

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA UZAMSAL BİLİŞ
BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Ody. Nizamettin Burak AVCI

Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ

ANKARA
2023

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA UZAMSAL BİLİŞ
BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Ody. Nizamettin Burak AVCI

Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR

ANKARA
2023

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA UZAMSAL BİLİŞ BECERİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Nizamettin Burak AVCI

Danışman: Doç.Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR

Bu tez çalışması 18.10.2023 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji-Doktora Programı"nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	<i>Prof.Dr. Hatice Seyra Erbek</i> (Lokman Hekim Üniversitesi)
Üye:	<i>Prof.Dr. Gonca Sennaroğlu</i> (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	<i>Prof.Dr. Banu Müjdecı</i> (Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi)
Üye:	<i>Doç.Dr. Gökem Ertuğrul</i> (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	<i>Dr.Öğr.Üyesi Öznur Yiğit</i> (Hacettepe Üniversitesi)

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

19 Ekim 2023

Prof. Dr. Müge YEMİŞCİ ÖZKAN
Enstitü Müdürü

YAYINLANMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- X Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

18/10/2023

(İmza)

Nizamettin Burak Avcı

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

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

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

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

ETİK BEYAN

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

Nizamettin Burak AVCI

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca her daim yanımda olan ve yol gösteren danışman hocam Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR'a,

Tez izleme komitemde yer alan, odyoloji bilimine değerli katkılar sunan ve her zaman yanımda olan kıymetli bölüm başkanım Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU'na ve tez sürecim boyunca bilgi ve tecrübelerini bizimle paylaşan hocam Prof. Dr. H. Seyra ERBEK'e,

Destekleri için TÜBİTAK 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı'nın oluşturulmasında emeği geçen kişi ve kurumlara;

Eğitim ve meslek hayatım boyunca emeği geçen ve destek olan tüm hocalarıma, çalışma ve okul arkadaşlarıma,

Bu süreçte her anımda yanımda olan hüznümü, mutluluğumu paylaştığım can arkadaşım Batuhan ÖZDEMİR'e

Hayatım boyunca desteklerini her zaman hissettiğim, sonsuz sevgileriyle her zaman yanımda olan annem Nilgün AVCI'ya, babam Ahmet AVCI'ya ve kardeşim Başak AVCI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nizamettin Burak AVCI

ÖZET

AVCI, N.B., Koklear İmplant Kullanıcılarında Uzamsal Biliş Becerilerinin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Doktora Programı, Doktora Tezi, Ankara, 2023. Uzamsal biliş becerileri işitsel, görsel ve vestibüler girdiler öncelikli olmak üzere tüm duyuşal girdilerin entegrasyonu ile gerçekleşir. Duyusal girdilerdeki eksiklikler uzamsal becerilerde etkilene yola açabilir. Bu çalışmanın amacı ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan koklear implant kullanıcılarının uzamsal biliş becerilerinin değerlendirilmesi ve otolit disfonksiyonu olan ve olmayan koklear implant kullanıcılarının uzamsal biliş becerilerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya otolit disfonksiyonu olan 19, otolit disfonksiyonu olmayan 21 koklear implant kullanıcısı ve yaş ve cinsiyete göre eşleştirilmiş 20 sağlıklı katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların uzamsal becerileri üçgen tamamlama görevi (TG), uzamsal oryantasyon testi (UOT) ve 4 dağ testi (4DT) ile değerlendirilmiştir. Çalışmamız sonucunda TG’de otolit disfonksiyonu olan koklear implant kullanıcıları otolit disfonksiyonu olmayanlara ve sağlıklı kontrollere kıyasla daha fazla sapma açısı ve sapma mesafesi göstermişlerdir ($p<0,001$). UOT açısı farkı değerlerinde gruplar arası anlamlı fark elde edilmiştir ($p<0,001$). Otolit disfonksiyonu olan koklear implant kullanıcıları en yüksek açısı farkına sahipken sağlıklı kontrollerin en düşük açısı farkına sahip olduğu bulunmuştur. 4DT’de ise otolit disfonksiyonu olan ve olmayan koklear implant kullanıcıları sağlıklı kontrollere kıyasla daha yüksek hata sayısına sahip olduğu grlmştir ($p<0,005$). Uzamsal navigasyon becerisinde otolit disfonksiyon etkiliyken, uzamsal hafıza becerisinde işitme kaybının daha fazla etkili olduğu bulunmuştur. Uzamsal oryantasyon becerisini hem otolit disfonksiyonun hem de işitme kaybının etkilediği gözlenmiştir. Koklear implant kullanıcılarında uzamsal biliş becerilerinin daha zayıf olduğu ve otolit disfonksiyonu olan kullanıcıların uzamsal bilişin uzamsal navigasyon ve oryantasyon becerilerinde daha düşük performans gösterdiği bulunmuştur. Çalışmamız koklear implantlı bireylerde otolit disfonksiyon göz önünde bulundurularak uzamsal biliş becerilerinin değerlendirildiği ilk çalışmadır.

Anahtar Kelimeler: uzamsal navigasyon, uzamsal oryantasyon, uzamsal hafıza, otolit disfonksiyon, koklear implant.

ABSTRACT

AVCI, N.B., Evaluation of Spatial Cognition in Cochlear Implant Users, Hacettepe University Graduate School Health Sciences Audiology Doctoral Program, Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2023. Spatial cognition skills are realized by the integration of all sensory inputs, primarily auditory, visual, and vestibular inputs. Deficiencies in sensory inputs can affect spatial skills. The aim of this study is to evaluate the spatial cognition skills of cochlear implant users with severe and profound hearing loss and to compare the spatial cognition skills of cochlear implant users with and without otolith dysfunction. The study included 19 cochlear implant users with otolith dysfunction, 21 cochlear implant users without otolith dysfunction, and 20 age- and sex-matched healthy participants. The spatial skills of the participants were evaluated with the triangle completion task (TCT), the spatial orientation test (SOT), and the 4 mountains test (4MT). As a result of our study, cochlear implant users with otolith dysfunction in TCT showed a greater angle of deviation and distance of deviation compared to those without otolith dysfunction and healthy controls ($p<0.001$). There was a significant difference between the groups in the UOT angle difference values ($p<0.001$). Cochlear implant users with otolith dysfunction had the highest angle difference, while healthy controls had the lowest angle difference. On the other hand, in 4DT, cochlear implant users with and without otolith dysfunction had a higher error number compared to healthy controls ($p<0.005$). While otolith dysfunction was effective in spatial navigation skills, it was found that hearing loss was more effective in spatial memory skills. It has been observed that both otolith dysfunction and hearing loss affect spatial orientation ability. It has been found that cochlear implant users have poorer spatial cognition skills, and users with otolith dysfunction have lower performance in spatial cognition, spatial navigation, and orientation skills. Our study is the first to evaluate spatial cognition skills in individuals with cochlear implants, considering otolith dysfunction.

Keywords: spatial navigation, spatial orientation, spatial memory, otolith dysfunction, cochlear implant.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYINLANMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İşitme Sistemi	3
2.2. Vestibüler Sistem	6
2.3. Koklear İmplant	9
2.4. Uzamsal Biliş	11
3. BİREYLER VE YÖNTEM	17
3.1. Bireyler	17
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Global Bilişsel Değerlendirme	20
3.2.2. İşitme Değerlendirmesi	20
3.2.3. Vestibüler Değerlendirme	20
3.2.4. Uzamsal Biliş Değerlendirmesi	22
3.3. İstatistiksel Analiz	27
4. BULGULAR	29
4.1. Üçgen Tamamlama Görevi Bulguları	30
4.2. Uzamsal Oryantasyon Testi Bulguları	32
4.3. Dört Dağ Testi Bulguları	33
4.4. Uzamsal Test Sonuçlarının Demografik Değişkenlerle İlişkisi	34
4.5. Uzamsal Test Sonuçlarında Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi Bulguları	36

5. TARTIŞMA	38
5.1. Otolit Disfonksiyonun Uzamsal Biliş Becerilerine Etkisi	38
5.2. İşitme Kaybının Uzamsal Biliş Becerilerine Etkisi	41
5.3. Çalışmanın Güçlü Yanları	44
5.4. Çalışmanın Kısıtlılıkları	45
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	46
7. KAYNAKÇA	48
8. EKLER	55
EK-1: Etik Kurul Onayı	
EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu	
EK-3: Katılımcı Bilgi Formu	
EK-4: Turnitin Orijinallik Raporu	
EK-5: Dijital Makbuz	
9. ÖZGEÇMİŞ	63

SİMGELER ve KISALTMALAR

cm	Santimetre
cVEMP	Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel
ÇG-I	Çalışma Grubu 1
ÇG-II	Çalışma Grubu 2
dB	Desibel
HL	İşitme Seviyesi (<i>Hearing Level</i>)
Hz	Hertz
Kİ	Koklear İmplant
KG	Kontrol Grubu
kΩ	Kilohm
m²	Metrekare
MMT	Mini Mental Test
ms	Milisaniye
nHL	Normalize Edilmiş İşitme Seviyesi (<i>Normalized Hearing Level</i>)
oVEMP	Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel
sn	Saniye
SS	Standart Sapma
UOT	Uzamsal Oryantasyon Testi
ÜTG	Üçgen Tamamlama Görevi
4DT	Dört Dağ Testi
μV	Mikro volt
°	Derece
'	Dakika

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Periferik İşitme Sistemi Yapıları	4
2.2. Periferik Vestibüler Sistem Yapıları	7
2.3. Uzamsal haritalama için entorhinal korteksle olan bağlantılar	15
3.1. Üçgen Tamamlama Görevi Rotaları	23
3.2. Üçgen Tamamlama Görevinden Uygulama Görselleri	24
3.3. Üçgen Tamamlama Görevinde Sapma Açısı ve Sapma Mesafesinin Belirlenmesi	24
3.4. Uzamsal Oryantasyon Testinden Örnek Bir Soru	26
3.5. Dört Dağ Testinden Örnek Bir Soru	27
4.1. Çalışma grupları için akış şeması	29
4.2. Gruplara ait ÜTG sapma açısı değerleri grafiği	31
4.3. Gruplara ait ÜTG sapma mesafesi değerleri grafiği	32
4.4. Gruplar arası UOT açı farkı değerleri grafiği	33
4.5. Gruplar arası 4DT hata sayısı grafiği	34

TABLolar

Tablo	Sayfa
3.1. Katılımcıların demografik özellikleri	19
4.1. Gruplara göre uzamsal test sonuçlarının ortalama $\pm$ standart sapma değerleri ve karşılaştırmaları	30
4.2. Kİ kullanıcılarında bimodal işitme durumuna göre uzamsal biliş değerlendirme sonuçları ve karşılaştırmaları.	35
4.3. Gruplarda cinsiyete göre uzamsal biliş değerlendirme sonuçları ve karşılaştırmaları	36
4.4. Tüm katılımcılarda işitme kaybı ve otolit disfonksiyon ile uzamsal test performansları arasındaki ilişkinin çok değişkenli doğrusal regresyon modeli ile incelenmesi	37

1. GİRİŞ

Uzamsal biliş becerileri günlük hayatımızda önemli roller oynayarak çevremizdeki dünyayı anlamamıza ve onunla etkileşim kurmamıza olanak tanıyan temel bilişsel motor becerilerdendir (1). Uzamsal biliş içerisinde uzamsal oryantasyon, navigasyon ve hafıza gibi belirli alt beceriler yer alır. Uzamsal hafıza, birkaç farklı bileşen kullanarak kişinin ortamının bilgisini zihninde bütünleştirmesidir. Bu bileşenler geometri, görelî konum, mesafe, boyut, uzamsal oryantasyon ve koordinatları içerir. Uzamsal navigasyon ise kişinin çevresinde başarılı bir şekilde hareket etme yeteneği olarak tanımlanır. Bu kavram, kişinin baş açısı ve yönünün farkındalığını ve yol entegrasyonunu ifade eder (2). Bu bilişsel işlevler, işitsel, görsel ve vestibüler girdiler dahil olmak üzere duysal bilgilerin entegrasyonu ile gerçekleşir. Bilişsel işlevlerin eksiksiz bir şekilde sürdürülebilmesi için tüm duysal sistemlerin düzgün bir şekilde çalışması oldukça önemlidir.

İşitme kayıplı bireylerde tanıma, görsel dikkat ve uzamsal çalışma belleği gibi bilişsel fonksiyonlarda azalma görülmektedir (3). Özellikle ileri ve çok ileri derece işitme kayıplarında bilişsel fonksiyonların olumsuz etkilendiği bilinmektedir (4). Bu tip işitme kaybı olan bireylerde koklear implantasyon işitsel bilgileri geri kazandıran en iyi işitsel rehabilitasyon müdahalelerinden biridir. Yapılan bir çalışmada koklear implant (Kİ) kullanan ve Kİ adayı olan kişilerin normal işiten akranlarına göre bilişsel fonksiyonlarının daha kötü olduğu ve Kİ kullanan ve Kİ adayı olan bireyler arasında ise belirgin bir farklılık gözlenmediği raporlanmıştır (5).

İç kulağın içinde yer alan vestibüler sistem, baş hareketlerini algılamaktan ve vücut pozisyonu, denge ve uzamsal biliş hakkında bilgi sağlamaktan sorumludur. Vestibüler sistem, semisirküler kanallar ve otolit organlardan oluşur. Vestibüler sistemdeki işlev bozukluğu (disfonksiyon), baş dönmesi, dizziness ve dengesizlikten bağımsız olarak uzamsal öğrenme ve hafıza, navigasyon, oryantasyon ve üç boyutlu uzayın zihinsel temsiliinde bilişsel eksikliklere yol açmaktadır (6). Vestibüler disfonksiyon, Kİ kullananlar da dahil olmak üzere işitme kaybı olan kişilerde yaygın olarak görülür (7). Bilateral vestibüler disfonksiyonun bireylerde hipokampal atrofiye, hafıza bozukluğuna ve uzamsal biliş ve dikkatte azalmaya yol açtığı raporlanmıştır (8).

Bu tez, odyoloji ve bilişsel psikoloji alanı için önemli sonuçlar içermektedir. Vestibüler disfonksiyonunun Kİ kullanıcılarında uzamsal oryantasyon, navigasyon ve hafıza becerileri üzerindeki etkisini inceleyerek, bilişsel süreçlerde işitsel ve vestibüler sistemler arasındaki karmaşık etkileşimi daha iyi anlamamıza olanak sağlayacaktır. Bu çalışmanın bulguları, vestibüler disfonksiyonu olan Kİ kullanıcılarının fonksiyonel sonuçlarını ve yaşam kalitelerini optimize etmek için özel müdahalelerin, rehabilitasyon stratejilerinin ve destek sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca Kİ aday değerlendirmesi ve implantasyon sonrası yönetimde kapsamlı vestibüler değerlendirmenin önemi konusunda farkındalık yaratarak klinik uygulamaları bilgilendirme potansiyeline sahiptir. Bu tezin amacı, Kİ kullanıcılarının uzamsal biliş becerilerinin değerlendirilmesi ve otolit disfonksiyonu olan ve olmayan Kİ kullanıcılarının uzamsal biliş becerilerinin karşılaştırılmasıdır.

Çalışmanın hipotezleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

H0: Kİ kullanıcıları ile normal işiten bireylerin uzamsal biliş becerileri arasında fark yoktur.

H1: Kİ kullanıcıları ile normal işiten bireylerin uzamsal biliş becerileri arasında fark vardır.

H0: Otolit disfonksiyonu olan ve olmayan Kİ kullanıcılarının uzamsal biliş becerileri arasında fark yoktur.

H1: Otolit disfonksiyonu olan ve olmayan Kİ kullanıcılarının uzamsal biliş becerileri arasında fark vardır.

H0: İşitme kaybı ve otolit disfonksiyonun uzamsal biliş becerileri üzerine etkisi yoktur.

H1: İşitme kaybı ve otolit disfonksiyonun uzamsal biliş becerileri üzerine etkisi vardır.

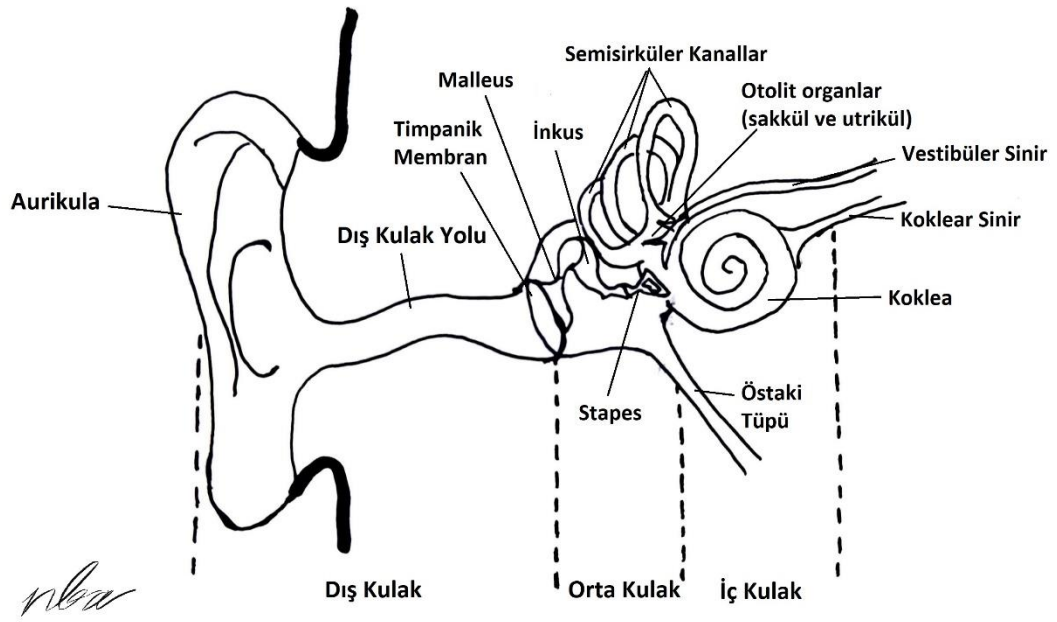
2. GENEL BİLGİLER

Kulak, işitme ve vestibüler (denge) sistemi olmak üzere iki duyuşsal sistemi içerir. İşitme sistemi sesin algılanması, işlemlenmesi ve insanın en temel ihtiyaçlarından birisi olan sosyal iletişimi sağlar. Vestibüler sistem ise bakış stabilizasyonu, postüral denge ve hem istirahat hem de hareket halindeyken kişinin uzamsal oryantasyonunu sağlamakla görevlidir. Hem işitme hem de vestibüler sistem, iç kulağın kemikli labirenti içinde yer alır, ancak farklı işlevlere hizmet ederler. İşlevsel ayrımlarına rağmen, anatomik olarak birbirine bağlıdırlar ve ortak yapıları paylaşırlar. Bu sistemlerdeki herhangi bir işlev bozukluğu veya hasar, bozukluğun doğasına ve boyutuna bağlı olarak işitme kaybına, vestibüler bozukluklara veya her ikisine birden yol açabilir (9). Bu bozukluklar sistemlerin primer işlevlerinin etkilemenin yanı sıra bilişsel ve duyuşsal fonksiyonları da etkileyebilmektedir. Bu nedenle vestibüler ve işitsel gidilerin dil, duyuş-durum, postüral kontrol, yönetici işlevler, oryantasyon, hafıza gibi kortikal süreçlere de katkı sağladığı göz ardı edilmemelidir (10). Bu sistemler arasındaki ilişkinin anlaşılması, işitme ve dengeyi etkileyen durumların teşhis ve tedavisi ve genel işitsel ve vestibüler işlevi iyileştirmek için uygun müdahalelerin uygulanması için çok önemlidir.

2.1. İşitme Sistemi

İşitme sistemi, çevresel her sesi konuşma da dahil olmak üzere işlemlemek ve yorumlamaktan sorumludur. İşitme sisteminin temel işlevleri; işitme ve konuşma algısı oluşturmak, ses lokalizasyonunu sağlamak, uzamsal işitmeyi sağlamak, müzik algısını oluşturmak ve duyuşsal ve sosyal iletişimi sağlamaktır (11).

İşitme sistemi periferik ve santral olmak üzere iki kısımda incelenir. Periferik işitme sistemi dış, orta ve iç kulak yapılarından oluşmaktadır (Şekil 2.1). Santral işitme sistemi ise beyin sapı çekirdekleri, işitsel korteks ve işitsel sistemin bağlantılı yapılarını içerir.



Şekil 2.1. Periferik İşitme Sistemi Yapıları

Dış kulak; aurikula ve dış kulak yolundan oluşur. Dış kulak yolu orta kulak boşluğu ile dış kulak yolunu birbirinden ayıran timpanik membran ile sonlanır. Orta kulak 6 duvarı bulunan içi hava dolu bir boşluktan oluşmaktadır. İçerisinde 3 adet kemikçik (malleus, inkus ve stapes) ve bu kemikçiklerin hareketini sağlayan 2 adet kas (m. stapedius ve m. tensor timpani) yer alır. Orta kulak kavitesinin havalanması östaki tüpü ile sağlanır. İç kulak temporal kemiğin petröz kısmında yer alır. İç kulağın işitme sistemi ile ilgili kısmına koklea adı verilir ve yaklaşık 2,5 tur yapan içi sıvı dolu bir tüp olarak tanımlanır. Koklea yaklaşık olarak 35 mm uzunluğundadır. İç kulak sisteminde 2 adet pencere bulunur: oval pencere (stapes tabanına açılır) ve yuvarlak pencere (orta kulak kavitesine açılır). İşitme sisteminin reseptör hücrelerini içeren korti organı koklea içerisinde baziler membran üzerinde yer alır. Korti organı iç ve dış tüy hücrelerinden, tek katmanlı bir epitel oluşturan destekleyici hücrelerden ve tektoriyal membrandan oluşur.

Ses dalgası aurikula aracılığıyla toplanır ve dış kulak yolu boyunca ilerleyerek timpanik membranın vibrasyonuna neden olur. Bu vibrasyon orta kulak kemikçikleri aracılığıyla iç kulağa iletilir. Stapesin vibrasyonu baziler membranın dalgalanması sağlar. Baziler membranın genişliği (bazalde dar ve apekte geniştir), sertliği (apekte bazale göre daha esnektir) ve kalınlığı (bazalde apekten daha kalındır) kokleanın

bazalinde ve apeksinde değişkenlik gösterir. Bu değişkenlik yüksek frekanslar gibi kısa dalgaların membranın daha bazalinde maksimum amplitüde ulaşmasını sağlarken, alçak frekanslar gibi uzun dalgaların membranın daha apeksinde maksimum amplitüde ulaşmasını sağlar. Bu yüksek frekanslardan alçak frekanslara doğru temsil edilen sıralı yapıya tonotopik organizasyon adı verilir. Böylelikle insan kulağının 20 ila 20000Hz frekans aralığında işitmesine olanak sağlar ve tonotopik organizasyon koklea seviyesinde oluşmuş olur (12).

Tüy hücrelerinden çıkan nöron lifleri birleşerek spiral gangliyonları oluşturur. Bipolar gangliyon hücrelerinin aksonları birleşerek işitme sinirini oluşturur. Kokleanın apeksinden çıkan fibriller işitme sinirinin merkezinde yer alırken, bazalinden çıkan fibriller periferinde yer alır. İşitme siniri internal akustik kanal içerisinde vestibüler sinir ile temas ederek vestibülokoklear sinir (VIII) meydana gelir. Vestibülokoklear sinir pontoserebellar açıda beyinsapına girer ve koklear aksonlar ipsilateral koklear nükleusa ulaşır.

Koklear nükleus santral işitme sisteminin en kaudalinde yer alan kısmıdır ve pons ile medullanın bağlantı bölgesinde bulunur. Koklear nükleusa ulaşan potansiyel sırasıyla beyinsapında yer alan superior olivary komplekse, beyinsapı ile mezensefalon arasındaki bağlantıyı sağlayan lateral lemniskusa, mezensefalonda bulunan ve insan işitme sisteminin en büyük nükleusu olan inferior kollikulusa ve ardından işitsel yolun talamik geçiş istasyonu olan medial genikülat cisimciğine ulaşır. Pons, medulla, beyinsapı, mezensefalon ve talamusu içeren bu santral işitme sistemi yapıları hem ipsilateral hem de kontralateral bağlantılarla güçlü kommisural bağlantılara sahiptir. İşitme sistemindeki tonotopik organizasyon tüm santral yapılarda da devam ederek serebral kortekse kadar ulaşır. İşitsel girdinin modülasyonu, ses lokalizasyonu ve binaural işleme gibi sesin işlemlerinde bu santral yapılar önemli rol oynamaktadırlar (13).

İnsan işitsel korteksi superior temporal girusta yer alır. Heschl girus, temporal düzlem ve polar düzlem superior temporal girusun önemli bölgeleridir. Ses, afferent işitsel yollar boyunca bilateral olarak temsil edilir. Talamus, Heschl girusun transversinde yer alan primer işitsel kortekse tonotopik projeksiyonlar gönderir. Kortekse gelen bu bilgi, sesin algılanması ve sese olan bilinçli farkındalık için işitsel

ve işitsel bağlantılı alanlardan oluşan nöral bir ağ arasında dağıtılır. İşitsel korteksin bağlantıları seri ve paralel özelliklere sahiptir. Superior temporal korteks, prefrontal ve singulat korteks, posterior parietal korteks, oksipital korteks, anterior parietal korteks ve amigdala gibi yapılar arasında işitsel veya işitsel olmayan fonksiyonlar için bağlantı kurulur.

İşitme sistemi sesin algılanmasının yanı sıra bilişle (cognition) bağlantılı olduğu da bilinmektedir (14). İşitme sistemi ve biliş bağlantısı ile ilgili olarak duyusal bozulma/yoksunluk (15), yaygın nöral dejenerasyon (16), bilişsel kaynak tahsisi/tükenmesi (17) ve sosyal izolasyon/depresyon (18) dahil olmak üzere çeşitli potansiyel mekanizmalar öne sürülmüştür. Mekanizmanın, bu faktörlerin herhangi birinin veya hepsinin birleşimi ile ortaya çıkması mümkündür. Ayrıca, işitme ve biliş arasındaki ilişkinin doğası gereği çift yönlü de olabileceği unutulmamalıdır.

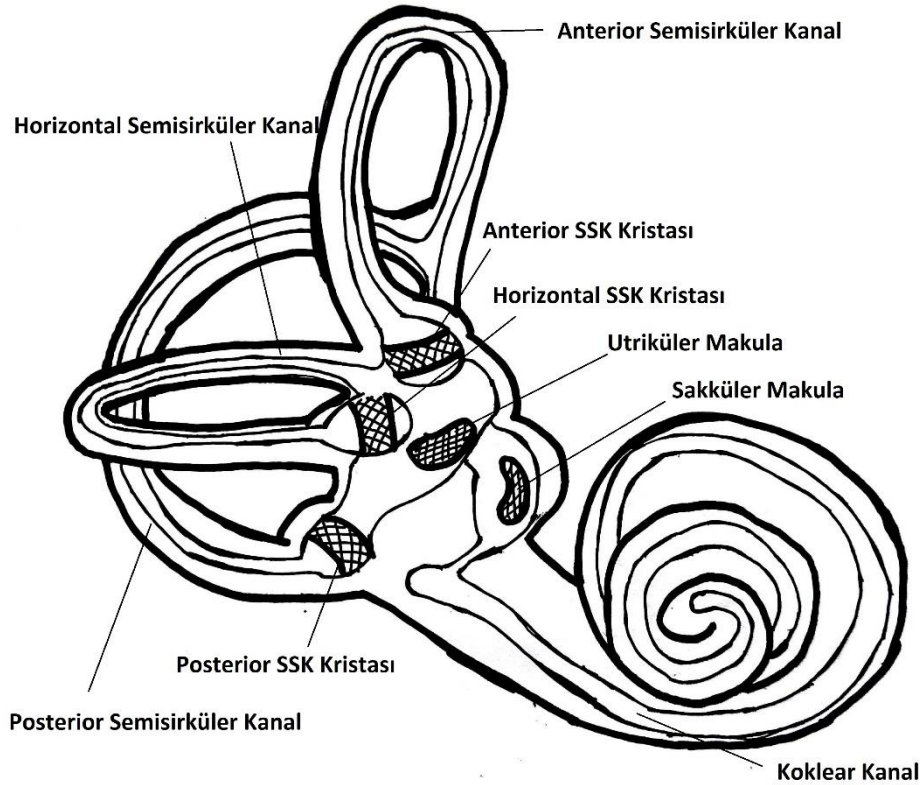
2.2. Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem bakış stabilizasyonunu sağlamaktan, postüral dengeyi ve uzamsal oryantasyonu algılamaktan ve sürdürmekten sorumlu olan karmaşık bir duyusal sistemdir. Sistemin periferik kısmında iç kulaktaki yarım daire kanalları ve otolit organların yanı sıra beyin sapı ve serebellum bağlantıları da dahil olmak üzere santral bir nöral ağı içerir(19). Vestibüler sistemin temel işlevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Baş hareketlerinin ve oryantasyondaki değişikliklerin algılanması: Vestibüler sistemin yarım daire kanalları başın açısal hareketlerini algılamaktan sorumluyken, otolit organlar doğrusal ivmeyi ve yerçekimine göre başın pozisyonundaki değişiklikleri algılar.
- Göz hareketlerinin kontrol edilmesi: Baş hareketleri sırasında görsel odağı korumamıza ve hareket sırasında görüşü sabit tutmamıza olanak tanır.
- Postüral stabilite ve dengenin sağlanması: Vestibüler sistem, postüral stabilite ve dengenin sağlanmasında kilit rol oynayarak dik duruşu korumamızı ve düşmeden hareket etmemizi sağlar.
- Motor kontrol ve koordinasyonun sağlanması: Vestibüler sistem vücudun düzgün ve koordineli motor hareketlerine katkıda bulunur.

- Uzamsal navigasyon ve uzamsal farkındalık becerilerinin yönetilmesi: Vestibüler sistem, uzaydaki konumumuzu ve yönümüzü algılayarak karmaşık haritalarda bile gezinmemize olanak tanır.

Vestibüler sistemin periferik kısmı otolit organı oluşturan sakkül ve utrikülü içeren vestibulum ve üç yarım daire kanalından oluşmaktadır. Yarım daire kanalları açıklıklarından vestibulumla bağlanırlar ve birer ucu genişleyerek ampullaları oluşturur (Şekil 2.2). Ampullaların içerisinde açisal hareketlerin algılanmasını sağlayan reseptör organ olan krista bulunur. Üç yarım daire şeklindeki kanallar X, Y ve Z eksenlerini temsil edecek şekilde birbirlerine 90 derecelik açılarda konumlanmıştır. Baş hareketinin algılanması, hareket düzlemi içinde yer alan sağ ve sol yarım daire kanallarının harekete geçerek işlevsel çiftler oluşturmasıyla sağlanır. Böylelikle bir kanalda aktivasyon görülürken eşlenik kanalda inhibisyon görülür. Bu itme-çekme (*push-pull*) işleme ile hareketin yönü ve akselerasyonu algılanmış olur.



Şekil 2.2. Periferik Vestibüler Sistem Yapıları

Vestibulum içerisinde membranöz labirentin oluşturduğu sakkül ve utrikül otolit organları oluşturur. Otolit organlar içerisinde doğrusal hareketin algılanmasını sağlayan reseptör hücreler makulada yer alır. Sakküldeki makula vertikal düzleme paralelken, utriküldeki makula horizontal düzlem ile 30 derece açı yapmaktadır. Utrikül ve sakkülün makulaları birbirine dik konumda yerleşmiştir. Makuladaki tüy hücrelerinin silyaları otolitik membran ismi verilen jelatinöz bir tabaka içinde yer alır. Bu tabaka üzerinde ise kalsiyum karbonat kristalleri olarak bilinen otokonyalar bulunur. Otokonyalar doğrusal hareketlerle membran üzerinde hareket ederek doğrusal hareketin algılanmasını sağlar. Yarım daire kanallarındaki itme-çekme (*push-pull*) işleme otolit organlarda makula içerisindeki striola ile sağlanır. Utrikülde kinosilyum striolaya doğru, sakkülde kinosilyum striolanın tersine konumlanmıştır. Bu sayede hareketin yönü striolanın bir tarafında eksitasyon etkisi yaratırken, diğer tarafında inhibisyon etkisi yaratır. Utrikül horizontal doğrusal hareketler ve yer çekiminin algılanmasında rol alırken, sakkül vertikal doğrusal hareketler ve düşük frekanslı titreşimin algılanmasında rol alır (10).

Santral vestibüler sistem, iç kulaktaki makula ve kristalarda bulunan reseptörler aracılığıyla periferik vestibüler sistemden girdi alır ve kapsamlı bir uzamsal oryantasyon ve denge için bu bilgiyi görsel ve propriyoseptif girdilerle bütünleştirir. Santral vestibüler sistem, beyin sapında yer alan vestibüler çekirdekler, serebellum, talamus ve hipokampus dahil olmak üzere birkaç anahtar yapı içerir. Bu yapılar, gelen duyuşsal bilgileri işlemek ve entegre etmek ve uygun motor tepkiler oluşturmak için birlikte çalışırlar.

Vestibüler çekirdekler, periferik vestibüler sistem, görsel ve propriyoseptif sistemlerden bilgi alır ve serebellum ile motor korteks dahil olmak üzere korteksin diğer bölümlerine motor çıktılar gönderir. Talamus girdilerin motor kortekse iletiminden sorumlu iken, serebellum vestibüler çekirdeklerden ve diğer kaynaklardan gelen duyuşsal bilgilerin entegrasyonunda ve vestibüler reflekslerin oluşumunda görevlidir. İki temel vestibüler refleks mevcuttur: hareket sırasında postüral dengeyi koruyan vestibülospinal refleks ve hareket esnasında bakış stabilizasyonu sağlayan vestibülooküler reflekstir (20).

Hipokampus, denge ve uzamsal oryantasyon ile ilgili duysal bilgileri doğrudan işlemediği için geleneksel olarak vestibüler sistemin bir parçası olarak kabul edilmez. Ancak son dönemde yapılan çalışmalar , hipokampusün vestibüler sistemle yakından bağlantılı olan uzamsal navigasyon ve hafızada önemli bir rol oynadığını göstermiştir (21). Vestibüler sistem, hipokampüse başın konumu ve hareketi hakkında bilgi sağlar, bu da uzamsal temsilleri dış dünyayla ilişkilendirmeye yardımcı olur. Örneğin, bir ortamda hareket ettiğimizde, vestibüler sistemimiz baş hareketlerimiz ve dış dünyaya göre vücut pozisyonumuzdaki değişiklikler hakkında bilgi verir. Bu bilgi, hipokampüsteki görsel ve diğer duysal bilgilerle bütünleşir ve çevremizle ilgili istikrarlı bir uzamsal temsili oluşturmamızı sağlar. Böylelikle görme ve işitme gibi duysal sistemlerin yanı sıra vestibüler sistemden de alınan girdiler ile çevrenin bilişsel haritaları oluşur (22). Bu haritalar, bireylerin gezinmelerine ve kendilerini uzayda oryante etmelerine yardımcı olur.

Vestibüler sistemdeki periferik veya santral yapılardan herhangi birindeki bozulma vertigo, dizziness ve dengesizlik semptomlarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. İşitsel ve vestibüler sistemin periferik kısmındaki yapısal benzerlikler, santral kısmındaki nöral ağların anatomik yakınlığı ve her iki sisteminde embriyolojik gelişiminin benzer dönemde olması ve aynı brankiyal yapılardan oluşması gibi sebeplerden dolayı konjenital ve sonradan ortaya çıkan işitme kaybı ve vestibüler bozukluklar arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Ancak işitme bozukluğu olan tüm bireylerin vestibüler bozukluklara sahip olmayacağına dikkat etmek önemlidir ve bunun tersi de geçerlidir. Bununla birlikte, işitsel ve vestibüler sistemler arasındaki yakın anatomik ve fonksiyonel ilişki, ikisi arasında örtüşme ve etkileşim olabileceğı anlamına gelir.

2.3. Koklear İmplant

Kİ, ileri/çok ileri derecede sensörinöral tipte işitme kaybı olan kişilerin işitmesini sağlamaya yardımcı olmak için iç kulağı cerrahi olarak implante edilen küçük, elektronik bir cihazdır. Koklear implantlar dış ve iç parça olmak üzere iki kısımdan oluşur. Dış parça kulağın arkasına takılan mikrofon, konuşma işlemcisi ve *coild*en oluşur. Mikrofon çevreden gelen sesi alır ve konuşma işlemcisi sesi implantın iç parçasına iletilen elektrik sinyallerine dönüştürür. *Coil* aracılığıyla sinyaller iç

parçaya iletilir. İç parça ise alıcı ve koklea içine yerleştirilen elektrot dizisinden oluşmaktadır. Alıcı, *coil* aracılığıyla iletilen sinyalleri alır ve kokleadaki işitsel sinir liflerini uyaran elektrotlara gönderir. Bu sinir liflerinin uyarılmasıyla konuşma, müzik veya diğer sesler kortekse iletilmiş olur.

Özellikle erken yaşta implantasyon yapılmış olan çocuklarda ve ileri/çok ileri derecede işitme kaybı olan kişilerde gelişmiş konuşma algısı, iletişim becerileri ve yaşam kalitesini önemli ölçüde iyileştirmiştir (23, 24). Kİ, konuşma algısını iyileştirmenin yanı sıra, sesleri lokalize edebilme yeteneğini de geliştirerek günlük yaşamda güvenliği ve durumsal farkındalığı artırmaktadır. Kİ sonuçları kişinin kronolojik yaşına, implantasyon yaşına, işitme kaybının tipine ve derecesine, amplifikasyon olmadan geçirilen sürenin uzunluğuna ve diğer birçok faktöre bağlı olarak değişebilir (25). Koklear implanta uyum sağlama sürecinin zaman alabileceği unutulmamalı ve deneyimli bir odyolog ile danışmanlık ve rehabilitasyon süreçlerinin yürütülmesi sağlanmalıdır.

Kİ işitsel sinir liflerini uyarak işitmeyi sağlama hedefiyle tasarlandıklarından vestibüler sistemi doğrudan etkilemez. Bununla birlikte, bazı bireylerin koklear implantasyonu takiben, özellikle adaptasyonun erken aşamalarında, vestibüler fonksiyonlarında değişiklikler yaşayabilmektedir. Chen ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada koklear implantasyon sonrası yetişkinlerin bazılarında vestibüler değerlendirme sonucu özellikle operasyon geçiren tarafta vestibüler disfonksiyon gözlemlendiği raporlanmıştır (26). Yapılan başka bir çalışmada, implantasyon sonrası 22 katılımcının yarısında vertigo gözlemlendiği raporlanmıştır. Cerrahi öncesi ve sonrası yapılan *head impulse test (HIT)* ve vestibüler uyarılmış miyogenik potansiyellerin (*vestibular evoked myogenic potential-VEMP*) sonuçlarında azalma görüldü (27). Sonuçlar koklear implantasyonun işitsel sisteme anatomik yakınlığı sebebiyle vestibüler sistemi etkilediğini göstermektedir. Bununla birlikte, çalışmalardan bazıları cerrahi sonrası akut geçici vertigo, dizziness ve dengesizlik semptomları görülebildiğini ve implantasyondan birkaç hafta/ay sonra düzelebileceğini belirtmektedir (28, 29). Bu nedenle cerrahi sonrası takiplerin düzenli gerçekleşmesi, bu geçici semptomların ortadan kalkmasıyla kalıcı değişiklikleri görmek adına önem taşımaktadır.

Kİ tüm bunların yanı sıra kişinin bilişsel süreçlerine de olumlu katkıda bulunmaktadır. Dil, bilişsel süreçlerin bir parçasıdır ve koklear implantlar kişinin seslere erişimini sağladığından özellikle dil ve iletişim becerilerini artırmaktadır (30). İşitsel girdinin iyileştirilmesi kişinin bilişsel yükünü azaltarak çalışma belleği ve dikkat gibi süreçlerin daha verimli yürütülmesine olanak sağladığı düşünülmektedir (31, 32). Çocuklarda erken yaştan itibaren sese erişimin sağlanmasının dil, problem çözme, akıl yürütme ve uzamsal biliş dahil olmak üzere bilişsel becerilerin gelişimini desteklediği kanıtlanmıştır (33). Kİ ile sağlanan işitme ile kişilerde artan özgüven, sosyal etkileşim ve yaşam kalitesi gibi olumlu psikososyal etkiler gözlenmektedir (34, 35). Ancak unutulmamalıdır ki implantasyon yaşı, amplifikasyonsuz geçirilen süre, implantasyon sonrası işitsel eğitim alıp almadığı ve bireysel birçok farklılıklar Kİ'nin bilişsel beceriler üzerine etkisini değiştirebilir.

2.4. Uzamsal Biliş

Uzamsal biliş; nesnelerin, uzayın ve kişinin kendinin konumunu, oryantasyonunu, boyutunu ve şeklini algılama ve zihinsel olarak temsil etme yeteneğidir. Uzamsal bilgiyi algılama, işleme ve kullanma ile ilgili zihinsel süreçleri ifade eder. Genel olarak baktığımızda uzamsal biliş, günlük yaşamın birçok yönünde kritik bir rol oynayan insan bilişinin temel bir yönüdür. Örneğin, uzamsal temsiller ve bilişsel haritalar hem bilinen hem de bilinmeyen ortamlarda başarılı bir navigasyon için katkı sağlar (36). Ayrıca araçlar arasındaki mesafeleri tahmin etme, aracın çevresi hakkında uzamsal farkındalığı sürdürme, bavul hazırlamak veya büyük bir nesneyi küçük bir kapı aralığından geçirmek gibi günlük problem çözme görevlerinde de uzamsal biliş devreye girer (36, 37). Karmaşık şekilleri görselleştirmeye ve manipüle etmeye, grafikleri ve diyagramları anlamaya ve verileri yorumlamaya izin verdiği için bilim, teknoloji, mühendislik, mimarlık ve matematik alanlarında başarılı olan bireyler uzamsal biliş becerilerini iyi kullanırlar (38, 39). Bunun yanı sıra futbol, basketbol, jimnastik ve atletizm gibi sportif faaliyetlerle ilgilenenlerde rakiplerin hareketlerini izleme, en iyi performans için uygun konumlandırma yapma ve görsel ve uzamsal ipuçlarına dayalı anlık kararlar verme becerileri gelişmiştir (40). Eğitim ve uygulama yoluyla uzamsal bilişi geliştirmek, navigasyon ve spordan sanat ve tasarıma kadar çok çeşitli etkinliklerde performansı

artırabilir. Yapılan araştırmalar erken eğitimde uzamsal bilişin önemini ve bunun matematik, fen ve problem çözme dahil olmak üzere çeşitli alanlar üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir (41).

İnsan beyni uzamsal bilgiyi algılamak için iki temel uzamsal referans sistemini kullanır: egosentrik ve alosentrik referans sistemleri (42). Egosentrik referans sistemi gözlemciye göre konuma ve yöne göre tanımlamayı içerir. Alosentrik referans sistemi ise yerçekiminin algılanan yönü gibi çevresel unsurlara göre uzamsal ilişkileri tanımlar. Örneğin; Çanakkale ilinin konumu, Marmara bölgesinin güneybatısında (Türkiye Cumhuriyeti sınırlarına göre konumunu tanımlayarak) veya $25^{\circ} 40' - 27^{\circ} 30'$ doğu boylamları ve $39^{\circ} 27' - 40^{\circ} 45'$ kuzey enlemleri arasında (Dünya yüzeyinde enlem ve boylam koordinatları sağlayarak) yer alır. Her iki tanımlama da alosentrik referans sistemine göre yapılmıştır. Başka bir ifadeyle şu şekilde de tanımlanabilir: Çanakkale ilinin konumu bu paragrafı yazarken yazarın oturduğu yerin 550 km batısındadır (bir gözlemciye göre konumunu açıklayarak). Bu tanımlama ise egosentrik referans sistemine göre yapılmıştır. Uzamsal bilişin gelişimi incelendiğinde bu referans sistemlerinin yenidoğandan itibaren kullanıldığı kanıtlanmıştır. 6 aydan küçük bebeklerde özellikle egosentrik referans sistemi aktifken, daha büyük bebeklerde alosentrik sistemi de kullanmaya başladıkları gözlemlenmiştir (43). Yetişkin döneme gelindiğinde her iki sistem de aktif olarak kullanılarak uzamsal bilginin işlenmesi ve kullanılması sağlanır.

Uzamsal bilginin edinilmesinde görsel, işitsel, somatosensör ve vestibüler sistemler çok önemli rol oynamaktadır. Görsel sistem ortamdaki nesnelerin boyutu, şekli, mesafesi ve konumu hakkındaki bilgileri algılamaya ve entegre etmeye olanak tanır. Derinlik, perspektif ve yer işaretleri gibi görsel ipuçları, bilişsel haritalar ve uzamsal temsiller oluşturmaya yardımcı olur (44). İşitme sistemi ses lokalizasyonu ile ortamdaki ses kaynaklarının yönünü ve mesafesini belirler. Bu bilgi, özellikle görsel ipuçlarının yokluğunda, navigasyon ve ortamın düzeninin algılanmasına katkı sağlar (45). Ayrıca eklemlerden, kaslardan ve tendonlardan gelen propriyoseptif geri bildirim, doğru motor kontrolü ve uzamsal farkındalık sağlayarak vücut pozisyonlarını tahmin etmeye yardımcı olur. Dokuları ve şekilleri hissetmek gibi dokunsal algı, nesne tanıma ve uzamsal haritalama için önemlidir (46). Vestibüler sistem ise baş

hareketlerini algılayarak, postüral stabilitenin sağlanması ve yön değişikliklerinin algılanmasına katkı sağlar. Vestibüler girdiler, uzamsal oryantasyon ve yol entegrasyonuna katkıda bulunarak, mekanın zihinsel temsillerinde gezinmeye ve güncel haritalar oluşturmaya olanak tanır (47). Bu duyuşal girdilerin entegrasyonu ile uzamsal çevrenin kapsamlı bir şekilde anlaşılması sağlanır.

Uzamsal algı, mental rotasyon, uzamsal navigasyon, uzamsal hafıza, uzamsal görselleştirme (*spatial visualization*), uzamsal muhakeme (*spatial reasoning*) ve uzamsal dikkat gibi becerilerin bütünü uzamsal biliş oluşturur (48-51). Her bir beceri uzamsal bilginin belirli alanlarını temsil eder ve farklı nöral ağlar tarafından düzenlenir. Bu alt beceriler şu şekilde tanımlanabilir:

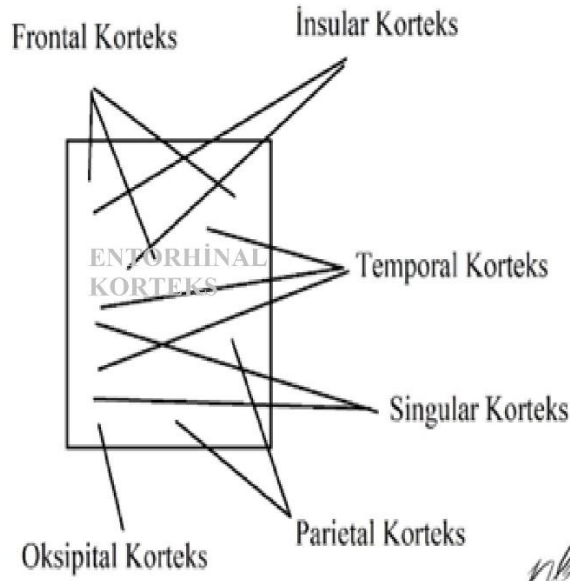
- Uzamsal algı; uzunluk, genişlik ve yükseklik gibi farklı uzamsal boyutları algılama ve ayırt etme ve uzaydaki nesnelerin göreceli konumunu ve oryantasyonunu tanıma yeteneğidir.
- Mental rotasyon, uzaydaki nesneleri veya görüntüleri zihinsel olarak döndürme ve onları farklı açılardan tanıma yeteneğidir.
- Uzamsal hafıza, bir odanın düzeni veya bir sahnedeki nesnelerin konumu gibi uzamsal bilgileri kodlama, saklama ve alma yeteneğini ifade eder.
- Uzamsal dikkat, uzamsal bilgiler içerisinde ilgisiz bilgileri seçici filtrelemeye yardımcı olur.
- Uzamsal görselleştirme, uzamsal bilgiyi zihinsel olarak manipüle etme ve nesnelerin ve sahnelerin zihinsel görüntülerini oluşturma yeteneğidir.
- Uzamsal navigasyon, bir ortamın veya şehrin bilişsel haritasını kullanmayı ve zihinsel temsiller oluşturarak gezinme yeteneğini tanımlar.
- Uzamsal muhakeme, iki nokta arasındaki en kısa rotayı bulma veya karmaşık bir ortamda gezinme gibi, uzamsal ilişkileri ve konfigürasyonları içeren sorunları akıl yürütme ve çözme becerisidir.

Bu yetenekler genellikle birbiriyle ilişkilidir ve çeşitli şekillerde örtüşebilir. Örneğin, uzamsal algı ve uzamsal dikkat yakından bağlantılıdır, çünkü belirli bir lokasyonu tanımlamak için uzamsal özellikleri algılaması ve seçici filtreden geçirilmesi gerekir. Benzer şekilde, uzamsal hafıza ve uzamsal navigasyona

bakıldığında, uzamsal hafıza bir ortamdaki nesnelerin konumları ile ilgili bilgi sağlarken uzamsal navigasyon o bilişsel haritada kolaylıkla gezinmeye yardımcı olur.

Araştırmalar, uzamsal bilişin bu çeşitli yönlerinde farklı beyin bölgelerinin ve bilişsel süreçlerin yer aldığını göstermiştir. Örneğin, parietal korteksin uzamsal algı ve dikkat ile ilgiliyken (52), hipokampüsün uzamsal hafıza ve navigasyon için kritik öneme sahip olduğu bildirilmiştir (50). Uzamsal bilişin altında yatan nörofizyolojik mekanizmalar, çeşitli beyin bölgelerini ve nöral süreçleri içerir.

Özellikle hipokampüs, parahipokampal girus, entorhinal korteks, parietal, prefrontal ve görsel korteks uzamsal bilişle ilgili anahtar nörofizyolojik yapıları oluşturur (53). Hipokampüs, uzamsal bilgilerin oluşumu ve geri çağırılmasının yanı sıra çevredeki uzamsal ilişkilerin temsilinde yer alır. Yapılan araştırmalar hipokampüsün uzamsal oryantasyon, navigasyon ve hafıza görevleri sırasında aktive olduğu göstermiştir (54, 55) Hipokampüste bulunan *place* hücreleri uzamsal hafızayı kodlar ve bu kodlama kişinin hareketi ile birlikte sürekli olarak güncellenir. Uzamsal hafıza ile ortamdaki nesnelerin konumu belirlenerek bilişsel harita oluşumuna katkı sağlanır. Hipokampüs bilişsel haritanın oluşması için ana taşlardan biri olsa da korteks seviyesindeki birçok bölgenin de aktivasyonu gerekmektedir. Entorhinal kortekste *grid* hücreleri ise ortam boyunca hegzagonal ateşleme ve birçok kortekste bağlantı ile uzamsal haritalamayı gerçekleştirir (50, 56) (Şekil 2.3). Talamus ve dorsal tegmentum gibi limbik sistemin birçok bölgesinde yer alan *head-direction* hücreleri de başın uzaydaki yönüne göre seçici ateşleme yaparak oryantasyon ve yön hissinin devamlılığına katkı sağlar (57). Bu hücrelerin ateşlenmesi ortamın uzamsal temsilini ve bilişsel haritasını oluşturur. Bilişsel haritanın oluşturulması uzamsal navigasyon ve oryantasyon becerilerini başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmek için önemlidir.



Şekil 2.3. Uzamsal haritalama için entorhinal korteksle olan bağlantılar

Görsel bilgilerin işlenmesi, uzamsal öğrenme, uzamsal referans sistemlerinin entegrasyonu, uzamsal bilginin manipüle edilmesi ve dönüştürülmesi gibi üst düzey biliş süreçlerinde görme merkezi, prefrontal, parietal ve retrosplenial korteks görev alır (58-60). Ayrıca korteksteki bu bölgeler görsel, işitsel ve taktıl girdiler gibi çoklu duyuş modalitelerin entegrasyonunu sağlayarak uzamsal biliş katkıda bulunur. Beyin, mekansal bilgileri güncellemek için vestibüler ve motor ipuçları gibi kendi kendine hareket sinyallerini çevresel ipuçlarıyla birleştirir. Bu mekanizma, uzamsal biliş becerilerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olur (36).

Uzamsal çevrenin algılanmasında görsel sistemin ön planda olduğu düşünülse de işitme, somatosensör ve vestibüler sistemlerin katkılarıyla uzamsal biliş sağlanır. Herhangi bir duyuşal girdilerdeki bozulma veya kayıp uzamsal çevreyi algılamak, gezinmek ve anlamak için çok önemli olan bu girdilerin kullanılabilirliğini bozduğundan, uzamsal biliş üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalar görme kaybı olan kişilerin bilişsel haritaları oluşturmada, nesnelerin uzamsal konumunu belirlemede ve oryantasyonda zorluk yaşayabileceğini raporlamıştır (61). Ancak bazı çalışmalar uzamsal biliş katkı sağlayan diğer sistemlerin kaybı kompanse

ettiğini savunmaktadır. Lessard ve ark. (1998) görme engelli bireylerin işitsel ipuçlarına artan güven nedeniyle gören bireylere benzer uzamsal biliş sonuçları gösterdiğini bildirmiştir (62). Ayrıca başka bir çalışmada görme engelli çocuklarda işitsel motor eğitimlerin uzamsal bilişi iyileştirdiği gösterilmiştir (63). İşitme engelli bireylerle yapılan uzamsal biliş çalışmaları görme engelli bireylerle yapılanlara göre daha nadirdir. Tedavi edilmemiş işitme kaybı ve bilişsel gerileme arasında nedensel bir ilişki olduğu savunulmaktadır (64). Bu da bilişsel süreçlerin etkilenmesine neden olabilmektedir. İşitme engelli bireyler de uzamsal farkındalıklarını ve navigasyon becerilerini etkileyebilecek işitsel uzamsal bilgileri doğru bir şekilde algılamada zorluklarla karşılaşabilirler (65). İşitme ve vestibüler sistemlerin anatomik ve fizyolojik yakınlığı sebebiyle birçok iç kulak hastalığında (örn; meniere hastalığı, labirintit vb.) hem işitsel hem de vestibüler semptomlar görülmektedir. Dobbels ve ark. (2019) vestibüler bozukluğu olan bireylerde özellikle uzamsal hafıza olmakla birlikte uzamsal biliş becerilerinde bozulmalar bildirmiştir (8). Bilateral ve unilateral vestibülopatisi olan bireylerde yapılan başka bir çalışmada ise görsel uzamsal beceriler, hafıza, yürütme işlevi ve dikkat fonksiyonlarında özellikle bilateral vestibülopatisi olanlarda daha belirgin olmakla birlikte her iki grupta da kontrol gruba kıyasla daha kötü sonuçlar elde edilmiştir (66). Vestibüler bozukluklar, kendi kendine hareket ve uzamsal oryantasyon algısının bozulmasına neden olabilir. Bu, dengeyi korumada, hareketleri koordine etmede ve uzamsal ilişkileri doğru bir şekilde algılamada zorluklara yol açabilir. Literatürdeki bir derlemede bu alanda yapılan çalışmaların çoğunda işitme veya vestibüler sistem bulguları kontrol altına alınmadan gerçekleştirildiği raporlanmıştır (67). Bu nedenle vestibüler sistem ile uzamsal bilişte yer alan diğer duyuşal ve bilişsel sistemler arasındaki karmaşık etkileşimleri tam olarak anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Doktora programı kapsamında Odyoloji bölümü uygulama laboratuvarlarında ve Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 15.03.2022 tarihinde GO 22/298 kayıt numaralı etik kurul onayı alınmıştır (EK-1). Çalışmaya katılan bireyler çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve yazılı onam formları alınmıştır.

3.1. Bireyler

Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Odyoloji ünitesinde takip edilen 18-36 yaş aralığında 40 unilateral Kİ kullanıcısı ve normal işitmeye sahip 20 birey olmak üzere toplam 60 gönüllü katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 3.1 'de gösterilmiştir. Unilateral Kİ kullanıcılarının diğer kulaklarında işitme cihazı kullanması durumu bimodal işitme olarak tanımlanmaktadır. Kİ kullanan bireyler çalışmanın çalışma gruplarını ve normal işitme ve vestibüler sisteme sahip bireyler ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Çalışmaya katılan bireylere vestibüler değerlendirme yapılmış ve Kİ kullanan bireylerin otolit disfonksiyonu olan ve olmayanlar belirlenerek iki alt gruba ayrılmış ve çalışma alt grubu I ve II olarak isimlendirilmiştir. Çalışma ve kontrol gruplarının dahil edilme kriterleri aşağıda belirtilmiştir:

Çalışma alt grubu I (ÇG-I) dahil edilme kriterleri:

- 18 yaş ve üzeri olması
- Söylenen komutları anlayıp yerine getirebilecek düzeyde bilişsel fonksiyona sahip olması
- Kokleovestibüler anomaliye sahip olmaması
- Koklear implant kullanıcısı olması (en az 1 yıldır kullanıyor olmak)
- Otolit disfonksiyonun olması (servikal ve oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP ve oVEMP) cevaplarının elde edilememesi)
- Baş savurma testinde yakalama sakkadı gözlenmemesi

- Herhangi bir nörolojik ve psikiyatrik bir hastalığa sahip olmaması
- Görme bozukluğu olmaması
- Global bilişsel problem olmaması (Mini mental durum testi skorunun 26 puan ve üzerinde olması)

Çalışma alt grubu II (ÇG-II) dahil edilme kriterleri:

- 18 yaş ve üzeri olması
- Söylenen komutları anlayıp yerine getirebilecek düzeyde bilişsel fonksiyona sahip olması
- Kokleovestibüler anomaliye sahip olmaması
- Koklear implant kullanıcısı olması (en az 1 yıldır kullanıyor olmak)
- Otolit disfonksiyonun olmaması (cVEMP ve oVEMP cevaplarının elde edilmesi)
- Baş savurma testinde yakalama sakkadı gözlenmemesi
- Herhangi bir nörolojik ve psikiyatrik bir hastalığa sahip olmaması
- Görme bozukluğu olmaması
- Global bilişsel problem olmaması (Mini mental test skorunun 26 puan ve üzerinde olması)

Kontrol grubu (KG) dahil edilme kriterleri:

- 18 yaş ve üzeri olması
- Söylenen komutları anlayıp yerine getirebilecek düzeyde bilişsel fonksiyona sahip olması
- Kokleovestibüler anomaliye sahip olmaması
- İşitmesinin normal sınırlarda olması
- Otolit disfonksiyona sahip olmaması (cVEMP ve oVEMP cevabının elde edilmesi)
- Baş savurma testinde yakalama sakkadı gözlenmemesi
- Herhangi bir nörolojik ve psikiyatrik bir hastalığa sahip olmaması
- Görme bozukluğu olmaması

- Global bilişsel problem olmaması (Mini mental test skorunun 26 puan ve üzerinde olması)

Çalışma ve kontrol grupları için dahil edilme kriterleri dışında kalan tüm durumlar araştırma dışı bırakılmıştır.

Tablo 3.1. Katılımcıların demografik özellikleri

		ÇG-I	ÇG-II	KG
Yaş (yıl) (ort. ± SS)		23,68 ± 6,14	23,47 ± 5,72	22,75 ± 3,27
Cinsiyet (n)	Kadın	10 (%52,6)	13 (%61,9)	12 (%60)
	Erkek	9 (%47,4)	8 (%38,1)	8 (%40)
Eğitim Durumu (n)	Lise	9 (%47,4)	7 (%33,3)	8 (%40)
	Üniversite	10 (%52,6)	14 (%66,7)	12 (%60)
İşitme kaybı süresi (yıl) (ort. ± SS)		22,68 ± 7,33	20,95 ± 4,72	
Kİ kullanım süresi (yıl) (ort. ± SS)		11,05 ± 5,17	8,71 ± 4,62	
Kİ tarafı (n)	Sağ	12 (%63,2)	17 (%81)	
	Sol	7 (%36,8)	4 (%19)	
Bimodal işitme (n)	Var	5 (%26,3)	10 (%47,6)	
	Yok	14 (%73,7)	11 (%52,4)	

ÇG-I: çalışma alt grubu I, ÇG-II: çalışma alt grubu II, KG: kontrol grubu, ort.: ortalama, SS: standart sapma.

3.2. Yöntem

Çalışmaya katılmaya gönüllü bireyler çalışma hakkında bilgilendirildikten sonra aydınlatılmış onam formu (EK-2) ve katılımcı bilgi formu (EK-3) doldurulmuştur. Çalışmaya katılan bireylere öncelikle global bilişsel değerlendirme ve işitme değerlendirmesi yapılmıştır. Dahil edilme kriterlerine uyan bireylere rastgele olacak şekilde vestibüler değerlendirme ve uzamsal biliş değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Global Bilişsel Değerlendirme

Global bilişsel bozuklukların taranması amacıyla Türkçe geçerlik ve güvenilirliği Güngen ve ark. (68) tarafından yapılmış olan Mini Mental Test (MMT) tüm katılımcılara uygulanmıştır. MMT ile bireylerin oryantasyon, hafıza, dikkat, hatırlama ve dil ile ilgili becerileri sorgulanarak genel bir bilişsel tarama gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda en yüksek skor 30'dur. MMT sonucunda 26 puan ve üzerinde skora sahip olan katılımcılar normal olarak kabul edilmiş (69) ve çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2.2. İşitme Değerlendirmesi

Kontrol grubundaki katılımcıların işitme seviyelerini belirlemek ve çalışma grubundaki katılımcıların söylenen komutları duyabildiklerinden emin olmak amacıyla işitme değerlendirme yapılmıştır. Katılımcılara ANSI S3-6 2010 standartlarına uygun sessiz kabinlerde *Grason Stadler Inc. AudioStar Pro™ (ABD)* klinik odyometre cihazı kullanılarak saf ses odyometri testi uygulanmıştır. Çalışma grubundaki katılımcıların koklear implantlı işitme eşikleri 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de serbest alan değerlendirme yapılarak belirlenmiştir. Dört frekans koklear implantlı işitme eşikleri ortalaması 0-50 dB HL aralığında olması ve eşiklerin konuşma muzı içerisinde yer alması söylenen komutları duyabilmeleri için yeterli bir seviye olarak kabul edilmiştir. Kontrol grubundaki katılımcılara ise TDH-39 supraaural kulaklıklarla 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de hava yolu işitme eşikleri belirlenmiştir. Dört frekans hava yolu işitme eşikleri ortalaması 0-20 dB HL aralığında olması "normal işitme" olarak kabul edilmiştir.

3.2.3. Vestibüler Değerlendirme

Katılımcıların semisirküler kanal patolojilerini ekarte etmek için baş savurma testi, otolit disfonksiyonu olup olmadığını belirlemek için servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP) ve oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (oVEMP) testleri uygulanmıştır.

Baş savurma testinde sırasıyla katılımcının başı 30 derece fleksiyona getirilir, klinisyen katılımcının başını iki eliyle tutar, katılımcıdan klinisyenin burnuna sabit bir

şekilde bakması istenir ve rastgele olacak şekilde katılımcının başı ani hızlı hareketlerle sağa ve sola savrulur. Klinisyen baş savurma hareketleriyle eş zamanlı katılımcıların gözlerini izler. Göz hareketi baş hareketiyle eş zamanlı olarak hareket ettiyse kişide semisirküler kanal patolojisi olmadığı kabul edilir. Ancak baş ve göz hareketi eş zamanlı olmadığında yakalama sakkadı görülür. Yakalama sakkadı görüldüğünde kişide semisirküler kanal disfonksiyonu olduğu düşünülür. Çalışmamızda yakalama sakkadı görülen katılımcılar çalışma dışı bırakılmıştır.

cVEMP ve oVEMP testleri *GN-otometrics ICS Chartr EP 200* uyarılmış potansiyeller cihazı ile yapılmıştır. Akustik uyarıcı *E-A-RTone 3A* insert kulaklıklar ile sağlanmıştır. Kayıt için tek kullanımlık ıslak jel elektrotlar kullanılmıştır. Elektrotlar katılımcının cildine yerleştirilmeden önce "*Nuprep (ABD)*" temizleme jeli ile cilt temizlenmiştir. cVEMP için aktif elektrotlar steno-kleido-mastoid (SKM) kasının üst 1/3'lük kısmına, VEMP EMG kayıt elektrotları aktif elektrotların hemen altına, referans elektrot stenuma ve ground elektrot ise alına yerleştirilmiştir. Elektrot impedansları 0-5 k Ω aralığında tutulmuştur. Katılımcılar oturur pozisyonda iken baş rotasyonu ile SKM kontraksiyonu sağlanarak sağ ve sol taraf ayrı ayrı test edilmiştir. Her iki tarafın SKM kontraksiyonunun eşit düzeyde tutulabilmesi için katılımcıların SKM kontraksiyon seviyesini kas monitörü yardımıyla 50-150 μ V aralığında tutması istenmiştir. Kayıt parametrelerinde amplifikatör kazancı 5000, *bandpass* filtreleme 10-750 Hz, zaman penceresi 50 ms ve *sweep* sayısı 150 olarak ayarlanmıştır. Başlangıç fazı *rarefaction*, *rate* değeri 5.1/sn olan 126 dB SPL (95 dB nHL) seviyesinde 500 Hz tone burst akustik uyarıcı kullanılmıştır. oVEMP için aktif elektrot inferior oblik kası üzerine gelecek şekilde orbitanın altına, referans elektrotlar aktif elektrotun hemen altına ve ground elektrot ise alına konumlandırılmıştır. cVEMP'te olduğu gibi elektrot impedanslarının 0-5 k Ω aralığında olmasına dikkat edilmiştir. Katılımcılar oturur pozisyonda iken 30 derece yukarı bakış esnasında test gerçekleştirilmiştir. Kayıt parametrelerinde amplifikatör kazancı 100000, *bandpass* filtreleme 10-250 Hz, zaman penceresi 50 ms ve *sweep* sayısı 150 olarak ayarlanmıştır. cVEMP'te kullanılan 500 Hz tone burst uyarıcı parametrelerine sahip akustik uyarıcı kullanılmıştır. 126 dB SPL (95 dB nHL) seviyesinde 500 Hz tone burst uyaranda cVEMP ve oVEMP yanıtlarının varlığı değerlendirilmiştir. Çalışma grubundaki katılımcıların günlük yaşamda da

sürekli kullandıkları için Kİ işlemcileri takılıyken test gerçekleştirilmiştir. VEMP yanıtlarının yokluğu otolit disfonksiyon olarak kabul edilmiştir.

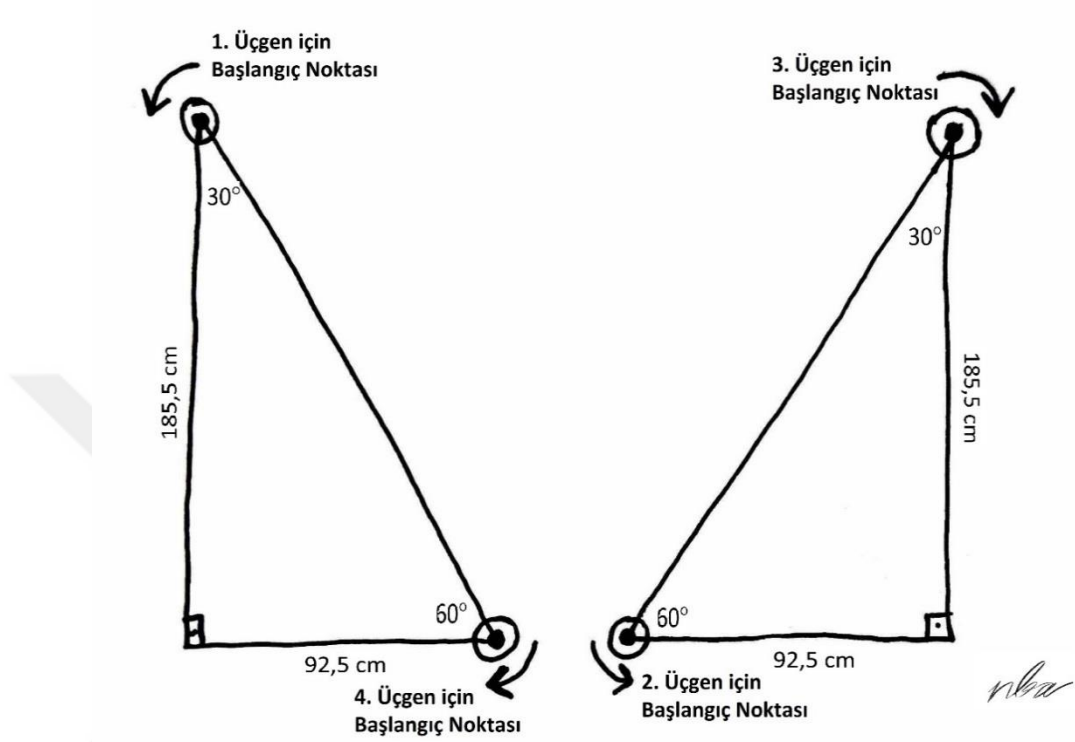
3.2.4. Uzamsal Biliş Değerlendirmesi

Uzamsal biliş becerilerinin değerlendirilmesinde; uzamsal navigasyon becerisini değerlendiren Üçgen Tamamlama Görevi (*triangle completion task*), uzamsal oryantasyonu değerlendiren Uzamsal Oryantasyon Testi (*spatial orientation test*), uzamsal hafıza becerisini değerlendiren 4 Dağ Testi (*the four mountains test*) tüm katılımcılara uygulanmıştır.

Üçgen Tamamlama Görevi (ÜTG)

Görsel ve işitsel bilgi olmaksızın uzamsal navigasyon becerisinin değerlendirilmesi hedeflenir. Bu çalışmada Adamo ve ark. (2012) tasarladığı şekilde 4 m²'lik bir alanda yere 30-60-90 derecelik kenarları sırasıyla 92,5 cm, 185,5 cm ve 212 cm olan 2 tane üçgen çizilmiştir (70). Her üçgen için 2 farklı noktadan başlayacak şekilde toplamda 4 farklı rota oluşturulmuştur. Katılımcılar ilk iki üçgen için saat yönünün tersine, sonraki iki üçgen rota için ise saat yönünde yürütülmüştür. Birinci ve üçüncü üçgenler için, kişiler daha uzun üçgen kenarında (185,5 cm); geri kalan denemelerde ise daha kısa üçgen kenarında (92,5 cm) başlatılmıştır (Şekil 3.1). Bu 4 farklı üçgen rotası katılımcılara aynı sıra ile uygulanmıştır. Katılımcı üçgen rotayı yürümeden önce gözler açık bir şekilde rotayı görselleştirmesi için yürümesi istenmiştir. Ardından katılımcıların görsel bilgiden yararlanmamaları için gözleri uyku göz bandı ile kapatılmıştır. İşitsel bilginin ortadan kaldırılması için ise Kİ kullanıcılarının işlemcileri çıkartılmış ve tüm katılımcılara gürültü azaltıcı manşon takılmıştır (Şekil 3.2). Klinisyen katılımcıların omzundan destek olarak üçgenin iki kısa kenarını yürütmesinde katılımcılara destek olur. İki kısa kenarı yürüdükten sonra omzu desteği kesilir ve katılımcının görselleştirdiği üçgeni hayal etmesi istenerek hipotenüse doğru dönüp başladığı noktaya vardığında durması istenmiştir. Katılımcı testi tamamladığında katılımcının hipotenüse yaptığı açının (derece cinsinden) mutlak değeri "sapma açısı" (SA) olarak adlandırılmış ve açıölçer ile kaydedilmiştir. Katılımcının başlangıç noktasından saptığı mesafe (santimetre cinsinden) "sapma mesafesi" (SM) olarak adlandırılmıştır ve metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.3). 4 üçgen

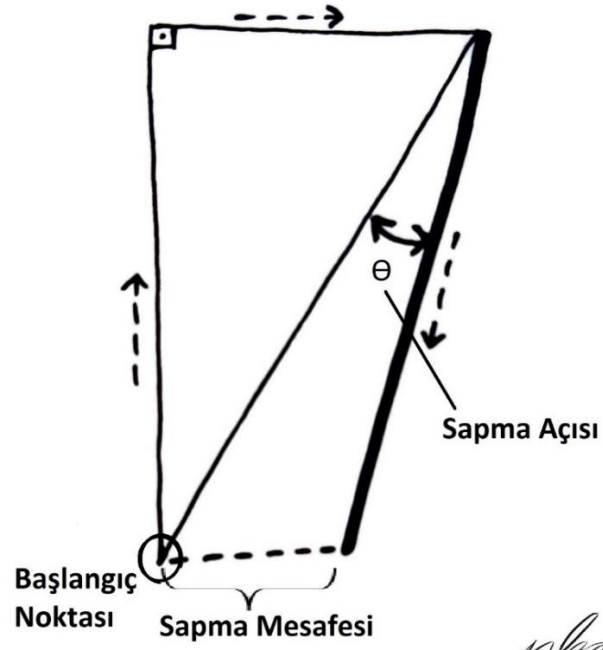
rotası için de sırasıyla tüm prosedür uygulanmıştır. Her bir üçgen için sapma açısı ve mesafesi değerleri belirlenmiş ve ortalaması alınmıştır. Düşük SA ve SM iyi uzamsal navigasyon becerisini ifade etmektedir.



Şekil 3.1. Üçgen Tamamlama Görevi Rotaları



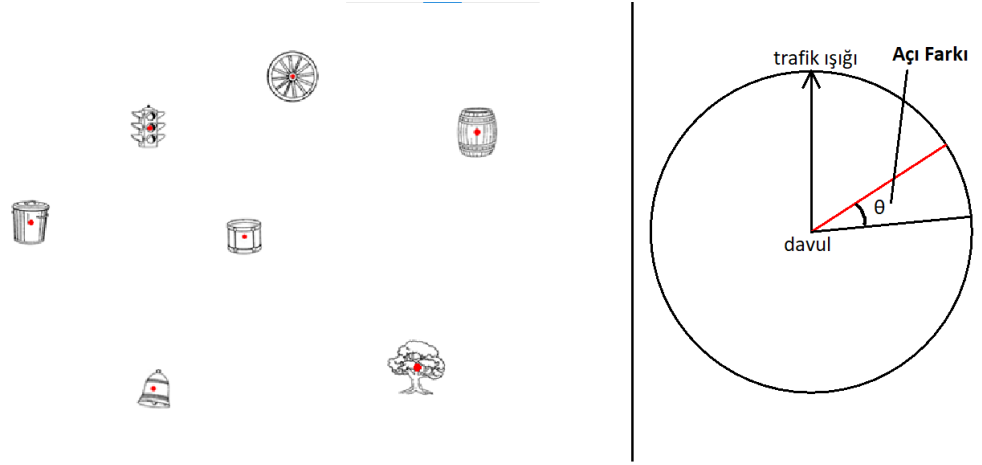
Şekil 3.2. Üçgen Tamamlama Görevinden Uygulama Görselleri



Şekil 3.3. Üçgen Tamamlama Görevinde Sapma Açısı ve Sapma Mesafesinin Belirlenmesi

Uzamsal Oryantasyon Testi (UOT)

Birçok çalışmada geniş ölçekli uzamsal biliş değerlendirme amacıyla kullanılmış ve özellikle uzamsal öğrenme, oryantasyon ve navigasyon performansı ile ilişkilendirilmiştir (71). Perspektif alma, bir ortamda kendini oryante etme (uzamsal oryantasyon) ve farklı bakış açılarından nasıl göründüğünü hayal etme becerisidir. Bir hedef nesnenin kendisine ve diğer nesnelere göre yönünü hayal etmeyi de içerir. Mental rotasyon gibi küçük ölçekli uzamsal biliş becerilerinden ziyade perspektif alma becerisi geniş ölçekli uzamsal biliş ifade eder. Çalışmamızda Friedman ve ark. (2020) tarafından geliştirilen UOT'un bilgisayar tabanlı uygulaması kullanılmıştır (72). Test ile ilgili talimatlar katılımcılara anlatılmıştır. Ardından teste başlamadan önce uygulamanın ilk sayfasında örnek bir cevap katılımcılara gösterilmiştir. Ekranda bulunan 7 nesnenin içerisinde bir nesneyi perspektif alarak sorulan nesnenin lokasyonunu cevap çemberinde belirtmeleri istenmiştir (Şekil 3.4). Katılımcılara test sorularına geçmeden önce tamamlamaları için üç deneme sorusu sorulmuştur. Deneme sorularında cevabı işaretledikten sonra doğru cevabı kırmızı çizgi halinde cevap çemberinde gösterilmiştir. Deneme sorularının ardından katılımcıların test ile ilgili soruları varsa cevaplanmıştır. 12 test sorusu için katılımcılara 5 dakika süre verilmiştir. Klinisyen test esnasında katılımcıya hangi nesneyi baz alacağı ve hangi nesnenin yönünü belirleyeceği konusunda talimatları sesli bir şekilde dile getirmiştir. Test sonunda kişinin belirlediği yön ile doğru yön arasındaki mutlak açı farkı değeri değerlendirilmiştir. Cevaplanan sorulara ait açı farkı değerlerinin ortalaması hesaplanmıştır. Düşük açı farkı yüksek uzamsal oryantasyon becerisini göstermektedir.



Davulda duruyormuş gibi hayal et. Yüzün **trafik ışığına** bakıyor. **Tekerlek** ne tarafından kalır?

Bitirdiğinizde ENTER tuşuna basınız.

Şekil 3.4. Uzamsal Oryantasyon Testinden Örnek Bir Soru

Kırmızı çizgi doğru yönü, siyah çizgi ise katılımcının işaretlediği yönü göstermektedir.

Dört Dağ Testi (4DT)

Topografik hafıza işlemlemeyi ölçen ve Hartley ve ark. (2007) tarafından geliştirilen bir uzamsal hafıza testidir (73). Çalışmamızda 4DT'nin tablet tabanlı uygulaması kullanılmıştır. Uygulamada katılımcılara dört dağ içeren bir manzara resmi gösterilmiştir. Katılımcıdan bu topografik haritayı kısa süreli belleğe alarak ardından farklı açılardan gösterilen aynı topografik özelliğe sahip manzara resmini bulması istenir. Testte amaç yazılım tarafından oluşturulan bir manzaranın topografik yerleşim bilgisini korumak ve bu hedef manzarayı 4 manzara görüntüsü (3 yanıltıcı ve 1 hedef görüntü) arasından seçmektir. Teste başlamadan önce katılımcıların testi doğru bir şekilde anlayabilmesi için deneme aşaması gerçekleştirilmiştir. Deneme aşaması iki basamaktan oluşmaktadır. Birinci basamakta tablet ekranının üst kısmında hedef manzara görüntüsü, alt kısmında 2 alternatif manzara görüntüsü (1 yanıltıcı ve 1 hedef resim) sunulmuştur. Katılımcıdan alt kısımdaki 2 alternatif görüntüden üst kısımdaki topografik haritaya benzeyen görüntüyü seçmesi istenmiştir. Katılımcı seçimini yaptıktan sonra doğru cevap katılımcıya gösterilmiştir. Birinci basamakta 2 soru cevaplandıktan sonra deneme aşamasının ikinci basamağına geçilmiştir. İkinci

basamakta sorular katılımcılara testte olduğu gibi sorulmuştur. Katılımcılara tablet ekranında 10 saniye süreyle bir hedef görüntü ve ardından 2 saniye süreyle boş bir ekran sunulmuştur. Bir sonraki ekranda, 2x2 bir tabloda rastgele düzenlenmiş 4 alternatif manzara görüntüsü sunulmuştur (Şekil 3.5). Katılımcı seçimini yaptıktan sonra doğru cevap katılımcıya gösterilmiştir. İkinci basamakta 3 soru cevaplandıktan sonra teste geçilmiştir. Test toplamda 15 sorudan oluşmaktadır. Her soru deneme aşamasının ikinci basamağında olduğu gibi katılımcıya sunulmuştur. Katılımcıların doğru hedef görüntüyü seçmeleri için yirmi saniye süre verilmiştir. Katılımcı soruyu cevapladığında rastgele oluşturulmuş yeni bir manzara görüntüsüne geçilmiştir. Yüksek doğru sayısı iyi uzamsal hafızayı göstermektedir.



Şekil 3.5. Dört Dağ Testinden Örnek Bir Soru

A Katılımcıya sunulan hedef manzara görüntüsü

B Aralarında hedef manzara görüntüsünü bulunan 4 alternatif görüntüsü

3.3. İstatistiksel Analiz

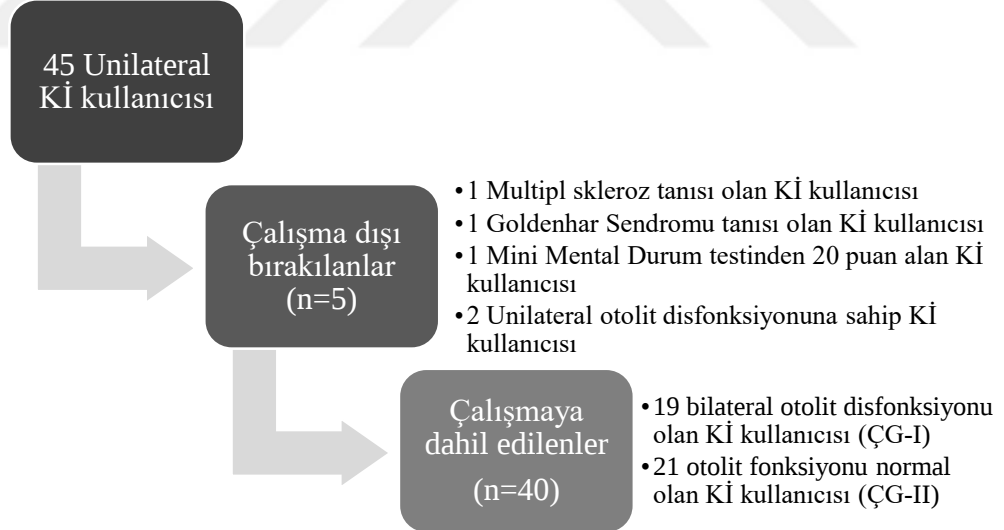
Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği histogram, normalite testleri, standart hata ve çarpıklık-basıklık değerleri incelenerek karar verilmiştir. Tüm veriler normal dağılım göstermiştir. Sayısal değişkenler için ortalama ve standart sapma (SS) ve kategorik değişkenler için ise sayı (n) ve yüzde (%) tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post hoc testlerden Tukey ve Tamhane T2 testleri uygulanmıştır. Grup içi karşılaştırmalarda ise örneklem sayısı 15'in altında olduğu için nonparametrik testler kullanılmıştır. Yapılan korelasyon analizlerinde Pearson korelasyon testi

uygulanmıştır. Otolit disfonksiyon ve işitme kaybının uzamsal test sonuçları üzerindeki etkisinin belirlenmesi için çok değişkenli doğrusal regresyon modeli kullanılmıştır. P değerinin 0,05'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Çalışma 45 unilateral Kİ kullanıcısı ve 20 normal işitme ve vestibüler fonksiyona sahip 65 gönüllü katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Kİ kullanıcılarından biri nörodejeneratif hastalıklardan olan multiple skleroz tanısına, biri Goldenhar sendromu tanısına ve biri de global bilişsel tarama testi olan MMT'den düşük skora sahip olduğu için çalışma dışı bırakılmıştır. Otolit fonksiyon değerlendirmesinde 21 Kİ kullanıcısında normal fonksiyon bulguları elde edilirken 19 Kİ kullanıcısında ise bilateral otolit disfonksiyon bulguları elde edilmiştir. İki Kİ kullanıcısında implantın olduğu tarafta otolit disfonksiyon görülürken diğer tarafta normal otolit fonksiyon bulguları elde edilmiştir. Çalışma alt gruplarına dahil edilemeyen bu iki Kİ kullanıcısı çalışma dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak ÇG-I'de bilateral otolit disfonksiyonu olan 19 unilateral Kİ kullanıcısı, ÇG-II'de otolit fonksiyonları normal olan 21 unilateral Kİ kullanıcısı ve KG'da ise normal işitmeye ve vestibüler sisteme sahip 20 katılımcı yer almıştır (Şekil 3.1). Bu katılımcılara ait uzamsal test sonuçları ve demografik özellikler ile analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma grupları için akış şeması

ÇG-I, ÇG-II ve KG; yaş, cinsiyet ve eğitim durumu açısından karşılaştırıldığında istatistiksel bir fark elde edilmemiştir ($p>0,05$). Gruplar yaş, cinsiyet ve eğitim durumu açısından benzer dağılıma sahiptir. ÇG-I ve ÇG-II arasında Kİ kullanım süresi, işitme kaybı süresi, Kİ tarafı ve bimodal işitme durumları

karşılaştırıldığında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Her iki çalışma grubu da işitsel fonksiyon açısından benzer bulunmuştur.

Uzamsal becerilerini değerlendiren test sonuçları gruplar arası karşılaştırıldığında üç testte de istatistiksel anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p=0,000$, Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Gruplara göre uzamsal test sonuçlarının ortalama $\pm$ standart sapma değerleri ve karşılaştırmaları

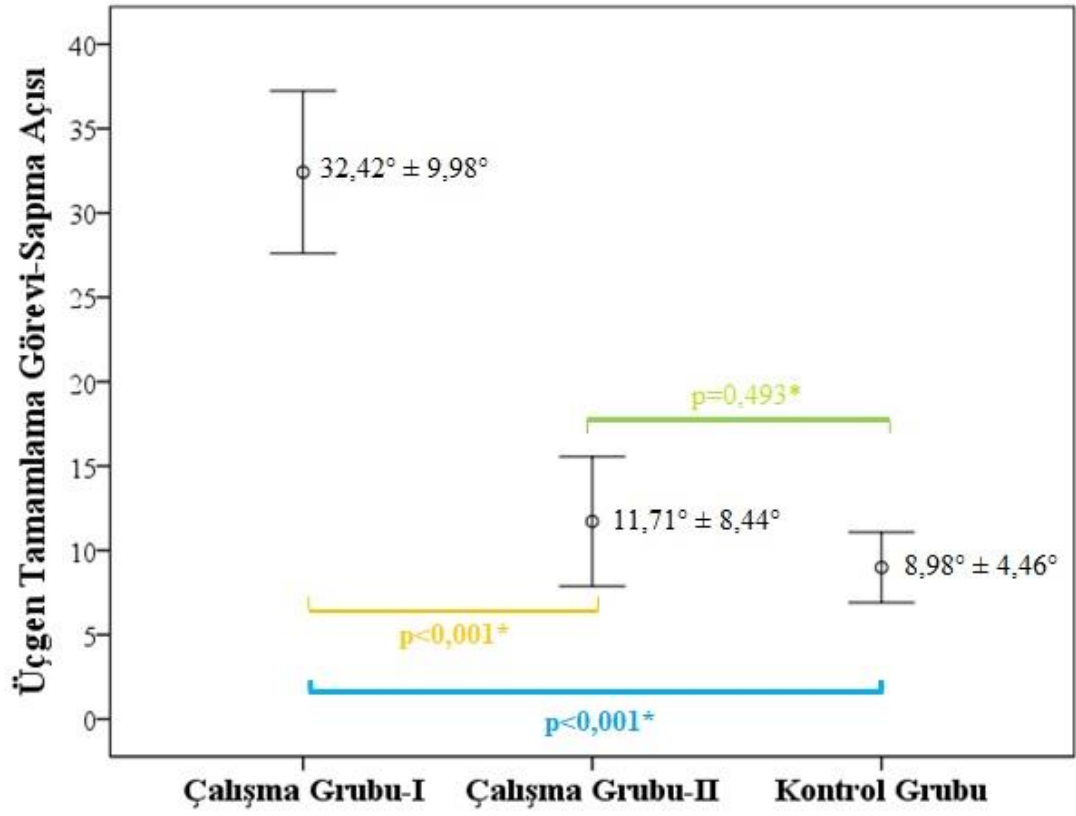
Uzamsal testler		ÇG-I	ÇG-II	KG	p değeri
ÜTG	SA (°)	32,42 $\pm$ 9,98	11,71 $\pm$ 8,44	8,98 $\pm$ 4,46	<0,001*
(ort. $\pm$ SS)	SM (cm)	55,61 $\pm$ 15,91	21,85 $\pm$ 13,3	23,91 $\pm$ 13,19	<0,001*
UOT açı farkı (°)		68,76 $\pm$ 29,72	35,18 $\pm$ 10,58	21,1 $\pm$ 8,78	<0,001*
(ort. $\pm$ SS)					
4DT hata sayısı		7 $\pm$ 2,33	5,47 $\pm$ 2,61	3,4 $\pm$ 1,04	<0,001*
(ort. $\pm$ SS)					

ÇG-I: çalışma alt grubu I, ÇG-II: çalışma alt grubu II, KG: kontrol grubu, ÜTG: üçgen tamamlama görevi, SA: sapma açısı, SM: sapma mesafesi, UOT: uzamsal oryantasyon testi, 4DT: 4 dağ testi, SS: standart sapma

*tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

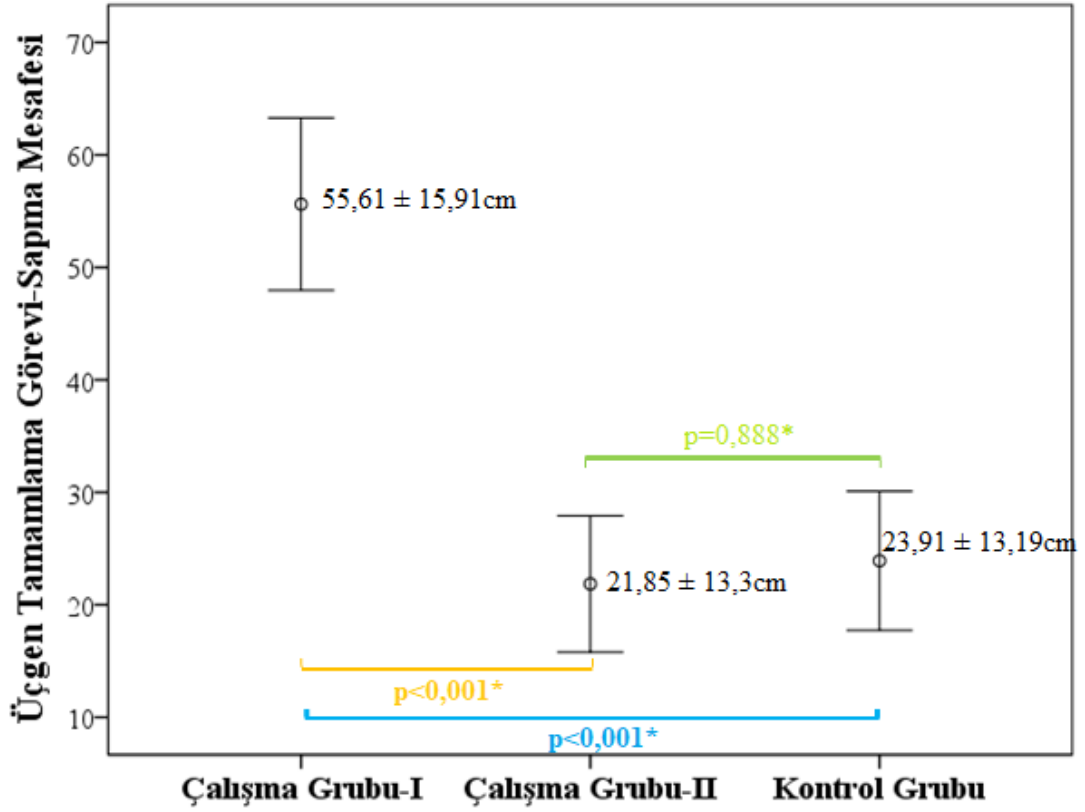
4.1. Üçgen Tamamlama Görevi Bulguları

Sapma açısı ve sapma mesafesi bulgularında ÇG-I ile ÇG-II ve ÇG-I ile KG arasında istatistiksel anlamlılık elde edilirken (SA ve SM için $p=0,000$), ÇG-II ile KG arasında istatistiksel fark elde edilmemiştir (SA için $p=0,493$, SM için $p=0,888$). Gruplara ait SA ve SM değerlerinin görselleştirilmiş hali sırasıyla şekil 4.2 ve şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Gruplara ait ÜTG sapma açısı değerleri grafiği

*Post hoc Tamhane T2 testi

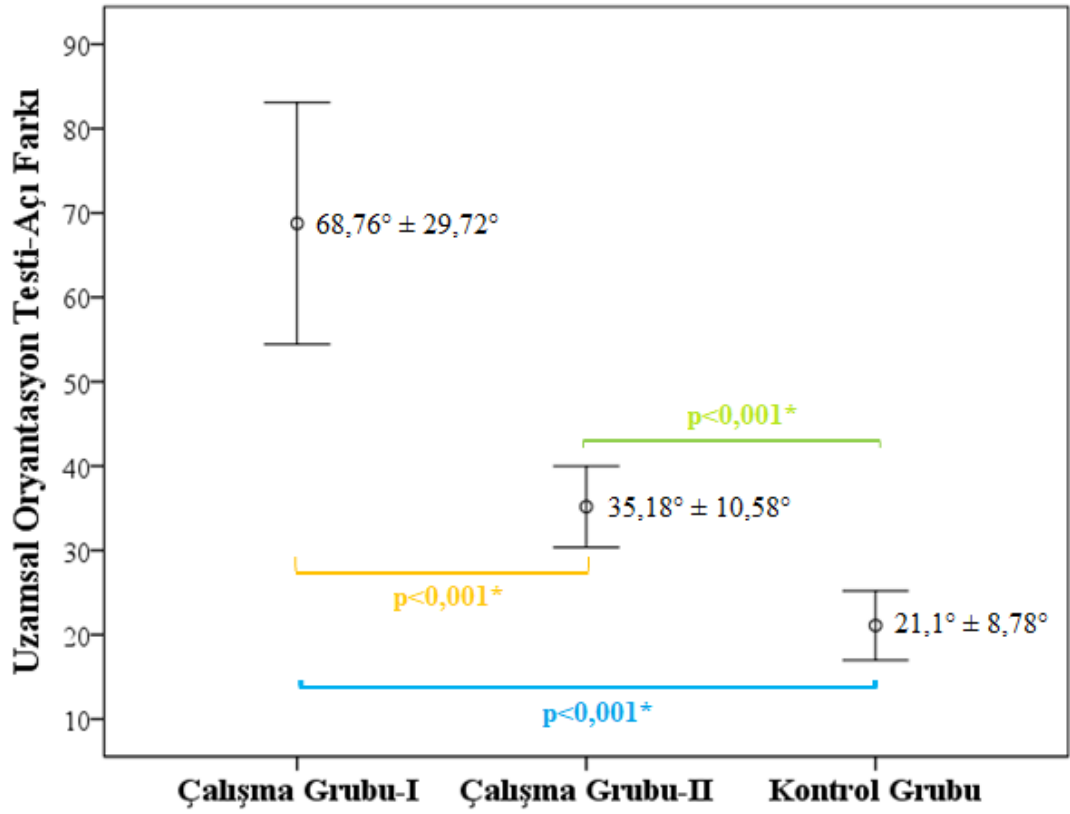


Şekil 4.3. Gruplara ait ÜTG sapma mesafesi değerleri grafiği

*Post hoc Tukey testi

4.2. Uzamsal Oryantasyon Testi Bulguları

Uzamsal oryantasyon testi açısı farkı değerleri için gruplar arası istatistiksel fark bulunmuştur ($p=0,000$, Tablo 4.1). Her üç grup birbirleri arasında UOT açısı farkı değerlerinde anlamlı farklılık görülmüştür ($p=0,000$, Şekil 4.4)

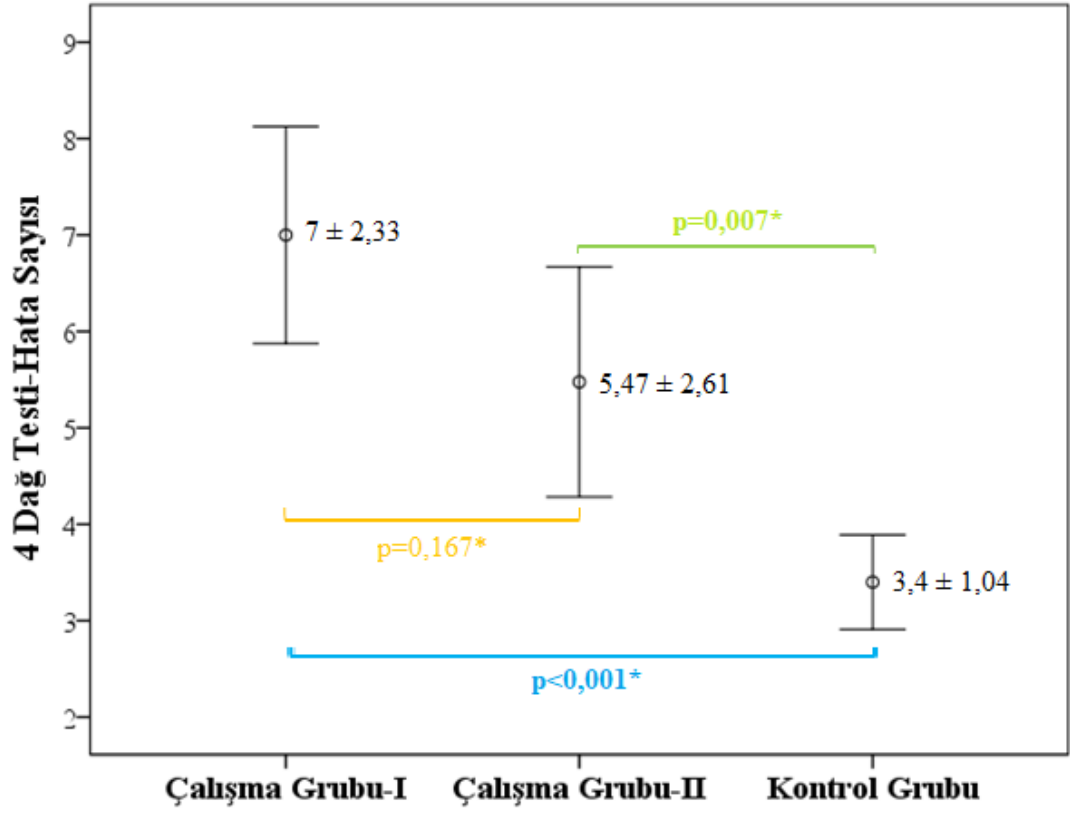


Şekil 4.4. Gruplar arası UOT açı farkı değerleri grafiği

*Post hoc Tamhane T2 testi

4.3. Dört Dağ Testi Bulguları

Dört dağ testi hata sayısında gruplar arası istatistiksel anlamlılık elde edilmiştir ($p=0,000$, Tablo 4.1). ÇG-I ile KG ($p=0,000$) ve ÇG-II ile KG ($p=0,007$) arasında istatistiksel fark görülürken, ÇG-I ile ÇG-II arasında istatistiksel fark görülmemiştir ($p=0,167$, Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Gruplar arası 4DT hata sayısı grafiği

*Post hoc Tamhane T2 testi

4.4. Uzamsal Test Sonuçlarının Demografik Değişkenlerle İlişkisi

Yaş, işitme kaybı süresi ve Kİ kullanım süresi ile uzamsal testler arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$). Kİ tarafına göre yapılan karşılaştırmada herhangi anlamlı bir fark elde edilmemiştir ($p>0,05$). Ayrıca otolit disfonksiyonu olan ve olmayan tüm Kİ kullanıcıları dahil edilerek yapılan analizde bimodal işitmeye sahip Kİ kullanıcıları sadece unilateral Kİ kullanan bireylerle kıyaslandığında uzamsal beceriler açısından istatistiksel bir fark gözlenmemiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Kİ kullanıcılarında bimodal işitme durumuna göre uzamsal biliş değerlendirme sonuçları ve karşılaştırmaları.

Uzamsal testler		Bimodal işitme (Kİ+İC)	Unilateral Kİ kullanan	p değeri*
ÜTG	SA (°)	18,59 ± 13,04	23,52 ± 14,31	0,277
(ort. ± SS)	SM (cm)	37,17 ± 22,7	38,37 ± 22,57	0,87
UOT açısı farkı (°)		49,36 ± 31,49	52,31 ± 25,04	0,744
(ort. ± SS)				
4DT hata sayısı		5,25 ± 2,4	6,83 ± 2,53	0,056
(ort. ± SS)				

Kİ:Koklear İmplant, İC: İşitme cihazı, ÜTG: üçgen tamamlama görevi, SA: sapma açısı; SM: sapma mesafesi, UOT: uzamsal oryantasyon testi, 4DT: 4 dağ testi.

* Independent Sample t test

Uzamsal test sonuçlarının kendi arasındaki korelasyon analizinde; 4DT hata sayısı ile UOT açısı farkı arasında pozitif orta derecede korelasyon bulunmuştur ($r=0,540$, $p<0,001$). 4DT hata sayısı ile ÜTG'nin SA ve SM değerleri arasında sırasıyla pozitif orta derecede ve pozitif hafif derecede korelasyon görülmüştür (SA için $r=0,478$, $p<0,001$; SM için $r=0,366$, $p=0,004$). UOT açısı farkı ile ÜTG'nin SA ve SM değerleri arasında sırasıyla pozitif yüksek derecede ve pozitif orta derecede korelasyon gözlenmiştir (SA için $r=0,631$, $p<0,001$; SM için $r=0,547$, $p<0,001$).

Tüm katılımcıların uzamsal test sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında istatistiksel bir fark elde edilmemiştir ($p>0,05$). Grup içi yapılan cinsiyet karşılaştırmalarında ise ÇG-II ve KG'de 4DT hata sayısında istatistiksel fark elde edilirken, diğer testlerde fark elde edilmemiştir (Tablo 4.3). Hem tüm katılımcılarda hem de grup içi katılımcılarda eğitim durumu açısından uzamsal testlerin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.3. Gruplarda cinsiyete göre uzamsal biliş değerlendirme sonuçları ve karşılaştırmaları

Çalışma Alt Grubu I		Erkek	Kadın	p değeri*
ÜTG	SA (°)	35,75 ± 7,25	27 ± 19,5	0,191
(ort. ± SS)	SM (cm)	56,5 ± 7,25	52 ± 28	0,775
UOT açış farkı (°)		74,3 ± 41,57	60,94 ± 28,47	0,221
(ort. ± SS)				
4DT hata sayısı		7 ± 3	7,5 ± 2	0,772
(ort. ± SS)				
Çalışma Alt Grubu II		Erkek	Kadın	p değeri*
ÜTG	SA (°)	8,5 ± 10,25	9,75 ± 7,75	0,384
(ort. ± SS)	SM (cm)	19,75 ± 19,5	19,75 ± 16	0,772
UOT açış farkı (°)		29,06 ± 10,76	40,42 ± 19,83	0,192
(ort. ± SS)				
4DT hata sayısı		4 ± 3,5	6 ± 4	0,047
(ort. ± SS)				
Kontrol Grubu		Erkek	Kadın	p değeri*
ÜTG	SA (°)	6,5 ± 5,63	7,5 ± 6	0,588
(ort. ± SS)	SM (cm)	21,38 ± 14,25	25 ± 29,5	0,247
UOT açış farkı (°)		15,92 ± 12,13	21,5 ± 5,92	0,190
(ort. ± SS)				
4DT hata sayısı		2,5 ± 1,5	4 ± 1,5	0,025
(ort. ± SS)				
Toplam		Erkek	Kadın	p değeri**
ÜTG	SA (°)	18,49 ± 14,31	16,55 ± 12,13	0,575
(ort. ± SS)	SM (cm)	32,6 ± 20,34	33,68 ± 21,3	0,844
UOT açış farkı (°)		43,93 ± 32,58	39,11 ± 22,4	0,526
(ort. ± SS)				
4DT hata sayısı		4,64 ± 2,62	5,71 ± 2,43	0,108
(ort. ± SS)				

ÜTG: üçgen tamamlama görevi, SA: sapma açısı; SM: sapma mesafesi, UOT: uzamsal oryantasyon testi, 4DT: 4 dağ testi.

*Mann Whitney U test

**Independent Sample t test

4.5. Uzamsal Test Sonuçlarında Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analizi Bulguları

Uzamsal biliş becerileri için kafa karıştırıcı değişkenler olan işitme kaybı ve otolit disfonksiyonun uzamsal becerileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcılarda işitme kaybı ve otolit disfonksiyon ile uzamsal testler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için çok değişkenli doğrusal regresyon modelleri kullanılmıştır (Tablo 4.4).

Yaş, cinsiyet ve eğitim durumu değişkenlerini kontrol ederek oluşturulan modelde, otolit disfonksiyonun ÜTG sapma açısında 21,1°'lik bir artışla ve sapma mesafesinde ise 34,4 cm'lik bir artışla istatistiksel olarak ($p<0,001$) ilişkili olduğu görülürken işitme kaybının ÜTG sapma açısı ve sapma mesafesi üzerinde istatistiksel anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür ($p>0,005$). Ayrıca otolit disfonksiyonun 4DT hata sayısında 1,6'lık ($p=0,018$) ve UOT açısı farkında 32,8°'lik bir artışla ($p<0,001$) ilişki olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde işitme kaybının 4DT hata sayısı ($p=0,003$) ve UOT açısı farkı ($p=0,019$) üzerinde sırasıyla 2 birimlik ve 14,3°'lik artışa etki ettiği belirlenmiştir. Ortak değişkenler olan yaş, cinsiyet ve eğitim durumunun ÜTG ve UOT üzerinde istatistiksel anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Yaş ve eğitim durumu değişkenlerinin 4DT hata sayısı üzerinde etkisi görülmezken yalnızca cinsiyet değişkeninin 4DT hata sayısı üzerinde istatistiksel olarak etkiye sahip olduğu görülmüştür. Erkek katılımcılarda hata sayısı 1,2 birimlik (%95 güven aralığı: -2,3/-0,1) azalışla ($p=0,028$) ilişkili bulunmuştur.

Tablo 4.4. Tüm katılımcılarda işitme kaybı ve otolit disfonksiyon ile uzamsal test performansları arasındaki ilişkinin çok değişkenli doğrusal regresyon modeli ile incelenmesi*.

			Otolit Disfonksiyon	İşitme Kaybı
ÜTG (ort. ± SS)	SA (°)	Ayarlanmamış β (%95 GA)	20,7 (15,6, 25,7)	2,7 (-2,2, 7,6)
		Ayarlanmış β (%95 GA)	21,1 (16,1, 26,1)	2,2 (-2,6, 7)
	SM (cm)	Ayarlanmamış β (%95 GA)	33,7 (24,7, 42,7)	-2 (-10,9, 6,7)
		Ayarlanmış β (%95 GA)	34,5 (25,4, 43,6)	-2,6 (-11,5, 6,3)
UOT açısı farkı (°) (ort. ± SS)			Ayarlanmamış β (%95 GA)	14 (2,4, 25,6)
			Ayarlanmış β (%95 GA)	14,3 (2,4, 26,3)
4DT hata sayısı (ort. ± SS)			Ayarlanmamış β (%95 GA)	2 (0,7, 3,4)
			Ayarlanmış β (%95 GA)	2 (0,7, 3,3)

*Modeller cinsiyet, yaş ve eğitim durumu ortak değişkenleri için ayarlandı. Ayarlanmış ve ayarlanmamış β değerleri bu ortak değişkenlerin modelin içine dahil edildiği ve edilmediği durumları açıklamaktadır.

İstatistiksel olarak anlamlı regresyon modelleri koyu renkle belirtilmiştir.

%95 GA: %95 güven aralığı.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kİ kullanıcılarında uzamsal biliş becerilerini değerlendirilmesi ve otolit disfonksiyon ile işitme kaybının uzamsal navigasyon, uzamsal oryantasyon ve uzamsal hafıza becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Otolit organların lineer ivmelenmeyi tespit etmenin yanı sıra yer çekiminin algılanmasında, vücudun uzaydaki oryantasyonun belirlenmesinde ve çevredeki uzamsal bilgilerin algılanmasında diğer duyuşal sistemlerle birlikte rol oynadığı bilinmektedir (47, 74). Buradan hareketle çalışmamızda da otolit disfonksiyonun uzamsal becerileri etkileyebileceği düşünülmüş ve otolit disfonksiyonun belirlenmesinde günümüzde otolit fonksiyonu en iyi değerlendirebilen testlerden olan cVEMP ve oVEMP testleri kullanılmıştır. Çalışmamıza dahil edilen ileri ve çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybına sahip Kİ kullanıcılarının yaklaşık yarısında bilateral cVEMP ve oVEMP yanıtları elde edilmemiştir.

5.1. Otolit Disfonksiyonun Uzamsal Biliş Becerilerine Etkisi

Periferik vestibüler bozukluklar, yerçekimi ve hareket algısını bozarak uzamsal bilişte ve postüral kontrolde bozulmaya neden olur (75). Vestibüler bozukluğu olan kişilerde bilişsel eksikliklerin temelini oluşturan patomekanizmalar tam olarak anlaşılamamakla birlikte bazı mekanizmalar öne sürülmüştür. Birinde düzensiz vestibüler girdilerin bilişsel kaynakları diğer görevlerden uzaklaştırdığı düşünülmektedir (2). Diğerinde ise vestibüler-kortikal ağın bu ilişkinin temelini oluşturduğu gösterilmektedir (22). Vestibüler sistem, diğer tüm duyuşal sistemlerden daha fazla, otonomik işlevler, uyku, duygular ve biliş gibi birçok kortikal alana projeksiyon yapmaktadır. Araştırmalar bilateral vestibüler bozukluğun uzamsal bilişte önemli bir rol oynadığı bilinen hipokampus ve parahipokampusün atrofisi ile ilişkili olduğunu bildirmektedir (76). Vestibüler hasar, hipokampüste yer alan nöronların ateşlemesinde bir bozulma ve uzamsal hafıza, mesafe ve yönün kodlanmasında bir eksiklik oluşturur. MRI görüntüleme çalışmalarında beyin hacimlerini karşılaştıran araştırmalar, eşleştirilmiş kontrollerle karşılaştırıldığında bilateral vestibüler bozukluğu olanlarda daha küçük hipokampal hacim olduğunu göstermektedir (21, 77). Ayrıca, hipokampus hacminin, vestibüler disfonksiyon ve işitme kaybı ile ilişkili

bulunmuştur (78). Son yıllardaki araştırmaların çoğu vestibüler-kortikal ağ mekanizmasını destekler niteliktedir.

Anson ve ark. (2021) yaptığı çalışmada bilateral düşük VOR kazancı ve utriküler disfonksiyonu olan bireylerde, normal vestibüler fonksiyonu olan bireylere göre önemli ölçüde daha büyük uzamsal oryantasyon hataları göstermişlerdir (79). Ancak rotasyonel uzamsal oryantasyon hataları ile sakküler fonksiyon arasında hiçbir ilişki tanımlanmamıştır. Araştırmacılar bu durumu test esnasında vertikal veya tilt hareketi olmamasına bağlamışlardır. Çalışmamızda ise otolit disfonksiyonu olan tüm katılımcılarımızda hem sakküler hem de utriküler disfonksiyon bulunmaktaydı. Bu nedenle Anson ve ark. (2021) çalışmasındaki gibi sakkül ve utrikül fonksiyon ayrımı yapılamadı. Sonuçlarımız otolit disfonksiyonu olan Kİ kullanıcıları, otolit disfonksiyonu olmayan Kİ kullanıcıları ve normal otolit ve işitsel fonksiyona sahip katılımcılar arasında UOT açısı farkı açısından anlamlı farklılık göstermiştir. En yüksek açısı farkı otolit disfonksiyonu olan Kİ kullanıcılarında, en düşük açısı farkı ise kontrol grubunda görülmüştür. Çalışmamız hem işitme kaybının hem de otolit disfonksiyonun uzamsal oryantasyon becerilerinde düşüşe sebep olduğunu ortaya koymuştur. Uzamsal oryantasyon becerisinin düzgün bir şekilde işleyebilmesi bozulmamış işitsel ve vestibüler işlemlemeye bağlı olabileceğini düşündürmüştür.

Brandt ve ark. (2005) sanal Morris Su Labirenti (*virtual Morris Water Maze*) kullanılarak bilateral vestibüler bozukluğu olan kişilerde uzamsal öğrenme, hafıza ve navigasyon becerilerini değerlendirmiştir (21). 10 bilateral vestibüler bozukluğu olan katılımcının kontrol grubuna kıyasla daha kötü performans gösterdiği bulunmuştur. Ancak kullanılan sanal Morris Su Labirenti testi esnasında baş ve/veya vücut hareketi olmaksızın değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Dinamik hareketler vestibüler girdiyi etkinleştirdiğinden uzamsal navigasyonun değerlendirilmesinde dinamik hareketler önemlidir. Bu nedenle dinamik hareketleri içeren testlerin navigasyon değerlendirmesinde daha uygun olduğu düşünülmektedir (80). Son çalışmalarda uzamsal navigasyonu değerlendirmek için sıklıkla tercih edilen dinamik hareketleri içeren ÜTG çalışmamızda da kullanılmıştır.

Yapılan araştırmalar vestibüler bozukluğu olanların ÜTG testlerinde daha kötü performans gösterdiğini raporlamıştır (77, 81). Hayvan çalışmaları, otolit

disfonksiyonunun *head direction* hücrelerinin işleyişi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceğini göstermiştir (82). Bu bulgular, otolit disfonksiyonun uzamsal biliş performanslarında düşüşe sebep olacağını düşündürmektedir. *Place* hücreleri ayrıca vestibüler girdiden etkilenir ve bilateral vestibüler disfonksiyonun ateşleme modellerini değiştirdiği bilinmektedir (83). Bu nedenle otolit disfonksiyonun ÜTG’de üçgenin başlangıç konumunun doğru kodlanmasını bozabileceği ve daha fazla sapma açısına ve sapma mesafesine sebep olabileceği ön görülmüştür. 154 katılımcı üzerinde yapılan bir çalışmada anormal sakküler fonksiyona sahip bireylerin, ÜTG’de daha büyük sapma açısı ve sapma mesafesine sahip olduğu bulunmuştur. Bu bulgular sakküler fonksiyonun navigasyonu etkileyebileceğini göstermiştir (79). Xie ve ark. (2017) bilateral vestibüler kaybı olanların sağlıklı kontrollere kıyasla ÜTG’de daha büyük sapma açısı ve sapma mesafesi gösterdiğini raporlamıştır (84). Yine aynı çalışmada otolit disfonksiyon, sapma açısında 9,2°’lik (%95 CI: 3,0–15,5) ve sapma mesafesinde 18,2 cm’lik bir artışla (%95 CI: 15,2–47,4) ilişkilendirilmiştir. Çalışmamızda da benzer olarak otolit disfonksiyonu olan bireylerde ÜTG sapma açısında 21,1°’lik ve sapma mesafesinde ise 34,4cm’lik bir artış görülebileceği kanıtlanmıştır. Bu değerlerin Xie ve ark. (2017) yaptığı araştırmadan daha büyük olması katılımcıların otolit disfonksiyonunun süresi, yaş, kısmi veya tam kayıp olması gibi farklı faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca başka bir araştırmada Dobbels ve ark. (2018) işitme kaybı olsun olmasın vestibüler bozukluğu olanlarda uzamsal öğrenme ve navigasyon becerileri sağlıklı kontrollere kıyasla daha kötü performans gösterdiğini bildirmiştir (85). Çalışmamızda da otolit disfonksiyonu olan Kİ kullanıcılarında, otolit disfonksiyonu olmayan Kİ kullanıcılarına ve normal işiten bireylere göre ÜTG’de sapma açısı ve mesafesinde daha büyük farklar gözlenmiştir. Otolit fonksiyonları normal olan Kİ kullanıcıları ile kontrol grubunun benzer uzamsal navigasyon performansına sahip olduğu bulunmuştur. İşitme kaybının uzamsal navigasyon becerisi üzerine etkisi görülmezken otolit disfonksiyon varlığının olumsuz etkilediği regresyon analizleriyle ortaya konmuştur. Çalışmamız otolit disfonksiyonu olan Kİ kullanıcılarının, özerkliklerini ve yaşam kalitelerini önemli ölçüde sınırlayan araba kullanma, yol bulma ve rota öğrenme gibi gerçek hayattaki navigasyon görevlerinde yaşadıkları zorlukları açıklamaktadır.

Vestibüler disfonksiyon, azalmış topografik oryantasyon ve uzamsal hafıza ile de ilişkilendirilir (86). Özellikle uzamsal ve uzamsal olmayan hafıza ve öğrenme gibi bilişsel alanlarda aktif olan hipokampüsteki farklı alanların, işitsel ve vestibüler işlevlerde yer aldığı ve duyuşsal kayıptan etkilendiği ileri sürülmüştür (77). Kronik vestibüler girdi eksiklikleri uzamsal öğrenme ve hafıza becerilerini etkileyebilir ve fonksiyonel hipokampal bozukluklara yol açabilir (87). Guidetti ve ark. (2020) unilateral vestibüler bozukluğu olanlarda Corsi blok vuruş görevi ile uzamsal hafızayı değerlendirmiş ve sağlıklı kontrollere kıyasla kötü performans raporlamışlardır (6). Çalışmamızda uzamsal hafıza becerisinin değerlendirilmesinde 4DT kullanılmıştır. Otolit disfonksiyonu olan ve olmayan Kİ kullanıcıları ile sağlıklı kontrol grubu arasında uzamsal hafıza becerilerinde fark elde edilmiştir. Ancak işitme kaybının otolit disfonksiyona göre uzamsal hafızayı daha fazla etkilediği bulunmuştur.

5.2. İşitme Kaybının Uzamsal Biliş Becerilerine Etkisi

Literatürde vestibüler disfonksiyonu olan hastaların uzamsal biliş performansları değerlendirilirken işitsel fonksiyonlarına çok az dikkat edilmiştir (67). İlk çalışmaların çoğunun ana odak noktası, işitme kaybını kontrol etmek değil, sadece vestibüler disfonksiyonun bilişsel eksikliklerle herhangi bir ilişkisi olup olmadığını belirlemektir. Elbette, günümüz perspektifinden, alanı ilerletmeye ve işitsel ve vestibüler disfonksiyonun bilişsel performansa farklı katkılarını izole etmeye çalışırken, işitme kaybının bilişsel becerilere potansiyel katılımının belirlenmesi önemlidir.

Periferik işitme kaybı ile bilişsel bozukluk arasındaki nedensel ilişki üzerine en popüler hipotez, periferik işitme kaybının duyuşsal yoksunluğunun ve kortikal alanların sekonder atrofisinin işitme kaybı olan hastalarda bilişsel bozukluğa neden olmasıdır (88). İşitme kaybının, temporal lob ve hipokampal hacim de dahil olmak üzere azalan beyin hacmi ile ilişkili olduğunu gösteren çok sayıda araştırma vardır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda işitme kaybı olanlarda görülen hipokampal atrofisinin bilişsel bozukluklarda rol oynadığı düşünülmektedir (89). Yapılan hayvan çalışmaları progresif işitme kaybına sahip yetişkin farelerde hipokampal sinaptik plastisitenin zayıflamasına bağlı olarak hafıza bozukluklarının eşlik ettiğini göstermektedir (90). Benzer şekilde bilateral körlük durumunda da hipokampüsteki dejenerasyon ve

öğrenme becerilerinde etkilenme raporlanmıştır (91). Bu bulgular hipokampüsün kortikal düzeyde işlev veya duyuşsal bilgi işlemlerindeki değışikliklere karşı ne kadar savunmasız olduğunu göstermektedir. Azalan işitsel girdinin bir sonucu olarak hipokampal atrofi uzamsal becerilerde etkilenime yol açabilir.

İşitme kayıplı bireylerin uzamsal işleme eksikliği gösterdiği raporlanmıştır (92). Dobbels ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada bilateral vestibülopatisi olan katılımcılarda uzamsal biliş performansının olumsuz etkilendiği gözlenmiştir (65). Ancak bu farklılıklar yaş, cinsiyet, eğitim durumu ve işitme kaybı için düzeltildiğinde bilateral vestibülopatisi olanlar ve sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yalnızca işitme kaybının daha kötü uzamsal biliş ile istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ilişkili olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda bilateral vestibülopatisi olan katılımcıların işitmesi ne kadar kötüyse, uzamsal öğrenme, hafıza ve navigasyon becerisinin de o kadar kötü olduğu bulunmuştur. Yapılan hayvan çalışmalarında ise işitme kaybı olan farelerde normal işitmeye sahip olanlara göre daha zayıf uzamsal öğrenme ve hafıza performansları gözlenmiştir (93). Yine Dobbels ve ark. (2018) yaptığı başka bir çalışmada tüm bunların aksine işitme kaybı olsun veya olmasın vestibüler bozukluğu olan bireylerin uzamsal navigasyon becerilerinin bozulduğunu raporlamışlardır (85). Çalışmamızda uzamsal hafıza için 4DT, uzamsal oryantasyon için UOT ve uzamsal navigasyon için ÜTG testleri uygulanmıştır. Otolit disfonksiyonu olan ve olmayan Kİ kullanıcıları ile sağlıklı kontrol grubu arasında uzamsal hafıza becerisinde fark elde edilirken otolit disfonksiyonu olan ve olmayan Kİ kullanıcıları arasında fark elde edilmemiştir. Bu durum literatüre benzer olarak işitme kaybının otolit disfonksiyona göre uzamsal hafızayı daha fazla etkilediğini kanıtlamaktadır. Bildiğimiz kadarıyla işitme kaybının uzamsal oryantasyon becerisini etkisini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma Kİ bireylerde uzamsal oryantasyon becerisini inceleyen ilk çalışmadır. Otolit disfonksiyon olan Kİ kullanıcıları en kötü uzamsal oryantasyon performansı göstermiştir. Hem işitme kaybının hem de otolit disfonksiyonun uzamsal oryantasyon becerisini olumsuz etkilediği görülmüştür. ÜTG ile değerlendirilen uzamsal navigasyon becerisi için tam tersi bir durum gözlenmiştir. Dobbels, Moyaert (85) çalışmasındakine benzer şekilde işitme kaybının uzamsal navigasyon üzerine etkisi görülmemiştir. Otolit disfonksiyonu olan Kİ kullanıcılarının uzamsal navigasyon

performansı bozulmuştur. Çalışma grubumuz, her ne kadar işitme kaybı olsa da Kİ ile işitme fonksiyonları iyileştirilmiş bir gruptan oluşmaktadır. Bu nedenle işitsel deprivasyona bağlı oluşabilecek uzamsal navigasyon becerisi etkilenimi göz ardı edilmiştir. İleriki çalışmalarda Kİ veya işitme cihazı kullanımıyla düzeltilmiş ve düzeltilmemiş işitme kaybının uzamsal beceriler üzerine etkisi daha detaylı incelenmelidir.

Daha önceki araştırmalar Kİ kullanıcıları arasındaki bilişsel farklılıkları açıklamada algı, dikkat, öğrenme ve hafıza gibi üst düzey merkezi süreçlerin önemli rol oynayabileceğini bildirmişlerdir (94). Kİ kullanıcılarıyla yapılan çalışmaların hemen hepsi uzamsal olmayan bilişin özellikle dil sonuçları üzerindeki önemli etkisini vurgulamaktadır (95). Yetişkin Kİ kullanıcılarında bilişin sadece dil becerileri üzerine etkisi değil aynı zamanda günlük yaşamda sıklıkla kullandığımız bilişin farklı alanlarının değerlendirilmesi de ele alınmalıdır. Yapılan bir çalışmada işitme kaybı olan çocukların sözel olmayan bilişin gelişimi incelenmiştir. Çalışma sonucunda işitmenin uzamsal bütünleşme, motor kontrol ve dikkatin klinik gelişimine katkıda bulunduğunu gösterilmiştir. İşitme kaybının nöropsikolojik gelişim üzerindeki tek sonucunun dil bozukluğu olmadığı kanıtlanmıştır (96). Gurgel ve ark. (2022) tarafından geriatrik bireyler üzerinde yapılan bir araştırmada hem normal bilişsel fonksiyon sahip hem de hafif bilişsel bozukluğu olan bireylerde koklear implantasyon sonrası görsel uzamsal hafıza becerilerinde artış olduğu raporlanmıştır (97). Çalışmamız Kİ'li bireylerde uzamsal bilişin değerlendirilmesi açısından literatürdeki öncü çalışmalardandır. Kİ kullanıcılarında da uzamsal biliş becerilerinin sağlıklı kontrollerine kıyasla daha düşük performansa sahip olduğu kanıtlanmıştır. İleriki çalışmalarda koklear implantasyonun uzamsal beceriler üzerine etkisi ve vestibüler disfonksiyonu olan ve olmayan Kİ adaylarında implantasyonun bu becerilerde nasıl bir değişikliğe yol açtığı incelenmelidir. Ayrıca rehabilitatif süreçlere bu becerileri geliştirecek etkinliklerin eklenmesi veya rehabilitasyonun bu becerilere etkisi ileriki çalışmalarda araştırılmalıdır.

İşitme cihazı kullanımı ile bilişsel performansı değerlendiren çalışmalarda işitme cihazı kullanımına ilişkin bilgilerin eksik olması değerlendirme zorluğu yaratmaktadır (98). İşitme cihazlarının global bilişsel performans üzerinde gözlenen

olumlu etkisi (99) nedeniyle bu değişkenin uzamsal becerilerde de incelenmesi önemlidir. Çalışmamızdaki işitme kayıplı katılımcılarımızın hepsi Kİ kullanıcısıydı. Bilateral işitmenin korteks için sayısız faydası düşünöldüğünde çalışmamızda karşı kulağında işitme cihazı kullanan bimodal kullanıcılarımızla unilateral Kİ kullanıcılarının uzamsal biliş becerileri de karşılaştırılmıştır. Bimodal kullanıcıların 4DT hata sayısı, UOT açı farkı ve ÜTG SA ve SM değerleri unilateral Kİ kullanıcılarından daha düşük gözlenmekle birlikte istatistiksel fark elde edilmemiştir. İleriki çalışmalarda uygun metodolojik planlamalarla Kİ, işitme cihazı gibi amplifikasyon yöntemlerinin uzamsal biliş becerileri üzerine etkisi daha detaylı incelenmelidir.

İşitme kaybı ve vestiböler disfonksiyonun bozulmuş bilişsel performansa katkılarında belirtilmesi gereken son nokta, vestiböler veya işitsel sistemden herhangi birinde bir eksiklik olsa bile her iki duyu sistemi beyin sapında, vestiböler çekirdekten koklear çekirdeğe ve bunun tersi yöndeki projeksiyonlar yoluyla etkileşime girer. Bu nedenle, vestiböler ve işitsel sistemlerin farklı rollerini, hipokampus gibi beyin bölgelerine sağladıkları duyuşsal bilgi türleri dışında, net bir şekilde ayırt etmek imkansızdır. Yani vestiböler sistem açısal ve lineer ivmelenmeyi algılayarak kendi kendine hareket bilgisi sağlarken, işitsel sistem ise ortam boyunca hareket sırasında sesin lokalizasyonu hakkında bilgi sağlar. Her iki duyu sisteminin de uzamsal bilişin farklı alanlarına katkıda bulunması aşıkardır.

5.3. Çalışmanın Güçlü Yanları

Çalışmamız Kİ kullanan ve otolit disfonksiyonu olanlarda uzamsal becerileri değerlendiren ilk çalışma olması açısından önem arz ediyor. İşitsel fonksiyon, yaş, cinsiyet, eğitim durumu denk katılımcıların uzamsal becerileri karşılaştırılmıştır. Çalışmamızda uzamsal bilişin tek alanı değil uzamsal algı, uzamsal oryantasyon, uzamsal navigasyon ve uzamsal hafıza değerlendirilmesi uzamsal biliş alanlarına dair daha geniş perspektif sunmaktadır. Uzamsal biliş değerlendirmelerinin çoğu literatürde kağıt-kalem, tablet ve bilgisayardan üzerinden statik bir şekilde yapılmaktadır. Bu durum günlük yaşamda dinamik süreçler içerisindeki uzamsal biliş değerlendirmeye yetersiz kalabilmektedir. Çalışmamızda olduğu gibi dinamik

modalitelere sahip değerlendirme araçlarının (ÜTG gibi) uzamsal değerlendirme içerisinde yer alması önemlidir.

5.4. Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Bunlardan ilki her ne kadar otolit disfonksiyon ve işitme kaybının uzamsal biliş üzerinde olumsuz etkisi olduğu bulunsada kesitsel bir veriye sahip olduğumuz için aralarında nedensel bir ilişki olduğu tam olarak desteklenemez. Bir diğer kısıtlılık vestibüler sistem değerlendirmesinde HIT kullanılarak horizontal semisirküler kanal değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir ancak vertikal kanal değerlendirmeleri gerçekleştirilmemiştir veya kalorik test değerlendirme için kullanılmamıştır. Semisirküler kanal fonksiyonu kalorik veya vHIT ile değerlendirilseydi, otolit ve semisirküler kanal kaynaklı disfonksiyonda farklılık görülebilirdi. Aynı şekilde otolit değerlendirmesinde yalnızca VEMP cevaplarının alınması bir kriter olarak kullanılmıştır. VEMP asimetri oranı, subjektif vizüel vertikal veya *ocular counter roll* gibi otolit değerlendirmelerin eklenmesi otolit fonksiyona dair daha detaylı bilgi sağlayabilirdi. Her ne kadar Kİ kullanıcılarının uzamsal biliş becerilerini değerlendiren detaylı ilk çalışma olsa da Kİ kullanıcılarında koklear implantasyon öncesi işitme kaybı ve kritik dönemde işitsel deprivasyon olup olmadığı gibi kriterler daha iyi izole edilebilir. Ek olarak, koklear implantasyondan önce ve sonra uzamsal biliş gelişimini izleyen boylamsal araştırmalar, implantın zaman içinde bu beceriler üzerindeki etkisine ilişkin değerli bilgiler sağlayabilir. Bu etkilerin kapsamını ve mekanizmalarını tam olarak anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızda otolit disfonksiyonu olan 19 Kİ kullanıcısı, otolit disfonksiyonu olmayan 21 Kİ kullanıcısı ve sağlıklı yaş ve cinsiyet açısından eşleşmiş 20 sağlıklı katılımcının uzamsal navigasyon, oryantasyon ve hafıza becerileri değerlendirilmiştir. Hem işitme kaybı hem de otolit disfonksiyon uzamsal biliş becerileriyle önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur ve otolit disfonksiyonu olan Kİ kullanıcıları en düşük performansı göstermiştir. Uzamsal navigasyon becerisi üzerinde otolit disfonksiyonu olumsuz etkisi görülürken uzamsal hafıza becerisi üzerinde işitme kaybının olumsuz etki gösterdiği bulunmuştur. Uzamsal oryantasyon becerisinde ise hem işitme kaybının hem de otolit disfonksiyonun olumsuz etkisi gösterilmiştir. Çalışmamızdaki bulgular birkaç çıkarımı desteklemektedir. Birincisi, yol entegrasyonu ve uzamsal navigasyon için otolit bilgisinin önemini vurgulamaktadır. İkincisi, işitme kaybının otolit disfonksiyona göre uzamsal hafıza becerilerinin bozulmasında daha etkili bir duyuşsal bozukluk olduğunu göstermektedir. Son olarak hem işitme kaybı hem de otolit disfonksiyon uzamsal becerilerde bozulmaya neden olmaktadır. Otolit disfonksiyonu olsun olmasın Kİ kullanıcılarında uzamsal biliş becerileri etkilenmektedir ve bu becerilere dair değerlendirmeler ve gerekli müdahaleler göz ardı edilmemelidir.

-Hem vestibüler hem de işitsel rehabilitasyon Kİ kullanıcılarında uzamsal navigasyon, oryantasyon ve hafıza becerilerini optimize etmeye yardımcı olabilir. Vestibüler rehabilitasyon programı, vestibüler eksiklikleri/işitsel ipuçlarını ele alan ve uzamsal bilişsel zorluklara uyumu destekleyen egzersizlere odaklanarak, her bireyin özel ihtiyaçlarına ve zorluklarına göre şekillendirilebilir.

-Çalışmamızda hem utrikül hem de sakkül disfonksiyonu olan Kİ kullanıcılarının uzamsal becerileri incelenmiştir. İleriki çalışmalarda sakkül ve utrikülün ayrı ayrı biliş üzerine etkileri uygun metodolojik çalışmalarla incelenmelidir.

-Koklear implantasyondan önce ve sonra uzamsal biliş gelişimini izleyen boylamsal araştırmalar, implantın zaman içinde bu beceriler üzerindeki etkisine ilişkin değerli bilgiler sağlayabilir.

-İleriki çalışmalarda uygun metodolojik planlamalarla Kİ, işitme cihazı gibi amplifikasyon yöntemlerinin uzamsal biliş becerileri üzerine etkisi daha detaylı incelenmelidir.

-Normal işitmeye sahip otolit disfonksiyonu olan çalışma grubu eklenerek otolit disfonksiyonun uzamsal biliş becerileri üzerine izole etkisinin araştırılması için yeni bir çalışma planlanabilir.



7. KAYNAKÇA

1. Foo P, Warren WH, Duchon A, Tarr MJ. Do humans integrate routes into a cognitive map? Map-versus landmark-based navigation of novel shortcuts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2005;31(2):195.
2. Bigelow RT, Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory. *Journal of Vestibular Research*. 2015;25(2):73-89.
3. Zekveld AA, Deijen JB, Goverts ST, Kramer SE. The relationship between nonverbal cognitive functions and hearing loss. 2007.
4. Huber M, Roesch S, Pletzer B, Lukaschyk J, Lesinski-Schiedat A, Illg A. Cognition in older adults with severe to profound sensorineural hearing loss compared to peers with normal hearing for age. *International Journal of Audiology*. 2020;59(4):254-62.
5. Kramer S, Vasil KJ, Adunka OF, Pisoni DB, Moberly AC. Cognitive functions in adult cochlear implant users, cochlear implant candidates, and normal-hearing listeners. *Laryngoscope investigative otolaryngology*. 2018;3(4):304-10.
6. Guidetti G, Guidetti R, Manfredi M, Manfredi M. Vestibular pathology and spatial working memory. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2020;40(1):72.
7. Melo JJ, Gibrin PCD, Marchiori LLdM. Vestibular dysfunction and postural balance in cochlear implant users: a narrative literature review. *Revista CEFAC*. 2018;20:101-9.
8. Dobbels B, Peetermans O, Boon B, Mertens G, Van de Heyning P, Van Rompaey V. Impact of bilateral vestibulopathy on spatial and nonspatial cognition: a systematic review. *Ear and hearing*. 2019;40(4):757-65.
9. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Archives of internal medicine*. 2009;169(10):938-44.
10. Zabolotnyi DI, Mishchanchuk NS. Vestibular system: anatomy, physiology, and clinical evaluation. *Somatosensory and Motor Research: IntechOpen*; 2020.
11. Moore BC. An introduction to the psychology of hearing: Brill; 2012.
12. Felten DL, O'Banion MK, Maida ME. Netter's atlas of neuroscience: Elsevier Health Sciences; 2015.
13. Ji-ping Z, Xin-de S. Neural Mechanism of Binaural Auditory Information Integration in the Brain (Chinese). *华东师范大学学报 (自然科学版)*. 2007(6):1-11, 3.
14. Fulton SE, Lister JJ, Bush ALH, Edwards JD, Andel R, editors. Mechanisms of the hearing–cognition relationship. *Seminars in hearing*; 2015: Thieme Medical Publishers.

15. Schneider BA, Pichora-Fuller MK. Implications of perceptual deterioration for cognitive aging research. 2000.
16. Anstey KJ, Luszcz MA, Sanchez L. Two-year decline in vision but not hearing is associated with memory decline in very old adults in a population-based sample. *Gerontology*. 2001;47(5):289-93.
17. Li KZ, Lindenberger U. Relations between aging sensory/sensorimotor and cognitive functions. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2002;26(7):777-83.
18. Gopinath B, Hickson L, Schneider J, McMahon CM, Burlutsky G, Leeder SR, et al. Hearing-impaired adults are at increased risk of experiencing emotional distress and social engagement restrictions five years later. *Age and Ageing*. 2012;41(5):618-23.
19. Kingma H, Van de Berg R. Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. *Handbook of clinical neurology*. 2016;137:1-16.
20. Holstein GR. The vestibular system. *The human nervous system* (third edition): Academic Press; 2012. p. 1239-69.
21. 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.
22. Smith PF. The vestibular system and cognition. *Current opinion in neurology*. 2017;30(1):84-9.
23. Mo B, Lindbæk M, Harris S. Cochlear implants and quality of life: a prospective study. *Ear and hearing*. 2005;26(2):186-94.
24. Gaylor JM, Raman G, Chung M, Lee J, Rao M, Lau J, et al. Cochlear implantation in adults: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2013;139(3):265-72.
25. Disorders NIDaOC. Cochlear Implants 2021 [Available from: <https://www.nidcd.nih.gov/health/cochlear-implants>].
26. Chen X, Chen X, Zhang F, Qin Z. Influence of cochlear implantation on vestibular function. *Acta oto-laryngologica*. 2016;136(7):655-9.
27. Colin V, Bertholon P, Roy S, Karkas A. Impact of cochlear implantation on peripheral vestibular function in adults. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2018;135(6):417-20.
28. Enticott JC, Tari S, Koh SM, Dowell RC, O'Leary SJ. Cochlear implant and vestibular function. *Otology & Neurotology*. 2006;27(6):824-30.
29. Basta D, Todt I, Goepel F, Ernst A. Loss of saccular function after cochlear implantation: the diagnostic impact of intracochlear electrically elicited vestibular evoked myogenic potentials. *Audiology and Neurotology*. 2008;13(3):187-92.
30. Kaplan DM, Shipp DB, Chen JM, Ng AH, Nedzelski JM. Early-deafened adult cochlear implant users: assessment of outcomes. *Journal of otolaryngology*. 2003;32(4).

31. Moberly AC, Doerfer K, Harris MS. Does cochlear implantation improve cognitive function? *The Laryngoscope*. 2019;129(10):2208-9.
32. Voelter C, Götze L, Haubitz I, Mütter J, Dazert S, Thomas JP. Impact of cochlear implantation on neurocognitive subdomains in adult cochlear implant recipients. *Audiology and Neurotology*. 2021;26(4):236-45.
33. Quittner AL, Leibach P, Marciel K. The impact of cochlear implants on young deaf children: new methods to assess cognitive and behavioral development. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2004;130(5):547-54.
34. Shin M-S, Song J-J, Han K-H, Lee H-J, Do R-M, Kim BJ, et al. The effect of psychosocial factors on outcomes of cochlear implantation. *Acta Oto-Laryngologica*. 2015;135(6):572-7.
35. Klop WMC, Briare JJ, Stiggelbout AM, Frijns JH. Cochlear implant outcomes and quality of life in adults with prelingual deafness. *The Laryngoscope*. 2007;117(11):1982-7.
36. Wolbers T, Hegarty M. What determines our navigational abilities? *Trends in cognitive sciences*. 2010;14(3):138-46.
37. Zacks JM, Tversky B. Event structure in perception and conception. *Psychological bulletin*. 2001;127(1):3.
38. Mix KS, Cheng Y-L. The relation between space and math: Developmental and educational implications. *Advances in child development and behavior*. 2012;42:197-243.
39. Buckley J, Seery N, Canty D. Spatial cognition in engineering education: developing a spatial ability framework to support the translation of theory into practice. *European Journal of Engineering Education*. 2019;44(1-2):164-78.
40. Moreau D, Clerc J, Mansy-Dannay A, Guerrien A. Enhancing spatial ability through sport practice. *Journal of Individual Differences*. 2012.
41. Newcombe NS, Frick A. Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*. 2010;4(3):102-11.
42. Shelton AL, McNamara TP. Systems of spatial reference in human memory. *Cognitive psychology*. 2001;43(4):274-310.
43. Acredolo LP, Evans D. Developmental changes in the effects of landmarks on infant spatial behavior. *Developmental psychology*. 1980;16(4):312.
44. Gibson JJ. *The ecological approach to visual perception: classic edition*: Psychology press; 2014.
45. Middlebrooks JC, Green DM. Sound localization by human listeners. *Annual review of psychology*. 1991;42(1):135-59.
46. Graziano MS, Gross CG. Spatial maps for the control of movement. *Current opinion in neurobiology*. 1998;8(2):195-201.
47. Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:125-50.

48. Newcombe NS. Three kinds of spatial cognition. *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience*. 2018;3:1-31.
49. Awh E, Pashler H. Evidence for split attentional foci. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2000;26(2):834.
50. 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.
51. Golledge RG. *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*: JHU press; 1999.
52. Bisley JW, Goldberg ME. Neuronal activity in the lateral intraparietal area and spatial attention. *Science*. 2003;299(5603):81-6.
53. Byrne P, Becker S, Burgess N. Remembering the past and imagining the future: a neural model of spatial memory and imagery. *Psychological review*. 2007;114(2):340.
54. Maguire E. The retrosplenial contribution to human navigation: a review of lesion and neuroimaging findings. *Scandinavian journal of psychology*. 2001;42(3):225-38.
55. Ito HT. Prefrontal–hippocampal interactions for spatial navigation. *Neuroscience Research*. 2018;129:2-7.
56. Epstein RA, Patai EZ, Julian JB, Spiers HJ. The cognitive map in humans: spatial navigation and beyond. *Nature neuroscience*. 2017;20(11):1504-13.
57. Taube JS. The head direction signal: origins and sensory-motor integration. *Annu Rev Neurosci*. 2007;30:181-207.
58. Mitchell AS, Czajkowski R, Zhang N, Jeffery K, Nelson AJ. Retrosplenial cortex and its role in spatial cognition. *Brain and neuroscience advances*. 2018;2:2398212818757098.
59. Sack AT. Parietal cortex and spatial cognition. *Behavioural brain research*. 2009;202(2):153-61.
60. Klencklen G, Després O, Dufour A. What do we know about aging and spatial cognition? Reviews and perspectives. *Ageing research reviews*. 2012;11(1):123-35.
61. Zou X, Zhou Y. Spatial Cognition of the Visually Impaired: A Case Study in a Familiar Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023;20(3):1753.
62. Lessard N, Paré M, Lepore F, Lassonde M. Early-blind human subjects localize sound sources better than sighted subjects. *Nature*. 1998;395(6699):278-80.
63. Cappagli G, Finocchietti S, Cocchi E, Giammari G, Zumiani R, Cuppone AV, et al. Audio motor training improves mobility and spatial cognition in visually impaired children. *Scientific reports*. 2019;9(1):3303.
64. Croll PH, Vinke EJ, Armstrong NM, Licher S, Vernooij MW, Baatenburg de Jong RJ, et al. Hearing loss and cognitive decline in the general population: a prospective cohort study. *Journal of neurology*. 2021;268:860-71.

65. Dobbels B, Mertens G, Gilles A, Moyaert J, Van de Berg R, Fransen E, et al. The virtual morris water task in 64 patients with bilateral vestibulopathy and the impact of hearing status. *Frontiers in Neurology*. 2020;11:710.
66. 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.
67. Smith PF. Hearing loss versus vestibular loss as contributors to cognitive dysfunction. *Journal of neurology*. 2022;269(1):87-99.
68. Güngen C, Ertan T, Eker E, Yaşar R, Engin F. Reliability and validity of the standardized Mini Mental State Examination in the diagnosis of mild dementia in Turkish population. *Türk psikiyatri dergisi= Turkish journal of psychiatry*. 2002;13(4):273-81.
69. Monsch AU, Foldi N, Ermini-Fünfschillin D, Berres M, Taylor K, Seifritz E, et al. Improving the diagnostic accuracy of the Mini-Mental State Examination. *Acta Neurologica Scandinavica*. 1995;92(2):145-50.
70. Adamo DE, Briceño EM, Sindone JA, Alexander NB, Moffat SD. Age differences in virtual environment and real world path integration. *Frontiers in aging neuroscience*. 2012;4:26.
71. Weisberg SM, Schinazi VR, Newcombe NS, Shipley TF, Epstein RA. Variations in cognitive maps: understanding individual differences in navigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2014;40(3):669.
72. Friedman A, Kohler B, Gunalp P, Boone AP, Hegarty M. A computerized spatial orientation test. *Behavior research methods*. 2020;52(2):799-812.
73. Hartley T, Bird CM, Chan D, Cipolotti L, Husain M, Vargha-Khadem F, et al. The hippocampus is required for short-term topographical memory in humans. *Hippocampus*. 2007;17(1):34-48.
74. Brandt T, Dieterich M. Vestibular contribution to three-dimensional dynamic (allocentric) and two-dimensional static (egocentric) spatial memory. *Journal of neurology*. 2016;263:1015-6.
75. Kattah JC. Clinical characteristics and etiology of bilateral vestibular loss in a cohort from central Illinois. *Frontiers in Neurology*. 2018;9:46.
76. Hitier M, Besnard S, Smith PF. Vestibular pathways involved in cognition. *Frontiers in integrative neuroscience*. 2014;8:59.
77. Kremmyda O, Hüfner K, Flanagan 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.
78. Seo YJ, Kim J, Kim SH. The change of hippocampal volume and its relevance with inner ear function in Meniere's disease patients. *Auris Nasus Larynx*. 2016;43(6):620-5.

79. Anson E, Ehrenburg M, Simonsick E, Agrawal Y. Association between vestibular function and rotational spatial orientation perception in older adults. *Journal of Vestibular Research*. 2021;31(6):469-78.
80. Chari DA, Madhani A, Sharon JD, Lewis RF. Evidence for cognitive impairment in patients with vestibular disorders. *Journal of Neurology*. 2022;269(11):5831-42.
81. Dordevic M, Sulzer S, Barche D, Dieterich M, Arens C, Müller NG. Chronic, Mild vestibulopathy leads to deficits in spatial tasks that rely on vestibular input while leaving other cognitive functions and brain volumes intact. *Life*. 2021;11(12):1369.
82. Yoder RM, Taube JS. Head direction cell activity in mice: robust directional signal depends on intact otolith organs. *Journal of Neuroscience*. 2009;29(4):1061-76.
83. Harvey RE, Rutan SA, Willey GR, Siegel JJ, Clark BJ, Yoder RM. Linear self-motion cues support the spatial distribution and stability of hippocampal place cells. *Current Biology*. 2018;28(11):1803-10. e5.
84. Xie Y, Bigelow RT, Frankenthaler SF, Studenski SA, Moffat SD, Agrawal Y. Vestibular loss in older adults is associated with impaired spatial navigation: data from the triangle completion task. *Frontiers in neurology*. 2017;8:173.
85. Dobbels B, Moyaert J, Mertens G, Van de Heyning P, Van Rompaey V. The impact of bilateral vestibulopathy on spatial and non-spatial cognition in humans. *Journal of Hearing Science*. 2018;8(2).
86. 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.
87. Schautzer F, Hamilton D, Kalla R, Strupp M, Brandt T. Spatial memory deficits in patients with chronic bilateral vestibular failure. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2003;1004(1):316-24.
88. Wayne RV, Johnsrude IS. A review of causal mechanisms underlying the link between age-related hearing loss and cognitive decline. *Ageing research reviews*. 2015;23:154-66.
89. Uchida Y, Nishita Y, Kato T, Iwata K, Sugiura S, Suzuki H, et al. Smaller hippocampal volume and degraded peripheral hearing among Japanese community dwellers. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2018;10:319.
90. Beckmann D, Feldmann M, Shchyglo O, Manahan-Vaughan D. Hippocampal synaptic plasticity, spatial memory, and neurotransmitter receptor expression are profoundly altered by gradual loss of hearing ability. *Cerebral Cortex*. 2020;30(8):4581-96.
91. Feldmann M, Beckmann D, Eysel UT, Manahan-Vaughan D. Early loss of vision results in extensive reorganization of plasticity-related receptors and alterations in hippocampal function that extend through adulthood. *Cerebral Cortex*. 2019;29(2):892-905.

92. Glyde H, Cameron S, Dillon H, Hickson L, Seeto M. The effects of hearing impairment and aging on spatial processing. *Ear and hearing*. 2013;34(1):15-28.
93. Liu L, Xuan C, Shen P, He T, Chang Y, Shi L, et al. Hippocampal mechanisms underlying impairment in spatial learning long after establishment of noise-induced hearing loss in CBA mice. *Frontiers in systems neuroscience*. 2018;12:35.
94. Pisoni DB, Cleary M, Geers AE, Tobey EA. Individual differences in effectiveness of cochlear implants in children who are prelingually deaf: New process measures of performance. *The Volta Review*. 1999;101(3):111.
95. Geers AE, Sedey AL. Language and verbal reasoning skills in adolescents with 10 or more years of cochlear implant experience. *Ear and hearing*. 2011;32(1 Suppl):39S.
96. Schlumberger E, Narbona J, Manrique M. Non-verbal development of children with deafness with and without cochlear implants. *Developmental medicine and child neurology*. 2004;46(9):599-606.
97. Gurgel RK, Duff K, Foster NL, Urano KA, deTorres A. Evaluating the impact of cochlear implantation on cognitive function in older adults. *The Laryngoscope*. 2022;132:S1-S15.
98. Gommeren H, Bosmans J, Moyaert J, Mertens G, Cras P, Engelborghs S, et al. Accelerated cognitive decline associated with hearing loss and bilateral vestibulopathy: insights from a prospective cross-sectional study using the repeatable battery for the assessment of neuropsychological status adjusted for the hearing impaired in the DFNA9 population. *Ear and hearing*. 2023;44(4):697.
99. Dawes P, Emsley R, Cruickshanks KJ, Moore DR, Fortnum H, Edmondson-Jones M, et al. Hearing loss and cognition: the role of hearing AIDS, social isolation and depression. *PloS one*. 2015;10(3):e0119616.

8. EKLER

EK-1: Etik Kurul Onayı



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

Sayı : 10989557 / 535

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 15 MART 2022 SALI
Toplantı No : 2022/05
Proje No : GO 22/298 (Değerlendirme Tarihi: 15.03.2022)
Karar No : 2022/05-37

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Betül Çiçek ÇINAR'ın sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Nizamettin Burak AVCI'nın doktora tezi olan, GO 22/298 kayıt numaralı "*Koklear İmplant Kullanıcılarında Uzamsal Biliş Becerilerinin Değerlendirilmesi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 16 Mart 2022 - 16 Mart 2023 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. G. Burça AYDIN	(Başkan)	8. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ	(Üye)
2. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	9. Doç. Dr. Tolga YILDIRIM	(Üye)
3. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER	(Üye)	10. Doç. Dr. Merve BATUK	(Üye)
4. Prof. Dr. Sibel PEHLİVAN	(Üye)	11. Doç. Dr. Gülten KOÇ	(Üye)
5. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN	(Üye)	12. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
6. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAĞCI	(Üye)	13. Av. Buket ÇINAR	(Üye)
7. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK	(Üye)		

EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU (Araştırma grubu)

Odyoloğun Açıklaması

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji bölümünde **“Koklear implant kullanıcılarında uzamsal biliş becerilerinin değerlendirilmesi”** isimli bir araştırma yapılmaktadır.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, koklear implant (biyonik kulak) kullanıcısı olan bireylerde mekan algısının değerlendirilmesidir. İşitme kaybı ve vestibüler bozukluğun (iç kulaktaki dengemizi sağlayan organdaki bozukluk) oryantasyonumuzu sağladığımız ve uzaydaki konumumuz hakkında bilgi veren mekan algımız üzerine olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir. Ancak koklear implant kullanıcılarının mekan algıları hakkında henüz net olarak bilgi sahibi değiliz. Bu araştırmada da bu mekan algısının değerlendirildiği toplamda 30 dakika süren yön bulma becerinizi ölçen testler kullanılacaktır. Bu araştırmaya katılımınız araştırmanın başarısı ve literature yapacağınız katkı açısından oldukça önemlidir.

Çalışma dahilinde herhangi bir girişimsel müdahalede bulunulmayacaktır. Çalışmada kullanılacak testlerin hiçbirisi sağlığınıza olumsuz etkileyecek bir aşama içermemektedir. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Arş. Gör. Nizamettin Burak AVCI tarafından araştırma için gerekli değerlendirmeler gerçekleştirilecektir. Uygulanacak testler sırasında oluşabilecek herhangi bir risk bulunmamaktadır. Çalışma yüzyüze planlanmış olup, covid 19 tedbirleri kapsamında odaların havalandırmasına, sosyal mesafe kurallarına, maske kullanımına ve hijyene dikkat edilerek gerçekleştirilecektir. Değerlendirmeler 30 dakikayı geçmeyecek şekilde planlanmıştır.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Katılımcının Beyanı

Sayın Doç.Dr.Betül ÇİÇEK ÇINAR tarafından yürütülen **“Koklear implant kullanıcılarında uzamsal biliş becerilerinin değerlendirilmesi”** isimli çalışma hakkında bana bilgi aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim. Araştırmanın amacı, uygulama biçimi ve tıbbi bilgilendirme ile ilgili gizliliğin sağlanacağı konusunda yeterli açıklama yapıldı. Yapılacak

değerlendirmeler sonucunda herhangi bir zarar görmeyeceğime dair bilgi verildi. Eğer bu araştırmaya katılırsam bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin 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. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sorun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma ile ilgili sorularım için Doç.Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR () ve Arş. Gör. Nizamettin Burak AVCI () ile temas edeceğim bana bildirildi. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem veya çekilirsem, bu durumdan hiçbir şekilde etkilenmeyeceğimi de biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Katılımcı ile görüşen odyolog

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel.

İmza

Bu çalışmada elde edilecek kendimle ilgili bilgileri,

Öğrenmek istiyorum ()

Öğrenmek istemiyorum ()

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU (Kontrol grubu)

Odyoloğun Açıklaması

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji bölümünde **“Koklear implant kullanıcılarında uzamsal biliş becerilerinin değerlendirilmesi”** isimli bir araştırma yapılmaktadır.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, koklear implant (biyonik kulak) kullanıcısı olan bireylerde mekan algısının değerlendirilmesidir. İşitme kaybı ve vestibüler bozukluğun (iç kulaktaki dengemizi sağlayan organdaki bozukluk) oryantasyonumuzu sağladığımız ve uzaydaki konumumuz hakkında bilgi veren mekan algımız üzerine olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir. Ancak koklear implant kullanıcılarının mekan algıları hakkında henüz net olarak bilgi sahibi değiliz. Bu araştırmada mekan algısının değerlendirildiği toplamda 30 dakika süren yön bulma becerinizi ölçen testler kullanılacaktır. Sizin gibi işitmesi normal sınırlarda olan ve vestibüler bozukluğu olmayan bireyler araştırmamızın kontrol grubunu oluşturacaktır. Bu araştırmaya katılımınız araştırmamızın başarısı ve literature yapacağınız katkı açısından oldukça önemlidir.

Çalışma dahilinde herhangi bir girişimsel müdahalede bulunulmayacaktır. Çalışmada kullanılacak testlerin hiçbirisi sağlığınıza olumsuz etkileyecek bir aşama içermemektedir. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Arş. Gör. Nizamettin Burak AVCI tarafından araştırma için gerekli değerlendirmeler gerçekleştirilecektir. Uygulanacak testler sırasında oluşabilecek herhangi bir risk bulunmamaktadır. Çalışma yüzyüze planlanmış olup, covid 19 tedbirleri kapsamında odaların havalandırmasına, sosyal mesafe kurallarına, maske kullanımına ve hijyene dikkat edilerek gerçekleştirilecektir. Değerlendirmeler 30 dakikayı geçmeyecek şekilde planlanmıştır.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Katılımcının Beyanı

Sayın Doç.Dr.Betül ÇİÇEK ÇINAR tarafından yürütülen **“Koklear implant kullanıcılarında uzamsal biliş becerilerinin değerlendirilmesi”** isimli çalışma hakkında bana bilgi aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim. Araştırmanın amacı, uygulama biçimi ve tıbbi bilgilendirme ile ilgili gizliliğin sağlanacağı konusunda yeterli açıklama yapıldı. Yapılacak değerlendirmeler sonucunda herhangi bir zarar görmeyeceğime dair bilgi verildi. Eğer

bu araştırmaya katılırsam bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin 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. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sorun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma ile ilgili sorularım için Doç.Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR () ve Arş. Gör. Nizamettin Burak AVCI () ile temas edeceğim bana bildirildi. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem veya çekilirsem, bu durumdan hiçbir şekilde etkilenmeyeceğimi de biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Katılımcı ile görüşen odyolog

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel.

İmza

Bu çalışmada elde edilecek kendimle ilgili bilgileri,

Öğrenmek istiyorum ()

Öğrenmek istemiyorum ()

EK-3: Katılımcı Bilgi Formu

KATILIMCI BİLGİ FORMU			
Demografik Bilgiler			
Yaş:		Katılımcı No:	
Cinsiyet:			
Eğitim Durumu:		Meslek Durumu:	
İlkokul ☐	Üniversite ☐	Çalışıyor ☐	Emekli ☐
Ortaokul ☐	Yüksek lisans/Doktora ☐	Öğrenci ☐	Çalışmıyor ☐
Lise ☐		Çalışıyorsanız mesleğiniz ?	
Medeni Hal:			
Evli ☐	Bekar ☐		
Dul ☐	Boşanmış ☐		
Anamnez			
1.Sigara kullanıyor musunuz?		Evet ☐	Hayır ☐
2.Alkol kullanıyor musunuz?		Evet ☐	Hayır ☐
3.Tanı almış sistematik bir rahatsızlığınız var mı?(Şeker(diyabet), hipertansiyon, guatr, migren vb.)			
Evet ☐		Hayır ☐	
Evet ise rahatsızlığınız nedir ?			
4.Herhangi bir psikiyatrik veya nörolojik bir rahatsızlığınız var mı?			
Evet ☐		Hayır ☐	
Evet ise rahatsızlığınız nedir?			
5.İşitme kaybınız var mı?			
Sağ kulağınızda var ☐		Sol kulağınızda var ☐	
Her iki kulağınızda da var ☐		Yok ☐	
Varsa ne zamandır?			
Biliniyorsa işitme kaybı etiyolojisi nedir?			
(Meniere, otitis media, otoskleroz, konjenital, bilinmiyor, geç başlangıçlı herediter, sendromlar, konjenital herediter, diğer:			
6.İşitme cihazı/koklear implant kullanıyor musunuz?			
Evet sağ kulağınızda ☐		Evet sol kulağınızda ☐	
Evet her iki kulağınızda ☐		Hayır ☐	
Kullanıyorsanız ne zamandır?			
7.Baş dönmesi veya dengesizlik şikayetiniz var mı?			
Evet ☐		Hayır ☐	
8.Daha önceden baş dönmesi veya dengesizlik probleminiz oldu mu?			
Evet ☐		Hayır ☐	
9.Araç tutması (araba/gemi/uçak/tren) şikayetiniz var mı?			
Evet ☐		Hayır ☐	

EK-4: Turnitin Orijinallik Raporu

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA UZAMSAL BİLİŞ BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%**6**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**6**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**1**

YAYINLAR

%**2**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

2

www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

%**1**

3

openaccess.hacettepe.edu.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

4

Submitted to Hacettepe University

Öğrenci Ödevi

%**1**

5

openaccess.hacettepe.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

<%**1**

6

dergipark.org.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

7

openaccess.hku.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

8

dspace.gazi.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

9

acikerisim.ybu.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

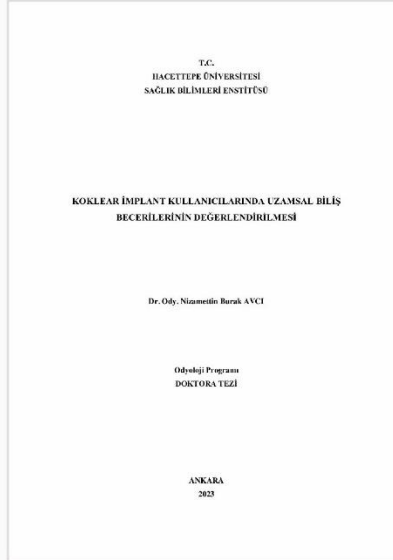
<%**1**

EK-5: Dijital Makbuz**Dijital Makbuz**

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Nizamettin Burak Avcı
Ödev başlığı: KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA UZAMSAL BİLİŞ BECE...
Gönderi Başlığı: KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA UZAMSAL BİLİŞ BECE...
Dosya adı: N_BURAK_TEZ_18.10_turnitin_son_hali.docx
Dosya boyutu: 2.05M
Sayfa sayısı: 54
Kelime sayısı: 10,892
Karakter sayısı: 75,790
Gönderim Tarihi: 18-Eki-2023 09:00ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2199889712



9. ÖZGEÇMİŞ

