

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOĞİ DOKTORA PROGRAMI**

**ELLİ BEŞ YAŞ VE ÜZERİ ERİŞKİNLERDE VESTİBÜLER
FONKSİYON İLE GÖRSEL-MEKANSAL YETENEK ARASINDAKİ
İLİŞKİ**

HAZIRLAYAN

ANI PARABAKAN POLAT

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2022

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOĞİ DOKTORA PROGRAMI**

**ELLİ BEŞ YAŞ VE ÜZERİ ERİŞKİNLERDE VESTİBÜLER
FONKSİYON İLE GÖRSEL-MEKANSAL YETENEK ARASINDAKİ
İLİŞKİ**

HAZIRLAYAN

ANI PARABAKAN POLAT

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. HATİCE SEYRA ERBEK

ANKARA - 2022

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı çerçevesinde Anı Parabakan Polat tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 5/01/2022

Tez Adı: Elli Beş Yaş ve Üzeri Erişkinlerde Vestibüler Fonksiyon ile Görsel-Mekansal Yetenek Arasındaki İlişki

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 16 / 11 / 2021

Öğrencinin Adı, Soyadı: Anı PARABAKAN POLAT

Öğrencinin Numarası: 21610179

Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

Programı: Odyoloji Doktora Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: Elli Beş Yaş ve Üzeri Erişkinlerde Vestibüler Fonksiyon ile Görsel-Mekansal Yetenek Arasındaki İlişki

Yukarıda başlığı belirtilen Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 91 sayfalık kısmına ilişkin, 15 / 11 / 2021 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 17'dir. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

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

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

Doktora sürecim boyunca akademik gelişimime katkı sağlayan, bana rehberlik eden, yeni bakış açıları kazandıran, anlayış ve sabırla her daim yanımda olan, bilimselliği ile yolumu aydınlatan danışmanım, değerli hocam Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK'e,

Doktora öğrenimim süresince tecrübeleriyle ve bilimsel bakış açısıyla bana yol gösteren değerli hocam, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Levent Naci ÖZLÜOĞLU'na,

Tez izleme komitemde yer alarak önerileriyle tezime katkıda bulunan değerli hocam, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ'a,

Doktora öğrenimim esnasında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, akademik ilerlememe ve tezime katkıda bulunan değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Selim Sermed ERBEK'e,

Tez savunma sınav jürimde bulunarak onurlandıran, bilgi ve birikimleri ile doktora sürecime katkıda bulunan değerli hocam, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ'ye, tez savunma sınav jürimde manevi desteğiyle güç veren değerli arkadaşım, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Belde ÇULHAOĞLU'na,

Akademik gelişimimde büyük katkısı olan ve her zaman örnek aldığım değerli hocam, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. Evren HIZAL'a,

Tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen değerli klinik çalışanları Uzm. Ody. Özge KALE, Uzm. Ody. Cevahir TURAY, Ody. Zeynep Aybüke GÖKBULUT, Ody. Güldeniz PEKCAN, Ody. Sinem KAPICIOĞLU, Ody. Melike KÜRKLÜ, Fatoş KAYA ve diğer klinik çalışanlarına,

Odyoloji biliminde ilerlemeye başladığım günden beri her daim yanımda olan değerli arkadaşım Serpil DEMİR'e ve doktora tez sürecimde desteğini eksik etmeyen değerli arkadaşım Deniz Uğur CENGİZ'e,

Yaşamımın her anında sevgilerini ve şefkatlerini hissettiğim sevgili annem Aslı DEREVLİ, babam Tevfik PARABAKAN, kardeşim Cem PARABAKAN ve halam Halime PARABAKAN'a,

Tezimin her aşamasını birlikte yürüttüğüm ve ailemize katıldığı günden beri en büyük motivasyon kaynağım haline gelen biricik oğlum Toprak POLAT'a ve desteğini hep yanımda hissettiğim hayat arkadaşım, sevgili eşim Kadim POLAT'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Anı Parabakan Polat, Elli Beş Yaş ve Üzeri Erişkinlerde Vestibüler Fonksiyon ile Görsel-Mekansal Yetenek Arasındaki İlişki, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Doktora Programı, 2022

Bu çalışmada, 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile görsel-mekânsal yetenek arasındaki ilişkiyi araştırmak ve Mini Mental Durum Testi skorlarına göre iki gruba ayrılmış 55 yaş ve üzeri erişkinler arasında vestibüler fonksiyon açısından fark olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmamıza, 55 yaş ve üzeri Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 olan erişkinler ve Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan erişkinler dahil edilmiştir. Katılımcılara Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (sVEMP) Testi, Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (oVEMP) Testi, Videonistagmografi (VNG), Video Baş İtme Testi (vHIT) ve Zihinsel Döndürme Testi uygulanmıştır. Gruplar arasında Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunun Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı çalışma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek elde edilmiştir ($p=0.001$). sVEMP ve oVEMP testlerinde 110 dB nHL'de sağ kulakta ve sol kulakta P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 interlatansı, P1-N1 amplitüdü, kulaklar arası amplitüd asimetri oranı açısından ve dalga cevap oranları açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). sVEMP testinde çalışma grubunda 110 dB nHL'de sol kulak P1-N1 amplitüdü ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki elde edilmiştir ($r=0.571$, $p=0.013$). Kontrol grubunda sol kulak N1 latansı ($r=0.473$, $p=0.035$) ve sağ kulak P1 latansı ($r=0.539$, $p=0.012$) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. oVEMP testinde çalışma grubunda 110 dB nHL'de sol kulak P1-N1 interlatansı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.638$, $p=0.047$). Kontrol grubunda sol kulak P1-N1 interlatansı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki bulunmuştur ($r=-0.650$, $p=0.006$). Videonistagmografide, her iki grupta, sakkadik latans,

doğruluk ve hızı , pursuit test kazanç ve asimetrisi, optokinetik test, sola ve sağa doğru 30°/sn hızda akan uyaranlara karşı, sağ ve sol göz kazancı değerlendirilmiş, her iki grup arasında sol göz sağa (p=0.008) ve sağ göz sağa bakış (p=0.014) sakkadik göz hareketlerinin doğruluk yüzdesi ortalaması dışında değerlendirilen parametreler açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). Çalışma grubunda sağ göz sağa bakış (r=0.428, p=0.029) ve sağ göz sola bakışta (r=0.396, p=0.045) sakkadik göz hareketlerinin latans değerleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Çalışma grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz (r=0.429, p=0.029) ve 0,4 Hz'de (r=0.433, p=0.027) sağ göz kazanç değeri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz'de sol göz, 0,1 ve 0,2 Hz'de sağ göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır (p<0.05). 0,2 Hz'de sol göz, 0,2 Hz ve 0,4 Hz'de sağ göz kazanç değerleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında negatif yönlü ilişki bulunmuştur (p<0.05). 0,2 Hz, 0,4 Hz'de sol göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında da pozitif yönlü ilişki saptanmıştır (p<0.05). Kontrol grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz'de sol göz asimetri yüzdesi ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır (r=-0.434, p=0.027). Kontrol grubunda, sağa doğru 30°/sn hızda akan uyaranlara karşı sol göz (r=0.507, p=0.008) ve sağ gözdeki kazanç değerleri (r=0.561, p=0.003) ve sola doğru 30°/sn hızda akan uyaranlara karşı sağ gözdeki kazanç değerleri (r=0.503, p=0.009) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Video Baş İtme Testi'nde (vHIT) lateral ve vertikal kanal VOR kazanç ortalamaları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir (p>0,05). Çalışma grubunda sol anterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır (r=-0.504, p=0.009). Sağ posterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır (r=0.459, p=0.018). Kontrol grubunda sağ lateral SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır (r=-0.407, p=0.039). Sonuç olarak çalışmamızda, Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 arası olan ve 25 ve üzerinde olan erişkinler arasında sol göz sağa ve sağ göz sağa bakış sakkadik göz hareketlerinin doğruluk yüzdesi ortalaması dışında vestibüler fonksiyon açısından fark bulunmamıştır. Literatürde değerlendirdiğimiz vestibüler test parametreleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı

ve doğru cevap sayısı arasındaki ilişkinin değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır. Bulguların doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu alışma, vestibüler ve bilişsel sistem ile ilgili güncel literatüre katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Görsel-mekânsal yetenek, zihinsel döndürme, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, Videonistagmografi, Video Baş İtme Testi

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA19/265) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir (Ek 1).

ABSTRACT

Anı Parabakan Polat, The Relationship Between Vestibular Function and Visuospatial Ability in Adults Aged Fifty-Five and Older, Baskent University, Health Sciences Institute, Department of Otorhinolaryngology, Audiology PhD Program, 2022

In this study, it is aimed to investigate the relationship between vestibular function and visuospatial ability in adults aged 55 and older, and to determine whether there is a difference in terms of vestibular function between adults aged 55 and older, divided into two groups according to Mini Mental State Examination scores. Adults aged 55 years and older with Mini Mental State Examination scores of 20-24 and adults with Mini Mental State Examination scores of 25 and above were included in our study. Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials (sVEMP) Test, Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials (oVEMP) Test, Videonystagmography (VNG), Video Head Impulse Test (vHIT), and Mental Rotation Test were administered to the participants. No statistically significant difference was found between the groups in terms of Mental Rotation Test response time ($p>0.05$). The number of correct answers to the Mental Rotation Test of the control group was statistically significantly higher than the study group ($p=0.001$). In sVEMP and oVEMP tests, there was no significant difference between the groups in terms of P1 latency, N1 latency, P1-N1 interlatency, P1-N1 amplitude, interaural amplitude asymmetry ratio and wave response rates in the right ear and left ear at 110 dB nHL ($p>0.05$). In the sVEMP test, a statistically significant positive correlation was obtained between the left ear P1-N1 amplitude at 110 dB nHL in the study group and the Mental Rotation Test response time ($r=0.571$, $p=0.013$). A statistically significant positive correlation was found between left ear N1 latency ($r=0.473$, $p=0.035$) and right ear P1 latency ($r=0.539$, $p=0.012$) and Mental Rotation Test response time in the control group. In the oVEMP test, there was a statistically significant negative correlation between left ear P1-N1 interlatency at 110 dB nHL in the study group and the number of correct answers in the Mental Rotation Test ($r=-0.638$, $p=0.047$). In the control group, a statistically significant negative correlation was found between left ear P1-N1 interlatency and Mental Rotation Test response time ($r=-0.650$, $p=0.006$). In videonystagmography, saccadic latency, accuracy and speed, pursuit test gain and asymmetry, optokinetic test, right and left eye gain were evaluated against stimuli

flowing at a rate of 30°/sec to the left and right in both groups, and there was no significant difference between the two groups in terms of parameters evaluated except the average accuracy percentage of the left eye to the right ($p=0.008$) and the right eye to the right gaze ($p=0.014$) saccadic eye movements ($p>0.05$). In the study group, a statistically significant positive correlation was found between the latency values of the saccadic eye movements and the number of correct answers in the Mental Rotation Test in the right eye right gaze ($r=0.428$, $p=0.029$) and right eye left gaze ($r=0.396$, $p=0.045$). There was a statistically significant positive correlation between the right eye gain value at 0.1 Hz ($r=0.429$, $p=0.029$) and 0.4 Hz ($r=0.433$, $p=0.027$) in the pursuit test of the study group and the response time of the Mental Rotation Test. There is a statistically significant negative correlation between left eye asymmetry percentages at 0.1, 0.2 and 0.4 Hz, and right eye at 0.1 and 0.2 Hz, and Mental Rotation Test response time ($p<0.05$). A negative correlation was found between the gain values of the left eye at 0.2 Hz, the right eye at 0.2 Hz and 0.4 Hz and the number of correct answers in the Mental Rotation Test ($p<0.05$). There was also a positive correlation between left eye asymmetry percentages at 0.2 Hz, 0.4 Hz and the number of correct answers in the Mental Rotation Test ($p<0.05$). In the pursuit test of the control group, there was a statistically significant negative correlation between the percentage of left eye asymmetry at 0.1 Hz and the Mental Rotation Test response time ($r=-0.434$, $p=0.027$). In the control group, there was a statistically significant positive correlation between the gain values in the left eye ($r=0.507$, $p=0.008$) and the right eye ($r=0.561$, $p=0.003$) against stimuli flowing to the right at a rate of 30°/sec, and the gain values in the right eye ($r=0.503$, $p=0.009$) against the stimuli flowing at a rate of 30°/sec to the left, and the Mental Rotation Test response time. In the Video Head Impulse Test (vHIT), there was no statistically significant difference between the groups in terms of lateral and vertical canal VOR gain averages ($p>0.05$). There was a statistically significant negative correlation between left anterior SSC VOR gain and Mental Rotation Test response time in the study group ($r=-0.504$, $p=0.009$). There is a statistically significant positive correlation between the right posterior SSC VOR gain and the number of correct answers in the Mental Rotation Test ($r=0.459$, $p=0.018$). There was a significant negative correlation between the right lateral SSC VOR gain and the number of correct answers in the Mental Rotation Test in the control group ($r=-0.407$, $p=0.03$). In conclusion, in our study, no difference was found between adults with Mini Mental State Examination scores between 20-24 and 25 and above in terms of vestibular function, except for average accuracy percentage of the left eye to the right ($p=0.008$) and the right eye to the right gaze ($p=0.014$) saccadic eye movements ($p>0.05$). There is no study in the literature

evaluating the relationship between the vestibular test parameters, the Mental Rotation Test response time and the number of correct answers. More studies are necessary in order to interpret the findings accurately. This study will contribute to the current literature on the vestibular and cognitive system.

Keywords: Visuospatial ability, mental rotation, vestibular evoked myogenic potentials, Videonystagmography, Video Head Impulse Test

This study was approved by Baskent University Institutional Review Board and Ethics Committee (Project no: KA19/265) and supported by Baskent University Research Fund.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	ix
TABLOLAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Üç Boyutlu Nesnelere Tanıma	3
2.1.1. Nesne tanıma teorileri.....	3
2.1.1.1.Görüş açısından bağımsız nesne tanıma teorileri	3
2.1.1.1.1. Marr ve Nishihara'nın teorisi	3
2.1.1.1.2. Biederman'ın teorisi	11
2.1.1.2.Görüş açısına bağlı nesne tanıma teorileri	13
2.2. Görsel Mekânsal İşlevler	14
2.3. Dorsal ve Ventral Akımlar	15
2.4. “Ne” ve “Nerede” Yolları	16
2.5. Nesne Merkezli (Allocentric) ve Kişi Merkezli (Egocentric) Algılama.....	17
2.6. Görsel Mekânsal Süreçler	21
2.6.1. Görselleştirme	21
2.6.2. İmgeleme	21
2.6.3. Zihinsel döndürme.....	23
2.6.4. Yönelim (oryantasyon).....	27
2.6.5. Mekânsal bellek	27
2.6.6. Mekânsal gezinme.....	27
2.6.7. Mekânsal algı	28
2.6.8. Derinlik algısı	29
2.6.8.1.Monoküler ipuçları	29
2.6.8.2.Binoküler ipuçları	30
2.6.8.3.Çatışan ipuçları	30
2.7. Görsel Mekânsal Tarama	31
2.8. Görsel Mekânsal Dikkat.....	31

2.9. Vestibüler Sistem ve Biliş	32
3. GEREÇ VE YÖNTEM	39
3.1. Bireyler.....	39
3.2. Gereç ve Yöntem.....	40
3.2.1. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testi	40
3.2.2. Videonistagmografi (VNG).....	42
3.2.3. Video baş itme testi (vHIT).....	43
3.2.4. Zihinsel döndürme testi.....	44
3.3. İstatistiksel Analiz.....	47
4. BULGULAR.....	49
4.1. Zihinsel Döndürme Testi Bulguları	50
4.2. VEMP Testi Bulguları.....	51
4.3. VNG Bulguları.....	56
4.3.1. Gaze test	57
4.3.2. Sakkad testi.....	57
4.3.2.1.Latans	57
4.3.2.2.Doğruluk.....	58
4.3.2.3.Hız.....	61
4.3.3. Pursuit testi	61
4.3.3.1.Kazanç	61
4.3.3.2.Asimetri	63
4.3.4. Optokinetik test.....	66
4.4. vHIT Bulguları	68
5. TARTIŞMA	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	92

EKLER

EK 1: ARAŞTIRMA PROJESİ ETİK KURUL ONAYI

EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

EK 3: MİNİ MENTAL DURUM TESTİ

EK 4: MİNİ MENTAL DURUM TESTİ STANDARDİZE UYGULAMA KILAVUZU

EK 5: "MENTAL ROTATION STIMULUS LIBRARY" GÖRÜNTÜ DOSYALARINI KULLANMA İZİNİ

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. sVEMP ve oVEMP testleri için kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri.....	42
Tablo 2. Çalışma ve kontrol gruplarının tanımlayıcı özellikleri	50
Tablo 3. Çalışma ve kontrol gruplarının Zihinsel Döndürme Testi sonuçları.....	51
Tablo 4. Çalışma ve kontrol gruplarının 110 dB nHL’de sVEMP ve oVEMP testlerinde dalga cevap oranları	52
Tablo 5. Çalışma ve kontrol gruplarının sVEMP sonuçları	53
Tablo 6. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile sVEMP bulguları arasındaki ilişki	54
Tablo 7. Çalışma ve kontrol gruplarının oVEMP sonuçları.....	55
Tablo 8. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile oVEMP bulguları arasındaki ilişki	56
Tablo 9. Gruplara ait sakkadik göz hareketlerinin latans değerleri	57
Tablo 10. Gruplara ait sakkadik göz hareketlerinin doğruluk yüzdeleri.....	59
Tablo 11. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile sakkad testi latans değerleri ve doğruluk yüzdeleri arasındaki ilişki	60
Tablo 12. Pursuit testinde, gruplara ait frekanslara göre sağ ve sol göz kazanç değerleri ..	62
Tablo 13. Pursuit testinde, gruplara ait frekanslara göre sağ ve sol göz asimetri yüzdeleri	63
Tablo 14. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile 0,1 0,2, 0,4 Hz frekanslarda pursuit testi sol ve sağ göz kazanç değerleri ve asimetri yüzdeleri arasındaki ilişki	65
Tablo 15. Optokinetik testte, gruplara ait uyaranların yönüne göre sağ ve sol göz kazanç değerleri.....	66
Tablo 16. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile optokinetik test kazanç değerleri arasındaki ilişki	68
Tablo 17. Çalışma ve kontrol grubunun vHIT sonuçları	69
Tablo 18. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile vHIT bulguları arasındaki ilişki	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Kanonik görüntü	4
Şekil 2. Bir nesnenin merkez eksenini bulma	4
Şekil 3. Picasso'nun "Rites of Spring" adlı eseri	5
Şekil 4. Bir silüet (a) ve buna neden olabilecek üç nesne (b, c, d)	6
Şekil 5. Siyah noktalar izleyiciye göre aynı düzlemde bulunan noktaları gösterir	6
Şekil 6. Bir küpün konturu düzlemsel olmayabilir	7
Şekil 7. Bir nesnenin bileşen eksenlerini bulma.....	8
Şekil 8. Bir insan vücudunun hiyerarşik modeli.....	9
Şekil 9. Üç boyutlu model kataloğu.....	10
Şekil 10. Geonların seçimi	11
Şekil 11. Ön tarafından bir bisiklete bakıldığında tekerleğin görünen tesadüfi olmayan özellikleri.....	13
Şekil 12. Dorsal ve ventral akımlar	16
Şekil 13. Hedefe ulaşmada kişi merkezli (egocentric) ve nesne merkezli (allocentric) temsiller	18
Şekil 14. Vestibüler nukleus kompleksi striatuma bağlayan olası nöronal yollar.....	20
Şekil 15. Deneklere sunulan perspektif çizgi çizimleri çiftlerine örnekler	24
Şekil 16. Zihinsel döndürme görevlerinde kullanılan farklı uyaran örnekleri	25
Şekil 17. Vestibülooküler refleksin üç ana etki düzleminin şematik gösterimi	33
Şekil 18. Vestibülooküler ve vestibülospinal refleks arkları.....	34
Şekil 19. Vestibüler sinyallerin hipokampusa ulaştığı ana anatomik yollar	35
Şekil 20. Peters ve Battista (2008) tarafından oluşturulan "Mental Rotation Stimulus Library"de yer alan görüntü örnekleri	45
Şekil 21. Peters ve Battista (2008) tarafından oluşturulan "Mental Rotation Stimulus Library" kütüphanesinden seçilen resimlerle hazırlanan bir soru örneği (x eksenini)	46
Şekil 22. Bir katılımcının Zihinsel Döndürme Testi sonuç ekranı	47
Şekil 23. Çalışma ve kontrol grubunun sakkad testi latans ortalamaları	58
Şekil 24. Çalışma ve kontrol grubunun sakkad testi doğruluk yüzdesi ortalamaları.....	59
Şekil 25. Çalışma ve kontrol grubunun pursuit testi kazanç ortalamaları.....	62
Şekil 26. Çalışma ve kontrol grubunun pursuit testi asimetri yüzdesi ortalamaları	64
Şekil 27. Çalışma ve kontrol grubunun optokinetik test kazanç ortalamaları.....	67

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a7	Brodmann alan 7
abd	abduksiyon
add	adduksiyon
ATN	anterodorsal talamik nukleus
BA	Brodmann alan
BPPV	benign paroksizmal pozisyonel vertigo
CA	cornu ammonis
daPa	dekapascal
DTN	dorsal tegmental nukleus
EEG	elektroensefalografi
Geon	geometrik iyon
Hz	hertz
LARP	left anterior right posterior
LMN	lateral mamillar nukleus
maks	maksimum
min	minimum
ml	mililitre
msn	milisaniye
n	frekans
Ort	ortalama
oVEMP	oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller
PFN	parafasiküler nukleus
pitch	binaural y ekseninde dikey dönüş
PPT	pedunculo pontin tegmental nukleus
PPTN	pedunculo pontin nukleus
RALP	right anterior left posterior
ROI	region of interest
roll	x ekseninde dikey dönüş
SM	supramammilar nukleus
sn	saniye
SNC	substantia nigra pars compacta
SPSS	statistical program for social sciences
SS	standart sapma
SSC	semisirküler kanal
SSK	semisirküler kanal
sVEMP	servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller
VEMP	vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller
vHIT	video baş itme testi
VNC	vestibüler nukleus kompleks
VNG	videonistagmografi
VOR	vestibülo oküler refleks
VSR	vestibülo spinal refleks
yaw	dikey z ekseninde yatay dönüş
%	yüzde
°	derece

1. GİRİŞ

Mekânsal yetenek, organizmanın tanıdık veya tanıdık olmayan ortamlarda gezinmesini, nesnelere bulmasını, onlarla etkileşime girmesini ve konumlarını bellekte depolamasını sağlar (1). Bu yetenek organizmanın hayatta kalması için kritik öneme sahip bir bilişsel işlevdir. Birçok tür gibi insanlar da, eve dönmek veya bilinen yerler arasında hareket etmek için çevrenin düzenini öğrenmelidir (2). Mekân, nesnenin mekândaki konumuna, nesnelere arasındaki ilişkilere, bedeninin kendi kısımları arasındaki ilişkilerine ve bedeninin nesnelere olan ilişkilerine göre algılanır (3).

Çevre ile etkileşim için nesnelere tanınması ve eylemlerin gerçekleştirilmesi gerekir (4). Nesnenin özelliklerinin algılanması ve nesnenin mekânsal konumunun algılanması birbirleriyle yakından ilişkili iki işlevdir (5). İnsanların nesnelere nasıl öğrendiği, temsil ettiği ve nesnelere farklı yönlerde görüldüğünde, retinadaki nesnelere izdüşümündeki farklılıklara rağmen nesnelere nasıl tanıdığı konusunda çeşitli görüşler olmuştur. Kalabalık bir ortamda yürürken tanıdık bir yüz bulmaya çalıştığımızda, doğrudan bize bakmıyor olsa bile arkadaşımızı kolayca tanırız. Arkadaşımızın farklı yönlere dönmesi, farklı retina girdilerine neden olsa da onun aynı kişi olduğunu biliriz. Benzer şekilde, gözlüğümüzü bir masaya koyup yeniden elimize aldığımızda farklı bir açıdan bakmamıza rağmen, yine de gözlüğümüz olarak kabul ederiz. İnsanları ve nesnelere farklı bakış açılarından tanıyarak elde edilen bu başarı, retina girdilerindeki büyük değişikliklere dirençli, sağlam görüntü gösterimlerine dayanmaktadır (6). Bu, aynı zamanda imgelenen bir nesneyi zihinsel olarak ters yüz edebilme, imgelenen nesne ya da olayın mekânsal ilişkilerinin sırasının ve yerinin değiştirilmesi gibi bir dizi eylemi içeren zihinsel döndürme yeteneğini de gerektirmektedir (5).

Mekânsal bilgi, eşzamanlı olarak görsel, işitsel, vestibüler, somatik ve proprioseptif kanallardan gelen bilgilerin düzenlenmesiyle sağlanır. Görme sistemi, mekânsal algılamada belirleyici bir rol oynar. Her nesnenin görülebilir bir özelliğinin olmasının yanında, görme sistemi, uzakta bulunan nesnelere ve fiziksel olarak parçası eksik olan nesnelere bütün olarak algılanmasına da olanak vermektedir (5). Vestibüler sistem baş hareketini algılar ve uzayda oryantasyonu sağlar. Vestibüler duyu girdisi de, mekânsal bellek, mekânsal gezinme gibi mekânsal bilişsel yeteneklerde önemli rol oynar (7).

Bu çalışmanın birinci amacı, Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 arasında olan ve 25 ve üzerinde olan 55 yaş ve üzeri erişkinlerde zihinsel döndürme görevlerini kullanarak görsel mekânsal yetenek ile vestibüler fonksiyon arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. İkinci

amacı, Mini Mental Durum Testi skorlarına göre iki gruba ayrılmış 55 yaş ve üzeri erişkinler arasında vestibüler fonksiyon açısından fark olup olmadığını belirlemektir. Çalışmanın hipotezleri aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur;

Hipotez 1:

H0: Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile görsel mekânsal yetenek arasında ilişki yoktur.

H1: Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile görsel mekânsal yetenek arasında ilişki vardır.

Hipotez 2:

H0: Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 arasında olan 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile görsel mekânsal yetenek arasında ilişki yoktur.

H1: Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 arasında olan 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile görsel mekânsal yetenek arasında ilişki vardır.

Hipotez 3:

H0: 55 yaş ve üzeri Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 olan erişkinler ve Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan erişkinler arasında vestibüler fonksiyon açısından fark yoktur.

H1: 55 yaş ve üzeri Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 olan erişkinler ve Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan erişkinler arasında vestibüler fonksiyon açısından fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Üç Boyutlu Nesnelere Tanıma

Nesne tanımanın amacı, görüş alanındaki bir nesnenin özelliklerini ve kategorisini belirlemektir. Nesne, izleyiciye ve diğer nesnelere göre farklı konumlarda, yönlerde ve mesafelerde görülebilir. Görsel olarak sunulan üç boyutlu nesnelere retina üzerinde iki boyutlu izdüşümlerle tanınır (8).

2.1.1. Nesne tanıma teorileri

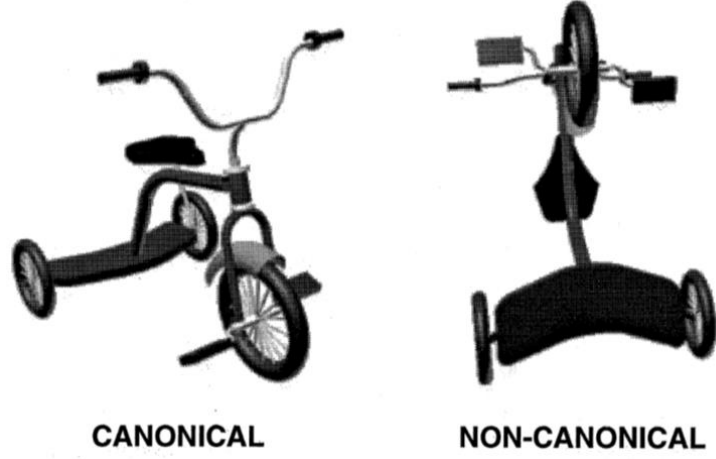
Nesne tanıma teorileri görüş açısından bağımsız ve görüş açısına bağlı teoriler olarak sınıflandırılabilir (8, 9).

2.1.1.1. Görüş açısından bağımsız nesne tanıma teorileri

Görüş açısından bağımsız teorilere göre, nesne tanıma gözlemcinin görüş açısından etkilenmez (9). Phinney ve Siegel (1999) görüş açısından bağımsız teorilerde nesne tanımanın, nesnelere depolanmış üç boyutlu temsillerine dayandığını belirtmişlerdir (10).

2.1.1.1.1. Marr ve Nishihara'nın teorisi

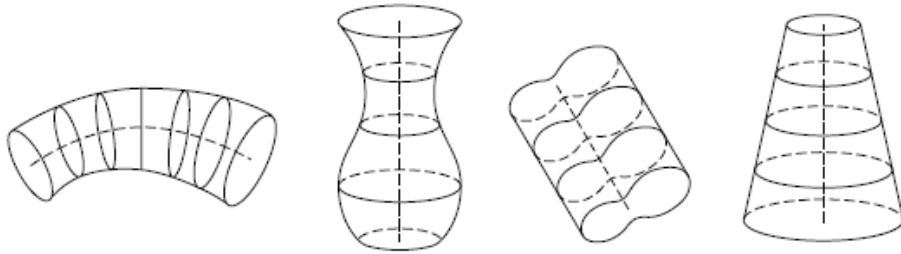
Marr ve Nishihara (1978), nesnelere, neredeyse her açıdan tanınmalarına izin verecek bir üç boyutlu nesne merkezli açıklama üreterek temsil edilebileceğini öne sürmüştür. Bu açıklamanın kanonik bir koordinat çerçevesine dayandığını söylemişlerdir (11). Bu, her nesnenin, nesne ile hemen hemen aynı şekilde sahip bir çerçeve içinde temsil edileceği anlamına gelir. Örneğin, bir havucun temsili, bir uca doğru sivrilen bir silindir olarak düşünülebilir (12). Kanonik görüntü, bir ismi nesne ile ilişkilendirirken akla ilk gelen, nesnenin en doğru ve en hızlı şekilde tanınmasını sağlayan nesne görüntüsüdür (Şekil 1) (13).



Şekil 1. Kanonik görüntü (14)

Üç tekerlekli bir bisikletin kanonik ve kanonik olmayan bir görünüm örneği (14)

Marr ve Nishihara, kanonik bir koordinat çerçevesi oluşturmada ilk adımı, söz konusu nesne için merkezi bir eksen tanımlamakta bulmuşlardır. Söz konusu nesnenin doğal bir simetri çizgisine sahip olması veya genişliğinden ve derinliğinden belirgin şekilde daha büyük bir uzunluğa sahip olması durumunda bunu yapmak nispeten kolaydır (Şekil 2).



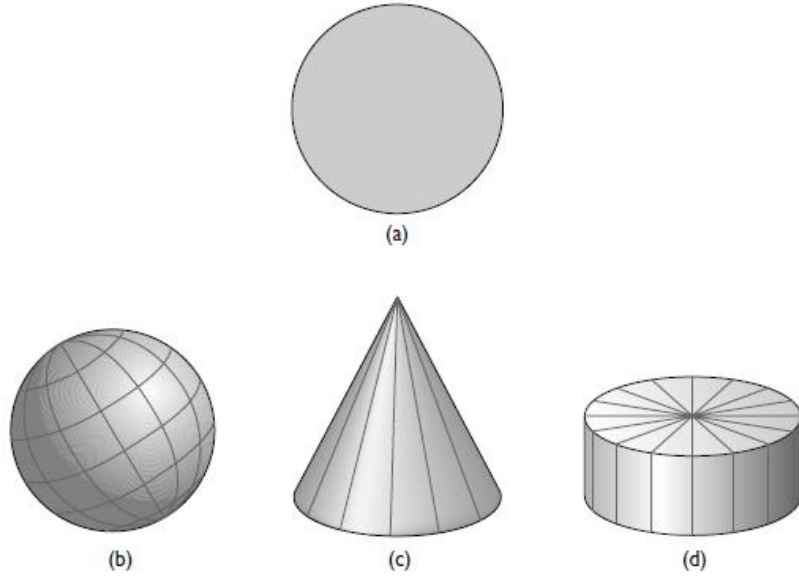
Şekil 2. Bir nesnenin merkez eksenini bulma (12)

Bir nesnenin merkez eksenini bulmak için, ilk olarak nesnenin hangi şekle sahip olduğunu bulmak için 2.5 boyutlu (iki boyutlu retinal izdüşümlerden üç boyutlu bir ortamın oluşturulması) çiziminden faydalanmak gerekir (12). Marr (1977), bir nesnenin şeklini nesnenin konturlarına dayanarak çözmenin mümkün olduğunu belirtmiştir. Nesnenin silüetinin sınırına karşılık gelen noktalar Marr'ın teorisinde kontur üretici olarak adlandırılır, çünkü, nesnenin konturunu oluşturmak için kullanılabilirler (15).



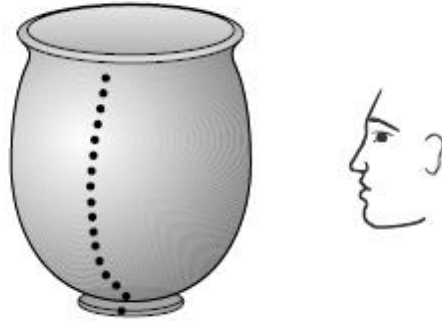
Şekil 3. Picasso'nun "Rites of Spring" adlı eseri (15)

Picasso'nun "Rites of Spring" eserindeki gibi silüetleri kullanarak üç boyutlu şekilleri tanımlamakta zorluk yaşamamaktayız (Şekil 3) (15). Bununla birlikte, tanımlamak istediğimiz bir nesnenin silüeti iki boyutlu olduğundan, birden fazla üç boyutlu nesneden kaynaklanmış olması mümkündür. Örneğin; şekil 4'teki dairesel silüet, altındaki 3 boyutlu nesnelere herhangi birinden kaynaklanabilir. Ancak silüeti küre (b) tarafından üretildiği şeklinde yorumlama eğilimindeyiz.



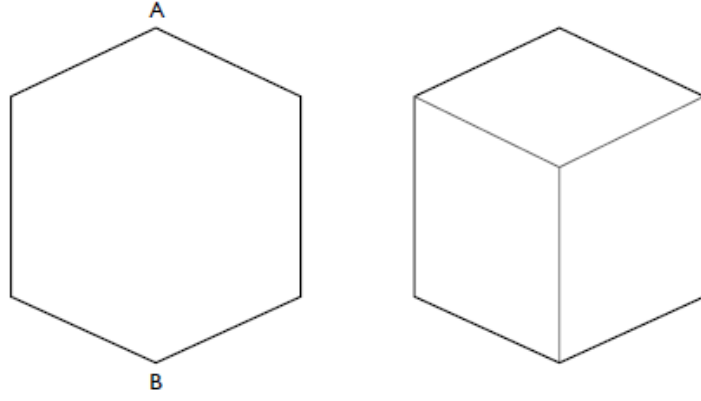
Şekil 4. Bir silüet (a) ve buna neden olabilecek üç nesne (b, c, d) (12)

Üçüncü varsayım, kontur üretici üzerindeki tüm noktaların tek bir düzlemde bulunduğu, yani; düzlemsel olduğudur (Şekil 5).



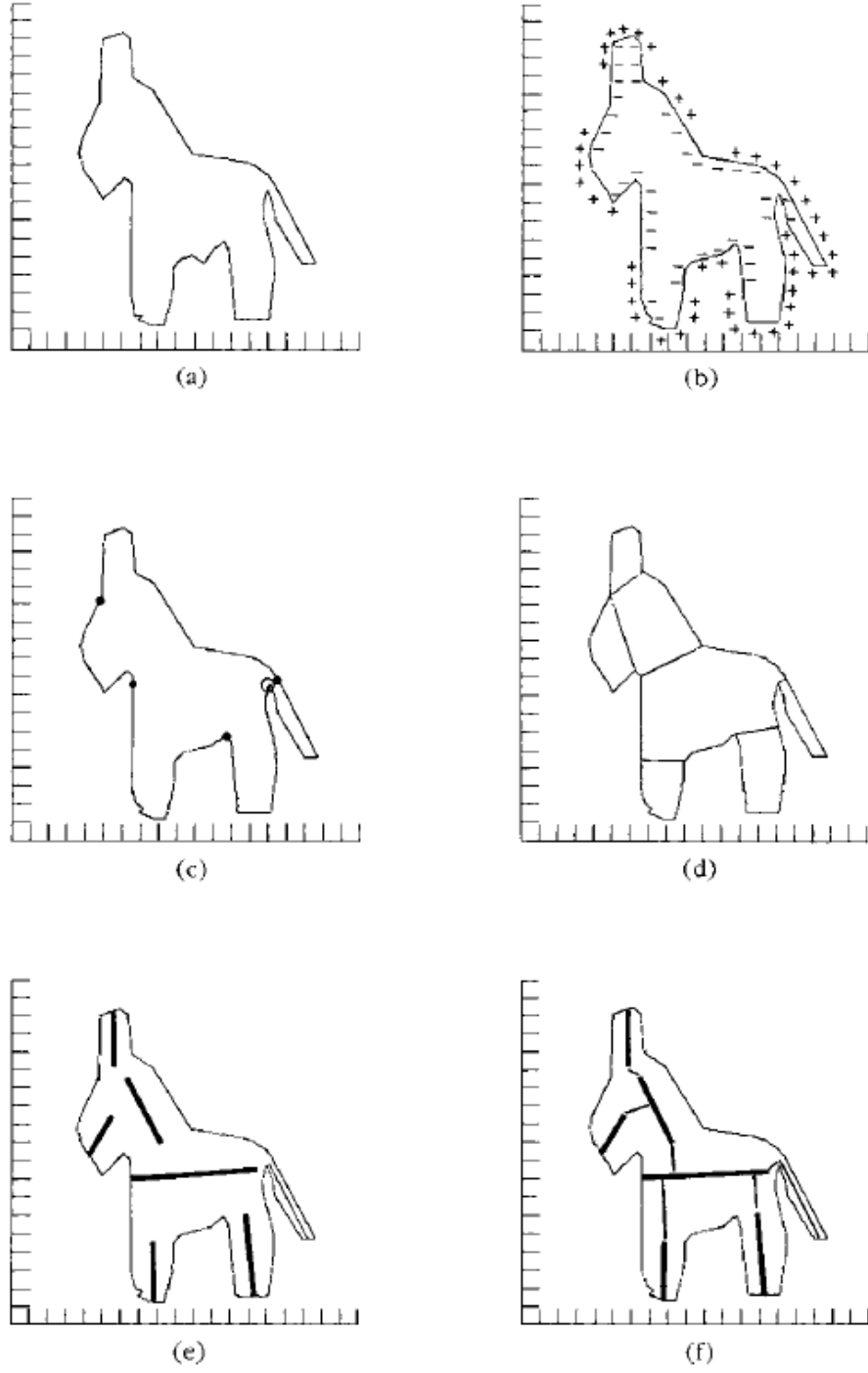
Şekil 5. Siyah noktalar izleyiciye göre aynı düzlemde bulunan noktaları gösterir (12).

Ancak bu varsayım nesne tanımada sorun yaratabilmektedir. Şekil 6'da soldaki konturu altıgen olarak yorumlama eğilimindeyiz. Ancak, bu kontur sağdaki küp tarafından üretilecektir. Sorun, (A) noktası (B) noktasından daha uzakta olduğu için, kontur üzerindeki tüm noktaların düzlemsel olduğu varsayımının küpün bu görünümü tarafından ihlal edildiğidir. Konturun üzerindeki noktalar düzlemsel olmadığından, silüet yanlış yorumlanabilir.



Şekil 6. Bir küpün konturu düzlemsel olmayabilir (12).

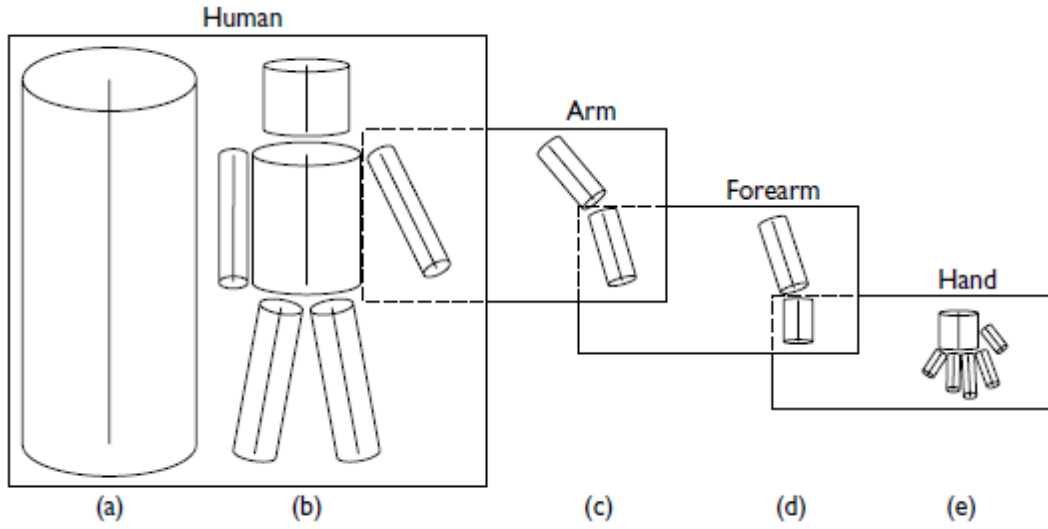
Nesnenin şekli kontur üreticini kullanarak oluşturulduktan sonra, bir sonraki adım, nesneyi temsil etmek için gerekli ekseni veya eksenleri bulmaktır. Şekil basit olduğu zaman bunu yapmak oldukça kolaydır, çünkü simetri genellikle şeklin ekseninin nerede olduğunun bulunmasına yardım eder, ancak daha karmaşık şekillerde, çoğu zaman şeklin birkaç eksen kullanılarak temsil edilmesi gerekir. Böylece nesne bileşenlere ayrılır ve her bileşen için bir eksen kullanılır. Bunlar bileşen eksenleri olarak adlandırılır (12). Şekil 7’de, Marr ve Nishihara tarafından önerilen eksenleri yerleştirmenin bir yöntemi gösterilmektedir (11, 12).



Şekil 7. Bir nesnenin bileşen eksenlerini bulma (11, 12).

Şekildeki nesne bir oyuncak eşektir (a) İlk adım, eşeğin görüntüsünün ilk taslağının elde edilmesidir. (b) Elde edilen çerçeve, içbükey (Konturun içe doğru bir bükülme içeren ve "-" ile gösterilen parçaları) ve dışbükey (Konturun dışı doğru bükülme içeren ve "+" ile gösterilen kısımları) alanlara ayrılır. Daha sonra, (c) 'de daire içine alınmış keskin içbükeylik alanları bulunur ve ayırım noktaları tanımlanır. (d) Nesneyi daha küçük parçalara bölmek için bu noktalar kullanılarak nesne bölümlere ayrılır. (e) Her bir bölüm için bir bileşen eksenini tanımlanır. (f) Bu bileşen eksenleri daha sonra gövdenin yatay eksenine göre temsil edilebilir (11, 12).

Nesnenin tanımı, nesnenin bir “insan vücudu” olduğunu söyleyebilmek gibi evrensel düzeyde tanınmaya izin vermelidir. Bunun yanında, bir “insan elinin parmakları” olması gibi daha ayrıntılı bilgiler içermelidir. Nesnenin bu şekilde tanımlanabilmesi için, art arda gelen her bir seviyenin nesnenin belirli bir kısmının daha ayrıntılı bir açıklamasını içerdiği bir üç boyutlu model hiyerarşisi olması gerekir. Şekil 8’de Marr ve Nishihara tarafından tanımlanan bir insan vücudunun hiyerarşik modeli gösterilmektedir (11, 12).

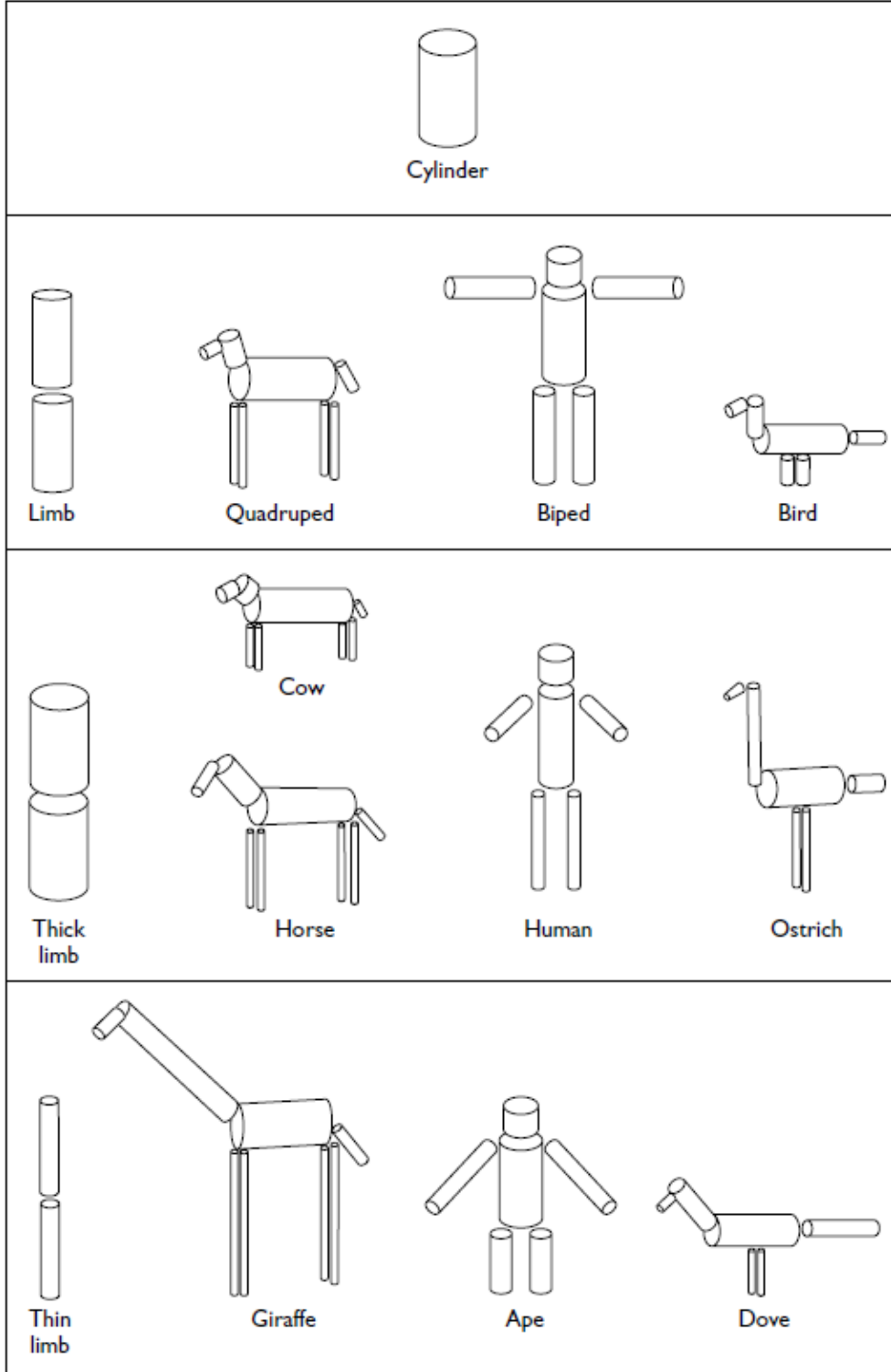


Şekil 8. Bir insan vücudunun hiyerarşik modeli (11, 12).

(a) Tüm insan vücudu, vücutun merkezinden geçen tek bir eksene göre tanımlanır. (b) Baş, gövde, kollar ve bacaklara karşılık gelen bileşen eksenleri tanımlanır. (c) Daha sonra, her bir ekstremiteye karşılık gelen bileşen eksenleri, bu ekstremitenin daha ayrıntılı bir açıklaması için ana eksen olarak kullanılır. Örneğin; sağ kolu temsil eden silindirin eksenini, daha sonra bu kolun proksimal ve distal kısmını temsil etmek için ana eksen olarak kullanılır. (d) Kolun distal kısmını tarif etmek için kullanılan silindirin eksenini, önkol ve eli tanımlamak için ana eksen olarak kullanılır. (e) Son olarak, eli tarif etmek için kullanılan silindirin eksenini, parmakları tanımlamak için ana eksen olarak kullanılır (11, 12).

Nesnenin bir üç boyutlu tanımını oluşturduktan sonra, Marr ve Nishihara'nın, tanıma sürecindeki bir sonraki adımı, nesnenin üç boyutlu tanımını, daha önce görülen tüm nesnelerin üç boyutlu açıklamalarından oluşturulan üç boyutlu modeller kataloğuyla karşılaştırmaktır. Katalog, modelde bulunan ayrıntı miktarına göre hiyerarşik olarak düzenlenmiştir. Katalog, en üst seviyede, bileşenlerde herhangi bir ayrışma içermeyen açıklamalardan oluşur. Bir sonraki seviyede, ekstremitelerin sayısına ve temel düzenine

karşılık gelen daha fazla ayrıntı içerir. En son seviyede, bileşen eksenlerinin açıları ve uzunlukları ile ilgili daha fazla ayrıntı bulunur (Şekil 9).

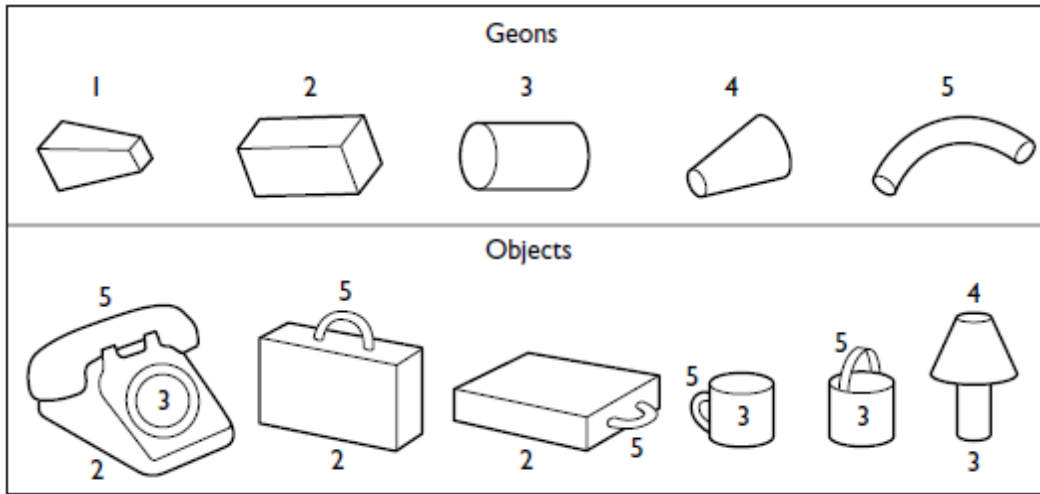


Şekil 9. Üç boyutlu model kataloğu (12)

Tanımlanmak istenen nesne (hedef), en üst seviyeden başlanarak her bir seviyede depolanan üç boyutlu modellerle karşılaştırılır ve en iyi eşleştiği örnek seçilerek bu, bir sonraki ayrıntı düzeyinin temeli olarak kullanılır. Hedefte bulunan ayrıntı düzeyine karşılık gelen bir seviyeye ulaşıldığında işlem durur (12).

2.1.1.1.2. Biederman'ın teorisi

Marr ve Nishihara'nın çalışmaları, daha sonraki nesne tanıma teorilerinde genişletilmiş ve uyarlanmıştır (12). Bunlardan en önemlisi Biederman (1987) tarafından ortaya koyulmuştur. Biederman'ın teorisi bir dizi ilkel (tanımlayıcı eleman) kullanarak karmaşık nesnelere temsil etmeye dayanmaktadır (16). Marr ve Nishihara'nın aksine, Biederman bu ilkeleri genelleştirilmiş konilerle sınırlamamıştır. Bunun yerine, bir nesneyi tanımlamak için temel yapı taşlarının, geonlar ("geometrik iyonlar" ifadesinin kısaltılmış bir biçimi) olarak bilinen silindirler, küpler, prizmalar gibi bir dizi temel şekil olduğunu öne sürmüştür. Bu geonların çoğu genelleştirilmiş konilerdir, ancak ortak nesnelere temsil etmede yararlı olan diğer 3 boyutlu şekilleri de içerirler (Şekil 10) (12).



Şekil 10. Geonların seçimi (12)

Biederman, tüm ortak nesnelere tanımlarını oluşturmak için yaklaşık 36 geona ihtiyaç duyulduğunu öne sürmüştür (12, 16). Marr ve Nishihara'nın teorisinde, karmaşık nesnelere birkaç farklı bileşenle temsil edilir ve bileşenlere bölünme içbükeylik alanlarına dayanır. Biederman'ın teorisinin Marr ve Nishihara'nın yaklaşımından ayrılmasının temel yolu, üç boyutlu nesne tanımının iki boyutlu görüntü merkezli bir tanımdaki bilgilerden

oluşma şeklidir. Bir diğer deyişle, temel çizimdeki bilgilerin üç boyutlu bir nesne oluşturmak için nasıl kullanılabilir. Biederman, Marr'ın kontur üreteçlerinin üç boyutlu şekli oluşturmak için gerekli olmadığını belirtmiştir, çünkü her bir geonun farklı görüş açılarında değişmez kalan önemli bir özelliği (tesadüfi olmayan özellik) vardır. Dolayısıyla, yapılması gereken tek şey bu temel özellikleri iki boyutlu birincil taslakta bulmaktır. Her özellik daha sonra bir geonla eşleştirilebilir, böylece nesnenin üç boyutlu yapısal açıklaması oluşturulur. Bu açıklama daha sonra bellekte depolananlarla eşleştirilir.

Biederman beş “tesadüfi olmayan” özellik listelemiştir:

Eğrisellik: İki boyutlu görüntüdeki bir eğri, nesne üzerindeki bir eğri tarafından üretilir.

Paralellik: İki boyutlu görüntüde paralel olan çizgiler nesneye paralel olacaktır.

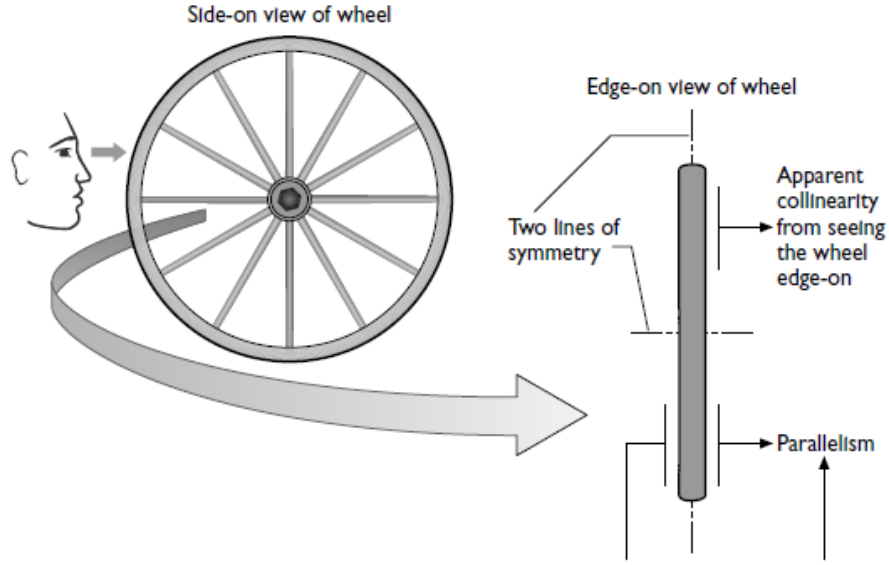
Birlikte sonlanma: İki boyutlu görüntüde aynı noktada sonlanan iki veya daha fazla kenar, nesnenin aynı noktasında sonlanır.

Simetri: İki boyutlu görüntü simetrik ise nesne aynı simetri eksenini içerecektir.

Eşitlik: İki boyutlu görüntüdeki düz bir çizginin nedeni nesne üzerindeki düz bir çizgidir.

Bir nesneyi veya bir nesnenin bir parçasını temsil etmek için hangi geonun kullanılacağını seçmek önemlidir. Öncelikle tesadüfi olmayan özellikleri tespit etmek gerekir ve daha sonra bu özellikleri paylaşan bir geon seçilir. Örneğin, bir topun iki boyutlu görüntüsü bir daire olacaktır ve bu nedenle paralellik, birlikte sonlanma gibi özellikler içermeyecektir, ancak eğrisellik ve neredeyse sonsuz derecede simetri içerecektir. Bu özellikleri paylaşan tek geon bir küredir, bu nedenle topun üç boyutlu şekli küresel bir geon tarafından doğru bir şekilde tanımlanır.

Bu varsayımlar, iki boyutlu görüntülerin doğru bir üç boyutlu nesne tanımına dönüştürülmesine izin verse de, yanlış yorumlamaya da yol açabilir. Örneğin, doğrudan önümüzde olan bir bisikletin tekerleğine bakarsak, tekerleğin şu tesadüfi olmayan özelliklere sahip olduğu görülür; eşitlik (İki dikey kenar düz çizgiler olarak görünecektir.), simetri (Biri yatay, diğeri dikey olmak üzere iki simetri çizgisi olacaktır.), paralellik (İki dikey kenar paralel görünecektir.). Görüş açısı nedeniyle düz kenarlar görülmektedir. Ancak, tekerleğin herhangi bir düz kenar içermemesi nedeniyle bu tesadüfi olmayan özellikler tekerleği tanımlamada hataya neden olacaktır (Şekil 11) (12).



Şekil 11. Ön tarafından bir bisiklete bakıldığında tekerleğin görünen tesadüfi olmayan özellikleri (12)

Biederman'ın teorisine göre bir kahve kupası, kupanın gövdesi için bir büyük silindirik geon ve tutacak için bu silindire bağlı kavisli bir küçük geon olmak üzere iki geon olarak temsil edilir (Şekil 10). Geon temsillerini aktive eden retina dizisinden tesadüfi olmayan özelliklerin ve bu iki geon arasındaki ilişkilerin çıkarılması ve son olarak geona bağlı bir hafıza temsiliyle eşleşen algısal bir temsil oluşturulmasıyla kupa tanınır. Biederman, kupanın tutacağı görüşte olduğu sürece, nesnenin farklı rotasyonlarının tanınmayı etkilemeyeceğini belirtmiştir. Dolayısıyla teori, görsel nesne tanımanın bakış açısından bağımsız bir teoridir (8).

2.1.1.2. Görüş açısına bağlı nesne tanıma teorileri

Görüş açısına bağlı teoriler, görüş açısı değişikliklerinin nesne tanımanın hızını ve/veya doğruluğunu azalttığını varsayar. Bu teorilere göre, nesne temsili, nesnelerin belirli görüş açılarından görünüşünü tasvir eden görüş koleksiyonlarıdır. Bu teoriler genellikle nesne tanımanın, depolanmış birden fazla iki boyutlu temsili içerdiğini varsayar. Bir gözlemci tarafından görülen bir nesnenin görünümü, o nesnenin depolanmış görünümlerinden birine karşılık geldiğinde, nesnenin tanınması daha kolaydır (9). Ullman'ın (1989) hizalama yöntemi görüş açısına bağlı teorilere bir örnektir (17).

Hizalama yaklaşımında, tanıma süreci iki aşamaya ayrılmıştır. Birinci aşamada, görüntülenen nesneyi olası nesne modelleriyle hizalamak için gerekli olan uzaydaki

dönüşüm belirlenir: Bu aşama, nesnenin baskın yönelimi veya nesne ve modeldeki az sayıda karşılık gelen özellikler gibi bilgilere dayanır. Retina üzerinde oluşan iki boyutlu görüntü (görüntülenen nesne), depolanmış üç boyutlu model ile karşılaştırılır. Üç boyutlu modeldeki özelliklere karşılık gelen görüntülenen nesnenin az sayıdaki özelliği eşleştirilerek hizalama için gereken dönüşüm hesaplanır. Hizalama için gereken dönüşüm, görsel bellekte depolanan modellerin her biri için ayrı olarak hesaplanır. İkinci aşamada, görüntülenen nesneyle en iyi eşleşen model belirlenir: Depolanmış modelle, iki boyutlu görüntü hizalandıktan sonra, iki görüntünün en yakından eşleştiği model, tanıma sürecinin sonucudur (14, 17).

Birçok çalışma, nesnelere farklı görüş açılarından tanıma yeteneğinin, farklı görüş açılarını deneyimlememiz ve ayrı ayrı depolamamızın bir sonucu olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı görüş açılarından depolanması sonucunda, yeni görüntülerin tanınması, yeni bir görüntünün depolananlardan biriyle eşleştirilmesiyle veya yeni görüntüyü kodlamak için ayrı depolanmış görüntüler kümesinin kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir. Burada nesne tanımanın görüşle yerine getirilen görevlerden biri olduğunu belirtmek önemlidir (9).

Sonuç olarak, nesne tanıma, Marr ve Nishihara ve Biederman'ın önerdiği gibi nesne merkezli tanımların üretilmesine tamamen bağlı değildir. Marr ve Nishihara'nın veya Biederman'ın teorisine dahil edilmesi zor olan bir görev, kategori içi ayrımcılıktır. İnsanlar benzer bir konfigürasyonu paylaşan nesne sınıfları içinde çok daha ince ayrımları fark edebilirler. Örneğin, benzer iki köpek ırkı muhtemelen aynı üç boyutlu modeller olarak temsil edilir, ancak bu köpeklerin farklı ırklardan olduğunu ayırt etmek mümkündür. Aynı şekilde kendi evimizi herhangi bir evden ayırt edebiliriz. Marr ve Nishihara'nın veya Biederman'ın teorilerinde, tanıma süreci neredeyse tamamen pasif ve tek bir görüşe dayalı olarak düşünülmüştür. Nesnelere genelleştirilmiş konilerden veya geonlardan oluşan modeller olarak temsil edilmesiyle, bir bilgi hazinesi kaybedilir (12, 18). Tarr ve Bühlhoff'a göre (1995) görev, kolay kategorik ayırım (Örneğin; otomobiller ve bisikletler arasında ayırım) yapılmasını gerektirdiğinde görüş açısına bağlı olmayan mekanizmalar daha önemlidir (19). Görev zor kategorik ayırım (Örneğin; farklı otomobil markaları arasında ayırım) gerektirdiğinde ise, görüş açısına bağlı mekanizmalar öne çıkar (9).

2.2. Görsel Mekânsal İşlevler

Organizma tanıdık veya tanıdık olmayan ortamlarda hem kendi pozisyonunu hem de diğer canlı, cansız varlıkların mekânsal konumunu algılayarak, varlığını sürdürmesi için gerekli kaynaklara ulaşır ve varlığını tehdit eden uyaranlara tepkide bulunur. Mekânsal

algılama, organizmanın çevreye uyum sağlaması ve varlığını sürdürmesinde hayati bir öneme sahiptir (1, 5).

Görsel mekânsal yetenek, zihnin iki ve üç boyutlu mekânı nasıl organize ettiğini ve anladığını tanımlamak için kullanılır. Mekânsal bellek, zihinsel imgeleme, rotasyon, mesafe ve derinlik algısı, mekânsal gezinme ve görsel mekânsal yapı gibi çeşitli becerileri içerir (20).

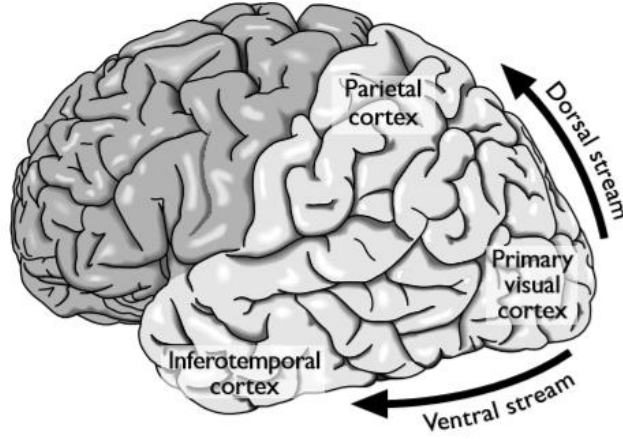
İnsanlar görsel mekânsal bilgiyi en az iki farklı şekilde işlerler. Nesnelerin görsel özellikleri, aralarındaki mekânsal ilişkiler ve hareketleri hakkında çevreden bilgi alan görsel (algı) sistemlerimiz vardır. Ayrıca görsel mekânsal bilgiyi, görsel sistemin izin verdiğiinden daha yapıcı ve daha az veriye dayalı bir şekilde işlememize izin veren zihinsel temsillerimiz de vardır.

Görsel mekânsal bilgilerin hafızadan alınmasıyla, geçmiş algısal deneyimleri yeniden düşünebilir veya "yeniden deneyimleyebilir" ve tanıdık ortamlarda gezinmeyi veya nesnelere gelecekteki etkileşimlerimizi önceden planlayabiliriz. Zihinsel temsillerin inşası yoluyla, görsel mekânsal unsurları zihinsel olarak yeni şekillerde birleştirebilir, bunlarda zihinsel dönüşümler gerçekleştirebilir veya simüle edebilir ve görsel ve mekânsal bilgileri içeren akıl yürütme ve problem çözme yapabiliriz. Bu yeteneklerin hepsi görsel algılamamanın ötesinde, görsel mekânsal bilişin özellikleridir (21).

2.3. Dorsal ve Ventral Akımlar

Retinadan korteksteki ilk birkaç sinapsa görsel bilgi taşıyan yollar çok sayıda işleme akımına ayrılır. Bilgilerin çoğu oksipital lobda bulunan V1 veya striat korteks olarak da adlandırılan primer görme korteksine gider.

Primer görme korteksinden iki ana lif demeti, görsel nesne tanımada önemli olan parietal ve temporal kortekse görsel bilgi taşır. Superior longitudinal fasikülüs, çoğunlukla primer görme korteksi ve diğer görsel alanlardan başlayıp parietal lobun arka bölgelerinde sona eren, dorsal bir yol izlerken, inferior longitudinal fasikülüs, primer görme korteksinden temporal lob içine ventral bir yol izler. Bu iki yola ventral (oksipitotemporal) akım ve dorsal (oksipitoparietal) akım denir (Şekil 12) (22).



Şekil 12. Dorsal ve ventral akımlar (4)

2.4. “Ne” ve “Nerede” Yolları

Oksipitotemporal ve oksipitoparietal yollar boyunca işleme ile farklı bilgi türleri elde edilmektedir. Ventral akım, neye baktığımızı belirlemek için yani nesne algılama ve tanıma için özelleşmiştir (4, 22). Nesnenin rengi, şekli gibi nesne özelliklerinin tanınmasında önemlidir (5). Dorsal akım ise mekânsal algı ve bir sahnedeki farklı nesnelere arasındaki mekânsal konfigürasyonu analiz etmek için yani bir nesnenin nerede olduğunu belirlemek için özelleşmiştir (4, 22). Görsel mekânsal algılama temelli bilişsel işlevlere aracılık etmektedir (5).

Ventral ve dorsal akımların ne olduğunun ayrışması için maymunlarda yapılan ilk lezyon çalışmalarında, ventral akımı bozan temporal lobda bilateral lezyonları olan hayvanlar, farklı şekiller arasında “ne” ayrımı yapmakta büyük zorluk çekmiştir (23). Bununla birlikte, aynı hayvanlar, bir nesnenin diğer nesnelere ilişkisi olduğunu belirlemede hiçbir sorun yaşamamışlardır, çünkü bu ikinci yetenek “nerede” sorusunun cevaplanmasına bağlıdır. Tersine, dorsal akımı bozan parietal lob lezyonu olan hayvanlar için de geçerlidir. Bu hayvanlar, bir nesnenin diğer nesnelere (“nerede”) göre yerini belirlemede güçlük çekmişler, ancak iki benzer nesne (“ne”) arasında ayrım yapmakta sorun yaşamamışlardır. Bu ve daha sonraki çalışmalar ventral akım veya oksipitotemporal yolun bir “ne” sistemi, dorsal akım veya oksipitoparietal yolun ise bir “nerede” sistemi olarak adlandırılmasına yol açmıştır.

Bir nesnenin kimliğini belirlemek için gerekli olan “ne” sisteminde nesne tanıdık geliyorsa, insanlar onu tanıyacaktırlar; eğer yeniyse, nesneyi benzer şekilli nesnelere

depolanmış gösterimleriyle karşılaştıracaklardır. “Nerede” sistemi, farklı nesnelere konumlarını belirlemekten daha fazlası için gereklidir; bu sistem, nesnelere etkileşimleri yönlendirmek için de önemlidir (22).

Her iki akımın farklı türdeki bilgileri işlemek için özelleşmiş olduğuna ve dorsal-ventral ayrımın korunduğuna dair kanıtlar olmasına rağmen, bu akımların prefrontal kortekste birleştiği görülmektedir. Böylece, prefrontal kortekste nesnelere görsel nitelikleri ile mekânda kapladığı yer bir bütün olarak anlam kazanır (4, 5).

Hem temporal hem de parietal loblardaki nöronlar geniş reseptör alanlara sahiptir, ancak; her lob içindeki nöronların fizyolojik özellikleri oldukça farklıdır. Parietal lobdaki dorsal akım nöronları birçok farklı uyarana benzer şekilde tepki verebilen, seçici olmayan reseptör alanlara sahiptir. Bir parietal nöron, görüş alanının yarısını kaplayan büyük bir nesne ile aktive edilebildiği gibi, küçük bir alanla sınırlı bir ışık noktası ile de aktive edilebilir. Bu nöronların % 40'ında merkezi görüş bölgesinin (fovea) yakınında reseptör alanlar olmasına rağmen, geri kalan hücrelerde foveal bölgenin dışında reseptör alanlar vardır. Foveal bölgenin dışında yer alan hücreler, özellikle uyarıcı görüş alanına yeni girdiğinde, bir uyarıcının varlığını ve yerini tespit etmede önemlidir. Temporal lobun ventral akımındaki nöronlar, dorsal akım nöronlarına göre çok daha seçicidir. Bu nöronlar, her zaman fovea bilgilerini temsil eden, geniş reseptör alanlara sahiptir. Nöronların çoğu sağ veya sol görme alanlarından herhangi birine giren bir uyarıcıyla aktive edilebilir. Merkezi görme, nesne tanıma odaklanmış bir sistem için idealdir. Doğrudan tanımlamak istediğimiz şeylere baktığımızda foveal görüş daha da keskinleşir. Temporal lobun görsel alanlarındaki hücreler, farklı bir seçicilik modeline sahiptir. Posterior bölgedeki hücreler işlemenin başlarında, tanımlanmak istenen nesnelere kenarları gibi nispeten basit özellikleri tercih ederler. İşleme akışında daha ileride olan diğer hücreler insan vücudunun parçaları, elma, çiçekler veya yılanlar gibi çok daha karmaşık özellikler için bir tercihe sahiptir (22).

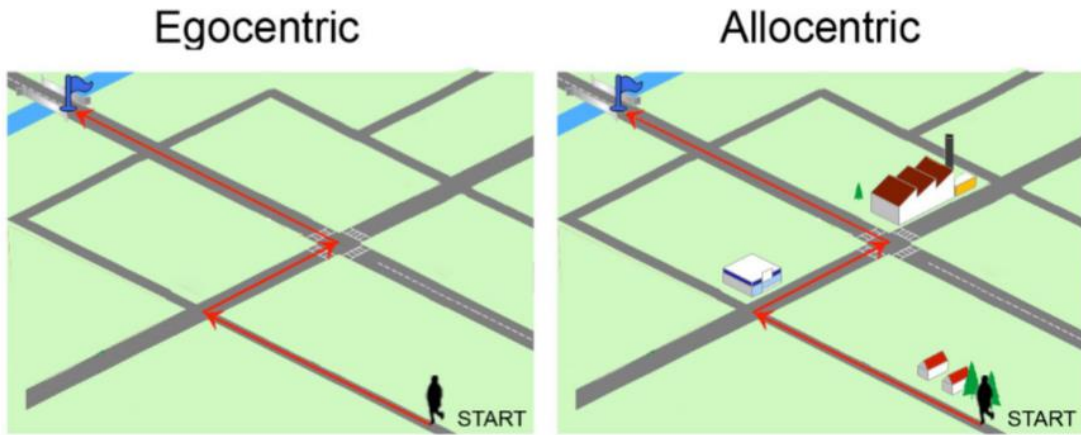
2.5. Nesne Merkezli (Allocentric) ve Kişi Merkezli (Egocentric) Algılama

Bir nesnenin mekânsal konumu, kişinin konumuna göre ya da kişinin konumundan bağımsız olarak farklı referans çerçeve sınıflarına göre temsil edilebilir: Kişi merkezli (egocentrik) ve nesne merkezli (allocentrik) (24).

Kişi merkezli çerçeveler, nesnelere pozisyonunu gözlemciye (ego) referansla kodlar yani, bir gözlemcinin gövdesi veya baş, kol gibi vücut parçalarına referansla mekânsal konumları tanımlar (Şekil 13) (1, 2, 24, 25). Bu referans çerçevesi kişi ile nesne ilişkilerine dayanır ve beden merkezli temsillerin yaratılmasına yol açar (1). Kişi merkezli temsiller

bireyin çevredeki yeri hakkında mekânsal bilgi içerir. Goodale ve Milner'e (1993) göre, bir eylemin planlanması ve yürütülmesi, hedef konumun vücuda göre temsil edilmesini gerektirdiğinden, görsel-motor kontrolde kişi merkezli bir çerçeve esastır (1). Görsel-motor sistem, hareketi planlamak için kullanılan görsel bilgilerin kodlanması ve işlenmesinde yer alır (26). Nesnelerin kişi merkezli gösterimleri, bir hedefe ulaşmak veya tehlikeli bir uyarandan kaçınmak gibi hedefe yönelik hareketlerin organizasyonu için kullanılabilir (24).

Nesne merkezli gösterimler, nesne konumlarını algılayıcının dışındaki boşluğa yönlendirir (Şekil 13). Farklı yazarlar, nesne merkezli temsiller için, "allocentric", "nesne tabanlı", "dünya merkezli" veya "bilişsel harita benzeri" ifadelerini kullanmışlardır (25). Nesne merkezli koordinat çerçeveleri, dünya temelli koordinatlar üzerine kurulur. Konumlar, kişinin pozisyonundan bağımsız (dünya merkezli temsiller) olarak nesneden nesneye ilişkiler kullanılarak tanımlanır (1). Nesne merkezli koordinat çerçevelerinde, nesnenin konumu, nesnenin kendi parçaları arasındaki mekânsal ilişkilere, çevresindeki nesnelerle ilişkisine, görsel ipuçlarına göre kodlanır (2, 5, 24). Bu bilgiler, çevrenin bir tür iç temsili olan bir "bilişsel harita" oluşturmak için kullanılabilir (2). Bu temsiller aynı zamanda, nesnelerin tanımlanmalarına da yardımcı olur (24).



Şekil 13. Hedefe ulaşmada kişi merkezli (egocentric) ve nesne merkezli (allocentric) temsiller (2).

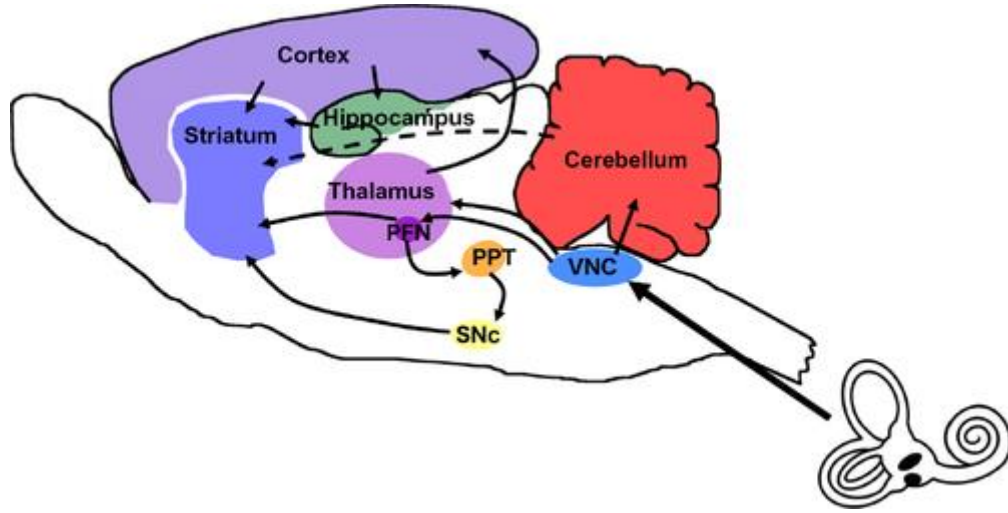
Kişi, hedefe (bayrakla işaretlenen nehir üzerindeki köprü) ulaşmak için, bir dizi sağ-sol vücut dönüşü (kişi merkezli strateji) veya çevresel ipuçlarını (nesne merkezli strateji) kullanabilir (2).

Günümüzde, artan sayıda bilişsel model, kişi merkezli ve nesne merkezli çerçeveler arasındaki ilişkiye odaklanmakta ve bu süreçlerin sağlıklı ve verimli mekânsal yetenekler

sağlamak için nasıl birleştiğini açıklamaya çalışmaktadır. Birçok yazar her iki çerçevenin de mekânsal gezinmeyi gerçekleştirmek için gerekli olan mekânsal temsillerin geliştirilmesine izin verdiğini kabul etmektedir. Başarılı bir mekânsal gezinme tek bir kareye dayanmaz, ancak çevresel gereksinimlere bağlı olarak farklı mekânsal stratejileri esnek bir şekilde değiştirme ve birleştirme yeteneğini gerektirir (1).

Ventral sistemin nesnelere tanıdığı ve bu nedenle nesne merkezli olduğu ileri sürülmüştür. Dorsal sistemin ise, bir nesneye ilişkin olarak bazı eylemlerin yürütülmesinde daha fazla kullanıldığı ve bu nedenle kişi merkezli referans çerçevesi kullandığı varsayılmaktadır (4).

Davranışsal çalışmalar ve beyin görüntüleme çalışmaları, kişi merkezli ve nesne merkezli stratejilere, bir dereceye kadar örtüşen farklı bir bilişsel sinir sisteminin aracılık ettiğini göstermektedir (2). Kişi merkezli çerçeve esas olarak kaudat nukleusa ve daha genel olarak medial parietal lob'a dayanır ve posterior parietal korteks a7'nin (Brodmann alan 7) farklı kişi merkezli temsillerin entegrasyonuna büyük bir katılımı vardır (1). Kişi merkezli mekânsal algılamada posterior parietal korteksin yanında frontal premotor korteksin de aktive olduğu ve bu aktivasyonun sağ hemisferde daha fazla olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (5). Anatomik çalışmalar, santral mekânsal bilginin işlenmesinde posterior parietal korteksin önemli rolünü desteklemektedir. Posterior parietal korteks, görsel, propriyoseptif ve vestibüler bilgiler gibi tüm ana duyuşsal bilgileri temsil eden kortikal alanlardan sinyaller alır ve bütünleştirir. Bunun yanında, orbito-frontal ve medial prefrontal korteksler ve striatum gibi hedefe yönelik davranışlarda yer alan kortikal bölgelere bağlıdır. Parietal korteks, ayrıca retrosplenial ve postrhinal korteks yoluyla hipokampal formasyonla karşılıklı olarak bağlantılıdır. Bazal gangliyon çekirdeklerinin bir parçası olan striatal kompleks de kişi merkezli bilgilerin işlenmesinde rol oynamaktadır. Başlangıçta bu çekirdeklerin hareket kontrolünde seçici olarak yer aldığı düşünülürken, güncel çalışmalar, bazal gangliyonların ve özellikle striatumun öğrenme ve hafıza da dahil olmak üzere önemli bilişsel işlevlere sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Dorsolateral striatum, posterior parietal korteksin yanında, dorsolateral prefrontal korteksten ve aynı zamanda kişi merkezli mekânsal bilginin işlenmesi için önemli olan vestibüler sistemden yoğun projeksiyonlar almaktadır (Şekil 14) (2).



Şekil 14. Vestibüler nukleus kompleksi striatuma bağlayan olası nöronal yollar (27)

PFN, parafasiküler nukleus; PPT, pedunculo pontin tegmental nukleus; SNc, Substantia nigra pars compacta; VNC, vestibüler nukleus kompleksi (27)

Nesne merkezli çerçevede, kişinin yönünden bağımsız olarak belirli mekânsal konumlarda ateşlenen hipokampus konum hücreleri önemli rol oynamaktadır. Nesne merkezli işlemlemeyi destekleyen diğer beyin alanları ise parahippokampal alan, medial temporal lob ve retrosplenial kortektir (1, 28). Nesne merkezli mekânsal algılama görevlerinin verildiği görüntüleme çalışmaları, bu görevler sırasında özellikle sağ hemisferde oksipital lob, posterior parietal lob ve dorsal premotor korteksin de aktive olduğunu göstermektedir (5).

Güncel bir meta-analiz, sağlıklı bireylerde fonksiyonel nörogörüntüleme çalışmalarını dikkate alarak mekânsal gezinmenin nöral korelasyonlarını araştırmıştır (29). Nesne merkezli stratejiler bilateral parahippokampal girus, precuneus, lingual girus, frontal korteks, sağ orta temporal girus, orta oksipital girus ve sol superior temporal girusu aktive etmiştir. Bu yapıların, mekânsal ilişkilerin detaylandırılması yoluyla nesne merkezli temsillerin oluşumu ve kullanımında rol oynadığı düşünülmektedir (30). Kişi merkezli stratejiler ise parahippokampal girus, serebellum, posterior singulat korteks, sağ kaudat çekirdeği ve amigdalayı aktive etmiştir. Sol parahippokampal girus ve posterior singulat korteks, bilateral precuneus ve sağ superior ve orta oksipital girus, orta frontal girus ve superior frontal girusta da aktivite artışı görülmüştür. Diğer çalışmalarla tutarlı olarak (24, 31), kontrast analizleri, fusiform girus, insula, lingual girus, precuneus, cuneus ve superior frontal lobun dahil olduğu kişi merkezli ve nesne merkezli temsiller arasında kısmen örtüşen bir sinir ağını ortaya çıkarmıştır. Kişi merkezli stratejiler, sağ hemisferde superior oksipital

girus, angular girus ve precuneusu kapsayan daha geniş aktivasyonlar göstermiştir (29). İnsanlarda yapılan fonksiyonel nörogörüntüleme çalışmaları, serebellumun da sanal gezinme görevleri sırasında aktive olduğunu göstermektedir (32).

2.6.Görsel Mekânsal Süreçler

Mekânsal biliş, nesnelerin zihinsel olarak ters yüz edilmesini, değişimlenmesini, imgeleme yeteneğini ve görselleştirme yeteneğini içermektedir (3). Görsel mekânsal algılamamanın kendi içerisinde birçok alt bileşeni bulunmaktadır. Farklı araştırmacılar görsel mekânsal yeteneği, görselleştirme, imgeleme, mekânsal bellek, mekânsal gezinme, yönelim, zihinsel döndürme, görsel mekânsal yapı gibi alt bileşenlere ayırmışlardır (3, 20, 33-36).

2.6.1. Görselleştirme

Görselleştirme, zihinde iki ve üç boyutlu nesnelerin imgelerini oluşturabilme, bu imgeleri değiştirebilme, kullanabilme ve döndürebilme yeteneğini ifade eder (5). Bir diğer deyişle görselleştirme, bir ya da daha fazla parçadan oluşan iki ve üç boyutlu nesnelerin veya bu nesnelerin parçalarının yer değiştirmesi sonucunda oluşacak yeni yapıları zihinde canlandırma becerilerini içerir. Hareketli parçalardan oluşan karmaşık şekilleri zihinde katlama ya da zihinsel bütünleştirme yoluyla iki boyuttan üç boyutluya dönüştürme gibi zihinsel eylemleri gerektiren işlemler görselleştirme içinde yer almaktadır (35). Çalışma belleğinde bir şekli tutma ve daha karmaşık bir şekil içinde gizlenen aynı şekli arama (Örneğin; gömülü şekiller) veya bir grup şekli inceleme ve daha sonra yeni bir tasarım oluşturmak için bunları zihinsel olarak birleştirme (Örneğin; tangramlar) veya her yüzeyinde ayrı bir resim olan küp şeklinde bir cismin alt yüzü üste gelecek şekilde döndürüldüğünde hangi yüzünde hangi resmin olacağını tahmin etme yeteneğini kullanma görselleştirmeye örnektir (37, 38). Nesne tabanlı mekânsal bir beceri olan görselleştirme, mekânsal bilginin çok aşamalı işlemlemesi sonucu oluşur (37).

2.6.2. İmgeleme

"Zihinsel imgeler" terimi, bir duyu uyarımı ile bağlantılı olarak ya da doğrudan bir duysal uyarın olmaksızın, organizmanın belleğinde duysal bilgilerin temsili ve beraberindeki deneyimine atıfta bulunmak için kullanılmaktadır (5, 39, 40). Bu tür temsiller bellekten geri çağrılır ve kişinin orijinal uyarının bir versiyonunu veya uyarınların yeni bir kombinasyonunu yeniden deneyimlemesine yol açar. Dış olaylar ya da iç çağrışımlar

zihinsel bir imajı tetikleyebilir (40). İmgeler aracılığıyla, görme alanı içerisinde bulunmayan nesnelere, olaylar ve mekânsal ilişkilerin devamlılığı sağlanır (5).

Görsel zihinsel imgelerin, şekillerin mekânsal düzenini somutlaştırdığı görülmektedir. Örneğin, “Hangisi daha uzun, bir eşeğin kulağı mı yoksa bir mısır başağı mı?” gibi soruları yanıtlamaya çalışırken nelerin meydana geldiğini düşünün. “Oturma odanızda kaç pencere var?”, “Hangisi daha geniş, bir ampul mü yoksa bir tenis topu mu?”. Çoğu insan nesnelere görselleştirdiklerini ve gerekli özellikleri “gördüklerini” bildirmektedir. Bu tür içgözlem görsel zihinsel görüntülerin nesnelere mekânsal geometrisini yeniden yapılandırdığını göstermektedir (41).

Görsel-mekânsal biliş çalışmalarının ana konularından biri, zihinsel imgeler olan, zihinsel görsel-mekânsal temsillerle ilgilidir (26). Shepard ve Metzler'in (1971) öncü katkısıyla başlayarak (42), zihinsel imgelerin incelenmesi mekânsal süreçlerin dikkate alınmasına doğru ilerlemiştir. 1970'lerin sonunda ve 1980'lerin başında görsel zihinsel görüntülerin doğası hakkında güçlü tartışmalar olmuştur. Bir grup araştırmacı (43, 44), zihinsel imgelerin deneyiminin altında yatan temsillerin, dilde kullanılanlarla aynı tipte olduğuna; bir grup araştırmacı ise (45, 46), bu temsillerin nesnelere tanımlamaya değil tasvir etmeye hizmet ettiğine inanmıştır. Tartışma zamanla gelişmiş, ancak her zaman görselleştirme deneyiminin altında yatan iç temsillerin doğası üzerine odaklanmıştır (47). Pylyshyn (1981), nesnelere ve mekânsal ilişkilerin zihinde bir dizi önermeyle temsil edildiğini savunurken (44), Kosslyn (1980), Shepard ve Metzler (1971), görsel mekânsal imgelerin zihinde sözel olarak bir dizi ifadeyle kodlanan bir süreç olmadığını, imgelerin görsel- mekânsal algılamaya atfedilen temsilleri ve işlemleri kullandığını belirtmişlerdir (42, 45).

İmgeler kişilere aittir, yani öznedir. Bu nedenle farklı insanların zihinsel imgeleri hakkında doğrudan gözlem yapılamaz.

Görsel imgeler önceden algılanmış nesnelere ve olaylar hakkında muhakemede bulunmaya ve yeni bilgilerin öğrenilmesine yardımcı olur. Bu, imgelerin uzun süreli bellekte depolanmasıyla ilgilidir. Görsel mekânsal imgeler uzun süreli bellekte depolanabileceği gibi sadece çalışma belleğinde de kullanılabilir. Çalışma belleğinde kullanılan imgeler, uygun depolama teknikleri kullanılmazsa veya kodlanarak uzun süreli belleğe kayıt edilmezse, oluşturulan imge sürekliliğini kaybeder. Bu haliyle imgeler geçici özellik taşıyıcı, sürekli değildir.

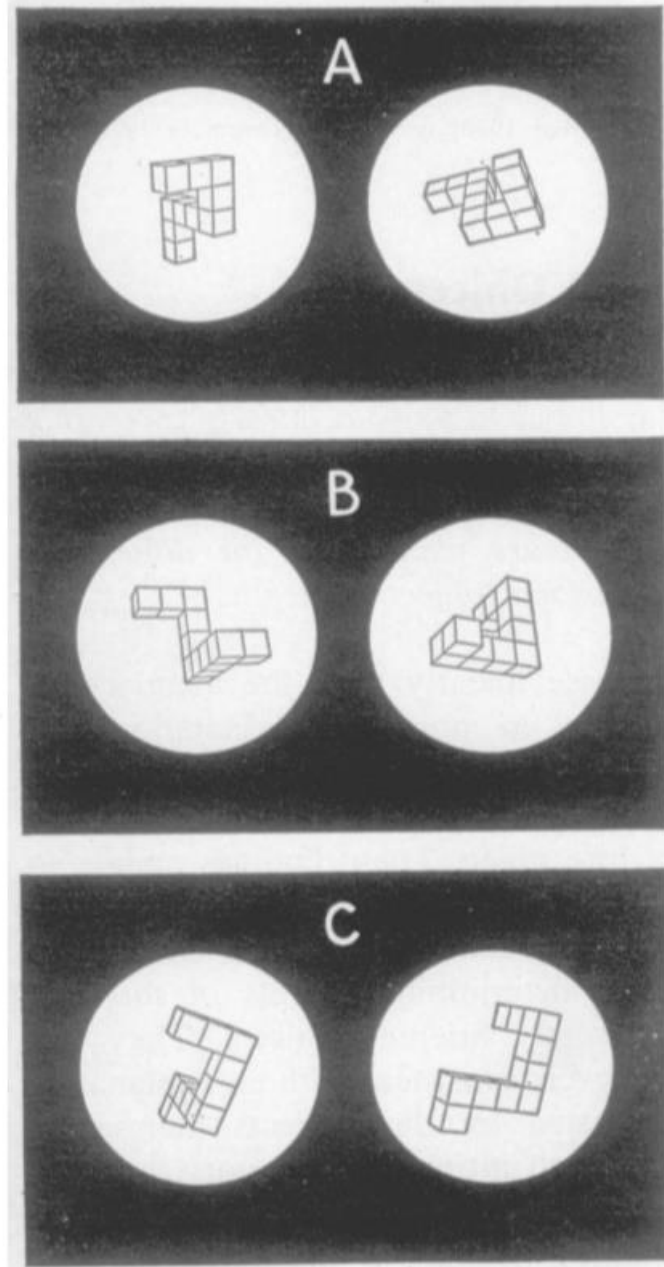
İmgelerin taranabilir özelliği vardır. Görsel bir manzara üzerinde bulunan yerlerin taranması için geçen süre ile bu manzaranın imgeleme yoluyla zihinden taranması için geçen süre benzerdir (5).

Nörogörüntüleme çalışmaları, orta temporal girus, inferior temporal girus ve fusiform girusun insan beynindeki görsel anıların yeri olabileceğini düşündürmektedir (48-50). Bir uyarıcıyı tanınması gerektiğinde bu alanlar seçici olarak etkinleştirilir (41).

2.6.3. Zihinsel döndürme

Zihinsel döndürme, görsel bir uyarının yeni bir yönde temsiline izin veren bir rotasyonel dönüşüm olarak tanımlanır (51). Zihinsel döndürme, bir nesneye veya nesnenin resmine bakma ve nesnenin zihindeki yönünü çeşitli açılardan değiştirerek üç boyutlu mekânda döndürüldüğünde veya ters yüz edildiğinde neye benzeyebileceğini görselleştirme yeteneğini gerektiren nesne merkezli bir beceridir (52, 53). Anahtarın hangi tarafa çevrildiğinde kapının açılacağını zihinsel olarak tahmin etmek zihinsel döndürmeye örnek verilebilir. Katlanmış bir kağıt üzerinde açılan deliklerin kağıt açıldığında nereye karşılık geleceğini bilmek de zihinsel döndürme yeteneğini gerektirir (5).

Zihinsel döndürme ile ilgili ilk deneysel çalışma Shepard ve Metzler (1971) tarafından yapılmıştır. Shepard ve Metzler, deneklere küçük küplerden yapılmış üç boyutlu nesnelerin birbirlerine göre döndürülmüş iki boyutlu şekil çiftlerini sundular. Şekiller ya birbirinin aynısı ya da ayna görüntüsüydü. Deneklerden yönelimdeki farklılıklara rağmen şekillerin aynı olup olmadığına karar vermeleri istenmiştir (Şekil 15).

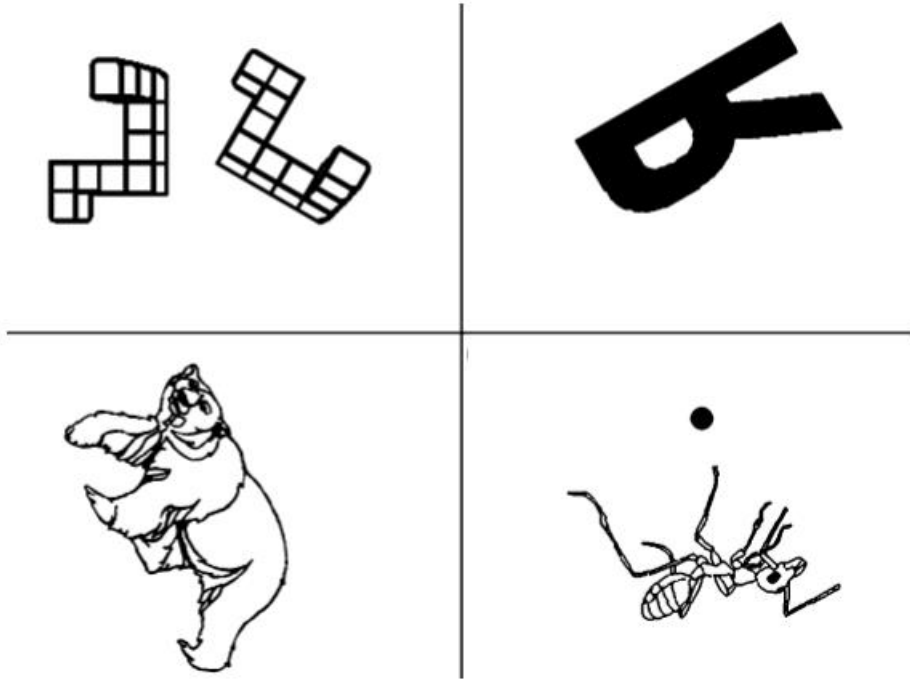


Şekil 15. Deneklere sunulan perspektif çizgi çizimleri çiftlerine örnekler (42)
(A) Resim düzleminde 80° dönüş ile farklılık gösteren "aynı" bir çift; (B) Derinlemesine 80° 'lik bir dönüşle farklılık gösteren bir "aynı" çift;
(C) Herhangi bir değişiklikle uyumlu hale getirilemeyen "farklı" bir çift (42).

Shepard ve Metzler, şekiller yönelim açısından farklılık gösterdiğinde, deneklerin şekilleri karşılaştırmak için şekillerden birini diğeriyle aynı açığa gelene kadar zihinsel olarak döndürdüklerini ve bunun şekiller arasındaki açısal mesafe arttıkça daha uzun sürmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Şekillerin aynı olduğunu doğrulamak için geçen süre (tepki

süresi), şekiller arasındaki açısal farklılıklarla doğru orantılı olarak artmıştır (42). Bu doğrusal artış, zihinsel döndürmelerin sabit bir hızda ilerlediğini göstermektedir.

Zihinsel döndürme görevlerinde farklı uyaranlar kullanılabilir (Şekil 16). Belirli bir uyaran için, zihinsel dönüşün sabit bir hızda gerçekleştiği düşünülür, ancak, hız, uyaranlar arasında değişebilir. Bloklardan yapılan üç boyutlu soyut şekiller, harfler, sayılar gibi alfasayısal karakterlerden veya yaygın nesnelerin çizgi çizimlerinden çok daha yavaş döndürülme eğilimindedir.



Şekil 16. Zihinsel döndürme görevlerinde kullanılan farklı uyaran örnekleri (51)

Zihinsel dönüş en kısa açı ile gerçekleşmektedir. Tepki süresi 180° (derece)'de pik yapar ve 180° etrafında simetrik olma eğilimindedir (51).

Zihinsel döndürme somut nesnelerin gerçek rotasyonuna benzemektedir. Hayal edilen dönüşümler ve fiziksel dönüşümler, benzer dinamik özellikler sergiler ve aynı hareket yasalarına tabidir.

Zihinsel dönüşler, parça parça bir şekilde gerçekleştirilmenin aksine bütünsel olmalıdır. Aynı zamanda, nesnenin veya şeklin görsel karmaşıklığına bağlı olmamalıdır. Fiziksel dönüşler, bir nesnenin birçok özelliğe veya parçaya sahip olması nedeniyle yavaşlamaz veya bozulmaz. Aynı şey zihinsel dönüşler için de geçerlidir (54). Cooper ve

Podgorny (1976), zihinsel döndürmenin sadece şekillerin karmaşıklığından değil, aynı zamanda referans şekiller ile aynı olan şekillerin birbirlerine ne kadar benzediğinden de bağımsız olduğunu bulmuşlardır (55).

Zihinsel döndürmenin bir diğer özelliği de fiziksel dönüşümler gibi sürekli olmasıdır. Zihinsel dönüşler, kademeli olarak arka arkaya döndürülen, ancak düzgün ve sürekli bir şekilde gerçekleştirilmesi gereken ayrı statik görüntü dizileri olarak meydana gelmemelidir. Yani, gerçek dönüşler gibi zihinsel dönüşler de, dönüşümsel yol boyunca tüm ara noktalardan geçmelidir. Örneğin, bir kişi bir deseni dik pozisyondan saat yönünde 90° döndürdüğünü hayal ederse, hayal edilen dönüş 0° ile 90° arasındaki tüm noktalardan geçmelidir.

Göz hareketlerinin zihinsel döndürme deneylerinde oynayabileceği olası rolün de değerlendirilmesi gerekir (54). Örneğin, Just ve Carpenter (1976, 1985), şekiller arasındaki açısal fark arttıkça, deneklerin sakkadik göz hareketlerinin de arttığını bulmuşlardır (56, 57). Bu bulgular, artan açısal fark ile tepki süresindeki doğrusal artışın, uyarıyı karşılaştırırken gerçekleştirilen göz hareketlerinin sayısının bir artefaktı olabileceğini düşündürmektedir (54).

Güncel çalışmalar, zihinsel döndürmenin nöral mekanizmalarını ve yaş, cinsiyet, el tercihi, motor aktivite, uyku durumu, matematik yetenekleri ve vestibüler bozukluklar gibi alanlarla ilişkisini araştırmaktadır (58-68).

Zihinsel döndürmede cinsiyet farklılıklarını araştıran çalışmalar erkeklerin verilen görevlerde kadınlara göre daha iyi performans sergilediğini göstermektedir (59, 63, 67).

Fonksiyonel nöro-görüntüleme ve olaya ilişkin potansiyeller (ERP) kullanan çalışmalar, görsel uyarıların zihinsel rotasyonunun oksipital, frontal ve özellikle parietal korteks alanlarını aktive ettiğini göstermiştir (65). Güncel bir çalışma (66), bilateral ön ventrolateral prefrontal korteksin (Brodmann alan (BA) 47, BA 12) ve posterior ventrolateral prefrontal korteksin zihinsel rotasyon görevi sırasında aktive olduğunu göstermiştir. Zihinsel döndürmenin altında yatan bilişsel süreçlerin nöral korelasyonlarını araştırmak için farklı beyin bölgelerinde hasarı olan hastalarla çalışmalar yapılmıştır. Kosslyn, Farah, Holtzman ve Gazzaniga (1985) sol yarıkürede beyin hasarı olan ayrık beyin (split brain) hastalarında zihinsel döndürmeden kaynaklanan aktivasyon paternlerinin gözlenemediğini bulmuşlardır (69). Beynin temporal ve frontal bölgeleri hasar gören hastaların, nesnelerin yönelimleri hakkında bilgi kullanmada zorluk çektiği bulunmuştur. Hastalar zihinsel döndürme görevleri yapabilmekte, ancak bu görevlerde uygun stratejiyi bulmakta güçlük çekmektedirler (70). Bu çalışmaların sonuçları, diğer bilişsel süreçler gibi zihinsel döndürmenin de farklı beyin

bölgelerini içerdiğini ve çeşitli bilişsel süreçlere dahil edilmesi gerektiğini göstermektedir (71).

2.6.4. Yönelim (oryantasyon)

Yönelim, görsel alan içerisindeki nesnelerin düzenini anlayabilme, nesnenin kendi parçaları arasındaki ve iki veya daha fazla nesne arasındaki konum ilişkilerinin karşılaştırılması ve vücudun pozisyonuna göre kişinin kendi yönünü belirleyebilme yeteneğidir. Yönelim, kişinin çevresi ile olan mekânsal ilişkilerini düzenlemesini sağlar.

Yönelimi oluşturmak için üç tip uzaysal bilgi kullanılmaktadır; çevreye ilişkin belirgin işaretler, coğrafik yönelim farkındalığı ve rota bilgisi. Kişinin çevresindeki bir yeri diğer yerlerden ayırt etmesini sağlayan, yani o yeri tanımlayan belirgin işaretler vardır. Bu işaretler arasında kurulan bağlantılar sayesinde çevredeki belirli güzergahlar kodlanarak rota bilgisi (Kişinin evden işe gitmesi gibi) oluşur. Coğrafik yönelim farkındalığı ise bir mahalle, üniversite yerleşkesi gibi büyük ölçekli bir mekânda kişinin kendi pozisyonunu belirlemesiyle ilişkilidir (3, 5).

2.6.5. Mekânsal bellek

Mekânsal bellek, organizmanın çevresinin geometri, göreceli konum, mesafe, boyut, yönelim ve koordinatlar gibi farklı bileşenleri hakkında bilgi içeren karmaşık bir yapıdır (20). Mekânsal bellek, mekânsal gezinme ve diğer hareket biçimleri sırasında edinilir (72). Nesnelere ve mekânda belirli yolların düzenlenmesi hakkında mekânsal bilgilerin kodlanmasından, depolanmasından ve alınmasından sorumludur (1, 73). Bu sayede insanların tanıdık ortamlarda yollarını bulmaları yani mekânsal gezinme sağlanır (72).

Mekânsal bellekte kişi merkezli ve nesne merkezli çerçevelerin rolü tartışılmıştır: Bazı modeller mekânsal belleğin esas olarak kişi merkezli temsiller tarafından desteklendiğini öne sürse de, birçok araştırma nesne merkezli temsillerin varlığını kanıtlamıştır. Bu nedenle, her iki referans sistemi de bellekteki mekânsal bilgileri yapılandırmak için gereklidir.

2.6.6. Mekânsal gezinme

Mekânsal gezinme, bir yerden bir yere bir rota bulma ve sürdürme yeteneğidir. Organizmanın kendi konumu veya hareketi hakkında sensörimotor bilgiler gibi farklı bilgi türlerinin detaylandırılmasını içerdiğinden karmaşık ve çok bileşenli bir bilişsel beceriyi temsil eder (1). Mekânsal gezinme için bilişsel yetenekler kadar etkili hareket üretmek için

bilişsel girdi kullanan motor yetenekler de önemlidir. İnsanlar gün içerisinde birçok kez mekânsal gezinme yeteneğini kullanmaktadır. İşe gitme, alışverişe gitme, arkadaşları ziyaret etme, hatta ev içinde bir odadan başka bir odaya geçme buna örnek verilebilir. Kişi başarılı bir mekânsal gezinme için, hareket ettikçe, hedefe göre nerede olduğunu, kaçınması gereken yerlerin ve nesnelerin nerede bulunduğunu bilmeli, yani, hareket ederken yönelimi korumalıdır (74).

Mekânsal gezinme, esas olarak vestibüler ve görsel ipuçları ile sağlanır ve üç boyutlu ortamdaki bireyin hareketlerinin sürekli temsilini gerektirir. Bu bilgi, hareket sırasında aktif bilişsel haritanın sürekli güncellenmesi için gereklidir (75).

Mekânsal gezinmenin iki bileşeni vardır; hareket ve yol bulma. Hareket, özellikle sınırlı ve yakın çevrelerle (ev gibi) koordine edilen vücut hareketidir. Hareket ettiğimizde, üzerinde durulacak yüzeyleri tanımlamak, engellerden ve bariyerlerden kaçınmak, hareketimizi algılanabilir yerlere doğru yönlendirmek ve kenarlara çarpmadan açıklıklardan geçmek gibi davranışsal sorunları çözmekteyiz. Hareketin aksine, yol bulma kişinin vücudunun bir ortamda etkili bir şekilde hedefe yönelik ve planlı hareketidir. Yol bulma bir yer hedefi yani, ulaşmak istediğimiz bir yer gerektirir. Bu hedef genellikle yerel çevrede değildir. Yol bulma, belirli bir anda duyuşsal ve motor sistemlerimiz tarafından doğrudan erişilebilen yakın çevrelerin ötesinde, büyük ölçüde uzak çevrelerle (Mahalle gibi) koordine edilir. İnternal olarak sinir sistemlerinde ve eksternal olarak haritalar gibi eşyalarda depolanan bellek, yol bulmada kritik bir rol oynar. Yol bulma ile gidilecek rotaları seçme, uzak yer işaretlerine doğru hareket etme, kısayollar oluşturma ve gezileri ve gezi sıralarını planlama gibi planlama ve karar almayı içeren davranışsal sorunlar çözülmektedir (74).

2.6.7. Mekânsal algı

Mekânsal algı, bir kişinin kendi vücudunun yönelimine göre nesnelere arasındaki ilişkiyi açıklayabilmesi olarak tanımlanmaktadır (33). Heddens ve Speer (2006), mekânsal algının, el göz koordinasyonu, şekil-zemin algısı, mekânda konum, görsel ayırt etme, görsel hafıza, algısal süreklilik ve mekânsal ilişkileri algılama gibi becerileri içerdiğini belirtmişlerdir. El göz koordinasyonu, görsel uyaranlar ile motor yanıtları bütünleştirmek anlamına gelir. Çocukların blokları üst üste dizmesi el göz koordinasyonu gerektirir. Şekil-zemin algısı, yapboz oyununda olduğu gibi karmaşık bir zeminde belirli bir figürü bulma becerisidir (76). Örneğin; duvarın üzerinde asılı bir resim veya sayfanın üzerindeki kelimeler düşünüldüğünde; şekil, resim ve kelimeler, zemin ise duvar ve sayfadır (77). Algısal süreklilik, şekilleri; büyüklükleri, yönelimleri ya da renk-gölge özellikleri değişse de

tanyabilmektir. Mekânda konum, nesnenin mekânda konumunu kendi konumu ile ilişkilendirmektir. Mekânsal ilişkiler ise hem nesnelere konumunu kendi konumu ile ilişkilendirmek hem de nesnelere başka nesnelere konumu ile ilişkilendirmektir (76).

2.6.8. Derinlik algısı

İnsanlar nesnelere birbirlerine göre mesafelerini değerlendirebilir, daha da önemlisi nesnelere üç boyutlu mekân içinde görebilirler. Halbuki retina iki boyutlu bir düzlemdir (77).

Derinlik algısı, yükseklik ve genişliği yansıtan retinadaki nesnelere iki boyutlu izdüşümlerine görsel sistem ve beynin üçüncü bir boyutu yani derinliği ekleme becerisini açıklar (78).

İnsanlar derinlik algısını sağlamak için çok sayıda ipucundan veya çevresel nitelikten yararlanırlar. Bu ipuçlarının çoğunu sağlamak için sadece bir göz yeterlidir (monoküler ipuçları), diğer ipuçları ise iki gözün birlikte kullanılmasını gerektirir (binoküler ipuçları) (77).

2.6.8.1. Monoküler ipuçları

Bir resim aslı kadar derinliğe sahip görünmese bile genellikle üç boyutlu izlenimi verir. İnsanlar resmin hangi kısımlarının yakında, hangilerinin ise uzakta olduğunu belirlerken derinlikle ilgili bazı ipuçlarından yararlanırlar.

Doğrusal perspektif: Büyüklükleri bilinen nesnelere uzaklaştıkça yakında oldukları duruma göre birbirlerine daha yaklaşmış ve uzak bir noktada birleşmiş gibi görünürler. Örneğin; demiryolu raylarının arasında durup, raylar gözlerle yakından uzağa doğru takip edildiğinde transversler gittikçe küçülüyormuş gibi, raylar ise birbirine yaklaşarak uzak bir noktada birleşiyor gibi görünürler (77).

Açıklık: Toz, sis, bulutlar ve su buharı nedeniyle havanın açıklığındaki değişiklikler nesnelere daha yakın ya da uzak görünmesine neden olur. Daha açık, net görünen nesnelere daha yakında algılanırken, daha buğulu görünen nesnelere ise daha uzakta algılanır (78). Örneğin, dağlık bir yörede havanın çok açık ve aydınlık olduğu bir günde dağın zirveleri yakın görünür. Hava biraz sisli ise bu zirveler yakındaki tepelerden çok daha bulanık ve uzak görünürler.

Araya girme: Bir nesnenin diğerinin görülmesini engellediği durumlarda, diğer nesnenin görülmesini engelleyen nesne daha yakın olarak görünür.

Gölgeler: Güneş tepede yer alır, binalarda da ışıklandırma genellikle aynı şekilde düzenlenmiştir. Buna göre beklenti gölgelerin ya nesnelere altına ya da arkalarına düşeceği yönündedir. Bu sayede gölgeler bir derinlik algısı yaratır.

Dokum: Kayalık bir çölde durup ileriye doğru bakıldığında uzaktaki kayalar ağtabakaya daha küçük imgeler halinde düşer. Uzaklık arttıkça, görsel imge dokulu görünümünü kaybederek daha ince grenli bir hal alır.

Hareket: Baş hareketiyle birlikte, görsel alandaki nesnelere de kişiye göre ve birbirlerine göre hareket ediyormuş gibi görünürler. Kişiye yakın nesnelere başın tersi yönde ve daha fazla miktarda, uzaktaki nesnelere baş ile aynı yönde ve az miktarda hareket ediyor gibi görünür. Bu etki hareket paralaksı olarak adlandırılır ve nesnelere göreli uzaklıkları hakkında bilgi verir (77).

2.6.8.2. Binoküler ipuçları

Gözler arasındaki mesafe nedeniyle nesnelere ufak açısal farklılıklarla bakılır. Bu açısal farklılık ağtabakalarda uyumsuzluk olarak adlandırılan ve söz konusu yapıdaki imgelerde küçük bir farklılığı içeren olaya neden olur. Bu, derinlik için önemli bir ipucudur. Belirtilen ipucunun işleyişine örnek olarak stereoskop verilebilir. Stereoskop, aralarında ufak farklılıklar olan iki resmin birine yalnız bir gözle, diğere de diğere gözle bakmayı sağlar. Gözler bu iki resme odaklandığında, resim tek görüntü halinde ve üç boyutlu bir görüntü gibi derinliğe sahip olarak görülür (77).

2.6.8.3. Çatışan ipuçları

Monoküler ve binoküler ipuçları genellikle birbirine yardımcıdır. Ancak ipuçlarının birbirleriyle çatıştığı durumlar da vardır, bu gibi durumlarda derinlik miktarında azalma olur. Örneğin, kağıt üzerine basılı bir manzara resminde monoküler ipuçlarının çoğu derinlik algısı için kullanılır. Ancak binoküler ipuçları resmin yassı olduğu yönündedir, bu nedenle, bu resimlerde gerçek manzaradaki kadar derinlik algılanamaz. Çatışan ipuçlarının olduğu durumlarda, algıyı engelleyen ipucu ortadan kaldırılarak derinlik artırılabilir. Örneğin, resmin olduğu kağıt boru halinde yuvarlanıp, resme bu borudan bir göz kapatılarak yalnızca tek göz ile bakıldığında çatışan bir ipucu olan çerçeve yani resmin kenarları görme alanının dışında kalmış olur. Bu da algılanan derinlikte artışa neden olur. Eğer boru bir başkası tarafından tutulursa, kollar ve vücuttan gelen çatışan ipuçları da ortadan kaldırılmış olur ve algılanan derinlik daha da artar (77).

2.7. Görsel Mekânsal Tarama

Görsel mekânsal tarama mekândaki görsel uyarının aranması, taranması ve bulunmasını içerir. Uyarının türüne ve sunulduğu düzene göre görsel mekânsal tarama değişmektedir. Denekler, çevredeki uyarılar organize olduğunda, uyarıların düzensiz olarak sunulduğu görevlere göre daha iyi performans göstermektedirler. Görsel mekânsal tarama, görsel mekânsal süreçlerin motor bileşenidir. Frontal göz hareketlerinin aktivasyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Hedef uyarının çok sayıda çeldirici uyarı arasından bulunmasını gerektiren tarama görevlerinde görsel mekânsal tarama süreleri farklılık göstermektedir. Hedef uyarının çeldirici uyarılardan tamamen farklı olduğu durumlarda, görsel mekânsal tarama süresinin çeldirici uyarı sayısından bağımsız olduğu bulunmuştur. Hedef uyarı ile çeldirici uyarılar arası benzerlik arttıkça hedef uyarının bulunması zorlaşmaktadır. Bu nedenle, hedef uyarı ile çeldirici uyarıların birbirine benzediği durumlarda çeldirici uyarı sayısına bağlı olarak görsel mekânsal tarama süresi artmaktadır. Bunun yanında görsel mekânsal tarama, görsel motor hız ve koordinasyondan da etkilenmektedir (5).

2.8. Görsel Mekânsal Dikkat

Görsel-mekânsal dikkat, mekânsal konumuna göre bir uyarı seçmeyi içerir (79). Kişiyeye aynı anda iki farklı nesne gösterilip bu iki nesneyi birbirinden ayıran özellikleri belirtmesi istenirse, kişi tek bir nesnenin gösterildiği duruma göre daha fazla hata yapacaktır. Bu, görme sisteminin görüş alanı içerisindeki birden çok nesneye dikkat etmek için rekabete girmesi ve dikkatin tek bir nesneye odaklanmasından kaynaklanmaktadır. Görsel mekânsal görevlerde başarılı bir performans sergileyebilmek için odaklanmış ve sürekli dikkatin kullanılması gerekmektedir. Kişi, çeldirici uyarıların hedef uyarıyı ayırt edebilmek için dikkatini hedef uyarıya odaklamalı ve bunu görev boyunca sürdürmelidir (5). Görsel mekânsal dikkat, okuduğumuz bir kitaptaki kelimelere dikkatimizi yönlendirmek veya kahvaltıda ne yediğimizi hatırlamaya çalışmak gibi istemli olabilir ya da sınıfın kapısında bir hareketin dikkatimizi çekmesi ve o tarafa bakmamız veya restoranda camın kırılması sonucu gördüğümüz hızlı görüntüye verdiğimiz tepki gibi refleksif olabilir (79).

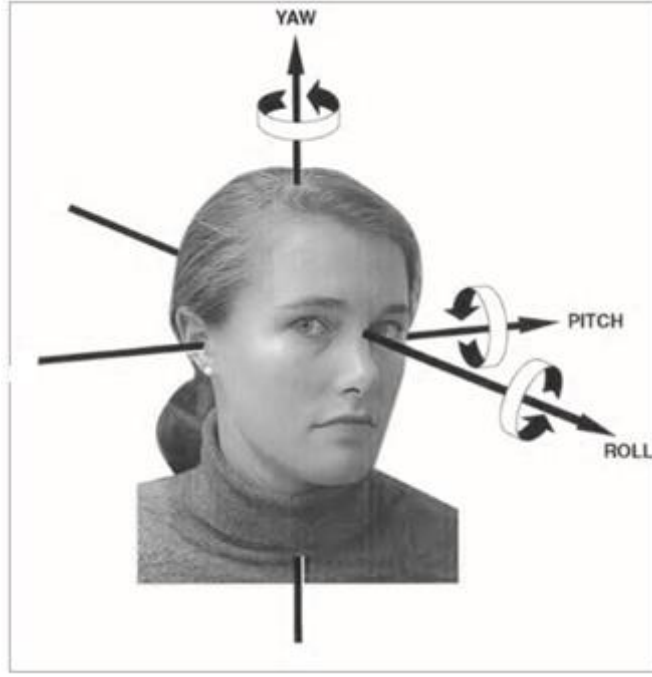
Farklı araştırmacılar dikkatin görsel-mekânsal dağılımını araştırmışlardır. Mesulam'a (1985, 1998) göre, görsel-mekânsal dikkatin duyu, motor ve güdü olmak üzere üç temel davranışsal bileşeni vardır. Duyusal bileşen, dış mekânın içsel temsilini, motor bileşen, mekândaki uyarının taranması ve bulunmasını, güdü bileşeni ise mekândaki uyarı ile ilgili

ilgi ve beklentilerin oluşmasını sağlamaktadır. Farklı beyin alanları ekstrapersonal alandaki yönelmiş dikkate aracılık etmektedir. Buna göre, dikkatin duyu bileşeninin bozulması mekândaki görsel uyaranların farkedilememesine ve algısal yanılgılara yol açmaktadır. Motor bileşenin fonksiyonel bozukluğu ise çevredeki uyaranların aranması, taranması ve bulunmasında zorluklara ve yönelimde yetersizliklere neden olmaktadır. Dikkatin güdü bileşeninin fonksiyonel bozukluğu ise mekândaki olayların duygusal değerini azaltmaktadır. Mesulam'a (1985) göre, sağ parietal lob dikkatin duyu bileşenini, frontal göz alanları motor bileşenini, singulat girus ise motivasyon bileşenini düzenlemektedir. Bu yapıların dışında, pulvinar nukleus ve superior kollikulus da görsel mekânsal dikkatte rol almaktadır (80, 81). Posner ve Petersen (1990) ise, görsel-mekânsal yönelmiş dikkati üç temel bileşene ayırmışlardır; istenmeyen uyarandan (çeldirici uyaran) dikkatin çekilmesi, dikkatin başka bir uyarana kaydırılması ve hedef uyarana odaklanma. Bu bileşenlere de farklı beyin alanları aracılık etmektedir. Sağ posterior parietal lob, görsel mekândaki istenmeyen uyarandan dikkatin çekilmesinde, superior kollikulus dikkatin başka bir uyarana kaydırılmasında, talamusdaki pulvinar nukleus görsel mekândaki hedef uyarının seçilmesinde görev almaktadır (82). Mesulam ve Posner'in görsel mekânsal dikkat modelleri bazı farklılıklar göstermesine rağmen, genel olarak birbirine benzemektedir (3, 5).

2.9.Vestibüler Sistem ve Bilgi

İç kulaktaki denge organı; “vestibüler sistem”, ilkel omurgasızlarda yerçekimi vertikalliği hissi sağlamak için 500 milyon yıldan daha önce evrimleşmiştir. Görsel sistemden önce gelişen bu duyu sistem oryantasyon ve hareketlilik için kritik öneme sahiptir (83).

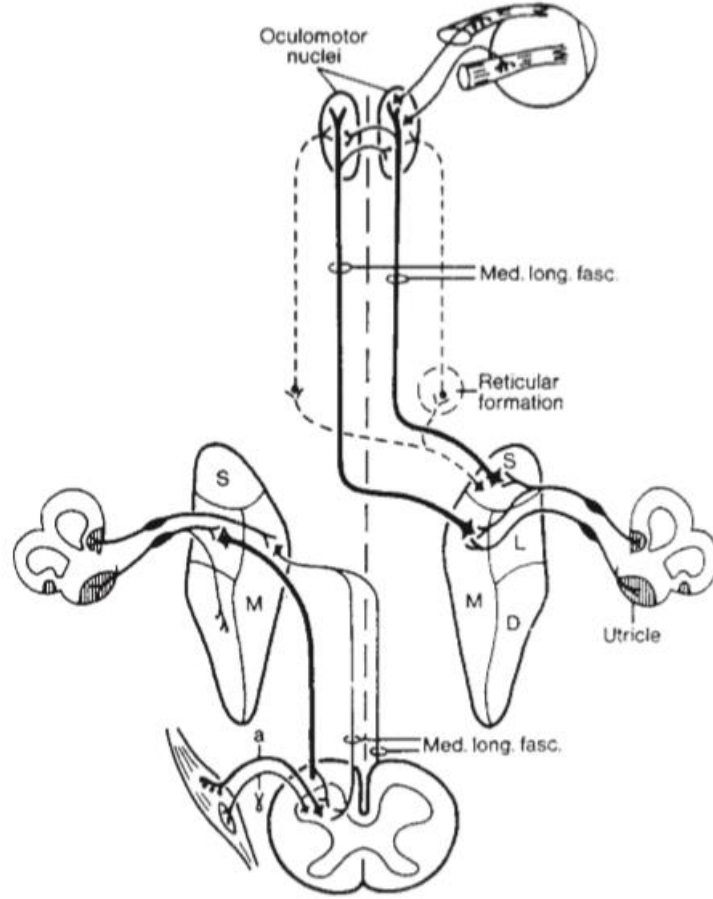
Vestibüler sistem, iki temel uç organdan oluşur: otolit organlar ve semisirküler kanallar. İki otolit organ; utrikül ve sakkül, üç ana ekseninde doğrusal ivmeye cevap verir. Öncelikle postürün kontrolünden, yerçekimine göre oryantasyondan, hareketler sırasında vertikal kolonun yerçekimine göre kaymasını kompanse etmek için sempatik uyarılmadaki değişikliklerden ve vücudun konumlandırılmasından sorumludur. Buna karşılık, semisirküler kanallar pitch, roll ve yaw'da açısal hareketlere tepki verir (Şekil 17) (84).



Şekil 17. Vestibülooküler refleksin üç ana eği düzleminin şematik gösterimi (85)

yaw = dikey z eksenini etrafında yatay dönüş; pitch = binaural y eksenini etrafında dikey dönüş; roll= x eksenini etrafında dikey dönüş ("görüş açısı") (85)

Vestibüler sistemin bakış stabilizasyonu ve dengenin korunmasındaki rolü refleks mekanizmalarıyla sağlanır (7, 20). Vestibüler duyuşal bilgi, iç kulaktan başlayarak sekizinci sinir ile vestibüler çekirdeklere ulaşır. Vestibüler çekirdeklerin, oküler motor çekirdeklerle bağlantıları vestibülooküler refleksini meydana getirir (Şekil 18) (86). Vestibülooküler refleks sayesinde, vestibüler sistem, dünyanın görüntüsünü retina üzerinde sabit tutan hızlı telafi edici göz hareketleri oluşturarak, istenmeyen kafa hareketi sırasında net görüşü sağlar (83). Vestibüler çekirdeklerden başlayan inen bağlantılar medulla spinalise ulaşarak vestibülospinal refleksini meydana getirir (Şekil 18) (86). Vestibülospinal refleks, hareket sırasında duruş dengesini korur (83). Bu kritik beyin sapı reflekslerine girdi sağlamanın yanısıra, vestibüler sistem, mekânsal bellek ve gezinme gibi üst düzey bilişsel süreçler için kullanılan baş hareket ve oryantasyonu hakkında subkortikal ve kortikal yapılara bağlantılar gönderir (7, 20). En büyük vestibüler projeksiyon bölgesi parietal-insular ve temporo-parietal korteksi içeren posterior Sylvian bölgesinde yer almasına rağmen, hipokampus ve parahippokampal girus dahil medial-temporal kortekse önemli ve spesifik bir vestibüler projeksiyon vardır (84).



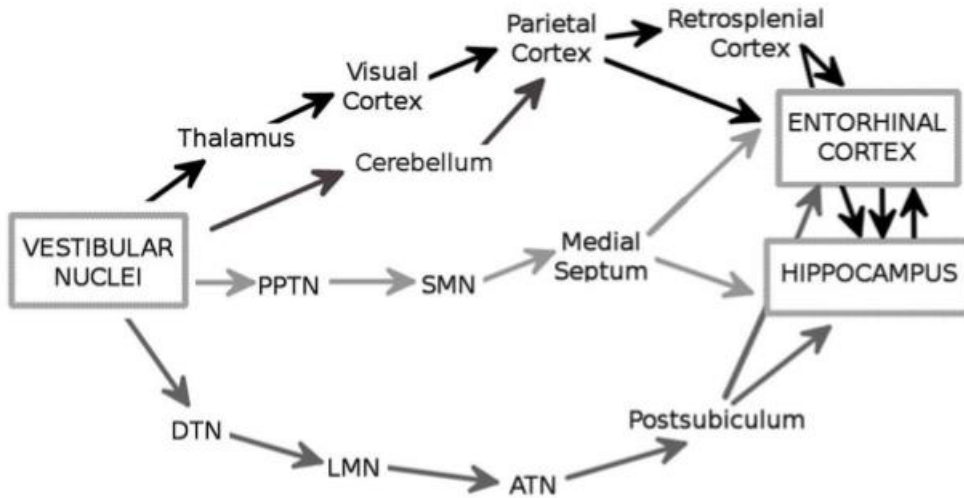
Şekil 18. Vestibüloöklüler ve vestibülospinal refleks arkları (87).

S, L, M ve D sırasıyla superior, lateral, medial ve inferior (descending) vestibüler çekirdekleri gösterir. Lateral vestibülospinal ve medial vestibülospinal yollar, sırasıyla lateral vestibüler çekirdek ve medial vestibüler çekirdekten başlayarak kalın ve ince çizgiler ile gösterilmiştir (87).

Vestibüler duyu her iki hemisferde temsil edilir. İki taraftan gelen vestibüler duysal uyarılar hemisferler arası kallozal bağlantıların varlığını gerekli kılar (86). Fonksiyonel nörogörüntüleme çalışmaları, vestibüler kortikal fonksiyonlar açısından dominant olmayan hemisferin dominans gösterdiğini ortaya koymuştur (88, 89). Sağ el dominansı olanlarda sağ, sol el dominansı olanlarda sol hemisfer dominanttır. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme galvanik vestibüler stimülasyon ile posterior insula, retroinsular bölgeler, inferior parietal lob, superior temporal girus, anterior singulat girus, prekuneus ve hipokampusta aktivasyon gösterilmiştir. Parieto-insüler vestibüler korteks olarak adlandırılan bu bölgelerin aktivasyonu asimetric olup uyarılan kulak tarafında, dominant olmayan hemisferde daha güçlü bulunmuştur (88). Görsel uyarılmış hareket algısı vestibüler

olmayan medial parieto-oksipital korteksin bilateral aktivasyonu parieto-insüler vestibüler korteksin bilateral deaktivasyonu ile sağlanır (86).

Vestibüler girdinin özellikle dikkat çektiği alanlardan biri hipokampustur (83, 90). Vestibüler sinyali mekânsal bilişte yer alan serebral kortikal merkezlere ve özellikle hipokampal formasyona ve entorhinal kortekse ileten birçok yol vardır. Vestibüler nukleus kompleksten elde edilen çıktılar, talamus çekirdekleri, yani lateral posterior, medial genikulat ve ventrolateral genikulat çekirdekler aracılığıyla görsel ve parietal korteksler dahil olmak üzere çeşitli kortikal bölgelere vestibülokortikal yollar yoluyla taşınır. Bunun yanında, vestibülo-serebellar-kortikal yol, vestibüler bilgiyi parietal ve retrosplenial kortekslere iletir. Buradan entorhinal korteks yoluyla hipokampusa vestibüler bilgi iletilir. Vestibüler nukleus kompleksten çıkan lifler lateral mamiller nukleusa bağlantılar gönderen dorsal tegmental nukleusla bağlantılıdır. Buradan çıkan bilgiler daha sonra, anterodorsal talamik nukleus ve postsubikuluma iletilir. Bu yol da hipokampusa girdi sağlar. Son olarak, vestibüler bilgilerin, pedunculo pontin tegmental nukleus, supramamiller nukleus ve medial septumu içeren sistem yoluyla hipokampusa ulaştığı düşünülmektedir (Şekil 19) (91).



Şekil 19. Vestibüler sinyallerin hipokampusa ulaştığı ana anatomik yollar (91)

PPTN: Pedunculo pontin nukleus, SM: Supramammilar nukleus, Medial septum; DTN: Dorsal tegmental nukleus, LMN: Lateral mamillar nukleus; ATN: Anterodorsal talamik nukleus (91)

Hipokampus, bellek, mekânsal gezinme ve bilişte kritik bir işlev görür. Hipokampusun ortamın mekânsal temsili ve belirli olayları hatırlama yeteneği ya da epizodik bellek için gerekli olduğu konusunda fikir birliği vardır. Hipokampus, deneyimleri

ilişkilendirmek için mekânsal ve zamansal bir çerçeve sağlayarak, organizmanın deneyimlediği dünyanın 'bilişsel bir haritasını' oluşturur. Bilişsel bir harita, ortamdaki nesnelere, bu nesnelere göre konumunu ve bu nesnelere bir hareket boyunca nasıl etkileştiklerini yakalayan bir ortam düzeninin dahili bir temsilidir (92).

Hipokampus, hem birbirleriyle hem de diğer yapılarla yoğun bağlantılar içinde olan hücreler barındırır. Yer haritası ve yönün algılanmasında birlikte çalışan hücreler organizmanın belirli bir mekânda yolunu bulmasını sağlar. Hayvanlar, nesnelere nerede olduğu, avcının en son nerede görüldüğü gibi olayları anımsayarak bir taslak bellek oluştururlar. Bu durum, hayvanların yiyecek ve su bulma ve daha sonra yuvalarına geri dönmeleri, tehlikelerden korunabilmeleri ve yaşamlarını sürdürebilmeleri açısından oldukça önemlidir (93).

Mekânsal bilgi ile ateşlenen üç tip hücre bulunur; baş yönü hücreleri, yer hücreleri ve grid hücreleri (25, 86). Baş yönü hücre sistemi, baş yönüne spesifik ateşleme gösteren hücreler içeren bir ağıdır. Baş yönü hücrelerinin ateşlenmesiyle hedef yön seçimi ve açısal oryantasyon kodlanır. Baş yönü sinyalleri üretimi vestibüler çekirdeklerden gelen açısal baş hızına dayanır ve dorsal tegmental nükleus ve lateral mamiller nükleuslarda oluşur. Bu sinyaller mamillotalamik traktus ile dorsal talamus, postsubikulum, entorhinal kortekse ulaşır. Sinyal üretimi için semisirküler kanallar gerekli iken, sinyalin stabilitesinde otolit organlar rol alır. Baş yönü sinyalleri, vestibüler bilgiyi, mekânsal gezinmede rol alan üst merkezlere taşır. Çıkan yollar boyunca iletimde bozulma mekânsal gezinmeyi bozar (86). Kemirgenlerde yapılan lezyon çalışmaları, baş yön hücre sisteminin bozulmasının parahipokampal grid hücre fonksiyonunu bozduğunu ortaya koymuştur (75).

Yer hücresi ateşlenmesi ile mekânda oryantasyon kodlanır (86). Mekânsal gezinme ve bellek sırasında, hipokampal yer hücrelerinin bilişsel haritaların oluşturulmasında önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (1).

Mekânı ve mekândaki konumumuzu nasıl algıladığımız eskiden beri önemli bir araştırma konusu olmuştur (93). Tolman (1948) insan ve hayvan beyinlerinde konumsal çevre ile ilgili bir harita olduğunu ve deneyimlerini bu haritaya kodladığını ileri sürmüştür (94). O'Keefe ve Dostrovsky (1971) hipokampusda yer hücreleri olduğunu keşfetmişlerdir (95). Bu hücrelerin organizma belirli konumlara geldiğinde aktive olduğunu görmüşler ve bu hücreleri yer hücresi (konum hücresi) olarak adlandırmışlardır. Bu hücreler genellikle hipokampusun CA3 ve CA1 ("Cornu Ammonis" olarak da anılan hipokampus, Cornu Ammonis'in İngilizce baş harflerini temsilen "CA" olarak da ifade edilebilmekte ve hücre yapısındaki değişikliklerden dolayı CA1, CA2, CA3 ve CA4 gibi farklı alanlara

bölünmektedir.) bölgelerinde bulunan bir piramidal nöron tipidir. Bulunulan mekânsal konum hakkında beyin tarafından edinilen bilgiler bu hücrelere ulaştırılmaktadır. Bu hücrelerin bir kısmının, organizma belirli bir konumda iken aktiviteleri artmaktadır. Organizma bu konuma tekrar geldiğinde aktivitede yine artış meydana gelmektedir. Eğer organizma bir konumdan başka bir konuma geçerse bu sefer hipokampusun başka bir bölümündeki yer hücrelerinin etkinlikleri artmaktadır. Böylece, farklı hücreler çevrenin farklı bölümlerini kodlayarak çevrenin bilişsel bir haritası oluşturulur (93).

O'Keefe ve Conway (1978) yer hücrelerinin mekân içindeki konum bilgisini dinamik ve devamlı olarak güncellediğini bulmuşlardır (96). Daha sonra Hafting, Fyhn, Molden, M. B. Moser ve E. I. Moser (2005) entorhinal korteks içerisinde grid hücrelerini keşfetmişlerdir (97). Tamamen yeni bir tür mekânsal temsil olan grid hücrelerinin son zamanlarda keşfedilmesiyle, mekânsal yerin sinirsel temsillerinin belirli özelliklerinin tanımlanmasında son yıllarda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (28). Grid hücreleri beyinde bir koordinat sistemi oluşturarak eksiksiz bir yol bulma ve konumlandırmayı sağlamaktadır. Daha sonra, hayvan, mekânsal gezinme sırasında duvar veya eşik gibi bir sınıra gelince aktive olan sınır hücreleri keşfedilmiştir ve hipokampusta zaman hücrelerinin de olduğu gösterilmiştir. Zaman hücreleri geçmiş olayların zamansal bilgilerini taşırlar. Organizmanın hareket aralıklarındaki değişikliklerle zaman hücreleri aktive olurlar (98).

Vestibüler sistem ve diğer birçok sistemden uyarı alan hipokampusun bu uyarıları kaydetmesi ve mekânsal konumlamayı sağlayabilmesi için yer hücreleri ve zaman hücrelerinin uyumlu çalışması gerekmektedir. Son yıllarda yapılan bir çalışma, zaman hücrelerinin daima zaman hücresi olarak mı kaldığını yoksa yer hücresine mi dönüştüğünü araştırmıştır. Kimi araştırmacılar zaman hücrelerinin gerektiğinde yer hücresi gibi davrandığını ileri sürmüş olsa da bu konu henüz netlik kazanmamıştır. Bunun yanında yer hücrelerine gerekli bilginin nereden geldiği ile ilgili güncel çalışmalar entorhinal korteksi işaret etmektedir (99).

Kişinin mekânda lokalizasyon ve hareket temsilleri vestibüler sistemin yanında görsel girdilere de bağlıdır. Görsel sistem, görsel hedefe yönelme ve mesafe tahmini için, vestibüler sistem ise bahsedildiği gibi rota belirleme ve yön tayini için gereklidir. Fareler, bilateral vestibüler lezyon sonrası karanlık ortamlarda görsel girdi olmadığında yuvalarına dönmekte başarısız olmaktadır. Karanlık ortamlarda daha belirgin olmakla birlikte bozukluğun aydınlıkta da devam ettiği görülmüştür.

Görsel sistem ve vestibüler sistem arasında resiprokal bir inhibisyon söz konusudur. Oksipito-parietal alanların aktivasyonu parieto-insüler vestibüler korteksin deaktivasyonu

ile sonuçlanır. Galvanik vestibüler uyarım ile de görme korteksinde bilateral sinyal azalması olduğu gösterilmiştir. Bu durum, daha az güvenilir duysal bilgilerin baskılanması ve buna bağlı olarak, uyumsuz duysal girdilerin oluşturduğu çelişkinin düzeltilmesi ile açıklanmıştır. Hareket ile ilgili vestibüler bilgi hızlanma veya yavaşlama sırasında ortaya çıkar, sabit hızlı hareket sırasında ortadan kalkar ve santral sinir sistemi görsel bilgiye dayanarak hareketi algılar. Örneğin; sabit hızda giden bir arabada hareket hissi görsel bilgiye dayalıdır. Arabanın hareketi sırasında yapılan baş hareketleri hareket algısında hatalara yol açar. Vestibüler sistem baskılanarak bu durum düzeltilir. Uyarın tipine bağlı olarak hareket sırasında vestibüler veya görsel bilgiler ön plana çıkar. Görsel-vestibüler resiprokal inhibitör etkileşim sayesinde dominans bir sistemden diğerine geçer. Bu sayede temel hareket yönü dışındaki yönlerde meydana gelen baş hareketleri ile ortaya çıkan görsel-vestibüler uyumsuzluklar giderilir (86).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA19/265) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir (Ek 1).

3.1. Bireyler

Araştırmaya, 55 yaş ve üzeri Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 olan erişkinler (çalışma grubu) ve Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan (kontrol grubu) çalışmaya katılmaya gönüllü erişkinler dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan her katılımcıdan “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” onayı alınmıştır (Ek 2). Örneklem büyüklüğü GPower 3.1 programı kullanılarak yapılan güç analizi ile en az 52 birey (Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 olan 26 birey, Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan 26 birey) olarak belirlenmiştir. Katılımcılara, Mini Mental Durum Testi (Ek 3), Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji Kliniği’nde araştırmacı uzman odyolog tarafından ‘Standardize Uygulama Kılavuzu’ (100) (Ek 4) referans alınarak uygulanmıştır.

Katılımcılara, testler uygulanmadan önce bir kulak burun boğaz uzmanı tarafından kulak burun boğaz muayenesi yapıldıktan sonra, immitansmetrik değerlendirmeler, saf ses odyometri, videonistagmografi ile spontan nistagmus testi ve pozisyonel testler uygulanmıştır. Buna göre; çalışmaya kabul kriterlerine uygun olan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir.

Araştırmaya dahil olma kriterleri,

Her iki grup için,

- 55 yaş ve üzerinde olma
- Normal kulak burun boğaz muayene bulgularına sahip olma,
- Elektroakustik immitansmetri (GSI Tymptar Version 2 (Grason Stadler Inc., MN, USA) elektroakustik immitansmetre kullanılarak yapılmıştır.) değerlendirmesinde Tip A timpanogram (-100 daPa (dekapascal) ile +50 daPa basınç aralığında tepe veren, 0.3-1.6 ml (mililitre) veya 0.35-1.4 ml aralığında normal amplitüde sahip timpanogram eğrisi) elde edilmesi ve saf ses odyometri testinde (Industrial Acoustic Company (IAC) Inc. standardındaki sessiz odalarda Interacoustics- AC40 Clinical Audiometer cihazı ile yapılmıştır. Tüm bireylerin 250-8000 Hz (Hertz) arasında hava

yolu işitme eşikleri TDH-39P Telephonics kulaklıklar kullanılarak, 250-4000 Hz arasında kemik yolu işitme eşikleri Radioear B71 kemik vibratörü kullanılarak ölçülmüştür.) iletim tipi işitme kaybının olmaması,

- Vestibüler fonksiyonu etkileyebilecek ilaç kullanımının olmaması (streptomisin, gentamisin gibi ilaçlar),
Sağlıklı erişkinler için,
- Mini Mental Durum Testi skorlarının 25 ve üzerinde olması,
Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 arası olan erişkinler için,
- Alzheimer, demans gibi bilişsel fonksiyonu etkileyebilecek herhangi bir hastalık hikayesinin olmaması olarak belirlenmiştir.
Araştırma dışı bırakılma kriterleri,
Her iki grup için;
- Test prosedürlerini anlamakta zorluk,
- Testleri uygulamaya engel olacak körlük ve/veya boyun, bel hareket kısıtlılığının/ omurga instabilitesinin olması, psikiyatrik ve/veya nörolojik bir hastalığın olması,
- Vestibüler hastalık hikayesinin olması,
- Videonistagmografi ile spontan nistagmusun olması,
- Videonistagmografi ile pozisyonel testlerde anterior, posterior ve/veya lateral kanal Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo'yu düşündürecek veya herhangi bir vestibüler patolojiyi düşündürecek bir bulgu elde edilmesi olarak belirlenmiştir.

3.2. Gereç ve Yöntem

Katılımcıların Mini Mental Durum Testi skorları ve yaş, cinsiyet, el dominansı ve öğrenim durumu bilgileri kaydedilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylere Başkent Üniversitesi Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji Ünitesi'nde vestibüler testler ve Zihinsel Döndürme Testi uygulanmıştır.

3.2.1. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testi

Katılımcılara servikal ve oküler VEMP testleri uygulanmıştır. Miyojenik potansiyellerin kaydı için Interacoustics Eclipse VEMP (Smart EP 25) cihazı ile ER3A (Etymotic Research Inc, Illinois, USA) insert kulaklık kullanılmıştır. Testler, katılımcılar sandalyede otururken gerçekleştirilmiştir. İlk olarak katılımcıların peeling jel ile cilt temizliği yapılmıştır. Her test için beş adet tek kullanımlık Ag/AgCl (Ambu Blue Sensor N

ref No N-00- S/25) kendiliğinden yapışkanlı yüzey elektrodu kullanılmıştır. Test esnasında elektrot impedansının 5 kohm'un altında olmasına dikkat edilmiştir.

Servikal VEMP testinde (sVEMP), referans elektrot sternokleidomastoideus (SKM) kasının orta 1/3'ü üzerine, aktif elektrot SKM kasının sternuma yapıştığı sternoklavikular eklem üzerine ve toprak elektrot alın ortasına (Fz) yerleştirilmiştir. Katılımcıdan başını fleksiyona getirerek test edilen kulağın kontralateraline doğru baş rotasyonu yapması istenmiş ve böylece SKM kasının tonik aktivasyonunun sağlanması amaçlanmıştır. İnsert kulaklık ile uyarın verilirken, ipsilateral SKM kasında oluşan inhibitör miyojenik aktivite ölçülmüştür.

Oküler VEMP (oVEMP) testinde referans elektrot infraorbital rime, aktif elektrot çeneye ve toprak elektrot alın ortasına (Fz) yerleştirilmiştir. Katılımcıdan, bir metre uzaklıktaki, göz nötral bakış çizgisi ile horizontal ekseninde 30-40°lik açı oluşturacak şekilde önceden yerleştirilmiş objeye, sesin geldiği süre boyunca bakması istenmiştir. İnsert kulaklık ile uyarın verilirken, kontralateral gözde inferior oblik kasta oluşan eksitatör miyojenik aktivite ölçülmüştür.

Testler sırasında frekansı 500 Hz olan tone burst uyarın, 110 dB nHL şiddetinde ve 5.1/s uyarın hızı ile verilmiştir. Elektromiyelografi sinyalleri sVEMP için 10 Hz- 750 Hz aralığında, oVEMP için 10 Hz- 1000 Hz aralığında amplifiye edilmiş ve filtrelenmiştir. Analiz süresi 50 msn (milisaniye) ayarlanmıştır. Yapılan her kayıt sırasında 200 stimulus kullanılmıştır. Bireylerden elde edilen cevapların doğruluklarını değerlendirmek amacıyla en az iki dalga formunun kaydı yapılmıştır.

Test parametreleri aşağıda gösterilmiştir (Tablo 1):

Tablo 1. sVEMP ve oVEMP testleri için kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri

Uyaran şiddeti	110 dB nHL
Uyaran polaritesi	Rarefaction
Uyaran zarfı	Blackman
Uyaran tipi	500 Hz Tone Burst
Rate	5.1/sn (saniye)
Tekrar sayısı	200
Low pass filtre	750 Hz (sVEMP), 1000 Hz (oVEMP)
High pass filtre	10 Hz (sVEMP, oVEMP)

sVEMP testinde uyaran verilmesini takiben oluşan ilk pozitif (P13) ve onu takip eden negatif dalga (N23), oVEMP testinde ise uyaran verilmesini takiben oluşan ilk negatif (N10), ve onu takip eden pozitif dalga (P16) işaretlenmiş ve dalga latansları, dalgalar arası latans farkı ve amplitüd farkı, kulaklar arası amplitüd asimetri oranı analiz edilmiştir.

3.2.2. Videonistagmografi (VNG)

VNG testi, Micromedical VisualEyes 4 Channel (Micromedical Technologies, IL, USA) videonistagmografi cihazı kullanılarak yapılmıştır. Katılımcılardan testten önceki 48 saat içinde sedatif etkili herhangi bir ilaç kullanmamaları, alkol almamaları ve uygun bir kayıt alınabilmesi için göz çevresinde makyaj varsa teste başlamadan önce temizlemeleri istenmiştir. Katılımcılar yatağa oturtulduktan sonra gözlerine video-google takılarak netlik ayarları ve horizontal ve vertikal düzlemde kalibrasyon yapılmıştır. Katılımcılara okülomotor testler (spontan nistagmus testi, sakkad test, gaze test, smooth pursuit test, optokinetik test), dinamik pozisyonel testler (Dix-Hallpike testi ve Head Roll test) uygulanmıştır. Okülomotor testlerde katılımcıların göz hizasından bir metre uzaklıkta bulunan ışıklı bar kullanılmıştır.

Spontan Nistagmus: Katılımcı, otururken ve tam karşıya bakarken video-google'ın kapağı kapatılarak karanlıkta bakışlarını sabit tutmaya çalışması istenmiş, 10 saniye sonra gözlük içinde fiksasyon ışığı yakılarak katılımcıdan ışığa bakması istenmiştir. Bu sırada göz hareketleri kaydedilmiştir. Test sırasında nistagmus gözlenen katılımcılar araştırma dışı bırakılmıştır.

Gaze Test: Katılımcıdan orta hattan 20° sağda ve solda, 15° yukarıda ve aşağıda beliren hedefe bakması istenmiş ve göz hareketleri kaydedilmiştir.

Sakkad Testi: Katılımcıdan ışık barının merkezine göre 15-20°'lik bir açı ve 2-3 saniyelik aralıklarla horizontal düzlemde sağa ve sola rastgele sıçrayışlar yapan hedefi, başlarını hareket ettirmeden sadece gözleriyle takip etmesi istenmiş ve göz hareketleri kaydedilmiştir.

Pursuit Testi: Katılımcıdan ışık barı üzerinde sağdan sola, soldan sağa doğru bir sarkaç hareketi yapan hedefi gözleriyle takip etmesi istenmiş ve göz hareketleri kaydedilmiştir.

Optokinetik Test: Katılımcıdan, ışık barı üzerinde önce sağdan sola, sonra soldan sağa doğru art arda gelen ışıkları başını hareket ettirmeden sadece gözleriyle takip etmesi istenmiş ve göz hareketleri kaydedilmiştir.

Sakkad testinde hız (velocity), doğruluk (accuracy) ve latanslar (latency), pursuit testinde kazanç (gain) ve asimetri (asymmetry), optokinetik testte ise kazanç (gain) değerlendirilmiştir.

Dix-Hallpike Testi: Katılımcı, yatağa ayakları uzatılarak oturtulmuştur. Oturduğu yer ile yatağın başı arasında, hasta yattığında başı arkaya sarkacak kadar mesafe bırakılmıştır. Sağ posterior semisirküler kanal için yapılan Dix-Hallpike testinde, kişi otururken başı sağa doğru 45° çevrilmiş ve hasta hızlıca sırtüstü yatırılarak başı yatay düzlemle 30° açı yapacak şekilde yataktan sarkıtılmıştır. Bu pozisyonda 30 sn beklenerek, vertigonun varlığı sorgulanmış, nistagmus olup olmadığı gözlenmiştir. Vertigo ve nistagmus yoksa, katılımcı oturtulmuş; 30 sn kadar beklenerek vertigo ve nistagmus gözlenmiştir. Daha sonra baş sol tarafa doğru 45° çevrilmiş ve sol posterior semisirküler kanalı değerlendirmek için aynı hareketler tekrarlanmıştır. Test sırasında vertigo ve/veya nistagmus gözlenen katılımcılar araştırma dışı bırakılmıştır.

Head Roll Test: Lateral kanal BPPV (Benign paroksizmal pozisyonel vertigo)'yi test etmek için, katılımcı sırtüstü pozisyonda yatırılmıştır. Baş 30° eleve iken, hızlıca sağ tarafa doğru 90° çevrilmiştir. Bu pozisyonda 30 sn beklenerek vertigo ve/veya nistagmus olup olmadığı gözlenmiştir. Daha sonra baş orta hatta doğru alınmış ve ardından baş sol tarafa doğru 90° çevrilmiştir. 30 sn beklenerek vertigo ve/veya nistagmus olup olmadığı gözlenerek test tamamlanmıştır. Test sırasında vertigo ve/veya nistagmus gözlenen katılımcılar araştırma dışı bırakılmıştır.

3.2.3. Video baş itme testi (vHIT)

Video baş itme testi, OTOsuite Vestibular (Software Version: 3.00 Build 1007, Otometrics) bilgisayar programı ve videokamera monte edilmiş özel gözlük (Type-1085 ICS impulse) kullanılarak yapılmıştır.

Katılımcı baş seviyesinde belirlenen hedefe 1.5 metre mesafede sandalyede oturtulmuştur. Gözlük takılmadan önce aynasının temiz olmasına dikkat edilmiştir. Test sırasında gözlüğün kaymasını önlemek amacıyla gözlük bandı kaymayacak şekilde sıkılmıştır. Katılımcının başı 20° öne eğilerek horizontal kanal düzlemi yere paralel hale getirilmiş ve katılımcıdan belirlenen hedef noktaya bakması istenmiştir. Bu sırada pupil video ekranının merkezinde kalacak şekilde ilgili bölge (ROI-region of interest) ayarlanmıştır. Katılımcının pupili çok genişse ortam ışığı artırılarak pupilin küçültülmesi sağlanmıştır.

Kalibrasyon yapmak için katılımcıdan karşısındaki hedef noktaya bakması istenmiş, daha sonra lazer ışıkları açılmış ve fiksasyon noktası lazer ışıklarının ortasında olacak şekilde baş pozisyonu ayarlanmıştır. Kalibrasyona başlanmış ve katılımcıdan başını sabit tutarak sıra ile yanan lazer ışıklarını takip etmesi istenmiştir.

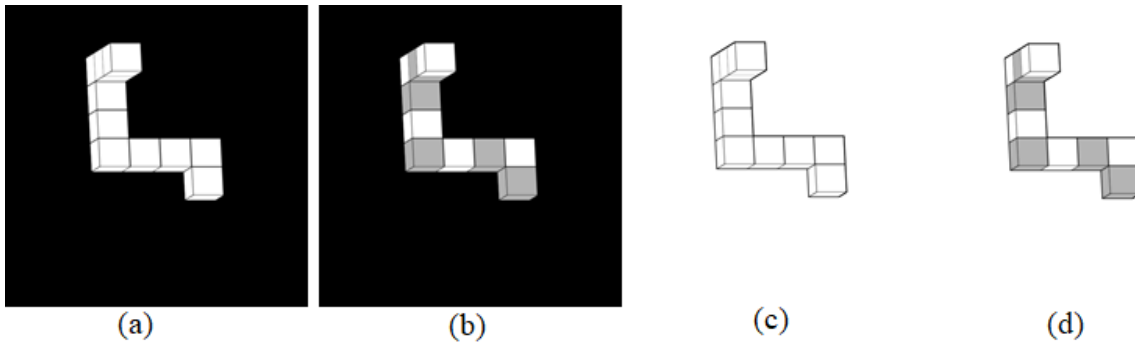
Kalibrasyon bittikten sonra lateral semisirküler kanal için teste başlanmıştır. Bunun için hastanın arkasında durulmuş, hastanın başı iki elle gözlüğe ve bandına dokunmadan tutulmuştur. Daha sonra hastanın başı 20° öne eğilmiştir. Baş beklenmedik bir şekilde küçük amplitüd ve yüksek hızla (Lateral kanalı test etmek için baş itme hızı yaklaşık 100-250°/sn), 15- 20°'yi geçmeyecek açıyla ve ROI alanının dışına çıkmayacak şekilde sağa veya sola itilmiştir. LARP/RALP (Left anterior right posterior/right anterior left posterior) testte hastadan düz karşıya fiksasyon noktasına bakması istenmiş ve programda baş pozisyonu ortalanmıştır. Daha sonra baş sağa (LARP için) veya sola (RALP için) yaklaşık 35-45° çevrilmiştir. ROI alanı yeniden ayarlanmıştır. LARP/RALP için vertikal impulsler sagittal planda verilmiştir (Vertikal kanalları test etmek için baş itme hızı yaklaşık 50-250°/sn). Optimal test için her kanalda doğru uygulanan 20 impuls değerlendirmeye alınmıştır.

vHIT ile her iki tarafta yer alan toplam 6 semisirküler kanalın hepsi test edildikten sonra, "overt" ve "covert" sakkadlar, her iki taraf için ortalama VOR kazancı, lateral semisirküler kanal (SSK) asimetrisi, anterior SSK asimetrisi, posterior SSK asimetrisi değerlendirilmiştir. Ortalama VOR kazancı bilgisayar programı tarafından 60. msn'deki kazançların ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Baş itme sırasında ortaya çıkan sakkadlar "covert", baş itme hareketi bittikten sonra ortaya çıkan sakkadlar ise "overt" sakkad olarak kabul edilmiştir. VOR kazancı lateral kanal testi için 0,8-1,2 arasında; vertikal kanal testleri için 0,7-1,2 arasında olanlar normal VOR kazancı olarak değerlendirilmiştir.

3.2.4. Zihinsel döndürme testi

Bilgisayar tabanlı Zihinsel Döndürme Testi'nde, Peters ve Battista (2008) tarafından oluşturulmuş "Mental Rotation Stimulus Library" görüntü dosyaları (101) yazarın yazılı izni (Ek 5) ile kullanılmıştır.

Geçerlik ve güvenilirliği yapılmış olan bu görüntüler 10 adet küpün uç uca eklenmesiyle oluşturulmuştur (101). Resimler, üç boyutlu uzayda belli açılarda döndürülmüş küplerin iki boyutlu görüntülerinden oluşmaktadır. Kütüphanede 16 farklı referans resim yer almaktadır. Bu referans resimlerin her birinin x ve z eksenine etrafında 0° ile 360° arasında, 5° 'er derecelik adımlarla döndürülmesinden oluşan 1168 görüntü (0 ile 360° arasında x eksenine etrafında döndürülmüş $16 \times 73 = 1168$ görüntü, z eksenine etrafında döndürülmüş $16 \times 73 = 1168$ görüntü, toplam 2336 görüntü) ve bu görüntülerin her birinin bir ayna görüntüsü (2336 görüntü) bulunmaktadır ($2336 \times 2 = 4672$ görüntü). Bu görüntüler beyaz veya damalı olacak şekilde gruplandırılmıştır ($4672 \times 2 = 9344$ görüntü). Her görüntü için siyah veya beyaz iki farklı arka plan vardır ($9344 \times 2 = 18688$ görüntü) (Şekil 20).

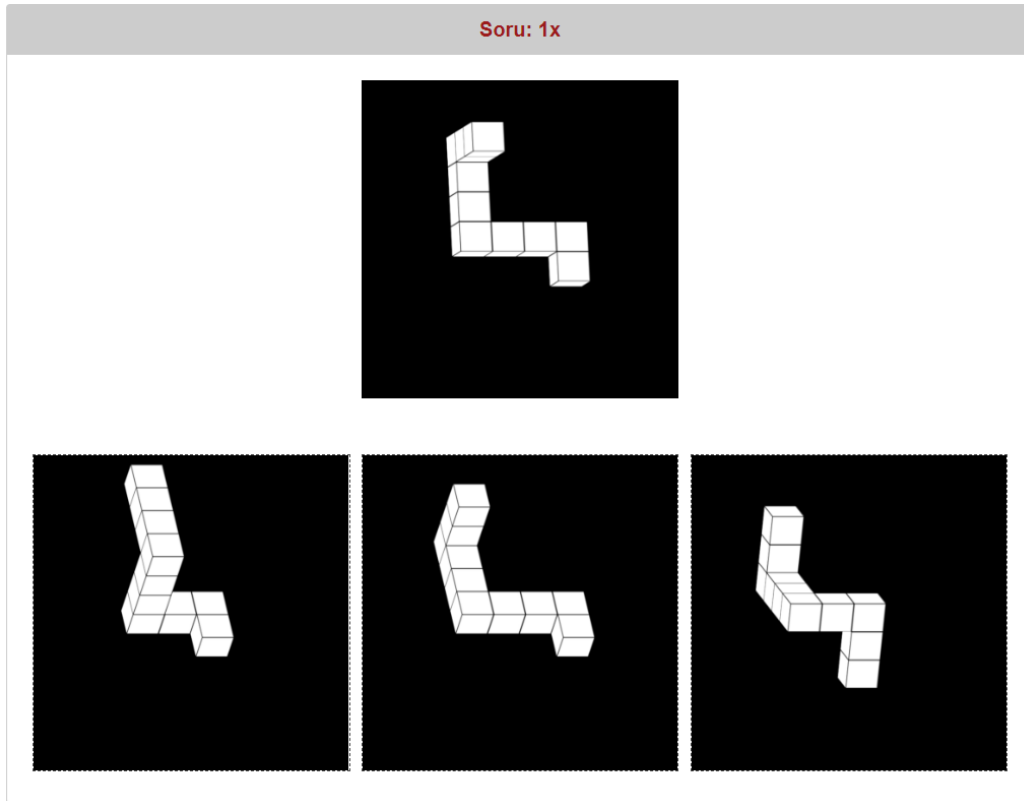


Şekil 20. Peters ve Battista (2008) tarafından oluşturulan "Mental Rotation Stimulus Library"de yer alan görüntü örnekleri (101)

(a) Siyah arka planda beyaz görüntü, (b) Siyah arka planda damalı görüntü, (c) Beyaz arka planda beyaz görüntü, (d) Beyaz arka planda damalı görüntü (101).

Bu çalışmada kullanılan Bilgisayar tabanlı Zihinsel Döndürme Testi, Mental Rotation Stimulus Library'de yer alan "siyah arka planda beyaz görüntüler" içerisinde seçilen görüntüler kullanılarak oluşturulmuştur. Kütüphanede yer alan 8 görüntünün benzeri olan başka bir görüntü yoktur; yani bu görüntüler tektir. Bu nedenle, bu çalışmada referans resim olarak bu 8 benzersiz görüntü seçilmiştir. Dönme eksenine olarak "x" ve "z" eksenleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan Zihinsel Döndürme Testi, x eksenini için 8 soru ve bir “deneme x” sorusu, z eksenini için 8 soru ve bir “deneme z” sorusu, toplam 18 sorudan oluşmaktadır. Her bir soru, kütüphaneden seçilen 4 resim içermektedir. Resimlerden biri referans resimdir. Referans resmin altında yer alan diğer 3 resimden sadece bir tanesi referans resimdeki görüntü ile aynı olup, tek farkı üç boyutlu mekânda döndürülmüş olmasıdır. Her iki eksen grubu için de dönme açısı, 0-180° arasında seçilmiş ve 30° olarak belirlenmiştir. Şekil 21’de x eksenini için bir soru örneği görülmektedir. Sorular; “deneme x” sorusu, referans resmin x eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşturulan sorular, “deneme z” sorusu, referans resmin z eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşturulan sorular olacak şekilde sıralanmıştır. Daha sonra bu görüntüler bir bilgisayar programcısı ile “cevap süresi”, “doğru/ yanlış cevap”, “hatalı işlem” fonksiyonu eklenerek düzenlenmiştir.



Şekil 21. Peters ve Battista (2008) tarafından oluşturulan “Mental Rotation Stimulus Library” kütüphanesinden (101) seçilen resimlerle hazırlanan bir soru örneği (x eksenini).

Zihinsel Döndürme Testi sessiz bir odada uygulanmıştır. Katılımcıdan, referans resim dışındaki üç resimden hangisinin “referans” resim ile aynı olduğunu en kısa sürede bulması istenmiştir. Her katılımcının, her bir soru için saniye cinsinden cevap süresi ve

doğru/ yanlış cevapları bilgisayar tarafından kaydedilmiştir. Sayfada boş bir alanın işaretlenmesi gibi “hatalı işlem” durumunda ekranda beliren uyarı yazısı ile katılımcının soruyu yanıtsız bırakması önlenmiştir. Deneme soruları puanlamaya dahil edilmemiş, en fazla “doğru cevap sayısı” 16 olarak belirlenmiştir. Şekil 22’de bir katılımcının Zihinsel Döndürme Testi’ne ait bilgisayar tarafından kaydedilen sonuç ekranı görölmektedir.

Sorular	Cevap	Süre
1x	YANLIŞ	34
2x	DOĞRU	4
3x	DOĞRU	4
4x	DOĞRU	6
5x	YANLIŞ	5
6x	DOĞRU	18
7x	DOĞRU	5
8x	DOĞRU	4
9z	DOĞRU	19
10z	YANLIŞ	7
11z	YANLIŞ	12
12z	DOĞRU	11
13z	DOĞRU	24
14z	DOĞRU	8
15z	YANLIŞ	9
16z	YANLIŞ	10

Şekil 22. Bir katılımcının Zihinsel Döndürme Testi sonuç ekranı

Cevap süresi (sn) ve doğru/yanlış cevaplar görölmektedir.

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler IBM SPSS (Statistical program for social sciences) 25.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri, kategorik değişkenler için sıklık ve yüzde; sürekli değişkenler için ortalama ve standart sapma değerleri ile verilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyansların homojenliği Levene test ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenler, bağımsız 2 grup arasında

karşılaştırılırken Student t-test (independent samples t-test) (parametrik test istatistiği), normal dağılım göstermeyen değişkenler, bağımsız 2 grup arasında karşılaştırılırken Mann Whitney U test (parametrik olmayan test istatistiği) kullanılmıştır. Bağımsız 2 grup arasında kategorik değişkenler açısından fark olup olmadığı belirlenirken ki-kare tablosundaki gözlerin hepsinde de beklenen gözlem sayısı 5 ve 5'i geçiyorsa Pearson ki kare testi, ki-kare tablosunda 5'ten küçük beklenen değerlerin yer aldığı hücrelerin oranı %20'yi geçiyor ise Fisher's Exact Test kullanılmıştır. Görsel mekânsal yetenek ve vestibüler fonksiyon arasındaki ilişki, değişkenlerin normal dağılıma uyması durumunda Pearson Korelasyon analizi, normal dağılıma uymaması durumunda Spearman Korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. p değerinin $<0,05$ olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda 55 yaş ve üzeri Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 olan 26 erişkin çalışma grubunu, Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan 26 sağlıklı erişkin kontrol grubunu oluşturmuştur.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin tanımlayıcı özellikleri Tablo 2’de görülmektedir. Çalışmaya dahil edilen bireyler yaş açısından değerlendirildiğinde, çalışma grubundaki bireylerin yaşları 55-74 arasında olup, yaş ortalaması $62,27 \pm 1,18$, kontrol grubundaki bireylerin yaşları ise, 55-74 arasında olup, yaş ortalaması $62,31 \pm 1,17$ ’dir. Yaş açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p=0.927$). Gruplar cinsiyet ve öğrenim durumu açısından karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Tüm katılımcılar sağ elini kullanmaktadır.

Tablo 2. Çalışma ve kontrol gruplarının tanımlayıcı özellikleri

		Çalışma grubu	Kontrol grubu	p
Yaş	Ort±SS (Min-maks)	62,27±1,18 (55-74)	62,31±1,17 (55-74)	0,927 ^b
Mini Mental Durum Testi skoru	Ort±SS (Min-maks)	21,92±1,57 (20-24)	27,08±1,57 (25-30)	0,000 ^{b*}
Cinsiyet				
Kadın	n (%)	16 (61,5)	13 (50)	0,402 ^a
Erkek	n (%)	10 (38,5)	13 (50)	
Öğrenim durumu				
İlkokul	n (%)	5 (19,2)	4 (15,4)	0,606 ^a
Ortaokul	n (%)	1 (3,8)	-	
Lise	n (%)	9 (34,6)	7 (26,9)	
Ön lisans	n (%)	-	1 (3,8)	
Lisans	n (%)	11 (42,3)	14 (53,8)	
Lisansüstü	n (%)	-	-	
El dominansı				
Sağ	n (%)	26 (100)	26 (100)	-
Sol	n (%)	-	-	

(a) Pearson Ki-kare testi, (b) Mann Whitney U test, (*) $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlıdır, Ort; ortalama, SS; Standart sapma, Min-maks; Minimum-maksimum, n; frekans, %; yüzde

4.1. Zihinsel Döndürme Testi Bulguları

Tablo 3'te çalışma ve kontrol gruplarının Zihinsel Döndürme Testi sonuçları görülmektedir. Çalışma grubunun Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ortalaması $123,42 \pm 37,95$ sn, doğru cevap sayısı ortalaması $12,08 \pm 2,04$ iken kontrol grubunun cevap zamanı ortalaması $136,00 \pm 56,68$ sn, doğru cevap sayısı ortalaması $13,92 \pm 1,52$ 'dir. Gruplar arasında Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). Kontrol grubunun Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı çalışma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek elde edilmiştir ($p = 0.001$).

Tablo 3. Çalışma ve kontrol gruplarının Zihinsel Döndürme Testi sonuçları

	Çalışma grubu	Kontrol grubu	p^a
	Ort±SS (Min-maks)	Ort±SS (Min-maks)	
Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı (sn)	123,42±37,95 (66-205)	136,00±56,68 (72-252)	0,647
Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı (n)	12,08±2,04 (8-16)	13,92±1,52 (11-16)	0,001*

(a) Mann Whitney U test, (*) $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlıdır, Ort; ortalama, SS; Standart sapma, Min-maks; Minimum-maksimum, n; frekans

4.2.VEMP Testi Bulguları

Tablo 4'te her iki grubun 110 dB nHL'de sVEMP ve oVEMP testlerinde dalga cevap oranları görülmektedir. Çalışma grubunda 4 (%15,4) kişinin sağ kulağında ve 8 (%30,8) kişinin sol kulağında sVEMP yanıtı alınmazken, kontrol grubunda 5 (%19,2) kişinin sağ kulağında ve 6 (%23,1) kişinin sol kulağında yanıt alınmamıştır. Çalışma grubunda 14 (%53,8) kişinin sağ kulağında ve 16 (%61,5) kişinin sol kulağında oVEMP yanıtı alınmazken, kontrol grubunda 15 (%57,7) kişinin sağ kulağında ve 10 (%38,5) kişinin sol kulağında yanıt alınmamıştır. Gruplar arasında sVEMP ve oVEMP testleri sağ ve sol kulak dalga cevap oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 4. Çalışma ve kontrol gruplarının 110 dB nHL’de sVEMP ve oVEMP testlerinde dalga cevap oranları

		Çalışma grubu n (%)	Kontrol grubu n (%)	p
sVEMP dalga cevabı				
Var	Sağ kulak	22 (84,6)	21 (80,8)	1,000 ^b
Yok		4 (15,4)	5 (19,2)	
Var	Sol kulak	18 (69,2)	20 (76,9)	0,532 ^a
Yok		8 (30,8)	6 (23,1)	
oVEMP dalga cevabı				
Var	Sağ kulak	12 (46,2)	11 (42,3)	0,780 ^a
Yok		14 (53,8)	15 (57,7)	
Var	Sol kulak	10 (38,5)	16 (61,5)	0,096 ^a
Yok		16 (61,5)	10 (38,5)	

(a) Pearson Ki kare testi, (b) Fisher’s Exact test, n; frekans, %; yüzde

Tablo 5’de çalışma ve kontrol gruplarının sVEMP sonuçları görülmektedir. sVEMP’te cevap elde edilen tüm kulaklar analize dahil edilmiştir. 110 dB nHL’de sağ kulakta ve sol kulakta P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 dalgalar arası latans farkı, P1-N1 amplitüdü, kulaklar arası amplitüd asimetri oranı açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 5. Çalışma ve kontrol gruplarının sVEMP sonuçları

sVEMP	Çalışma grubu Ort±SS	Kontrol grubu Ort±SS	p
Sağ			
N1 latans	24,26±1,56	24,19±3,15	0,526 ^b
P1 latans	16,08±1,76	15,46±2,18	0,566 ^b
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	8,18±1,90	8,88±2,12	0,265 ^a
P1-N1 amplitüd	63,94±68,51	51,22±47,25	0,801 ^b
Sol			
N1 latans	24,07±2,64	23,82±2,96	0,779 ^a
P1 latans	15,56±1,98	15,22±1,98	0,942 ^b
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	8,52±1,97	8,74±1,83	0,729 ^a
P1-N1 amplitüd	64,56±59,27	61,31±93,98	0,274 ^b
Amplitüd asimetri oranı	0,17±0,19	0,22±0,16	0,432 ^a

(a) Independent Samples t test, (b) Mann-Whitney U test, Ort; ortalama, SS; Standart sapma

Tablo 6’da çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile sVEMP bulguları arasındaki ilişki görülmektedir. Çalışma grubunda 110 dB nHL’de sol kulak P1-N1 amplitüdü ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır ($r=0.571$, $p=0.013$). Diğer parametreler arasında ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda sol kulak N1 latansı ($r=0.473$, $p=0.035$) ve sağ kulak P1 latansı ($r=0.539$, $p=0.012$) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 6. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile sVEMP bulguları arasındaki ilişki

	Gruplar	Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı		Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı	
		r	p	r	p
Sağ sVEMP					
N1 latans	Çalışma grubu	0,365	0,095 ^a	-0,105	0,641 ^a
	Kontrol grubu	0,185	0,423 ^b	0,372	0,097 ^b
P1 latans	Çalışma grubu	-0,227	0,309 ^b	0,112	0,621 ^b
	Kontrol grubu	0,539*	0,012 ^b	0,029	0,900 ^b
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	Çalışma grubu	0,378	0,083 ^a	-0,189	0,400 ^a
	Kontrol grubu	-0,269	0,252 ^b	0,321	0,167 ^b
P1-N1 amplitüd	Çalışma grubu	-0,360	0,100 ^b	-0,274	0,218 ^b
	Kontrol grubu	-0,260	0,269 ^b	0,297	0,203 ^b
Sol sVEMP					
N1 latans	Çalışma grubu	0,242	0,334 ^a	-0,186	0,461 ^a
	Kontrol grubu	0,473*	0,035 ^b	0,020	0,933 ^b
P1 latans	Çalışma grubu	0,238	0,341 ^b	-0,307	0,215 ^b
	Kontrol grubu	0,323	0,165 ^b	-0,007	0,978 ^b
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	Çalışma grubu	0,281	0,259 ^a	-0,051	0,840 ^a
	Kontrol grubu	0,351	0,141 ^b	0,110	0,653 ^b
P1-N1 amplitüd	Çalışma grubu	0,571*	0,013 ^b	-0,204	0,417 ^b
	Kontrol grubu	-0,083	0,737 ^b	0,193	0,428 ^b
Amplitüd asimetri oranı	Çalışma grubu	-0,366	0,164 ^b	0,476	0,063 ^b
	Kontrol grubu	0,449	0,107 ^b	0,077	0,794 ^b

(a) Pearson Korelasyon, (b) Spearman Korelasyon, (r) Korelasyon katsayısı, (*) p≤0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 7’de çalışma ve kontrol gruplarının oVEMP sonuçları görülmektedir. oVEMP’te cevap elde edilen tüm kulaklar analize dahil edilmiştir. 110 dB nHL’de sağ

kulakta ve sol kulakta P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 interlatansı, P1-N1 amplitüdü, kulaklar arası asimetri oranı açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 7. Çalışma ve kontrol gruplarının oVEMP sonuçları

oVEMP	Çalışma grubu Ort±SS	Kontrol grubu Ort±SS	p
Sağ			
N1 latans	10,55±0,58	10,88±1,59	0,772 ^b
P1 latans	15,89±1,60	15,90±1,54	0,977 ^a
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	5,33±1,46	5,03±1,63	0,644 ^a
P1-N1 amplitüd	7,55±3,65	9,57±6,59	0,498 ^b
Sol			
N1 latans	10,73±1,02	11,46±1,53	0,198 ^a
P1 latans	16,07±1,29	16,83±2,17	0,325 ^a
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	5,33±1,26	5,38±1,40	0,940 ^a
P1-N1 amplitüd	8,18±3,54	7,03±5,41	0,126 ^b
Amplitüd asimetri oranı	0,19±0,10	0,19±0,21	0,607 ^b

(a) Independent Samples t test, (b) Mann-Whitney U test, Ort; Ortalama, SS; Standart sapma

Tablo 8’de çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile oVEMP bulguları arasındaki ilişki görülmektedir. Çalışma grubunda 110 dB nHL’de sol kulak P1-N1 dalgalar arası latans farkı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.638$, $p=0.047$). Diğer parametreler arasında ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda sol kulak P1-N1 interlatansı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.650$, $p=0.006$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 8. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile oVEMP bulguları arasındaki ilişki

	Gruplar	Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı		Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı	
		r	p	r	p
Sağ oVEMP					
N1 latans	Çalışma grubu	-0,363	0,246 ^b	-0,220	0,493 ^b
	Kontrol grubu	0,127	0,710 ^b	-0,099	0,773 ^b
P1 latans	Çalışma grubu	0,267	0,401 ^a	0,126	0,697 ^a
	Kontrol grubu	-0,303	0,366 ^b	-0,507	0,111 ^b
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	Çalışma grubu	0,344	0,274 ^a	0,250	0,434 ^a
	Kontrol grubu	-0,256	0,448 ^b	-0,180	0,596 ^b
P1-N1 amplitüd	Çalışma grubu	-0,440	0,152 ^a	-0,273	0,390 ^a
	Kontrol grubu	0,146	0,667 ^b	0,095	0,780 ^b
Sol oVEMP					
N1 latans	Çalışma grubu	-0,033	0,928 ^a	0,048	0,895 ^a
	Kontrol grubu	0,104	0,701 ^b	-0,368	0,161 ^b
P1 latans	Çalışma grubu	-0,123	0,734 ^a	-0,586	0,075 ^a
	Kontrol grubu	-0,431	0,096 ^b	-0,118	0,664 ^b
P1-N1 dalgalar arası latans farkı	Çalışma grubu	-0,099	0,786 ^a	-0,638*	0,047 ^a
	Kontrol grubu	-0,650**	0,006 ^b	0,098	0,719 ^b
P1-N1 amplitüd	Çalışma grubu	-0,435	0,209 ^a	0,141	0,698 ^a
	Kontrol grubu	-0,068	0,803 ^b	-0,060	0,825 ^b
Amplitüd asimetri oranı	Çalışma grubu	-0,071	0,867 ^a	-0,469	0,241 ^a
	Kontrol grubu	-0,632	0,252 ^b	0,527	0,361 ^b

(a) Pearson Korelasyon, (b) Spearman Korelasyon, (r) Korelasyon katsayısı, (*) p≤0.05 düzeyinde anlamlıdır, (**) p≤0.01 düzeyinde anlamlıdır.

4.3.VNG Bulguları

4.3.1. Gaze test

Çalışma ve kontrol grubundaki tüm katılımcıların gaze testleri normal elde edilmiş, nistagmus gözlenmemiştir.

4.3.2. Sakkad testi

4.3.2.1. Latans

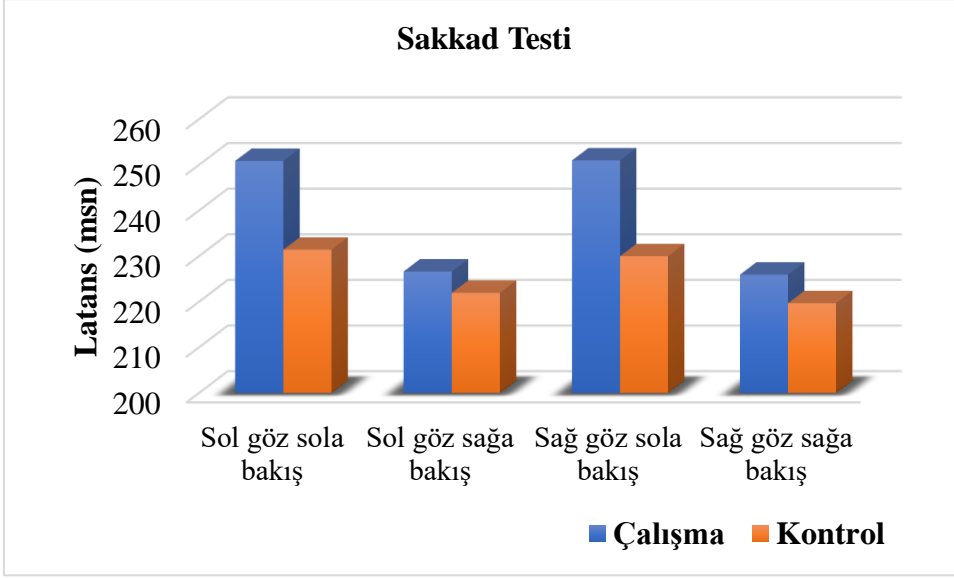
Çalışma ve kontrol grubunun sol göz sola, sol göz sağa, sağ göz sola ve sağ göz sağa bakış sakkadik hareketlerinin latans ortalamaları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Çalışma ile kontrol grubu arasında, sakkadik göz hareketlerinin latansı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$). Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre sakkadik göz hareketlerinin latans ortalamalarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 23).

Tablo 9. Gruplara ait sakkadik göz hareketlerinin latans değerleri

	Gruplar	Latans (milisaniye) Ort±SS	p
Sol göz sola bakış (Sol göz abduksiyon)	Çalışma grubu	250,85±46,85	0,153 ^b
	Kontrol grubu	231,39±32,41	
Sol göz sağa bakış (Sol göz adduksiyon)	Çalışma grubu	226,62±31,90	0,599 ^a
	Kontrol grubu	221,92±32,09	
Sağ göz sola bakış (Sağ göz adduksiyon)	Çalışma grubu	250,96±46,44	0,118 ^b
	Kontrol grubu	229,96±32,07	
Sağ göz sağa bakış (Sağ göz abduksiyon)	Çalışma grubu	225,92±30,92	0,497 ^a
	Kontrol grubu	219,65±34,96	

(a) Independent Samples t test, (b) Mann-Whitney U test, Ort; Ortalama, SS; Standart sapma



Şekil 23. Çalışma ve kontrol grubunun sakkad testi latans ortalamaları

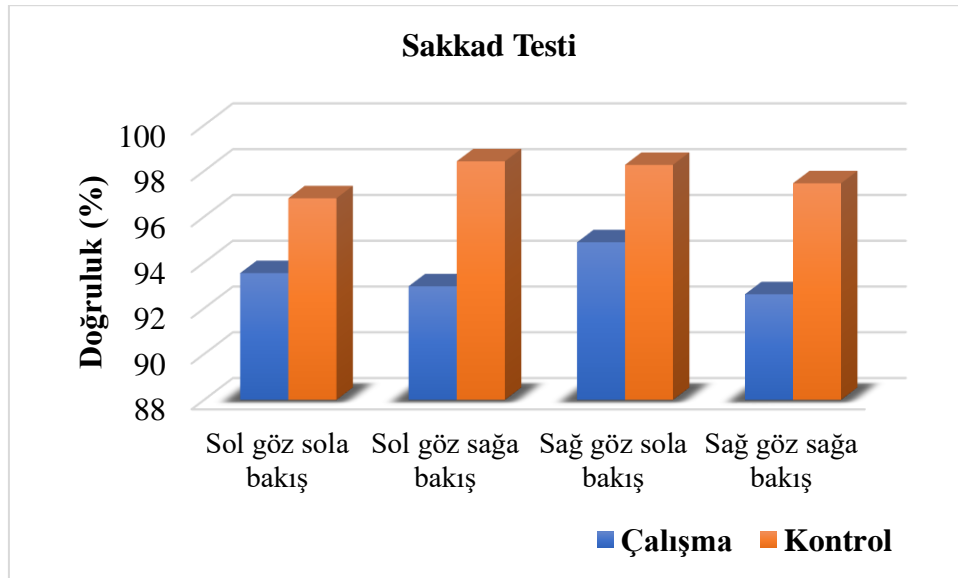
4.3.2.2. Doğruluk

Tablo 10’da gruplara ait sakkadik göz hareketlerinin doğruluk yüzdesi ortalamaları görülmektedir. Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre sol göz sola, sol göz sağa, sağ göz sola ve sağ göz sağa bakış sakkadik göz hareketlerinin doğruluk ortalaması daha düşük gözlenmiştir (Şekil 24). Çalışma ve kontrol grubu arasında, sol göz sağa ($p=0.008$) ve sağ göz sağa bakış ($p=0.014$) sakkadik göz hareketlerinin doğruluk ortalaması açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir.

Tablo 10. Gruplara ait sakkadik göz hareketlerinin doğruluk yüzdeleri

	Gruplar	Doğruluk (%) Ort±SS	p ^a
Sol göz sola bakış (Sol göz abduksiyon)	Çalışma grubu	93,54±4,62	0,177
	Kontrol grubu	96,81±12,31	
Sol göz sağa bakış (Sol göz adduksiyon)	Çalışma grubu	92,96±6,28	0,008**
	Kontrol grubu	98,42±11,56	
Sağ göz sola bakış (Sağ göz adduksiyon)	Çalışma grubu	94,89±4,89	0,136
	Kontrol grubu	98,27±12,17	
Sağ göz sağa bakış (Sağ göz abduksiyon)	Çalışma grubu	92,62±6,90	0,014*
	Kontrol grubu	97,46±11,57	

(a) Mann-Whitney U test, Ort; Ortalama, SS; Standart sapma, %; Yüzde, (*) p≤0.05 düzeyinde anlamlıdır, (**) p≤0.01 düzeyinde anlamlıdır.



Şekil 24. Çalışma ve kontrol grubunun sakkad testi doğruluk yüzdesi ortalamaları

Tablo 11’de çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile sakkad testi latans değerleri ve doğruluk yüzdeleri arasındaki ilişki görülmektedir.). Çalışma grubunda sağ göz sağa bakış (r=0.428, p=0.029) ve sağ göz sola bakışta (r=0.396, p=0.045) sakkadik göz hareketlerinin latans değerleri ile Zihinsel

Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda sakkad testi latans değerleri ve doğruluk yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 11. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile sakkad testi latans değerleri ve doğruluk yüzdeleri arasındaki ilişki

	Gruplar	Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı		Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı	
		r	p	r	p
Sakkad latans					
Sol göz sola bakış (Sol göz abd)	Çalışma grubu	-0,227	0,264 ^b	0,313	0,120 ^b
	Kontrol grubu	-0,283	0,161 ^b	0,160	0,436 ^b
Sol göz sağa bakış (Sol göz add)	Çalışma grubu	-0,328	0,102 ^a	0,205	0,316 ^a
	Kontrol grubu	-0,313	0,120 ^b	0,273	0,178 ^b
Sağ göz sola bakış (Sağ göz add)	Çalışma grubu	-0,355	0,075 ^b	0,396*	0,045 ^b
	Kontrol grubu	-0,276	0,172 ^b	0,137	0,504 ^b
Sağ göz sağa bakış (Sağ göz abd)	Çalışma grubu	-0,292	0,148 ^a	0,428*	0,029 ^a
	Kontrol grubu	-0,288	0,153 ^b	0,222	0,276 ^b
Sakkad doğruluk					
Sol göz sola bakış (Sol göz abd)	Çalışma grubu	0,096	0,640 ^a	0,208	0,309 ^a
	Kontrol grubu	0,143	0,486 ^b	-0,049	0,812 ^b
Sol göz sağa bakış (Sol göz add)	Çalışma grubu	0,145	0,479 ^a	-0,044	0,833 ^a
	Kontrol grubu	-0,153	0,456 ^b	0,237	0,244 ^b
Sağ göz sola bakış (Sağ göz add)	Çalışma grubu	0,104	0,614 ^a	-0,091	0,657 ^a
	Kontrol grubu	0,135	0,510 ^b	-0,050	0,807 ^b
Sağ göz sağa bakış (Sağ göz abd)	Çalışma grubu	0,369	0,064 ^b	-0,086	0,675 ^b
	Kontrol grubu	0,015	0,943 ^b	0,108	0,601 ^b

(a) Pearson Korelasyon, (b) Spearman Korelasyon, (r) Korelasyon katsayısı, (*) $p\leq 0.05$ düzeyinde anlamlıdır, abd; abduksiyon, add; adduksiyon

Sakkad testinde doğruluk parametresi için %77'nin altında elde edilen değerler hipometrik, %137'nin üstünde elde edilen değerler hipermetrik sakkad olarak kabul edilmiştir. Kontrol grubunda bir kişide sol göz sola bakışta (%3,8) hipometrik sakkad olduğu tespit edilmiştir. Çalışma ile kontrol grubu arasında, sakkadik göz hareketlerinde, hipometrik sakkad görülme sıklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

4.3.2.3.Hız

Çalışma grubunda 1 kişide sol göz sola bakışta (%3,8) ve sol göz sağa bakışta (%3,8) sakkadik hız yavaş elde edilmiştir. Kontrol grubundaki tüm bireylerde, sakkadik göz hareketlerinin hızı normal sınırlarda elde edilmiştir. İki grup arasında sakkadik göz hareketlerinin hızı açısından anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

4.3.3. Pursuit testi

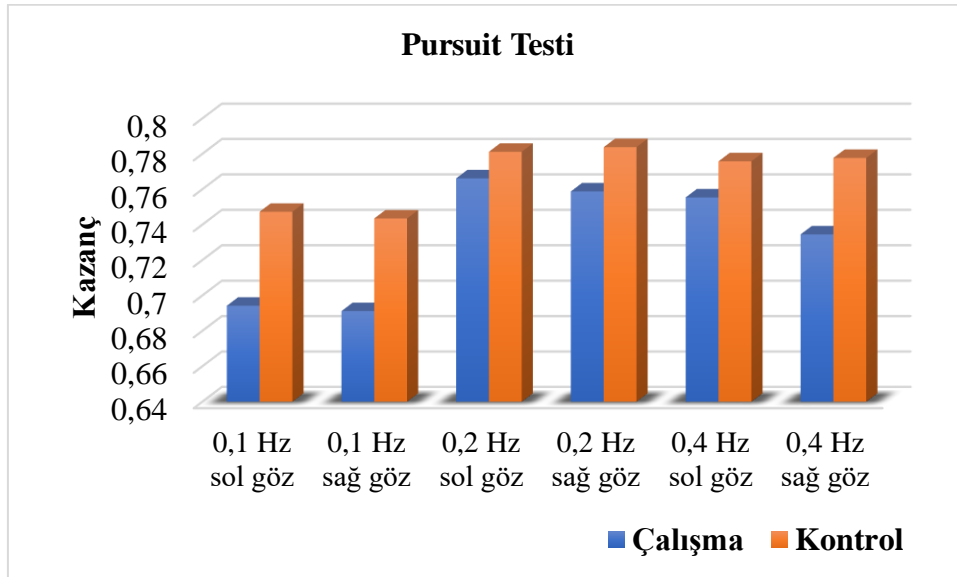
4.3.3.1.Kazanç

Çalışma ve kontrol grubunun pursuit testinde, 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz frekanslarında, sağ ve sol göz kazanç ortalamaları Tablo 12'de gösterilmiştir. Çalışma ile kontrol grubu arasında kazanç açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre pursuit testinde, 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz frekanslarında, sağ ve sol göz kazanç ortalamalarının daha düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil 25).

Tablo 12. Pursuit testinde, gruplara ait frekanslara göre sağ ve sol göz kazanç değerleri

		Gruplar	Kazanç Ort±SS	p
0,1 Hz	Sol göz	Çalışma grubu Kontrol grubu	0,69±0,20 0,75±0,20	0,336^a
	Sağ göz	Çalışma grubu, Kontrol grubu	0,69±0,20 0,74±0,20	0,288^b
0,2 Hz	Sol göz	Çalışma grubu Kontrol grubu	0,77±0,21 0,78±0,19	0,787^a
	Sağ göz	Çalışma grubu Kontrol grubu	0,76±0,21 0,78±0,19	0,602^b
0,4 Hz	Sol göz	Çalışma grubu Kontrol grubu	0,76±0,24 0,78±0,20	0,739^a
	Sağ göz	Çalışma grubu Kontrol grubu	0,74±0,22 0,78±0,20	0,426^b

(a) Independent Samples t test, (b) Mann-Whitney U test, Ort; Ortalama, SS; Standart sapma



Şekil 25. Çalışma ve kontrol grubunun pursuit testi kazanç ortalamaları

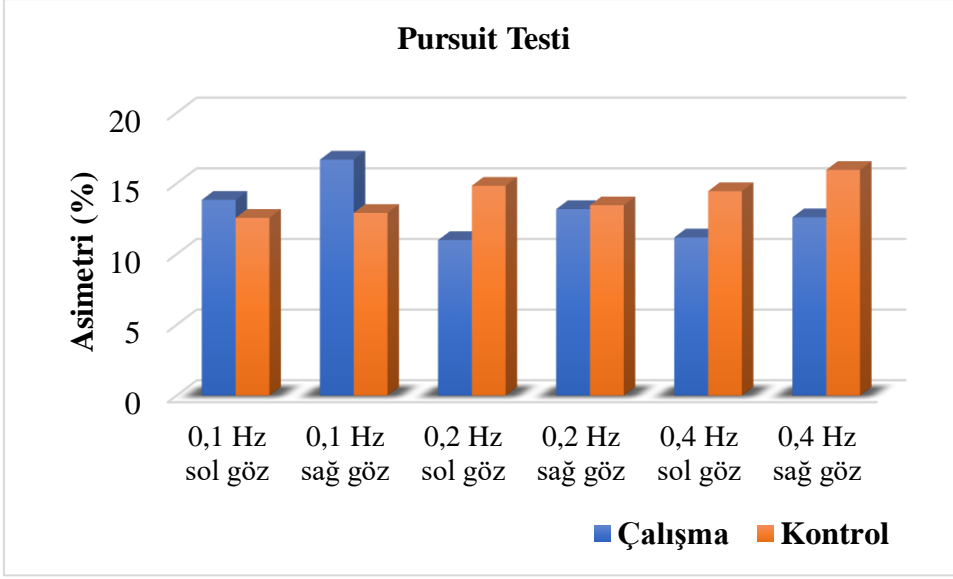
4.3.3.2. Asimetri

Çalışma ve kontrol grubunun pursuit testinde, 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz frekanslarında, sağ ve sol göz asimetri (%) ortalamaları Tablo 13’de gösterilmiştir. Çalışma ile kontrol grubu arasında asimetri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 13. Pursuit testinde, gruplara ait frekanslara göre sağ ve sol göz asimetri yüzdeleri

		Gruplar	Asimetri (%) Ort±SS	p^a
0,1 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	13,85±12,37	0,589
		Kontrol grubu	12,58±12,88	
	Sağ göz	Çalışma grubu	16,69±21,85	0,576
		Kontrol grubu	12,92±14,32	
0,2 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	11,00±12,08	0,064
		Kontrol grubu	14,85±10,05	
	Sağ göz	Çalışma grubu	13,19±14,95	0,394
		Kontrol grubu	13,46±9,39	
0,4 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	11,19±10,61	0,374
		Kontrol grubu	14,46±14,05	
	Sağ göz	Çalışma grubu	12,62±13,29	0,409
		Kontrol grubu	15,96±15,85	

(a) Mann-Whitney U test, Ort; Ortalama, SS; Standart sapma, %; Yüzde



Şekil 26. Çalışma ve kontrol grubunun pursuit testi asimetri yüzdesi ortalamaları

Tablo 14’de çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile 0,1 0,2, 0,4 Hz frekanslarda pursuit testi sol ve sağ göz kazanç değerleri ve asimetri yüzdeleri arasındaki ilişki görülmektedir. Çalışma grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz ($r=0.429$, $p=0.029$) ve 0,4 Hz’de ($r=0.433$, $p=0.027$) sağ göz kazanç değeri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz’de sol göz, 0,1 ve 0,2 Hz’de sağ göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($p<0.05$). 0,2 Hz’de sol göz, 0,2 Hz ve 0,4 Hz’de sağ göz kazanç değerleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında negatif yönlü ilişki vardır ($p<0.05$). 0,2 Hz, 0,4 Hz’de sol göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında da pozitif yönlü ilişki saptanmıştır ($p<0.05$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz’de sol göz asimetri yüzdesi ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.434$, $p=0.027$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 14. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile 0,1 0,2, 0,4 Hz frekanslarda pursuit testi sol ve sağ göz kazanç değerleri ve asimetri yüzdeleri arasındaki ilişki

		Gruplar	Zihinsel Döndürme		Zihinsel Döndürme	
			Testi cevap zamanı		Testi doğru cevap sayısı	
			r	p	r	p
Pursuit kazanç						
0,1 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	0,328	0,102 ^a	-0,130	0,527 ^a
		Kontrol grubu	-0,253	0,212 ^b	0,129	0,531 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	0,429*	0,029 ^a	-0,245	0,228 ^a
		Kontrol grubu	-0,061	0,769 ^b	0,137	0,506 ^b
0,2 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	0,213	0,296 ^a	-0,435*	0,026 ^a
		Kontrol grubu	-0,265	0,191 ^b	0,172	0,402 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	0,196	0,338 ^a	-0,634**	0,001 ^a
		Kontrol grubu	-0,066	0,750 ^b	0,291	0,149 ^b
0,4 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	0,371	0,062 ^a	-0,382	0,054 ^a
		Kontrol grubu	-0,051	0,803 ^b	0,025	0,905 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	0,433*	0,027 ^b	-0,468*	0,016 ^b
		Kontrol grubu	-0,004	0,984 ^b	0,142	0,490 ^b
Pursuit asimetri						
0,1 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	-0,411*	0,037 ^b	0,062	0,763 ^b
		Kontrol grubu	-0,434*	0,027 ^b	0,138	0,501 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	-0,433*	0,027 ^b	-0,024	0,908 ^b
		Kontrol grubu	-0,381	0,055 ^b	0,305	0,130 ^b
0,2 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	-0,471*	0,015 ^b	0,567**	0,003 ^b
		Kontrol grubu	-0,028	0,892 ^b	-0,290	0,151 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	-0,435*	0,027 ^b	0,366	0,066 ^b
		Kontrol grubu	0,013	0,949 ^b	-0,085	0,679 ^b
0,4 Hz	Sol göz	Çalışma grubu	-0,436*	0,026 ^b	0,509**	0,008 ^b
		Kontrol grubu	-0,070	0,736 ^b	-0,018	0,932 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	-0,273	0,178 ^b	0,174	0,395 ^b
		Kontrol grubu	-0,240	0,238 ^b	-0,059	0,775 ^b

(a) Pearson Korelasyon, (b) Spearman Korelasyon, (r) Korelasyon katsayısı, (*) $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlıdır, (**) $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlıdır.

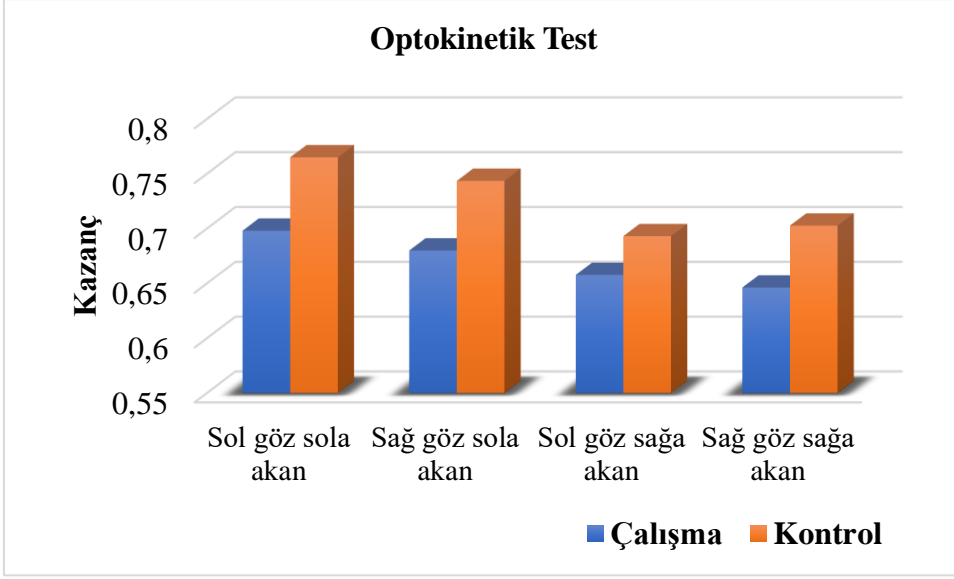
4.3.4. Optokinetik test

Çalışma ve kontrol grubunun, optokinetik testte, sola ve sağa doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı sağ ve sol gözdeki kazanç ortalamaları Tablo 15’te gösterilmiştir. Çalışma ile kontrol grubu arasında, optokinetik testte, sola ve sağa doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı, sağ ve sol göz kazancında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre, optokinetik testte, sola ve sağa doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı sağ ve sol gözdeki kazanç ortalamalarının daha düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil 27).

Tablo 15. Optokinetik testte, gruplara ait uyarıların yönüne göre sağ ve sol göz kazanç değerleri

		Gruplar	Kazanç Ort±SS	p
Sola akan (L 30°/sn)	Sol göz	Çalışma grubu	0,70±0,23	0,273^a
		Kontrol grubu	0,77±0,20	
	Sağ göz	Çalışma grubu	0,68±0,19	0,254^a
		Kontrol grubu	0,74±0,20	
Sağa akan (R 30°/sn)	Sol göz	Çalışma grubu	0,66±0,27	0,453^b
		Kontrol grubu	0,69±0,24	
	Sağ göz	Çalışma grubu	0,65±0,24	0,360^b
		Kontrol grubu	0,70±0,25	

(a) Independent Samples t test, (b) Mann-Whitney U test, Ort; Ortalama, SS; Standart sapma, L; sol, R; sağ



Şekil 27. Çalışma ve kontrol grubunun optokinetik test kazanç ortalamaları

Tablo 16’da çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile optokinetik testte sola ve sağa doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı sağ ve sol gözdeki kazanç ortalamaları arasındaki ilişki görülmektedir. Çalışma grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile optokinetik testte sola ve sağa doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı sağ ve sol gözdeki kazanç ortalamaları arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda, sağa doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı sol göz ($r=0.507$, $p=0.008$) ve sağ gözdeki kazanç değerleri ($r=0.561$, $p=0.003$) ve sola doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı sağ gözdeki kazanç değerleri ($r=0.503$, $p=0.009$) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 16. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile optokinetik test kazanç değerleri arasındaki ilişki

		Gruplar	Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı		Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı	
			r	p	r	p
Optokinetik kazanç						
Sola akan (L 30°/sn)	Sol göz	Çalışma grubu	0,077	0,709 ^a	-0,179	0,380 ^a
		Kontrol grubu	0,311	0,122 ^b	-0,220	0,280 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	0,211	0,301 ^a	-0,323	0,107 ^a
		Kontrol grubu	0,503*	0,009 ^b	-0,249	0,221 ^b
Sağa akan (R 30°/sn)	Sol göz	Çalışma grubu	0,004	0,985 ^a	-0,174	0,394 ^a
		Kontrol grubu	0,507*	0,008 ^b	-0,126	0,539 ^b
	Sağ göz	Çalışma grubu	0,075	0,717 ^b	-0,304	0,131 ^b
		Kontrol grubu	0,561*	0,003 ^b	-0,068	0,743 ^b

(a) Pearson Korelasyon, (b) Spearman Korelasyon, (r) Korelasyon katsayısı, (*) $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlıdır, L; sol, R; sağ

4.4.vHIT Bulguları

Tablo 17’de çalışma ve kontrol grubunun vHIT sonuçları görülmektedir. Sağ posterior SSK ve sol posterior SSK VOR kazanç ortalamaları çalışma grubunda kontrol grubuna göre daha düşük elde edilmiştir. Lateral ve vertikal kanal VOR kazanç ortalamaları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p > 0,05$). Lateral, LARP, RALP kazanç asimetrileri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$)

Tablo 17. Çalışma ve kontrol grubunun vHIT sonuçları

	Çalışma grubu	Kontrol grubu	p
	Ort±SS	Ort±SS	
Sol lateral SSK VOR kazancı	0,99±0,10	0,96±0,12	0,304^a
Sağ lateral SSK VOR kazancı	1,03±0,09	0,99±0,09	0,091^a
Lateral kazanç asimetrisi	8,79±4,82	7,71±4,51	0,425^a
Sol anterior SSK VOR kazancı	0,85±0,08	0,85±0,11	0,776^b
Sağ posterior SSK VOR kazancı	0,79±0,09	0,81±0,10	0,441^b
Sağ anterior SSK VOR kazancı	0,85±0,10	0,84±0,13	0,914^a
Sol posterior SSK VOR kazancı	0,82±0,11	0,83±0,10	0,761^a
LARP kazanç asimetrisi	7,71±4,52	8,94±5,84	0,479^b
RALP kazanç asimetrisi	10,05±5,37	7,29±6,23	0,084^b

(a) Independent Samples t test, (b) Mann-Whitney U test, Ort; Ortalama, SS; Standart sapma

Tablo 18’de çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile vHIT bulguları arasındaki ilişki görülmektedir. Çalışma grubunda sol anterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.504$, $p=0.009$). Sağ posterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır ($r=0.459$, $p=0.018$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda sağ lateral SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.407$, $p=0.039$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 18. Çalışma ve kontrol grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile vHIT bulguları arasındaki ilişki

	Gruplar	Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı		Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı	
		r	p	r	p
Sol lateral SSK VOR kazancı	Çalışma grubu	-0,028	0,893^a	0,305	0,129^a
	Kontrol grubu	0,029	0,887^b	-0,119	0,562^b
Sağ Lateral SSK VOR kazancı	Çalışma grubu	-0,026	0,901^a	0,233	0,252^a
	Kontrol grubu	0,287	0,155^b	-0,407*	0,039^b
Lateral kazanç asimetrisi	Çalışma grubu	-0,053	0,806^a	0,384	0,064^a
	Kontrol grubu	0,227	0,287^b	0,014	0,948^b
Sol anterior SSK VOR kazancı	Çalışma grubu	-0,504**	0,009^a	0,228	0,262^a
	Kontrol grubu	-0,081	0,695^b	0,062	0,764^b
Sol posterior SSK VOR kazancı	Çalışma grubu	-0,029	0,887^a	0,064	0,755^a
	Kontrol grubu	-0,003	0,987^b	-0,120	0,561^b
Sağ anterior SSK VOR kazancı	Çalışma grubu	-0,093	0,650^a	0,240	0,238^a
	Kontrol grubu	-0,267	0,188^b	0,164	0,423^b
Sağ posterior SSK VOR kazancı	Çalışma grubu	-0,318	0,113^b	0,459*	0,018^b
	Kontrol grubu	0,227	0,265^b	0,107	0,603^b
LARP kazanç asimetrisi	Çalışma grubu	-0,019	0,935^a	-0,077	0,739^a
	Kontrol grubu	-0,061	0,823^b	-0,331	0,210^b
RALP kazanç asimetrisi	Çalışma grubu	-0,025	0,915^a	-0,247	0,280^a
	Kontrol grubu	0,145	0,543^b	0,402	0,079^b

(a) Pearson Korelasyon, (b) Spearman Korelasyon, (r) Korelasyon katsayısı, (*) $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlıdır, (**) $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlıdır.

Video Head Impulse testte lateral SSK'lar değerlendirildiğinde, çalışma grubunda 2 kişide (%7,7) overt sakkad görülürken, kontrol grubunda 1 kişide (%3,8) overt sakkad görülmüştür. Tespit edilen sakkadlar açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p > 0.05$).

5. TARTIŞMA

Son yıllarda yapılan araştırmalar, vestibüler işlevin sadece denge ve postüral kontrolü sürdürmekle değil, aynı zamanda çeşitli bilişsel süreçlerle de ilişkili olduğunu göstermiştir (7, 20, 83, 102-113). Bu alışmalar çeşitli vestibüler bozukluklarda görsel mekânsal yeteneği değerlendiren çalışmalar (20, 83, 102-104), denge ve bilişsel fonksiyonların çift görev çalışmaları (105) ve bilişsel bozukluğu olan bireylerde ve /veya sağlıklı erişkinlerde vestibüler sistem ve biliş ilişkisini araştıran çalışmalardır (7, 106-113). alışmalar, vestibüler sistemin mekânsal biliş için kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Buradan yola çıkararak, çalışmamızda, 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile görsel mekânsal yetenek arasındaki ilişkiyi araştırmak ve Mini Mental Durum Testi skorlarına göre iki gruba ayrılmış 55 yaş ve üzeri erişkinler arasında vestibüler fonksiyon açısından fark olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır.

Vestibüler fonksiyonun bilişsel fonksiyon ile ilişkili olduğu mekanizma tamamen açıklanamamıştır, ancak birkaç potansiyel yol varsayılmıştır. Mekânsal bellek merkezlerinin hipokampus ve bazal gangliyonda olduğu düşünölmüş ve önemli vestibüler striatal bağlantılar tanımlanmıştır (106).

1990'ların ortasından önce, vestibüler sistemin hipokampus ve diğer medial temporal yapılara önemli bir şekilde projeksiyonuna dair sadece birkaç çalışma vardır. Douglas ve diğerleri (1979) ve daha sonra Potegal (1982) vestibüler girdilerin hipokampal aracılı mekânsal öğrenme üzerindeki rolünü belgelemiştir (114, 115). Frederickson ve diğerleri (1982), hipokampal elektroensefalografinin (EEG) konjenital vestibüler kaybı olan sıçanlarda anormal olduğunu göstermiştir (116). Arnolds, Da Silva, Boeijinga, Kamp ve Aitink (1984) vestibüler aracılı tüm vücut ve göz hareketlerinin hipokampal EEG'yi değiştirdiğini (117) ve Matthews, Campbell ve Deadwyler (1988), hipokampal iletimi bozan forniks lezyonlu hayvanların mekânsal öğrenme performansını artırmak için büyük pasif rotasyonların üstesinden gelemediğini göstermiştir (118). Horii ve diğerleri (1994) sıçanlarda sıcak kalorik stimölasyonun hipokampusta asetilkolin salınımını arttırdığını kanıtlayarak hipokampusa vestibüler girdilerinin spesifikliğini göstermişlerdir (119). Dahası, bu etki medial vestibüler çekirdekdeki glutamaterjik antagonistler tarafından engellenebilirken, işitsel girdileri engellemek hipokampal ACh salınımı üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir. Bunu hızlı bir şekilde hayvanın çevredeki konumunu belirten hipokampal konum hücrelerinin ateşlenmesi (120), hipokampal teta EEG ritmi (121) ve

hipokampusa bitişik olan subikulumdaki baş yönü hücrelerinin ateşlenmesi (122) üzerine vestibüler etkileri gösteren çalışmalar izlemiştir.

Hayvan deneyleri, hipokampustaki birçok sinir hücresinin yer (konum) hafızasını taşıdığını ve hayvan tanıdık yerlerden geçerken bu sinirlerin aktive olduğunu göstermiştir (123, 124). Konum hafızası hipokampusun piramidal sinirleri dışında dentat girusun granüllü hücrelerinde bulunur. Çevre topografyasının sinir sistemindeki temsilini oluşturan bilişsel bir harita olduğu düşüncesi yer hücrelerinin keşfiyle ortaya çıkmıştır (95). Beyin görüntüleme çalışmaları, insanların hipokampuslarının yön bulma sırasında çok daha aktif çalıştığını göstermektedir (123). Bunların yanında, hipokampus, bilinen mekânlarda kestirme yolların bulunması konusunda da önemli bir role sahiptir. Londra'daki taksi şoförleri işe başlamadan sıkı bir testten geçerler ve kendilerinden pek çok yeri ve aralarındaki en kısa yolları bilmeleri istenir. London College Üniversitesi'nde yapılan araştırmada taksi şoförlerinin hipokampuslarının ilgili kısımlarının daha büyük olduğu, şoför deneyimi arttıkça bu büyüklüğün de daha fazlaştığı saptanmıştır (125).

Sıçanlarda iki taraflı vestibüler lezyon, sıçanların hipokampustaki beynin bilişsel mekân haritasını koruduğu düşünülen bir nöron popülasyonu olan yer hücrelerinin anormal aktivitesi ile sonuçlanmıştır (90). Yer hücresi ve grid hücresi ateşlenmesinin koordinasyonu için önemli olan Theta ritminin, hem hipokampusta hem de entorhinal kortekste bilateral vestibüler ablasyonlu sıçanlarda işlevsiz olduğu gösterilmiştir (126). Elektrofizyolojik verilerle uyumlu olarak, sıçanlarda yapılan davranış çalışmaları, periferik vestibüler lezyonun, bir yiyecek arama görevindeki performansla ölçülen, bozulmuş mekânsal bellek ve gezinmeye yol açtığını göstermiştir (102).

Vestibüler bozuklukların prevalansı yaş ile birlikte artmaktadır. Vestibüler disfonksiyonla ilişkili olarak vestibülooküler, vestibülospinal bağlantıların bozulmasına bağlı osilopsi, dengesizlik gibi semptomlar görülmektedir. Bunun yanısıra, vestibüler fonksiyon bozukluğu özellikle yaşlı erişkinlerde bilişsel gerileme için bir risk faktörüdür. Bu popülasyonda vestibüler disfonksiyonla birlikte dikkat, mekânsal bellek bozuklukları gibi bilişsel bozukluklar da görülebilmektedir (86, 109). İleri yaşta ortaya çıkan dengesizliğin (presbitazis) iç kulak tüylü hücrelerindeki dejenerasyondan çok vestibüloolimbik, vestibülokortikal yollarda dejenerasyonla bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür (86).

Vestibüler kaybın Alzheimer hastalığının başlangıcına katkıda bulunduğu varsayılmıştır ve 25 yaşlı yetişkin üzerinde yapılan bir çalışmada, vestibüler disfonksiyon ile Alzheimer hastalığının en erken belirtilerinden biri olan topografik hafıza bozukluğu arasında zayıf bir ilişki gözlemlenmiştir (106). Wei ve diğerleri (2017), Alzheimer

hastalarının, sağlıklı yaşlı yetişkinlere göre iki kat daha fazla vestibüler bozukluk seviyesine sahip olduğunu belirtmiştir (112).

Bilateral vestibüler kayıplı hastalarda yapılan mekânsal bellek çalışmaları hastaların görsel girdilerin varlığında yön bulmada sorun yaşamadıklarını, ancak hatırlamaya dayalı yön bulmada başarısız olduklarını göstermektedir (103).

Bilateral vestibüler lezyonların, unilateral olanlardan daha ciddi bilişsel eksikliklere neden olduğu bulunmuştur (83). Brandt ve diğerleri (2005), bilateral vestibüler disfonksiyonu olan hastalarda bozulmuş mekânsal bellek ile birlikte hipokampal hacimlerin azaldığını gözlemlemiştir (103). Bununla birlikte, unilateral vestibüler disfonksiyonu olan hastalar üzerinde Hüfner ve diğerlerinin (2007) yaptığı benzer bir çalışmada, hipokampal hacimlerde veya mekânsal bellekte değişiklik olmadığı, ancak superior temporal girusun daha küçük hacimlerde olduğu tespit edilmiştir (104). Güncel bir başka çalışmada, unilateral vestibüler bozukluğu olan hastalarda sağlıklı kontrollere göre görsel mekânsal becerilerin ve işleme hızının bozulduğunu, bilateral vestibüler bozukluğu olanlarda ise bunların yanısıra bellek ve yürütücü işlevlerinde de bozulma olduğu gösterilmiştir (127). Bu durum, unilateral vestibüler bozukluğu olan hastalarda, sağlam labirentin bilateral projeksiyon ile bilişsel fonksiyonları kısmen koruduğu şeklinde yorumlanmıştır (108). Bununla birlikte, yaşam kalitesi ile ilgili anketlerde bilateral vestibüler disfonksiyonu olan hastalar tarafından unilateral vestibüler bozukluğu olan hastalara göre daha yüksek bir mekânsal kaygı bildirilmiştir, sanal ortamlarda mekânsal öğrenme performansı gecikmektedir ve orta hipokampal hacimde buna kıyasla önemli bir azalma vardır (75).

Vestibüler sistemin mekân algısı dışında nesne tanıma için de önemli olduğu düşünülmektedir. Farelerde bilateral vestibüler hasarın nesne tanıma bozulmaya yol açtığı gösterilmiştir. Bunun, vestibüler girdilerin, nesne tanıma ile ilişkili alanlar olan entorhinal, perirhinal kortekslere iletiminin bozulması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (86). Çalışmamızda kullandığımız zihinsel döndürme görevleri nesnelerin farklı açılardan tanınmasını gerektirmektedir.

Vestibüler fonksiyon bozukluğunun bilişsel fonksiyonları etkilediğine dair yapılan çalışmaların yanında (20, 83, 102-104), Alzheimer/demens hastalarında ve hafif bilişsel bozukluğu olanlarda vestibüler fonksiyonların bozulduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (7, 106-113, 128, 129). Bu hastalarda görsel mekânsal yeteneklerde bozulmanın yanısıra işleme hızı, bellek ve yürütücü işlevlerde de bozukluklar görülmüş, hipokampal hacim kaybı gibi yapısal değişiklikler de ortaya konmuştur (86).

Wei ve diğerleri (2018), hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler ve Alzheimer hastalarında zayıf mekânsal bilişsel yeteneğin sVEMP testi ile değerlendirdikleri vestibüler kayıpla ilişkisini araştırmışlar, vestibüler kaybı olan hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler ve Alzheimer hastalarının, normal vestibüler fonksiyona sahip olanlara göre mekânsal bilişsel testlerde daha fazla hataya sahip olduklarını bulmuşlardır. Alzheimer hastalarını mekânsal bilişsel testte elde ettikleri performansa göre “mekânsal olarak normal” ve “mekânsal olarak bozulmuş” olarak gruplara ayırmışlar ve mekânsal olarak normal Alzheimer hastalarına göre mekânsal olarak bozulmuş Alzheimer hastalarında vestibüler kayıp prevalansının anlamlı derecede daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu bulguları, vestibüler kaybın, genel bilişsel gerilemeden bağımsız olarak, hafif bilişsel bozuklukta ve Alzheimer hastalığında mekânsal bilişsel yeteneklerde bir azalmaya neden olduğu ve Alzheimer hastalığının “mekânsal olarak bozulmuş” bir alt tipinin öngörülebileceği şeklinde yorumlamışlardır (113).

Previc, Krueger, Ross, Roman ve Siegel (2014), Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi'ne göre hafif bilişsel bozukluğu olan ve normal skorlar elde eden 70-85 yaş aralığındaki bireylerle yaptıkları çalışmada vestibüler fonksiyon ve topografik hafıza arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, vestibüler fonksiyon ile topografik hafıza arasında buldukları anlamlı ilişki sonucunda vestibüler kaybın yaşlılarda topografik hafıza bozukluğuna katkıda bulunabileceğini belirtmişlerdir (130).

Çalışmamızda bilişsel fonksiyonun bir göstergesi olan Mini Mental Durum Testi skorlarına göre iki gruba ayrılmış (Mini Mental Durum Testi skorları 25 ve üzerinde olan sağlıklı erişkinler, Mini Mental Durum Testi skorları 24 ve altında olan erişkinler) 55 yaş ve üzeri bireylerde görsel mekânsal yetenek değerlendirilmiş ve vestibüler fonksiyon ile görsel mekânsal yetenek arasındaki ilişki araştırılmıştır. Mini Mental Durum Testi, bilişsel bozuklukların saptanması, demansiyel sendromların seyri ve tedaviye alınan yanıtların izlenmesi, yaşlılarda bilişsel performansın değerlendirilmesi için hem klinik uygulamada hem de araştırmacılar arasında oldukça yaygın olarak kullanılan standardize bir testtir (100). Bilişsel bozukluğu olan yaşlı erişkinlerde vestibüler fonksiyonu araştıran çalışmaların birçoğu bilişsel fonksiyonu değerlendirmek için Mini Mental Durum Testi'ni kullanmıştır (107, 109, 110, 128, 129, 131). Harun ve diğerleri (2017), standart vestibüler testleri tamamlamak için gereken bilişsel işlev düzeyini araştırmışlar, 12 veya daha düşük Mini Mental Durum Testi skoruna sahip bireylerin vestibüler testleri tamamlayamayacağını bildirmişlerdir (131). Harun ve diğerleri (2017) gibi başka çalışmalarda da hasta popülasyonu Mini Mental Durum Testi skorları 12'den büyük olan katılımcılardan oluşmuştur (109, 110, 129). Harun ve diğerlerinin (2016) yaptığı başka bir çalışmaya Mini

Mental Durum Testi skoru 10'un üzerinde olan hastalar dahil edilmiştir ve Mini Mental Durum Testi skoru 12 olan iki hasta vestibüler test talimatlarını takip edememiştir (108). Birdane ve diğerleri (2012) ve Wei ve diğerlerinin (2019) çalışmalarında Mini Mental Durum Testi skoru 12'nin altında olan hastalar da çalışmaya dahil edilmiştir (107, 128). Mini Mental Durum Testi skorları 12 ve altında olan katılımcıların çalışmalara dahil edilmesi, katılımcıların vestibüler test talimatlarını yeterince takip edip edemeyeceklerini sorgulamaktadır. Bu nedenle, sonuçlar dikkatle yorumlanmalıdır. Bu çalışmaların bazılarında kontrol gruplarındaki bireylerin bilişsel fonksiyonlarını değerlendirmek için nöropsikolojik testler uygulanmamıştır. Nakamagoe ve diğerleri (2015) nöropsikolojik testler ile kontrol grubunun bilişsel durumunu belirlememiştir (110). Harun ve diğerlerinin (2016) kontrol gruplarında nöropsikolojik testleri uygulayıp uygulamadıkları belirtilmemiştir (108). Wei ve diğerlerinin (2019) çalışmasında 4 Alzheimer hastası ve 34 kontrolün Mini Mental Durum Testi verileri eksiktir (128). Bu çalışmalardan farklı olarak çalışmamıza Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 arası olan bireyler ve 25 ve üzerinde olan bireyler dahil edilmiştir. Katılımcıların tamamına Mini Mental Durum Testi uygulanmıştır. Daha düşük skorları olan bireylerin de çalışmaya dahil edilmesi ile elde edilen bulgular değişebilir.

Görsel mekânsal yeteneği değerlendirmek için Peters ve Battista (2008) tarafından oluşturulmuş görüntülerle (101) Zihinsel Döndürme Testi kullandık. Güncel çalışmalar, zihinsel döndürmenin nöral mekanizmaları, el tercihi, cinsiyet farklılıkları gibi konular üzerinde durmaktadır (59-61, 63, 65-67). Çalışmamızda test sonuçlarımızı etkileyebilecek yaş, cinsiyet, öğrenim durumu gibi karıştırıcı değişkenler açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Tüm katılımcılar sağ elini kullanmaktadır.

Bazı yazarlar, çeşitli vestibüler bozuklukları olan hastalarda zihinsel döndürme yeteneğini, kontrollerle karşılaştırmış ve vestibüler kaybı olan hastaların daha fazla hataya sahip olduğunu ve zihinsel döndürme görevlerinde nesnelere veya insan olmayan figürlerden ziyade insan figürleri kullanıldığında vestibüler kaybı olan hastaların reaksiyon zamanlarının daha uzun olduğunu tespit etmişlerdir (58, 132). Benzer şekilde Wallwork (2013), baş dönmesi hastalarında vestibüler hastalık olup olmadığı tespit edilmemiş olmasına rağmen, kendi kendine dizziness rapor eden bireylerin zihinsel döndürme görevlerinde kontrollerden daha kötü performans gösterdiğini tespit etmiştir (68). Peruch ve diğerleri (2011), unilateral vestibüler nörektomi öncesi ve sonrası hastaları, bilateral vestibüler disfonksiyonu olan hastalar ve eşleşmiş kontrollerle karşılaştıran bir zihinsel

döndürme yeteneği çalışması yapmıştır. Ameliyat sonrası ve bilateral vestibüler disfonksiyonu olan hastalar, üç boyutlu nesnelere zihinsel döndürmesinde ve tanıdık ve tanıdık olmayan çevrelerin zihinsel taramasında bozulmuş yeteneğe sahiptir (64). Bu çalışmalar, değişmiş veya eksik vestibüler girdinin, bireyin üç boyutlu mekânı zihinsel temsilinde köklü bir değişikliğe yol açabileceğini göstermektedir (20).

Çeşitli vestibüler bozuklukları olan hastalarda zihinsel döndürme yeteneğini araştıran bu çalışmaların yanında, sınırlı sayıda çalışma sağlıklı erişkinlerde, Alzheimer, demans hastalarında zihinsel döndürme yeteneğini değerlendirmiştir (6, 53, 130, 133).

Araştırmacılar, zihinsel döndürme yeteneğinin sağlıklı erişkinlerde, demans hastalarında ve hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde görsel mekânsal fonksiyonun değerlendirilmesinde yeni bir tarama yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Güncel çalışmalar, hafif bilişsel bozukluklarda ve demansta, hastalığın erken evresinde uygulanacak Zihinsel Döndürme Testi'nin tanısız öneme sahip olduğunu belirtmektedir (53).

Bourrelier ve diğerleri (2015), hafif bilişsel bozukluğu olan ve sağlıklı 65-90 yaş arasındaki erişkinlerde zihinsel döndürme görevlerinde cevap zamanını değerlendirmişler, hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerin sağlıklı kontrollere göre daha uzun cevap zamanına sahip olduğunu bulmuşlardır (133). Suzuki ve diğerleri (2018), amnestik semptomları olmayan Alzheimer hastaları ve hafif bilişsel bozukluğu olan hastalarda 0°, 90° ve 180° dönme açılarında geometrik şekil ve alfabetik karakterlerden zihinsel döndürme görevleri oluşturmuşlar, cevap zamanı ve doğru cevap sayısını sağlıklı kontrollerle karşılaştırmışlardır. Alzheimer hastalarının kontrollere göre daha düşük doğruluk ve daha uzun cevap zamanına sahip olduğunu bulmuşlardır. 180° dönme açısında hafif bilişsel bozukluğu olan hastaları kontrollerden ayırt edebilmişlerdir (53). Adduri ve Marotta (2009), üç boyutlu gerçek yüz görüntüleri kullanarak yaptıkları Zihinsel Döndürme Testi'nde Alzheimer hastaları, genç ve yaşlı sağlıklı kontrollerin farklı açılarda ve ters şekilde sunulan yüzleri tanıma yeteneğini değerlendirmişlerdir. Kontrol gruplarında dönüş açısının artması ve görüntülerin ters çevrilmesiyle birlikte hata oranı artmıştır. Alzheimer hastalarında görüntüler önden verildiğinde, dikey ve herhangi bir döndürme olmadan verildiğinde yüzleri tanımada zorluk çekmedikleri, görüntülerin rotasyonu ve ters döndürülmesiyle doğruluğun ciddi oranda azaldığı görülmüştür. Araştırmacılar, buna dayanarak Alzheimer hastalığının başlamasıyla birlikte farklı açılarda sunulan yüzleri tanıma yeteneğini etkileyen zihinsel döndürme zorluklarının ortaya çıktığını belirtmişlerdir (6). Serino, Cipresso, Morganti ve Riva (2014) da Alzheimer hastalarında mekânsal bilişsel süreci anlamak için nesne merkezli ve kişi merkezli algılama yeteneğini değerlendirdikleri sistematik derlemede benzer şekilde

hastalığın erken döneminde mekânsal defisitlerin meydana geldiğini belirtmişlerdir (134). Lineweaver, Salmon, Bondi ve Corey-Bloom (2005), Alzheimer hastalarında zihinsel döndürme yeteneğini değerlendirmişler, dönme açısının artmasıyla birlikte Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısının azaldığını ancak cevap zamanında değişiklik olmadığını bulmuşlardır (135). Çalışmamızda Mini Mental Durum Testi skorlarına göre gruplandırılmış 55 yaş ve üzeri erişkinler arasında Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$).

Zihinsel Döndürme Testi'nde cevap zamanı hastaya sunulan görüntülerin yani uyarıların afferent yollarla santral sinir sistemine iletilmesi, santral sinir sisteminin uyarıyı algılaması ve uygun cevabı oluşturması, cevabın efferent yollarla kaslara iletilmesi ve kasların ilgili emir doğrultusunda harekete geçmesine bağlı olarak belirlenir. Bu nedenle uyarının santral sinir sistemine ulaşmasında ve cevabın efektör organa taşınmasında rol oynayan sinirlerin ileti hızı ile efektör kasın hızlı veya yavaş çalışması gibi faktörler katılımcıların Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanını etkileyecektir. Aynı zamanda cevap zamanı uyarının türüne, uyarılar arasındaki açısal farka, katılımcının hazır olma durumuna, dikkate, yorgunluğa, genel kasal gerginlik durumuna, yaş, el dominansı gibi faktörlere bağlı olarak da değişiklik gösterebilir. Çalışmamızda tüm katılımcılar 55 yaş ve üzeri, sağ elini kullanan bireylerden oluşmaktadır. Zihinsel Döndürme Testi'nde kullandığımız uyarılar görsel uyarılardır. Kosinskinin derlemesinde; Galton (1899), Woodworth ve Schlasberg (1956), Fieandt ve diğerleri (1956), Brebner ve Welford (1980)'nin görsel reaksiyon zamanı ortalama olarak 180-200 ms olduğunu belirttikleri bildirilmiştir (136). Testler öncesinde katılımcıları gelecek uyarılara hazırlamak amacıyla test anlatılmış ve x ve z eksenleri etrafında birer deneme sorusu sunulmuştur. Shepard ve Metzler uyarıların aynı olduğunu doğrulamak için geçen sürenin uyarılar arasındaki açısal farklılıklarla doğru orantılı olarak arttığını ve 180°'lik bir dönüşte zirveye ulaştığını belirtmişlerdir. Zihinsel dönüş, tüm karşılaştırmalar için sabit bir hızda gerçekleşir. Zihinsel dönüş, en kısa açısal mesafeyi sağlayan yöne bağlı olarak saat yönünde veya saat yönünün tersinde gerçekleşir (42). Burada dönme olarak düşünülen şey iki boyutlu resimler değil, üç boyutlu nesnelere olmalıdır. Bu bakımdan zihinsel rotasyonlar, nesnelere gerçek fiziksel rotasyonlarına karşılık gelir. Çalışmamızda tüm sorular için dönme açısı, 0-180° arasında seçilmiş ve 30° olarak belirlenmiştir. Trimmel ve Poelzl (2006) yaptıkları çalışmada, arka plandaki gürültünün, serebral korteksin bazı kısımlarını inhibe ederek, dikkati dağıtarak cevap zamanını uzattığını bildirmişlerdir (137). Testler, hastaların dikkatinin dağılmasını önlemek amacıyla sessiz bir odada uygulanmıştır. Çalışmamızda Suzuki ve diğerlerinin

çalışmasına benzer şekilde, kontrol grubunun Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı çalışma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek elde edilmiştir ($p=0.001$). Buradan yola çıkarak bilişsel performansta azalmanın katılımcıların zihinsel döndürme yeteneğini yani, bir nesneye veya nesnenin resmine bakma ve nesnenin zihindeki yönünü çeşitli açılardan değiştirerek üç boyutlu mekânda döndürüldüğünde veya ters yüz edildiğinde neye benzeyebileceğini görselleştirme yeteneğini etkilediği söylenebilir. Aynı zamanda çalışmamıza ve diğer araştırmacıların çalışmalarına dayanarak kliniklerde ileri yaş gruplarında kısa bir tarama testi olan Mini Mental Durum Testi'nin uygulanmasının ve zihinsel döndürme yeteneğinin değerlendirilmesinin hafif bilişsel bozuklukların ve demans hastalığının erken tespiti açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Johnson ve diğerlerinin (2009) yaptıkları çalışma da bu görüşümüzü desteklemektedir. Bu çalışma klinik öncesi dönemde Alzheimer hastalığının en erken belirtisinin, kesin bilişsel gerilemesi olmayan hastalarda bile, görsel mekânsal yetenek testleri ile saptanabileceğini göstermiştir (138).

Vestibüler bozukluklarda görsel mekânsal yeteneği veya Alzheimer/ demans hastalarında vestibüler fonksiyonu araştıran güncel çalışmalarda fizyolojik frekanslarda ayrı ayrı altı semisirküler kanaldaki VOR'u değerlendirmek için vHIT ve otolit organların (utrükül ve sakkül) fonksiyonunu, superior ve inferior vestibüler siniri, otolit oküler ve otolit servikal refleksleri değerlendirmek için VEMP testleri kullanılmıştır (106-108, 128, 139). Literatürde hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde VOR yollarını değerlendirmek için VNG'nin kullanıldığı yalnız bir çalışma bulunmuştur (129). Çalışmamızda VNG, vHIT ve VEMP testleri kullanılarak vestibüler sistemin bütüncül olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Vestibüler sistemin bir bütün olarak önemli bir rolü için kanıtlar birikmeye devam etse de, mekânsal öğrenme ve bellekle ilgili deneysel çalışmalarda, otolitlerin semisirküler kanallardan bağımsız ve seçici olarak lezyonunun ya da elektriksel olarak onları uyarmak için cerrahi olarak erişme güçlüğü nedeniyle, otolitlerin önemi nispeten belirsiz kalmıştır. Bu nedenle, periferik vestibüler sistemin tümünün lezyonlarının çeşitli görevlerde hayvanlarda ve insanlarda mekânsal belleği bozduğuna dair çok sayıda kanıt olmasına rağmen, özellikle otolitlerle ilgili nispeten az veri vardır (140). Çalışmalar özellikle sakkülün mekânsal bilişte önemli bir rol oynayabileceğini öne sürmektedir (106).

Otolit girdisinin oryantasyon için öneminin çarpıcı bir örneği astronotların raporları ile sağlanır. Astronotlar mikro yerçekiminde 'görsel yeniden oryantasyon yanılsamaları' yaşarlar. Vestibüler kaybı olan hastaların aksine, astronotların sağlam bir vestibüler sistemi vardır, ancak otolitleri yerçekimi yokluğunda statik uyarımı algılayamaz. Kabinde nereye

bakılacağını, nerenin tutulacağını veya nereye hareket edileceğini bilmek için astronotlar, çevredeki nesnelere göre kendi yönlerini belirlemelerine izin veren yer işaretlerini görsel olarak tanımalıdır, çünkü yerçekimi kavramı yoktur. Yer işaretleri olmadan, yukarı ve aşağı algıları sadece iç vücut merkezli referanslarına dayanır (genellikle dik olma hissi) ve bu nedenle hatalıdır (75).

Otolitlerin mekânsal bellekteki rolünü araştırmak için yapılan güncel çalışmalar, otokonyumdan ve dolayısıyla otolitik fonksiyondan yoksun mutant farelerle gerçekleştirilmiştir (140). Belirli otolit girdilerinden yoksun mutant farelerin mekânsal bellek defisitleri olabileceğine dair bazı kanıtlar da vardır (7, 84, 140). Doğuştan sakküler işlevi olmayan fareler bir baş eğme fenotipi sergiler. Bu mutant farelerin, vahşi olan farelere göre radyal bir labirentte gezinme konusunda daha zayıf yeteneklere sahip oldukları gösterilmiştir (106). Otoliti eksik farelerde yapılan nörofizyolojik çalışmalar, otolitik fonksiyonun hem talamik baş yönü hücrelerinin hem de hipokampal yer hücrelerinin normal fonksiyonu için önemli olduğunu göstermektedir (140).

İnsanlarda sakküler stimülasyonun fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme çalışmaları, intraparietal sulkus, temporoparietal bağlantı, parasantral lobül ve singulat korteks dahil olmak üzere geniş bir kortikal ağın aktivasyonunu göstermiştir (106). Elektroensefalografik çalışmalar, sesle uyarılmış VEMP'ler aracılığıyla sakkülün uyarılmasının, temporoparietal kavşak çevresindeki operkül ve insular korteks dahil olmak üzere benzer bir dizi kortikal yapıyı etkinleştirdiğini göstermektedir (141).

İnsanlarda otolitik disfonksiyon ve mekânsal bellek arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmaların birçoğu, özellikle otolitlerin sakküler kısmından kaynaklanan servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerle (sVEMP) mekânsal bellek ilişkisini incelemiştir (139). Bazı çalışmalar aynı zamanda utrikül tarafından üretilen oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyelleri (oVEMP) de değerlendirmiştir (108, 128). Bu çalışmalar, periferik vestibüler sistemin otolitik kısmının, utrikül ve sakkülün, mekânsal öğrenme ve belleğe bir miktar katkıda bulunduğunu düşündürmektedir (140).

Harun ve diğerleri (2016), 55 yaş ve üzeri hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde ve Alzheimer Hastalarında vestibüler fonksiyonun etkilenip etkilenmediğini araştırmak için yaptıkları çalışmalarında, VEMP ve vHIT ile vestibüler fonksiyonu değerlendirerek sağlıklı kontrollerle karşılaştırmışlar, Alzheimer hastalarında kontrol grubuna göre bilateral olarak sVEMP dalga elde edilme oranının azaldığını ve hem sVEMP hem de oVEMP amplitüdlerinde azalma olduğunu bulmuşlardır. Harun ve diğerleri (2016) bilateral mevcut olmayan sVEMP dalga cevabının Alzheimer hastalığı olasılığını üç kattan daha fazla

arttırdığını belirtmişlerdir. Lateral SSK VOR kazancı açısından Alzheimer hastaları ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Harun ve diğerlerinin (2016) yaptığı bu çalışmada, hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler ile kontrol grubu arasında vestibüler test bulguları açısından fark bulunmamıştır (108).

SSK fonksiyonu korunurken otolit fonksiyonunun bilişsel bozukluk ile neden azaldığını açıklamak için altta yatan nöral yollara bakılabilir. Vestibüler afferentler, vestibüler bilgileri kontralateral vestibüler çekirdekler, abducens çekirdeği de içeren birçok beyin alanına bağlı olan vestibüler çekirdeklere, mekânsal oryantasyon gibi bilişsel işleme süreçlerini içeren üst düzey beyin bölgelerine ve postürü sürdüren vestibülospinal refleksi üreten spinal kord motor nöronlarına aktarır. VOR'da yer alan motor nöronlara projeksiyonu olan vestibüler nukleustaki nöronların, talamusa ulaşmadıkları ve kortikal olarak projeksiyonları olmadığı için vestibüler bilgiyi daha üst beyin bölgelerine iletenlerden farklı olduklarına dair önemli kanıtlar vardır (108, 142, 143). Vestibüler stimülasyona yanıt veren daha üst beyin yapılarındaki nöronlar, göz hareketine karşı duyarsızdır ve dahası beyinin daha üst bölgelerine giden yollar ile VOR'da yer alan yollar arasında bir ayırım yapılmasını destekler (143, 144). Harun ve diğerleri (2016), bilişsel gerilemeyle birlikte VEMP yanıtlarında değişiklikler olup VOR'un bozulmama sebebinin vestibüler (özellikle sakküler) üst beyin yapılarına yönelik projeksiyonların bilişsel bozulmada anterograd dejenerasyona uğramasına bağlamışlar ve bunun da vestibülospinal refleksin bozulmasına neden olduğunu varsaymışlardır (108). Nakamagoe ve diğerleri (2015), VOR değişiklikleri gözlemlenecek olsaydı, bunun esas olarak fizyolojik yaşlanmaya bağlı olacağını belirtmişlerdir (110). Harun ve diğerleri (2016) aynı zamanda bilişsel bozukluğu olan bireylerin mekânsal farkındalık ve mekânsal bellekle ilgili kayıpları olacağını da söylemişlerdir (108).

Wei ve diğerleri (2019), 55 yaş ve üzeri hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler, Alzheimer Hastaları ve sağlıklı kontrollerde sVEMP, oVEMP testleri ve vHIT ile vestibüler fonksiyonu değerlendirerek vestibüler kayıp ile bilişsel bozukluk arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Her iki kulakta VEMP dalga cevabı elde edilmesini normal VEMP cevabı, tek taraflı veya iki taraflı dalga elde edilememesini anormal VEMP cevabı olarak tanımlamışlardır. Bilişsel bozukluğun artmasıyla, anormal sVEMP ve oVEMP yanıtı elde etme olasılığının arttığını bulmuşlardır. Lateral SSK VOR kazancı hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde en düşük iken bunu Alzheimer hastaları ve ardından kontroller izlemiştir. Lateral SSK VOR kazancı açısından hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler ve kontrol grubu

arasında anlamlı farklılık varken, Alzheimer hastaları ve kontroller arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (128).

Bizim çalışmamızda da Harun ve diğerleri (2016) ve Wei ve diğerlerinin (2019) çalışmasına benzer şekilde çalışma ve kontrol grubunda vestibülospinal ve vestibülooküler refleks arkını ayrı ayrı değerlendirmek için oVEMP ve sVEMP testleri birlikte kullanılmıştır. sVEMP testi, vestibülospinal refleksi yani sakkül fonksiyonu, inferior vestibüler sinir, vestibüler nukleus, vestibülospinal yol ile SKM kası motor nöronlarını değerlendirirken, oVEMP testi, vestibülooküler refleks arkını yani, utrikül fonksiyonu, superior vestibüler sinir, kontralateral medial longitudinal fasikulus ve okulomotor nukleuslar, ekstraoküler oküler kası değerlendirir (145). 110 dB nHL'de çalışma grubunda 4 (%15,4) kişinin sağ kulağında ve 8 (%30,8) kişinin sol kulağında sVEMP yanıtı alınmazken, kontrol grubunda 5 (%19,2) kişinin sağ kulağında ve 6 (%23,1) kişinin sol kulağında yanıt alınmamıştır. Çalışma grubunda 14 (%53,8) kişinin sağ kulağında ve 16 (%61,5) kişinin sol kulağında oVEMP yanıtı alınmazken, kontrol grubunda 15 (%57,7) kişinin sağ kulağında ve 10 (%38,5) kişinin sol kulağında yanıt alınmamıştır. Gruplar arasında sVEMP ve oVEMP testleri sağ ve sol kulak dalga cevap oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Sağlıklı bireylerde VEMP normalizasyonu için yapılan çalışmalar 60 yaş ve üzerinde VEMP yanıtlarının azaldığını göstermektedir. Bu yaş grubundaki bireyler otolojik veya nörolojik olarak sağlıklı olsalar dahi sVEMP'te %40 oranında yanıt alınmazken, oVEMP'te %25 yanıt alınmamaktadır (145). Çalışmamıza 55 yaş ve üzeri bireyler dahil edilmiştir. Çalışmamızda da sVEMP ve oVEMP testlerinde katılımcıların bazılarında yanıt alınamamasının nedeninin bir patolojiden ziyade vestibüler sistemde yaşa bağlı meydana gelen morfolojik değişiklikler olduğu düşünülmektedir. Yaşlanmaya bağlı olarak utrikül ve sakkülde bulunan tüylü hücrelerde %25, semisirküler kanallarda bulunan tüylü hücrelerde ise yaklaşık olarak %40 kayıp yaşandığı bilinmektedir. Welgampola ve Colebatch (2001) ve Ross, Johnsson, Peacor ve Allard (1976) özellikle sakküldeki otolitlerin sayılarının azaldığını bildirmişlerdir (146, 147). Ayrıca, 40 yaşından sonra vestibüler çekirdeklerdeki nöron sayısının her 10 yıllık süreçte %3 azaldığı bildirilmiştir (148). Welgampola ve Colebatch, klik ile uyarılmış VEMP yanıtlarında 60'lı yaşlarda, galvanik VEMP ile 70'li yaşlarda azalma gözlemlemişler ve periferik vestibüler sistemde nöral sistemden daha önce dejenerasyon olduğunu belirtmişlerdir (146). Lee ve diğerleri (2012), sVEMP amplitüdü ile ilgili yaşa bağlı düşüşü servikal kas kontraksiyonunda azalmaya bağlamıştır (149).

sVEMP ve oVEMP testlerinde 110 dB nHL'de sağ kulakta ve sol kulakta P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 interlatansı, P1-N1 amplitüdü, kulaklar arası asimetri oranı açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$). Çalışmamızda dalga cevabı elde edilmeyen katılımcılar analizlere dahil edilmemiştir. Eksiksiz verilere sahip katılımcılar, eksik verilere sahip olan katılımcılardan demografik, klinik veya bilişsel ölçümler açısından önemli ölçüde farklılık göstermese de, gruplar arasında sVEMP ve oVEMP testlerinde sağ kulakta ve sol kulakta P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 interlatansı, P1-N1 amplitüdü, kulaklar arası asimetri oranı açısından anlamlı farklılık elde edilmemesinin nedenlerinden biri yalnızca dalga cevabı elde edilen katılımcılar ile yani daha küçük örneklem büyüklüğü ile analizlerin gerçekleştirilmiş olması olabilir.

Birdane ve diğerleri (2012), VEMP testinin Alzheimer hastalığının erken evresinde tanısal amaçlı kullanılıp kullanılmayacağını araştırmışlar, hafif bilişsel bozukluğu, Alzheimer hastalığı olan bireylerde ve kontrollerde sVEMP testini uygulamışlardır. Farklı seviyelerdeki Alzheimer hastalarında yüksek oranda anormal sVEMP yanıtları elde etmişlerdir. VEMP testinin Alzheimer hastalığının erken evresinde tanısal amaçlı kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bilişsel bozukluğu olan hastalarda kontrol grubuna göre ortalama P13 latansını daha uzamış ve amplitüdü anlamlı olarak daha düşük elde etmişlerdir. sVEMP ve oVEMP ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, amplitüd değerlerinin geniş bir aralıkta olduğu görülmektedir. Test sırasında sternokleidomastoid kasının tonik aktivite miktarının, kas yorgunluğunun, pozisyon farklarının ve uyarı şiddetinin amplitüd değerlerini etkileyebileceği bildirilmiştir (150). Birdane ve diğerleri (2012), çalışma grubunda N23 latansını da kontrol grubuna göre uzamış elde etmişlerdir, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. N23 gecikmesinin anlamlı olmadığı yerde, uzamış bir P13 latansının bilişsel bozulma ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Alzheimer hastaları ile hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler arasında VEMP amplitüdü açısından anlamlı bir farklılık olmadığını bulmuşlardır (107).

Literatürdeki bu farklılıkların VEMP cevabını etkileyen uyaran tipine, test parametrelerine, kas zayıflığı, obezite, yaş gibi faktörlere ve çalışma grubuna dahil edilen bireylerin hastalığının süresi, evresi ve katılımcıların Mini Mental Durum Testi skorlarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda VEMP cevaplarını etkileyecek parametrelerden biri olan kas kontraksiyonu kontrol edilmiştir. Testler uygulanırken kas kontraksiyonu hedef aralıkta tutulmuş, kas kontraksiyonu azaldığında hastalardan kaslarını kasmaları istenmiştir. Harun ve diğerleri (2016) sVEMP testi sırasında sternokleidomastoid kasın yeterli kasılmasını kontrol ederken (108), Birdane ve diğerleri (2012) ve Wei ve

diğerleri (2019) kontrol etmemiştir (107, 128). VEMP cevap elde edilme oranını etkileyen parametrelerden bir diğeri de iletim tipi işitme kaybıdır. İletim tipi patolojilerde, vestibülospinal ve vestibülooküler refleks arkı intakt olsa da hava yolu vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testinde orta kulak patolojisi nedeniyle P13-N23 ve N10-P16 dalga formları elde edilemeyebilir (151). Bu nedenle çalışmamıza normal kulak burun boğaz muayene bulgularına sahip olan, elektroakustik immitansmetri değerlendirmesinde Tip A timpanogram elde edilen ve saf ses odyometri testinde iletim tipi işitme kaybı olmayan bireyler dahil edilmiştir. Yaşlı nüfusun yaklaşık üçte birini etkileyen işitme kaybı demans ile ilişkilidir. Vestibüler araştırmalarda, işitme düzeyine ilişkin veriler genellikle eksiktir (152). Nakamagoe ve diğerleri (2015) ve Harun ve diğerleri (2016) herhangi bir odyolojik değerlendirmeden bahsetmemiştir (108, 110). Birdane ve diğerleri (2012), VEMP yanıtlarında olası bir yanlış negatif sonuç nedeniyle iletim tipi işitme kaybı olan hastaları dışlamıştır (107). Micarelli ve diğerleri (2018) çalışmalarında saf ses odyometri uygulamış ancak odyolojik bulgular hakkında bilgi vermemiştir (109). Vestibüler işlevi ve bilişsel bozukluğu araştıran bazı yeni çalışmalar, işitme kaybını kontrol etmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, vestibüler kayba bağlı bilişsel bozulmanın işitme kaybı ile tam olarak açıklanamayacağını göstermektedir (106, 153, 154).

Çalışmalardan elde edilen bulgular, görsel mekânsal yeteneği değerlendiren testlerin yanında vestibüler testlerin kullanımının da Alzheimer/ demans hastalığının erken evrede tespiti açısından önemini göstermektedir. sVEMP ve oVEMP testleri ile değerlendirilen sakküler ve utriküler fonksiyonu geliştirmek için stratejiler ve tedavi programları oluşturmanın yaşlanan birçok bireyin yaşadığı bilişsel gerilemeyi ve görsel mekânsal yetenekteki bozulmaları da iyileştirmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda sVEMP testinde çalışma grubunda sol kulak P1-N1 amplitüdü ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında ($r=0.571$, $p=0.013$), kontrol grubunda sol kulak N1 latansı ($r=0.473$, $p=0.035$) ve sağ kulak P1 latansı ($r=0.539$, $p=0.012$) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. oVEMP testinde çalışma grubunda sol kulak P1-N1 interlatansı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında ($r=-0.638$, $p=0.047$), kontrol grubunda sol kulak P1-N1 interlatansı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında ($r=-0.650$, $p=0.006$) istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki bulunmuştur. Literatürde kullandığımız VEMP test parametreleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı arasındaki ilişkinin değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır. Bigelow ve diğerleri (2015), vestibüler fonksiyonu değerlendirmek için sVEMP amplitüdlerini, zihinsel

döndürme yeteneğini değerlendirmek için Kart Döndürme Testi'ni kullanmışlar, vestibüler fonksiyon ile Kart Döndürme Testi performansı arasında anlamlı derecede pozitif yönlü bir ilişki bulmuşlardır (106). VEMP amplitüdlerinin geniş bir aralıkta olmasından dolayı vestibüler fonksiyonu değerlendirmek için yalnızca VEMP amplitüdlarini kullanmanın yeterli olmadığı düşünülmektedir.

Micarelli ve diğerleri (2018) hafif bilişsel bozukluğu veya Alzheimer hastalığı olan tek taraflı vestibüler disfonksiyonlu 55 yaş ve üzeri bireylerde yapmış oldukları çalışmada, vHIT ile VOR'ı değerlendirmişler ve tek taraflı vestibüler disfonksiyonu olan 55 yaş ve üzeri kontrollerle vHIT bulgularını karşılaştırmışlardır. Hafif düzeyde bilişsel bozukluğu ve Alzheimer hastalığı olan bireyler ile kontroller arasında lateral kanal VOR kazancı açısından anlamlı farklılık bulmamışlardır (109).

Semisirküler kanal fonksiyonunu da değerlendirdiğimiz çalışmamızda, vHIT sonucunda Harun ve diğerleri (2016) ve Micarelli ve diğerleri (2018)'nin çalışmasına benzer şekilde lateral VOR kazanç ortalamaları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). Sağ posterior SSK ve sol posterior SSK VOR kazanç ortalamaları çalışma grubunda kontrol grubuna göre daha düşük elde edilmiştir. Ancak iki grup arasında vertikal kanal VOR kazanç ortalamaları açısından anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). Lateral, LARP, RALP kazanç asimetrisi açısından da gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmamızda çalışma grubunda sol anterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.504$, $p=0.009$). Sağ posterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır ($r=0.459$, $p=0.018$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubunda sağ lateral SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.407$, $p=0.039$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$). Literatürde SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı arasındaki ilişkinin değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır.

Video Head Impulse testte lateral SSK'lar değerlendirildiğinde, çalışma grubunda 2 kişide (%7,7) overt sakkad görülürken, kontrol grubunda 1 kişide (%3,8) overt sakkad görülmüştür. Tespit edilen sakkadlar açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Literatürde hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde okülomotor testleri kullanan tek bir çalışma bulunmaktadır (129). Baydan (2020), hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde ve sağlıklı kontrollerde VNG ile okülomotor test sonuçlarını karşılaştırmış ve iki grup arasında anlamlı farklılık bulmamıştır. VNG test sistemi içinde uyguladığımız okülomotor testler ile göz hareket sistemini değerlendirmek, serebellum ve beyin sapında bulunan santral vestibüler sistem ile bunların bağlantı yolları hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar (155). Çalışmamızda pozisyonel testlerin yanında, spontan nistagmus testi, gaze test ve sakkad testi, pursuit testi, optokinetik test gibi okülomotor testler de uygulanarak her iki grupta santral vestibüler sistem hakkında da daha detaylı bilgi sahibi olmak ve görsel mekânsal yetenek ile santral vestibüler fonksiyon arasında ilişki olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Her iki grupta da çalışmaya dahil edilen katılımcıların hiçbirinde spontan nistagmus görülmemiştir. Tüm katılımcıların gaze test bulguları normal elde edilmiştir. Çalışmamızda aynı zamanda her iki grupta, sakkadik latans, doğruluk ve hızı , pursuit test kazanç ve asimetrisi, optokinetik test, sola ve sağa doğru 30°/sn hızda akan uyarılara karşı, sağ ve sol göz kazancı değerlendirilmiş, her iki grup arasında sol göz sağa ($p=0.008$) ve sağ göz sağa bakış ($p=0.014$) sakkadik göz hareketlerinin doğruluk ortalaması dışında değerlendirilen parametreler açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda bir kişide sol göz sola bakışta (%3,8) hipometrik sakkad olduğu tespit edilmiştir. Hipometrik sakkadlar sağlıklı kişilerde de görülebilmektedir. Hastanın kataraktının olması veya test sırasında gözlük takamaması gibi nedenlerden dolayı hipometrik sakkadlar ortaya çıkabilmektedir. Ancak sürekli ve yüksek oranda görülen hipometrik sakkadlar, Parkinson hastalığı veya progresif supranükleer palsi gibi bazal gangliyon bozuklukları ve Tay-Sachs hastalığı gibi dejeneratif sinir sistemi hastalıklarını düşündürür (156, 157). Çalışmamızda elde edilen bu bulgunun literatürde belirtilen, sağlıklı bireylerde de hipometrik sakkadlar görülebileceği (155, 156) bilgisiyle uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Çalışma grubunda sağ göz sağa bakış ($r=0.428$, $p=0.029$) ve sağ göz sola bakışta ($r=0.396$, $p=0.045$) sakkadik göz hareketlerinin latans değerleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Çalışma grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz ($r=0.429$, $p=0.029$) ve 0,4 Hz'de ($r=0.433$, $p=0.027$) sağ göz kazanç değeri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz'de sol göz, 0,1 ve 0,2 Hz'de sağ göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($p<0.05$). 0,2 Hz'de sol göz, 0,2 Hz ve 0,4 Hz'de sağ göz kazanç değerleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru

cevap sayısı arasında negatif yönlü ilişki vardır ($p<0.05$). 0,2 Hz, 0,4 Hz'de sol göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında da pozitif yönlü ilişki saptanmıştır ($p<0.05$). Kontrol grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz'de sol göz asimetri yüzdesi ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.434$, $p=0.027$). Kontrol grubunda, sağa doğru $30^\circ/\text{sn}$ hızda akan uyaranlara karşı sol göz ($r=0.507$, $p=0.008$) ve sağ gözdeki kazanç değerleri ($r=0.561$, $p=0.003$) ve sola doğru $30^\circ/\text{sn}$ hızda akan uyaranlara karşı sağ gözdeki kazanç değerleri ($r=0.503$, $p=0.009$) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Literatürde VNG test parametreleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı arasındaki ilişkinin değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır. Bulguların doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Literatürde 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile zihinsel döndürme yeteneği arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışma sayısı azdır (106, 130). Bu çalışma, vestibüler ve bilişsel sistem ile ilgili güncel literatüre katkı sağlayacaktır.

Hem yaşlanma hem de nörodejenerasyon sonucu görsel-mekânsal yeteneğin bozulması, düşme, düşmelere bağlı yaralanmalar, günlük yaşam aktivitelerini yerine getirememe ve bağımsızlık kaybı gibi önemli geriatrik sonuçlara yol açabilir. Fonksiyonel yetersizlikleri ve düşme riskini azaltmada hatta bilişsel gerilemeyi yavaşlatmada vestibüler kaybı telafi etmek için uygulanacak tedaviler ve rehabilitasyon büyük önem taşımaktadır. Vestibüler fonksiyon ile görsel-mekânsal yetenek gibi bilişsel fonksiyonlar arasındaki ilişkinin anlaşılması bu bireylerde erken teşhis, etkin tedavilerin ve rehabilitasyonun planlanması ve uygulanması açısından önem taşımaktadır. Aynı zamanda yaşa bağlı bilişsel gerilemenin etkilenen bireyler ve toplum üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, literatürdeki çalışmalardan ve çalışmamızdan elde edilen bulguların önemli halk sağlığı etkileri de bulunmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar doğrultusunda verilen öneriler aşağıda belirtilmiştir:

1. Çalışma grubunun Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ortalaması $123,42 \pm 37,95$ sn, doğru cevap sayısı ortalaması $12,08 \pm 2,04$ iken kontrol grubunun cevap zamanı ortalaması $136,00 \pm 56,68$ sn, doğru cevap sayısı ortalaması $13,92 \pm 1,52$ 'dir. Gruplar arasında Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). Kontrol grubunun Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı çalışma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek elde edilmiştir ($p = 0.001$).
2. 110 dB nHL'de çalışma grubunda 4 (%15,4) kişinin sağ kulağında ve 8 (%30,8) kişinin sol kulağında sVEMP yanıtı alınmazken, kontrol grubunda 5 (%19,2) kişinin sağ kulağında ve 6 (%23,1) kişinin sol kulağında yanıt alınmamıştır. Çalışma grubunda 14 (%53,8) kişinin sağ kulağında ve 16 (%61,5) kişinin sol kulağında oVEMP yanıtı alınmazken, kontrol grubunda 15 (%57,7) kişinin sağ kulağında ve 10 (%38,5) kişinin sol kulağında yanıt alınmamıştır. Gruplar arasında sVEMP ve oVEMP testleri sağ ve sol kulak dalga cevap oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).
3. sVEMP testinde 110 dB nHL'de sağ kulakta ve sol kulakta P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 interlatansı, P1-N1 amplitüdü, kulaklar arası amplitüd asimetri oranı açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p > 0.05$).
4. sVEMP testinde çalışma grubunda 110 dB nHL'de sol kulak P1-N1 amplitüdü ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır ($r = 0.571$, $p = 0.013$). Diğer parametreler arasında ilişki bulunmamıştır ($p > 0.05$). Kontrol grubunda sol kulak N1 latansı ($r = 0.473$, $p = 0.035$) ve sağ kulak P1 latansı ($r = 0.539$, $p = 0.012$) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p > 0.05$).
5. oVEMP testinde 110 dB nHL'de sağ kulakta ve sol kulakta P1 latansı, N1 latansı, P1-N1 interlatansı, P1-N1 amplitüdü, kulaklar arası amplitüd asimetri oranı açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p > 0,05$).

6. oVEMP testinde çalışma grubunda 110 dB nHL'de sol kulak P1-N1 interlatansı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.638$, $p=0.047$). Diğer parametreler arasında ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda sol kulak P1-N1 interlatansı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.650$, $p=0.006$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).
7. Çalışma ile kontrol grubu arasında, sakkadik göz hareketlerinin latansı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$). Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre sakkadik göz hareketlerinin latans ortalamalarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir.
8. Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre sol göz sola, sol göz sağa, sağ göz sola ve sağ göz sağa bakış sakkadik göz hareketlerinin doğruluk ortalaması daha düşük gözlenmiştir. Çalışma ve kontrol grubu arasında, sol göz sağa ($p=0.008$) ve sağ göz sağa bakış ($p=0.014$) sakkadik göz hareketlerinin doğruluk ortalaması açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir.
9. Çalışma grubunda sağ göz sağa bakış ($r=0.428$, $p=0.029$) ve sağ göz sola bakışta ($r=0.396$, $p=0.045$) sakkadik göz hareketlerinin latans değerleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda sakkad testi latans değerleri ve doğruluk yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).
10. Kontrol grubunda bir kişide sol göz sola bakışta (%3,8) hipometrik sakkad olduğu tespit edilmiştir. Çalışma ile kontrol grubu arasında, sakkadik göz hareketlerinde, hipometrik sakkad görülme sıklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).
11. Çalışma grubunda 1 kişide sol göz sola bakışta (%3,8) ve sol göz sağa bakışta (%3,8) sakkadik hız yavaş elde edilmiştir. Kontrol grubundaki tüm bireylerde, sakkadik göz hareketlerinin hızı normal sınırlarda elde edilmiştir. İki grup arasında sakkadik göz hareketlerinin hızı açısından anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).
12. Pursuit testinde çalışma ile kontrol grubu arasında kazanç açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). Çalışma grubunda, kontrol

- grubuna göre 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz frekanslarında, sağ ve sol göz kazanç ortalamalarının daha düşük olduğu gözlenmiştir.
13. Pursuit testinde çalışma ile kontrol grubu arasında asimetri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$).
 14. Çalışma grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz ($r=0.429$, $p=0.029$) ve 0,4 Hz'de ($r=0.433$, $p=0.027$) sağ göz kazanç değeri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. 0,1, 0,2 ve 0,4 Hz'de sol göz, 0,1 ve 0,2 Hz'de sağ göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($p<0.05$). 0,2 Hz'de sol göz, 0,2 Hz ve 0,4 Hz'de sağ göz kazanç değerleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında negatif yönlü ilişki vardır ($p<0.05$). 0,2 Hz, 0,4 Hz'de sol göz asimetri yüzdeleri ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında da pozitif yönlü ilişki saptanmıştır ($p<0.05$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).
 15. Kontrol grubunun pursuit testinde, 0,1 Hz'de sol göz asimetri yüzdesi ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.434$, $p=0.027$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).
 16. Çalışma ile kontrol grubu arasında, optokinetik testte, sola ve sağa doğru $30^\circ/\text{sn}$ hızda akan uyaranlara karşı, sağ ve sol göz kazancında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$). Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre, optokinetik testte, sola ve sağa doğru $30^\circ/\text{sn}$ hızda akan uyaranlara karşı sağ ve sol gözdeki kazanç ortalamalarının daha düşük olduğu gözlenmiştir.
 17. Çalışma grubunda Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı ve doğru cevap sayısı ile optokinetik testte sola ve sağa doğru $30^\circ/\text{sn}$ hızda akan uyaranlara karşı sağ ve sol gözdeki kazanç ortalamaları arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda, sağa doğru $30^\circ/\text{sn}$ hızda akan uyaranlara karşı sol göz ($r=0.507$, $p=0.008$) ve sağ gözdeki kazanç değerleri ($r=0.561$, $p=0.003$) ve sola doğru $30^\circ/\text{sn}$ hızda akan uyaranlara karşı sağ gözdeki kazanç değerleri ($r=0.503$, $p=0.009$) ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır. Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$).
 18. vHIT'te sağ posterior SSK ve sol posterior SSK VOR kazanç ortalamaları çalışma grubunda kontrol grubuna göre daha düşük elde edilmiştir. Lateral ve vertikal kanal VOR kazanç ortalamaları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı

farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$). Lateral, LARP, RALP kazanç asimetrisi açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$)

19. Çalışma grubunda sol anterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi cevap zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.504$, $p=0.009$). Sağ posterior SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif yönlü ilişki vardır ($r=0.459$, $p=0.018$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubunda sağ lateral SSK VOR kazancı ile Zihinsel Döndürme Testi doğru cevap sayısı arasında anlamlı derecede negatif yönlü ilişki vardır ($r=-0.407$, $p=0.039$). Diğer parametreler arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).
20. Video Head Impulse Test'te lateral SSK'lar değerlendirildiğinde, çalışma grubunda 2 kişide (%7,7) overt sakkad görülürken, kontrol grubunda 1 kişide (%3,8) overt sakkad görülmüştür. Tespit edilen sakkadlar açısından gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Çalışmamız farklı bilişsel performansa sahip 55 yaş ve üzeri bireylerde vHIT, VEMP, VNG testleri ile kapsamlı olarak değerlendirilen vestibüler fonksiyon ile zihinsel döndürme yeteneği arasındaki ilişkiyi değerlendiren ilk çalışma olması nedeniyle önem taşımaktadır. Literatürdeki sınırlı sayıda çalışma ve bulgular arasındaki farklılıklar nedeniyle daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Çalışmamıza yalnızca Mini Mental Durum Testi skorları 20-24 arası ve 25 ve üzerinde olan bireyler dahil edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda Mini Mental Durum Testi'nde 20'nin altında, 20-24 arasında ve 25 ve üzerinde skorlar elde eden 55 yaş ve üzeri erişkinlerin üç grup oluşturularak çalışmaya dahil edilmesi, farklı bilişsel performansa sahip 55 yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon açısından fark olup olmadığının belirlenmesi açısından faydalı olacaktır. Yapılacak çalışmalarda nesnelere (Farklı açılarda sunulan geometrik şekiller (Örneğin; üç boyutlu küpler) ve alfabetik karakterleri tanıma gibi) ve insan figürleri (Yüz tanıma gibi) kullanılarak farklı uyaran tipleri ile Zihinsel Döndürme Testi'nin oluşturulması ve sunulan görüntüler arasındaki açısal farklılıkların yanında ayna görüntülerin de katılımcılara sunulması ile farklı uyaran tiplerinin Zihinsel Döndürme Testi sonuçlarını etkileyip etkilemediğinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Çalışmamızda katılımcıların görme değerlendirmesi ve COVID-19 hastalık geçmişi sorgulaması yapılmamıştır. Yapılacak çalışmalarda Zihinsel Döndürme Testi bulgularını etkileyebilecek olması nedeniyle görme değerlendirmelerinin yapılması ve koronavirüslerin

nörotrofik potansiyeli nedeniyle COVID-19 geçirmiş katılımcıların çalışma dışı bırakılması önerilmektedir.

Çalışmamızda VEMP testlerinde dalga elde edilemeyen katılımcıların VEMP değerlendirmelerine dahil edilememesi örneklem büyüklüğünü düşürmüştür. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda daha fazla katılımcı ile araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

Kulak Burun Boğaz kliniklerine denge kaybı ile başvuran 55 yaş ve üzeri erişkinlerde Mini Mental Durum Testi ile birlikte Zihinsel Döndürme Testi'nin klinik değerlendirmelere dahil edilmesi önerilmektedir. Bu, disiplinlerarası işbirliği ile Alzheimer, demans hastalığının erken tespiti açısından önem taşımaktadır. Aynı zamanda bilişsel performansta düşüşün başladığı erken dönemde bilişsel sistem ve vestibüler sistem ilişkisi düşünülerek vestibüler rehabilitasyon uygulamalarının planlanması düşmelerin ve düşmelere bağlı yaralanmaların önlenmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Colombo D, Serino S, Tuena C, Pedroli E, Dakanalis A, Cipresso P, et al. Egocentric and allocentric spatial reference frames in aging: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2017;80:605-21.
2. Miniaci MC, De Leonibus E. Missing the egocentric spatial reference: a blank on the map. *F1000Research*. 2018;7.
3. Kurt M. Görsel-Uzaysal Yeteneklerin Bileşenleri. *Klinik Psikiyatri*. 2002;5(2):120-5.
4. Pike G, Edgar G. Perception. *Cognitive Psychology*. New York, United States: Oxford Press; 2005. p. 71-112.
5. Kurt M. Sağ hemisferin bilişsel işlevleri: Görsel-uzaysal süreçler. In: Karakaş S, editor. *Kognitif nörobilimler 2ed*. Ankara: MN Medikal & Nobel Basım Yayın; 2008. p. 185-99.
6. Adduri CA, Marotta JJ. Mental rotation of faces in healthy aging and Alzheimer's disease. *PLoS One*. 2009;4(7):e6120.
7. Agrawal Y, Smith PF, Rosenberg PB. Vestibular impairment, cognitive decline and Alzheimer's disease: balancing the evidence. *Aging & mental health*. 2020;24(5):705-8.
8. Kolak D, Hirstein W, Mandik P, Waskan J. Visual object recognition. In: Kolak D, Hirstein W, Mandik P, Waskan J, editors. *Cognitive science: An introduction to mind and brain*. New York: Routledge; 2006. p. 91-5.
9. Eysenck MW, Keane MT. Object recognition. In: Eysenck MW, Keane MT, editors. *Cognitive psychology: A student's handbook*. 4 ed. New York: Taylor & Francis e-Library; 2005. p. 90-129.
10. Phinney RE, Siegel RM. Stored representations of three-dimensional objects in the absence of two-dimensional cues. *Perception*. 1999;28(6):725-37.
11. Marr D, Nishihara HK. Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London Series B Biological Sciences*. 1978;200(1140):269-94.
12. Pike G, Brace N. Recognition. In: Braisby N, Gellatly A, editors. *Cognitive psychology* New York, United States: Oxford Press; 2005. p. 113-56.
13. Ghose T, Liu Z. Generalization between canonical and non-canonical views in object recognition. *Journal of vision*. 2013;13(1):1-

14. Bülthoff HH, Edelman SY, Tarr MJ. How are three-dimensional objects represented in the brain? *Cerebral Cortex*. 1995;5(3):247-60.
15. Marr D. Analysis of occluding contour. *Proceedings of the Royal Society of London Series B Biological Sciences*. 1977;197(1129):441-75.
16. Biederman I. Recognition-by-components: a theory of human image understanding. *Psychological review*. 1987;94(2):115.
17. Ullman S. Aligning pictorial descriptions: An approach to object recognition. *Cognition*. 1989;32(3):193-254.
18. Bruce V, Green PR, Georgeson MA. Object recognition. In: Bruce V, Green PR, Georgeson MA, editors. *Visual perception: physiology, psychology, & ecology*. 4 ed. New York: Psychology Press; 2010. p. 265-98.
19. Tarr MJ, Bülthoff HH. Is human object recognition better described by geometric structural descriptions or by multiple views? Comment on Biederman and Gerhardstein (1993). 1995.
20. Bigelow RT, Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory. *Journal of Vestibular Research*. 2015;25(2):73-89.
21. De Vega M, Marscharck M. Visuospatial cognition: an historical and theoretical introduction. In: De Vega M, Intons-Peterson MJ, Johnson-Laird PN, Denis M, Marscharck M, editors. *Models of visuospatial cognition*. New York: Oxford University Press on Demand; 1996. p. 3-19.
22. Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. Object recognition. In: Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR, editors. *Cognitive neuroscience: The biology of the mind 5ed*. New York: W. W. Norton & Company; 2019. p. 222-71.
23. Pohl W. Dissociation of spatial discrimination deficits following frontal and parietal lesions in monkeys. *Journal of comparative and physiological psychology*. 1973;82(2):227.
24. Galati G, Lobel E, Vallar G, Berthoz A, Pizzamiglio L, Le Bihan D. The neural basis of egocentric and allocentric coding of space in humans: a functional magnetic resonance study. *Experimental brain research*. 2000;133(2):156-64.
25. Filimon F. Are all spatial reference frames egocentric? Reinterpreting evidence for allocentric, object-centered, or world-centered reference frames. *Frontiers in human neuroscience*. 2015;9:648.
26. Cornoldi C, Vecchi T. Introduction. In: Cornoldi C, Vecchi T, editors. *Visuo-spatial working memory and individual differences*. New York: Psychology Press; 2003. p. 1-8.

27. Stiles L, Reynolds JN, Napper R, Zheng Y, Smith PF. Single neuron activity and c-Fos expression in the rat striatum following electrical stimulation of the peripheral vestibular system. *Physiological reports*. 2018;6(13):e13791.
28. Burgess N. Spatial cognition and the brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2008;1124(1):77-97.
29. Boccia M, Nemmi F, Guariglia C. Neuropsychology of environmental navigation in humans: review and meta-analysis of fMRI studies in healthy participants. *Neuropsychology review*. 2014;24(2):236-51.
30. Vann SD, Aggleton JP, Maguire EA. What does the retrosplenial cortex do? *Nature reviews neuroscience*. 2009;10(11):792-802.
31. Committeri G, Galati G, Paradis A-L, Pizzamiglio L, Berthoz A, LeBihan D. Reference frames for spatial cognition: different brain areas are involved in viewer-, object-, and landmark-centered judgments about object location. *Journal of cognitive neuroscience*. 2004;16(9):1517-35.
32. Iglói K, Doeller CF, Paradis A-L, Benchenane K, Berthoz A, Burgess N, et al. Interaction between hippocampus and cerebellum crus I in sequence-based but not place-based navigation. *Cerebral Cortex*. 2015;25(11):4146-54.
33. Linn MC, Petersen AC. Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*. 1985:1479-98.
34. Okagaki L, Frensch PA. Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Journal of applied developmental psychology*. 1994;15(1):33-58.
35. Olkun S, Altun A. İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2003;2(4):86-91.
36. Tartre LA. Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for research in Mathematics Education*. 1990;21(3):216-29.
37. Casey BM. Individual and group differences in spatial ability. In: Waller DE, Nadel L, editors. *Handbook of spatial cognition*. Washington: American Psychological Association; 2013. p. 117-34.
38. Tekeli Ç. Multipl skleroz (MS) ve hidrosefali hastalarının bilişsel profillerinin bellek, dikkat, yönetici işlevler ve görsel-mekansal algı açısından karşılaştırılması: İstanbul Bilim Üniversitesi; 2013.

39. Finke RA. Information retrieval using mental images. In: Finke RA, editor. *Principles of mental imagery*. 2 ed. Cambridge: The MIT Press; 1993. p. 1-28.
40. Pearson J, Naselaris T, Holmes EA, Kosslyn SM. Mental imagery: functional mechanisms and clinical applications. *Trends in cognitive sciences*. 2015;19(10):590-602.
41. Kosslyn SM. Mental images and the brain. *Cognitive neuropsychology*. 2005;22(3-4):333-47.
42. Shepard RN, Metzler J. Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*. 1971;171(3972):701-3.
43. Pylyshyn ZW. What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological bulletin*. 1973;80(1):1.
44. Pylyshyn ZW. The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological review*. 1981;88(1):16.
45. Kosslyn SM. *Image and mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1980.
46. Kosslyn SM. *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge, MA: MIT press; 1996.
47. Tye M. *The imagery debate*. Cambridge, MA: Mit Press; 2000.
48. Haxby JV, Grady CL, Horwitz B, Ungerleider LG, Mishkin M, Carson RE, et al. Dissociation of object and spatial visual processing pathways in human extrastriate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1991;88(5):1621-5.
49. Kosslyn SM, Alpert NM, Thompson WL, Chabris CF, Rauch SL, Anderson AK. Identifying objects seen from different viewpoints A PET investigation. *Brain*. 1994;117(5):1055-71.
50. Sergent J, Ohta S, Macdonald B. Functional neuroanatomy of face and object processing: a positron emission tomography study. *Brain*. 1992;115(1):15-36.
51. Searle JA, Hamm JP. Mental rotation: an examination of assumptions. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. 2017;8(6):e1443.
52. Kesner RP, Creem-Regehr SH. Parietal contributions to spatial cognition. In: Waller DE, Nadel L, editors. *Handbook of spatial cognition* Washington: American Psychological Association; 2013. p. 35-63.
53. Suzuki A, Shinozaki J, Yazawa S, Ueki Y, Matsukawa N, Shimohama S, et al. Establishing a New Screening System for Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease with Mental Rotation Tasks that Evaluate Visuospatial Function. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2018;61(4):1653-65.

54. Finke RA. Transformations of mental images. In: Finke RA, editor. Principles of mental imagery 2ed. Cambridge: The MIT Press; 1993. p. 89-115.
55. Cooper LA, Podgorny P. Mental transformations and visual comparison processes: effects of complexity and similarity. *Journal of Experimental psychology: Human perception and performance*. 1976;2(4):503.
56. Just MA, Carpenter PA. Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive psychology*. 1976;8(4):441-80.
57. Just MA, Carpenter PA. Cognitive coordinate systems: accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability. *Psychological review*. 1985;92(2):137.
58. Candidi M, Micarelli A, Viziano A, Aglioti SM, Minio Paluello I, Alessandrini M. Impaired mental rotation in benign paroxysmal positional vertigo and acute vestibular neuritis. *Frontiers in human neuroscience*. 2013;7:783.
59. Voyer D, Nolan C, Voyer S. The relation between experience and spatial performance in men and women. *Sex Roles*. 2000;43(11):891-915.
60. Debarnot U, Piolino P, Baron J-C, Guillot A. Mental rotation: effects of gender, training and sleep consolidation. *PLoS One*. 2013;8(3):e60296.
61. Hoppe C, Fliessbach K, Stausberg S, Stojanovic J, Trautner P, Elger CE, et al. A key role for experimental task performance: effects of math talent, gender and performance on the neural correlates of mental rotation. *Brain and Cognition*. 2012;78(1):14-27.
62. Nair MA, Mulavara AP, Bloomberg JJ, Sangi-Haghpeykar H, Cohen HS. Visual dependence and spatial orientation in benign paroxysmal positional vertigo. *Journal of Vestibular Research*. 2017;27(5-6):279-86.
63. Peters M. Sex differences and the factor of time in solving Vandenberg and Kuse mental rotation problems. *Brain and cognition*. 2005;57(2):176-84.
64. Péruch P, Lopez C, Redon-Zouiteni C, Escoffier G, Zeitoun A, Sanjuan M, et al. Vestibular information is necessary for maintaining metric properties of representational space: evidence from mental imagery. *Neuropsychologia*. 2011;49(11):3136-44.
65. Prather S, Sathian K. Mental rotation of tactile stimuli. *Cognitive Brain Research*. 2002;14(1):91-8.
66. Schendan HE, Stern CE. Mental rotation and object categorization share a common network of prefrontal and dorsal and ventral regions of posterior cortex. *Neuroimage*. 2007;35(3):1264-77.
67. Titze C, Heil M, Jansen P. Gender differences in the Mental Rotations Test (MRT) are not due to task complexity. *Journal of Individual Differences*. 2008;29(3):130-3.

68. Wallwork SB, Butler DS, Moseley GL. Dizzy people perform no worse at a motor imagery task requiring whole body mental rotation; a case-control comparison. *Frontiers in human neuroscience*. 2013;7:258.
69. Kosslyn SM, Holtzman JD, Farah MJ, Gazzaniga MS. A computational analysis of mental image generation: evidence from functional dissociations in split-brain patients. *Journal of Experimental Psychology: General*. 1985;114(3):311.
70. Alivisatos B. The role of the frontal cortex in the use of advance information in a mental rotation paradigm. *Neuropsychologia*. 1992;30(2):145-59.
71. Kosslyn SM, Ochsner KN. In search of occipital activation during visual mental imagery. 1994.
72. McNamara TP, Valiquette CM. Remembering where things are. In: Allen GL, editor. *Human spatial memory: Remembering where* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates; 2004. p. 3-24.
73. Kessels RP, de Haan EH, Kappelle LJ, Postma A. Varieties of human spatial memory: a meta-analysis on the effects of hippocampal lesions. *Brain Research Reviews*. 2001;35(3):295-303.
74. Montello DR. Navigation. In: Shah P, Miyake A, editors. *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* New York: Cambridge University Press; 2005. p. 257-94.
75. Brandt T, Zwergal A, Glasauer S. 3-D spatial memory and navigation: functions and disorders. *Current opinion in neurology*. 2017;30(1):90-7.
76. Heddens JW, Speer W. *Today's Mathematics: Concepts, Methods and Instructional Activities* , Hoboken NJ. 11 ed. Hoboken NJ: John Wiley and Sons, Inc; 2006.
77. Karakaş S. Algı. In: Karakaş S, Eski R, editors. *Psikolojiye giriş (C T Morgan: A brief introduction to psychology) düzeltilmiş ve gözden geçirilmiş* 19 ed. Konya: Eğitim Akademi Yayınları; 2011. p. 241-57.
78. Plotnik R. *Psikolojiye giriş*. İstanbul: Kaknüs Yayıncılık; 2009.
79. Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. Attention. In: Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR, editors. *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* 5ed. New York: W. W. Norton & Company; 2019. p. 274-323.
80. Mesulam M-M. *Principles of behavioral neurology*. Philadelphia: Davis Company; 1985.
81. Mesulam M-M. From sensation to cognition. *Brain: a journal of neurology*. 1998;121(6):1013-52.

82. Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain. *Annual review of neuroscience*. 1990;13(1):25-42.
83. Smith PF. The vestibular system and cognition. *Current opinion in neurology*. 2017;30(1):84-9.
84. Previc FH. Vestibular loss as a contributor to Alzheimer's disease. *Medical hypotheses*. 2013;80(4):360-7.
85. Dieterich M, Brandt T. Vestibular lesions of the central vestibular pathways. In: Herdman SJ, Clendaniel R, editors. *Vestibular rehabilitation 4ed*. The United States of America: F. A. Davis Company; 2014. p. 2-19.
86. Çelebisoy N. Vestibüler sistem, navigasyon, kognisyon. In: Ardıç FN, editor. *Vertigo*. 2 ed. İzmir: US Akademi; 2019. p. 31-5.
87. Hain TC, Helminski JO. Anatomy and physiology of the normal vestibular system. In: Clendaniel RA, Herdman SJ, editors. *Vestibular rehabilitation*. 4 ed. The United States of America: F. A. Davis Company; 2014. p. 59-84.
88. Dieterich M, Brandt T. Functional brain imaging of peripheral and central vestibular disorders. *Brain*. 2008;131(10):2538-52.
89. Dieterich M, Bense S, Lutz S, Drzezga A, Stephan T, Bartenstein P, et al. Dominance for vestibular cortical function in the non-dominant hemisphere. *Cerebral cortex*. 2003;13(9):994-1007.
90. Stackman RW, Clark AS, Taube JS. Hippocampal spatial representations require vestibular input. *Hippocampus*. 2002;12(3):291-303.
91. Jacob P-Y, Poucet B, Liberge M, Save E, Sargolini F. Vestibular control of entorhinal cortex activity in spatial navigation. *Frontiers in integrative neuroscience*. 2014;8:38.
92. Lisman J, Buzsáki G, Eichenbaum H, Nadel L, Ranganath C, Redish AD. Viewpoints: how the hippocampus contributes to memory, navigation and cognition. *Nature neuroscience*. 2017;20(11):1434-47.
93. İzci Y, Erbaş YC. Hipokampus: yapısı ve fonksiyonları. *Türk Nöroşir Derg*. 2015;25(3):287-95.
94. Tolman EC. Cognitive maps in rats and men. *Psychological review*. 1948;55(4):189.
95. O'Keefe J, Dostrovsky J. The hippocampus as a spatial map: preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain research*. 1971.
96. O'Keefe J, Conway DH. Hippocampal place units in the freely moving rat: why they fire where they fire. *Experimental brain research*. 1978;31(4):573-90.

97. Hafting T, Fyhn M, Molden S, Moser M-B, Moser EI. Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*. 2005;436(7052):801-6.
98. Moser EI, Kropff E, Moser M-B. Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:69-89.
99. Moser EI, Roudi Y, Witter MP, Kentros C, Bonhoeffer T, Moser M-B. Grid cells and cortical representation. *Nature Reviews Neuroscience*. 2014;15(7):466-81.
100. Gungen C. Standardize Mini Mental Test'in Turk toplumunda hafif demans tanisinda gecerlik ve guvenilirliigi. *Turk Psikiyatri Dergisi*. 2002;13:273-81.
101. Peters M, Battista C. Applications of mental rotation figures of the Shepard and Metzler type and description of a mental rotation stimulus library. *Brain and cognition*. 2008;66(3):260-4.
102. Baek JH, Zheng Y, Darlington CL, Smith PF. Evidence that spatial memory deficits following bilateral vestibular deafferentation in rats are probably permanent. *Neurobiology of Learning and Memory*. 2010;94(3):402-13.
103. Brandt T, Schautzer F, Hamilton DA, Brüning R, Markowitsch HJ, Kalla R, et al. Vestibular loss causes hippocampal atrophy and impaired spatial memory in humans. *Brain*. 2005;128(11):2732-41.
104. Hübner K, Hamilton DA, Kalla R, Stephan T, Glasauer S, Ma J, et al. Spatial memory and hippocampal volume in humans with unilateral vestibular deafferentation. *Hippocampus*. 2007;17(6):471-85.
105. Mujdeci B, Turkyilmaz D, Yagcioglu S, Aksoy S. The effects of concurrent cognitive tasks on postural sway in healthy subjects. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2016;82:03-10.
106. Bigelow RT, Semenov YR, Trevino C, Ferrucci L, Resnick SM, Simonsick EM, et al. Association between visuospatial ability and vestibular function in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2015;63(9):1837-44.
107. Birdane L, Incesulu A, Gurbuz MK, Ozbabalik D. Sacculocolic reflex in patients with dementia: is it possible to use it for early diagnosis? *Neurological Sciences*. 2012;33(1):17-21.
108. Harun A, Oh ES, Bigelow RT, Studenski S, Agrawal Y. Vestibular impairment in dementia. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*. 2016;37(8):1137.


109. Micarelli A, Viziano A, Della-Morte D, Augimeri I, Alessandrini M. Degree of functional impairment associated with vestibular hypofunction among older adults with cognitive decline. *Otology & Neurotology*. 2018;39(5):e392-e400.
110. Nakamagoe K, Fujimiya S, Koganezawa T, Kadono K, Shimizu K, Fujizuka N, et al. Vestibular function impairment in Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2015;47(1):185-96.
111. Nakamagoe K, Kadono K, Koganezawa T, Takiguchi M, Terada M, Yamamoto F, et al. Vestibular impairment in frontotemporal dementia syndrome. *Dementia and geriatric cognitive disorders extra*. 2016;6(2):194-204.
112. Wei EX, Oh ES, Harun A, Ehrenburg M, Agrawal Y. Saccular impairment in Alzheimer's disease is associated with driving difficulty. *Dementia and geriatric cognitive disorders*. 2017;44(5-6):294-302.
113. Wei EX, Oh ES, Harun A, Ehrenburg M, Agrawal Y. Vestibular loss predicts poorer spatial cognition in patients with Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2018;61(3):995-1003.
114. Douglas RJ, Clark GM, Erway LC, Hubbard DG, Wright CG. Effects of genetic vestibular defects on behavior related to spatial orientation and emotionality. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 1979;93(3):467.
115. Potegal M. Vestibular and neostriatal contributions to spatial orientation. *Spatial abilities: Development and physiological foundations*. 1982:361-87.
116. Frederickson CJ, Frederickson MH, Lewis C, Howell GA, Smylie C, Wright CG, et al. Hippocampal EEG in normal mice and in mice with congenital vestibular defects. *Behavioral and neural biology*. 1982;34(2):121-31.
117. Arnolds D, Da Silva FL, Boeijinga P, Kamp A, Aitink W. Hippocampal EEG and motor activity in the cat: the role of eye movements and body acceleration. *Behavioural brain research*. 1984;12(2):121-35.
118. Matthews BL, Campbell KA, Deadwyler SA. Rotational stimulation disrupts spatial learning in fornix-lesioned rats. *Behavioral neuroscience*. 1988;102(1):35.
119. Horii A, Takeda N, Mochizuki T, Okakura-Mochizuki K, Yamamoto Y, Yamatodani A. Effects of vestibular stimulation on acetylcholine release from rat hippocampus: an in vivo microdialysis study. *Journal of neurophysiology*. 1994;72(2):605-11.
120. Sharp PE, Blair HT, Etkin D, Tzanetos DB. Influences of vestibular and visual motion information on the spatial firing patterns of hippocampal place cells. *Journal of Neuroscience*. 1995;15(1):173-89.

121. Gavrilov VV, Wiener SI, Berthoz A. Enhanced hippocampal theta EEG during whole body rotations in awake restrained rats. *Neuroscience letters*. 1995;197(3):239-41.
122. Moffat SD, Elkins W, Resnick SM. Age differences in the neural systems supporting human allocentric spatial navigation. *Neurobiology of aging*. 2006;27(7):965-72.
123. Moser E, Moser M-B, editors. Mapping your every move. *Cerebrum: the Dana forum on brain science*; 2014: Dana Foundation.
124. Moser M-B, Rowland DC, Moser EI. Place cells, grid cells, and memory. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*. 2015;7(2):a021808.
125. Woollett K, Maguire EA. Exploring anterograde associative memory in London taxi drivers. *Neuroreport*. 2012;23(15):885.
126. Aitken P, Zheng Y, Smith PF. The modulation of hippocampal theta rhythm by the vestibular system. *Journal of neurophysiology*. 2018;119(2):548-62.
127. Popp P, Wulff M, Finke K, Rühl M, Brandt T, Dieterich M. Cognitive deficits in patients with a chronic vestibular failure. *Journal of neurology*. 2017;264(3):554-63.
128. Wei EX, Oh ES, Harun A, Ehrenburg M, Xue Q-L, Simonsick E, et al. Increased prevalence of vestibular loss in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Current Alzheimer Research*. 2019;16(12):1143-50.
129. Baydan M, Caliskan H, Balam-Yavuz B, Aksoy S, Böke B. The interaction between mild cognitive impairment with vestibulo-ocular reflex, dynamic visual acuity and postural balance in older adults. *Experimental gerontology*. 2020;130:110785.
130. Previc FH, Krueger WW, Ross RA, Roman MA, Siegel G. The relationship between vestibular function and topographical memory in older adults. *Frontiers in integrative neuroscience*. 2014;8:46.
131. Harun A, Oh E, Bigelow R, Agrawal Y. Vestibular function testing in individuals with cognitive impairment: our experience with sixty participants. *Clinical otolaryngology: official journal of ENT-UK; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery*. 2017;42(3):772.
132. Grabherr L, Cuffel C, Guyot J-P, Mast FW. Mental transformation abilities in patients with unilateral and bilateral vestibular loss. *Experimental brain research*. 2011;209(2):205-14.
133. Bourrelier J, Kubicki A, Rouaud O, Crognier L, Mourey F. Mental rotation as an indicator of motor representation in patients with mild cognitive impairment. *Frontiers in aging neuroscience*. 2015;7:238.

134. Serino S, Cipresso P, Morganti F, Riva G. The role of egocentric and allocentric abilities in Alzheimer's disease: a systematic review. *Ageing research reviews*. 2014;16:32-44.
135. Lineweaver TT, Salmon DP, Bondi MW, Corey-Bloom J. Differential effects of Alzheimer's disease and Huntington's disease on the performance of mental rotation. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2005;11(1):30-9.
136. Kosinski RJ. A literature review on reaction time. *Clemson University*. 2008;10(1).
137. Trimmel M, Poelzl G. Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention. *Ergonomics*. 2006;49(2):202-8.
138. Johnson DK, Storandt M, Morris JC, Galvin JE. Longitudinal study of the transition from healthy aging to Alzheimer disease. *Archives of neurology*. 2009;66(10):1254-9.
139. Curthoys IS, MacDougall HG, Vidal P-P, de Waele C. Sustained and transient vestibular systems: a physiological basis for interpreting vestibular function. *Frontiers in neurology*. 2017;8:117.
140. Smith PF. The growing evidence for the importance of the otoliths in spatial memory. *Frontiers in neural circuits*. 2019;13:66.
141. Kammermeier S, Singh A, Noachtar S, Krotofil I, Bötzel K. Intermediate latency evoked potentials of cortical multimodal vestibular areas: acoustic stimulation. *Clinical Neurophysiology*. 2015;126(3):614-25.
142. Cullen KE. The vestibular system: multimodal integration and encoding of self-motion for motor control. *Trends in neurosciences*. 2012;35(3):185-96.
143. Smith PF. Vestibular dysfunction and Alzheimer's disease. *Medical hypotheses*. 2013;81(6):1169-70.
144. Smith P, Zheng Y. From ear to uncertainty: vestibular contributions to cognitive function. *Frontiers in integrative neuroscience*. 2013;7:84.
145. Erbek S. Vestibüler Uyarılmış Kas Potansiyelleri (VEMP). In: Ardıç FN, editor. *Vertigo*. 2 ed. İzmir: US Akademi; 2019. p. 179-90.
146. Welgampola M, Colebatch J. Vestibulocollic reflexes: normal values and the effect of age. *Clinical Neurophysiology*. 2001;112(11):1971-9.
147. Ross MD, Johnsson L-G, Peacor D, Allard LF. Observations on normal and degenerating human otoconia. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 1976;85(3):310-26.
148. Yılmaz N, Söylemez E, İla K, Söylemez T, Ertuğrul S. Yaşlanmanın okülomotor fonksiyonlara etkisi. *KBB ve BBC Dergisi*. 2020;28(1):16-21.


149. Lee DY, Fletcher E, Carmichael OT, Singh B, Mungas D, Reed B, et al. Sub-regional hippocampal injury is associated with fornix degeneration in Alzheimer's disease. *Frontiers in aging neuroscience*. 2012;4:1.
150. Papathanasiou ES, Murofushi T, Akin FW, Colebatch JG. International guidelines for the clinical application of cervical vestibular evoked myogenic potentials: an expert consensus report. *Clinical Neurophysiology*. 2014;125(4):658-66.
151. Rosengren S, Welgampola M, Colebatch J. Vestibular evoked myogenic potentials: past, present and future. *Clinical neurophysiology*. 2010;121(5):636-51.
152. Bosmans J, Jorissen C, Gilles A, Mertens G, Engelborghs S, Cras P, et al. Vestibular Function in Older Adults With Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Ear and Hearing*. 2021.
153. Kremmyda O, Hüfner K, Flanagin VL, Hamilton DA, Linn J, Strupp M, et al. Beyond dizziness: virtual navigation, spatial anxiety and hippocampal volume in bilateral vestibulopathy. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016;10:139.
154. Semenov YR, Bigelow RT, Xue Q-L, Lac Sd, Agrawal Y. Association between vestibular and cognitive function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2016;71(2):243-50.
155. McCaslin DL. Eye movement examination. In: McCaslin DL, editor. *Electronystagmography and Videonystagmography (ENG/VNG)*. 2 ed. San Diego, CA: Plural Publishing; 2019. p. 87-122.
156. Hain TC. Disorders of saccadic accuracy 2019 [Available from: <https://www.dizziness-andbalance.com/practice/saccades/saccadic%20dysmetria.html>].
157. Rucker J, Shapiro B, Han Y, Kumar A, Garbutt S, Keller E, et al. Neuro-ophthalmology of late-onset Tay–Sachs disease (LOTS). *Neurology*. 2004;63(10):1918-26.

EK 1: ARAŞTIRMA PROJESİ ETİK KURUL ONAYI



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu



TS-EN-ISO 9001
KALİTE SİSTEM BELGESİ

Sayı : 94603339-604.01.02/ 36989

18/10/2019

Konu : Proje Onayı

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalında görev yapmakta olan Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek'in danışmanlığında Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Odyoloji Doktora Programı öğrencisi Anı Parabakan Polat'ın sorumluluğunda yürütülecek olan KA19/265 nolu "Sağlıklı erişkinlerde ve demans hastalarında vestibüler fonksiyon ile görsel-mekansal yetenek arasındaki ilişki" başlıklı araştırma projesi Kurulumuz ve Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 11/09/2019 tarih ve 19/90 sayılı kararı ile uygun görülmüştür. Projenin başlama tarihi ile çalışmanın sunulduğu kongre ve yayımlandığı dergi konusunda Kurulumuza bilgi verilmesini rica ederim.

e-İmzalıdır

Kurul Başkanı

Not: Çalışma bildiri ve/veya makale haline geldiğinde "Gereç ve Yöntem" bölümüne aşağıdaki ifadelerden uygun olanının eklenmesi gerekmektedir.

— Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no:...) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

— This study was approved by Baskent University Institutional Review Board and Ethics Committee (Project no:...) and supported by Baskent University Research Fund.

DAĞITIM
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne
Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalına

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.



GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI

PROJE NO	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
KA19/265	19/90	11/09/2019

Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalında görev yapmakta olan Prof. Dr. Hatice Seyra Erbek tarafından yürütülecek olan KA19/265 nolu "Sağlıklı erişkinlerde ve demans hastalarında vestibüler fonksiyon ile görsel-mekansal yetenek arasındaki ilişki" başlıklı araştırma projesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından incelendi ve etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.

NOT: Projenin başlığının "Elli beş yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon ile görsel-mekansal yetenek arasındaki ilişki" olarak değiştirilmesi 11/03/2020 tarihinde Kurulumuz tarafından uygun bulunmuştur (Karar no: 2020/38).

EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa araştırmacıya sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır. Araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra, kararınızı özgürce verebilmeniz ve düşünmeniz için formu imzalamadan önce araştırmacı size zaman tanıyacaktır. Kararınız ne olursa olsun, araştırmacılar sizin tam sağlık halinizin sağlanmasına ve korunmasına yönelik görevlerini bundan sonra da eksiksiz yapacaklardır. Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde formu imzalayınız.

1. ARAŞTIRMANIN ADI

Elli beş yaş ve üzeri erişkinlerde vestibüler fonksiyon (denge fonksiyonu) ile görsel-mekansal yetenek (zihnin iki ve üç boyutlu mekânı nasıl organize ettiğini ve anladığını tanımlama yeteneği) arasındaki ilişki

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü sayısı 52'dir.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 2 saattir.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın birinci amacı, 55 yaş ve üzeri erişkinlerde denge fonksiyonu ile zihnin iki ve üç boyutlu mekânı nasıl organize ettiğini ve anladığını tanımlama yeteneği arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. İkinci amacı, Mini Mental Durum Testi (bilişsel fonksiyonu test etmek için kullanılan kısa tarama testi) puanı 20-24 olan erişkinler ve 25 ve üzerinde olan erişkinler arasında denge fonksiyonu açısından fark olup olmadığını belirlemektir. Çalışmamızın diğer bir amacı da 55 yaş ve üzeri erişkinlerde yaş, cinsiyet, eğitim durumu, işitme kaybı ve denge

fonksiyonlarının zihnin iki ve üç boyutlu mekânı nasıl organize ettiğini ve anladığını tanımlama yeteneği arasındaki ilişkiyi açıklamaktır.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dâhil edilebilmeniz için gereken koşullar şunlardır:

1. 55 yaş ve üzerinde olmanız
2. Normal kulak burun boğaz muayene bulgularına sahip olmanız,
3. Dış kulak yolu, kulak zarı ve orta kulağın değerlendirilmesi sonucunda herhangi bir patoloji elde edilmemiş olması,
4. Uygulanacak testleri anlamakta zorluk çekmemeniz
5. Testleri uygulamaya engel olacak körlük ve/veya boyun, bel hareket kısıtlılığınızın ve/veya psikiyatrik ve/veya nörolojik (sinir sistemi ile ilgili) bir hastalığınızın olmaması
6. Denge sistemi ile ilgili bir hastalık hikayenizin olmaması
7. Yapılacak denge testlerinde herhangi bir uyarım olmadan karşıya bakışta ve/veya belirli pozisyonlara getirildiğinizde gözde istemsiz hareketlerinizin olmaması
8. Sağlıklı erişkinler grubunda iseniz; Mini Mental Durum testi (bilişsel fonksiyonu test etmek için kullanılan kısa tarama testi) skorlarınızın 25'in üzerinde olması
9. Mini Mental Durum testi (bilişsel fonksiyonu test için kullanılan kısa tarama testi) skorlarınız 20-24 ise; Alzheimer, demans gibi herhangi bir hastalığınızın olmaması
10. Denge fonksiyonunu etkileyebilecek ilaç kullanımınızın olmamasıdır (strepromisin, gentamisin gibi ilaçlar) .

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırma kapsamında size denge testleri ve Zihinsel Döndürme Testi (nesnenin zihindeki yönünü çeşitli açılardan değiştirme yeteneğini değerlendiren bilgisayar tabanlı bir test) uygulanacaktır.

Denge sisteminizi değerlendirmek için yapılacak olan ilk testte göz hareketlerinizi kaydetmek için gözünüze bir gözlük takılacaktır. Duvarda belirlenmiş olan bir noktaya bakmanız istenecek ve başınız araştırmacı tarafından farklı yönlerde küçük itmelerle hareket ettirilecektir. Uygulanacak olan diğer testte boynunuza ve alnınıza elektrotlar yapıştırılacak, başınızı yukarı ve karşı tarafa doğru çevirerek boyun kasınızı kasmanız istenecektir. Bu sırada kulağınıza kulaklıkla ses verilerek boyun kasınızın cevabı kaydedilecektir. Ardından, gözünüzün çevresine ve alnınıza elektrotlar yapıştırılacak, yukarıda belirlenen bir objeye bakmanız istenecektir. Kulağınıza kulaklıkla ses verilerek göz çevresi kaslarınızın cevabı kaydedilecektir. Denge sisteminizi değerlendireceğimiz son testte göz hareketlerinizi kaydetmek için size bir gözlük takılacak, sabit karşıya bakarken, gözlerinizle çubuklu bar üzerindeki kırmızı ışığı takip ederken ve belirli manevralar uygulanırken göz hareketleriniz kaydedilecektir.

Zihinsel Döndürme Testi'nde, bilgisayar üzerinde size 3 boyutlu küp resimleri gösterilecektir. Resimlerden birincisi “referans” resimdir. Diğer üç resimden sadece bir tanesi “referans” resimdeki nesne ile aynı olup, tek farkı belirli bir yönde ve açıda döndürülmüş olmasıdır. Sizden üç resimden hangisinin “referans” resim ile aynı olduğunu en kısa sürede bulmanız istenecektir.

Uygulanacak testler sırasında ağrı ve acıya yol açacak bir müdahale yoktur.

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

1. Araştırma planına ve araştırıcının önerilerine uymalısınız.
2. Testten en az 48 saat önce alkollü içkiler almamalısınız.
3. Araştırma sırasında kullandığımız ilaçlar hakkında araştırmacıya bilgi vermelisiniz.
4. Göz çevresine losyon, krem gibi ürünler sürmemeli, göz makyajı yapmamalısınız.
5. Testten yaklaşık 2 saat önceye kadar bir şey yememelisiniz.
6. Rahat kıyafetler giymelisiniz.
7. Araştırma sırasında sizi rahatsız eden herhangi bir tıbbi durumu sorumlu araştırıcıya bildirmelisiniz.

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

Araştırmamız yalnızca bilimsel amaçlı olup sizin doğrudan yarar görmeniz beklenmemektedir. Ancak, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar bilişsel sistem ile denge sistemi arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yardımcı olacak, düşme riskini azaltmada kullanılacak tedavi ve rehabilitasyonunun planlanmasına katkı sağlayacaktır.

9. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Araştırmadan kaynaklanabilecek olası bir risk bulunmamaktadır.

10. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU

Araştırma nedeniyle bir zarar görmeniz söz konusu olursa, tedavi için gereken masraflar Başkent Üniversitesi tarafından karşılanacaktır.

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

Uygulama süresince, zorunlu olarak araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer problemlerinizi için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili araştırmacıya ulaşabilirsiniz.

İstediginizde Günün 24 Saati Ulaşılabilir Araştırmacının Adres ve Telefonları:

Anı PARABAKAN POLAT

Tel:

Adres:

12. GİDERLERİN KARŐILANMASI VE ÖDEMELER

Bu araştırmaya katılmanız için veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Hastalığınızın gerektirdiği tetkiklere ilave olarak yapılacak her türlü tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma giderleri size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kuruma ödetilmeyecektir.

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesi'dir.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI

Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen sizinle ilgili tıbbi bilgiler size özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Size ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabileceksiniz.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI

Araştırma gereklerini yerine getirmemeniz, araştırma programını aksatmanız, araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek istenmeyen bir etkiye maruz kalmanız vb. nedenlerle araştırmacı sizin izniniz olmadan sizi araştırmadan çıkarabilir. Bu durum sizin için herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır. Bu durum size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Ancak araştırma dışı bırakılmanız durumunda da, sizinle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Araştırma sırasında veya sonrasında bu araştırmanın gereği olarak size herhangi bir tedavi uygulanmayacaktır.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda da, sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size veya yasal temsilcinize iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Anı PARABAKAN POLAT tarafından Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Odyoloji Kliniği'nde bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (gönüllü) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı/ hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve araştırmacı/ hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 5 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

GÖNÜLLÜ		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

VASİ (Varsa)		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

ARAŞTIRMACI		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

ONAM ALMA İÇİNE BAŐİNDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŐ GÖREVLİSİ		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

EK 3: MİNİ MENTAL DURUM TESTİ

Ad Soyad:
Eğitim (yıl):
T. Puan:

Tarih:
Meslek:

Yaş:
Aktif El:

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 kaçınıcı kattasınız ()

KAYIT HAFIZASI (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 ()

DİKKAT ve HESAP YAPMA (Toplam puan 5)

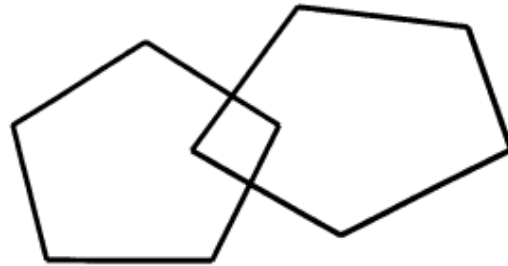
100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin.
Her doğru işlem 1 puan. (100, 93, 86, 79, 72, 65) ()

HATIRLAMA (Toplam puan 3)

Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri hatırlıyor musunuz? Hatırladıklarınızı söyleyin.
(Masa, Bayrak, Elbise)..... ()

LİSAN (Toplam puan 9)

- a) Bu gördüğünüz nesnelere 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 lütfen" 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 4: MİNİ MENTAL DURUM TESTİ STANDARDİZE UYGULAMA KILAVUZU

BAŞLANGIÇ

1. Doğru kişinin test edildiğinden emin olmak üzere, kişinin isim ve soyadı sorulur.
2. Görme ve işitme için yardımcı cihazı varsa test esnasında bunların kullanılması sağlanır.
3. Testin uygulanacağı kişilere, bazı sorular sorulacağı söylenerek bilgilendirilir ve testin yapılması için izin alınır
4. Sorular, anlaşılmadığı veya cevap vermeye teşebbüs edilmediği görüldüğünde, en fazla üç kez tekrar edilir ve yine cevap alınmazsa sözel veya fiziksel hiç bir ipucu vermeden sonraki soruya geçilir.
5. Test uygulanırken, bazı sorularda kullanılmak üzere, bir yüzünde büyük harflerle ve rahat okunabilecek biçimde yazılmış "GÖZLERİNİZİ KAPATIN" yazısı diğer yüzünde dört yanlı bir figür oluşturacak biçimde de iç içe geçmiş iki beşgenin çizgili olduğu bir kağıt bulundurulmalıdır.

UYGULAMA

1. SMMT "Size bazı sorular sormak ve çözmeniz için bazı problemler göstermek istiyorum, lütfen elinizden gelen en iyi cevabı vermeye çalışın" sorusu ile başlar.
2. Her bir sorunun klinik tecrübeye dayanan ve kolay anlaşılır kendi özel talimatı vardır.
3. Soruların soruluş şekli görüşmeciye bırakılmamış olup, önceden belirlenmiştir. Soruların tamamen belirle nen şekliyle sorulması gereklidir.
4. Soruların yanlarında cevapların yazılabileceği ve puanlandırılabilceği boşluklar bırakılmıştır. Böylelikle toplam puan test bittikten sonra sağlanabilir.
5. Zaman sınırlaması verilen sorularda, görüşmeci talimat bitiminden itibaren süre tutar. Hızlı cevaplama telaşına kapılmayı önlemek için testin uygulandığı kişiye süre tutulduğu bildirilmez. Müsaade edilen süre aşıldı ğında, görüşmeci "Teşekkürler, bu kadarı yeterli" diyerek bir sonraki soruya geçer. Zaman sınırlaması, değişkenliği azaltmak, güvenilirliği arttırmak, hastanın yetersiz kaldığı sorular karşısında katastrofik reaksiyonlar geliştirmesini önleyerek sükunetini muhafaza etmek için konulmuştur. Zor bir soru üzerinde çalışıldığında; örneğin beş kenarlı figürlerin kopyasında, zaman dolduğu halde işlem sürmekteyse tamamlanması beklenilir.

YÖNELİM

1. Hangi günde bulunulduğu sorulduğunda, bulunulan günün bir gün öncesi ve bir gün sonrası doğru kabul edilir. Ay sorulduğunda ayın son günü ise yeni ay ve yeni ayın ilk günü ise eski ay doğru kabul edilir. Mevsimlerde hava şartlarına göre görüşmeci cevabın doğruluğunu değerlendirmelidir.
2. Bulunulan ülke, şehir, semt, bina ve kat sorulur.

KAYIT HAFIZASI

1. Görüşmeci hastadan 1 sn ara ile söyleyeceği 3 kelimeyi tekrar etmesini ister. 20 sn süre verilir, her doğru kelimeye 1 puan verilir, sıra ile tekrar gerekmez.
2. Cevap verildikten sonra puanlandırılır. Yanlış veya eksik cevap verilmişse en fazla beş kez olmak üzere kelimeler tekrarlanıp testteki hatırlama bölümü için öğrenilmesi sağlanır.

DİKKAT ve HESAP

100'den geriye doğru 7 çıkartılarak sayılır. Her bir doğru çıkarma işlemi için 1 puan verilir. Yanlış yapılan işlemde puan düşüldükten sonra hastaya doğru rakam söylenerek devam edilmesi istenir.

HATIRLAMA

Kayıt hafızası bölümündeki üç kelimenin (masa, bayrak, elbise) hatırlanması istenir. Sıra önemsenmez.

LİSAN TESTLERİ

1. Kalem ve saat gösterilerek ne olduğu sorulur. Cevap için 10 sn verilir. (Toplam puan 2)
2. Yandaki cümlelerin tekrarı istenir: "Eğer ve fakat istemiyorum" 10 sn süre verilerek kelimesi kelimesine tekrara puan verilir. Cümleyi uygun biçimde telaffuz etmek için dikkat göstermek gerekir. Zira yaşlılarda görülen yüksek frekanslardaki işitme kayıplarında cümlelerin anlaşılması zor olabilir. Doğru cevap 1 puandır. (Toplam puan 1) .
3. Hastanın birazdan söylenecek 3 basamaklı işlemi uygulaması istenir. Öncelikle hastanın dominant olarak kullandığı elini öğrenmek gerekir. Hastaya "Masada duran kağıdı sol/sağ (nondominant) elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve kağıdı yere bırakın lütfen" cümlesi söylenerek 30 sn süre ve her bir doğru işlem için 1 puan verilir. Bu işlem öncesinde (talimat okunmadan) kağıdın hasta tarafından alınmasına izin verilmez. Görüşmeci kağıdı hastanın uzanamayacağı bir mesafede ve kendi vücuduna göre orta hatta tutmalı, talimat verildikten sonra kağıdı hastanın ulaşabileceği alana doğru itmeli dir.
4. Bir kağıda büyük harflerle ve puntolarla rahatça okunabilecek şekilde yazılmış cümle okunarak ne yazıyorsa onu yapması istenir. (Toplam puan 1)
5. Hastaya bir kağıt ve kalem vererek tam bir cümle yazması istenir. 30 saniye süre tanınır. Anlam içeren doğru bir cümle için 1 puan verilir (özne, yüklem, nesne bulunmalıdır).
6. Hastaya bir kağıt, kalem ve silgi verilerek şekli gösterilen birbiri içine geçmiş iki beşgeni kopya etmesi istenir. 1 dakika süre tanınır. Beşgenlerin kenar sayılarının tam olmasına dikkat edilir. (Toplam 1 puan)

EK 5: "MENTAL ROTATION STIMULUS LIBRARY" GÖRÜNTÜ DOSYALARINI KULLANMA İZİNİ

Note of permission

24 Temmuz 2019 16:16

I
Alıcı: ANI PARABAKAN · 

I herewith give you permission to use the stimuli
in our mental rotation stimulus library for the
purposes of your thesis research.
Sincerely,