BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İŞİTME KAYIPLI ÇOCUKLARDA GÖRSEL ALGI BECERİLERİNİN VE VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKSİN DEĞERLENDİRİLMESİ

HAZIRLAYAN

BÜŞRA ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA-2024

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İŞİTME KAYIPLI ÇOCUKLARDA GÖRSEL ALGI BECERİLERİNİN VE VESTİBÜLOOKÜLER REFLEKSİN DEĞERLENDİRİLMESİ

HAZIRLAYAN

BÜŞRA ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. IŞILAY ÖZ

ANKARA-2024

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Büşra Çakmak tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 19/08/2024

Tez Adı: İşitme Kayıplı Çocuklarda Görsel Algı Becerilerinin ve Vestibülooküler Refleksin Değerlendirilmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)	**İmza**
……	……
……	……
……	……
……	……
……	……

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: … / … / …

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 04 / 07 / 2024

Öğrencinin Adı, Soyadı: Büşra Çakmak
Öğrencinin Numarası: 22210229
Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları
Programı: Odyoloji Tezli Yüksek Lisans
Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:
Tez Başlığı: İşitme Kayıplı Çocuklarda Görsel Algı Becerilerinin ve Vestibülooküler Refleksin Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 76 sayfalık kısmına ilişkin, 04/ 07/ 2024 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %17'dir. Uygulanan filtrelemeler:
1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç
"Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını" inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: 04 / 07 / 2024

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan ve beni hep motive eden kıymetli hocam Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Levent N. Özlüoğlu'na

Bu süreçte sorunlarıma sabırla çözüm bularak araştırma konumun oluşmasında fikir veren değerli tez danışmanım Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Işılay Öz'e

Klinikte çalışmamı yürütürken bana yardımcı olan Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında görev yapan tüm arkadaşlarıma ve bu süreçte birbirimizin destekçisi olduğumuz yüksek lisans arkadaşlarım Şevval Doğan ve Merve Kutlu'ya

Hayatımda oldukları için kendimi çok şanslı hissettiğim, desteklerini hep hissettiğim Zelal Özyıldız ve Neval Kurul'a, canım arkadaşlarım Gizem Aslan, Berfin Eylül Aydemir, Gülsüm Demir, Büşra Güngör ve başka bir ülkede yaşasa da bana moral kaynağı olan sevgili Caner Ağlamış'a

Ve son olarak bana her zaman inanıp, benim için her fedakarlığı yapan, sevgilerini, desteklerini esirgemeyen canım anneme, babama ve abilerime çok teşekkür ederim.

ÖZET

Çakmak Büşra. İşitme Kayıplı Çocuklarda Görsel Algı Becerilerinin ve Vestibülooküler Refleksin Değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Yüksek Lisans Programı. Ankara, 2024.

Görsel algı, gözlerimizle gördüğümüz bilgilerin beyin tarafından anlamlı ve organize bir şekilde yorumlanma sürecidir. Ülkemizde işitme kayıplı çocukların görsel algısını değerlendiren çalışmalar yeterli sayıda değildir. Görsel algı ile ilgili çalışmaların çeşitlendirilmesi, normal ve anormal duyusal gelişim mekanizmalarını anlamaya ve işitme kayıplı çocukların ihtiyaçlarını daha iyi belirlemeye yardımcı olacaktır. Buna bağlı olarak bu çalışmanın amacı işitme kayıplı çocuklarda görsel algı becerilerini ve vestibülooküler refleksi değerlendirmektir. Bu amaçla çalışmaya alınan 4-8 yaş arası 15 işitme kayıplı ve normal işitmeye sahip 16 çocuğa Frostig Görsel Algı Testi ile vestibüler sistemi ve görsel diklik algısını değerlendiren Subjektif Vizüel Vertikal (SVV) testleri uygulanmıştır. Ayrıca ülkemizde işitme kayıplı çocuklarda fHIT sisteminin kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. fHIT ile bakış stabilizasyonu sağlayarak net görüş oluşturan vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonu değerlendirilir. Net görüşün görsel algıyla ilişkisinin de incelenmesi amacıyla çalışmaya alınan bütün çocuklara fHIT testi de uygulanmıştır. Ayrıca uygulanan frostig görsel algı testi, SVV ve fHIT in birbirleriyle ilişkisi olup olmadığına da bakılmıştır. Çalışma sonucuna göre frostig görsel algı testinde, sol kulak fHIT te ve SVV de normal işiten çocuklar işitme kayıplı çocuklara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi performans göstermiştir. Dinamik SVV de ise iki grup performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca yapılan analizler sonucunda testlerin de kendi aralarında ilişkilerinin olmadığı saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar işitme kayıplı çocuklarda vestibüler sistemin rolü ve bilişsel gelişimle olan bağlantılarını da baz alarak, işitme kayıplı grubun detaylı bir vestibüler test bataryası ile değerlendirilmesini, uygun bir vestibüler rehabilitasyon programına dahil edilmelerini ve görsel algı becerilerinin üzerinde daha fazla durulması gerektiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Görsel algı, işitme kayıplı çocuklar, vestibülooküler refleks, subjektif vizüel vertikal test

ABSTRACT

Çakmak Büşra. Evaluation of Visual Perception Skills and Vestibulocular Reflex in Children with Hearing Loss. Başkent University Institute of Health Sciences, Department of Ear Nose and Throat Diseases, Master's Program in Audiology. Ankara, 2024.

Visual perception is the process of interpreting the information we see with our eyes in a meaningful and organized way by the brain. There are not enough studies evaluating the visual perception of children with hearing loss in our country. Diversification of studies on visual perception will help understand the mechanisms of normal and abnormal sensory development and better determine the needs of children with hearing loss. Accordingly, the aim of this study is to evaluate visual perception skills and vestibulo-ocular reflex in children with hearing loss. For this purpose, Frostig Visual Perception Test and Subjective Visual Vertical (SVV) tests, which evaluate the vestibular system and visual vertical perception, were applied to 15 children with hearing loss and 16 children with normal hearing between the ages of 4-8 who were included in the study. Additionally, there is no study using the fHIT system in children with hearing loss in our country. With fHIT, vestibulo-ocular reflex (VOR) function, which provides clear vision by providing gaze stabilization, is evaluated. In order to examine the relationship between clear vision and visual perception, the fHIT test was also applied to all children included in the study. Additionally, it was examined whether the applied Frostig visual perception test, SVV and fHIT were related to each other. According to the results of the study, children with normal hearing showed statistically significantly better performance in the Frostig visual perception test, left ear fHIT and SVV compared to children with hearing loss. In dynamic SVV, there was no statistically significant difference between the performance of the two groups. Additionally, as a result of the analysis, it was determined that the tests had no relationship with each other. These results obtained, based on the role of the vestibular system in children with hearing loss and its connections with cognitive development, showed that the hearing loss group should be evaluated with a detailed vestibular test battery, included in an appropriate vestibular rehabilitation program, and visual perception skills should be emphasized more.

Keywords: Visual perception, children with hearing loss, vestibulocular reflex, subjective visual vertical test

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR……... i
ÖZET…….. ii
ABSTRACT…… iii
İÇİNDEKİLER…….. iv
TABLOLAR LİSTESİ……... vii
ŞEKİLLER LİSTESİ…… viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ……..... ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ……... 1
2. GENEL BİLGİLER…….....……..... 3
2.1. İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi……... 3
2.1.1. Periferik işitme sistemi……... 4
2.1.2. Santral işitme sistemi……..... 8
2.2. İşitme Kaybı…… 10
2.2.1. İşitme kaybının tipleri…… 11
2.2.2. İşitme kaybının etiyolojisi……... 12
2.2.3. İşitme kaybının derecelendirilmesi…… 13
2.2.4. İşitme kaybının konfigürasyonu……..……... 14
2.3. Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi……. 14
2.3.1.Periferik vestibüler sistem ……..…… 15
2.3.2. Santral vestibüler sistem……. 17
2.4. Vestibülo-oküler Refleks……...……. 20
2.4.1. Vestibülo-oküler refleksin görme algısına etkisi ve değerlendirilmesi……. 22
2.5. Fonksiyonel Baş Savurma Testi…… 25
2.6. Vertikal Algı ve Değerlendirmesi…….. 27
2.6.1. Subjektif vizüel vertikal test…… 28
2.7. Beyin Plastisitesi ve İşitme Kaybı ile İlişkisi…… 29
2.7.1. Duyular arası çapraz plastisite…… 32
2.8. Görsel Algı…….. 34
2.8.1. Görsel algı becerileri…… 36
2.8.2. İşitme kayıplılarda görsel algı konusunda yapılan çalışmalar…. 37

2.8.3. İşitme kayıplılarda görsel algı performansını etkileyen faktörler…….. 39

2.8.4. İşitme kayıplılarda görsel algının diğer becerilere etkisi……..... 40

3. GEREÇ VE YÖNTEM…….……... 42

3.1. Araştırmanın Amacı ve Örneklemi…… 42

3.2. Araştırmanın Hipotezleri…… 43

3.3. Araştırmanın Yeri ve Zamanı……. 44

3.4. Araştırmanın Proje ve Etik Kurul Onayı……. 44

3.5. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi…… 45

3.5.1. Çalışmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri…… 45

3.5.2. Güç analizi ve örneklem seçimi……..... 45

3.6. Veri Toplama Araçları……..... 46

3.6.1. Demografik bilgi ve onam formu…… 46

3.6.2. Frostig görsel algı testi……. 46

3.6.2.1. Testin uygulanışı ve puanlanması……. 47

3.6.3. Subjektif vizüel vertikal test…… 48

3.6.4. Dinamik subjektif vizüel vertikal test……. 49

3.6.5. Fonksiyonel baş savurma testi…… 51

3.6.6. Odyometri testi……... 55

3.7. Verilerin Analizi……... 56

4. BULGULAR…….. 57

4.1. Katılımcıların Demografik Bilgileri……... 57

4.2. İşitme Kayıplı ve Normal İşiten Çocukların Görsel Algı Becerilerinin Karşılaştırılması…….. 58

4.3. Çocukların Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçları…… 60

4.4. Çocukların Subjektif Vizüel Vertikal Test (SVV) Sonuçları…….. 62

5. TARTIŞMA…… 65

6. SONUÇ VE ÖNERİLER……. 73

KAYNAKLAR……... 76

EKLER

EK 1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

EK 2: Katılımcı Bilgi Formu

EK 3: Frostig Görsel Algı Testi Uygulayıcı Sertifikası

EK 4: Etik Kurul Onayı

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Tüm katılımcılara ait demografik bilgiler……57

Tablo 4.2. Hasta grubuna ait demografik bilgiler…….58

Tablo 4.3. Katılımcıların yaş bilgileri……..…….58

Tablo 4.4. Hasta ve kontrol grubununn görsel algı becerileri ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları……59

Tablo 4.5. Hasta grubunun görsel algı becerilerinin işitme kaybı derecelerine göre incelenmesi……60

Tablo 4.6. Katılımcılara ait lateral kanal fHIT sonuçlarının karşılaştırılması……..61

Tablo 4.7. Katılımcılara ait SVV ve dinamik SVV sonuçlarının karşılaştırılması…...62

Tablo 4.8. Testlerin kendi aralarında ilişki incelemeleri……..63

Tablo 4.9. Cinsiyete göre testlerin sonuçlarının karşılaştırılması……64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Kulak Anatomisi…….....3

Şekil 2.2. Periferik İşitme Sistemi……..…….....4

Şekil 2.3. Santral işitme sistemi …….....10

Şekil 2.4. Mikst tip işitme kaybı…….....11

Şekil 2.5. İşitme kaybı konfigürasyonları ……...14

Şekil 2.6. Landolt C optotipi …….…….....26

Şekil 3.1. A. Testlerin uygulanışı sırasında katılımcıların konumu. B. Testlerin uygulanması için katılımcıların kullandığı kontrol kumandası……49

Şekil 3.2. Dinamik SVV Testi için kullanılan parametreler…….....50

Şekil 3.3. SVV Testi için kullanılan parametreler……...50

Şekil 3.4. Kİ kullanıcısı katılımcıya ait SVV ve dinamik SVV sonuç ekranı ……51

Şekil 3.5. Normal işitmeye sahip katılımcıya ait SVV ve dinamik SVV sonuç ekranı.....51

Şekil 3.6. A. Lateral SSK'ların değerlendirilme aşaması. B. fHIT testinde kullanılan sekiz olası yönden Landolt C optotip örneğinden biri……..53

Şekil 3.7. fHIT sistemi. Hasta kaydı, statik görme keskinliği ve dinamik görme keskinliğinin vertikal kanallarda gerçekleştirilmesini sağlayan test yazılımını içeren monitör……53

Şekil 3.8. Başın açısal hızı ve yönünü algılayıp ölçen jiroskopun (baş bandı sensörü) katılımcının alnının tam ortasına yerleştirilme şekli. B. Statik ve dinamik görme keskinliğinin değerlendirilme aşamasında, hastanın monitörde gördüğü hızlıca yanıp sönen (80 msn) Landolt C optotipinin yönünü seçmesini sağlayan mini klavye. C. Başın açısal hızını ve yönünü ölçmek için kullanılan jiroskop (baş bandı sensörü)…….....54

Şekil 3.9. Normal işitmeye sahip katılımcıya ait lateral test sonuç ekranı örneği……...55

Şekil 3.10. İşitme kaybı olan katılımcıya ait lateral test sonuç ekranı örneği…….55

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	yüzde
°	derece
°/s	derece/saniye
°/s²	derece/saniye kare
CO	corti organını
DCY	doğru cevap yüzdesi
DSVV	dinamik subjektif vizüel vertikal test
DTH	dış tüy hücresi
DVA	dinamik görme keskinliği
DVAT	dinamik görme keskinliği testi
fHIT	fonksiyonel head ımpulse test
HIT	baş savurma testi
Hz	hertz
İC	işitme cihazı
İTY	iç tüy hücresi
Kİ	koklear implant
LL	lateral lemniscus
LogMAR	minimum ayırt edilebilen en küçük açının logaritması
MGB	medial geniculate body
MOC	medial olivocochlear sistem
ms	milisaniye
RIV	retinal görüntü hızı
SNİK	sensörinöral işitme kaybı
SOK	superior olivary kompleks

SSK	semisirküler kanal
SVA	statik görme keskinliği
SVV	subjektif vizüel vertikal test
vHIT	video head ımpulse test
VNG	videonistagmografi
VOR	vestibülo-oküler refleks

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Görsel algı, gözlerimizle aldığımız bilgilerin beynimiz tarafından anlamlı ve düzenli bir şekilde işlenme ve anlamlı hale getirilme sürecidir. Çocuklarda görsel algı; iletişim, öğrenme ve sosyal etkileşim becerileri açısından oldukça önemlidir. Bütün bu beceriler çocukların yaşam süreçlerini ve akademik hayatlarını da etkiler (1,2).

Görsel algı ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında ülkemizde işitme kaybı yaşayan çocukların görsel algılarını değerlendiren çalışmalar yeterli sayıda bulunmamakta ve elde edilen sonuçlar tartışmalıdır. Görsel algı üzerine yapılan çalışmaların artırılması ile duyusal gelişim süreçleri daha iyi anlaşılarak işitme kayıplı çocukların ihtiyaçları daha net saptanabilir. Bu çalışmanın amaçlarından biri işitme kaybı olan çocuklarda görsel algı becerilerini değerlendirmektir. Bu amaçla işitme kayıplı 15 ve normal işiten 16 çocuk çalışmaya alınarak görsel algı testleri yapılmıştır. Görsel algıyı değerlendiren testler bireylerin görsel bilgileri nasıl işlediğini ve yorumladığını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (2–5). Kullanılan teste göre kişinin görsel algı becerinin farklı bir alt becerisi değerlendirilebilir ve değerlendirilen alt beceri ve uygulanan test yöntemi de sonuçlarda farklılıklara sebep olabilir. Bu nedenle bu çalışmada Türkçede geçerlik güvenirliği yapılmış ve görsel algıyı değerlendirmede sıkça kullanılan Frostig görsel algı testi kullanılmıştır. Frostig görsel algı testine ek olarak görsel diklik algısını da değerlendirmek için SVV testleri kullanılmıştır. SVV testleri, bireylerin statik ve dinamik durumlarda görsel olarak dikey çizgileri nasıl algıladığını değerlendirir. SVV testi aynı zamanda vestibüler sistemin işleyişi ve görsel-algısal hizalama ile ilgili bilgileri sağlayarak, bireylerin vestibüler ve görsel sistemlerinin ne kadar uyumlu çalıştığının anlaşılmasına yardımcı olur (6–8). Çalışmada SVV testlerinin de kullanılması hem görsel algıyı Frostig testinin dışında farklı bir yöntemle de değerlendirmiş hem de işitme kayıplı çocuklarda işitme kaybının vestibüler sistem üzerindeki etkisi hakkında yorum yapmamızı sağlamıştır.

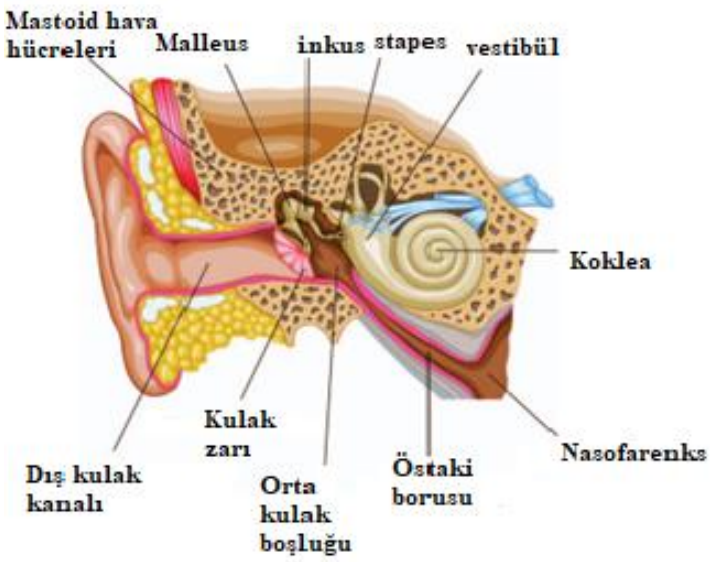
Bu çalışmanın diğer bir amacı, işitme kaybı olan çocuklarda görsel algının yanı sıra vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonunu değerlendirmek ve uygulanan testler için görsel algı ve vestibülooküler refleks fonksiyonu arasında ilişki olup olmadığını incelemektir.

Vestibülooküler refleks (VOR), başın hareket ettiği durumlarda gözlerin sabit bir noktaya odaklanmasını ve görüntülerin netliğinin korunmasını sağlayan bir refleks mekanizmasıdır. Bu refleks, iç kulaktaki vestibüler sistem ve göz kasları arasındaki etkileşimle gerçekleşir. VOR un düzgün çalışması, günlük yaşamda ve çeşitli aktivitelerde görme yeteneğimizin yüksek kalitesini sürdürmek için gereklidir (9–11). Bu çalışmada fHIT (Fonksiyonel baş itme testi) kullanılarak, VOR fonksiyonu değerlendirilmiştir. Literatürde çocuklarda fHIT ile yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte işitme kayıplı çocuklarda fHIT ile VOR fonksiyonunun değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın işitme kayıplı çocuklarda VOR fonksiyonunu değerlendiren ilk çalışma olması, görsel algıyı değerlendirmede frostig testi ile birlikte SVV testlerinin de kullanılması ve görsel algı ile VOR ilişkisinin incelendiği ilk çalışma olması yönünden literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi

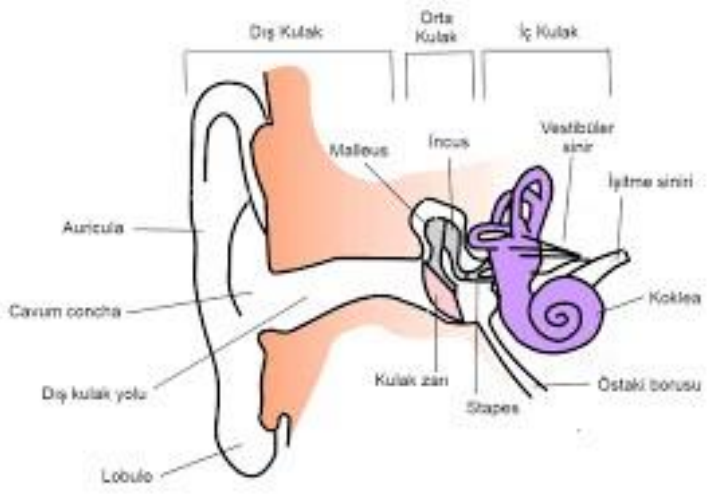
İşitme, biyolojik sistemimizin çevredeki sesi fark etmesi ve algılaması olayıdır. İnsan işitmesi, konuşmanın ve diğer akustik olayların algılanmasına ve ses kaynaklarının mekansal konumlarının belirlenmesine olanak tanır. Bununla birlikte, insanlarda işitme duyusu sınırlı bir ses yoğunluğuna ve 20-20.000 Hz frekans aralığına duyarlıdır. Yalnızca dinleyici herhangi bir proksimal akustik bariyer tarafından engellenmediğinde tam 360° uzamsal yönelime izin verir (12). İşitme sistemini oluşturan yapılar dış kulak, orta kulak, iç kulak, işitme siniri, işitme yolları ve korteks seviyesindeki işitme merkezleridir. İşitme sistemi periferal ve santral olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Periferal işitme sistemi ile kulağa gelen sesler biyoelektriksel sinyallere dönüştürülürken, santral işitme sisteminde seslerin çözümlenerek algısal işlemlenmesi gerçekleşir. Periferik işitme sistemi dış, orta ve iç kulak olmak üzere 3 kısımdan meydana gelir. Santral işitme sistemi ise işitme sinirinden sonraki tüm işitsel yapılardan, çekirdeklerden, lifler ve yollar ile birleşme noktaları ve işitme korteksinden oluşur (13,14).



Şekil 2. 1. Kulak Anatomisi (15)

2.1.1. Periferik işitme sistemi

Periferik işitme sistemi, işitme sürecinin dış kulak, orta kulak ve iç kulak gibi periferik yani çevresel bileşenlerini kapsayan bir sistem olup, ses dalgalarının dış ve orta kulakta mekanik enerjiden iç kulakta ise elektriksel enerjiye çevrilerek algılanması sağlamaktadır.



Şekil 2.2. Periferik işitme sistemi (16)

Dış kulak çevreden gelen sesleri kulak zarına iletir ve kulak kepçesi ve dış kulak yolu olarak iki yapıdan oluşur. Kulak kepçesi dış ortamdan gelen sesleri yapısındaki oluşumlar sayesinde toplayarak önce dış kulak yoluna ve sonrasında kulak zarına gönderir. Kulak zarı ile oval pencere arasında orta kulak yer alır. Orta kulak konumu nedeniyle dış kulaktan gelen ses dalgalarını iç kulağa doğru iletir (17,18). Orta kulak; kulak zarı, kemikçik zinciri ve orta kulak boşluğundan oluşur. Orta kulağın malleus, incus, stapes ve östaki borusu olmak üzere 4 bileşeni vardır. Orta kulak, hava ve koklear sıvı arasındaki empedans uyumsuzluğunu ortadan kaldırmak için koklea öncesi amplifikasyon sistemi olarak görev yapar (17). Ses dalgaları kulak zarı üzerine geldiğinde basıncı 18 kat artar. Kulak zarı konik şekli sayesinde, kulak kanalındaki sesin orta kulak kemikçikleriyle empedans eşleştirme işlevi görmektedir(19). Bu 3 kemikçik, kulak zarı hareketlerini oval (vestibüler) pencereye iletir. Orta kulak, kemikçik bağlantısı yoluyla dalgaların frekans bandına bağlı olarak farklı seviyelerde basınç kazancı sağlar: bu kazanç 250 Hz-500 Hz bandında yaklaşık 20 dB, 1 kHz civarında yaklaşık 26,6 dB dir. Ancak bu kazanç oktav frekans başına yaklaşık 8,6 dB azalır ve 7 kHz ve üzerinde sıfıra yakın kazanca ulaşır. Orta kulak ses basıncı ortalama kazancı yaklaşık 23 dB 'dir (20).

Orta kulakta titreşimleri ileten 3 kemik olan malleus, inkus ve stapesin koruyucu bir fonksiyona ihtiyacı vardır. Bu fonksiyon orta kulak kasları sayesinde yapılır. Tensör timpani kası ve stapedius kası orta kulakta koruma sağlayan iki kastır. Yüksek sese yanıt olarak bu kaslar kasılırlar. Böylece malleus, incus ve stapesin titreşimlerini engeller ve sesin iç kulağa iletimini azaltırlar. Bu eylem akustik refleks olarak bilinir. Tensör timpani kası malleus sapına yapışarak kasılırken onu mediale doğru çeker. 5. kraniyal sinir olan trigeminal sinirin mandibular dalı tarafından tensör timpani kası innerve edilir. Stapedius kası ise stapes kemiğine yapışır ve 7. kraniyal sinir olan fasiyal sinirin bir dalı tarafından innerve edilir.

Orta kulağın her iki kası da kemikçik zincirinin ve iç kulağın yüksek seslerden kaynaklanan aşırı titreşimden korunmasında etkilidir. Her iki kasın kasılması için işitme eşiğinin 70-90 dB üzerinde akustik bir uyarım gereklidir. Refleks kasılması 25-35 msn kadar sürer ve kemikçik zinciri sertleştirir. Böylece ses iletimini özellikle 2 kHz'in altındaki frekanslarda 5-10 dB azaltır. Ancak patlama veya silah sesi gibi ani bir sesin kemikçiklere ulaşması 25 ms'den daha kısa sürerse, bu koruyucu fonksiyon başarısız olarak akustik travmaya neden olabilir (19–21).

Koklear pencerelerle akustik olarak etkileşime giren hava boşluğu, akustik rezonans özelliği helmholtz rezonatörüne benzeyen bir akustik iletim yolu oluşturur. Timpanik boşluk ile antrum arasındaki akustik iletişim dar bir geçit (yani aditus ad antrum) aracılığıyla gerçekleşir. Orta kulak hava boşluğu, orta kulak giriş empedansının zirvesine 1-3 kHz civarında katkıda bulunur ancak diğer spektral bölgelerde çok etkili değildir (22).

Orta kulak yapılarından biri olan östaki tüpü, insanlarda orta kulak ön duvarından nazofarenks lateral duvarına doğru uzanır. Lateral 1/3'ü (timpanik bölüm) kemik dokudan, medial 2/3'ü (faringeal bölüm) ise kıkırdak dokudan oluşur. Östaki tüpü normalde kapalıdır ve yutkunma ile açılarak genizdeki havanın orta kulağa geçmesini sağlar (23). Yetişkinlikte, Östaki borusu 3.5-3.9 cm uzunluğundadır ve nazofarenksten orta kulağa doğru hafif kıvrımlı şekilde 45 derece açı ile ilerler. Östaki tüpünün en önemli fonksiyonu kulak zarının iki tarafındaki hava basıncını eşitlemek aynı zamanda orta kulak boşluğunun korunması ve temizlenmesidir. Östaki tüpü yutkunma, esneme ve hapşırma sırasında tensor veli palatini kasının kasılmasıyla açılır. Bu aktif açıklık orta kulak boşluğunda havalandırma ve gaz alışverişine olanak sağlar (13).

Çocuklarda ise östaki borusu daha kısadır ve neredeyse düz olarak konumlandırılmıştır. Östaki borusunun kıkırdak kısmı, nefes alma sırasında oluşan yutaktaki basınç dalgalanmalarından orta kulağı kapatan bir kapak oluşturur ve kişinin sesinin orta kulak boşluğuna iletilmesini azaltır. Östaki borusunun (kemikli kısmı dışında gerçekte bir tüp değildir) içindeki mukoza, mukus üreten hücreler açısından zengindir ve mukusu orta kulaktan nazofarinkse iten tüycüklere sahiptir (25). Östaki borusunun yarık şeklindeki kıkırdak kısmı, materyallerin orta kulak boşluğundan nazofarinkse taşınmasına izin verir ancak diğer tarafa taşınmasına izin vermez. Östaki borusunun kasları ise; tensör veli palatini, levator veli palatini, tensor timpani ve salfingofaringeus kas olmak üzere dört adettir. Tensör veli palatini kası, östaki tüpünün açılmasını sağlayan en aktif kastır. Tensör veli palatini kası farenkste bulunur ve beşinci kranial sinirin motor kısmı tarafından innerve edilir. Bu kas yutkunma ve esneme sırasında doğal olarak kasılır ve bazı kişiler tensör veli palatini kaslarını gönüllü olarak kasmayı öğrenmişlerdir (13,25).

Orta kulaktan sonraki yapı olan iç kulak, kafatasının şakak kemiği boyunca uzanan sıvı dolu kemik labirentten oluşan işitsel çevrenin en iç kısmıdır. İç kulak yalnızca işitmeden sorumlu reseptörleri değil, aynı zamanda ivmeyi tespit etme ve dengeyi korumayla ilgili reseptörleri de içerir. İç kulağın kıvrımlı anatomik yapısı labirent olarak anılmasına neden olmuştur. Labirentin ön kısmı işitme organı olan koklea, arka kısmı ise dengeleme organı olan yarım daire kanallarıdır. Koklea, salyangoz şeklinde ve kendi üzerinde yaklaşık 2.5 defa kıvrılıp yaklaşık 35 mm uzunluğuna sahip ve vestibüler organla birlikte, vücuttaki en sert kemiklerden biri olan temporal kemikle çevrelenmiştir. Koklea ve vestibüler organların tamamına genellikle labirent adı verilir. Kemik yapıları kemik labirent olarak bilinir ve içeriği membranöz labirenttir. Koklea yüksek frekanslara duyarlı bazal kısım ile başlayıp alçak frekanslara duyarlı apeks kısmı ile sonlanır. Vestibül, koklea ile yarım daire kanallarını birbirine bağlayan boşluktur. Dengeye ve mekansal oryantasyona katkıda bulunan kesecik ve keseciği içerir. Salyangoz benzeri bir işitme organı olan koklea, şakak kemiklerinde bulunan zaman-frekans analizörüdür. Koklear bölüm, sırasıyla scala vestibuli, scala timpani ve scala media adı verilen üç odacığa sahiptir. Skala vestibuli ve skala timpani, sodyum (Na) bakımından zengin perilenf ile dolu kemik labirent odaları iken, skala media ortamı, iyon konsantrasyonu potasyum (K) bakımından zengin ancak kalsiyum (Ca) açısından düşük olan endolenf ile dolu membranöz labirenttir. Scala vestibuli, en üstte yer alarak oval pencere ile orta kulağa bağlıdır. Scala media ortada yer alır ve korti organı burada bulunmaktadır. Korti

organı kalınlığı ve genişliği bazal uçtan mesafe boyunca değişen baziler membran üzerinde durur ve empedans gradyanını oluşturur (13,25).

Korti organı afferent sinir lifleri tarafından innerve edilen iç tüylü hücre (ITH) ve hem afferent hem de efferent sinir lifleri tarafından innerve edilen dış tüylü hücre (DTH) olmak üzere iki tip reseptör hücresine sahiptir. Hem işitme hem de denge hissinin altında yatan temel mekanizma tüy hücrelerinin hareketidir (21). Tüy hücreleri farklı frekanslardaki ses dalgalarını algılayarak, beyne çeşitli ton ve seslerin iletilmesini sağlarlar. Ses dalgaları kokleadaki sıvıyı titreştirir. Bu titreşim, iç kulağın içindeki tüy hücrelerini uyarır. Tüy hücreleri uyarıldığında ise sinir hücreleri aracılığıyla elektriksel sinyaller oluşur ve bu sinyaller işitme siniri boyunca beyinde işitme korteksine iletilir.

İç tüy hücreleri, mekanik sinyali elektriksel sivri uçlara dönüştüren temel sensördür. DTH ise, yan duvardaki prestin aktivasyonuyla uzunluğunun değiştiği somatik hareketlilik gösterir ve koklear bölme tepkisine aktif geri bildirim sağlar. Böylece koklear amplifikatörde ve canlı kokleada gözlemlenen daha keskin frekans ayarlamasında rol oynar. Her tüy hücresinde, bükülme hareketi mekanik olarak kontrol edilen iyon kanallarını açan veya kapatan stereocilia adı verilen duyusal tüy hücreleri bulunur. Tüylü hücrelerin apeksleri endolenfle tabanları perilenfle temas halindedir. Mekanik sinyaller ile baziller membranın titreşimine neden olur. Bu titreşim tüylü hücrelerin mekanik reseptörleri olan sterosilyaların uyarılmasını sağlar ve hücre içine K+ akışı olur ve mekanik sinyal elektrik sinyaline dönüştürülür (22).

Stapes tabanı, scala vestibuli'nin alt kısmındaki oval pencerede yer alır. Oval pencere iç kulağın giriş kapısıdır. Oval pencerenin salınımları, scala vestibuli'den geçen sıvı dalgaları üretir. Skala vestibuli içindeki basınç değişiklikleri, enerjiyi skala medianın tabanındaki baziler membrana iletir (26). Yuvarlak pencere ise scala timpaninin bazal ucundadır. Yuvarlak pencere bir basınç valfi görevi görür ve perilenfte biriken hidrolik basıncın dışarı doğru orta kulak hava boşluğuna iletimini sağlar (22).

Yetişkin memelilerin iç kulak labirentinde işitme organı kokleaya ek olarak denge organı görevi olan, üç yarım daire biçimli semisirküler kanal (SSK) ve bu kanalları birbirine bağlayan utrikül ve sakküler girinti bulunmaktadır. Her kanalın tabanı, utrikül ve sakkül, uzayda konum ve hareket algısını sağlayan beş vestibüler duyu organını barındırır. Kemik

labirentin giriş kısmında bulunan utrikül ve sakkül başın doğrusal ivmesine ve yerçekimine duyarlı iken SSK lar ise dönme ivmesinin tespitine olanak sağlar (27).

Ek olarak, yalnızca memeli kulağında duktus reuniens yoluyla sakkül ile bağlanan sarmal koklear kanal bulunur. Koklear kanal, sesi işitmeye çeviren Corti organını (CO) içermektedir ve spiral ganglion nöronları (SGN'ler) aracılığıyla arka beyindeki koklear çekirdeklere bağlanır (28).

2.1.2. Santral işitme sistemi

Santral işitme sistemi, işitme sinirinden başlayarak işitme sürecinde işitsel bilgilerin işlendiği ve yorumlandığı beyin merkezlerinden oluşmaktadır. Bu oluşumlar işitme siniri, beyin sapı, orta beyin, talamus ve serebral korteksi birbirine bağlayan bağlantıları içerir (29).

Sekizinci kranial sinir, inferior vestibüler sinir, superior vestibüler sinir, iç ve dış tüy hücrelerinden beyin sapına işitme bilgisini taşıyan afferent liflerden oluşur. Bu sinirler otik kapsülü farklı kanallardan geçerek fasiyal sinir ve bu sinirin bir dalı olan nerves intermedius ile beraber internal akustik kanala girerler ve çeşitli beyinsapı merkezlerine yol alırlar (29).

Korti organında meydana gelen işitsel uyarılar spiral ganglionda yer alan sinir hücrelerinin dendritleri tarafından toplanır. Buradan başlayan uyarılar N. cochlearis aracılığıyla ponsta yer alan koklear çekirdeklere iletilir.

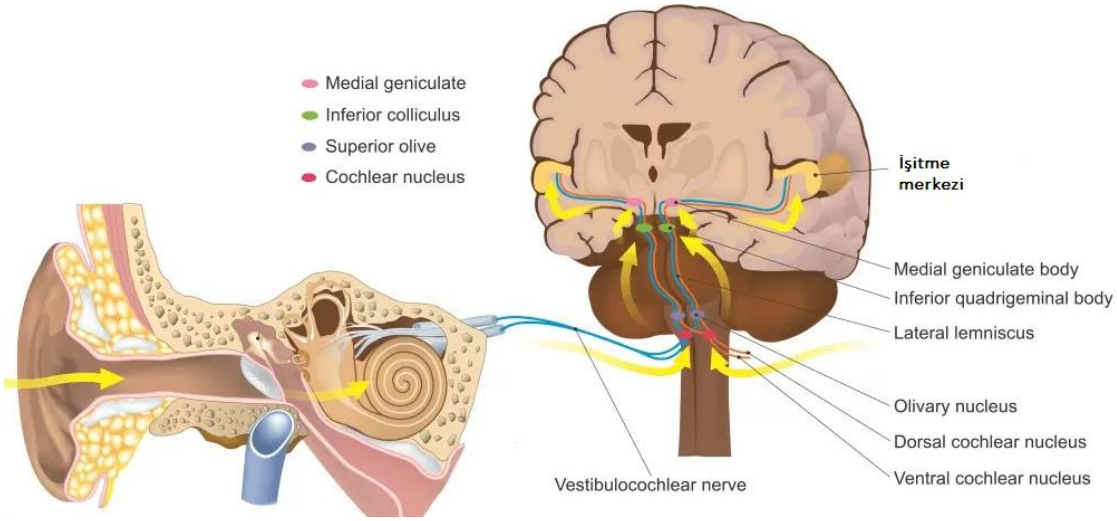
Her işitsel sinir lifi beyin sapına girerken dallanarak sinirin ön ve arka dallarını oluşturur. Koklear çekirdekler, beyin sapının üst bölümünde ve işitme sinirinin hemen bitiminde yer alır ve santral işitme sisteminin ilk durağıdır. Ön dal ön koklear çekirdeği innerve eder ve beyin sapının ses lokalizasyonu için işitsel yolağını oluşturur. Arka dal, dorsal koklear çekirdeği (DCN) ve geçerken posteroventral koklear çekirdeği (PVCN) innerve ederek karmaşık uyaran analizinde yer alan beyin sapının dorsal işitsel yolağını meydana getirir. Bu nedenle koklear çekirdeğin üç bölümü vardır; biri, beyin sapının ventral akışının bir parçası olan anteroventral koklear çekirdek (AVCN) ve diğer ikisi, beyin sapının dorsal akışının bir parçası olan PVCN ve DCN kısımlarıdır. Koklear çekirdeğe giren işitsel sinir lifleri, kokleada köken aldığı mekansal düzenlemeleri korur. Bu nedenle gelen lifler tonotopik olarak düzenlenir. Bu tonotopik organizasyon daha sonra daha yüksek merkezi işitsel yapılarda da korunur. Böylece koklear çekirdek, işitsel bilgileri frekans ve yoğunluk gibi özelliklere göre ayırır (30).

Superior olivary kompleks (SOK): Monaural bilgiyi binaural zaman ve şiddet bilgisine dönüştüren işitsel sistemdeki ilk yerdir. SOK her iki kulaktan gelen işitsel bilgilerin ilk entegre edildiği çekirdek grubudur. Sesin binaural temsili, binaural füzyon, kulaklar arası zaman farklılıklarının algılanması, ses lokalizasyonu ve lateralizasyonunu SOK tarafından sağlanır. SOC yüksek seslere karşı koruyucu bir tepki gösteren bir mekanizmayı da içerir. Bu koruyucu tepki, stapedius kasını kontrol eden medial olivocochlear (MOC) sistem aracılığıyla gerçekleşir. Stapedius kası, orta kulağın bir parçasıdır ve sesin iç kulağa iletilmesini düzenleyen bir kas olarak görev yapar (26,30).

Lateral Lemniskus (LL): Lateral lemniscus yolağı, işitsel sistem için önemli bir beyinsapı merkezidir. LL lif yolu, inferior kollikulusta sonlanmadan önce ponsun lateralinde rostral ve dorsal olarak seyreder. LL, hem afferent hem de efferent lifler içerir ve yetişkin insan beyninde yaklaşık 3 cm uzunluğundadır. Ses dalgalarının frekansını ve yoğunluğunu işleyerek sesin tonu, yüksekliği ve genliği gibi özelliklerini analiz eder. Lateral lemniscus, inferior colliculus ile etkileşimde bulunarak işitsel bilgilerin daha yüksek seviyedeki işleme ve entegrasyonunu sağlar. Bu görevler, lateral lemniscus'un işitme sisteminde ses bilgilerini taşıma, işleme ve daha üst düzeydeki işitme bölgelerine iletimi konusundaki temel rolünü yansıtır (26,30).

İnferior colliculus ise iki taraflı olarak mezensefalona (orta beyin) yerleşmiştir. Beyin sapından gelen tüm işitsel uyaranlar inferior colliculusta çaprazlaşma yapar. İnferior colliculus, lateral lemniscus ile koklear çekirdeklerden ve SOC tan uyarılar alır. Ayrıca inferior kollikulusta yaklaşık 250.000 lif bulunur; bu, işitme sinirindeki liflerin sayısının on katıdır. Lif sayısındaki bu artış, işitsel sinirden işitsel kortekse kadar olan yolda önemli miktarda sinyal işlemlemenin gerçekleştiğini göstermektedir (31).

Medial geniculate body (MGB), inferior colliculus ile işitsel korteks arasında bulunur. İşitsel sinir liflerini genellikle inferior colliculusun central nucleusundan alır. MGB' nin ventral kısmı, internal kapsül boyunca uzanır ve daha sonra lifleri primer işitsel alana (Heschl's gyrus) lateral yönde ilerler. Bu lif yolu, tüm işitsel lifleri bulundurur. İnsanlarda primer işitsel korteks (Brodmann'ın 41 ve 42 alanları) temporal lobun üst kısmında yer alır ve belirli işitsel ve özgün olmayan ilişki alanları ile çevrilidir. Çıkan yollar, birçok yerde çaprazlaşarak, her iki kulaktan gelen bilgileri primer işitme kortekslerine taşırlar. Böylece işitme korteksi, işitme siniri üzerinden gelen ses bilgilerini alır. Bu bilgileri işleyerek sesin algılanması, yorumlanması ve anlamlandırılması süreçlerine katkıda bulunur (26,30).



Şekil 2. 3. Santral işitme sistemi (32)

Özetle işitme sinyallerini taşıyan lifler VIII. kraniyal sinir içinden santral sistemdeki farklı merkezlere giderek primer işitme korteksine iletilir (33):

Spiral ganglion → Koklear nukleuslar → Superior oliver nukleus → Lateral lemniskus nukleus → İnferior kollikulus → Talamusun medial genikulat nukleus → Primer işitme korteksi.

2.2. İşitme Kaybı

Dış kulak, orta kulak ya da iç kulakta işitme yollarında veya beyindeki işitme merkezinde herhangi bir yapının fonksiyonunun bozulması ile seslerin normal işitme seviyesinden daha az duyulması durumu işitme kaybı olarak adlandırılmaktadır. İşitme kaybı, yaşla birlikte görülme sıklığı ve şiddeti artan, son derece yaygın bir tıbbi durumdur. Etkilenen popülasyon yeni doğanlardan yaşlı popülasyona kadar geniş bir aralık gösterir. 70 yaş üstü grubun neredeyse tamamında işitme kaybı görülmektedir. İşitme eşiği 40 dB'in üzerinde olan kalıcı çift taraflı işitme kaybının görülme sıklığı 1000 yenidoğanda 1-2 olarak saptanmıştır. Bu nedenle işitme kaybı çocukluk çağında en sık görülen duyusal bozukluktur (34).

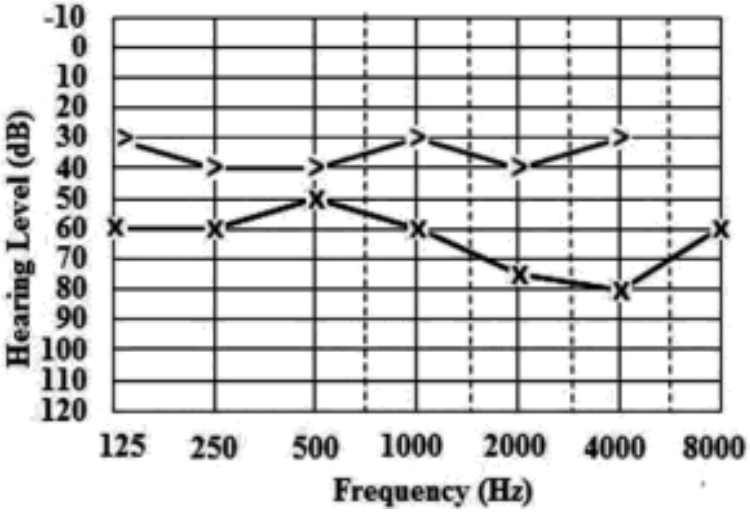
İşitme kayıpları santral işitme kayıpları ve periferik işitme kayıpları olmak üzere 2 grupta incelenebilir. Periferik işitme kayıpları fizyopatolojik olarak iletim tipi işitme kaybı, mikst tip işitme kaybı ve sensörinöral tip işitme kaybı olmak üzere üç farklı başlık altında sınıflandırılır.

2.2.1. İşitme kaybının tipleri

İletim tipi işitme kaybı: Sesin dış ve orta kulaktan kaynaklı iletiminde oluşan bozulma iletim tipi işitme kaybına (İTİK) neden olur. Odyolojik olarak incelendiğinde hava ve kemik yolu işitme eşikleri arasında aralık bulunmaktadır ve bu aralık patolojinin olduğu yer ve şekle göre artıp azalabilir (35). İlaç veya ameliyat sıklıkla bu tür bir işitme kaybını düzeltebilir. Orta kulakta sıvı olması, kulak enfeksiyonu, buşon, stenoz, yabancı cisim, östaki disfonksiyonu, kulak zarı patolojileri, dış kulak kanalında oluşan serümen ya da tümörler, atrezik kulak kepçesi gibi dış veya orta kulağın oluşumundaki bozukluklar, otoskleroz ve kolesteatom iletim tipi işitme kaybına sebep olmaktadır (15,34,35).

Sensörinöral tip işitme kaybı: İç kulaktaki kokleada dış ve iç tüy hücreleri ya da sekizinci kraniyal sinir dahil olmak üzere iç kulak yapılarındaki problem sensörinöral tip işitme kaybına (SNİK) sebep olur. Hava yolu ile kemik yolu eşikleri arasındaki aralık 5 dB'yi aşmaz. Çoğu zaman ilaç veya cerrahi ile düzelmez (34).

Mikst Tip İşitme Kaybı: SNİK ve İTİK in birlikte görülmesi durumudur. Orta kulakta, iç kulakta veya işitme sinirinde bozukluk vardır. Hem hava yolu hem de kemik yolu işitme eşikleri normal sınırların dışındadır. En az 2 saf ses frekansında 15 dB ve üzerinde hava kemik aralığı bulunmaktadır. Kronik süpüratif otitis media, koklear otoskleroz sıklıkla mikst tip işitme kaybına neden olur (35).



Şekil 2. 4. Mikst tip işitme kaybı (36)

Santral tip işitme kaybı: Sesin işlemlenme sürecindeki birçok işitsel nöral yolun etkilenmiş olabileceği patolojik durumdur. Sesin lateralizasyonu ve lokalizasyonu, işitsel ayırt etme ve fark etme, işitsel performans, işitsel tamamlama, temporal integresyon, temporal maskeleme gibi merkezi işitsel alandaki eksiklik santral tip işitme kaybıdır. Santral işitme kayıplı bireyler sesin lokalizasyon ve lateralizasyonunda, gürültüde konuşmayı anlamada, farklı sesleri ayırt etmede, hafıza ve dikkat gerektiren alanlarda, okuma ve konuşma konusunda problem yaşamaktadırlar. Odyolojik olarak; saf ses ortalamaları daha iyi iken diskriminasyon değerleri oldukça düşüktür. Santral tip işitme kaybı tanısında saf ses odyometrisi ile birlikte ABR, orta ve geç latans cevapları incelenmeli ve radyolojik tetkikler ile desteklenmelidir (35).

2.2.2. İşitme kaybının etiyolojisi

İşitme kaybı probleminin anatomik yere göre iletim, sensörinöral, mikst ya da santral tip olabileceğini belirtmiştik. Tekrar özetlemek gerekirse iletim tipi işitme kaybı dış veya orta kulaktan kaynaklı, ses dalgalarının kokleaya iletiminin bozulmasıyla meydana gelir. İletim tipi işitme kaybının en yaygın nedenleri arasında kulak kepçesi veya sarmalının anormal oluşumu, serumen impaksiyonu, kulak kanalı yabancı cisimleri, otitis eksterna, kemikçik zincirinin işlev bozukluğu ve orta kulak efüzyonu yer alır. Kulak zarında skuamöz döküntülerden kaynaklı oluşan kolesteatom ve tümörlerde iletim tipi işitme kaybına neden olabilir (37).

Sensörinöral işitme kaybı (SNİK) iç kulakta tüy hücrelerinin fonksiyon bozukluğuyla veya sekizinci sinirin kendisindeki bir bozuklukla ilişkilidir. İki tür işitme kaybı arasındaki temel fark, patofizyolojik özellikler dışında, iletim tipi işitme kaybı olan hastaların sesleri azalmış olarak algılaması, SNİK olan hastaların ise sesleri azalmış ve bozuk olarak algılayabilmesidir. İşitme bozukluğunun birçok nedeni vardır. Pediatrik popülasyonda genetik nedenler en yaygın olanıdır ve işitme kaybının %50' sinden fazlasını oluşturur. Genetik nedenler sendromik ve sendromik olmayan şekilde oluşabilir. Mutasyonlar, otozomal farklılıklar ve bilinmeyen genetik çeşitlilik genetik işitme kaybıyla ilişkilidir. Doğum öncesi çeşitli bakteriyel veya viral enfeksiyonların yanı sıra farklı teratojenlere maruz kalmakta bebeklerde işitme kaybına neden olabilir. Perinatal nedenler daha az yaygındır ve ağırlıklı olarak prematürite doğum, düşük APGAR skoru, yenidoğan sarılığı ve sepsis ile ilişkilidir. Meningokokal enfeksiyonlar ve kabakulak gibi doğum sonrası nedenler de geç komplikasyon olarak işitme kaybına neden olabilir. Ayrıca yaşın ilerlemesine bağlı

olarak presbiakuzi denilen işitme kaybı ya da ani gelişen işitme kaybı da oluşabilmektedir. Özetle; gürültü, işitsel nöropati, kimyasal ajanlar ve genetik değişiklikler hem çocuklarda hem de yetişkinlerde geri dönüşü olmayan sensörinöral işitme kaybının yaygın nedenleridir (37,38).

İşitme bozukluğuna neden olan diğer riskli faktörler ise; prematüre doğum, düşük kilo (1500 gramın altında), hiperbilirubinemi, konjenital enfeksiyon, kranyo-fasiyal anomaliler, ototoksik ilaçlar, bakteriyel menenjit, genetik faktörler, yaşa bağlı ve ani gelişen işitme kayıplarıdır (37,38).

2.2.3. İşitme kaybının derecelendirilmesi

İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki frekansları duymakta ve normal işitme sınırı -10 dB ile +15 dB arası olarak kabul edilmektedir. +15 dB düzeyindeki işitme kayıplarında gürültülü mekanda 1,5 metre mesafeden hafif sesle konuşmayı anlamada problem vardır. Kişi sesleri fark eder fakat anlama ve ayırt etmede bazen problem yaşar. 26 dB ve üzerindeki kayıplarda ise kelime haznesi kısıtlıdır. Kişi karşılıklı konuşmada problem yaşayabilir ve işitme cihazı kullanımı ihtiyacı ortaya çıkabilir. İleri derece işitme kaybında sadece şiddetli sesler duyulur. Çevre seslerinin tanınmasında, konuşmada ve dili anlamada problemler yaşanır. Eğer işitme kaybı prelingual dönemde olmuşsa konuşma ve dil gelişimi görülmez (35).

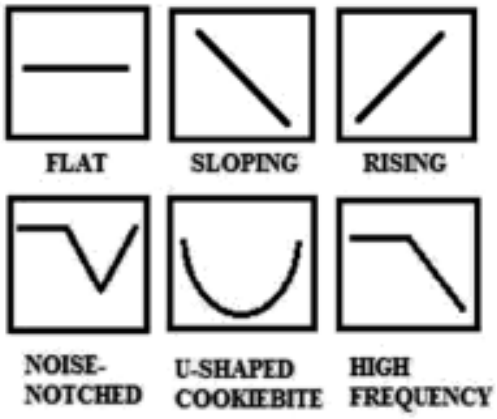
İşitme kaybının düzeyi desibel (dB) birimi kullanılarak işitme eşiğinin saptanmasına göre belirlenmektedir. Normal işitme için eşik değeri -10 dB ile +15 dB arası kabul edilmektedir. İşitme kaybının derecesi çok hafiften çok şiddetliye kadar değişmektedir (39)

- Normal işitme: -10 - 15 dB
- Çok hafif derece işitme kaybı : 16 - 25 dB
- Hafif derece işitme kaybı : 26 - 40 dB
- Orta derece işitme kaybı: 41 - 55 dB
- Orta-ileri derece işitme kaybı: 56 - 70 dB
- İleri derece işitme kaybı: 71 - 90 dB

• Çok ileri derece işitme kaybı: > 91 dB

2.2.4. İşitme kaybının konfigürasyonu

İşitme kaybının konfigürasyonu işitme kaybının şekli ve paternini ifade etmek için derecesine ve lokalizasyonuna bağlı olarak odyogramda gösterilir (35). Şekil 4'te işitme kaybı konfigürasyonları gösterilmiştir:



Şekil 2. 5. İşitme kaybı konfigürasyonları (36)

2.3. Vestibüler Sistemin Anatomi ve Fizyolojisi

Vestibüler sistem, periferik vestibüler yapılar, oküler sistem, postural kaslar, beyin sapı, beyincik ve korteks arasındaki iletişimi içeren karmaşık bir duyusal organizasyondur. Vestibüler sistemi oluşturan vestibüler uç organlar yarım daire kanalları ve otolit organlardan oluşmaktadır. Bu yapılar gebeliğin üçüncü haftasından 25. haftasına kadar gelişim göstermektedir. 3 ile 4 haftalarda nöroektoderm ve ektodermden otik plakod oluşur. Sonrasında otik vezikül (otokist) dördüncü haftanın sonuna kadar gelişerek utrikül odasını oluşturur. Daha sonra utrikül ile yarım daire kanallarına dönüşür (40).

Başımızın her iki yanında simetrik vestibüler yapılar bulunur. Baş hareketinin bir sonucu olarak, aynı taraftaki vestibüler yapı uyarılırken, karşı taraftaki vestibüler yapı inhibe edilir. Kişinin dengesini koruyabilmesi için her iki taraftan gelen bilgilerin entegre bir şekilde çalışması gerekmektedir (30).

Vestibüler sistem sadece vestibüler değil, aynı zamanda görsel ve somatosensoriyel afferent nöron ağlarını kullanarak bakış ve duruş stabilitesine ve vücut hareketinin algılanmasına katkıda bulunmaktadır (42). Özellikle hareket sırasında dengenin korunması

amacıyla mekansal yönelimin korunmasına ve görüşün stabilize edilmesine yardımcı olur. Vestibüler uç organlar açısal ve doğrusal ivmeyi algılar ve bu kuvvetleri merkezi sinir sistemi tarafından kullanılabilecek elektrokimyasal sinyallere dönüştürür. Başımızı hareket ettireceğimiz zaman gözlerimizi bir nesneye sabitlediğimizde vestibüler organlar hareketleri algılar. Oluşan bu baş hareket sırasında görme alanının sabit olması ve görüntülerin netliğinin bozulmaması için gözlerde baş hareketinin tersi yönde bir hareket oluşması gerekmektedir. Bu işlev vestibüler sistem tarafından gerçekleştirilir. Merkezi sinir sistemi, vestibülo-oküler refleks (VOR) aracılığıyla baş hareketi sırasında bakışı stabilize etmek ve vestibülokolik ve vestibülospinal refleksler yoluyla da kas tonusunu modüle etmek için vestibüler sistemden gelen bilgileri entegre eder (40).

2.3.1.Periferik vestibüler sistem

Periferik vestibüler sistem temporal kemiğin petröz kısmındaki otik kapsülde iç kulak kemik labirenti ve membranöz labirentten oluşur. Kemik labirent, temporal kemiğin petröz parçasında yer alan, birbirleriyle bağlantılı kıvrımlı borular, odacık ve kanallardan oluşan kemik yapıdır. Bu kemik yapının mediyalinde internal akustik kanal; lateralinde, mastoid hava hücreleri, mastoid antruma açılan açıklık (aditus ad antrum) ve orta kulak boşluğu yer almaktadır. İnternal akustik kanal içinden fasiyal ve vestibülokoklear sinir geçmektedir. Kemik labirent koklea, yarım daire kanalları ve ikisinin ortasında bulunan vestibülden oluşmaktadır.

Vestibül iç kulağın ön ve arka bölümleri arasında bağlantıyı sağlar. Aynı zamanda vestibülün lateral duvarı oval pencere ile komşu olduğundan orta kulak ve iç kulağın bağlantısını da sağlamaktadır. Vestibüler uç-organlardan utrikül ve sakkül vestibülde bulunurken, yarım daire kanalları kemik labirentte SSK içinde bulunmaktadır (43,44). SSK'lerin geometrik düzenlemesi, uzayda herhangi bir eksen etrafında kafa dönüşünün tespit edilmesine olanak tanır. Kafada neredeyse ortogonal üç düzlemde konumlandırılmışlardır ve diğer labirentle (sağ ve sol lateral SSK; sağ anterior ve sol posterior SSK; sol anterior ve sağ posterior SSK) itme-çekme düzeninde çalışan açısal ivme ölçerler olarak hareket ederler (45)

Kemik labirentin yapıları, perilenf olarak bilinen, beyin omurilik sıvısı ile süreklilik gösteren ve bileşim olarak beyin omurilik sıvısına benzer bir sıvı ile doludur. Bu sıvı perilenfatik kanal tarafından subaraknoid boşluğa boşaltılır. Perilenf membranöz labirent ile

kemik labirent arasında bulunmaktadır. Membranöz labirent ise, duyusal epiteli ve vestibüler sistem yapılarını barındırır ve yakın bulunduğu kemik labirent içinde perilenfte asılı kalır. Membranöz labirentin içerisinde endolenf sıvısı bulunmaktadır. Endolenfin emilimi endolenfatik kese tarafından gerçekleşir. Perilenf düşük miktarda potasyum, yüksek miktarda sodyum içerirken, endolenf yüksek miktarda potasyum, düşük miktarda sodyum içermektedir (44,46). Aralarındaki bu elektrolit farklılığı sayesinde bağlı bulundukları yapılar arasında sinir uyarımı ve iletimi gerçekleşir (47).

Otolit organlar utrikül ve sakkülden, yarım daire kanalları ise anterior (superior), posterior (inferior) ve lateral (horizontal) olmak üzere üç semisirküler kanaldan (SSK) meydana gelir. Bu yapıların tamamında Tip1 ve Tip2 reseptör tüy hücreleri bulunmaktadır. Ancak yarım daire kanallarının bu reseptör hücreleri kristada, otolit organların reseptör tüy hücreleri ise makulada bulunur. Bu reseptör hücreler bağlı oldukları sinir uçları bağlantısı ile uyarıları merkezi sinir sistemi yapılarına iletirler (29).

Utrikül ve sakkül, başın uzaydaki yönünü algılayan statik labirent yapılarıdır. Utrikül, sakkülden daha büyük olup vestibülün üst-arka bölümüne yerleşmiştir. Utrikül ve sakkül doğrusal ivmeye, yer çekimi kuvvetlerine ve başın eğilmesine tepki verirler. Her biri, makula adı verilen duyusal bir nöroepitel içermektedir. Utrikül ve sakkül makulasında bulunan karanlık (dark) hücreler tarafından endolenf salgılanır (47). Utrikülün makulası yatay düzlemdeki hareketi algılarken, sakkülün makulası yerçekimini ve dikey düzlemdeki hareketi algılar. Makulaların iç kısmı, otolitler veya otokonya adı verilen küçük kalsiyum karbonat parçacıklarıyla gömülü jelatinimsi bir zarla kaplıdır. Vestibüler reseptör tüy hücreleri bu otolitik membrandan dışarı çıkar. Baş hareketleri ile tüy hücrelerinin farklı yönlerdeki dağılımı, kafa eğiminin derecesine göre çeşitli tüy hücresini uyarır. Uyarılan tüy hücrelerine bağlı olarak başın konumuyla ilgili doğru bilgi merkezi sinir sistemiyle ilişkilendirilir. Makulanın bir diğer önemli fizyolojik özelliği de adaptasyondur. Baş eğme uyarısı birkaç saniyeden fazla kaldığında, bükülmüş tüy hücreleri ve depolarize membran potansiyelleri normale dönmeye başlar. Bu durum tüy hücrelerinin daha fazla konum değişikliğine yanıt vermesini sağlar (43,46). Vestibüler uç organlar ile işitme organı aynı membranöz labirentte sürekli sıvıyla birbirine bağlı olduğundan sesle de etkinleştirilebilir (40).

Sakkül, vestibüler organlar arasında ses duyarlılığı en yüksek olan organdır ve insanlarda vestibüler sistemin seslere duyarlılığı, servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin (cVEMP'ler) kaydedilebilmesi ile doğrulanmıştır (48).

Semisirküler kanallar birbirlerine 90 derece açıda konumlanmış olup lateral kanal horizontal plandan 30 derece, posterior ve superior kanal sagittal plandan 45 derece açıyla konumlanmıştır. SKK lar 5 noktadan utriküle açılmaktadır (47). Semisirküler kanalların uç kısımlarından genişlediği yere ampulla adı verilir. Ampullalarda sensöriyal reseptörlerin bulunduğu krista ampullaris bulunmaktadır. Kristalar ait oldukları kanal düzlemindeki açısal hareketlere duyarlıdırlar. Semisirküler kanallar karşı kulaktaki eşi ile simetrik çalışır. Örneğin sağ lateral semisirküler kanal ile sol lateral semisirküler kanal, sağ anterior semisirküler kanal ile sol posterior semisirküler kanal, sağ posterior semisirküler kanal ile sol anterior semisirküler kanal birbirilerinin karşıt eşi gibi çalışırlar. Bir taraftaki semisirküler kanalda uyarı artışı olduğunda karşı kulaktaki eşinde uyarımda azalma olur. Ya da bir taraftaki semisirküler kanalda uyarımda artış olduğu zaman karşıt kulaktaki eşinde uyarımda azalma olmaktadır. Başın dönme hareketi ile endolenf sıvısı hareket eder ve SSK da krista ampullariste bulunan tüy hücreleri bu hareketleri algılayarak sinir uyarıları oluşturur (44).

Superior vestibüler sinir, anterior ve lateral SKK dan ve utriküler makuladan gelen lifleri taşırken, inferior vestibüler sinir ise posterior SSK ve sakküler makuladan gelen lifleri taşır (40). Utrikül, sakkül ve yarım daire kanallarında endolenfin hareketi ile uyarılan tüy hücreleri ve tüy hücrelerinde üretilen sinir uyarıları bağlantılı oldukları sinir lifleri ile vestibülokoklear sinir boyunca vestibüler çekirdeklere iletilir. Vestibüler çekirdekler medulla oblongata ile beyin sapının ponsu arasında bulunur. Vestibüler çekirdekler gelen bilgiyi birleştirir ve beynin denge ve koordinasyonundan sorumlu alanı olan beyinciğe iletir. Bu bağlantılarla bilgi bilinçli konum ve hareket algısına izin vermek için serebral hemisferlere de iletilir (49).

2.3.2. Santral vestibüler sistem

Vestibüler yollar, cristae ampullares'in duyusal epiteli ve utrikül ve sakkülün makulalarından kaynaklanan birincil afferentlerle başlar. Afferentler beyin sapının vestibüler çekirdeklerinde sonlanır. Buradan çıkan ikincil yollar beyincik ve okülomotor çekirdeklerle geniş bağlantılar oluşturur ve aşağı doğru giden bağlantılar omuriliğe kadar

iner. Vestibüler yolların son derece dağınık doğası ve bunların postural refleksler ve oküler hareketler de dahil olmak üzere tüm lokomotor sistemle karmaşık bağlantıları bulunmaktadır (21).

Vestibüler uç organlar, sekizinci kraniyal sinirin vestibüler dalı aracılığıyla, kafa konumu ve hareketini hesaplamak için gerekli işlemlerin çoğunu gerçekleştiren beyin sapı ve beyincikteki hedeflerle iletişim kurar. Vestibüler sinirler, hücre gövdeleri scarpa ganglionu olarak bilinen vestibüler sinir ganglionunda bulunan bipolar nöronlardan oluşmaktadır. Superior vestibüler sinir, anterior ve lateral SKK dan ve utriküler makuladan gelen lifleri taşırken, inferior vestibüler sinir ise posterior SSK ve sakküler makuladan gelen lifleri taşır (40).

Utrikül, sakkül ve yarım daire kanallarında endolenfin hareketi ile uyarılan tüy hücreleri ve tüy hücrelerinde üretilen sinir uyarıları bağlantılı oldukları sinir lifleri ile vestibülokoklear sinir boyunca vestibüler çekirdeklere iletilir. Vestibüler çekirdekler, periferik vestibüler yapılardan, kontralateral vestibüler çekirdeklerden, beyincikten ve diğer görsel ve somatosensoriyel sistemler gelen girdileri bütünleştirir; vestibülospinal reflekslerin düzenlenmesini ve duruş kontrolünün sağlanmasını, vestibülooküler reflekslerin düzenlenmesini, kafa ve göz hareketlerinin koordine edilmesini, membranöz labirentten alınan dengenin kontrolü ile ilgili impulsların ayarlanmasını sağlar (50).

Bu çekirdekler, beyin sapında medulla ile pons arasında yer alan dört çekirdekten oluşmaktadır. Her bir tarafta superior, medial, lateral ve inferior olmak üzere dört adet vestibüler çekirdek vardır (51).

Superior vestibüler çekirdek, semisirküler kanallarla bağlantılı olup vestibülo-oküler refleksin (VOR) kontrolünde rol oynayan önemli bir çekirdektir. Efferent yolu medial longitudinal fasikulusa, oküler motor çekirdeklere ve serebellumla bağlantılıdır (29).

Medial vestibüler çekirdek, vestibüler çekirdeklerin en büyüğüdür; superior vestibüler çekirdeğin kaudalinde bulunur. Medial vestibüler çekirdek VOR'un yanı sıra, vestibülo-spinal reflekslerde kontrol eder. Kas tonusunun düzenlenmesi için vestibüler sinyalleri vestibulospinal sisteme gönderir. Medial vestibüler çekirdek, VOR için önemli semisirküler kanal uyarılarını alır ve vestibülospinal yola gönderir. Vestibülospinal yol, medial ve lateral iki alt yoldan oluşan bir motor nöron yoludur. Bu motor komutların işlevi kas tonusunu

değiştirmek, uzatmak ve postürü desteklemek ve vücut ile kafanın dengesini korumak amacıyla uzuvların ve başın pozisyonunu değiştirmektir. Vestibülospinal yol vestibüler sinyalleri aldığında kas tonusunu ayarlayarak hızlı ve ani baş hareketlerinde postürün korunmasını sağlar (40).

İnferior vestibüler çekirdeğin serebellum, spinal kord ve diğer vestibüler çekirdeklerle de bağlantısı olmakla birlikte oldukça fazla afferent ve efferent sinir ağı bulunmaktadır. Buna bağlı olarak vestibüler yapılar arasındaki bütünleşmeyi sağladığı varsayılmaktadır (40).

Lateral vestibüler çekirdek Deiters çekirdeği olarakta bilinir. Hem utrikülden gelen, hemde serebellumdan gelen uyarıları alır. Lateral vestibüler çekirdekten çıkan ana efferentler, aşağı doğru inerek lateral vestibülospinal yolu meydana getirir (40).

Superior ve medial vestibüler çekirdekler, girdilerin çoğunu semisirküler kanalların krista ampullalarından alır. İnferior ve lateral vestibüler çekirdekler, kalan lifleri inferior yarım daire kanalından ayrıca utrikül ve sakkülden alır (51).

Vestibüler sinir, semisirküler kanalların ampullalarından ve otolit organların makulalarından baş hareketleri ile ilgili impulsları alarak vestibüler çekirdeklerdeki nöronlara ve serebelluma iletmekle görevlidir (50). Bu sinir liflerinin bir kısmı beyin sapında vestibüler çekirdeklerde sonlanırken bir kısmı doğrudan beyin sapındaki retiküler çekirdeklere ve serebelluma uzanır. Vestibüler sinir liflerinin bir kısmı, serebellumun flocculonodüler loblarına gelerek semisirküler kanallardan aldığı denge impulslarını iletirler. Bu loblar, aldığı impulslarla göz hareketlerinin ve vücut duruşunun uyum içerisinde olmasını sağladığından, lobların hasarı dengenin de bozulmasına neden olur (40). Vestibüler sinir ile serebelluma gelen uyarılar, retikülospinal ve vestibülospinal yollarla medulla spinalise gider. Uyarılar, antigravite kaslarında failitasyon veya inhibisyon mekanizmalarını aktifleştirerek dengenin düzenlenmesini, korunmasını ve kontrolünü sağlarlar (50).

Serebellum ile vestibüler çekirdekler arasında da birçok bağlantı vardır (49). Vestibüler çekirdeklerde sonlanan lifler, serebellum, vestibülospinal traktus, medial longitudinal fasikulus ve özellikle retiküler çekirdekler dahil beynin diğer kısımlarına uzanan ikinci sıra nöronlarla sinaps oluşturur. Oluşan bu sinapslar sayesinde göz hareketleri ve boyun, gövde, bacaklar ve kollardaki kas tonusu ayarlanır, denge kontrolü sağlanır ve

hareket sırasında görme alanının bozulmaması için baş-göz koordinasyonu düzenlenmiş olur (29).

2.4. Vestibülo-oküler Refleks:

Bir görüntünün foveaya sabitlenmesi esas olarak vestibüler ve görsel sistemlerin aktivitesine dayanmaktadır. Bu sistemlerin her birinin aktivitesi, kafa hareketinin sıklığına göre değişmektedir. Örneğin düşük frekanslarda (<0,1 Hz) görsel sistem baskın iken orta frekanslarda, vestibüler ve görsel sistemler bakışı stabilize etmek için birlikte etkileşime girmekte ve yüksek frekanslarda (1 ile 5 Hz arası) sadece vestibüler sistem aktif olmaktadır (52).

Vestibülo-oküler refleks (VOR), baş hareketleri sırasında gözde retina görüntüsünü sabitleyerek görüntülerin netliğinin korunmasını ve baş hareketleri ile uyumlu konjuge göz hereketlerinin oluşmasını sağlar. Kafanın 3 boyutlu uzayda herhangi bir hareketini telafi etmeye çalışan ideal bir VOR, kafanın anlık dönme ekseninden bağımsız olarak kafanın dönme hızıyla aynı hızda ancak ters yönde göz rotasyonları üretir (45). VOR'un oluşmasında periferik duyu organları (yarım daire kanalları, SSK ler ve otolit organlar), merkezi bir işlem mekanizması ve motor çıkış için göz kasları olmak üzere 3 ana bileşen etkilidir. Temel 3 nöron arkı sinirsel bağlantısını ise scarpa ganglionda bulunan primer duyusal motor nöron (vestibüler sinir), pontomedüller bölgede bulunan vestibüler çekirdek nöronu ve beyinsapında III., IV. ve VI. sinirlerin çekirdeklerinde bulunan okülomotor nöronu oluşturmaktadır. Aynı taraf labirentinin vestibüler çekirdeğinden gönderilen uyarı karşı taraf okülomotor çekirdeğini uyarırken, aynı tarafın beyinsapındaki antagonist kas çekirdeklerini inhibe eder. Buna bağlı olarak başın sağa çevirilmesi ile gözler sol tarafa döner (53).

Vestibüler nukleuslar okulomotor nukleuslara medial longitudinal fasikulus (MLF) ile direkt, retiküler formasyon içinde yer alan yollar ile indirekt bağlantıya sahiptirler (54).

VOR, refleks yollarının köken aldığı vestibüler duyusal yapılara göre, kanal-oküler (açısal) refleks ve otolit-oküler (doğrusal) refleks olarak 2 şekilde incelenmektedir. Kanal-oküler refleks SSK ların uyarılması ile uyarılır ve SSK düzleminde gözlerin hareket etmesine neden olur. Kanal oküler refleksin oluşumu SSK düzlemi ve uyarılan kanaldaki endolenf akımının yönü ile ilişkili oluşmaktadır. Bu oluşum Ewald Yasaları olarak bilinen üç kural ile açıklanmaktadır.

Flouren yasası olarak ta bilinen birinci yasaya göre; SSK nın uyarılmasıyla oluşan göz hareketleri, uyarılan SSK düzlemi ve endolenf akımı ile aynı yöndedir.İkinci yasaya göre; Lateral SSK'da ampullopedal (ampullaya doğru) endolenf akımı, ampullofugal (ampulladan uzağa) endolenf akımına kıyasla daha güçlü bir uyarım üretir. Üçüncü yasaya göre ise; anterior ve posterior SSK'larda ampullofugal endolenf akımı, ampullopedal endolenf akımına kıyasla daha güçlü cevaplar üretir (40).

Otolit-oküler refleks, otolit organlardan (sakkül ve urtikül) kaynaklanmaktadır. Doğrusal kafa hareketlerini algılayan otolit organlar, yine doğrusal baş hareketlerinde vertikal-rotatuar göz hareketlerine neden olarak bakış stabilizasyonu sağlamaktadırlar. Ancak otolit-oküler refleks yolunun, kanal-oküler refleks yolu kadar net anlaşılamadığı belirtilmektedir (55).

SSK ların VOR oluşumundaki rolü SSK ların duyu nöronları ile oküler kasların motor nöronları arasında sinir bağlantıları olmasıdır. Baş pozisyonu değiştiği zaman semisirküler kanallar bu değişikliği algılayarak; gözlerin kafa hareket yönünün tam tersi yönde ve aynı hızda hareketini sağlayacak şekilde sinyaller gönderirler (45). Buna bağlı olarak superior semisirküler kanalın kristası ipsilateral superior rektus ve kontralateral inferior obliquus ile; posterior kanalın kristası ipsilateral superior obliquus ve kontralateral inferior rektus ile; horizontal kanalın kristası ipsilateral medial rektus ve kontralateral lateral rektus ile baskın bir bağlantıya sahiptir (56). Sonrasında uyarılar vestibüler çekirdekler, medial longitudinal fasikulus aracılığıyla gözleri hareket ettiren kaslara iletilir ve gözlerin başın hareket yönünün tam tersi yöne doğru ve baş hareketine eşit büyüklükte olacak şekilde bakış oluşturması gerçekleşir. Bu durumda horizontal SSK uyarılmasıyla VOR, horizontal düzlemde başın dönüş yönünün tersi yönde konjuge göz hareketlerine, anterior SSK uyarılmasıyla VOR, gözlerin yukarı ve karşı tarafa torsiyonel hareketine, posterior SSK uyarılmasıyla VOR, gözlerin aşağı ve karşı tarafa torsiyonel hareketine neden olmaktadır (57).

VOR fiziksel parametre olarak açısal ve doğrusal olmak üzere iki farklı şekilde de ele alınmaktadır. Semisirküler kanalların aracılık ettiği açısal VOR, rotasyonu telafi etmekte ve öncelikle bakış stabilizasyonundan sorumlu iken, otolit organların (sakkül ve utrikül) aracılık ettiği doğrusal VOR ise en çok yakın hedeflerin izlendiği durumlarda önemlidir. Her iki taraftaki semisirküler kanallar ve otolit organlar dinamik VOR oluşmasında rol oynarken, otolit aktivite statik VOR oluşumunda rol oynamaktadır (45).

2.4.1. Vestibülo-oküler refleksin görme algısına etkisi ve değerlendirilmesi

Bakış normalde serviko-oküler refleks, optokinetik takip refleksi ve vestibülo-oküler refleks (VOR) olmak üzere üç okülomotor refleks grubu tarafından stabilize edilmektedir. Bu üçünden yalnızca VOR, doğal kafa hareketlerine ayak uydurabilecek kadar hızlıdır. Baş yavaşça çevrildiğinde, optokinetik takip refleksi ve serviko-oküler refleks, bakışı stabilize etmek için gereken smooth pursuit telafi edici göz hareketlerini üretebilir. Ancak baş hızlı bir şekilde döndürüldüğünde optokinetik takip refleksi ve serviko-oküler refleks buna ayak uyduramaz ve hedefte kalabilmek için gözlerin telafi edici hızlı göz hareketleri yapması gerekir (58). VOR 8 Hz, serebellum ise 1 Hz altındaki göz hareketlerini yakalayabilmektedir (59). VOR dışındaki diğer oküler kontrol sistemleri 2 Hz'nin üzerinde nispeten duyarsız olduğu için VOR, hareket sırasında görsel stabilizasyon için birinci kontrol sistemi olarak işlev görür (60).

Psikolojik çalışmalar, retina boyunca hareket eden görüntülerin hızının -retinal görüntü hızı (RIV)- 2 ile 4 °/sn yi aşmadığı sürece görme keskinliğinin bozulmadığını göstermiştir. Ancak RIV bu hızın üstüne çıktığında, görme keskinliğinin bozularak mekansal sabitlik algısı ve nesnelerin mesafesinin hareket uzaklığına göre belirleme yeteneğinin bozulabildiğini belirtmiştir. Bunun sonucuna bağlı olarak normal fonksiyon gösteren bir VOR, hareket sırasında net görmeyi önemli oranda korumaktadır (61).

Ramaioli ve arkadaşları, covert sakkadların ve VOR'un net görüş üzerindeki birleşik etkisini araştırdıkları çalışmalarında Kafa İmpulsu Test Cihazı - Fonksiyonel Testi (HITD-FT) kullanarak VOR ve yakalama sakkadlarının dinamik okuma yeteneği üzerinde etkisi olduğunu ve genel dinamik görsel fonksiyonun bir ölçüsü olduğunu göstermişlerdir. Çalışmalarının sonucunda VOR fonksiyonunun bozulması okumada da bozulmaya neden olmuştur (62).

Sjögren ve arkadaşlarının çalışmalarına göre ise VOR kaybının baş hareketleri sırasında görme keskinliğini etkilediği, telafi edici göz sakkadlarının görme keskinliğini artırdığı ve sakkad zamanlamasının önemli olduğunu, covert sakkad gecikmeleri ve HITD-FT'deki sonuç arasında güçlü bir ilişki olduğu ve covert sakkadların VOR ile birlikte daha iyi bir dinamik görsel fonksiyon işlevi oluşturduğu sonucu elde edilmiştir (63).

Normal yaşam aktiviteleri sırasındaki periyodik baş hareketleri, başı 2-4 Hz temel frekanslarda hareket ettirmektedir. Ancak harmonikler bu frekansların üzerine çıkar. Günlük

hareketlerimiz sırasında kafa hareketimizin frekansı 1.5-5 Hz aralığındadır. Kafa hareketinin hızı ve göz hareketi hızı hemen hemen aynı ya da aralarındaki farkın en fazla 2 °/s olması gerekmektedir (60). Vücut nispeten stabil olduğunda, örneğin otururken veya ayakta dururken, çok az baş hareketi olur ve vestibülo-oküler refleks (VOR) katılımı yoktur. Bunun yerine, bakış stabilitesini korumak için smooth pursuit göz hareketleri yeterlidir. Yürürken ve özellikle koşarken, sağlıklı deneklerin baş hareketlerinin hızı ve sıklığı, smooth pursuit göz hareketlerinin telafi edici yeteneğini aşmaktadır. Kişi yürürken baş hareketinin hızı ve baskın frekansı, yatay baş hareketleri için 20 ila 78 °/s ve frekansı 0,7–1,2 Hz, dikey baş hareketleri için 20–39 °/s ve frekansı 0,9–5,1 Hz arasında değişmektedir. Kişi hızlı yürüyüp koşmaya başladıkça baş hızı yatayda 390 °/s, dikeyde 163 °/s'ye çıkarken frekansta artış göstermektedir (64,65).

Vestibüler sistem labirenti 0.1-5 Hz frekans aralığında uyarılmaktadır (66). SSK'lardan çıkan afferent lifler kafa hareketinin hızını, otolit afferent lifler ise doğrusal ivmeyi saptamaktadır. Günlük aktiviteler sırasında kafa hareketlerinin frekansı 0-20 Hz, başın birim zamandaki yer değiştirme hızı 550 °/sn - 6000 °/sn ve birim zamandaki hızı olarak değerlendirilen ivmesi ise 4.000 **°/sn**^{2} ve üstünde olabilmektedir. Bu nedenle görüntülerin netliğinin korunması için göz hareketlerinin cevabı kısa latanslı olmalıdır (67).

Vestibüler sistem farklı frekans yanıtlarına, galvanik uyarıya ve kemik iletimi ile verilen titreşime ya da hava iletimi ile verilen sese karşı farklı duyarlılığa sahiptir. Bu farklı hassasiyetler göz hareketleri gibi vestibüler tepkileri farklı yollardan gösterebilmektedir (68). Bu nedenle vestibüler sistemin de tıpkı işitme sistemi gibi ayrıntılı incelenmesi için farklı frekanslarla değerlendirilmesi önemlidir.

VOR değerlendirmelerinde frekans, hız ve ivme dikkat edilen parametrelerdendir. VOR kazancı uyarının frekansına bağlıdır. Günümüz teknolojisi ile VOR değerlendiren cihazlar bu parametreleri ayrıştırarak ayrı ayrı ele alabilmektedir.

Vestibüler sistemde VOR'u değerlendiren testlerden bazıları; kalorik test, rotasyonel sandalye testi, dinamik görme keskinliği testi (DVAT), baş savurma testi (Head Impulse Test- HIT), video head impulse test (vHIT) ve bu çalışmada da kullanılan fonksiyonel head ımpulse test (fHIT) tir.

Kalorik test Robert Barany tarafından tanımlanan, hava veya su ile lateral SSK ların dolayısıyla da VOR'un uyarılmasını sağlayarak lateral SSK ların ve afferentlerinin fonksiyonunu değerlendiren düşük frekanslı (0,002–0,004 Hz) bir testtir (69).

Rotasyonel sandalye testi, hastanın dikey bir eksen etrafında açısal bir şekilde döndürülmesi ile vestibüler sistemin uyarılması esasına dayanır. Buna bağlı olarak her 2 lateral SSK da endolenf akışına neden olan eksitasyon ve inhibisyon ile fizyolojik bir uyarım oluşur. Bu test VOR'u 0,05 Hz' de değerlendirmektedir. Kalorik test ile karşılaştırıldığında rotasyonel sandalye testi başın doğal hızına daha yakındır (70).

Dinamik görme keskinliği testi (DVAT), kafa hareketsiz ve hareketli iken giderek küçülen boyutlardaki harf ve şekilleri ayırt etme yeteneğini ölçerek bakış stabilitesini ve VOR'un fonksiyonelliğini değerlendirir. Bu testte bireyden, baş hızı 120-180 °/s iken ekrandaki "E" harfinin yönünü saptaması beklenir. Ekrandaki harf boyutu, bireyin normal görme keskinliği boyutuna gelene kadar giderek küçültülür (71).

Halmagyi ve Curthoys, hızlı yatay baş rotasyonu olan baş sallama testini (HIT) önemli bir klinik tarama olarak tanımlamıştır. Ewald ın 2. yasasına göre HIT, semisirküler kanalların ayrı ayrı değerlendirilmesini sağlar ve bu nedenle vestibüler klinik muayenede önemli bir rol oynar . Halmagyi ve Curthoys tarafından geliştirilen HIT günümüzde VOR kazancının hesaplanmasına ve gizli sakkadların görüntülenmesine olanak sağlayan bilgisayarlı bir sistem olan Video Kafa İmpuls Testi (vHIT) ile kullanılmaktadır (58). vHIT te, baş ve göz hızı arasındaki oran hesaplanarak saptanan VOR kazancı, semisirküler kanal fonksiyonunun göstergesidir. vHIT'te düzeltici göz hareketi olan sakkadların tespit edilmesi amacıyla başa takılan gözlük video kamerayla, göz hareketleri kayıt edilmektedir. vHIT günlük aktivitelerdeki kafa hızımızın frekanslarına yakın aralıktaki (1-5 Hz) VOR cevaplarını 6 SSK içinde değerlendirmektedir. Bu test vestibülo-oküler refleksin davranışını oran olarak özetleyen bir kazanç değeri sağlar ve göz hareketinin kafa hareketi ölçüsüne oranına bakar. Ancak motor tepkinin işlevsel etkinliği hakkında doğrudan bilgi vermez. vHIT'ten farklı olarak fonksiyonel HIT ise (fHIT), net görüş sağlama ve baş hareketi sırasında hem 6 SSK VOR'unu değerlendirdiği hem de okuma yeteneğini ölçtüğü için vestibüler-oküler refleksin işlevsel bir ölçümüdür. vHIT, motor yanıtının işlevsel etkinliği hakkında doğrudan bilgi sağlamazken, f-HIT kafa hareketi sırasında okuma ve net görüşü sürdürme yeteneğini ölçtüğünden VOR'un fonksiyonel ölçümünü sağlayarak vestibüler sistem hakkında bilgi sağlayabilir (10).

2.5. Fonksiyonel Baş Savurma Testi

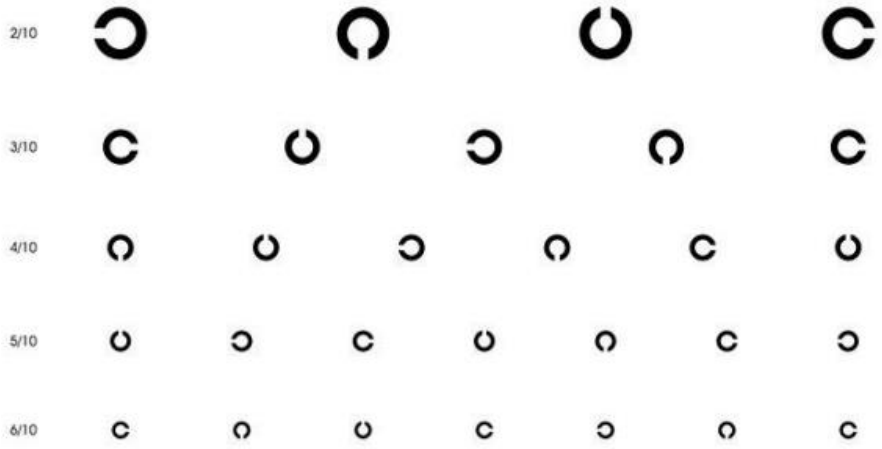
Yarım daire kanalları ile göz kasları arasında doğrudan bir sinirsel bağlantı olduğundan, vestibüler organların işlevini değerlendirmek için VOR' un test edilmesi çok önemlidir. vHIT testi bakış stabilizasyonunun net görüş için yeterli olup olmadığı bilgisini vermez. Bireyin VOR kazanımları normal olsa bile fonksiyonelliğinde bir bozulma söz konusu olabilir. VOR kazanımı normal olan bireylerde, baş hareketleri sırasında görsel işlemenin yetersiz olması nedeniyle bakış stabilizasyonu sağlanamayabilir. Bu durumda bulanık görme meydana gelir. vHIT testi VOR kazancını (göz hızı/baş hızı) nicel olarak hesaplarken dinamik görme keskinliğini değerlendiremez. Görme keskinliğindeki azalmayı değerlendirmediği için tek başına vHIT yeterli değildir (72,73).

Son yıllarda standart vestibüler testlerle tespit edilemeyen vestibüler semptomları tanımlamak ve baş hareketleri sırasında dinamik görme keskinliğini değerlendirmek için Fonksiyonel Baş İmpuls Testi (fHIT) geliştirilmiştir. fHIT, açısal VOR'un yüksek hızdaki işlevselliğini değerlendiren bir test bataryasıdır. Görme keskinliği değerlendirmesi vHIT testi ile yapılamazken fHIT ile yapılabilmekte böylece VOR un işlevselliği değerlendirilebilmektedir (74). fHIT algısal testtir. Buna bağlı olarak dikkat, hafıza ve motor koordinasyon becerilerinden etkilenmektedir. Fonksiyonel bir test olması nedeniyle de bireylerin yaşam kalitesine odaklanmaktadır (11,41).

fHIT'e benzer şekilde dinamik görme keskinliği testi de (DVAT), kafa hareketi sırasında kısa süreliğine yanıp sönen optotipin tanınması temeline dayanır. Her ikisi de vestibüler fonksiyonun dolaylı ve algısal ölçümleridir. Ancak fHIT, DVAT'a kıyasla daha hızlı ve daha yüksek frekanslı kafa hareketlerini ölçen bir test yöntemidir (74).

fHIT, bilgisayar ekranında kısa süre görüntülenen Landolt C optotipinin yönünü tanıma becerisini ölçerken, pasif baş uyarıları klinisyen tarafından farklı ivmelerde 1000-7000 ° /sn² de uygulanır. Bu sırada başa takılarak sensör görevi gören jiroskop, 3 düzlemde de ivme ölçebilir. Böylece altı SSK'da VOR fonksiyonu değerlendirilebilir. Baş hareketlerinin açısal hızını ve yönünü ölçmek için takılan Jiroskop, baş bandıyla hastanın alnının ortasına yerleştirilir ve açısal ivmeleri hesaplamak için bu sinyali çevrimiçi olarak farklılaştırır. Katılımcı ya da hasta, bilgisayar ekranı karşısında 1,5 metre uzaklıkta oturur. Testte önce statik görme keskinliği (SVA) belirlenir. SVA'da elde edilen en küçük boyutlu optotip 0.6 logMAR arttırılarak, dinamik görme keskinliği (DVA) değerlendirilmesine

geçilir. En iyi SVA'dan altı satır daha büyük olan optotipin boyutu, test boyunca aynı tutulur. Testi uygulayan kişi test etmek istediği SSK düzleminde rastgele baş itmeleri yapar. Baş hızı 10 °/s'yi geçtikten 80 milisaniye (ms) sonra, 80 ms boyunca C Landolt optotipi bilgisayar ekranında gösterilir. C Landolt optotipi sağ, sol, alt ve üst taraflara dönük boşluğu bulunan bir halkadan oluştuğundan C harfine benzer. Test edilen katılımcıdan istenilen şey, boşluğun hangi tarafta olduğuna karar vererek ekranda gördüğü 8 farklı C Landolt optotipinden birini elindeki kumandadan seçmesidir (72,74).



Şekil 2. 6. Landolt C optotipi (75)

fHIT VOR'un farklı baş akselerasyonlarındaki fonksiyonelliğini değerlendirdiğinden, uygulanan baş savurmaları, her bin aralıkta akselerasyon bölmeleri şeklinde gösterilir (1000°/s² genişliğinde, 2000°–7000° /s² aralığında) ve sağ-sol yönüne göre ayrılır. Kafaya sabitlenen jiroskop ile ölçülen ana parametre, kafanın farklı açısal akselerasyonlarındaki doğru cevapların yüzdesidir (DCY). Bilgisayar ekranında, bu akselerasyon bölmeleri ve o bölmelerde verilen doğru cevaplar gösterilir. Grafik kullanıcı arabirimi (graphical user interface-GUI) ile, her bölmedeki baş savurma sayısı ve doğru tanınan C optotipi yüzde şeklinde gösterilir. Toplam DCY, 3000-6000 °/ s² aralığında ve 1000-7000 °/ s² akselerasyon bölmesinde ayrı ayrı ekranda gösterilir (74). fHIT te DCY nin üst sınırı %100, alt sınırı ise %0'dır. DCY %100'e ne kadar yakınsa, VOR'un işlevselliği o kadar iyi olur. Sağlıklı bireylerde tüm yarım daire kanalları yönünde 1.000–7.000 °/ s² aralığında akselerasyon ile uyarım sonucunda DCY değerlerinin %100'e yakın olması beklenir (74).

Baş hareketleri bakış stabilitesinin korunması için bazı özelliklerden oluşur. Bu özellikler baş hareketinin hızı, açısal akselerasyonu, frekansı ve düzlemini içerir. Günlük yaşam aktiviteleri sırasında SSK lar, kişinin yürümesi ve başını çevirmesi sırasında oluşan

uyaran frekansı ile uyumlu, 0,5–5 kHz frekansları arasındaki 4000 °/ s² 'lik üç düzlemde uyarılır. Normal günlük yaşam aktivitelerinde otururken veya vücudun kısmen sabit olduğu durumlarda çok az baş hareketi olduğundan bakış stabilitesi smooth pursuit göz hareketleri ile sağlanır. Ancak baş akselerasyonu 550 °/ s iken, baş hareket hızı arttığında bu değer 6000 °/ s 'ye kadar çıkmakta ve hızın artışı ile bakış stabilitesini sağlamak için VOR devreye girmektedir. Bu nedenle periferik vestibüler sistemi daha geniş bir günlük yaşam aktivite aralığında test edebilecek çeşitli test yöntemlerinden biri de fHIT olmuştur (9,73).

fHIT ile artan baş akselerasyonlarında net görme ve okuma yeteneğini değerlendirildiğinden, VOR'un işlevselliği de değerlendirilir. Ancak HIT te olduğu gibi fHIT te de bazı sınırlamalar olabilir. Örneğin HIT te olduğu gibi fHIT te de uyarım, testi yapan kişi tarafından hastaya sağlanır. Bu nedenle test sonuçları testi uygulayan kişiye göre farklılık gösterebilir. Yani HIT, vHIT ve fHIT te sonuçlar hem testi uygulayan kişiye hem de hastaya bağlı olabilir (9,73).

2.6. Vertikal Algı ve Değerlendirmesi

Uzamsal yetenekler, dengeyi sağlamada önemli bir role sahiptir. Vertikal algının doğru işlemlemesi dengeli hareket için önemlidir. Görsel sistem, nesnelerin hareketi, hızı ve konumu ile ilgili bilgiyi sağlarken, somatosensör sistem, vücut parçalarının konumu ile ilgili kaslardan ve eklemlerden gelen kinestetik bilgiyi algılar. Vestibüler sistemdeki otolit organlar ise yerçekimini algılar. Postüral stabiliteyi korumak için vestibüler, görsel ve somatosensör girdilerin entegrasyonu şarttır. Bu girdiler merkezi sinir sisteminin farklı seviyelerinde birleşerek postüral stabilize edici refleksler için motor komut sinyalleri işler. Bu 3 sistem birlikte çalışarak vertikal algının kodlanmasını sağlar (76).

Bu çalışmada kullanılan sanal SVV sistemi, SVV değerlendirmesinde kullanılan bilgisayarlı bir sistemdir. Sistem, katılımcının görebileceği parlak bir çubuğu görüntüleyen ışığı engelleyen gözlüklerden ve kablosuz bir denetleyiciden oluşur. Bilgisayar tarafından oluşturulan, farklı açılarda olan, sağa veya sola doğru eğik, ışıklı bir çubuk görünür. Katılımcı, ışıklı çubuk gerçek dikey ile hizalanmış görünene kadar kontrol düğmelerini kullanarak çubuğun dikey konumunu ayarlar. Sonrasında katılımcının baş pozisyonu ve gerçek dikeye göre SVV açısı sistemde kaydedilir.

Dikeylik algısının ölçülmesi, vestibüler ve denge sorunları olan hastaların tanı ve tedavisinde önemlidir. Dikeylik algısının ölçülmesi akut durumlarda önemli bir tanı aracı

olmasının yanı sıra postüral kontrol bozukluklarının rehabilitasyonunda da değerli bir belirteçtir. Klinik ve araştırma ortamlarında, dikeylik algısı sıklıkla öznel görsel dikey (SVV), öznel dokunsal dikey (SHV) ve öznel postüral dikey (SPV) ölçülerek test edilir. Dikeylik algısı, dahili bir dikeylik modeli oluşturmak ve güncellemek için entegre edilen iki taraflı vestibüler yerçekimi sinyallerine dayanır. Dikeylik algısının, otolitlerden ve dikey yarım daire kanallarından gelen, yerçekimi girdileri olarak adlandırılan vestibüler girdileri yansıttığı düşünülmektedir (77).

2.6.1. Subjektif vizüel vertikal test

Vestibüler labirent, rotasyonel hızlanmaya yanıt veren SSK lardan ve doğrusal hızlanmayı algılayan iki otolit organdan (sakkül ve utrikül) oluşur. Sübjektif görsel dikey (SVV), algılanan dikey ile gerçek (yerçekimi) dikey açılarının psikofiziksel bir ölçüsüdür. Otolitler fiziksel dikey yönelimin saptanmasına katkıda bulunur ve normal vestibüler fonksiyonu olan kişiler SVV' yi 2 derece gerçek dikey (0 derece) içinde hizalar. Böylece bireyin dikeylik için görsel bir referans noktası olmadan, nesneleri dik saptama becerisi belirlenir. Bu beceri görsel ve vestibüler sistemlerdeki duyusal bilgilerin etkileşimine bağlıdır. Bu tür bir algı, periferik vestibüler bilgilerle, kortekste vestibüler sistemden sorumlu parieto-insular korteksle ve superior temporal girustaki entegrasyonla ilişkilidir (78).

Tek taraflı vestibüler bozukluğu olan hastalarda, bozulmuş SVV değerleri olduğu görülmüştür. Ayrıca kafa travmalı hastalarda postural stabilitenin otolitik bozukluklarla ilişki içinde olduğu düşünülmektedir. Bu durumun nedeninin, vestibulospinal refleksler vestibülo-oküler reflekslerden daha fazla otolitik girdiye sahip olduğundan, otolitik bozuklukların travma sonrası oluşan dengesizliğin bir kaynağı olduğu düşünülmektedir (79).

SVV testi, baş dönmesi veya dengesizlik şikayeti olan hastalarda utriküler fonksiyonu değerlendirmek ve otolit tutulumunun iyileşme aşamalarını belirlemek için yararlı bir yöntemdir. Bu test ile utrikülden gelen otolitik yolun bütünlüğü değerlendirilir. Benzer şekilde, anormal statik SVV' nin varlığı, otolit tutulumu için iyileşme aşamalarının belirlenmesinde yararlı olabilir.

Otolit organlar, doğrusal hızlanma ve yerçekimindeki değişikliklerle ilgili duyusal girdi sağlayarak postüral stabiliteye katkıda bulunurlar. Dik pozisyonda, sakkül dikey olarak konumlandırılır ve kendi düzlemindeki (oksipito-kaudal düzlem) doğrusal ivmeyi algılar.

Buna karşılık, utrikül yatay olarak orta hattan 3,5-4 cm uzakta konumlandırılmıştır ve kendi düzlemindeki doğrusal ivmeyi algılar. Otolitler yerçekimsel eylemsizlik kuvveti sensörleri olarak görev yapar ve dikliği algılarlar. Yerçekimsel dikey algısı, bir deneğin vücut pozisyonunu dikey olarak ayarlaması veya bir ışık çubuğunu dikey olarak ayarlaması istenerek değerlendirilebilir. SVV, ışık çubuğu (algısal dikey) ile gerçek dikey (yerçekimi dikey) arasındaki açının psikofiziksel bir ölçüsüdür (80).

SVV testi, hemisferik dome method ve karanlıkta ışıklı bar yöntemi gibi yöntemlerle de uygulanabilmektedir. Uygulanacak yöntemin maliyeti ve kullanılan cihazın kullanım kolaylığı testi uygulama seçiminde önemli parametrelerdendir. Vertikalite algılamasının ölçülmesinde genelde literatürde benzer seçenekler kullanılmaktadır. Subjektif vizüel vertikalite algılaması, değerlendirilen kişi karanlık bir odada otururken, duvara yansıtılan, çubuk şeklindeki ışığın açısal tahminini içermektedir (81).

2.6.2. Dinamik subjektif vizüel vertikal test

SVV testinin bir varyasyonu, dikey yönelimli bir katılımcının geniş alanlı görsel hareketi görüntülerken, SVV görevini gerçekleştirdiği dinamik SVV görevidir. Görme alanı hareketi genellikle katılımcının görüş hattı etrafında dönen noktalardan oluşturulur. Dinamik SVV görevleri, görsel hareket ipuçlarının baş eğim tahminlerine nasıl katkıda bulunduğunu değerlendirir. Bu test görsel alan hareketinin dikey algıyı ne derece saptırdığı ve oküler torsiyona neden olduğu ile ilgili bilgi vermektedir (7).

2.7. Beyin Plastisitesi ve İşitme Kaybı ile İlişkisi

Beyin platisitesi, beynin öğrenme, hatırlama ve unutma yeteneğinin yanı sıra yeniden organize olma ve yaralanmadan sonra iyileşme kapasitesini ifade eder. Erken gelişimden yetişkinliğe kadar beynin sürekli olarak genetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi ile şekillenerek değişikliklere uyum sağlaması nöral plastisite ile sağlanır. Plastisite ile hem doğum öncesinde hem de sonrasında organize sinir sistemi devrelerinin oluşması ve işlevsel ağların kurulması gerçekleşerek öğrenme ve hafızanın temeli oluşturulur. Beyin plastisitesi, sinaptik bağlantıların güçlendirilmesi, zayıflatılması, budanması veya eklenmesi yoluyla bireyin hızla değişen bir ortama uyum sağlamasına olanak tanıyan sinir sisteminin kendine özgü bir özelliğidir. Görsel ve işitsel korteksler deneyime bağlı olarak gelişimsel plastisite gösterirler. Belirli bir duyusal girdinin (yoksunluk olmadan) tekrarlanan aktivasyonu, bu

girdiye verilen nöral tepkileri güçlendirir. Bu durumda işitsel ve görsel alıcı alanların oluşturulmasını sağlar (82).

Serebral korteksin en ilgi çekici özelliklerinden biri parsellenmesi veya farklı fonksiyonel alanlara bölünmesidir. Talamokortikal aferentler, kortikal nöronların frekans ayarı ve işitsel korteksin frekans temsili gibi her bir spesifik kortikal alanın özelliklerinin ve işlevsel kimliklerinin hızlı olgunlaşmasını sağlar. Serebral korteksin işlevleri, ağırlıklı olarak gelişimin kritik döneminde belirlenir (83). Kritik dönem olan yaşamın ilk 3,5 yılında görsel, işitsel ve prefrontal korteks gibi alanlarda sinaptik bağlantılar hızla çoğalır. Bu süre zarfında aksonların hızlı miyelinasyonu da meydana gelir. 1 yaşına gelindiğinde, korteks altı katmanın tamamının varlığını gösterir. İnsan işitsel korteksi ise, birincil ve ikincil işleme alanlarına ayrılmıştır. Birinci transvers temporal girusta (Heschl girus) yer alan birincil alanlar, işitsel sinyallerin alınmasından sorumlu iken ikincil alanlar; işitsel bilgilerin yorumlanması ve bağlamsal olarak işlenmesi gibi daha yüksek düzeyde işlemleri gerçekleştirir (84). Yaklaşık 4 yaş sonrasında, görsel, işitsel ve prefrontal kortekslerdeki kortikal nöronlar, işlevsel olarak gerekli değilse, ilgili duyu sisteminden yabancı nöronların ve bunların sinapslarının elimine edildiği bir 'budama' aşamasına geçerler. Kortikal sinir devrelerinin budanmasını ve iyileştirilmesini sağlayan mekanizmalar hala büyük ölçüde tartışılmaktadır. Ancak sürecin çeşitli bileşenleri tanımlanmıştır (85,86). Örneğin, 1947 de Hebb tesadüfi aktivite ilkesine göre, eşzamanlı aktivitenin hem gerekli düzeylerini hem de modellerini sergileyen sinir devreleri gelişim boyunca sabitlenirken beyin, senkronize aktivitenin yetersiz seviyelerine veya anormal modellerine sahip olanları ortadan kaldırmaktadır (87).

Korteksteki duyusal yolların gelişimi ve organizasyonu duyusal deneyime bağlı olduğundan, işitme kaybı gibi duyusal girdi eksikliği, normal büyümeyi ve işlevsel bir duyu sistemi oluşturmak için gereken bağlantıyı geç müdahale edildiğinde geri dönülemez şekilde engeller. Erken çocukluk döneminde de merkezi işitme sistemi oldukça esnek ve gelişime yatkın olduğundan, kortikal plastisitenin hızlı ve yoğun olduğu kritik dönemde, işitme kaybı gibi duyusal bir yoksunluk gelişimsel anormalliklere neden olabilir (86,88). Kortikal olgunlaşmayı ve plastisiteyi yöneten ilkeler çok sayıda ve karmaşık olmasına rağmen nöroplastisitenin iki ilkesi klinik sonuçları önemli derecede etkilemektedir: 1.si kortekse sağlanan yeterli uyarı ve 2. si bu uyarının uygun zamanlamasıdır. Bu iki faktörün,

sensörinöral işitme kaybı olan çocuklarda işitsel korteksin esnekliği açısından kritik öneme sahip olduğu kanıtlanmıştır (86).

Bununla ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında Sharma ve arkadaşları, çocuklarda işitsel yolların olgunlaşma durumunu incelemek için P1 işitsel uyarılmış potansiyelinin latanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda 7 yaşından sonra implante edilen çocukların yaşa uygun P1 latansları gösterdiği, 3,5 yaşından önce implante edilen çocukların, normal gelişimsel sınırlar dahilinde P1 latansları gösterdiği sonucunu elde etmişlerdir. Koklear implantlı (CI) çocuklarda P1 latanslarının aynı yaştaki normal işiten akranları ile karşılaştırıldığı çalışmalarında ise erken implant edilmiş ve normal işiten çocuklar arasında P1 latansı açısından anlamlı bir fark olmadığı sonucunu bulmuşlardır. Bu çalışmaların sonucu, işitsel korteksin normal olgunlaşmasını desteklemek için, işitsel uyaranın gerekli olduğunu ve işitsel yolların maksimum düzeyde plastisiteye sahip olduğu 3.5 yıllık kritik bir süre olduğunu göstermiştir (88–90).

İşitsel korteksin, akustik bilgi girişindeki değişikliklere uyum sağlamamak için kendisini değiştirdiğine dair yapılan başka bir çalışmada, yüksek frekans işitme kaybında işitsel korteksin, tonotopik haritasının yeniden düzenlediği görülmüştür (83).

İşitme kaybının plastisiteye etkilerine bakıldığında Eggermont yaptığı çalışmasında, yenidoğanlarda işitme kaybının, işitsel yol boyunca tonotopik harita değişikliklerine neden olduğu, yetişkinlerde sonradan oluşan işitme kaybının ise yalnızca talamus ve kortekste değişikliğe neden olduğu sonucunu bildirmiştir (91).

Psikoakustik ölçümler ve beyin görüntüleme ile yapılan çalışmalar kortikal yeniden yapılanma yani plastisitenin işitme kaybının derecesine bağlı olabileceğini de işaret etmektedir. Buna bağlı olarak Lambertz ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarında, rezidüel işitme yeteneği olan işitme kayıplı katılımcılarla (grup B) karşılaştırıldığında, tam işitme kaybı olanlarda (grup A), ağırlıklı olarak sağ birincil işitsel kortekste (BA 41), özellikle sağ yarıkürenin Wernicke bölgesinde (BA 22) anlamlı ve güçlü iki taraflı aktivasyon ortaya çıktığı ve yalnızca tam işitme kaybı olan kişilerde mevcut olan, özellikle sağ yarıkürede birincil işitsel alanları içeren işitsel korteksin yeniden düzenlendiği görülmüştür (84).

İşitme kaybı, yalnızca ses yükseltme ve duyu seviyelerine geri dönüş ihtiyacından ibaret değildir. Buna bağlı olarak işitme kaybının yarattığı sonuçlar yalnızca işitme cihazı ve

koklear implantla tam olarak giderilemez. Çünkü işitme kaybı gürültülü arka planda konuşmayı anlamada zorluğa, ses yüksekliği algısındaki bozulmalara ve tinnitusun ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bütün bunlarda merkezi sinir sisteminde inhibitör devrelerdeki değişiklikler, uyarıcı terminallerin çoğalması ve inferior kollikulusta artan spontan aktivite nedeniyle ortaya çıkmaktadır. İşitme kaybından sonra işitme sisteminde, spiral ganglion nöronlarının sayısında azalma, anormal sinaptik yapılanma, koklear çekirdekteki işitsel sinir tepkilerinde fizyolojik değişiklikler olmaktadır. Bu değişikliklerin, inferior kollikulusta ve işitsel kortekste sinaptik iletimi etkileyerek, bozulmuş yanıtlara sebep olduğu gözlemlenmiştir (92,93). Yetişkin beyninde bile, işitme kaybından sonra işitsel beyin sapındaki ağların yeniden düzenlendiği ve sinaptogenez için önemli bir potansiyel olduğu düşünülmektedir (94). Bununla birlikte, erken ve geç implantlandırılmanın etkileri karşılaştırıldığında erken implantlandırılma sonucu "işitsel öğrenmeyi" göstermiş ve geç implant edilmiş çocukların koklear implantlardan faydalanma potansiyelinin zorlaştığı görülmüştür (92,93).

2.7.1. Duyular arası çapraz plastisite

Farklı duyu sistemlerinden gelen bilgiler beyinde bir araya gelerek algı ve bilişin temelini oluşturmaktadır. Beyinde duyu sistemleri ayrı gibi görünseler de aslında karmaşık bir şekilde birbirleriyle entegre halde bulunurlar. Buna bağlı olarak duyular birbirlerini etkilemektedir (95). Duyuların birbirleriyle olan bu bağlantıları beyin plastisitesini de etkiler. Plastisite kısmen sinaptik fonksiyondaki değişikliklere, nöronal ağlardaki senkronizasyon değişimine ve nöronlar arası bağlantı modellerindeki değişime bağlıdır. Kalıcı olarak değişen duyusal uyarılar, sağlıklı beyindeki fonksiyonel bağlantı modellerini değiştirebilir. Buna bağlı olarak duyusal yoksunluk plastisiteyi etkiler. Duyusal yoksunluk önemli bir süre boyunca duyusal girdinin yokluğudur. Yoksunluk sırasında duyusal girdiye uyumu amaçlayan mekanizmalar düzgün çalışmayabilir. Böyle bir durumda kortikal gelişim sürecinde, sinaptik organizasyonda büyük bir yeniden düzenleme meydana gelir: Kapsamlı bir kortikal sinaptogenez aşamasından sonra (insanlarda 2 ile 4 yıl sürer), uyarılmayan hücreler için sinaptik bir eliminasyon yani ‘budama’ başlar. Bu sürece olgunlaşmamış, 'kararsız' bir sinapsın stabil bir sinapsa dönüşmesi eşlik eder (82,83,85,96).

Literatürde hem insanlarda hem de hayvanlarda nöroplastisitenin çalışıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu plastisite, adaptif ve çapraz model olarak ikiye ayrılabilir. Adaptif plastisite, merkezi işitme sisteminin koklear implant gibi yeni bir uyarana yanıt

olarak nasıl değiştiği ve uyum sağladığı ile ilgilidir (95). Çapraz model plastisite ise bir duyu kaybının ardından yeni bir duyusal modalitenin işlevini entegre etmek için nöronların uyarlanabilir yeniden düzenlenmesini ifade etmektedir (97). Yani bir duyusal modaliteden gelen yetersiz girdi, yeni ve sıklıkla geliştirilmiş duyusal modalitelere dayanarak bu eksikliği telafi etmeye çalışır. Bu duruma çapraz modal plastisite denir ve eksik duyusal girdiyi diğer duyusal sistemlerden gelen bilgilerle tamamlamayı amaçlar (98).

Bu bilgi göz önüne alındığında duyusal kaybı olan bireylerde kortekste ne gibi değişimler olduğu sorusu uzun yıllardır incelenmektedir. Özellikle işitsel kortekste duyular arası çapraz plastisitenin incelenmesi, son zamanlarda birçok çalışmanın konusu haline gelmiştir.

İşitsel korteks gelişimi incelendiğinde, işitme kayıplı bireylerde uzun süre işitsel uyarandan yoksun kalanlarda kortikal gelişimde değişiklikler olduğu görülmüştür (99).

Konuşma ve dil becerilerinin optimal gelişimi işitsel kortikal gelişime bağlıdır; bu da yeterli işitsel deneyime bağlıdır. Örneğin, doğuştan işitme kayıplı bir çocuk kritik süre içinde gerekli işitsel uyarıyı alırsa, uygun kortikal olgunlaşma meydana gelir. Yani yaşa uygun işitsel ve sözel dil becerileri oluşur. Aksi durumda çocuk yeterli işitsel uyarı almadığında, yüksek dereceli işitsel korteksin normal şekilde gelişme fırsatı olmaz. Bu durumda, işitsel korteksin başka bir duyu sistemi tarafından devralınmasına ve işitsel korteksin yeniden organize olmasına yol açar (97,100,101).

İşitme kayıplı bireylerin işitsel uyaran eksikliklerini artan görsel yeteneklerle telafi edebildiği, başka bir deyişle, işiten bireylere göre görsel alanda daha iyi performans gösterip göstermedikleri ile ilgili farklı sonuçlarda birçok çalışma yapılmıştır.

Yapılan birçok çalışmada işitme kaybı durumunda özellikle görme duyusunun daha duyarlı hale geldiği ve işitsel korteksin görsel uyaranı işlemek için yeniden organize olarak duyular arası çapraz plastisite oluşturduğu belirtilmektedir. Buna bağlı olarak da bazı çalışmalarda işitme kayıplı bireylerin bazı görsel algı becerilerinde işitenlere göre daha iyi performans sergiledikleri görülmüştür (86,102,103).

Ancak bu durumun birçok değişkene bağlı olabileceği de düşünülmektedir. Örneğin başka bir çalışmada yetişkin CI lı bireylerde görsel-konuşma algısını destekleyen kortikal devrenin, doğuştan işitme kaybı olan ve normal işitmeye sahip bireylerde tanımlananlardan

farklı olabileceği belirtilmektedir (98). Ayrıca duyular arası yeniden yapılanmanın kapsamının büyük ölçüde duyusal yoksunluğun meydana geldiği yaşa bağlı olduğu ve işitme kaybının başlangıç yaşının çapraz modal plastisiteyi etkilediği de belirtilmektedir (95,104).

Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar çeşitli olduğundan ve farklı sonuçlar elde edildiğinden, bununla ilgili daha homojen gruplar oluşturularak işitme kaybının başlangıç yaşı, işitsel uyarandan yoksun kalınan süre gibi faktörler dikkate alınıp daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.8. Görsel Algı

Görme en baskın duyumuzdur. Gözümüze giren ışıktan bunu takip eden karmaşık bilişsel süreçlere kadar, nesnelerin ne olduğu, nerede olduğu ve nasıl hareket ettikleri hakkındaki bilgilerimizin çoğunu görüş alanımızdan elde ederiz. Diğer duyularımızın da yardımıyla çevreden aldığımız uyaranlar duyu sistemlerimizle alınıp beyinde yorumlanır ve çevrenin anlamlandırılması olayı olan 'algı' gerçekleşir. Diğer duyusal ve kortikal sistemler gibi görsel sistem de doğum öncesi gelişimin erken dönemlerinde şekillenmeye başlar. Örneğin retina gebelikten yaklaşık 40 gün sonra oluşmaya başlar ve doğumdan sonraki 1 yıla kadar olgunlaşmaya devam eder. Buna bağlı olarak görsel becerilerdeki gelişmeler keskinlik (ince ayrıntıları çözümleme yeteneği), kontrast duyarlılığı (parlaklık tonlarındaki farklılıkları çözümleme yeteneği), renk duyarlılığı ve farklı hareket yönlerine duyarlılık büyük ölçüde gözün ve kortikal yapıların olgunlaşmasıyla sağlanır (105). Dolayısıyla görsel algı insanın doğumundan itibaren gelişim yolları gibi çeşitli şekillerde gelişerek olgunlaşır. Bu olgunlaşma ile bebekler görsel nesnelere odaklanabilir. Zaman geçtikçe görüntüleri daha net algılarlar ve görme keskinlikleri artar (106). Görme keskinliğindeki artışa paralel olarak derinlik, desen ve yüz algısı da gelişir (107). Öğrenme ve deneyimde bu becerilerin kazanılmasında önemli bir rol oynar (105).

Görsel dikkat oluşması ve görsel bilgilerin doğru işlenmesi yalnızca optik olaylara ve birincil görsel kortekse bağlı değildir. Aynı zamanda frontal, temporal loblar ve bazal gangliyonlar gibi diğer kortikal ve subkortikal alanları da içeren karmaşık bir ağın bütünlüğüne bağlıdır. Bu nedenle gelişim sırasında görme yeteneklerindeki değişikliklerin göz, mercek ve kas gibi yapılardaki sınırlamalardan mı yoksa beyindeki değişikliklerden mi kaynaklandığını belirlemek zordur. Ancak görme ve görsel algı gelişiminde, periferik sistem (retina) gelişiminin katkısı, görme olayını tamamen üstlenemez; yani beyindeki

değişikliklerin de bu süreçte önemli payı bulunmaktadır. Çünkü beyin dış dünyadan gelen duyusal deneyimle kendi kendini yapılandırmaktadır (108).

Algı, çevreden gelen uyaranların duyu organları tarafından alınması ve beyindeki merkezlerde anlamlandırılması sürecidir. Algı, öğrenme olayının gerçekleşmesi için önemlidir. Görme duyusu ile çevreden alınan görsel bilgilerin beyinde yorumlanarak anlamlandırılması yani görülenden anlam çıkarma süreci ise görsel algı olarak tanımlanır (4). Görsel algı sayesinde harfler, semboller, renkler anlamlandırılır, mekanı algılama gibi dış dünyanın farkındalığı kazanılmaktadır. Örneğin; yaklaşan bir arabanın mesafesi ve hızı hakkında bize bilgi verebilir, böylece yolun karşısına geçip geçmeyeceğimize karar verebiliriz.

Görsel algı belli bir sıra ile gerçekleşen tanıma, dikkat etme ve anlamlandırma aşamalarını içermektedir (4,107). Bu aşamalardan ilki olan tanıma; kişinin hedef uyaranı seçip diğer uyaranlardan ayırabilmesi, ikinci aşama olan dikkat etme; kişinin gördüğü uyarana odaklanarak analiz yapıp beyninde organize edebilmesi, son aşama ise analiz ve dikkat süreçlerinin tamamlanarak ilgili uyaranın anlamlandırılmasından oluşmaktadır (108).

Görsel algı yardımıyla yaşam boyunca öğrenilmesi gereken bilgileri, akademik becerileri, ince ve kaba motor becerileri, bilişsel ve dil becerileri kazanılır; gelişim alanları desteklenir. Her ne kadar görsel algı gelişimi belli bir olgunlaşma gerektirse de bazı problemlerden dolayı bu gelişim her çocukta aynı şekilde gerçekleşemez. Buna bağlı olarak görsel algılama sürecinde problem yaşayan çocuklar, bazı becerileri öğrenmede zorlanır ve gelişimleri akranlarının gerisinde kalabilir (4,105).

Görsel algılama, çocukların sembolleri hatırlama, okuma, yazma, heceleme ve aritmetik öğrenme becerilerini destekler; kavramların algılanmasını sağlayarak öğrenme sürecinin temelini oluşturur (107). Bu nedenle erken yaşlardan itibaren görsel algının geliştirilmesi çok önemlidir. Görsel algı sorunu yaşayan çocukların çevrelerindeki bilgileri algılama konusunda sorunlar yaşadıkları ve okul yaşamlarının da olumsuz yönde etkilendiği görülmektedir. Bu durumu yaşayan çocuklar sadece akademik alanda değil motor fonksiyonlarında da sorunlar yaşayabilir. Bunun yanı sıra farklı şekil ve büyüklükteki nesneleri ayırt etmede zorlanabilirler, okul öncesi dönemde doğru iletişim kalıplarını kullanmada sorunlar yaşarlar ve yönergelere dikkat edemezler. Aynı zamanda harflere

bakarak kopyalama gibi alanlardaki sorunlar da okumayı öğrenememe, okurken harfleri atlama, matematik problemlerini yapamama gibi sorunları beraberinde getirir (4,109).

Görsel algı bozukluğunun sonucunda oluşacak problemlerin önüne geçebilmek için özellikle okul öncesi dönemde çocuklarda görsel algı becerileri üstünde durulmalı ve görsel algıyı geliştirecek eğitim programları hazırlanmalıdır.

2.8.1. Görsel algı becerileri

Marianne Frostig görsel algıyı; göz-motor koordinasyonu, şekil-zemin algısı, form sabitliği algısı, uzayda konum algısı ve uzaysal ilişkilerin algısı olmak üzere 5 alanda incelemiştir. Marianne Frostig ve arkadaşları bu beş yeteneğin her birinin bağımsız olarak geliştiğini ve bunlar ile çocuğun öğrenme ve uyum sağlama yeteneği arasında belirli bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Buna bağlı olarak Marianne Frostig tarafından Frostig Görsel Algı Testi çocukların görsel algılama becerilerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (110).

Frostig Görsel Algı Testi; Göz-motor koordinasyonu, şekil zemin ayrımı, şekil sabitliği, mekanda konumun algılanması ve mekansal ilişkilerin algılanması olmak üzere beş alt boyuttan oluşmaktadır (5).

Göz-Motor koordinasyonu; görme ile motor koordinasyon becerisini birlikte değerlendirir. Alt testinde çocuğu farklı genişlikteki sınırlar içinde kesintisiz, düz, kıvrımlı ve açık çizgileri sınırların dışına çıkmadan çizebilmesi istenilerek el göz koordinasyonu değerlendirilir.

Şekil zemin ayrımı; Karmaşık bir arka planda istenilen uyaranı ayırt edebilme becerisini inceler. Alt testte karmaşık geometrik şekiller bulunmaktadır ve aralarından istenilen şekle dikkat edip algılayabilmesini değerlendirir.

Şekil sabitliği; Test içeriğinde, kare, daire, dikdörtgen, elips ve paralel kenar şekilleri bulunmaktadır. Şekilleri farklı açılarda, büyüklüklerde, pozisyonlarda algılayıp ayırt edebilme becerisini ölçmektedir.

Mekanda konumun algılanması; Bir dizi içinde sunulan şekillerin, farklı konumlarda örneğin tersine çevrilmiş ve döndürülmüş hallerini ayırt edebilme becerisini değerlendirir.

Mekansal ilişkilerinin algılanması; iki ya da daha fazla nesnenin kendisiyle ve birbirleriyle olan ilişkilerini algılama olarak tanımlanmaktadır. Şekli oluşturan öğeleri analiz edebilme becerisini ölçmeyi amaçlar.

2.8.2. İşitme kayıplılarda görsel algı konusunda yapılan çalışmalar

İşitme kayıplılarda görsel algı konusunda yapılan çalışmalar görsel algının farklı alt alanlarını değerlendirmiş olup, çalışılan grubun özellikleri de önemli bir faktör olduğundan sonuçlar değişkenlik göstermiştir.

Erden ve arkadaşları, işitme engelli çocukların görsel algılarının değerlendirilmesi amacıyla, işitme kayıplı çocuklarla normal işitmeye sahip çocukların görsel algılarını karşılaştırmıştır. Yaşları 8-10 arasında değişen, her iki kulağında 71 dB ve üzerinde sensörinöral işitme kaybı olan 40 çocuk ve 40 normal işitmeye sahip çocuğun görsel algılarının karşılaştırıldığı bu çalışmada, görsel algının değerlendirilmesi amacıyla Ayres görsel algı testinin şekil-zemin algısı, uzayda konum ve tasarım kopyalama testleri (Ayres Southern California Duyusal Bütünleme testleri) kullanılmıştır. Ele alınan grubun özellikleri ise işitme kayıplı katılımcıların tamamı beyin lezyonu olmaksızın doğuştan işitme kaybına sahiplerdi. Ayrıca işitme engelli çocuklar, sosyo-ekonomik sorunlar nedeniyle okul öncesi dönemde herhangi bir eğitim programı almamışlardı ve rehabilitasyon programlarına katılımları da gecikmişti. Çalışmanın sonucunda normal işitmeye sahip çocukların tüm test puanları, işitme kayıplı çocukların puanlarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Ancak tasarım kopyalama testinin tamamlanma süresi açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Bu çalışmanın sonucunda sağlıklı bir bireyde görsel ve işitsel duyuların uyumla çalıştığı ancak işitme algısındaki bir sorunun bu ayarı bozduğu, bu durumun da işitme engelli çocuklarda görsel algı ve görsel motor yeteneklerde eksikliğe yol açabileceği belirtilmiştir (111).

Odabaşı çalışmasında ise 4 - 8 yaş arasındaki işitme kayıplı ve normal işiten çocukların görsel algı becerileri 43 normal işiten ve 35 işitme kayıplı çocuğa Frostig görsel algı testi uygulanarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda iki grup arasında el göz koordinasyonu, şekil sabitliğinin algılanması, mekanda konumun algılanması ve mekan ilişkilerinin algılanması becerileri yönünden fark bulunmadığı görülmüştür. Yalnızca şekil zemin ayrımı becerisi yönünden işitme kayıplı çocuklar normal işiten çocuklara göre daha kötü performans göstermiştir. Bunun sonucunun da işitme kayıplı çocuklarda, işiten

akranlarına kıyasla okuma, yazma, dikkat ve konsantrasyon becerilerinde daha düşük performansa neden olabileceği belirtilmiştir (2).

İşitme kayıplı bireylerle normal işitenlerin görsel dikkat performanslarının karşılaştırıldığı bir çalışmada ise yaşları 18 - 27 arasında olan 11 normal işiten ve 11 işitme kayıplı bireyin görsel alanın merkezinde ve periferindeki hareketli uyaranı izleme durumları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda işitme kayıplıların periferik görsel alanda daha fazla görsel dikkat performansı gösterdiği görülmüştür (112).

Görsel tarama görevinin kullanıldığı bir çalışmada yaşları 12,5 - 16,5 arasında, bilişsel olarak engeli olmayan 12 işitme kayıplı ve 12 normal işiten çocukla yapılmıştır. Çocukların hedef uyaranı bulma hızını belirlemek için büyük ve küçük harflerden oluşan harf gruplarında istenilen harfi bulmaları istenmiştir. Değerlendirmenin sonucunda normal işitmeye sahip çocuklarla işitme kaybı olan çocukların performanslarında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (113).

İşiten ve işitme kayıplı 8-22 yaş arası bireylerde görsel işlemleme becerileri için yüz tanıma görevi verilerek yapılan bir çalışmada, işitme kayıplı bireylerin işitenlerden daha iyi performans gösterdikleri görülmüştür. Ele alınan grubun özelliklerine bakıldığında, işitme kayıplı katılımcıların hepsinin işaret dilinde deneyimli olduğu ve normal işiten grubun ise işaret dili deneyimi olmadığı bildirilmiştir (114).

Rettenbach ve arkadaşlarının görsel işlemlemeyi değerlendirdikleri çalışmaları 8 normal işitmeye sahip ve 8 işitme kayıplı yetişkine uygulanmıştır. Çalışmalarının sonucunda dikkat gerektiren görevlerde işitme kayıplı yetişkinler, normal işiten kontrollerden daha hızlı tepki vermişler ve işitme kayıplı yetişkinler özellikle dikkat gerektiren görevlerde daha etkili görsel tarama yapmışlardır. Ancak çalışmalarını 49 normal işiten (ortalama yaş 13 yıl 4 ay) ve 49 işitme kayıplı (ortalama yaş 13 yıl 3 ay) çocukla yaptıklarında görsel arama görevlerinde işitme kayıplı grubun tepki süresinin daha uzun olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak işitme kaybında görsel telafinin dikkat gerektiren görevlerle kısıtlı olduğunu ve yetişkinliğe kadar tam olarak gelişmediğini, bu nedenle yetişkinlerin bu görevlerde daha iyi performans gösterdiklerini belirtmişlerdir (115).

2.8.3. İşitme kayıplılarda görsel algı performansını etkileyen faktörler

Literatürde işitme kayıplı bireylerde görsel algı performansını etkileyen faktörlere bakıldığında yaş, cinsiyet, işaret dili kullanımı, implant ya da işitme cihazı kullanım zamanı, özel eğitime başlama yaşı ve devam edilen süre, kullanılan test ya da uyaranın yönteminden kaynaklanan farklılıklar, bireylerin ek engelinin olup olmaması gibi faktörler üzerinde durulmuştur. Katılımcıların özelliklerinden doğan farklılıklar nedeniyle aynı test yönteminin kullanıldığı çalışmalarda bile farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Charlotte ve arkadaşları, koklear implantasyon yapılmayan ileri düzeyde işitme kayıplı çocuklarda periferik görme gelişimini araştırmıştır. Yaşları 5 ile 15 yaş arasındaki işitme kayıplı ve normal işitmeye sahip çocukları karşılaştırmış ve çalışmanın sonucunda 5-10 yaş arasındaki işitme kayıplı çocuklarda periferik görme performansının azaldığını ve tüm uyaranlara karşı daha yavaş tepki sergilediklerini belirtmiştir. 11-12 yaşlarında olan işitme kayıplı ve işiten çocukların ise bu becerilerde eşit performans gösterdiğini belirtmiştir. 13-15 yaşlarındaki işitme kayıplı ergenleri işiten kontrol grubuyla karşılaştırdığında tüm çevresel uyaranlara daha hızlı tepki süreleri gösterdiklerini bildirmiştir (116).

Bross, yaş ortalaması 11 olan işitme kayıplı 6 çocuk ve normal işiten 6 çocuğu karşılaştırdığı çalışmasında, temel bir görsel ayırt etme görevinde 2 grup arasında anlamlı fark olmadığını belirtmiştir (117).

Başka bir çalışmada görsel seçici dikkat görevinde, işitme kayıplı çocuklarda 11 yaşından sonra artış olduğu belirtilmektedir. Bu bireyler 11 yaşına geldiklerinde, anadili işaret dili olan işitme kayıplıların performansı, tüm görevlerde işiten akranlarına eşit veya onlardan daha iyiyken, işaret dili kullanmayan işitme kayıplılarda yaş aldıkça hâlâ eksiklikler görüldüğü belirtilmiştir (118). Buna bağlı olarak hem yaşın hem de işaret dili kullanımının görsel algı performansı üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Yalnızca işaret dili kullanan işitme kayıplı bireylerde, harekete dikkat edilmesinde, posterior superior temporal sulkusun daha fazla aktive olduğu ve bazı alanların erken duyusal yoksunluktan sonra değiştiği belirtilmektedir (119). Bu sonuca bakarak duyusal yoksunluğun zamanı ve süresinin de beyinde değişimlere neden olduğundan algıyı etkilemede önemli olduğu söylenebilir.

Merkezi veya periferik görme alanında sunulan uyaranların da işitme kayıplı ve normal işiten bireylerin karşılaştırılmasında farklılıklara neden olduğunu savunan çalışmalar

bulunmaktadır. İşitme kayıplı bireylerin, periferik görsel alandaki hedeflere merkezi görsel alandaki hedeflerden normal işiten bireylere kıyasla daha hızlı cevap verdikleri bildirilmiştir. Bu durumun normal işitenlerde tam tersi görülmektedir. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanan beyin görüntüleme çalışmalarında, işiten bireylerle karşılaştırıldığında işitme kayıplı bireylerde periferik görevler altında dikkat ile ilgili beyin ağlarının daha aktif olduğu görülmektedir. Ancak bu durumun daha karmaşık görsel görevlerde avantaj sağlayıp sağlamadığı henüz bilinmemektedir (118,119).

Odabaşı, işitme kayıplılarda görsel algı becerilerini değerlendirdiği çalışmasında 4 - 6 yaş ve 6,1 - 8 yaş arası işitme kayıplı çocuklarda kronolojik yaşın etkisini incelemiş ve el göz koordinasyonu testinde 6,1 - 8 yaş arası çocukların daha iyi performans gösterdiğini, yaş ilerlemesiyle görsel algı performansının da arttığını belirtmiştir. Cinsiyetlere göre karşılaştırdığında anlamlı bir fark bulamamıştır. Özel eğitime başlama yaşına göre incelediğinde, 3 yaşından önce başlayanların daha iyi performans gösterdiklerini ancak anlamlı bir etkisinin olmadığını, işitme kaybı derecelerinin de görsel algı puanlarına anlamlı bir etkisinin olmadığını, koklear implant kullananların işitme cihazı kullananlara kıyasla anlamlı olmasa da alt testlerde daha yüksek puanlar aldıklarını belirtmiştir (2).

2.8.4. İşitme kayıplılarda görsel algının diğer becerilere etkisi

Yapılan araştırmalar sonucunda görsel algı becerileri çocukların bilişsel, duygusal, motor, dil ve okuma gelişimlerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle çocukların gelişim alanları desteklenirken görsel algı becerilerinin de üzerinde durulması bu alanlarda eksiklikler yaşanmasını önleyebilir.

İşitme engelli bireylerin becerilerinde önemli farklılıklar vardır ve bu değişkenliğin bir kısmı "öğrenme güçlüğünün" varlığına atfedilmektedir. Öğrenme güçlüğü olan bireylerin en sık belirlenen alt gruplarından birini de görsel algıda eksiklikleri olan bireylerden oluşmaktadır (120). Görsel algı problemi yaşayan çocuklar özellikle görsel hafıza, görsel tamamlama, görsel ayrım, uzaysal ilişki, şekil-zemin algısı alanlarında zorlanmaktadır. Bununla ilişkili olarak görsel algı problemi, öğrenme ve okuma becerilerini de olumsuz yönde etkilemektedir (121). Özellikle görsel şekil-zemin algısı ile okuma arasında bulunan ilişki, görsel şekil-zemin eğitiminin okuma bilmeyen çocuklarda kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Çocuğa bu becerinin kazandırılması ile okumaya başlayabileceğinin mümkün olacağı belirtilmiştir (122).

Okul öncesi dönem çocuklarında görsel algı ve çizim becerileri arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışma sonucuna göre görsel algı becerileri ile çizim becerileri arasında pozitif yönlü düşük oranda anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir (123).

Okul başarısını etkileyen önemli faktörlerden birinin görsel algı becerilerindeki gelişim olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle çocukların harf ve kelime şekillerini ayırt etmesi ile okumanın ilk temelleri atılmaktadır. Okul öncesi yıllarda görsel algı becerilerindeki yetkinliğin dil becerisiyle de yüksek düzeyde ilişkili olduğu ve ikisinin birlikte genel yeteneğin bir parçası olduğu böylece çocuğun öğrenme süreçlerini geliştirdiği belirtilmektedir (124).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Çalışmanın amacı: İşitme kayıplı çocuklarda görsel algı becerilerinin ve vestibülooküler refleks fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve birbirleri ile ilişkilerinin olup olmadığının incelenmesidir.

Literatürde işitme kayıplı çocukların görsel algısının değerlendirildiği çalışmalar ülkemizde yeterli sayıda değildir. Ayrıca elde edilen sonuçlar hala tartışmalıdır ve işitme kayıplılarda görsel algının daha iyi olduğu, daha kötü olduğu ya da iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmadığı sonuçları bulunmaktadır. Görsel algı ile ilgili çalışmaların çeşitlendirilmesi normal ve anormal duyusal gelişim mekanizmalarını anlamaya, işitme kayıplı çocukların ihtiyaçlarının daha net saptanmasına, gelişimleri için rehabilitasyon programlarının daha başarılı planlanmasına yardımcı olacak ve akranlarını gelişimin her alanında yakalamalarına fırsat yaratacaktır.

Bu çalışmada, görsel algının değerlendirileceği testler olan Frostig görsel algı testi ile subjektif vizüel vertikal (SVV) testlerinin sonuçları karşılaştırılacak ve bu testlerin sonuçları arasında ilişki olup olmadığına bakılacaktır. Literatürde sanal gerçeklik teknolojisi ile frostig görsel algı testinin birlikte uygulandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buna bağlı olarak görsel algıyı farklı şekilde değerlendiren bu testlerin sonuçlarının karşılaştırılması; uygulanan test bataryalarından kaynaklı farklı sonuçların elde edildiğini ya da birbirleri ile ne kadar uyumlu sonuçlar verdikleriyle ilgili yorum yapabilmemizi sağlayacak ve literatürdeki farklı sonuçların elde edilmesinin nedenlerini anlamamıza yardımcı olacaktır.

Benzer olarak baş hareketi sırasında bakış stabilizasyonu sağlayıp net bir görüş oluşturan VOR değerlendirmelerinde işitme kayıplılarda farklı sonuçların elde edilmiş olması bu konuda da daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca literatürde görsel algı ile VOR ilişkisinin incelendiği bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu çalışmada VOR fonksiyonunun durumunun görsel algıyla ilişkisinin incelenmesi elde edilen sonuçlara göre literatüre ve belki de sonrasında hazırlanacak klinik ile rehabilitasyon programlarına katkı sağlayacaktır.

Literatürde özellikle çocuklarda fHIT sisteminin kullanıldığı çalışmalar sınırlı olmakla birlikte ülkemizde işitme kayıplı çocuklarda fHIT sisteminin kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, görsel algının hem frostig testi hem de SVV ile değerlendirilmesi, işitme kayıplı çocuklarda fHIT uygulanması ve VOR fonksiyonu ile görsel algı becerileri arasında ilişki olup olmadığının incelenmesi, yapılan ilk çalışma olması özelliğiyle alana katkı sağlayacaktır.

3.2. Araştırmanın Hipotezleri

Hipotez 1:

H0: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların görsel algı becerileri arasında farklılık yoktur.

H1: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların görsel algı becerileri arasında farklılık vardır.

Hipotez 2:

H0: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların Vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonları arasında farklılık yoktur.

H1: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların Vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonları arasında farklılık vardır.

Hipotez 3:

H0: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların Vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonları ile görsel algı becerileri arasında ilişki yoktur.

H1: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların Vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonları ile görsel algı becerileri arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Hipotez 4:

H0: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların subjektif vizüel vertikal test sonuçları arasında farklılık yoktur.

H1: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların subjektif vizüel vertikal test sonuçları arasında farklılık vardır.

Hipotez 5:

H0: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların dinamik subjektif vizüel vertikal test sonuçları arasında farklılık yoktur.

H1: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların dinamik subjektif vizüel vertikal test sonuçları arasında farklılık vardır.

Hipotez 6:

H0: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların sübjektif vertikal testi ile frostig testi arasında ilişki yoktur.

H1: İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların sübjektif vertikal testi ile frostig testi arasında ilişki vardır.

3.3. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş-Boyun Cerrahisi Ana Bilim Dalı Nörootoloji Kliniği'nde Nisan 2024-Haziran 2024 tarih aralığında yapılmıştır.

3.4. Araştırmanın Proje ve Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programına bağlı olarak Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından KA 24/94 nolu projesi 15/09/2024 tarih ve 24/25 sayılı karar ile onaylanmış ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Çalışmanın etik kurul onay formu EK 4 te gösterilmiştir. Çalışma Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Yüksek Lisans Programı tezi olarak yürütülmüştür.

Araştırmaya katılan tüm çocukların ailelerinden imzalanmış "Bilimsel Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" alınmıştır.

3.5. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Ankara'da ikamet eden 4-8 yaş grubu çocuklar oluşturmaktadır. Örneklemini ise, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniğine gelen hasta ve kontrol grup olmak üzere işitme kaybı tanısı olup işitme cihazı ya da koklear implant kullanan 4-8 yaş hasta grubu çocuklar ve normal işitmeye sahip 4-8 yaş kontrol grubu çocuklar oluşturmaktadır.

3.5.1. Çalışmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri

Normal işiten çocukların çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 4-8 yaş aralığında olup, görsel, işitsel, zihinsel ve bedensel herhangi bir engeli bulunmayan,
- Öğrenme güçlüğü tanısı olmayan
- El ve kol ekstremitelerinde, ince ve kaba motor fonksiyon gelişiminde problemi bulunmayan,
- Yönerge alabilen, davranış problemi olmayan çocuklardan oluşacaktır.

İşitme kayıplı çocukların çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 4-8 yaş aralığında olup, işitme kaybı derecesi çok hafiften çok ileri dereceye kadar değişen, işitme kaybı tipi iletim, sensörinöral veya mikst tip işitme kaybı olan, konfigürasyonu düz, yüksek frekanslara doğru artış gösteren ya da alçak frekanslara doğru artış gösteren tek veya çift taraflı işitme kaybı tanısına sahip olan,
- Koklear implant veya işitme cihazı kullanan,
- İşitme kaybına ek bir görsel, zihinsel ya da bedensel engeli olmayan,
- El ve kol ekstremitelerinde, ince ve kaba motor fonksiyon gelişiminde problemi bulunmayan,
- Yönerge alabilen, davranış problemi olmayan çocuklardan oluşacaktır.

3.5.2. Güç analizi ve örneklem seçimi

Araştırma hipotezinin test edilebilmesi için gerekli örnek genişliği hesaplanırken Cohen'in tanımladığı etki genişlikleri kullanılmış olup hesaplamalar G Power 3.1.9.4 programı ile yapılmıştır. Çalışma için gerekli minimum örnek genişliği %80 test gücü ve

%95 güven düzeyini sağlayacak olan işitme kayıplı çocuklar n1=10 ve normal işiten çocuklar n2=10 olmak üzere toplamda gerekli minimum sayı 20 çocuk olarak belirlenmiştir. Buna bağlı olarak çalışmaya uygun olan 15 işitme kayıplı ve 16 normal işiten olmak üzere toplamda 31 çocuk çalışmaya dahil edilmiştir.

3.6. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak katılımcı bilgilerini ve aile onamlarını almak amacıyla Demografik Bilgi Formu ve Onam formu, görsel algı değerlendirmesi için; Frostig Görsel Algı Testi, Subjektif Vizüel Vertikal Test, Dinamik Subjektif Vizüel Vertikal Test, VOR fonksiyonunu değerlendirmek için Fonksiyonel Baş Savurma Testi (fHIT), işitme değerlendirmesi için ise Odyometri Testi uygulanmıştır. Çalışmaya katılan çocuklara uygulanan testler Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniğinde araştırmacı tarafından katılımcılara yapılmıştır.

3.6.1. Demografik bilgi ve onam formu

Demografik Bilgi Formu çalışmaya alınacak çocuğun kendisi, ailesi, eğitimi, fiziki ve gelişimsel özellikleri, varsa işitme kaybı ile ilgili bilgilerin yer aldığı 34 sorudan oluşmaktadır. Form çeşitli çalışmalar incelenerek oluşturulmuştur (Odabaşı, 2023; Demir, 2021; Kaya, 2023; Durmuş, 2023). Demografik Bilgi Formu EK-2 de gösterilmiştir. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu çalışmanın adı ve amacı ile ilgili aileleri bilgilendirmek ve çalışmaya katılımları ile ilgili gönüllülük esasına bağlı olarak onamlarını almak üzere oluşturulmuştur ve EK-1 de gösterilmiştir.

3.6.2. Frostig görsel algı testi

Frostig görsel algı testi, Marianne Frostig tarafından çocukların görsel algı becerilerini değerlendirmek için 1961 yılında geliştirilmiştir. Birçok ülkede bu testin geçerlilik ve güvenirliğinin yüksek olduğu belirlenmiş ve çocuklarda görsel algıyı değerlendirmede çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Aral ve Bütün-Ayhan Frostig görsel algı testini Türkçeye uyarlayarak geçerlik ve güvenirliğini 4 ile 7 yaşlarında olan toplam 1382 çocuk ile yapmışlardır. Frostig Görsel Algı Testi'nin iç tutarlılığına Kuder Richardson 20 katsayısı ile bakılmış ve ölçeğin zamana göre farklı ölçümler verip vermediği test-tekrar test korelasyonu değerlendirilerek hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda test tekrar test değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiş ve Frostig Görsel Algı Testi'nin Türkçe uyarlamasının geçerli ve güvenilir bir ölçme yöntemi olduğu görülmüştür (5). Frostig testinin uygulayıcısı olmak için

araştırmacı tarafından eğitim alındığına dair sertifika Ek-3 te gösterilmiştir. Frostig görsel algı testi 5 alt testten oluşmaktadır (5).

- Alt test 1: El göz koordinasyonunu değerlend irmek için çocuğun önce düz ve geniş 2 çizgi arasından, sonra ise daha dar 2 çizgi arasından sınırları taşırmadan çizgi çizmesi istenmektedir.
- Alt test 2: Şekil zemin ayrımını değerlendirmek için gölgeli bir arka planda belli şekillerin bulunmasını içerir. Testte iç içe geçmiş ve gizlenmiş belli şekillerin bulunması istenmektedir.
- Alt test 3: Şekil sabitliğinin algılanmasını değerlendirmek için farklı büyüklüklerde, pozisyonlarda ve mekanlardaki şekillerin içinden daire ve karelerin bulunması istenmektedir.
- Alt test 4: Mekanda konumun algılanmasını değerlendirmek için yan yana sunulan objelerden farklı ve aynı olanları bulma becerisinin değerlendirildiği alt testtir.
- Alt test 5: Mekan ilişkilerinin algılanmasını değerlendirmek için farklı uzunluk ve açılar kullanılarak kağıtta noktalı alana olan çizgilerin aynısının yine yan tarafta bulunan noktalı alana çizilmesinin istendiği alt testtir.

Testin alt testleri incelendiğinde alt test 1 basit motor becerileri ölçerken, alt test 5 kopyalama ve alt test 2, 3 ve 4 tanıma ve ayırt edebilme becerilerini ölçektedir. Bu beceriler görsel algı sürecinin tamamını kapsayan becerilerden sadece bazılarıdır.

3.6.2.1. Testin uygulanışı ve puanlanması

Test, bireysel ya da gruplar halinde uygulanabilmektedir. Bu araştırma için test her çocuğa bireysel olarak sessiz bir ortamda araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Test süresi yaklaşık 40 dakikadır. Teste başlamadan önce test içeriği çocuğa gösterilmiştir. Test süresince dikkatli olması gerektiği ve araştırmacının istediği yönergelere uygun olarak kurşun ve renkli kalemleri kullanıp çizimler yapacağı çocuğa uygun bir dille açıklanmıştır. Her alt teste uygun yönergeler öncesinde çocuğa açıklanmış ve anladığından emin olunduktan sonra teste başlanmıştır. Alt testlerin uygulanacağı yaşlara dikkat edilerek uygun kalem renkleri seçilip çocuklara yaptırılmıştır. Yaşı küçük olan çocuklar için çember, oval, kare ve dikdörtgeni gösteren şekil kartları hazır bulundurulmuştur. Her alt test kendi içerisinde aşağıda açıklandığı şekilde puanlanmıştır (5).

1. Alt testte çocuk verilen şekilleri sınırlı alan içerisinde düz bir çizgiyle taşırmadan birleştirebilirse 2 puan, sınırlar üzerinde bir çizgi varsa 1 puan, çizgi sınırların dışına çıkarsa ya da belirlenen şekilden diğer şekile çizilememişse 0 puan şeklinde puanlanmaktadır. 1. Alt testte 0 ve 1 puan olan değerlendirmelerde vardır. 1. Alt test için toplam alınabilecek en yüksek puan 30'dur.

2. Alt testte karmaşık şekilleri bulup çizgi sınırlarının kalemle üzerinden her doğru çizimde 1 puan puanlanarak uygulanmaktadır. 2. alt test için toplam alınabilecek en yüksek puan 20 dir.

3. Alt testte çocuğun istenilen şekillere dikkat edip bulması gerekmektedir. Bu alt test her doğru bulduğu ve çizdiği şekile 1 puan verilerek toplamda 17 puanlık bir değerlendirmeden oluşur.

4. Alt testte çocuğun önce aynı satırdaki farklı olan şekli bulması, sonrasında aynı satırda aynı olan şekli bulması istenir. Her doğru cevabı için 1 puan verilerek bu alt test toplamda 8 puandan oluşmaktadır.

5. Alt testte verilen noktalı çizim örneklerinin aynısını doğru bir şekilde çizmesi istenmektedir. Her doğru çizim için 1 puan verilerek bu alt testte toplamda 8 puan alınmaktadır.

Bütün alt testler değerlendirilip puanlar toplandıktan sonra ham puan bulunur. Sonrasında ham puan ve çocuğun yaşı dikkate alınarak testteki tablolarda karşılık gelen puanı belirlenir.

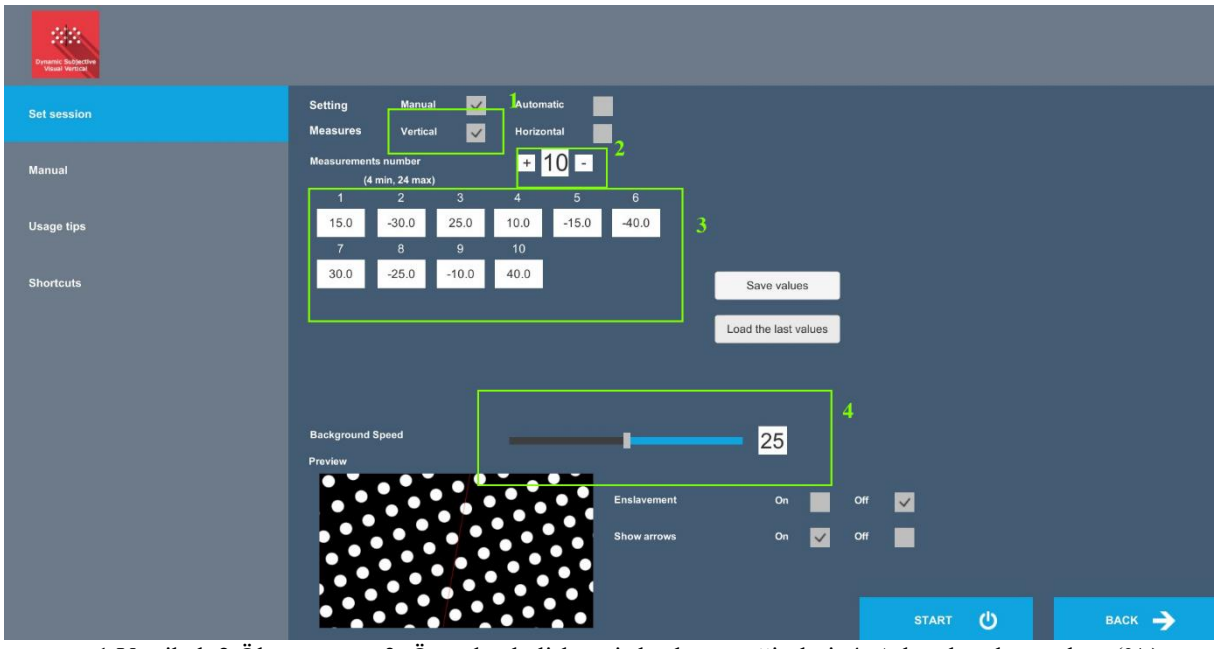
3.6.3. Subjektif vizüel vertikal test

Çalışmada görsel algı, frostig görsel algı testi dışında "Virtualis Balance VR, Fransa Sanal Gerçeklik Sistemi" kullanılarak da değerlendirilmiştir. Subjektif vizüel vertikal test (SVV) dikey görsellik algısını değerlendirmektedir. Çocuklar VR gözlüğü takılarak ayakları yere değmeyecek şekilde oturtulmuş ve gözlük içerisinde farklı eğiklikte açılarla gelen kırmızı çizgileri VR kumandası ile dik yapmaları istenmiştir. Her çocuğa toplamda 10 çizgi sunulmuş ve dik konuma getirdikleri 10 çizgi için aritmetik ortalama alınarak değerler kaydedilmiştir.

3.6.4. Dinamik subjektif vizüel vertikal test

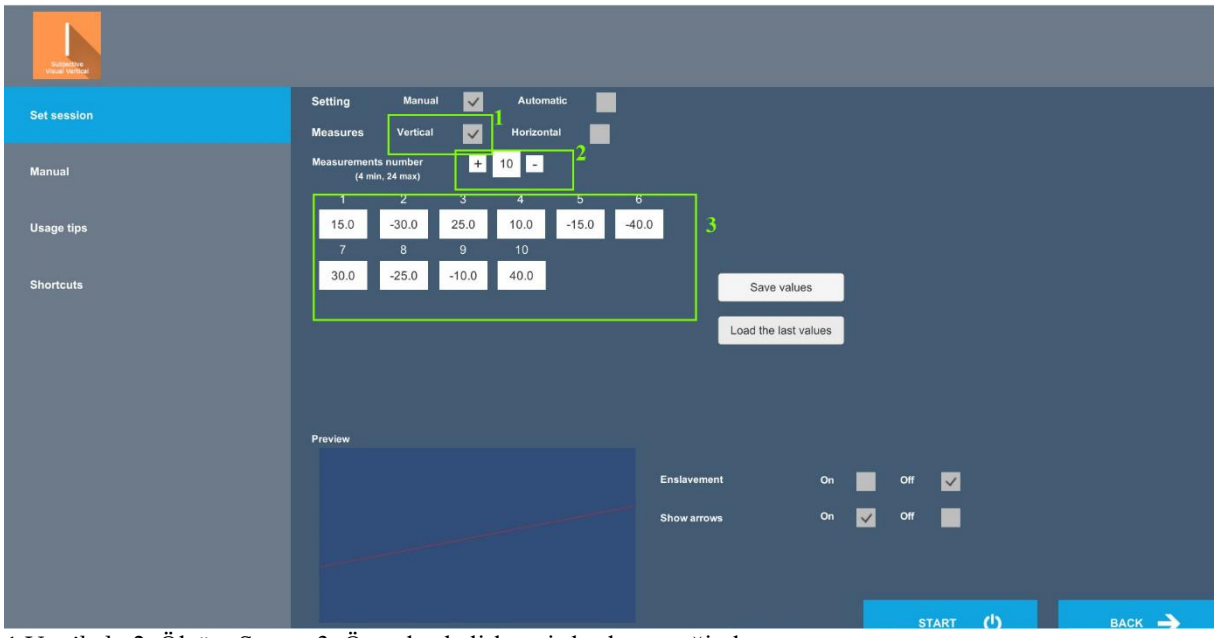
SVV testi bitirildikten sonra dinamik subjektif vizüel vertikal teste (DSVV) geçilmiştir. Çocuktan VR gözlüğü takılıyken siyah arka planda dönen beyaz noktalar varlığında farklı eğiklikte olan kırmızı çizgileri kumanda ile dik yapması istenmiştir. Dönen beyaz noktaların dönme yönü kırmızı çizgiler sağa eğikken soldan sağa, kırmızı çizgiler sola eğikken sağdan sola şeklinde 25°/s hızda sunulmuştur. Bu test içinde her çocuğa toplamda 10 çizgi sunulmuş ve dik konuma getirdikleri 10 çizgi için aritmetik ortalama alınarak değerler kaydedilmiştir.

Şekil 3. 1. A. Testlerin uygulanışı sırasında gönüllünün konumu. Katılımcı çocukların fotoğrafları kullanılmamıştır. B. Testlerin uygulanması için katılımcıların kullandığı kontrol kumandası



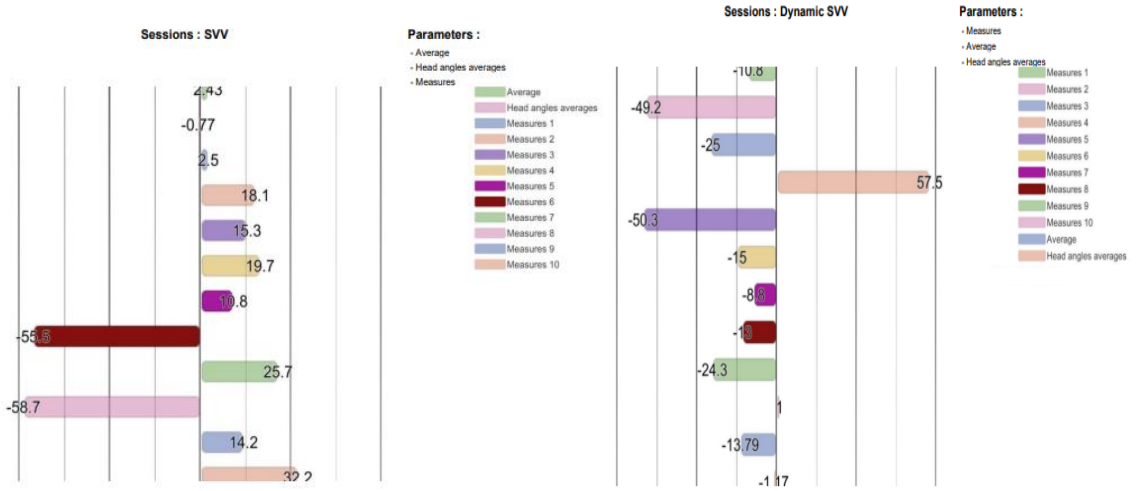
1.Vertikal, 2.Ölçüm sayısı 3. Önceden belirlenmiş başlangıç eğimleri, 4. Arka plan dönme hızı (°/s)

Şekil 3. 2. Dinamik SVV Testi için kullanılan parametreler

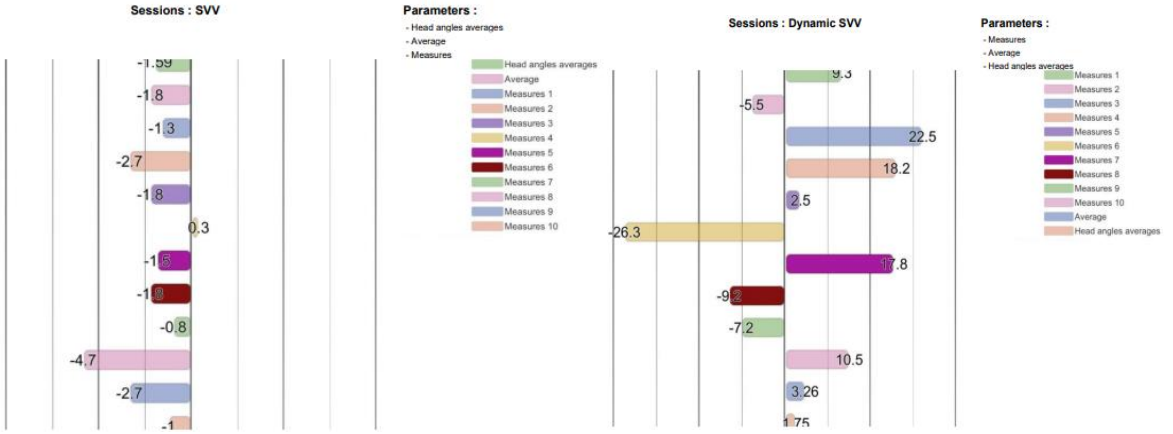


1.Vertikal , 2. Ölçüm Sayısı, 3. Önceden belirlenmiş başlangıç eğimler

Şekil 3. 3. SVV Testi için kullanılan parametreler



Şekil 3. 4. Kİ kullanıcısı katılımcıya ait SVV ve dinamik SVV sonuç ekranı



Şekil 3. 5. Normal işitmeye sahip katılımcıya ait SVV ve dinamik SVV sonuç ekranı

3.6.5. Fonksiyonel baş savurma testi

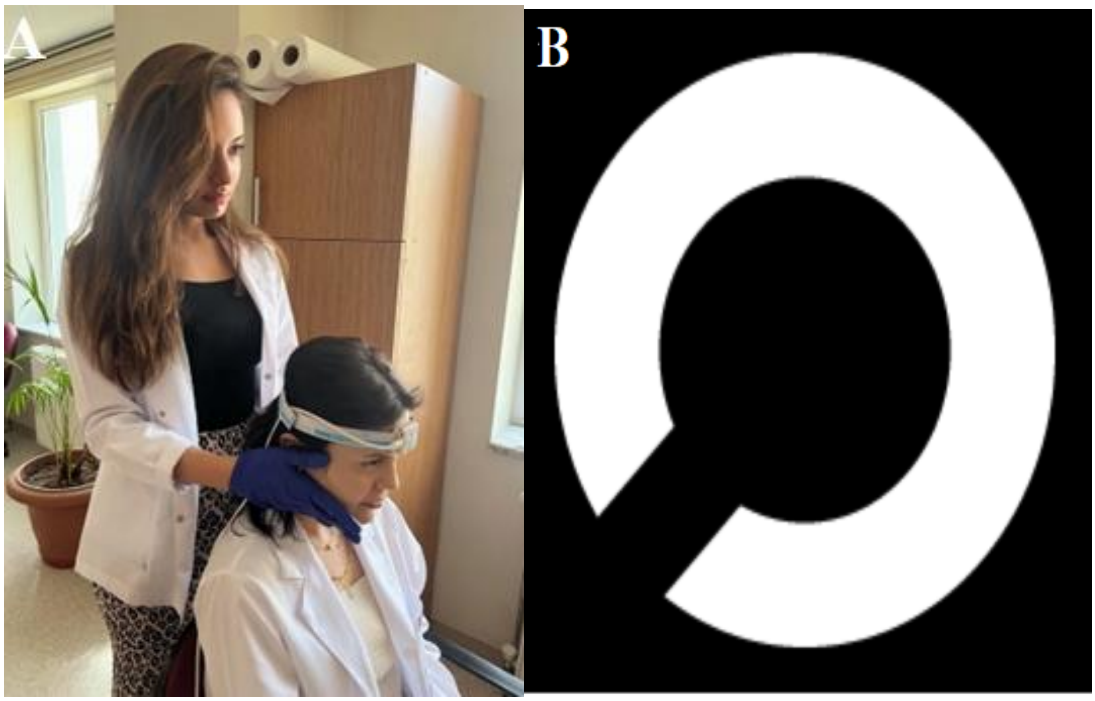
Fonksiyonel Baş Savurma Testi (fHIT) yüksek hız ve ivmede VOR'un bakış stabilizasyon fonksiyonelliğini ölçen algısal bir testtir. Bu test başın rotasyonel hareketi sırasında bilgisayar ekranında kısa süreli gösterilen optotipe görsel olarak odaklanmayı ve sonrasında ekrandaki optotipi doğru seçebilme becerisini ölçer.

fHIT sistemi, bilgisayar yazılımını içeren bir bilgisayar monitöründen, alnın ortasına yerleştirilen bir jiroskoptan ve optotipleri içeren mini klavyeden oluşur. Jiroskop sensör görevi görerek baş savurmaları sırasında başın açısal hızını ve yönünü saptamaktır. Test için her çocuk bilgisayar ekranından 1,5 metre mesafede bir sandalyeye oturtulmuştur. Her

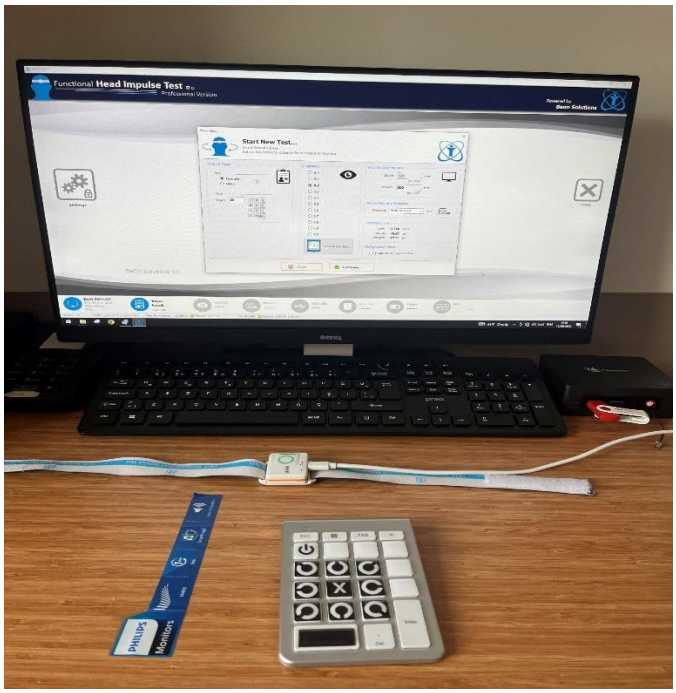
çocuğun görme keskinliği; baş sabitken ekranda farklı büyüklükte gösterilen ve sonrasında mini klavyede seçmesi gereken Landolt C optotipi ile LogMaR cinsinden belirlenir. Bu belirleme yapılırken her 3 doğru cevap sonrasında Landolt C optotipi küçülür ve katılımcı 5'te 3'ünü doğru seçemediğinde ya da hepsine doğru cevap verdiğinde test biter. Böylece her bireyin görme keskinliği saptanarak optotipi en rahat gördüğü büyüklük sistem tarafından kaydedilir. Belirlenen statik görme keskinliğindeki optotip büyüklüğü baş savurma testi boyunca aynı kalır. Her çocuğa baş savurma testine başlanmadan optotipi seçme pratiği yaptırılmıştır. Sonrasında baş sallama testine geçilmiştir. Baş sallama testi için çocuğun alnına jiroskop takılmış ve her çocuğa başını serbest bırakarak ekranda belirecek optotipe odaklanması gerektiği söylenmiştir. Testi uygularken jiroskopla temas edilmemesine ve jiroskopun doğru yerleştirilmesine dikkat edilmiştir. Ekranda jiroskopun hız ile açısal akselerasyonunu gösteren grafik kontrol edildikten sonra test yapılacak SSK seçilmiştir. Bu çalışmada sadece Lateral SSK değerlendirildiğinden her çocuk monitörün 1.5 metre karşısında, baş 30 ° fleksiyonda ve 4000-6000 °/s^2 kafa akselerasyon aralığında baş sağa-sola 10-20° savrularak değerlendirilmiştir. Baş savurma hareketi yapılırken her savurmadan sonra birkaç saniye beklenmiş ve baş orta hatta tekrar döndürülmüştür.

Test boyunca her baş hareketi sonrasında ekranda sekiz farklı yönde Landolt C optotipinden biri 80 msn de belirip kaybolur. Sonrasında ekranda 8 farklı Landolt C optotipinin tamamı gösterilir. Katılımcı elindeki mini kumanda ile 80 msn de belirip kaybolan Landolt C optotipinin hangisi olduğuna karar verir ve kumandadan tuşlar. Çalışmamızın bu karar verme aşamasında çocuklara süre sınırı verilmemiştir.

Testte sonuçları yorumlarken sistem, farklı baş savurmalarındaki hızlanmaya göre VOR fonksiyonelliğini saptadığından, baş savurmaları yönüne göre sağ ve sol olarak, hızlanmasına göre de bölmelere ayrılarak monitörde gösterilmektedir. Monitörde sağ tarafa olan baş hareketleri kırmızı renkle, sol tarafa olan baş hareketleri mavi renkle gösterilmektedir. Ayrıca sistemde her bölmede kaç baş savurma hareketi yapıldığı ve katılımcının optotipi doğru yanıtlama yüzdesi de gösterilir. Böylece testi uygulayan kişi gerekli akselerasyona karar verebilir. Sistemde 1000-7000 °/s^2 baş akselerasyon bölmesi bulunmaktadır. Ancak bu çalışma için 4000-5000-6000 °/s^2 bölmelerinde lateral kanalları uyaracak şekilde sağa ve sola en az 3 tane baş savurma hareketi kaydedilmiş ve değerlendirmeye alınmıştır. 4000-6000 °/s^2 dışındaki baş akselerasyonlarında bulunan doğru cevap yüzdeleri (DCY) analizde kullanılmamıştır.

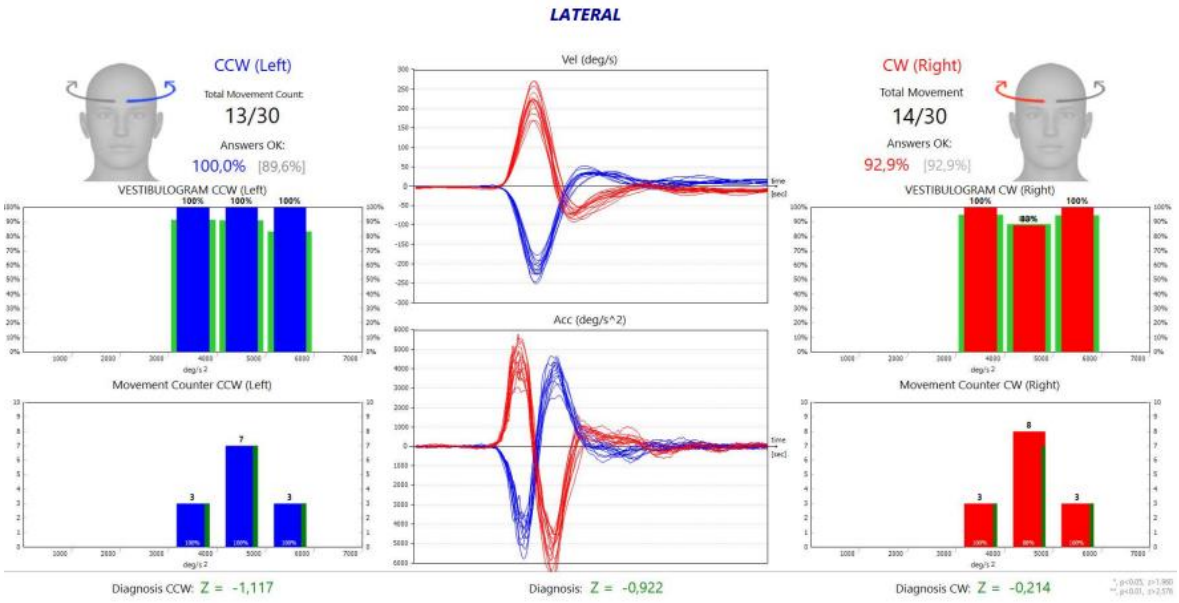


Şekil 3. 6. A. Lateral SSK'ların gönüllü üzerinde değerlendirilme aşaması. Katılımcı çocukların fotoğrafları kullanılmamıştır. B. fHIT testinde kullanılan sekiz olası yönden Landolt C optotip örneğinden biri

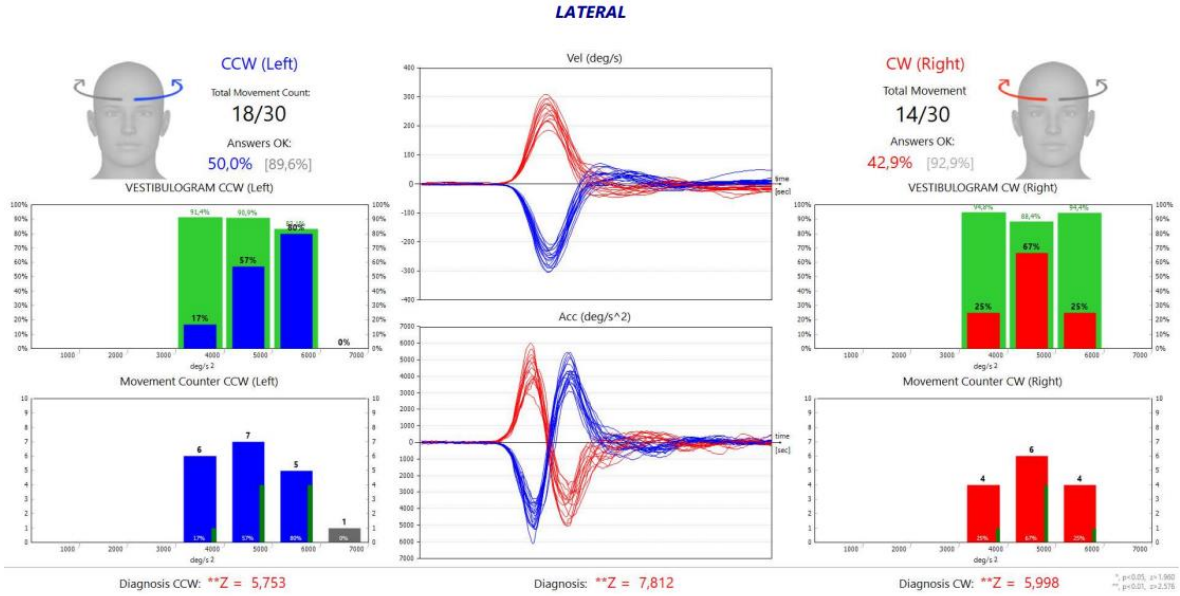


Şekil 3. 7. fHIT sistemi. Hasta kaydı, statik görme keskinliği ve dinamik görme keskinliğinin vertikal kanallarda gerçekleştirilmesini sağlayan test yazılımını içeren monitör

Şekil 3. 8. A. Başın açısal hızı ve yönünü algılayıp ölçen jiroskopun (baş bandı sensörü) gönüllünün alnına yerleştirilme şekli. Katılımcı çocukların fotoğtafları kullanılmamıştır. B. Statik ve dinamik görme keskinliğinin değerlendirilme aşamasında, hastanın monitörde gördüğü hızlıca yanıp sönen (80 msn) Landolt C optotipinin yönünü seçmesini sağlayan mini klavye. C. Başın açısal hızını ve yönünü ölçmek için kullanılan jiroskop (baş bandı sensörü)



Şekil 3. 9. Normal işitmeye sahip katılımcıya ait lateral test sonuç ekranı örneği



Şekil 3. 10. İşitme kaybı olan katılımcıya ait lateral test sonuç ekranı örneği

3.6.6. Odyometri Testi

Bu değerlendirme kişinin duyduğu en düşük şiddetteki sesin tespit edilmesi ile yapılan işitme testidir. Odyometri testi özel olarak yalıtılmış sessiz kabinlerde, kişiye kulaklıktan ya da serbest alanda hoparlörden ses gönderilerek, sesin varlığını fark ettiğinde yanıt vermesi ile gerçekleştirilir. Farklı şiddet ve frekanslarda gönderilen seslerden, kişinin fark edebildiği en düşük ses şiddeti, o frekanstaki işitme eşiği olarak kabul edilmektedir. Genelde odyometre cihazında sık kullanılan frekans aralığı 125-8000 Hz'dir. İşitme kaybı

durumunda kaybın derecesini saptamak amacıyla 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'deki eşiklerin saf ses ortalaması (SSO) alınır ve kaybın derecesi belirlenir.

Bu çalışmada işitme değerlendirmesi Başkent Hastanesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Kliniğinde yapılmıştır. Katılımcı çocuklar işitme değerlendirmesi için sessiz kabine alınarak 500-1000-2000-4000 Hz frekanslarında farklı şiddetlerde sesler verilmiş ve çocuğun duyduğu en düşük şiddetteki sese göre o frekanstaki işitme eşikleri belirlenmiştir. Test işitme kayıplı çocukların implant ve işitme cihazları takılı iken, serbest alanda warble ton uyaran kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Test, hoparlörler baş uzaklığı 0 derece azimuth ile 1 metre mesafede iken Interacoustics marka AC40 Klinik Odyometre ile yapılmıştır. Sonrasında kulaklıktan saf ses gönderilerek 500-1000-2000-4000 Hz frekanslarında cihazsız işitme eşikleri belirlenmiştir. 4 frekansın ortalaması alınarak cihazlı ve serbest alanda işitme eşikleri kaydedilmiştir.

3.7.Verilerin Analizi

Bu araştırma için katılımcılardan toplanan veriler Excel programına kaydedilmiştir. Sonrasında verilerin analizi SPSS v25.0 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tanımlayıcı istatistik olarak; kategorik değişkenlerin değerlendirilmesinde frekans (n) ve yüzde (%), ortalama, standart sapma değerleri kullanılmıştır. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu için Shapiro-Wilk normallik testleri kullanılmış olup tanımlayıcı istatistik olarak; normal dağılıma uygun değişkenler için ortalama ± standart sapma, normal dağılıma uymayanlar için medyan (minimum-maksimum) değerleri verilmiştir. Nicel değişkenler bakımından bağımsız iki grup arasında bir fark olup olmadığı parametrik test varsayımlarının sağlandığı durumda “Student t testi”, sağlanmadığı durumda “Mann-Whitney U testi” olarak belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki parametrik test varsayımlarının sağlandığı durumda Pearson Korelasyon Testi ile parametrik test varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda ise Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. Tüm hipotez testlerinde I. Tip hata olasılığı $\alpha=0.05$ olarak alınmıştır. Araştırma hipotezinin test edilebilmesi için gerekli örnek genişliği hesaplanırken Cohen’in* tanımladığı etki genişlikleri kullanılmış olup hesaplamalar G*Power 3.1.9.4 programı ile yapılmıştır.

4.BULGULAR

Bu çalışma, işitme kayıplı çocukların görsel algı becerilerini ve vestibülooküler refleks fonksiyonlarını normal işiten akranları ile karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın popülasyonu 4-8 yaş grubu çocuklardan oluşmuş ve 15 i işitme kayıplı hasta grup olarak, 16 sı normal işiten kontrol grubu olarak ayrılmış ve tüm katılımcılara Frostig görsel algı testi, fHIT ve SVV testi uygulanmıştır. Frostig testi; el göz koordinasyonu, şekil zemin ayrımı, şekil sabitliğinin algılanması, mekanda konumun algılanması ve mekan ilişkilerinin algılanması olmak üzere 5 alt testten oluşmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatiksel analiz bulguları şu şekildedir:

4.1.Katılımcıların Demografik Bilgileri

Çalışmaya alınan çocuklar işitme kaybı olan hasta grup ve normal işitmeye sahip kontrol grup olarak ikiye ayrılmıştır. İşitme kaybı olan 15 çocuktan 5 i kız, 10 tanesi erkekti. Bu çocukların hepsi bilateral işitme cihazı (İC) ya da koklear implant kullanmakta olup (Kİ) işitme kaybı derecelerine göre orta, orta-ileri, ileri ve çok ileri derece olmak üzere gruplara ayrılmıştır. Normal işitmeye sahip 16 çocuğun 7 si kız, 9 u erkekti. Bu çocukların hiçbirinin ek engeli bulunmamaktadır. Çocuklara ait demografik bilgiler tablo 4.1 ve 4.2 ve 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.1.Tüm katılımcılara ait demografik bilgiler

		Sayı	Yüzde (%)
Gruplar	Hasta	15	48,4
	Kontrol	16	51,6
Cinsiyet	Kız	12	38,7
	Erkek	19	61,3
Yaş Grubu	6,1-8,0	27	87,1
	4,0-6,0	4	12,9
Toplam		31	100,0

Tablo 4.2. Hasta grubuna ait demografik bilgiler

		Sayı	Yüzde (%)
Cihaz kullanımı	İC	5	16,1
	Kİ	10	32,3
	Toplam	15	48,4
İşitme kaybı derecesi	Orta derece	2	6,5
	Orta-İleri derece	2	6,5
	İleri derece	5	16,1
	Çok ileri derece	6	19,4
Özel eğitime başlama yaşı	6 aylıktan önce	2	6,5
	6 ay-1 yaş	4	12,9
	1-2 yaş	6	19,4
	2-3 yaş	1	3,2
	5 yaş sonrası	2	6,5
	Toplam	15	48,5

İC; işitme cihazı, Kİ; koklear implant

Tablo 4.3.Katılımcıların yaş bilgileri

Gruplar	Katılımcı Sayısı	Yaş (yıl)			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Ss
Hasta	15	6,9	4,5	7,9	1,08
Kontrol	16	7,2	5,7	7,9	0,74

Ss; standart sapma

4.2. İşitme Kayıplı ve Normal İşiten Çocukların Görsel Algı Becerilerinin Karşılaştırılması

İşitme kayıplı hasta grupta frostig testinin toplam skoru en düşük 49 ve en yüksek 77 arasında iken, normal işiten kontrol grubunda bu değer 53 ile 69 arasında elde edilmiştir (Tablo 4.4). İki grupta da çocuklar en düşük puanı şekil zemin ayrımı testinden almışlardır. Her iki grupta da en iyi performans el göz koordinasyonu testine aittir. Frostig toplam test skorlarına baktığımızda ise normal işiten çocuklarda frostig toplam test skorları, işitme kaybı olan çocukların toplam skorlarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir. Frostig toplam skorları ve şekil zemin ayrımı alt testinde elde edilen değerler işitme kayıplı çocuklarda anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak el-göz koordinasyonu,

şekil sabitliğinin algılanması, mekânda konumun algılanması ve mekan ilişkilerinin algılanması alt testlerinde iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Hasta ve kontrol grubunun görsel algı becerileri ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları

GA Becerileri	Gruplar	n	Min	Maks	Ort	Ss	p
El-Göz Koordinasyonu	Hasta	15	11	19	14,33	1,839	0,969
	Kontrol	16	13	17	14,31	1,078	
Şekil Zemin Ayırımı	Hasta	15	7	12	8,87	1,457	**0,003***
	Kontrol	16	8	13	10,75	1,612	
Şekil Sabitliğinin Algılanması	Hasta	15	9	17	12,60	2,165	0,901
	Kontrol	16	10	14	12,44	0,964	
Mekanda Konumun Algılanması	Hasta	15	9	17	11,07	1,981	0,235
	Kontrol	16	9	14	11,50	1,549	
Mekan İlişkilerinin Algılanması	Hasta	14	9	14	11,57	1,342	0,187
	Kontrol	16	11	14	11,94	0,854	
Frostig Toplam	Hasta	15	49	77	57,67	7,306	**0,025***
	Kontrol	16	53	69	60,94	4,234	

GA:Görsel algı, Ort: Ortalama, Min: Minimum, Maks: Maksimum, n: Kişi sayısı, *p<0,05 anlamlı kabul edilmiştir.

Çalışmada yer alan işitme kayıplı çocukların hepsi, bilateral ve 2 kulakta aynı derecede olmak üzere orta, orta- ileri, ileri ve çok ileri derece işitme kaybına sahip çocuklardı. Tablo 4.5'te bu dört farklı işitme kaybı derecesine sahip çocukların frostig testinden aldıkları ortalama puanları ve standart sapma değerleri verilmiştir. Tabloya bakıldığında bütün işitme kayıplı çocukların en düşük puanları şekil zemin ayrımı testinden aldığı gözlemlenmiştir.

Dört işitme kaybı derecesine sahip grupta da en iyi performans el göz koordinasyonu testinden elde edilmiştir. Çok ileri derece işitme kaybına sahip grubun ise el göz koordinasyonu, şekil sabitliğinin algılanması ve mekanda konumun algılanması alt testlerinden en düşük puanı aldıkları görülmektedir (Tablo 4.5.)

Tablo 4.5. Hasta grubunun görsel algı becerilerinin işitme kaybı derecelerine göre incelenmesi

Görsel Algı Becerileri	İşitme Kaybı Derecesi	n	Ort±Ss	Min	Maks
El-Göz Koordinasyonu	Orta	2	15±1,414	14	16
	Orta-ileri	2	14±0,00	14	14
	İleri	5	14,80±3,194	11	19
	Çok ileri	6	13,83±0,408	13	14
Şekil-Zemin Ayrımı	Orta	2	8±0,00	8	8
	Orta-ileri	2	8,50±0,707	8	9
	İleri	5	9,60±2,074	7	12
	Çok ileri	6	8,67±1,211	7	10
Şekil Sabitliğinin Algılanması	Orta	2	13±0,00	13	13
	Orta-ileri	2	12,50±0,707	12	13
	İleri	5	14,40±2,408	11	17
	Çok ileri	6	11±1,414	9	13
Mekanda Konumun Algılanması	Orta	2	12±1,414	11	13
	Orta-ileri	2	11±1,414	10	12
	İleri derece	5	12±3,00	9	17
	Çok ileri	6	10±0,632	9	11
Mekan İlişkilerinin Algılanması	Orta derece	2	11±1,414	10	12
	Orta-ileri	2	11,50±0,707	11	12
	İleri	5	12,50±1,732	11	14
	Çok ileri	6	11,17±1,169	9	12

Ort: Ortalama, Ss: standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, n: kişi sayısı

4.3. Çocukların Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) Sonuçları

Fonksiyonel Head Impulse Test (fHIT) sonuçlarında hesaplanan lateral SSK için 4000-5000-6000 °/s^2 aralığındaki doğru cevap yüzdesi (DCY)'nin ve tüm SSK'lar için 4000 - 5000 ve 6000 °/s^2 değerlerindeki her bölmenin (bin) toplam ortalama DCY' nin gruplar arası karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucuna göre işitme kaybı olan ve normal işiten çocukların sol kulak fHIT toplam DCY'lerinde ve sol kulak 4000 °/ s^2 - 5000

°/ s^2 - 6000 °/s s^2 DCY'lerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,05). İki grup arasında sağ kulakta ise fHIT DCY'lerinde ve 4000 – 5000 ve 6000 °/s2 DCY'lerinde gruplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Aynı zamanda normal işitmeye sahip çocuklarda fHIT'in değerlendirilen tüm frekans bölmelerinde ve toplam DCY'lerinde ortalama cevapları daha yüksek elde edilmiştir (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Katılımcılara ait lateral kanal fHIT sonuçlarının karşılaştırılması

		Gruplar	Ort ± Ss	Min	Maks	p değeri
SOL KULAK	fHIT toplam DCY	Hasta	64,20 ± 30,832	5	100	
		Kontrol	87,94 ± 12,777	60	100	**0,013***
	4000 °/ s^2 DCY	Hasta	69,73 ± 34,903	0	100	
		Kontrol	90,69 ± 17,087	50	100	**0,048***
	5000 °/ s^2 DCY	Hasta	65,47 ± 30,956	0	100	
		Kontrol	88,13 ± 18,275	33	100	**0,017***
	6000 °/ s^2 DCY	Hasta	61,40 ± 33,419	0	100	
		Kontrol	83,38 ± 23,571	33	100	**0,042***
SAĞ KULAK	fHIT toplam DCY	Hasta	67,33 ± 29,203	15	100	
		Kontrol	81,56 ± 14,454	50	100	0,216
	4000°/s^2 DCY	Hasta	77,07 ± 39,693	0	100	0,396
		Kontrol	86,63 ± 16,016	60	100	
	5000 °/ s^2 DCY	Hasta	64,80 ± 28,721	17	100	
		Kontrol	76,63 ± 34,366	0	100	0,216
	6000 °/ s^2 DCY	Hasta	62,87 ± 28,417	20	100	
		Kontrol	80,06 ± 15,674	50	100	0,093

Ort; ortalama, Ss; standart sapma, İK; işitme kaybı, DCY; doğru cevap yüzdesi, fHIT; fonksiyonel head ımpulse test, Min; minimum, Maks; maksimum, *p<0,05 anlamlı kabul edilmektedir.

4.4. Çocukların Subjektif Vizüel Vertikal (SVV) Test Sonuçları

Araştırmanın 4 ve 5. hipotezlerinde işitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların subjektif ve dinamik vizüel vertikal test (SVV) sonuçları arasında farklılık olup olmadığı sorgulanmaktaydı. Bu testler vertikal algıyı temsil etmektedir.

2 grup arasında SVV ve dinamik SVV test sonuçlarına bakıldığında işitme kayıplı ve normal işiten çocuklarda SVV testinde 2 grup arasında anlamlı düzeyde fark elde edilmiş (p=0,049) olup işitme kaybı olan çocuklarda SVV ortalama değeri daha yüksek elde edilmiştir. Dinamik SVV testinde ise iki grup ortalamaları arasında anlamlı fark elde edilmemiştir (p=0,423) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Katılımcılara ait SVV ve dinamik SVV sonuçlarının karşılaştırılması

Testler	Gruplar	n	Min	Maks	Ort	Ss	p
SVV	Hasta	15	0,76	22,39	8,1873	7,47480	**0,049***
	Kontrol	16	0,50	5,82	2,8450	1,43318	
DİNAMİK SVV	Hasta	15	0,00	39,16	19,092	11,6250	0,423
	Kontrol	16	2,15	28,88	15,5656	8,4671	

Ort; ortalama, Ss; standart sapma, İK; işitme kaybı, Min:minimum, Maks; maksimum, n: kişi sayısı, *p<0,05 anlamlı kabul edilmektedir.

SVV ile dinamik SVV nin, frostig toplam skoru ve frostig alt testleri ile ilişkisi: İşitme kayıplı çocuklarda frostig toplam skoru ve SVV normal dağılım gösterirken, dinamik SVV normal dağılım göstermemekteydi. Bu nedenle frostig toplam skoru ve SVV normal dağıldığından aralarındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısıyla, dinamik SVV ise normal dağılmadığından Spearman korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir. Bu inceleme normal dağılım gösteren ve göstermeyen diğer testler içinde aynı şekilde yapılmıştır. Bu analiz sonucunda işitme kayıplı çocuklarda SVV ve Frostig testi toplam skoru (FTS) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür (p=0,832). Aynı zamanda dinamik SVV test skorları ile FTS (p=0,339), fHIT sağ ile FTS (p=0,026) ve fHIT sol ile FTS (p=0,424) arasında da bir ilişki bulunmadığı sonucu elde edilmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Testlerin kendi aralarında ilişki incelemeleri

Gruplar	İlişkisi incelenen testler	Pearson korolesyon ilişkisi	p	Spearman's Rho korelasyon ilişkisi	p
Hasta	SVV-FTS	0,060	0,832		
	Dinamik SVV- FTS			0,265	0,339
	fHIT-sağ DCY ve FTS			0,026	0,463
	fHIT-sol DCY ve FTS			-0,054	0,424
Kontrol	SVV-FTS			-0,036	0,896
	Dinamik SVV ve FTS			0,231	0,388
	fHIT-sağ DCY ve FTS			0,013	0,481
	fHIT-sol DCY ve FTS			-0,091	0,368

FTS: Frostig toplam skor, DCY; Doğru cevap yüzdesi, *p<0,05 anlamlı kabul edilmektedir.

Cinsiyete göre bakıldığında testler ikili şekilde karşılaştırılmış ve cinsiyete göre kız ve erkek çocuklar arasında fark olup olmadığı incelenmiştir. fHIT sol DCY ve SVV normal dağılım gösterdiğinden Independent sample t testle, diğerleri ise normal dağılım göstermediğinden Mann Whitney U test ile analize alınmıştır. Bu analize göre cinsiyetler arasında kız ve erkek çocuklarda bu testlerin tamamında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Cinsiyete göre testlerin sonuçlarının karşılaştırılması

Testler	Cinsiyet	Ort ± Ss	Min	Maks	p
SVV	Kız	4,02 ± 3,007	0,50	11,60	0,459
	Erkek	6,318 ± 7,054	1,25	22,39	
Dinamik SVV	Kız	18,465 ± 11,438	1,28	39,16	0,287
	Erkek	16,637 ± 9,209	2,15	34,04	
fHIT sol DCY	Kız	90,33 ± 11,179	58	100	0,798
	Erkek	67,68 ± 28,841	5	100	
fHIT sağ DCY	Kız	86,50 ± 11,188	67	100	
	Erkek	67, 21 ± 26,381	15	100	0,984
Frostig toplam skor	Kız	58,08 ± 5,248	49	68	0,220
	Erkek	60,16 ± 6,517	49	77	

Ort; ortalama, Ss; standart sapma, Min; minimum, Maks; maksimum, n: kişi sayısı, DCY; doğru cevap yüzdesi, *p<0,05 anlamlı kabul edilmektedir.

5.TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmanın amacı işitme kayıplı çocuklarda görsel algı becerilerini ve vestibülooküler refleks fonksiyonlarını değerlendirmekti. Çocuklarda görsel algıyı değerlendirmek için frostig görsel algı testi ve görsel diklik algısını değerlendiren SVV testi kullanılmıştır. Bütün testler 15 işitme kayıplı ve 16 normal işiten çocuk olmak üzere toplam 4-8 yaş aralığında olan 31 çocuğa uygulanmıştır. Bu bölümde, yapılan testlerden elde edilen bulgular aşağıda verilerek literatürdeki diğer çalışmalar ile birlikte tartışılmıştır.

Bu çalışmada ele alınan konulardan biri olan işitme kayıplı ve normal işiten çocukların görsel algıları karşılaştırıldığında iki grup arasında yapılan analiz sonucuna göre frostig görsel algı testinin 2.alt testi olan şekil zemin ayrımı testinde ve frostig toplam puanında iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılığa göre normal işiten çocuklar 2. alt test olan şekil zemin ayrımı testinde ve toplam puan skorunda daha iyi performans göstermişlerdir. Bu sonuca benzer olarak yapılan çalışmalara bakıldığında Cooper ve Arnold 'İşitme Engeli ve Okumada Görsel Algısal Süreçler' ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, yaş ortalaması 11.23 olan 19 işitme kayıplı çocuk ile yaş ortalaması 7.71 olan 19 normal işiten çocuğa Frostig görsel algı testi uygulamışlardır. Test sonucunda işitme kayıplı çocuklar Frostig Testi'nin tüm alt testlerinde normal işiten çocuklara kıyasla daha düşük performans göstermiştir (125).

İşitme kaybı olan çocuklarda, dikkat ve konsantrasyon gerektiren şekil zemin ayrımı becerisinin zayıf olduğu bildirilmektedir. Bunun bir nedeni olarak işitme kaybının kortekste yarattığı olumsuz etkinin algı sistemini de zayıflattığı yönündedir. Bu durumun açabileceği nedenlere bağlı olarak da işitme kayıplı bireylerin dikkatlerinin daha çabuk dağıldığı ve tekrar ilgili uyarana odaklanma konusunda daha fazla problem yaşadıkları bildirilmiştir. Bu çocuklardaki dikkat dağınıklığı ve konsantrasyon bozukluğu durumu da şekil zemin ayrımı becerisindeki performans düşüklüğünü açıklamaktadır (1).

Benzer bir çalışma Odabaşı ve Horasanlı tarafından yapılmıştır. 4-8 yaş arasındaki 35 işitme kayıplı ve 43 normal işiten çocuğun görsel algı becerileri Frostig görsel algı testi uygulanarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda iki grup arasında el göz koordinasyonu, şekil sabitliğinin algılanması, mekanda konumun algılanması ve mekan ilişkilerinin algılanması becerileri yönünden fark bulunmadığı görülmüştür. Fakat şekil

zemin ayrımı becerisi yönünden işitme kayıplı çocuklar normal işiten çocuklara göre daha kötü performans göstermiştir. Ayrıca çalışmada bu becerideki zayıflığın; işitme kayıplı çocuklarda, işiten akranlarına kıyasla okuma, yazma, dikkat ve konsantrasyon becerilerinde daha düşük performansa neden olabileceği belirtilmiştir (2). Bu çalışma sonucuna benzer olarak biz de çalışmamızda şekil-zemin ayrımı becerisinde işitme kayıplı çocukların daha kötü performans gösterdiği bulgusunu elde ettik.

İşiten ve işitme kayıplı bireylerde görsel tarama görevleri kullanılarak yapılan bir başka çalışmada, katılımcılardan önce O'lar arasından Q'nun, sonra da Q'lar arasında O'nun bulunması istenmiştir. O'lar arasında Q'nun bulunmasını gerektiren görevde, işiten ve işitme kayıplı bireylerde tarama performansında önemli farklılık görülmezken, daha zor bir görev olan Q'lar içinde O'nun bulunması istendiğinde işitme kayıplı katılımcıların (9 ms/harf) işitenlere kıyasla (22 ms/harf) bu görevde daha başarılı oldukları görülmüştür (126).

Çocuklar cinsiyetlerine göre frostig görsel algı testindeki performansları açısından karşılaştırıldıklarında kız ve erkek olma durumunun sonuçlar arasında anlamlı bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Bu sonuç da literatürde bulunan bazı çalışma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur (1,3,115,125). Cooper ve Arnold'da yaptıkları çalışmalarında işitme kayıplılarda Frostig görsel algı testi kullanmış ve normal işitenlerin daha iyi performans gösterdiği ayrıca mekanda konumun algılanması yani 4. alt testi dışında Frostig görsel algı testinin diğer 4 alt testinde cinsiyetler arasında anlamlı farklılık bulunmadığı sonucunu elde etmişlerdir (125).

Tuğrul ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında normal işitmeye sahip çocukların görsel algı becerisini değerlendirmek üzere Frostig testini kullanmış ve çalışmalarının sonucunda kız ve erkek çocukların puanlarında anlamlı düzeyde farklılık olmadığını yalnızca el göz koordinasyonu alt testinde anlamlı farklılık olduğunu ve kız çocuklarının daha yüksek puan aldıklarını belirtmişlerdir (1).

Rettenbach ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada da işitme kaybı olan ve normal işiten çocuklarda, gençlerde ve yetişkinlerde görsel algı becerileri karşılaştırılmış ve cinsiyetler arasında görsel algı becerilerinde işitme kaybı olan ve normal işiten grup arasında anlamlı farklılık bulunmadığı sonucunu elde etmişlerdir (115).

Literatürde yer alan çalışmaların sonuçlarında elde edilen farklılıklarda uygulanan test yöntemlerinin farklılığı, ele alınan popülasyonun özelliği gibi nedenler etkili olabilir. Özellikle literatürdeki çeşitli çalışmaların sonucuna da bakıldığında görsel algı kendi içerisinde de birçok alt beceriden oluştuğu için uygulanan testlerin belli bir alt beceriyi daha baskın ölçüyor olması da bu sonuçların çeşitliliğine neden olabilir.

Bosworth ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada tamamen doğuştan işitme engelli olup cihaz kullanmayıp işaret dili kullanan populasyonu, cihaz kullanan populasyonu ve normal işitmeye sahip bireyleri ele almıştır. Böyle bir durumun işitme kayıplı bireylerin görsel algı becerilerini, işitsel yoksunluk süresine ya da işaret dili kullanımına da bağlı olarak değiştirebileceğini belirtmişlerdir (127). İşitsel yoksunluğun korteks yapılarını etkilemesi ve işitme kayıplı bireylerin performans özelliklerini değiştirmesi ile görsel algı becerini de etkilediğini düşünmekteyiz. Bu nedenle homojen bir grupla çalışmanın; karıştırıcı değişkenleri elimine ederek araştırılmak istenen değişkenlere daha çok odaklanılabileceğini düşündürmektedir. Bu çalışmada seçilen bütün işitme kayıplı çocuklar bilateral işitme kaybına sahip, bilateral işitme cihazı ya da koklear implant kullanan, ek engeli olmayan ve iletişim dili olarak işaret dili kullanmayan çocuklardan oluşmaktaydı.

Bosworth ve Dobkins'in yapmış oldukları çalışmada, işitme kayıplı ve normal işiten bireylerde, çevrede hareket yönünü ayırt etme görevini kullanarak, mekansal dikkati araştırdıkları görsel ayrım becerisinde iki grup arasında performansların benzerlik gösterdiğini belirtmiştir (127).

Parasnis ve arkadaşları işitme kayıplı ve normal işiten çocuklarda görsel uzamsal beceri testleri uyguladıkları çalışmalarında iki grubun performanslarının farklı olmadığı sonucunu elde etmişlerdir. Buna bağlı olarak işitme kaybının görsel ayrım becerisini etkilemek için tek başına yeterli bir faktör olmayabileceği ve işaret diline erken maruz kalma ile akıcı işaret dili becerilerinin işitme kayıplı kişilerde görsel uzamsal becerilerin de farklı gelişimine yol açan kritik faktörler olabileceği yorumunu yapmışlardır (128).

Bir başka çalışmada videoya kaydedilmiş toplam 24 maddeyi içeren Duygu Tanımlama Testi kullanılarak çocukların duygusal içeriğe ilişkin işitsel, görsel ve işitsel-görsel algıları değerlendirilmiştir. Çalışma 4.0-6.6 yaşlarında işitme kaybı olan 26 çocuk ve normal işitmeye sahip 14 çocuk ile yapılmıştır. Duygu Tanımlama Testi, öfke, korku, üzüntü ve mutluluk olmak üzere dört duyguya yönelik her biri altışar maddeden oluşan bir testtir.

Çalışmanın sonucunda normal işiten çocuklara kıyasla işitme kaybı olan çocukların işitsel, görsel ve işitsel-görsel duygu algısının daha düşük olduğu ve işitme kaybı derecesine göre algıda anlamlı bir farklılık ortaya çıkmadığı görülmüştür (129).

Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre bütün işitme kayıplı çocuklar, en düşük puanı şekil zemin ayrımı testinden almış olup, en iyi performans el göz koordinasyonu testinde elde edilmiştir. El göz koordinasyonu testinde bütün çocukların en iyi performansı göstermesinin nedeni olarak çocukların herhangi bir motor fonksiyon engeli olmayanlardan seçilmiş olması düşünülmektedir. Çok ileri derece işitme kaybına sahip grup orta, orta-ileri ve ileri derece işitme kaybına sahip gruba kıyasla el göz koordinasyonu, şekil sabitliğinin algılanması ve mekanda konumun algılanması alt testlerinden en düşük puanı almıştır.

SVV testi, baş dönmesi veya dengesizlik şikayeti olan hastalarda utriküler fonksiyonu değerlendirmekte ve aynı zamanda algılanan dikey ile gerçek (yerçekimi) dikey açılarının psikofiziksel bir ölçüsünü göstermektedir. SVV testi, otolit organların bağlantılı olan yolu üzerinde bir disfonksiyonun olup olmadığını göstermede kullanılmaktadır (6,130). Otolit organlar daha önce de belirtildiği gibi fiziksel dikey yönelimin saptanmasına katkıda bulunur ve normal vestibüler fonksiyonu olan kişiler SVV' yi 2 derece gerçek dikey (0 derece) içinde hizalar. Böylece bireyin dikeylik için görsel bir referans noktası olmadan, nesneleri dik saptama becerisi belirlenmiş olur (76,80). Bu çalışmada yapılan SVV ve dinamik SVV test sonuçlarına bakıldığında ise işitme kayıplı ve normal işiten çocuklarda SVV testinde 2 grup arasında anlamlı fark elde edilmişken, dinamik SVV testinde iki grup arasında anlamlı fark elde edilmediği görülmüştür. Dinamik SVV testinde gruplar arasında anlamlı fark olmaması, arka plan hareket ederken her iki grubunda gerçek vertikali belirlemede daha çok zorlandıkları anlamına gelmektedir. SVV'ye baktığımızda ise normal işiten çocukların SVV eğimleri ortalama 2.8° iken işitme kayıplı çocuklarda bu değer 8.1° civarında elde edilmiştir. Sağlıklı bireylerde SVV eğimlerinin değerinin ± 1,5° ile ± 3° aralığında olduğu belirtilmektedir (6,130). Bizim çalışmamızın sonuçlarına baktığımızda normal işiten çocuklar için SVV değerlerinin bu aralıkta elde edilmesi literatürle uyumlu bulunmuştur.

İşitme kaybı ile SVV ve azalan otolit fonksiyonu arasında ilişki olduğu belirtilmektedir. Uzaysal yönelimin, özellikle de yerçekimi dikey algısının, iki taraflı otolit girdisine bağımlılığı nedeniyle işitme kaybı durumunda SVV'nin olumsuz etkilenmesi muhtemeldir. Sensörinöral işitme kayıplı çocukların SVV algısında anormallikler olduğu ve koklear implantlarından gelen uyarının bu bozuklukları düzeltmeye yardımcı olacağı

düşünülerek yapılan bir çalışmada, koklear implant kullanan çocukların büyük bir kısmının, anormallik yönündeki görsel eğimlerle artan asimetrik bir zayıflığa sahip olduğu sonucu elde edilmiştir (131). Bu sonuçta işitme kayıplı grupta zayıflık görüldüğünün belirtilmesi bizim çalışma bulgumuzla da uyum göstermektedir.

SVV değerlerinin yaşla değişimini inceleyen bir çalışmada, Japonyada 63 hastayla yapılmış ve SVV'de yaşın önemli olmadığı ancak dinamik SVV'de yaş artışı ile birlikte dinamik SVV sapma miktarının da arttığı sonucu elde edilmiştir (8).

4-8 yaş arası çocuklarla yapılan bu çalışmada SVV değerlerinin normal işiten sağlıklı çocuklar için literatürde belirlenen normal sapma aralığında olması yaşın önemli olmadığı bulgusunu desteklemektedir. Dinamik SVV değerlerine bakıldığında bu çalışmada normal işiten çocuklar için sapma değeri ortalama 15° civarında iken işitme kaybı olan çocuklar için ortalama 19° civarında elde edilmiştir.

Lee ve arkadaşları farklı bir marka kullanarak yaptıkları sanal gerçeklik sistemi dinamik SVV çalışmalarında 40 sağlıklı bireyde dinamik SVV değerini 1.5° - 3° aralığında elde ettiklerini bildirmişlerdir (132). Kobayashi ve arkadaşları ise bu çalışmada olduğu gibi arka plan dönüş hızı 30 °/s de yaptıkları dinamik SVV çalışmasında ortalamayı 8.5° olarak elde ettiklerini belirtmişlerdir (8). Bizim çalışmamızdaki normal işitmeye sahip sağlıklı çocukların dinamik SVV değeri ortalamasının bu çalışmalarda elde edilen ortalamadan farklı olmasının nedeni olarak çocukların yaşlarının 4-8 yaş aralığında olması ve literatürde sanal gerçeklik sisteminin kullanılarak dinamik SVV testinin yapıldığı çalışmalarda bu yaş aralığına ait çalışmaların bulunmaması olabilir. Dinamik SVV ile ilgili kısıtlı sayıda çalışma olmakla birlikte bu çalışma gibi küçük yaş grubu ile çalışılan bir araştırmaya rastlanmamıştır. İlerisi için yapılacak çalışmalarda farklı hızlarda kullanılarak bu yaş aralığındaki çocuklar için testin tekrarlanmasının bulgularımızı destekleyerek literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

İşitme kayıplı çocuklar ile normal işiten çocukların fHIT sonucuna göre işitme kaybı olan ve normal işiten çocukların sol kulak fHIT toplam DCY'de ve sol kulak 4000 °/s^2 - 5000 °/s^2 - 6000 °/s^2 DCY arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde ettik. İki grup arasında sağ kulakta ise fHIT DCY'de ve 4000 – 5000 ve 6000 °/s^2 DCY'de gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığını tespit ettik. Aynı zamanda fHIT'in değerlendirilen tüm frekans bölmelerinde ve toplam DCY'de normal işitmeye sahip çocukların ortalama cevaplarının

daha yüksek olduğunu gözlemledik. Bu farklılığın ortaya çıkmasında işitme kayıplı çocukların cihaz kullanma zamanındaki farklılıkların ve kulak öncelik sırasının etkisi olabileceği düşünüldü. Ailelerden alınan bilgilere göre 15 işitme kayıplı çocuktan 5'i işitme cihazı kullanmaktaydı ve bu kullanım bilateral kulakta eş zamanlı gerçekleşmişti. Bilateral koklear implant kullanan çocukların sayısı ise 10 du. Bu çocukların 3'ü eş zamanlı implant olmuş, 5 i ilk sağ kulaktan, 2 çocuk ise ilk sol kulaktan ve diğer kulağa 1-3 yıl aralık içerisinde implant ameliyatı yapılmıştı. İşitme kayıplı çocukların normal işiten çocuklara göre fHIT doğru cevap yüzdelerinin düşük elde edilmesi, aktif kafa hareketi sırasında tanınan optotipin doğru yanıt yüzdesinin normal işiten çocuklara göre düşük olduğu anlamına gelmektedir.

İşitme engelli bireylerin normal işiten akranlarına göre bazı dikkat, hafıza ve üst düzey bilişsel becerilerde zorlanmaları "öğrenme güçlüğünün" varlığına atfedilmektedir. Öğrenme güçlüğü olan bireylerde en sık görülen problemlerden birinin de görsel algı problemi olduğu görülmüştür (120). Görsel algı problemi yaşayan çocuklar özellikle görsel hafıza, görsel tamamlama, görsel ayrım, uzaysal ilişki, şekil-zemin algısı alanlarında zorlanmaktadır. Daha önce şekil zemin ilişkisinin ne olduğundan bahsedilmişti. Bu çalışmada da Frostig görsel algı testinin alt testlerinden biri olan şekil zemin ayrımı becerisinde işitme kayıplı çocuklar normal işiten akranlarına kıyasla zorlanmışlardır. Buna bağlı olarak görsel algı problemi, öğrenme, okuma ve benzer görselleri tanıma-ayırt etme becerilerini de olumsuz yönde etkilemektedir (121). Özellikle görsel şekil-zemin algısı ile okuma arasında bulunan ilişki, görsel şekil-zemin eğitiminin okuma bilmeyen çocuklarda kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bilgiden yola çıkarak işitme kayıplı bireylerin fHIT'te kafa hareketi sırasında çıkan optotipi okuma – tanıma performansının düşük elde edilmesi literatürde işitme kaybının neden olduğu yukarıda belirtilen durumlar ile uyumludur.

Bu araştırmanın sonunda testlerin birbirleriyle ilişkisi olup olmadığı da incelenmiş olup işitme kayıplı ve normal işitmeye sahip çocuklarda SVV ve Frostig testi toplam skoru (FTS) arasında, dinamik SVV test skorları ile FTS, fHIT sağ ile FTS ve fHIT sol ile FTS arasında bir ilişki bulunmadığı sonucu elde edilmiştir. Literatürde bu testlerin bir arada yapıldığı ve dolayısı ile ilişkisinin incelendiği tek çalışma bu olduğundan testlerin birbiri ile ilişkisinin olup olmadığı ile ilgili başka araştırmalar yapılarak sonuçlar genellenebilir.

fHIT ile ilgili çocuklarda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri disleksi tanısı olan ve normal gelişim gösteren çocuklarda vestibüler sistemin fonksiyonel

özelliklerini ve günlük denge performansını değerlendirmek için vestibülo-oküler refleks (VOR) yanıtlarının işlevselliğini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Disleksi tanısı alan 15 katılımcı çalışma grubuna, 15 sağlıklı katılımcı ise kontrol grubuna dahil edilmiştir. Çalışmanın sonunda iki grup arasında yapılan karşılaştırmalarda sağ taraftaki uyarılarda tüm parametrelerde (4000-5000-6000 °/s^2 ve toplam) anlamlı bir fark olduğu, sol tarafta ise sadece 4000 °/s^2 ve toplam doğru cevap yanıtlarında anlamlı fark olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda fHIT, disleksi grubunda vestibüler performansın işlevselliğindeki farklılığı ortaya çıkarmış ve disleksi gibi öğrenme güçlüğü yaşayan çocuklarda fHIT kullanımının vestibüler sistemin değerlendirilmesi ve izlenmesinde yardımcı olabileceği düşünülmüştür (133).

Koklea ve vestibüler reseptörler, SSK ve otolit organlar ile hem anatomik hem de filogenetik olarak yakından ilişkilidir. Bu nedenlerden dolayı iç kulakta oluşan herhangi bir anormallik veya hastalık yalnızca işitmeyi değil, aynı zamanda denge duyusu yani vestibüler sistemi de etkileyebilir (134). Vestibüler sistemin de görsel-uzaysal yetenek, dikkat, bilişsel işlem yeteneği, hafıza ve yürütücü işlevler üzerinde etkisi olduğu belirtilmektedir (135). Bu bilgilere dayanarak işitme kayıplı çocukların vestibüler sistemlerinin etkilenmesine bağlı olarak SVV'de, fHIT'te ve Frostig görsel algı testinde normal işiten akranlarına kıyasla düşük performans elde etmeleri bununla da açıklanabilir.

Ancak fHIT ile yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte işitme kayıplı çocuklarda fHIT kullanılarak yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun yerine işitme kayıplı çocuklarda vHIT ile yapılan çalışmalar mevcuttur. vHIT testi vestibülo-oküler refleks kazancını değerlendirerek denge sistemindeki periferik hasarın tanısında kullanılır (135,136).

İşitme kayıplı çocuklarda vHIT ile yapılan çalışmalara bakıldığında; koklear implant kullanan 11 ve normal işitmeye sahip 12 çocukta yapılan vHIT testi sonucunda işitme kayıplı implant grubunun normal işiten gruba kıyasla tüm SSK larda ve otolit fonksiyon testlerinde anlamlı derecede daha yüksek vestibüler kayıp oranlarına sahip oldukları görülmüştür (137).

Koklear implantasyon sonrası vestibüler fonksiyondaki değişikliklerin yetişkinlerde %20-40 aralığında olduğu bildirilirken, çocuklarda prevalansın %9-50 arasında değiştiği bildirilmektedir (138).

vHIT ile VOR kazancını değerlendiren başka bir çalışmada, tek taraflı (n = 12) ve iki taraflı (n = 4) koklear implant kullanan çocuklar ile normal işitmeye sahip 20 çocuk karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın amacı pediatrik yaştaki koklear implantasyonun yüksek frekans lateral SSK VOR'unu olumsuz etkileyip etkilemediğini saptamaktı. Çalışmanın sonunda Kİ kullanıcıları ile normal işiten akranları arasında anlamlı bir lateral SSK VOR kazancı farkı bulunamamıştır. Tek taraflı implant kullanan grupta, "CI-ON" koşulunda ölçülen lateral SSK VOR kazancı, hem implantlı hem de implantsız kulakta "CI-OFF" koşuluna göre önemli ölçüde daha yüksek elde edilmiştir. Bilateral implant uygulanan grupta ise her iki tarafta da iki durum arasında fark bulunmamıştır. Bu çalışmanın sonucu işitme kayıplı çocukların implante edilmemiş kulağının, normal işiten gruba kıyasla anlamlı bir farklılık bulunmayan lateral SSK VOR'una sahip olduğunu göstermiştir (138). Ancak bu çalışmanın sonuçları, işitme kaybı olan çocuklarda vestibüler disfonksiyon prevalansının normal işiten çocuklara göre daha yüksek olduğunu bildiren bir çalışma sonucuyla uyumlu bulunmamıştır (139)

Bir başka araştırma ise bilateral implantasyonun çocuklarda vestibüler ve denge fonksiyonu üzerindeki etkisi ile ilgili metodoloji ve sonuçların değişken olduğunu ve bununda araştırmalardan genel sonuçlar çıkarmayı zorlaştırdığını vurgulamaktadır (140).

Tüm bu çalışmalara bakarak çocuklarda bu çalışmada sağ ve sol kulakta fHIT toplam DCY’nin farklılıklarında altta yatan birçok mekanizma olabilir. Bu farklılıkların anlaşılması için daha çok çalışmaya gerek duyulmaktadır.

İşitme kaybı gibi gelişimsel eksikliklerde vestibüler sistemin rolü ve bilişsel gelişimle olan bağlantıları baz alındığında, işitme kayıplı grubun detaylı bir vestibüler test bataryası ile değerlendirilmesi önemlidir. Bu çalışmada, çocukların yaş aralığının yakın olması, işitme kayıplı grubun ek engelinin olmaması gibi karıştırıcı olabilecek değişkenlerin ekarte edilmesi çalışmanın güçlü yönlerini oluşturmaktadır. Ayrıca çalışma işitme kayıplı çocuklarda fHIT, frostig testi ve SVV’nin arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürdeki ilk çalışmadır. Öte yandan örneklem büyüklüğünün az olması ve VOR değerlendirirken fHIT yanında vHIT kullanılmaması bu çalışmanın sınırlılıkları olarak görülmektedir. Daha büyük örneklem büyüklüğü ve daha geniş yaş aralığı gruplarıyla çalışmanın benzerlerinin tekrarlanması önerilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı işitme kayıplı çocuklarda görsel algı becerilerinin ve vestibülooküler refleks fonksiyonunun değerlendirilmesi ve yapılan testlerin birbirleri ile ilişkilerinin olup olmadığının incelenmesidir.

Literatürde işitme kayıplı çocukların görsel algısının değerlendirildiği çalışmalar ülkemizde yeterli sayıda olmamakla birlikte elde edilen sonuçlar tartışmalıdır. Görsel algı ile ilgili çalışmaların çeşitlendirilmesi normal ve anormal duyusal gelişim mekanizmalarını anlamayı böylece işitme kayıplı çocukların ihtiyaçlarının daha net saptanmasını ve gelişimleri için rehabilitasyon programlarının daha başarılı planlanmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada görsel algıyı değerlendiren frostig testinin kullanılmasının yanı sıra görsel algıyı farklı bir yöntemle de değerlendiren SVV testinin kullanılması, fHIT ile yine baş hareketi olsa bile görsel algı ile ilgili görsel tanıma becerisinin değerlendirilmesi ve yapılan bu testler arasındaki ilişkinin incelenmesi bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayırmış ve çalışmaya önem kazandırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1. Normal işiten çocuklarda frostig görsel algı testi toplam test skorları ve alt testlerden biri olan şekil zemin ayrımı alt testinin skorları, işitme kaybı olan çocukların sonucuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir ($p<0,05$).
2. Bütün işitme kayıplı çocuklar en düşük puanı şekil zemin ayrımı testinden almıştır. Bu sonuçta işitme kayıplı çocukların özellikle bu beceride zorlandıklarını ve rehabilitasyon eğitimlerinde şekil-zemin ayrımı becerisi üzerinde uzmanların durması gerektiğini göstermektedir.
3. Dört işitme kaybı derecesine sahip grupta da en iyi performans el göz koordinasyonu testinde elde edilmiştir. Bunun nedeninin bu çocukların herhangi bir motor fonksiyon engeli olmayanlardan seçilmesi olduğu düşünülmektedir.
4. Çok ileri derece işitme kaybına sahip grup frostig testinin 3 alt testi olan; el göz koordinasyonu, şekil sabitliğinin algılanması ve mekanda konumun algılanması alt testlerinde, orta, orta ileri ve ileri derece işitme kaybı olan gruba göre en düşük puanı almıştır.
5. Yapılan fHIT testinde sol kulakta hem toplam DCY'de hem de 4000 °/s² - 5000 °/s² - 6000 °/s² baş akselerasyonlarında gruplar arasında istatistiksel olarak normal işiten çocukların lehine anlamlı fark bulunmuştur. İki grup arasında sağ kulakta ise anlamlı

farklılık görülmemiştir. Bu sonuca göre normal işiten çocuklar baş akselerasyonları sırasında daha iyi bir görsel tanıma becerisine sahip olabilir.

6. SVV testinde 2 grup arasında anlamlı fark elde edilmişken, dinamik SVV testinde iki grup arasında anlamlı fark elde edilmemiştir. SVV testinde normal işitmeye sahip çocuklar SVV eğimlerini ortalama 2.8° normal aralıkta saptarken, işitme kayıplı çocuklarda bu değer 8.1° civarında elde edilmiştir. Bu sonuç işitme kayıplı çocukların normal işiten akranlarına kıyasla vestibüler sisteminde etkilendiği vertikal algılarında farklılıklar olduğunu düşündürmüştür.
7. Frostig görsel algı testi, SVV, dinamik SVV ve fHIT'te ikili şekilde cinsiyetler arasında farklılık olup olmadığına bakıldığında bu analize göre kız ve erkek çocuklarda bu testlerin tamamında cinsiyetler arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür.
8. Testlerin birbirleri ile ilişkisine bakıldığında ise; SVV- FTS, dinamik SVV-FTS, fHIT sağ-FTS ve fHIT sol-FTS arasında bir ilişki bulunmadığı sonucu elde edilmiştir.
9. Bu çalışmada normal işiten akranlarına kıyasla işitme kayıplı çocuklarda; fHIT'te zayıf fonksiyonel VOR performansı ve SVV testinde de düşük performans bulguları elde edilmiştir. Bu sonuç çalışmada da değinildiği gibi vestibüler sistemin bilişsel gelişim üzerindeki etkisi baz alınarak bilişsel gelişimi de desteklemek amacıyla bu çocuklarda fonksiyonel VOR egzersizlerini de içeren vestibüler rehabilitasyon planlanmasını sağlayabilir.
10. Aynı zamanda işitme kayıplı çocukların SVV testlerindeki düşük performansları nedeniyle mekansal oryantasyonlarını geliştirmek için sanal gerçeklik sistemlerini kullanarak kontrollü bir ortamda uyaranlar sunmak vertikal algılarını iyileştirebilir. Böylelikle denge, postür ve mekansal oryantasyonun düzenlenmesine katkı sağlayan vertikal algı geliştirilerek bu çocukların yaşam kalitesi arttırılabilir.
11. İşitme kayıplı çocuklarda beyin plastisitesinin cross modal reorganizasyon göstermesi beklenirken, erken dönemde cihazlandırma, işitme kayıplıları normal işitenlere plastisite yönünden benzer duruma getirmektedir. Buna bağlı olarak; yine de normal işitenler kadar iyi görsel algı becerileri göstermemelerinin sebebi, işitme kaybı nedeniyle etkilenen vestibüler sistem olabilir.

İşitme kaybı gibi gelişimsel eksikliklerde vestibüler sistemin rolü ve bilişsel gelişimle olan bağlantıları baz alındığında, işitme kayıplı grubun detaylı bir vestibüler test bataryası ile değerlendirilmesi önemlidir. Bu çalışmada, çocukların yaş aralığının yakın olması, işitme kayıplı grubun ek engelinin olmaması gibi karıştırıcı olabilecek değişkenlerin ekarte edilmesi çalışmanın güçlü yönlerini oluşturmaktadır. Ayrıca çalışma işitme kayıplı çocuklarda fHIT, frostig testi ve SVV arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürdeki ilk çalışmadır. Öte yandan örneklem büyüklüğünün az olması ve VOR değerlendirirken fHIT yanında vHIT kullanılmaması bu çalışmanın sınırlılıkları olarak görülmektedir. Daha büyük örneklem büyüklüğü ve daha geniş yaş aralığı gruplarıyla çalışmanın benzerlerinin tekrarlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Tuğrul B, Aral N, Erkan S, Etikan Ġ. Altı yaşındaki çocukların görsel algılama düzeylerine Frostig gelişimsel görsel algı eğitim programının etkisinin incelenmesi . Journal of Qafqaz University. 2001;8:67–84.

2. Odabaşı E. İşitme Kayıplı Çocuklarda Görsel Algının Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. [konya]: KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü; 2023.

3. Odabaşı E, Horasanlı B. İşitme Kayıplı Çocuklarda Görsel Algı. KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2023;4(1):32–45.

4. Aral N. Öğrenme Sürecinde Görsel Algılama. Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi. 2021;6(2):43–52.

5. Aral N, Ayhan BA. Frostıg Görsel Algı Testi'nin Türkçeye Uyarlanması. International Journal of Social Science. 2016;(50):1–22.

6. Ashish G, Augustine AM, Tyagi AK, Lepcha A, Balraj A. Subjective visual vertical and horizontal in vestibular migraine. The journal of international advanced otology. J Int Adv Otol. 2017;13(2):254–8.

7. Dakin CJ, Rosenberg A. Gravity estimation and verticality perception. In: Handbook of Clinical Neurology. 2018. p. 43–59.

8. Kobayashi H, Hayashi Y, Higashino K, Saito A, Kunihiro T, Kanzaki J, et al. Dynamic and static subjective visual vertical with aging. Auris Nasus Larynx. 2002;29(4):325–8.

9. Emekçi T, Erbek HS. The relationship between functional head impulse test and age in healthy individuals. Journal of Vestibular Research . 2022;32(2):123–34.

10. Versino M, Corallo G, Colnaghi S, Mandalà M, Ramat S. The functional head impulse test: Comparing gain and percentage of correct answers. Prog Brain Res. 2019;248:241–8.

11. Karababa E, Satar B, Genç H. Evaluation of effects of optokinetic and rotational stimuli with functional head impulse test (fHIT) in individuals with motion sickness. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. 2023;280:3149–56.

12. Litovsky R. Development of the auditory system. Handb Clin Neurol. 2015 Jan 1;129:55–72.

13. Maroonroge, S. DEHMD, 2000 undefined. Basic anatomy of the hearing system. usaarl.health.mil [Internet]. [cited 2024 Feb 22]; Available from: https://usaarl.health.mil/assets/docs/hmds/Section-15-Chapter-8-Ear-Anatomy.pdf

14. Erdoğan AA. Yaşlılık Döneminde İşitme Kaybı ve İşitme Kaybına Yaklaşımlar. Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care [Internet]. 2016 Mar 15 [cited 2024 Feb 22];10(1):1. Available from: https://dergipark.org.tr/en/pub/tjfmpc/issue/24141/256213

15. Nieman CL, Oh ES. Hearing Loss . Annals of Internal Medicine. 2020;173(11).

16. Audioarchive. https://audioarchive1.blogspot.com/2020/12/periferik-isitme-sistemi.html. 2020. Periferik İşitme Sistemi.

17. Sundar P, Chowdhury C, Kamarthi S. Evaluation of Human Ear Anatomy and Functionality by Axiomatic Design. Biomimetics [Internet]. 2021 [cited 2024 Feb 22];6(31):2–14. Available from: https://www.mdpi.com/2313-7673/6/2/31

18. Audioarchive [Internet]. 2020 [cited 2024 Feb 22]. Periferik İşitme Sistemi. Available from: https://audioarchive1.blogspot.com/2020/12/periferik-isitme-sistemi.html#

19. Funnell WRJ. Low-frequency coupling between eardrum and manubrium in a finite-element model. J Acoust Soc Am [Internet]. 1996 May 1 [cited 2024 Feb

23];99(5):3036–43. Available from: /asa/jasa/article/99/5/3036/778047/Low-frequency-coupling-between-eardrum-and

20. Fields TN, Schnetzer L, Brister E, Yates CW, Withnell RH. An assessment of a conical horn waveguide to represent the human eardrum. J Phys D Appl Phys [Internet]. 2018 Apr 13 [cited 2024 Feb 23];51(18):185401. Available from: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6463/aab93f

21. Csillag A. The Organ of Hearing and Equilibrium. In: Atlas of the Sensory Organs . 2005. p. 1–83.

22. Song WJ. Study on Human Auditory System Models and Risk Assessment of Noise Induced Hearing Loss . 2010.

23. Aydın Erdinç, Türkoğlu Seda, Özlüoğlu Ln. Patuloz Östaki Tüpü . Kbb Forum. 2005;4(1):40–2.

24. Şahin Ş, Aktaş B,. Bej Of En, 2023. Sigaranın Kronik Otitis Media Hastalarında Östaki Tüpü Fonksiyonu ve Cerrahi Sonuçlar Üzerindeki Etkileri. search.proquest.com [Internet]. [cited 2024 Feb 23]; Available from: https://search.proquest.com/openview/6396ebd510a103f24cae4260866b1fa4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=6525828

25. A. R. Møller. Hearing Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System. 2nd Edition. Academic Press; 2006.

26. Peterson DC, Reddy V, Launico M V., Hamel RN. StatPearls Publishing. 2023. Neuroanatomy, Auditory Pathway.

27. Richard M. Warren. Auditory Perception: An Analysis and Synthesis . 3rd Ed. Cambridge University Press; 2008.

28. Fritzsch B, Pan N, Jahan I, Elliott Karen L. Inner ear development: building a spiral ganglion and an organ of Corti out of unspecified ectoderm. Cell Tissue Res. 2014;361(1):7–24.

29. Özer, F. Yenidoğan Sarılığının Afferent ve Efferent İşitme Sistemi Üzerine Geç Dönem Etkisi. Ankara; 2022.

30. Pickles JO. Auditory pathways: anatomy and physiology. In: Handbook of Clinical Neurology,. Queensland; 2015. p. 3–25.

31. Di Salle F, Esposito F, Scarabino T, Formisano E, Marciano E, Saulino C, et al. FMRI of the auditory system: understanding the neural basis of auditory gestalt. Magnetic Resonance Imaging . 2003;21:1213–24.

32. CHOMPIPAT P. https://www.alamy.com/stock-photo-the-auditory-system-is-the-sensory-system-for-the-sense-of-hearing-135199605.html?imageid=39D04E12-87A8-47F4-8792-4FF862477AE9&p=341230&pn=1&searchId=ed894df8b646698c19917e6e510c8723&searchtype=0. 2019. The Auditory Pathways.

33. Evren, M. İnsan Işitme Sisteminin Yapısal ve Işlevsel Özelliklerinin Üç Boyutlu Modelleme ve Grafık Animasyon ile Gösterilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. [İzmir]: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2010.

34. Lang-Roth, R. Hearing impairment and language delay in infants: Diagnostics and genetics. GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg. 2014;13.

35. Şenkal, ÖA. Derecesine ve Lokalizasyonuna Göre İşitme Kayıpları. In: Belgin E, Şahlı S, editors. Temel Odyoloji. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri; 2015. p. 301–22.

36. Alshuaib, WB., Al-Kandari, JM., Hasan, SM. Update on Hearing Loss. Bahmad F, editor. Vol. 4. InTech; 2015. 30–80 p.

37. Matas CG, Leite RA, Gonçalves IC, Neves IF. Brainstem Auditory Evoked Potential in Individuals with Conductive and Sensorineural Hearing Losses. Arch Otolaryngol. 2005;9(4).

38. Anastasiadou S, Al Khalili Y. Hearing Loss. StatPearls Publishing. 2019;

39. Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. ASHA. 1981;23(7):493–500.

40. Fife TD. Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. In: Handbook of Clinical Neurophysiology. 2010. p. 5–17.

41. Cengiz DU, Erbek HS, Çolak SC, Kurtcu B, Birişik SD, Karababa E, et al. Evaluation of vestibulo-ocular reflex with functional head impulse test in healthy individuals: normative values. Front Neurol. 2023;14.

42. Leigh RJ, Brandt T. A reevaluation of the vestibulo-ocular reflex: New ideas of its purpose, properties, neural substrate, and disorders . Neurology. 1993;43(7):1288–95.

43. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review. NeuroRehabilitation [Internet]. 2013 [cited 2024 Mar 5];32(3):437–43. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23648598/

44. Hızal E. Farklı Zaman Aralıkları ile Tekrarlanan Baş Hareketlerinin Video Head Impulse Test (Vhıt) Ölçümleri Üzerindeki Etkileri [Yüksek Lisans Tezi]. [Ankara]: Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2015.

45. Fetter M. Vestibulo-Ocular Reflex. Neuro-Ophthalmology. 2007;40:35–51.

46. Day BL, Fitzpatrick RC. The vestibular system. Current biology [Internet]. 2005 Aug 9 [cited 2024 Mar 4];15(15):583–6. Available from: http://www.cell.com/article/S0960982205008377/fulltext

47. Şahin C. Vestibüler Sistem Anatomi, Fizyolojisi ve Bozuklukları. Nobel Medicus. 2008;5(3):5–8.

48. Emami SF. Sensitivity of Vestibular System to Sounds. J Otol. 2023;29(3):141–5.

49. Knight J, Andrade-Sienz M. The senses 1: hearing, balance and common pathologies of the ear. Nurs Times [Internet]. 2022 [cited 2024 Mar 10];118(10):38–42. Available from: https://www.proquest.com/docview/2919454578?accountid=15426&sourcetype=Magazines

50. Aydın G. Vestibüler Sistem, Kısımları ve İşleyişi. In: Vestibüler Rehabilitasyon, Değerlendirme ve Tedavi Yaklaşımları. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p. 1–5.

51. Highstein SM, Holstein GRH. The Anatomy of the vestibular nuclei. Prog Brain Res. 2006;151:157–203.

52. Piker E, Garrison DB. Clinical neurophysiology of the vestibular system. In: Handbook of clinical audiology. 2015. p. 381–98.

53. Bronstein AM, Patel M, Arshad Q. A brief review of the clinical anatomy of the vestibular-ocular connections—how much do we know? Eye. 2015;29(2):163–70.

54. Ardıç FN. Denge Sisteminin İşleyişi. In: VERTİGO. US Akademi; 2018. p. 2–20.

55. Jafarov S. Periferik Vestibüler Sistem Hastalıklarının Değerlendirilmesinde Video Baş İtme Testi (Vhıt) İle Kalorik Test, Spontan Nistagmus, Post-Head Shakıng Nistagmus ve Servikal Vemp Sonuçlarının Karşılaştırılması [Tıpta Uzmanlık Tezi]. [Ankara]: Başkent Üniversitesi ; 2016.

56. Szentagothaı J. The Elementary Vestıbulo-Ocular Reflex ARC . J Neurophysiol. 1950;13(6):395–407.

57. Hızal, E., Özlüoğlu, LN. Benign Paroksismal Pozisyonel Vertigo. In: Ardıç NF, editor. Vertigo. 2018. p. 259–75.

58. Halmagyi, GM., Curthoys, IS. A Clinical Sign of Canal Paresis. Archives of Neurology . 1988;45(7):737–9.

59. Biswas, A. Clinical audio-vestibulometry for otologists and neurologists. 5th ed. Mumbai: Bhalani Publishing House; 2017.

60. Walsh, EM., Bojrab, DI. The Vestibulo-ocular Reflex and Head Impulse Testing. In: Diagnosis and Treatment of Vestibular Disorders. Springer; 2019. p. 67–74.

61. Grossman, GE., Leigh, RJ., Bruce, EN., Huebner, WP., Lanska, DJ. Performance of the human vestibuloocular reflex during locomotion. J Neurophysiol. 1989;62(1):264–72.

62. Ramaioli C., Colagiorgio P., Sağlam M., Heuser F., Schneider E., Ramat S., et al. The Effect of Vestibulo-Ocular Reflex Deficits and Covert Saccades on Dynamic Vision in Opioid-Induced Vestibular Dysfunction. Plos One. 2014;9(10):1–5.

63. Sjögren J., Fransson PA, Karlberg M., Magnusson M., Tjernström F. Functional Head Impulse Testing Might Be Useful for Assessing Vestibular Compensation After Unilateral Vestibular Loss. Frontiers in Neurology. 2018;9:1–7.

64. Takahashi M, Tsujita N, Akiyama I. Vestibulo-ocular reflex and gaze functions in a patient with congenital inner ear anomalies. Arch Otorhinolaryngol. 1988;245:255–8.

65. Herdman SJ. Computerized dynamic visual acuity test in the assessment of vestibular deficits. In: Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System. 2010. p. 181–90.

66. Biswas A. Clinical audio-vestibulometry for otologists and neurologists. 5th ed. Mumbai: Bhalani Publishing House; 2017.

67. Schubert MC, Shepard NT, Jacobson G, Shepard N. Balance function assessment and management. In: Practical anatomy and physiology of the vestibular system. 2008. p. 1–12.

68. Curthoys IS, MacDougall HG, Vidal PP, de Waele C. Sustained and Transient Vestibular Systems: A Physiological Basis for Interpreting Vestibular Function. Frontiers in Neurology. 2017;8:1–15.

69. Baloh RW. Robert Bárány and the controversy surrounding his discovery of the caloric reaction. Neurology. 2002;58(7):1094–9.

70. Kırkım G, Olgun Y. Rotasyonel Sandalye Testi. In: Ardıç FN, editor. Vertigo. US Akademi; 2019. p. 109–12.

71. Demer JL, Honrubia V, Baloh RW. Dynamic visual acuity: a test for oscillopsia and vestibulo-ocular reflex function. . Am J Otol. 1994;15(3):340–7.

72. Colagiorgio P, Colnaghi S, Versino M, Ramat S. A New Tool for Investigating the Functional Testing of the VOR. Front Neurol. 2013;4:1–9.

73. Curthoys IS, McGarvie L, Burgess A, MacDougall H, Halmagyi G, Rey-Martinez J, et al. A review of the geometrical basis and the principles underlying the use and interpretation of the video head impulse test (vHIT) in clinical vestibular testing. Front Neurol. 2023;14.

74. Ramat, S., Colnaghi S.., Boehler A., Astore S, Falco P.., Mandalà M. et al. A Device for the Functional Evaluation of the VOR in Clinical Settings . Frontiers in Neurology. 2012;3:1–8.

75. Emekci, T. Fonksiyonel Baş Savurma Testinin Yaş ile Korelasyonu. Ankara; 2021.

76. Kobayashi, H., Higashino, K., Saito A., Kunihiro, T., Kanzaki, J., Goto, F. Dynamic and static subjective visual vertical with aging. Auris Nasus Larynx. 2002;29:325–8.

77. Zwergal A., Brandt,T., Dieterich, M. Assessment of verticality perception – tools and clinical application. Neurologie & Rehabilitation. 2019;25:18–22.

78. FERREIRA LR., FERREIRA F., CAMPOS F., LUVIZUTTO GJ., SOUZA L. Evaluation of subjective vertical perception among stroke patients: a systematic review. Neuro-Psiquiatr. 2021;79(11):1026–34.

79. Brodsky JR, Cusick BA, Kenna MA, Zhou G. Subjective visual vertical testing in children and adolescents . The Laryngoscope. 2016;126(3):727–31.

80. Akin F, Murnane O. Subjective Visual Vertical Test. Seminars in Hearing . Semin Hear. 2009;30(4):281–6.

81. Gür, G. Adolesan İdiyopatik Skolyozda Spinal Stabilizasyon Eğitimi ve Vücut Farkındalığı Eğitiminin Subjektif Vertikal Algılama ve Gövde Simetrisi Üzerine Etkisinin Araştırılması. Ankara; 2015.

82. Oberman, L., Pascual-Leone, A. Changes in Plasticity Across the Lifespan: Cause of Disease and Target for Intervention. In: Progress in Brain Research. 2013. p. 91–120.

83. Yan, J. Development and Plasticity of the Auditory Cortex. CANADIAN ASSOCIATION OF NEUROSCIENCE. 2003;30:189–200.

84. Lambertz, N., Gizewski, ER., De Greiff, A., Forsting, M. Cross-modal plasticity in deaf subjects dependent on the extent of hearing loss. Cognitive Brain Research. 2005;25:884–90.

85. Huttenlocher, PR., Dabholkar, AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. J Comp Neurol. 1997;387(2):167–78.

86. Cardon G, Campbell J, Sharma A. Plasticity in the Developing Auditory Cortex: Evidence from Children with Sensorineural Hearing Loss and Auditory Neuropathy Spectrum Disorder. J Am Acad Audiol. 2012;23(6):396–411.

87. Hebb, DO. Spontaneous Neurosis in Chimpanzees Theoretical Relations with Clinical and Experimental Phenomena. Journal of Biobehavioral Medicine. 1947;9(1):3.

88. Sharmaa, A., Dorman, MF. Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications. oto-rhino-laryngology. 2006;64:66–88.

89. Sharma, A., Gilley, PM., Dorman, MF. Cortical reorganization in children with cochlear implants. Brain Res. 2008;1239:56–65.

90. Sharma, A., Dorman, MF., Spahr, AJ. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. Neuroreport. 2002;13(10):1365–8.

91. Eggermont, JJ. Acquired hearing loss and brain plasticity. Hear Res. 2017;343:176–90.

92. Ryugo, D. Auditory neuroplasticity, hearing loss and cochlear implants. Cell Tissue Res. 2015;361(1):251–69.

93. Hildebrandt, H., Hoffmann, NA., Illing, R. B. Synaptic reorganization in the adult rat's ventral cochlear nucleus following its total sensory deafferentation. PLoS One. 2011;6(8):1–13.

94. Tyler, RS., Quentin, A. Summerfield. Cochlear Implantation: Relationships with Research on Auditory Deprivation and Acclimatization. Ear Hear. 1996;17(3):38–50.

95. Ghazanfar, AA., Schroeder, CE. Is neocortex essentially multisensory?. . Trends Cogn Sci. 2006;10(6):279–85.

96. Frasnelli, J., Collignon, O., Voss, P., Lepore, F. Crossmodal plasticity in sensory loss. Prog Brain Res. 2011;191:233–49.

97. Campbell, J., Sharma, Anu. Visual Cross-Modal Re-Organization in Children with Cochlear Implants. PLoS One. 2016;11(1):1–18.

98. Alzaher M, Vannson N, Deguine O, Marx M, Barone P, Strelnikov K. Brain plasticity and hearing disorders. Rev Neurol (Paris). 2021 Nov 1;177(9):1121–32.

99. Shibataa DK. Differences in brain structure in deaf persons on MR imaging studied with voxel-based morphometry. American Journal of Neuroradiology. 2007;28(2):243–9.

100. Sharma, A., Campbell, J., Cardon, G. Developmental and cross-modal plasticity in deafness: Evidence from the P1 and N1 event related potentials in cochlear implanted children . International Journal of Psychophysiology. 2015;95(2):135–44.

101. Sladen, DP., Tharpe, AM., Ashmead DH, Grantham DW, Chun MM. Visual Attention in Deaf and Normal Hearing Adults: Effects of Stimulus Compatibility. Journal of Speech Language and Hearing Research. 2005;48(6):1529–37.

102. Kok, MA., Chabot, N., Lomber, SG. Cross-modal reorganization of cortical afferents to dorsal auditory cortex following early- and late-onset deafness. Journal of Comparative Neurology. 2014;522(3):654–75.

103. Sadato, N., Yamada, H., Okada, T., Yoshida, M., Hasegawa, T., Matsuki, KI., et al. Age-dependent plasticity in the superior temporal sulcus in deaf humans: a functional MRI study. BMC Neurosci. 2004;56.

104. Strelnikov, K., Rouger, J., Demonet, JF., Lagleyre, S., Fraysse, B., Deguine, O., et al. Visual activity predicts auditory recovery from deafness after adult cochlear implantation. Brain. 2013;136(12):3682–95.

105. Scott, P. Johnson. Development of visual perception. WIREs Cognitive Science. 2011;2(5):515–28.

106. Kellman, PJ,, Arterberry, ME. Perceptual development the handbook of child psychology. Cognition. Cognition, Perception and Language,. 2006;6:109–60.

107. Ahmetoğlu, E., Aral. N., Ayhan, AB. A comparative study on the visual perceptions of children with attention deficit hyperactivity disorder. Journal of Applied Sciences. 2008;8(5):830–5.

108. Farroni, T., Menon, E.. Visual Perception and Early Brain Development. Encylopedia on Early Childhood Development. 2008;5:1–6.

109. Melekoğlu, MA., Yıldız, M. Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Bireylerin Okuduğunu Anlama Becerileri Konusunda Gerçekleştirilmiş Araştırmaların İncelenmesi. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2020;21(3):1274–303.

110. Maslow, P., Frostig, M., Lefever, DW., Whittlesey, JRB. The Marianne Frostig Developmental Test of Visual Perception, 1963 Standardization. Perceptual and Motor Skills. Percept Mot Skills. 1964;19(2):463–99.

111. Erden, Z., Otman, S., Bayrakci, TV. Is visual perception of hearing-impaired children different from healthy children? Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2004;63(8):281–5.

112. Bavelier, D., Tomann, A., Hutton, C., Mitchell, T., Corina, D., Liu, G., et al. Visual Attention to the Periphery Is Enhanced in Congenitally Deaf Individuals. The Journal of Neuroscience. 2000;20(17):1–6.

113. Sheila E. Henderson, Leslie Henderson. Levels of Visual-Information Processing in Deaf and Hearing Children. Am J Psychol. 1973;86(3):507–21.

114. Megreya AM, Bindemann M. A visual processing advantage for young-adolescent deaf observers: Evidence from face and object matching tasks. Scientific Reports . 2017;7:1–6.

115. Rettenbach, R., Diller, G., Sireteanu, R. Do Deaf People See Better? Texture Segmentation and Visual Search Compensate in Adult but Not in Juvenile Subjects. Journal of Cognitive Neuroscience . 1999;11(5):560–83.

116. Charlotte, C., David, B., Michael, P., Olivier, P. Deaf and hearing children: a comparison of peripheral vision development. Dev Sci. 2011;14(4):725–37.

117. Bross M. Resıdual Sensory Capacıtıes Of The Deaf: A Sıgnal Detectıon Analysıs Of A Vısual Dıscrımınatıon Task. Percept Mot Skills. 1979;48(1):187–94.

118. Dye MWG, Hauser PC, Bavelier D, Baker CI. Is Visual Selective Attention in Deaf Individuals Enhanced or Deficient? The Case of the Useful Field of View . PLoS One. 2009;4(5):1–7.

119. Bavelier D, Brozinsky C, Tomann A, Mitchell T, Neville H, Liu G. Impact of Early Deafness and Early Exposure to Sign Language on the Cerebral Organization for Motion Processing. The Journal of Neuroscience. 2001;21(22):8931–42.

120. Spencer P, Delk L. Hearing-impaired students' performance on tests of visual processing: relationships with reading performance. Am Ann Deaf. 1989;134(5):333–7.

121. Karakaya B, Altuntaş O. Disleksisi Olan Çocuklarda Görsel Algı Becerilerinin, Okuma Becerileri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi. 2017;5(3):161–8.

122. Brooks CR, Clair TN. Relationships among visual figure-ground perception, word recognition, iq, and chronological age. Percept Mot Skills. 1971;33(1):59–62.

123. Temel Z, Kaynak B, Paslı H, Demir H, Çemrek B. Montessorı Eğitim Kurumlarındaki Çocukların Görsel Algı ve Çizim Becerileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Kastamonu Eğitim Dergisi. 2016;24(5):2595–608.

124. Krausen R. The Relatıonshıp Of Certaın 'Pre-Readıng' Skılls To General Abılıty & Socıal Class In Nursery Chıldren. Educational Research . 1972;15(1):72–9.

125. Cooper C, Arnold P. Hearing impairment and visual perceptual processes in reading. British Journal of Disorders of Communication. 1981;16(1):43–9.

126. Stivalet P, Moreno Y, Richard J, Barraud PA, Raphael C. Differences in visual search tasks between congenitally deaf and normally hearing adults. Cognitive Brain Research. 1998;6(3):227–32.

127. Bosworth RG, Dobkins KR. The Effects of Spatial Attention on Motion Processing in Deaf Signers, Hearing Signers, and Hearing Nonsigners. Brain Cogn. 2002;49:152–69.

128. Parasnis I, Samar VJ, Bettger JG, Sathe K. Does Deafness Lead to Enhancement of Visual Spatial Cognition in Children? Negative Evidence from Deaf Nonsigners. The Journal of Deaf Studies and Deaf Education. 1996;1(2):145–52.

129. Most T, Michaelis H. Auditory, Visual, and Auditory–Visual Perceptions of Emotions by Young Children With Hearing Loss Versus Children With Normal Hearing. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2012;55(4):1148–62.

130. Akin FW, Murnane OD, Pearson A, Byrd S, Kelly JK. Normative data for the subjective visual vertical test during centrifugation. J Am Acad Audiol. 2011;22(7):460–8.

131. Gnanasegaram JJ, Parkes WJ, Cushing SL, McKnight CL, Papsin BC, Gordon KA. Function of semicircular canals, utricles and saccules in deaf children. Front Integr Neurosci. 2016;10.

132. Lee S, Hong M, Va H, Park JY. Implementation of a Subjective Visual Vertical and Horizontal Testing System Using Virtual Reality. CMCComputers Materials and Continua. 2021;67(3):3669–79.

133. Ölçek G, Çelik İ, Başoğlu Y, Kaymakçı S, Gürlek E. Comparison of children with and without dyslexia using functional head impulse test and pediatric balance scale. Front Neurol. 2023;14:1–7.

134. Trıbukaıt A, Brantberg K, Bergenıus J. Function of Semicircular Canals, Utricles and Saccules in Deaf Children. Acta Otolaryngol. 2004;124:41–8.

135. Pepas R, Dulewicz A, Smiechura M, Konopka W. Application Video Head Impulse Test in the diagnosis of balance system in children. Polish Otorhinolaryngology. 2015;4(2).

136. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber PK, McGarvie LA, Curthosy IS. The Video Head Impulse Test. Front Neurol. 2017;8.

137. Kristen JL, Diane G. Vestibular, Visual Acuity, and Balance Outcomes in Children With Cochlear Implants. Ear Hear. 2015;36(6):364–72.

138. Nassif N, Balzanelli C, Redaelli de Zinis LO. Preliminary Results of Video Head Impulse Testing (vHIT) in Children with Cochlear Implants. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2016;88:30–3.

139. Arnvig J. Vestibular Function in Deafness and Severe Hardness of Hearing. Acta Otolaryngol. 1955;45(4):283–8.

140. Yong M, Young E, Lea J, Foggin H, Zaia E, Kozak FK, et al. Subjective and objective vestibular changes that occur following paediatric cochlear implantation: Systematic review and meta-analysis. Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery. 2019;48(1):2–10.

EK 1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

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

1. ARAŞTIRMANIN ADI

İşitme Kayıplı Çocuklarda Görsel Algı Becerilerinin ve Vestibülooküler Refleksin Değerlendirilmesi

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü çocuk sayısı 31 ’dir.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer alan katılımcı çocuk için öngörülen süre 120 dakikadır.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı işitme kayıplı kız ve erkek çocukların görsel algı becerilerini ve vestibülooküler (denge) refleks fonksiyonlarını değerlendirmek ve aralarında ilişki olup olmadığını incelemektir. Buna bağlı olarak bu çalışma işitme kaybının etkilediği mekanizmaların daha iyi anlaşılmasını sağlayarak işitme kayıplı çocukların rehabilitasyon eğitimlerindeki ihtiyaçlarının belirlenmesine katkıda bulunacaktır.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dâhil edilebilmeniz için gereken koşullar şunlardır:

Hasta grubu

1. İşitme kaybı tanısı olup işitme cihazı ya da koklear implant kullanıyor olmak
2. 4-8 yaş arası olması

Kontrol grubu

1. Normal işitmeye sahip olmak
2. 4-8 yaş arası olması

Her iki grup için

1. Görsel, işitsel, zihinsel ve bedensel herhangi bir engeli bulunmayan,
2. El ve kol ekstremitelerinde, ince ve kalın motor fonksiyon gelişiminde problemi bulunmayan,
3. Yönerge alabilen, davranış problemi olmayan, cinsiyet farketmeksizin çalışmaya uygun kız ve erkek çocuklar çalışmaya dahil edilecektir.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırmaya katılma koşullarını sağlayan ve katılmaya gönüllü olan ebeveyn ve çocuğu bilgilendirilip Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam formu imzalatıldıktan Başkent Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji kliniğinde Frostig görsel algı testi, Odyometri (İşitme) testi, Fonksiyonel Baş Savurma Testi (Denge Testi), ve görsel diklik algıları için subjektif vizüel vertikal test, Dinamik subjektif vizüel vertikal test uygulanacaktır.

Uygulanacak testler klinikte her katılımcıya gösterilerek anlatılacaktır. Test öncesi ya da test sırasında katılımcı herhangi bir huzursuzluk ya da baş dönmesi gibi istenmeyen durumlar hissederse teste son verilecek ve gerekirse sorumlu araştırmacı hekim tarafından müdahale edilecektir.

Frostig Görsel Algı Testi: Geçerlilik güvenirlik çalışması yapılmış olan ve çocuklarda görsel algı becerilerini değerlendirmek için kullanılan bu test 5 alt testten oluşmaktadır. Her alt testte çocuğun test yönergelerine uygun çizimlerin yapılması istenecektir.Bu test için test materyali ve çizim için kalem olması yeterlidir. Test sonunda testin kendi içindeki puanlama kriterlerine göre her çocuğun sonucu puanlanacaktır. Bu test yaklaşık 40 dakika sürecektir.

Odyometri (İşitme Testi): Çocuk işitme değerlendirmesi için sessiz kabine alınarak 500-1000-2000-4000 Hz frekanslarında farklı şiddetlerde sesler verilecek ve çocuğun duyduğu en düşük şiddetteki sese göre normal işitmeye sahip çocuklar için kulaklık kullanılarak, işitme kayıplı çocuklar için ise implant ya da işitme cihazları takılı iken serbest alanda her ses duyduğunda tepki vermesi istenilerek (küp atma ya da eline verilecek olan butona basma gibi) gerçekleştirilecektir. Test AC40 klinik odyometre ile yapılacak olup sonrasında 4 frekans ortalaması alınarak işitme derecesi belirlenecektir. Bu test yaklaşık olarak 20 dakika sürecektir.

Fonksiyonel Baş Savurma Testi (Denge testi): Test için hız ölçerin yerleştirildiği bandaj başa takılacaktır. Çocuk sandalyeye oturup 1,5 metre uzaklıkta yer alan bilgisayar ekranında rastgele beliren farklı yönlerdeki C harfine bakarak, elindeki kumandada gördüğü C harfinin yönünü seçmesi istenecektir. C harfinin yönünü tanımaya çalışırken, başı sağa, sola 25 kez çevrilecektir. Bu test yaklaşık 30 dakika sürecektir.

Subjektif Vizüel Vertikal Test (Görsel diklik algısı testi): Bu testin ölçümleri sanal gerçeklik sistemi kullanılarak değerlendirilecektir. Çocuk ayakları yere değmeyecek şekilde

oturtulacak ve sanal gerçeklik gözlüğü takılacak ve gözlük içerisinde mavi renkli arka plan üzerinde faklı eğim açıları ile sunulan kırmızı doğrusal çizgileri, sisteme ait kumanda aracılığı ile dik konuma getirmesi istenilecektir. Çocuk toplamda 10 kırmızı çizgiyi algıladığı dik konuma getirdikten sonra test tamamlanacak ve 10 ölçümün ortalaması hesaplanarak değerler elde edilecektir. Bu test yaklaşık olarak 20 dakika sürecektir.

Dinamik Subjektif Vizüel Vertikal Test (Görsel diklik algısı testi): Subjektif vizüel vertikal test tamamlandıktan sonra dinamik sübjektif vizüel vertikal teste başlanacaktır. Çocuktan sanal gerçeklik gözlüğü içerisinde siyah renk zemin üzerinde dönen beyaz noktaların olduğu bir arka planda farklı eğim açıları ile sunulan kırmızı doğrusal çizgileri, sisteme ait kumanda ile dik konuma getirmesi istenilecektir. Çocuktan toplamda 10 kırmızı çizgiyi algıladığı dik konuma getirmesi istenilerek test tamamlanacak ve 10 ölçümün aritmetik ortalaması hesaplanarak değerler elde edilecektir. Bu testte yaklaşık olarak 20 dakika sürecektir.

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

1. Araştırma planına ve araştırıcının önerilerine uymalısınız.
2. Araştırma sırasında sizi rahatsız eden herhangi bir durumu sorumlu araştırmacıya bildirmelisiniz.

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

Araştırmamız bilimsel amaçlı olup katılımcının görsel algı becerileri ve işitme eşikleri konusunda bilgi verecektir. Aynı zamanda bu çalışma işitme kayıplı ve normal işiten çocukların vestibülooküler refleks fonksiyonlarının ve görsel algı becerilerinin değerlendirilmesi ile sonuca göre uygun rehabilitasyon programlarının hazırlanmasına katkı sağlayacaktır.

12. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Bu araştırma sırasında verilerin toplanması ve sonuçlandırılması; araştırmanın ihtiyacı olan bilgiler üzerinden, araştırmacılar tarafından değerlendirileceğinden katılımcı için herhangi bir risk faktörü içermemektedir.

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

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

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

Sorumlu Araştırıcıyı randevularla ilgili bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen durum veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili araştırmacıya ulaşabilirsiniz.

İstediğinizde Günün 24 Saati Ulaşılabilecek Araştırmacının Adres ve Telefonları:

12. GİDERLERİN KARŞILANMASI VE ÖDEMELER

Araştırmamızdan kaynaklanabilecek ek giderler olmadığından bu araştırmaya katılmanız veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesi'dir.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI

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

15.BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen kişisel bilgileriniz ve anketlere çocuğunuzun verdiği cevaplar kaydedilecektir. Size ve çocuğunuza ait her türlü bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa

bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar bilgilerinize ulaşabilecektir.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLAR

Uygulanan araştırma programını aksatmanız veya araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek istenmeyen bir duruma maruz kalmanız vb. nedenlerle araştırmadan çıkarılabilirsiniz. Çıkarılma işlemi durumunda; araştırmada bulunduğunuz süre boyunca verdiğiniz bilgiler veri olarak kullanılmayacaktır.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Araştırma süresince ve araştırma sonrasında araştırmada gerçekleştirilen değerlendirmeler dışında size herhangi bir tedavi ve değerlendirme uygulanmayacaktır.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

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

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda da, sizle ilgili ölçek verileri bilimsel amaçla kullanılmayacaktır.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

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

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

Sayın Odyolog Büşra Çakmak tarafından Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniğinde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu

araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (gönüllü) olarak davet edildim.

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

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

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

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

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

GÖNÜLLÜ		**İMZASI**
İSİM - SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

VASİ (Varsa)		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

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

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

ARAŞTIRMACI		İMZASI
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLISI		İMZASI
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

EK 2: Katılımcı Bilgi Formu

ÇOCUĞUN: **FORMU DOLDURANIN:**

1.Adı-Soyadı: **2.Adı-Soyadı:**

3.Doğum tarihi: **4.Çocuğa Yakınlığı:**

5.Cinsiyeti: ( ) Kız ( ) Erkek

ANNE:

6.Yaşı:

7.Eğitim Durumu: ( )İlkokul ( )Ortaokul ( )Lise ( )Üniversitesi ( )Yüksek Lisans/Doktora

8.İş durumu: ( ) Çalışıyor (Mesleği:…….) ( ) Çalışmıyor

BABA:

9.Yaşı:

10.Eğitim Durumu: ( )İlkokul ( )Ortaokul ( )Lise ( )Üniversite ( )Yüksek Lisans/Doktora

11.İş durumu: ( ) Çalışıyor (Mesleği:……) ( ) Çalışmıyor

AİLE BİLGİLERİ:

12.Ailedeki çocuk sayısı: ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ve fazlası

13.Çalışmaya katılan çocuğun doğum sırası: ( )İlk çocuk ( )Ortanca ya da ortancalardan biri ( )Son çocuk

14.Ailede işitme kayıplı birey var mı? ( )Var ( )Yok

Varsa kim olduğunu belirtiniz:

……

15.Anne baba birlikte mi ayrı mı? ( )Birlikte ( )Ayrı

(Ayrı ise çocuk kiminle kalıyor? (…….)

ÇOCUĞUN EĞİTİM BİLGİLERİ:

16.Özel eğitime gidiyor mu?: ( )Hayır ( )Evet (Evet ise nedeni? İşitme eğitimi ya da konuşma sesi bozukluğu? belirtiniz):…….....

17.Özel eğitime başlama yaşı: ( )1 Yaşından önce ( )1-2 Yaş ( )2-3 Yaş ( )3-4 Yaş ( )4-5 Yaş ( )5 yaş sonrası

18.Özel eğitime düzenli devam etti mi?: ( )Evet ( )Hayır

19.Çocuğun eğitim durumu: ( )Kreş/Anaokulu (Kaçıncı yılı/devam ettiği süre?.....) ( )İlkokul (Kaçıncı sınıf?.....)

20.Çocuğun okul öncesi eğitim (kreş-anaokulu) alma süresi: ( )Hiç gitmedi ( )1 yıldan az ( )12-24 ay ( )25-36 ay

21.Özel eğitim, kreş/anaokulu dışında herhangi bir eğitime/kursa gidiyor mu?:

……

ÇOCUĞUN FİZİKİ VE GELİŞİMSEL ÖZELLİKLERİ:

22.Özel durumu var mı? (Görsel, zihinsel, bedensel, işitme kaybı, konuşma bozukluğu vb.): ( )Var ( )Yok

(Varsa):……

23.El ve kol ekstremitelerinde problemi var mı? ( )Yok ( )Var

(Varsa): ……

24.İnce ya da kaba motor gelişiminde problemi var mı? ( )Yok ( )Var

(Varsa): ……...

İŞİTME KAYBI İLE İLGİLİ BİLGİLER:

25.İşitme kaybını fark eden kişi: ……

26.İşitme kaybı hangi kulakta? ( )Sağ kulak ( )Sol kulak ( )İki kulaktada var.

27.İşitme kaybının fark edilme yaşı: ……..

28.Koklear İmplant/ İşitme cihazı kullanma durumu: ( )Koklear İmplant ( )İşitme cihazı ( )Bir kulakta implant, diğer kulakta işitme cihazı kullanıyor.

29.İşitme cihazı ya da implantlandırılma yaşı: ……

30.İmplant kullanıyorsa hangi kulakta: ( )Sağ kulak ( )Sol kulak ( )İkisinde de

31.İşitme cihazı kullanıyorsa hangi kulakta: ( )Sağ kulak ( )Sol kulak ( )İki kulaktada işitme cihazı var.

32.İmplantı iki kulakta kullanıyorsa ameliyat zamanı: ( )İki kulakta aynı anda ameliyat oldu. ( )İki kulak için farklı zamanlarda ameliyat oldu. (Zamanı: ……)

33.Ameliyat sırasında ya da sonrasında herhangi bir problem (dış ya da iç parçadan kaynaklı, deride iltihaplanma, yeniden ameliyat olma vb.) yaşandı mı?:

( )Hayır ( )Evet (Evetse nedenini belirtiniz):

……

34.Koklear İmplant ya da işitme cihazını düzenli kullanıyor mu?:

( )Düzenli kullanıyor. ( )Düzenli kullanmıyor.

EK 3: Frostig Görsel Algı Testi Uygulayıcı Sertifikası

DİLGEM
www.dilgem.com.tr

Psikoterapi ve Psikoloji
Uygulamaları Enstitüsü

UYGULAYICI SERTİFİKASI

GELİŞİM TESTLERİ

Ankara Gelişim Tarama Envanteri · Frostig Görsel Algı Testi · Gessell Gelişimsel Figürler Testi
Metropolitan Okulöncesi Olgunluk Testi · Peabody Resim Kelime Tanıma Testi

Büşra Çakmak

Toplam 6 saatlik online eğitimin akabinde süper vizyon aşamasını başarıyla tamamlayarak bu sertifikayı almaya hak kazanmıştır.

Beril Zeynep Hacıosman
Uzman Klinik Psikolog
Eğitmen

EK 4: Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 29.03.2024-320004

T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
1993
Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu

Sayı : E-94603339-604.01-326201
Konu : Proje Onayı

19.03.2024

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Kulak, Burun, Boğaz Hastalıkları Ana Bilim Dalında görev yapmakta olan Doç. Dr. Işılay Öz'ün danışmanlığında Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Kulak, Burun, Boğaz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Büşra Çakmak'ın sorumluluğunda yürütülecek olan KA24/94 nolu "İşitme kayıplı çocuklarda görsel algı becerilerinin ve vestibülooküler refleksin değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projesi Kurulumuz ve Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 15/09/2024 tarih ve 24/25 sayılı kararı ile uygun görülmüştür. Projenin başlama tarihi ile çalışmanın sunulduğu kongre ve yayımlandığı dergi konusunda Kurulumuza bilgi verilmesini rica ederim.

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

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

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