuschieri A. Anatomy of the peripheral and central vestibular system. *Capsula Eburnea*. 2009;4.
12. Kingma H, van de Berg R. Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. In: *Handbook of Clinical Neurology*. 137:1-16, 2016.
13. Belgin E, AS Ş. *Temel odyoloji*. Ankara, Güneş tıp kitapevi. 2015
14. Ropper A, Samuels M. Chapter 15. Deafness, dizziness, and disorders of equilibrium. *Adams and victor's principles of neurology*, 9e Retrieved August. 2009;17:2012.

15. Barmack NH. Central vestibular system: vestibular nuclei and posterior cerebellum. *Brain research bulletin*. 2003;60(5–6):511–41.
16. Dieterich M, Brandt T. The bilateral central vestibular system: its pathways, functions, and disorders. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2015;1343(1):10–26.
17. Brandt T, Dieterich M. The dizzy patient: don't forget disorders of the central vestibular system. *Nature Reviews Neurology*. 2017;13(6):352–62.
18. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review. *NeuroRehabilitation*. 2013;32(3):437–43.
19. Voogd, Jan, and Mitchell Glickstein. "The anatomy of the cerebellum." *Trends in cognitive sciences* 2.9 (1998): 307-313.
20. Haines DE, Dietrichs E. The cerebellum – structure and connections. *Handb Clin Neurol*. 2012;103:3–36.
21. Duvernoy, Henri M. The human brain stem and cerebellum: surface, structure, vascularization, and three-dimensional sectional anatomy, with MRI. Springer Science & Business Media, 2012.
22. Ardıç FN. Vertigo p. 3-27. İzmir: Güven Kitabevi, 2005.
23. Nandi R, Luxon LM. Development and assessment of the vestibular system. *Int J Audiol*. 47(9);566–77. 2008.
24. Alpini DC, Cesarani A, Brugnoli G. Vertigo rehabilitation protocols p. 9. Cham: Springer International Publishing, 2014.
25. Hitier M, Besnard S, Smith PF. Vestibular pathways involved in cognition. *Frontiers in integrative neuroscience*, 8:59, 2014.
26. Redfern MS, Yardley L, Bronstein AM. Visual influences on balance. *Journal of Anxiety Disorders*, 15(1–2):81–94, 2001. [https://doi.org/10.1016/S08876185\(00\)00043-8](https://doi.org/10.1016/S08876185(00)00043-8)
27. Ferre ER, Longo MR, Fiori M, Haggard P. Vestibular modulation of spatial perception, *Front Hum Neurosci*, 2013, 7:660
28. Huxhold O, Li SC, Schmiedek F, Lindenberger U. Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention, *Brain Res. Bull.*, 2006, 69:294–305

29. Doná F, Aquino C, Gazzola J, Borges V, Silva SCA, Ganança F, Caovilla H, Ferraz H. 2016. Changes in postural control in patients with Parkinson's disease: a posturographic study. *Physiotherapy*, 102, pp. 272-279.
30. Rubino FA. Gait disorders: Recognition of classic types. In: Adler CH, Ahlskog JE, editors. *Parkinson's Disease and Movement Disorders: Diagnosis and Treatment Guideliness for the Practicing Physician*. Totowa: Humana Press; 2000. p. 411-25.
31. Dockx K, Bekkers EM, Van den Bergh V, Ginis P, Rochester L, Hausdorff JM, et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016(12).
32. Lezak MD, Loring DW, Howieson DB, *Neuropsychological assesment* 4. edit 2000: 1116-1122
33. Çelik T, Uzbay IT, Alzheimer hastalığının tedavisinde yeni gelişmeler. *Demans Dergisi* 2003;3:48-58.
34. Stark SL, Roe CM, Grant EA, Hollingsworth H, Benzinger TL, Fagan AM, Buckles VD, Morris JC. 2013. Preclinical Alzheimer disease and risk of falls. *Neurology*, 81, pp. 437-443.
35. Perttila NM, Öhman H, Strandberg TE, Kautiainen H, Raivio M, Laakkonen ML, Savikko N, Tilvis RS, Pitkala KH. 2017. How do community-dwelling persons with Alzheimer disease fall falls in the FINALEX study. *Dementia and geriatric cognitive disorders extra*, 7, pp. 195-203.
36. Buchner D.M., Larson E.B. 1987. Falls and fractures in patients with Alzheimer-type dementia. *Jama*, 257, pp. 1492-1495.
37. Braak H, Braak E. 1991. Neuropathological staging of Alzheimer-related changes. *Acta Neuropathol.*, 82, pp. 239-259.
38. Maguire EA, Frackowiak RS, Frith CD. 1997. Recalling routes around London: activation of the right hippocampus in taxi drivers. *J. Neurosci.*, 17, pp. 7103-7110.
39. Pollak L, Prohorov T, Kushnir M, Rabey M. 2009. Vestibulocervical reflexes in idiopathic Parkinson disease. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 39, pp. 235-240.

40. De Natale ER, Ginatempo F, Paulus KS, Manca A, Mercante B, Pes GM, Agnetti V, Tolu E, Deriu F. 2015. Paired neurophysiological and clinical study of the brainstem at different stages of Parkinson's Disease. Clin. Neurophysiol., 126, pp. 1871-1878.
41. Venhovens J, Meulstee J, Verhagen W. 2016. Acute vestibular syndrome: a critical review and diagnostic algorithm concerning the clinical differentiation of peripheral versus central aetiologies in the emergency department. J. Neurol., 263, pp. 2151-2157.
42. Senemoğlu, N. (2011). Gelişim öğrenme ve öğretim. (s.86-373). Ankara: Pegem Akademi.
43. Abbak-Kaçar BS. Dikkat ve Algı Gelişimi, Erken Çocuklukta Duyu Eğitimi. Deretarla-Gül, E. (Ed.) Ankara: Pegem Akademi.18-42, 2020.
44. Atkinson, RL, Atkinson, RC, Smith, E.E, Bem, DJ. Hoeksema SN. Psikolojiye Giriş (çev., Y. Alogan), Arkadaş Yayınevi, Ankara, 2006.
45. Lang JE, Burnette C, Moleski W, Vachon D. Fundamental Processes of Enviromental Behavior, Design for Human Behavior: Architecture and Behavior sciences, J. Lang (eds.), Hutchinson&Ross Inc., Pennsylvania, 1974
46. Morgan TC. Psikolojiye Giriş (Çev., S. Karataş), Hacettepe Üniversitesi, Psikoloji Bölümü Yayınları, Ankara, 1995.
47. Berger AB. Seeing is Believing - An Introduction to Visual Communication, Mayfield Publishing Company, California, 1989.
48. Erben S. Montessori materyallerinin zihin engelli ve işitme engelli çocukların alıcı dil gelişiminde görsel algı düzeyine etkisi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2005.
49. Aral N. Öğrenme sürecinde görsel algılama. Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi, 6(2):43-52, 2021.
50. Bishop D. 2018. What are visual perception skills?, Early childhood education professional development. Erişim adresi: <https://www.continued.com/early-childhood-education/ask-the-experts/what-are-visual-perceptual-skills-22984> Erişim tarihi: 01 Ocak 2022.
51. Howard IA ve Rogers BJ. Seeing in Depth: Volume 2: Depth perception, Oxford University Press, New York, 2002.

52. Palmer SE. Vision Science, Photon to Phenomenology, MIT Press, Cambridge, 1999.
53. Solso RL. Cognition and Visual Art, M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1994
54. Kayapa N. 2010. Gerçek ve sanal gerçeklik ortamları arasındaki algısal farklılıklarda görselleştirmeye ilişkin özelliklerin araştırılması
55. Gibson JJ. The perception of the visual world. Cambridge, MA: Riverside Press, 1950.
56. Cutting JE, Vishton PM. 1995. Perceiving layout and knowing distances: The integration, relative potency, and contextual use of different information about depth. (Second edition) In W. Epstein ve S. Rogers (Eds.), Handbook of perception and cognition: Perception of space and motion (pp. 69–117). San Diego, CA: Academic Press.
57. Schiff, W. Perception: An applied approach. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1980.
58. Ross HE. Water, fog and the size-distance hypothesis. British Journal of Psychology, 58:301-313, 1975.
59. Nasar JL. Environmental factors, perceived distance and spatial behavior, environment and planning b: planning and design, 10(3):275-281, 1983 <http://www.envplan.com>.
60. Crompton A, Brown F. Distance Estimation in a Small-Scale Environment. Environment and Behavior. 38(5):656-666, 2006. <http://eab.sagepub.com>.
61. Nasar JL, Valencia H, Omar Z, Chueh S, Hwang J. Out of sight further from mind, Environment and Behavior, 17(5):627-639, 1985. <http://eab.sagepub.com>.
62. Jansen-Osmann P, Wiedenbauer G. The influence of turns on distance cognition, Environment and Behavior, 36 (6):790-813, 2004. <http://eab.sagepub.com>.
63. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. Neurology. 2005;64(10):1682–8. 46.
64. Chen C-N, Wang S-J, Wang C-T, Hsieh W-S, Young Y-H. Vestibular evoked myogenic potentials in newborns. Audiology and Neurotology. 2007;12(1):59– 63.
65. H. Seyra Erbek. Vestibüler uyarılmış kas potansiyelleri (VEMP) p. 180–8. İçinde: Fazıl Necdet Ardıç, editor. Vertigo. 2nd ed. İzmir, US Akademi, 2019.

66. Macambira YK dos S, Carnáuba ATL, Fernandes LCBC, Bueno NB, Menezes P de L. Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-analysis. *Braz J Otorhinolaryngol.* 83(4);475-487, 2017.
67. Song JJ. Virtual Reality for Vestibular Rehabilitation. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 12(4):329-330, 2019.
68. Dennison MS, Wisti AZ, D’Zmura M. Use of physiological signals to predict cybersickness. *Displays.* 2016;44:42–52.
69. Yue G. 3D User Interface in Virtual Reality. In: *International Conference on Human-Computer Interaction.* Springer; 2021. p. 418–23.
70. Maggio MG, De Cola MC, Latella D, Maresca G, Finocchiaro C, La Rosa G, et al. What about the role of virtual reality in Parkinson disease’s cognitive rehabilitation? Preliminary findings from a randomized clinical trial. *Journal of geriatric psychiatry and neurology.* 2018;31(6):312-8.
71. Chen Y, Gao Q, He C-Q, Bian R. Effect of virtual reality on balance in individuals with Parkinson disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physical therapy.* 2020.
72. Noe A. *Action in perception.* Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2004.
73. Şerbetçioğlu B. 2021. S. 137-149. *İşitme Kaybının Testleri, Tanısı ve Tedavisi: 1. Baskı.* Nobel Tıp Kitabevleri
74. Hızal E, Erbek HS, Ozluoglu LN. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP). *Bozok Tıp Dergisi,* 1(1):26-37, 2014.
75. Bird HR, Canino G, Stipek MR, Shorut P. Use of the mini mental state examination in a probability sample of a Hispanic population. *J Nerv Ment Dis,* 175:731-737,1987.
76. Kaplan Hİ, Sadock BJ. 1998. *Synopsis of Psychiatry Behavioral Science & Clinical Psychiatry.* 8. baskı, Mass Publishing, s. 328.
77. Li G, Shen YC, Chen CH, Zhao YW, Li SR, Lu M. An epidemiological survey of age-related dementia in an urban area of Beijing. *Acta Psychiatr Scand,* 79:557-563, 1989.

78. Güngen C, Ertan T, Eker E, Yaşar R, Engin F. Standardize mini mental test'in Türk toplumunda hafif demans tanısında geçerlik ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 13(4):273-281, 2002.
79. Guterman PS, Allison RS, Palmisano S, Zacher JE. Influence of head orientation and viewpoint oscillation on linear vection. *Journal of Vestibular Research*. 2012;22(2, 3):105–16.
80. Deroualle D, Lopez C. Toward a vestibular contribution to social cognition. *Front. Integr. Neurosci*. 8:16, 2014. doi: 10.3389/fnint.2014.00016
81. Besnard S, Lopez C, Brandt T, Denise P, Smith PF. (eds) 2016. “The vestibular system in cognitive and memory processes in mammals,” in *Frontiers in Integrative Neuroscience*, (Lausanne: Frontiers Media), 246.
82. Smith PF. The growing evidence for the importance of the otoliths in spatial memory. *Frontiers in neural circuits*, 13:66, 2019.
83. Agrawal Y, Smith PF, Rosenberg PB. Vestibular impairment, cognitive decline and Alzheimer’s disease: balancing the evidence. *Aging Mental Health* 29:1–4, 2019. doi: 10.1080/13607863.2019.1566813
84. Curthoys IS, MacDougall HG, Vidal PP, de Waele C. Sustained and transient vestibular systems: a physiological basis for interpreting vestibular function. *Front. Neurol*. 8:117, 2017. doi: 10.3389/fneur.2017.00117
85. Harun, Aisha; Oh, Esther S.; Bigelow, Robin T.; Studenski, Stephanie; Agrawal, Yuri. Vestibular Impairment in Dementia. *Otology & Neurotology* 37(8):p 1137-1142, September 2016. | DOI: 10.1097/MAO.0000000000001157
86. Loomis JM, Blascovich JJ, Beall AC. Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology. *Behav. Res. Meth. Instrum. Comput*. 31:557-564, 1999.(10.3758/BF03200735)
87. Tarr MJ, Warren WH. 2002. Virtual reality in behavioral neuroscience and beyond. *Nat. Neurosci*. 5, 1089-1092. (10.1038/nn948)
88. Micarelli A, Viziano A, Bruno E, Micarelli E, Augimeri I, Alessandrini M. Gradient impact of cognitive decline in unilateral vestibular hypofunction after rehabilitation: preliminary findings. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2018;275(10):2457-2465. <https://doi.org/10.1007/s00405-018-5109-y> .

89. Alahmari KA, Sparto PJ, Marchetti GF. Comparison of virtual reality based therapy with customized vestibular physical therapy for the treatment of vestibular disorders. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2013;22(2):389-399. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2013.2294904>.
90. Kanyılmaz T. 2018. Baş dönmesi (dizziness) olan yaşlılarda sanal gerçeklikle desteklenen vestibüler rehabilitasyonun baş dönmesi ve denge üzerine etkinliği.
91. Calvert S, Tan S. Impact of Virtual Reality on Young Adults' Physiological Arousal and Aggressive Thoughts: Interaction Versus Observation. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 15(1):125-139, 1994.
92. Strickland D, Cartier D. EEG Measurements in a Virtually Reality Headset, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 6(5): 581-589, 1997.
93. Ramsey A.D. (1999). Virtual reality induced symptoms and effects: A psycho physiological perspective. University of Nottingham, Doctoral Dissertation.
94. Renner RS, Velichkovsky BM, Helmert JR. 2013. The perception of egocentric distances in virtual environments—a review. *ACM Comput. Surv.* 46, 23:1-23:40. (10.1145/2543581.2543590)
95. Kelly JW. 2022. Distance perception in virtual reality: a meta-analysis of the effect of head-mounted display characteristics. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph*, pp. 1–13. (10.1109/TVCG.2022.3196606)
96. Creem-Regehr SH, Stefanucci JK, Bodenheimer B. Perceiving distance in virtual reality: theoretical insights from contemporary technologies. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2023 Jan 30;378(1869):20210456. doi: 10.1098/rstb.2021.0456. Epub 2022 Dec 13. PMID: 36511405; PMCID: PMC9745869.
97. L. E. Buck, M. K. Young, B. Bodenheimer, A comparison of distance estimation in HMD-based virtual environments with different HMD-based conditions. *ACM Trans. Appl. Percept.*, 15(3), 2018.
98. B. Li, R. Zhang, S. Kuhl, Minication affects action-based distance judgments in oculus rift HMDs. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception*, p. 91–94, 2014.

99. S. Masnadi, K. P. Pfeil, J.-V. T. Sera-Josef, J. J. LaViola, Field of view effect on distance perception in virtual reality. 2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, Abstracts and Workshops, pp. 542–543, 2021.
100. S. Masnadi, K. Pfeil, J.-V. T. Sera-Josef, J. LaViola, Effects of field of view on egocentric distance perception in virtual reality. in CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ser. CHI '22. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022.
101. I. T. Feldstein, F. M. Kolsch, R. Konrad, Egocentric distance perception: A comparative study investigating differences between real and virtual environments. *Perception*, 49(9): 940–967, 2020.
102. S. Ahn, S. Kim, S. Lee, Effects of visual cues on distance perception in virtual environments based on object identification and visually guided action, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 37(1): 36–46, 2021.
103. J. Zhang, X. Yang, Z. Jin, L. Li, Distance estimation in virtual reality is affected by both the virtual and the real-world environments. *i-Perception*, 12(3):1–6, 2021.
104. Hennepin N. In: *New Discovery of a Vast Country in America, Extending Above Four Thousand Miles, Between New France and New Mexico*. Thwaites Reuben Gold., editor. 2 s. A. C. McClurg & Co.; London: Chicago: 1698. 1698; reprint. 1903.
105. Stefanucci JK, Storbeck J. Don't look down: emotional arousal elevates height perception. *J Exp Psychol Gen*. 2009 Feb;138(1):131-45. doi: 10.1037/a0014797. PMID: 19203173; PMCID: PMC4712948.
106. Tangen GG, Engedal K, Bergland A, Moger TA, Mengshoel AM. Relationships between balance and cognition in patients with subjective cognitive impairment, mild cognitive impairment, and Alzheimer disease. *Physical Therapy*, 94(8):1123-1134, 2014.
107. Kabakçı F. Alzheimer demanslı bireylerde sanal gerçeklik uygulamasının denge, kas kuvveti ve düşme üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2018.

108. S. Colnat Coulbois, G. Gauchard, L. Maillard, G. Barroche, H. Vespignani, J. Auque, P. Perrin Management of postural sensory conflict and dynamic balance control in late-stage Parkinson's disease *Neuroscience*, 193 (2011), pp. 363-369.
109. M. Rossi-Izquierdo, D. Basta, J.P. Rubio-Rodríguez, S. Santos Pérez, A. Ernst, Á. Sesar-Ignacio, M. Alberte Woodward, M. Guijarro-Del Amo, A. Estany-Gestal, E. San Román-Rodríguez Is posturography able to identify fallers in patients with Parkinson's disease? *Gait Posture*, 40 (2014), pp. 53-57.
110. K. Seidel, J. Mahlke, S. Siswanto, R. Krüger, H. Heinsen, G. Auburger, M. Bouzrou, L.T. Grinberg, H. Wicht, H.W. Korf The brainstem pathologies of Parkinson's disease and dementia with Lewy bodies *Brain Pathol.*, 25 (2015), pp. 121-135.
111. Gaur A, Rajamanickam R, Chinnathambi C, Selvaraju D, Sakthivadivel V. Association of Cervical Vestibular-Evoked Myogenic Potentials (VEMP) and Postural Instability in Patients with Parkinson's Disease: A Cross-Sectional Study. *Ann Neurosci*. 2022 Apr;29(2-3):137-143. doi: 10.1177/09727531221106664. Epub 2022 Jul 5. PMID: 36419521; PMCID: PMC9676336.
112. Ashburn A, Fazakarley L, Ballinger C, Pickering R, et al. A randomised controlled trial of a home based exercise programme to reduce the risk of falling among people with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007;78: 678-684.

10. EKLER

EK 1- MİNİ MENTAL TEST

Ek 1: STANDARDİZE MİNİ MENTAL TEST

Ad Soyad:

Tarih:

Yaş:

Eğitim (yıl):

Meslek:

Aktif El:

T. Puan:

YÖNELİM (Toplam puan 10)

Hangi yıl içindeyiz..... ()

Hangi mevsimdeyiz..... ()

Hangi aydayız..... ()

Bu gün ayın kaçı..... ()

Hangi gündeyiz..... ()

Hangi ülkede yaşıyoruz..... ()

Şu an hangi şehirde bulunmaktasınız..... ()

Şu an bulunduğunuz semt neresidir..... ()

Şu an bulunduğunuz bina neresidir..... ()

Şu an bu binada kaçınca kattasınız..... ()

KAYIT HAZIRI (Toplam puan 3)

Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın

(Masa, Bayrak, Elbise) (20 sn süre tanınır) Her doğru isim 1 puan..... ()

DIKKAT ve HESAP YAPMA (Toplam puan 5)

100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin.

Her doğru işlem 1 puan. (100, 93, 86, 79, 72, 65)..... ()

HATIRLAMA (Toplam puan 3)

Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri hatırlıyor musunuz? Hatırladıklarınızı söyleyin.

(Masa, Bayrak, Elbise)..... ()

LİSAN (Toplam puan 9)

a) Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nedir? (saat, kalem) 2 puan (20 sn tut)

..... ()

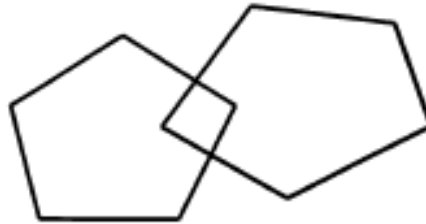
b) Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatle dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin. "Eğer ve fakat istemiyorum" (10 sn tut) 1 puan..... ()

c) Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatle dinleyin ve söylediğimi yapın. "Masada duran kağıdı sağ/sol elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve yere bırakın titfen" Toplam puan 3, süre 30 sn, her bir doğru işlem 1 puan..... ()

d) Şimdi size bir cümle vereceğim. Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın. (1 puan) "GÖZLERİNİZİ KAPATIN" (arka sayfada)..... ()

e) Şimdi vereceğim kağıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın (1 puan)..... ()

f) Size göstereceğim şeklin aynısını çizin. (arka sayfada) (1 puan)..... ()



EK 2- GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

BİLGİLENDİRİLMİŞ GONULLU OLUR FORMU

1. Sizi Eda ÇEVİK tarafından yürütülen “Şaklılın Yükseklik Algısında Rolünün Değerlendirilmesine Yönelik Sanal Gerçeklik Tabanlı Test Bataryası Geliştirilmesi” adlı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmada gönüllüler Saf Ses Odyometri, Timpanometri, Akustik Refleks, VEMP, Mini Mental Test ile değerlendirilecektir. Araştırmanın ikinci aşamasında kişiler gözleri kapalı bir şekilde asansör ile belirli bir kata çıkartılacaktır. Ancak gönüllüler kaçınıcı katta olduğunu bilmeyeceklerdir. Zemin net bir şekilde görebilecekleri bir yere geldiklerinde gönüllülerden gözlerini açması istenecek, aşağıya bakmaları ve yüksekliğin ne kadar olduğunu tahmin etmeleri istenecektir. Sonrasında gönüllüler asansör ile aşağıya indirilecek ve bu sefer aynı yere aşağıdan bakarak yüksekliği tahmin etmeleri istenecektir. Diğer aşamada gönüllülere sabit bir yerde sanal gerçeklik gözlüğü takılacaktır. Bu görüntüde kişiler sanal ortamda asansör ile aynı yüksekliğe çıkacaktır ve aşağıya bakarak yüksekliği tahmin etmeleri istenecektir. Sonrasında tekrar asansör ile aşağıya incek ve yukarıya bakarak yüksekliği tahmin etmeleri istenecektir. Bu araştırmanın amacı, şaklılın yükseklik algısı üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu belirlemesidir. Bu sayede yükseklik algısının kişiden kişiye göre nasıl değiştiğini ve şaklılın bu algıda nasıl bir etkisi olduğunu tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Aynı zamanda şaklılın fonksiyonu hakkında literatüre katkıda bulunulmak hedeflenmektedir. Bu amaçla araştırmaya gönüllü olan normal işiten 20-50 yaş aralığındaki 50 yetişkin birey katılacaktır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, testlerde verilen talimatlara uyum sağlamanız beklenmektedir. Bu araştırma boyunca size yapılacak olan testler için sizden herhangi bir ücret talebinde bulunulmayacaktır. Bu durum sizin sosyal sigortanıza da yansıtılmayacaktır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmamayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. İletişim bilgileriniz ise sadece iznimize bağlı olarak ve farklı araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için “ortak katılımcı havuzuna” aktarılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya [E-posta adresi] e-posta adresi ve [Telefon numarası] numaralı telefondan ulaşabilirsiniz. Araştırma tamamlandığında genel/size özel sonuçların sizinle paylaşılmasını istiyorsanız lütfen araştırmacıya iletiniz.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerine düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı/araştırmacılar tarafından yapıldı. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının:

Adı-Soyadı:

İmzası:

İletişim Bilgileri: e-posta:

Telefon:

İletişim bilgilerimin diğer araştırmacıların benimle iletişime geçebilmesi için “ortak araştırma havuzuna” aktarılmasını; ☐ kabul ediyorum ☐ kabul etmiyorum (lütfen uygun seçeneği işaretleyiniz)

Araştırmacının

Adı-Soyadı: Eda ÇEVİK

İmzası:

EK 3- BAP SÖZLEŞMESİ

PROJE NO:2022/37

EK-3 İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
PROJE DESTEKLEME SÖZLEŞMESİ

TARAFLAR

1. 2547 sayılı Kanunun 4684 sayılı Kanunla değişik 58. maddesine göre kurulan İstanbul Medipol Üniversitesi Rektörü adına Rektör V. Prof. Dr. Ömer Ceran ile proje yöneticisi sıfatı ile hareket eden Dr. Öğr. Üyesi Oğuz Yılmaz arasındaki aşağıdaki şartlarla bir araştırma projesi destekleme sözleşmesi yapılmıştır.

SÖZLEŞMENİN KONUSU

2. Bu sözleşmenin konusu, ekli araştırma projesi başvuru ve değerlendirme formunda ayrıntıları belirtilen "Sakittü'nün Yükseklik Algısında Değerlendirmesine Yönelik Sanal Gerçeklik Tabanlı Test Bataryası Geliştirilmesi" adlı projenin, BAP Komisyonu tarafından desteklenmesidir.

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN GÖREVLERİ

3. Projenin BAP destekleme esaslarına bağlı kalarak sözleşmeye ekli araştırma projesi başvuru formunda belirtilen program içinde, sözleşmedeki süre, amaç ve şartlara uygun olarak yürütülmesi, geliştirilmesi ve sonuçlandırılmasından proje yürütücüsü sorumludur.
Desteklenmesi kabul edilmiş projenin amaç, kapsam, süre ve program bütçesinde BAP Komisyonunun yazılı izni alınmadan hiçbir değişiklik yapılamaz.

Proje yürütücüsü Üniversiteden herhangi bir sebeple ayrıldığında, BAP Komisyonu, ilgili akademik birimin önerisiyle proje personelinin birini veya bir başka öğretim üyesini proje yürütücüsü olarak görevlendirir. Bu durumda, bu sözleşme feshedilmiş sayılır ve görevlendirilen yeni yürütücü ile yeni bir sözleşme yapılır. Projenin bu yolla sonuçlanması halinde, ilgili kesilen yürütücü, projeden sağlanacak yararlar üzerinde hiçbir hak talep edemez.

ARAÇ, GEREÇ VE DONANIM

4. Proje bütçesi gereğince BAP tarafından yurt içinden veya yurt dışından temin edilerek projeye tahsis edilen, sarfi malkemesi dışındaki, demirbaş niteliğindeki her türlü teçhizat, ilgili Akademik Birim Yönetimi harcama birimi adına kaydedilir. Kaydedilen tapınır, zimmet fişi düzenlenerek Proje yürütücüsüne teslim edilir.
5. Sonuç raporu verilen projelerin makine ve teçhizatı, BAP Komisyonu tarafından gerekli görüldüğü takdirde, daha uygun yararlanma sağlanması açısından, Üniversite içindeki ilgili bir laboratuvara veya ihtiyaç duyulan başka bir proje yürütücüsüne, bu maddenin ilk fıkrası hükmü saklı kalmak kaydı ile verilebilir.

GELİŞME RAPORLARI

6. Proje yöneticisi projenin devamı süresince her 6 (altı) ayda bir çalışmaların gidişi ve harcama durumlarıyla ilgili bir ara raporu ve istenilecek diğer ayrıntılı bilgileri BAP Komisyonuna vermekle yükümlüdür. Ara raporları 1 (bir) nüsha olarak verilir. BAP komisyonu gerekli görürse, komisyon başkanı, projeye ilgili çalışmalarını yerinde inceleyebilir veya inceletebilir. Böyle durumlarda, proje yürütücüsü, proje ile ilgili her türlü bilgi ve belgeyi incelemeye hazır bulundurmak ve incelemeyi kolaylaştıracak yardımları yapmakla yükümlüdür.

11. ETİK KURUL ONAYI

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Sayı : E-10840098-772.02-4965
Konu: Etik Kurulu Kararı

04/10/2021

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Sağkultür Yekseklik Algısı Üzerindeki Rolü			
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI ADI SOYADI	EDA ÇEVİK			
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Odyolog / Odyoloji			
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☐	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrakınız <https://turkiye.gov.tr/istanbul-medipol-universitesi-ehys> linkinden 246A0313X08 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Sa



İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Version Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ PLANI			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
Karar Bilgileri	Karar No:964		Tarih: 30/09/2021			
Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekliliği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna "oybirliği" ile karar verilmiştir.						

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
BASKANIN UNVANI / ADI / SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Çalıştır		Araştırma ile İlgili		Katkılar *		İmza
Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ	Tıp Tarihi ve Etik	İstanbul Medipol Üniversitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Uygundur
Prof. Dr. Mete ÖNGÖR	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Uygundur
Doç. Dr. Mehmet Kemal ÖZDEMİR	Elektrik ve Elektronik	İstanbul Medipol Üniversitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Uygundur
Doç. Dr. İlknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Uygundur
Doç. Dr. Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Nuriha HACIHASANOĞLU ÇAKMAK	Biyokimya	İstanbul Medipol Üniversitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neriman İpek KIRMIZI	Tıbbi Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Uygundur

* :Toplantıda Bulunma

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrakınızı <https://turkiye.gov.tr/istanbul-medipol-universitesi-ebys> linkinden 246A0313X08 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

COVID-19 (Pandemi) nedeniyle etik kurulumuz sanal olarak toplanmış olup kurul üyelerimizden uygunluk kararı sanal ortamda alınmıştır. Araştırmacı tarafından talep edilirse, COVID-19 (Pandemi) sonrası ıslak imzalı karar formu ayrıca hazırlanabilir.

Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Sekreteri
Bilge KAYA

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrakınız <https://turkiye.gov.tr/istanbul-medipol-universitesi-ehys> linkinden 246A0313X08 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : E-10840098-772.02-4805
Konu: Etik Kurul Kararı

26/08/2022

Sayın EDA ÇEVİK

Üniversitemizin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 30/09/2021 tarihli 964 karar no ile onay verilen "Saklıtılan Yükseklik Algısı Üzerindeki Rolü" isimli çalışmanız için aşağıda verilen değişiklikler uygun bulunmuş olup kayıt altına alınmıştır.

Bilgilerinize rica ederim.

- Yukarıda belirtilen araştırma açık adı yerine "*Saklıtılan Yükseklik Algısında Rolünün Değerlendirilmesine Yönelik Sanal Gerçeklik Tabanlı Test Bataryası Geliştirilmesi*" olarak değiştirilmesi istediği.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrakınızı <https://turkiye.gov.tr/istanbul-medipol-universitesi-ehys> linkinden 7D84D20650B koda ile doğrulayabilirsiniz.

Medipol Üniversitesi Kavacak Yerleşkesi (Ana Yerleşke Rektörlük)
Kavacak Mah. Ekinciler Cad. No: 19, Kavacak Kavağı, 34810 Beykoz, İstanbul
T: 444 85 44 F: 0212 531 75 55
E-Posta: iletisim@medipol.edu.tr İnternet Adresi: www.medipol.edu.tr
Kep Adresi: medipoluniversitesi@ihf03.kep.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin: Bilge KAYA

