

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

**BİLATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANAN ÇOCUKLARDA
LOKALİZASYON BECERİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ody. Öykü ÖZBAŞ

**Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2022

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

**BİLATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANAN ÇOCUKLARDA
LOKALİZASYON BECERİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ody. Öykü ÖZBAŞ

**Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Merve BATUK**

**ANKARA
2022**

ONAY SAYFASI

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLATERAL KOKLEAR İMPLANT KULLANAN ÇOCUKLARDA LOKALİZASYON
BECERİSİNİN ARAŞTIRILMASI
Öğrenci: Öykü ÖZBAŞ
Danışman: Doç. Dr. Merve BATUK

Bu tez çalışması 13.05.2022 tarihinde jürimiz tarafından “Odyoloji Yüksek Lisans Programı” nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU*
(Hacettepe Üniversitesi)

Tez Danışmanı: *Doç. Dr. Merve BATUK*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Doç. Dr. Evren HIZAL*
(Gülhane Sağlık Bilimleri Üniversitesi)

Üye: *Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI*
(Hacettepe Üniversitesi)

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

25 Mayıs 2022

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN

Enstitü Müdürü **V.**

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

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

...../...../.....
Ody. Öykü ÖZBAŞ

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

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

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

ETİK BEYAN

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

(İmza)
Ody. Öykü ÖZBAŞ

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimimin başından sonuna kadar yanımda olan, beni her zaman motive eden ve cesaretlendiren, bilgi ve tecrübeleriyle rehberlik eden akademik ve kişisel gelişimime katkısı olan sevgili danışman hocam Doç. Dr. Merve BATUK'a,

Çalışmamıza katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU'na,

Bu süreçteki manevi desteği ve anlayışı için değerli hocam Doç. Dr. Evren HIZAL'a,

Çalışmamıza yardım ve desteklerini esirgemeyen başta Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI olmak üzere eğitim hayatıma dokunan tüm hocalarıma,

Bu yola birlikte çıktığımız değerli meslektaşım, canım arkadaşım Ayça ÖDEMiŞLİOĞLU'na,

Fikirleri, destekleri ve yardımlarıyla bu süreçte yanımda olan Minel ŞAHİNBAŞ ve Ecem KARTAL ÖZCAN'a,

Yüksek lisansım süresince 2210-A Genel Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı bursiyeri olarak maddi destek aldığım TÜBİTAK'a;

Desteği ve anlayışıyla her zaman yanımda olan yol arkadaşım Dr. Enes KES'e,

Eğitim hayatımın başından sonuna yanımda olan, her koşulda desteğini ve sevgisini hissettiren biricik ailem Naciye ve Metin ÖZBAŞ'a

En içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım...

Öykü ÖZBAŞ

Ankara, 2022

ÖZET

Özbaş, Ö., Bilateral Koklear İmplant Kullanan Çocuklarda Lokalizasyon Becerisinin Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2022. Binaural işitme, ses lokalizasyon becerisini üst düzeye çıkararak işitsel sistemin optimum performans göstermesine izin verir. Bilateral koklear implantasyonun ses lokalizasyon becerisinin gelişimini olumlu etkilediği bilinmektedir. Bu çalışma ile eş zamanlı ve ardışık bilateral koklear implant kullanıcılarında ses lokalizasyon becerisini incelemek ve normal işiten yaşlılarıyla karşılaştırmak, implantlar arası süresi birbirinden farklı olan ardışık bilateral koklear implant kullanıcılarında implantlar arası sürenin ses lokalizasyon becerisi üzerindeki etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla İşitsel Konuşma Sesleri Değerlendirme (*Auditory Speech Sound Evaluation, ASSE*) test bataryası aracılığıyla katılımcıların ses lokalizasyon becerileri değerlendirilmiştir. Çalışmaya 4-18 yaş arası bilateral eş zamanlı koklear implant kullanıcısı 19, implantlar arası süre 4 yıldan daha kısa olan bilateral ardışık koklear implant kullanıcısı 21, implantlar arası süre 4 yıl ve daha uzun olan bilateral ardışık koklear implant kullanıcısı 19 ve bilateral normal işitmeye sahip 18 çocuk katılmıştır. Katılımcılara sırasıyla Azimut Lokalizasyon Testi ve Interaural Level Difference (ILD) Lokalizasyon Testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, Azimut Lokalizasyon Testi'nde normal işitmeye sahip grubun ses lokalizasyon becerisi ile diğer gruplar arasında, ILD lokalizasyon testinde ise implantlar arası süresi uzun olan çalışma grubu ile diğer grupların ses lokalizasyon becerisi arasında anlamlı fark elde edilmiştir ($p<0.005$). Bilateral ardışık koklear implant kullanan bireylerde implantlar arası süre ile ses lokalizasyon becerisi arasında korelasyon bulunmuştur ($p=0,003$; $\rho= 0,480$). Bilateral koklear implant kullanıcısı çocuklarda implantlar arası süre, kronolojik yaş ve lokalizasyon değerlendirmesinde kullanılan kulaklar arası ipucu türünün, ses lokalizasyon becerisini etkileyen önemli faktörler olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: işitme kaybı, ses lokalizasyonu, koklear implantasyon, bilateral koklear implant

ABSTRACT

Öybaş, Ö., Investigation of Localization Skills in Children with Bilateral Cochlear Implantation, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences Audiology Program, Master Thesis, Ankara, 2022. Binaural hearing supports the development of sound localization skills and allows the auditory system to perform optimally. It is known that bilateral cochlear implantation positively affects the development of sound localization skills. The aim of this study was to examine the sound localization ability in simultaneous and sequential bilateral cochlear implant users and to compare them with their normal hearing peers, and to investigate the effects of inter-implant interval on sound localization ability in sequential bilateral cochlear implant users with different inter-implant intervals. For this purpose, the sound localization skills of the participants were evaluated with the Auditory Speech Sound Evaluation (ASSE) test battery. The study included 19 children with bilateral simultaneous cochlear implants, 21 children with bilateral sequential cochlear implants with an inter-implant interval of less than 4 years, 19 children with bilateral sequential cochlear implant with an inter-implant interval of 4 years or more, and 18 children with bilateral normal hearing between the ages of 4 and 18 years. Azimuth Localization Test and Interaural Level Difference (ILD) Localization Test were applied to all subjects, respectively. As a result of the study, a significant difference was found between the sound localization skills of the group with normal hearing and the other groups in the Azimuth Localization Test ($p<0.05$). In addition, in the ILD Localization test, a significant difference was found between the sound localization skills of the study group with more than 4 years interval between implants and the other groups ($p<0.05$). In children with bilateral sequential cochlear implant, correlations were observed between the inter-implant interval and the sound localization ability. In the present study, it was concluded that the inter-implant interval, chronological age and the type of interaural cue used in the localization assessment are important factors affecting the sound localization ability in children with bilateral cochlear implants.

Keywords: hearing loss, sound localization, cochlear implantation, bilateral cochlear implant

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Bebek ve Çocuklarda İşitme Kayıpları ve Etkileri	4
2.2. İşitme Kayıplı Bebek ve Çocuklarda Odyolojik Müdahale Seçenekleri	7
2.3. Koklear İmplantlar	8
2.3.1. Koklear İmplantların Çalışma Prensipleri	8
2.3.2. Koklear İmplantlı Çocuklarda Karşılaşılan Zorluklar	10
2.3.3. Bilateral Koklear İmplantasyon	11
2.4. Uzamsal İşitme (<i>Spatial Hearing</i>)	12
2.5. Ses Lokalizasyon Becerisi	13
2.5.1. Horizontal Lokalizasyon	13
2.5.2. Vertikal Lokalizasyon	13
2.5.3. Uzaklık (Mesafe)	14
2.6. Ses Lokalizasyonunda Kulaklar Arası İpuçları	14
2.6.1. Kulaklar Arası Zaman Farkı İpuçları (<i>Interaural Time Differences; ITD</i>)	14
2.6.2. Kulaklar Arası Şiddet Farkı İpuçları (<i>Interaural Level Differences; ILD</i>)	15
2.6.3. Ses Lokalizasyon Becerisinin Nöral Mekanizması	16
2.7. Çocuklarda Lokalizasyon Becerisinin Gelişimi	18

2.7.1. Koklear İmplant Kullanıcısı Çocuklarda Lokalizasyon Becerisinin Gelişimi	19
2.8. Lokalizasyon Becerisinin Değerlendirilmesi	20
2.8.1. İşitsel Konuşma Sesi Değerlendirmesi (<i>The Auditory Speech Sound Evaluation, ASSE</i>)	20
3. BİREYLER VE YÖNTEM	22
3.1. Araştırmanın Türü	22
3.2. Araştırmanın Örneklemi	22
3.2.1. Katılımcıların Belirlenmesi	22
3.2.2. Araştırmaya Dahil Etme ve Araştırmadan Dışlanma Kriterleri	24
3.3. Araçlar ve Yöntem	25
3.3.1. Azimut Lokalizasyon Testi	27
3.3.2. Kulaklar Arası Şiddet Farklılıkları Lokalizasyon Testi (ILD)	29
3.3.3. İstatistiksel Değerlendirme	31
4. BULGULAR	32
4.1. Demografik Bilgiler	32
4.2. Azimut Lokalizasyon Testi Bulguları	35
4.4. Test Sonuçları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	38
4.5. Azimut Lokalizasyon Test Performansını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi	38
4.6. ILD Lokalizasyon Test Performansını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi	40
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	54
7. KAYNAKÇA	56
8. EKLER	66
EK-1: Etik Kurul Onayı	66
EK-2: Kontrol Grubu Veri Kayıt Formu	67
EK-3: Çalışma Grubu Veri Kayıt Formu	69
EK-4: Lokalizasyon Testlerinde Kullanılan Görseller	71
EK-5: Orjinallik Ekran Çıktısı	73
EK-6: Dijital Makbuz	74
9. ÖZGEÇMİŞ	75

SİMGELER VE KISALTMALAR

ASSE	<i>Auditory Speech Sound Evaluation</i>
dB	Desibel
DKN	Dorsal Koklear Nükleus
Hz	Hertz
ILD	<i>Interaural Level Difference</i>
ITD	<i>Interaural Time Difference</i>
İİB	İşitsel İşleme Bozuklukları
kHz	Kilohertz
Kİ	Koklear İmplant
KN	Koklear Nükleus
LSO	Lateral Süperior Olivary Kompleks
MAA	<i>Minimum Audible Angle</i>
mak	Maksimum
min	Minimum
MSO	Medial Süperior Olivary Kompleks
MNTB	<i>Medial Nükleer Trapezoid Body</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SPL	<i>Sound Pressure Level</i>
VCN	Ventral Koklear Nükleus
°	Derece
%	Yüzde
±	Artı/Eksi

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Koklear İmplant Sistemleri	9
2.2. ITD ve ILD İpuçlarının Şematik Gösterimi	15
2.3. İşitsel Yolların Şematik Gösterimi	17
3.1. Azimut Lokalizasyon Test düzeneği	27
3.2. Azimut Lokalizasyon Testi Yazılım Ara Yüzü	28
3.3. Azimut Lokalizasyon Testi sonuç ekranı örneği	28
3.4. ILD lokalizasyon Test Düzeneği	29
3.5. ILD Lokalizasyon Testi Yazılım Ara Yüzü	30
3.6. Azimut Lokalizasyon Testi sonuç ekranı örneği	30
4.1. Gruplar için Azimut Lokalizasyon RMS Hata skorları ile ilgili kutu grafikleri	36
4.2. Gruplar için ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile ilgili kutu grafikleri	37

TABLolar

Tablo	Sayfa
2.1. İşitme Kayıpları Sınıflandırmaları	5
2.2. İşitme kaybı dereceleri sınıflandırması	6
3.1. Çalışma Gruplarına ait Koklear İmplant Bilgileri	23
3.2. Katılımcıların Ebeveynlerine Ait Demografik Bilgiler	26
4.1. Çalışma ve kontrol grubuna ait demografik veriler	32
4.2. Gruplar arası yaş değişkeni karşılaştırması	33
4.3. Çalışma Gruplarına Ait Demografik Bilgiler	34
4.4. Çalışma grupları arası ikili karşılaştırmalar	35
4.5. Azimut Lokalizasyon Test Bulguları	35
4.6. Azimut Lokalizasyon Testi Gruplar Arası İkili Karşılaştırmalar	36
4.7. ILD Lokalizasyon Test Bulguları	37
4.8. ILD Lokalizasyon Testi Gruplar Arası İkili Karşılaştırmalar	38
4.9. Lokalizasyon test sonuçları arasındaki korelasyon	38
4.10. Lokalizasyon Test Performansını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi	41
4.11. Bilateral ardışık koklear implant kullanıcılarında implantlar arası süre ile lokalizasyon becerisi arasındaki ilişki	41

1. GİRİŞ

İşitme kaybı çocuklar arasında diğer çocukluk çağı bozukluklarına göre daha yaygındır. Dünyada her yıl 0-3 yaş aralığındaki 4000-6000 infant, bebek ve çocukta, geç başlangıçlı olmak üzere yaklaşık 18.000 bebek ve çocukta işitme kaybı görülmektedir (1).

İşitme kaybı, konuşma ve dil gecikmesinde en büyük risk faktörü olarak görülmekte, işitme ve konuşma becerilerinin gelişimini olumsuz etkilemektedir. İşitme kaybının erken tanınması ve rehabilitasyonu dil becerileri, akademik ve sosyal becerilerin gelişiminde büyük önem taşımaktadır (2). İşitme kaybının rehabilitasyonu işitme cihazı ve koklear implant (Kİ) başta olmak üzere farklı tıbbi cihazlar ile sağlanmaktadır. Koklear implantasyon ülkemizde 12 aydan büyük ileri-çok ileri derecede işitme kaybı olan çocuklarda tercih edilen odyolojik bir rehabilitasyon seçeneğidir.

2016 yılında yayınlanan Sağlık Uygulama Tebliği ile 1-4 yaş arasındaki çocuklarda bilateral koklear implantasyon uygulaması Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından karşılanmaktadır (3). Bilateral koklear implantasyon her iki implantın da aynı ameliyatta yerleştirildiği eş zamanlı ve implantların farklı oturumlarda yerleştirildiği ardışık olmak üzere iki farklı prosedür şeklinde uygulanabilmektedir (4).

Mekansal dinleme, gürültü varlığında konuşmayı anlama ve seslerin yönünü tayin etme (ses lokalizasyon) becerilerini içermektedir. Normal işitmeye sahip bireyler sağ ve sol kulaktan gelen işitsel girdileri birleştirerek bu becerileri yerine getirmektedirler (5, 6). Mekansal dinleme becerileri küçük çocuklar için gürültünün olduğu karmaşık dinleme ortamlarında iletişim kurmayı öğrenirken hayati önem taşımaktadır. Özellikle ses lokalizasyon becerisi, çocukların sınıf gibi kalabalık ortamlarda ses kaynağını bulmalarına olanak sağlar (7).

Ses lokalizasyon becerisi, binaural işitmenin avantajı sonucu oluşan kulaklar arası zaman ve şiddet farklılıkları ipuçları ile monoaural spektral ipuçlarına dayanmaktadır. Horizontal düzlemdeki sesleri lokalize etmede kulaklar arası farklılık ipuçlarının kodlanması önem taşır (8). Koklear implant aracılığıyla işiten çocuklar, işitme kaybı sebebiyle yaşamın ilk yıllarında bozulmuş akustik ipuçlarını kullanarak

bu beceriyi geliştirmeye çalışmaktadır (9). Bilateral işitme kaybı varlığında unilateral Kİ kullanımı, işitsel yolların asimetrik gelişimine yol açarak kulaklar arası ipuçlarının entegrasyonunu engellemektedir. Unilateral Kİ kullanan bireyler ile karşılaştırıldığında bilateral Kİ kullanıcıları ses lokalizasyon becerisi gelişiminde avantajlıdır (10). Bilateral Kİ kullanıcısı çocukların bu beceriyi geliştirmelerini etkileyen; işitme kaybı başlangıç yaşı, implantlar arası süre, binaural işitsel deneyim süresi başta olmak üzere birçok faktör bulunmaktadır (11).

İşitsel Konuşma Sesi Değerlendirmesi (The Auditory Speech Sound Evaluation, ASSE) test bataryası, 10 aydan büyük işitme kayıplı bireylerin değerlendirilmesi için tasarlanmış eşik üstü işitsel testler içeren psiko-akustik bir test paketidir. İçerisinde Gürlük Algısı, Fonem Ayırt Etme, Fonem Fark Etme, Fonem Tanıma, Harmonik Entonasyon, Disharmonik Entonasyon ve Lokalizasyon testleri bulunmaktadır (12).

Ülkemizde rutin odyolojik değerlendirmede çocukların ses lokalizasyon becerisinin değerlendirildiği bir test bataryası bulunmamaktadır. Bilateral Kİ kullanıcısı çocukların ses lokalizasyon becerisini değerlendiren ve bu beceriyi etkileyen faktörleri inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu alışma ile eş zamanlı ve ardışık bilateral Kİ kullanıcılarında ses lokalizasyon becerisini incelemek ve normal işiten yaşlılarıyla karşılaştırmak, implantlar arası süresi birbirinden farklı olan ardışık bilateral Kİ kullanıcılarında implantlar arası sürenin ses lokalizasyon becerisi üzerindeki etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

Bu varsayımlar doğrultusunda çalışmanın hipotezleri aşağıda verilmiştir:

Hipotez 1;

H0: Bilateral koklear implant uygulanan çocuklar ile normal işitmeye sahip çocukların ses lokalizasyon becerileri arasında anlamlı farklılık yoktur.

H1: Bilateral koklear implant uygulanan çocuklar ile normal işitmeye sahip çocukların ses lokalizasyon becerileri arasında anlamlı farklılık vardır.

Hipotez 2

H0: Ardışık bilateral koklear implant kullanıcıları çocuklar ile eş zamanlı bilateral koklear implant kullanıcıları çocuklar arasında ses lokalizasyon becerisinde anlamlı farklılık yoktur.

H1: Ardışık bilateral koklear implant kullanıcıları çocuklar ile simultane bilateral koklear implant kullanıcıları çocuklar arasında ses lokalizasyon becerisinde farklılık vardır.

Hipotez 3

H0: Ardışık bilateral koklear implant kullanıcıları çocuklarda implantlar arası süre ile ses lokalizasyon becerileri arasında anlamlı ilişki yoktur.

H1: Ardışık bilateral koklear implant kullanıcıları çocuklarda implantlar arası süre ile ses lokalizasyon becerileri arasında anlamlı ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bebek ve Çocuklarda İşitme Kayıpları ve Etkileri

İşitme kaybı, akustik sinyalin dış kulaktan beyindeki ilgili algılama merkezine kadar iletimini sağlayan yapıların işlevinde meydana gelen bozukluklardan kaynaklanmaktadır. Bebek ve çocuklar arasında işitme kaybının görülme sıklığı oldukça yüksek olup, her 1000 canlı doğumdan 3'ü işitme kaybı ile tanılanmaktadır. Hafiften ileri dereceye kadar tüm işitme kaybı dereceleri göz önüne alındığında işitme kaybının prevalansı %0,6'ya yükselmektedir (13, 14). İşitme kayıpları, işitme kaybı tipi, başlangıç zamanı ve etiyolojisine göre farklı şekillerde sınıflandırılabilir (15). Tablo 2.1'de işitme kaybı sınıflandırmaları verilmiştir.

İşitme kaybı tipi işitsel sistemde patolojinin olduğu yere göre iletim, sensörinöral ve mikst olarak sınıflandırılır.

Sensörinöral tip işitme kaybı, koklear (sensör) ve nöral işitme kaybı olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Koklear işitme kaybının temel sebebi, akustik enerjinin orta kulaktaki mekanik titreşimlerden koklear sinirdeki nöral uyarımlara koklear iletimindeki başarısızlıktır. Koklear yapı ve işlevdeki herhangi bir değişiklikten kaynaklanır. Koklear işitme kayıpları reseptör hücrelerin duyarlılığının, frekans çözünürlüğünün ve dinamik aralığın azalmasına neden olur. Bu değişiklikler eşik üstü işleme becerilerini olumsuz etkiler (13, 16).

Nöral işitme bozuklukları, retrokoklear işitme kayıpları ve işitsel işleme bozuklukları (İİB) olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Retrokoklear işitme kayıpları sinir sisteminin yapısal lezyonlarından İİB ise fonksiyonel lezyonlarından kaynaklanmaktadır. Arka plan gürültü varlığında akustik sinyale odaklanmada ve sesin yönünü tayin etmekte zorlanma nöral işitme kaybının en yaygın belirtileridir (13, 17).

İşitme kayıpları etkilenimin olduğu kulak açısından değerlendirildiğinde bir kulakta işitme normal olduğu halde diğer kulakta işitme kaybı olması tek taraflı (*unilateral*), her iki kulakta işitme kaybı olması *bilateral* işitme kaybı olarak adlandırılmaktadır.

Tablo 2.1. İşitme Kayıpları Sınıflandırmaları

Kriter	Sınıflandırma	Yorum
Neden	Genetik	Hereditör
	Çevresel	Nonhereditör
	Çok faktörlü	
Başlangıç Zamanı	Konjenital	Doğuştan
	Akkiz	Geç başlangıçlı
Başlangıç Yaşı	Prelingual	Konuşma gelişiminden önce
	Perilingual	Konuşma gelişimi döneminde
	Postlingual	Konuşma gelişiminden sonra
Klinik	Nonsendromik	Tek semptom işitme kaybı
	Sendromik	İşitme kaybı ve diğer semptomlar
Tipi	İletim	Dış veya orta kulakta etkilenim
	Sensörinörial	İç kulakta etkilenim
	Mikst	İç kulak ve dış/orta kulakta etkilenim
Derece	Çok hafif	16-25 dB
	Hafif	26-40 dB
	Orta	41-55 dB
	Orta-ileri	56-70 dB
	İleri	70-90 dB
	Çok ileri	90 ve üzeri
Frekans Kaybı	Alçak	<500 Hz
	Orta	501-2000 Hz
	Yüksek	>2000 Hz
Etkilenen Kulak	Unilateral	Tek kulakta etkilenim
	Bilateral	Her iki kulakta etkilenim
Prognoz	Sabit	Derece değişmez
	Progresif	Derece zaman içerisinde artar

Beyindeki işitsel merkezlerin nöral gelişimi ve organizasyonu için işitsel deneyim gerekmektedir. Özellikle bebeklik ve çocukluk çağında işitsel öğrenme akustik bilginin beyne aktarılması ile gerçekleşmektedir. Bu çağlarda ortaya çıkan işitme kaybı akustik bilginin beyne iletilmesini zorlaştırmakta ya da engellemektedir (18, 19). Normal işiten yaşlılarına göre işitme kayıplı bebek ve çocukların akustik bilgiye ulaşmaları daha zordur. Bu nedenle çocuklarda konuşma ve dil gelişimi gecikmesinde işitme kaybı önemli bir risk faktörüdür. İşitme kaybı çocukların aktivitelere katılma, işlevsel konuşma, iletişim ve dil becerilerinin gelişimini dolayısıyla akademik başarıyı ve sosyal davranış becerilerini olumsuz etkilemektedir (20, 21).

İşitme kaybının çocuğun gelişimine olan etkisini belirleyen faktörlerden biri de işitme kaybının derecesidir. İşitme kaybının derecesinin belirlenmesinde dB HL (*Hearing Level*) cinsinden saf ses ortalamaları dikkate alınır (22). Pediatrik grup için kullanılan işitme kaybı derecesine ait sınıflama Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. İşitme kaybı dereceleri sınıflandırması (22)

İşitme Kaybı Derecesi	İşitme Kaybı Aralığı (dB HL)
Normal	-10-15
Çok Hafif	15-25
Hafif	26-40
Orta	41-55
Orta İleri	56-70
İleri	71-90
Çok İleri	91 <

İşitme kaybı derecesine göre bebek ve çocuklarda işitsel etkilenim farklılaşmaktadır.

- Çok hafif derecede işitme kaybına sahip bebek ve çocuklar fısıltı gibi düşük şiddetli sesleri duymakta ve anlamakta zorlanmaktadır.
- Hafif derecede işitme kaybına sahip bebek ve çocuklar düşük şiddetteki konuşmaların birçoğunu kaçırmaktadır.
- Orta derecede işitme kaybına sahip bebek ve çocuklarda konuşma sesi seviyesindeki sesleri anlamak güçleşmektedir.
- Orta-ileri derecede işitme kaybına sahip bebek ve çocuklar yalnızca çok yüksek şiddetli sesleri duyabilmektedir.
- İleri derecede işitme kaybına sahip bebek ve çocuklar, çok yüksek şiddetteki sesleri yakından işitebilmekte ancak amplifikasyon olmadan anlayamamaktadır.
- Çok ileri derecede işitme kaybına sahip bebek ve çocuklar çok yüksek şiddetteki sesleri amplifikasyon olmadan yalnızca titreşim olarak algılayabilmektedir (23).

İşime kaybının çocuk/bebek üzerinde etkisini belirleyen diğer bir faktör ise işitme kaybının konfigürasyonudur. Konfigürasyon, çocuğun hangi frekansta ne kadar duyduğuna ait bilgi olup, odyogram üzerindeki işitme eşiklerinin görünümü hakkında bilgi sağlamaktadır. Yüksek frekanslardaki işitme eşikleri, çocukların /s/, /sh/, /f/ gibi fonemleri ve konuşma seslerini duymaları açısından önemlidir. Bu frekanslarda işitme kaybı varlığı çocukların akustik bilgiyi anlamalarını ve işlemlemelerini zorlaştırmaktadır (24).

Bebek ve çocukların gelişiminde alıcı ve ifade edici dil becerilerinin gelişiminde gerileme, akademik başarıda düşüş ve sosyal izolasyon olmak üzere işitme kaybının üç temel etkisinden bahsedilebilir. İşitme kayıplı çocuklarda alıcı ve ifade edici dil becerilerinin gelişiminde yaşıtlarına göre gecikme görülmektedir. İşitme kayıplı çocuklar kaybın derecesi ve konfigürasyonuna bağlı olarak bazı fonemleri duymakta zorlandıkları için söylenenleri yanlış anlayabilmektedir. Dil becerileri incelendiğinde soyut ve birden fazla anlamı olan kelimeleri anlamada problem yaşadıkları görülmektedir (25).

Normal işiten yaşıtları ile karşılaştırıldığında işitme kayıplı çocukların akademik becerilerinde özellikle okuma, matematik becerileri, soyut düşünmede zorlandıkları görülmektedir. İşitme kayıpları çocuklar etkili iletişim kuramama kaygısı sonucunda tek başlarına zaman geçirme eğilimindedirler. Bu çocuklar arkadaşlık kurmakta ve sosyal ortamlarda zorlanmaktadırlar. İşitme kaybı çocukların yaşamlarının birçok alanında yaşam kalitesini önemli derecede etkilemektedir (25, 26).

2.2. İşitme Kayıplı Bebek ve Çocuklarda Odyolojik Müdahale Seçenekleri

Dünya Sağlık Örgütü'nün tarama ilkelerine göre işitme kaybı erken tespit edilmesi ve taranması gereken bir bozukluktur. Tanı ve müdahale açısından bakıldığında, ulusal yeni doğan işitme taramaları konjenital işitme kaybı olan bebeklerin üç aylık iken tanılanmasını, en geç altı aylık iken uygun amplifikasyon ile özel eğitim verilmesini amaçlamaktadır (27, 28). İşitme taraması sonucunda işitme kaybından şüphelenilmesi durumunda aile öyküsü, gelişimsel faktörler, yaşa uygun odyolojik test bataryası ve ileri görüntüleme yöntemleri bir arada değerlendirilerek işitme kaybı tanılanmaktadır (29). İşitme kaybı tanıldıktan sonra en önemli adım

odyolog tarafından işitme kaybının tipine, derecesine ve konfigurasyonuna uygun müdahale seçeneğinin belirlenmesidir. Odyolojik müdahale seçenekleri; işitmeye yardımcı sistemler, işitme cihazları ve işitsel implantlar olarak üç gruba ayrılmaktadır (30).

Hafif-orta derece işitme kayıplarında temel müdahale seçeneği işitme cihazlarıdır. İşitme cihazları sesin kokleaya iletim şekline göre hava veya kemik iletimli işitme cihazları olarak sınıflandırılır (31, 32). İleri-çok ileri derecede sensörinöral tip işitme kaybı olan bireylerde koklear implant, ileri-çok ileri derecede işitme kayıplı hastalarda ise işitsel beyinsapı implantı uygulanmaktadır (33).

İşitme kayıplı çocuklarda koklear implant ve işitme cihazı gibi teknolojik yöntemlerle işitilebilirlik sağlanmasına rağmen bu çocuklar sınıf gibi kapalı alanlarda aynı anda birden fazla konuşmacı, havalandırma sesi, trafik gürültüsü vb. arka plan gürültü varlığında hedef uyarı dinlemekte zorlanmaktadır (34). İşitmeye yardımcı sistemler, buna benzer zorlu koşullarda kişiye ulaşan konuşma sinyallerinin güçlendirilmesini sağlar. Bu sistemler koklear implant veya işitme cihazına monte edilen bir alıcı ve konuşmacının sesine yakın bir yere yerleştirilen bir vericiden oluşmaktadır. Hedef sesin sinyal gürültü oranını arttırarak gürültüde konuşmanın anlaşılabilirliğinin artmasını amaçlar (35, 36).

2.3. Koklear İmplantlar

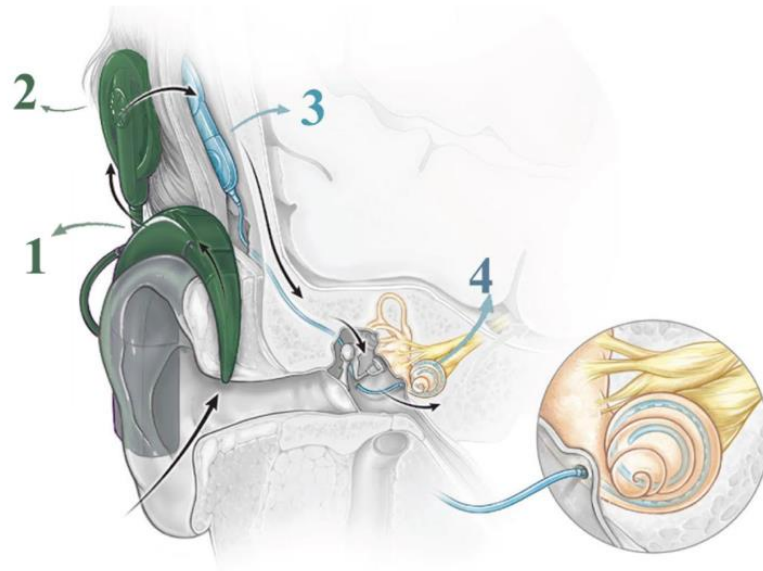
2.3.1. Koklear İmplantların Çalışma Prensibi

Koklear implant konvansiyonel işitme cihazlarından fayda göremeyen ileri-çok ileri derecede işitme kaybı tanılanmış çocuk ve yetişkinlerde işitmeyi sağlayan implante edilebilir tıbbi cihazdır. İç kulakta işitmeyi sağlamak için gerekli olan tüy hücrelerinin bulunmaması veya zarar görmüş olması durumunda akustik uyarı kokleadaki tüy hücre hareketine dönüştüren normal işitsel mekanizmayı geçerek işitme sinirini doğrudan elektriksel olarak uyarmak üzere tasarlanmıştır. İşitme nöronlarını elektriksel olarak uyararak işitilebilirliği sağlamaktadır (37-39).

Koklear implant dış ve iç parça olmak üzere iki temel kısımdan oluşur. Koklear implant sistemlerinin temel bileşenleri Şekil 2.1'de verilmiştir. Dış parça mikrofona, konuşma işlemcisi ve transmitteri; iç parça ise alıcı-stimülatör ve elektrot dizinini

içermektedir (40). Akustik sinyal konuşma işlemcisi üzerindeki mikrofonlar tarafından algılanır. Konuşma işlemcisi algılanan sesi dijital sinyale dönüştürür. Dijital sinyalleri işlemleyerek radyo frekans bağlantısıyla aktarılabilen bit akışı olarak kodlar ve deri altında bulunan alıcıya gönderir. Stimülatör tarafından radyo frekans bit akışının kodu çözülür ve sinyal elektrik sinyallerine dönüştürülür. Bu işlemlerin ardından elektrik sinyalleri iletici bobin aracılığıyla kokleada skala timpaniye yerleştirilmiş olan elektrotlara iletilir. Çoklu elektrotların kullanılması sayesinde sinyal analiz edilerek ait olduğu frekans bölgesinde yer alan elektroda gönderilmektedir. Böylece ses elektrikselsel olarak işitme sinirine aktarılmış olur (41).

Donanımsal parçalar tüm Kİ sistemlerinde ortaktır ancak ses işleme stratejileri, sinyali implanta iletme, elektrotları uyarma yöntemleri ve intrakoklear elektrot sayısı üretici firmaya bağlı olarak farklılık göstermektedir (42).



Şekil 2.1. Koklear İmplant Sistemleri

1) Kulak arkası konuşma işlemcisi, 2) anten, 3) alıcı gövdesi, 4) Elektrot dizini (40)

Koklear implantasyon preoperatif, intraoperatif ve postoperatif olarak baştan sona düzenli takip gerektiren bir süreçtir. Preoperatif süreçte adayın otolojik ve odyolojik değerlendirmesi, radyolojik değerlendirme sonuçları, işitsel algı testleri ve genel medikal öyküsü göz önüne alınarak Kİ için uygun aday olup olmadığı belirlenir. İntraoperatif değerlendirme, cerrahi sırasında odyolog tarafından elektrotların yerleşimini ve çalışmasını görüntülemek için yapılır. İntraoperatif değerlendirmeler

impedansmetri/telemetry değerlendirmesi, elektriksel bileşik aksiyon potansiyelleri ve elektriksel stapes refleksi ölçümlerini içermektedir (43).

Postoperatif süreç ameliyat sonrası ilk aktivasyon ile başlar, düzenli takip seansları ile devam eder. Yetişkinler ve çocuklar için takip protokolleri değişiklik gösterir. Konuşma işlemcisinin ilk aktivasyonu cerrahi sonrası 1-4. Haftada yapılarak ilk uyarım sağlanır. Programlama aşamasında ilk olarak telemetry ölçümü yapılarak elektrotların durumu kontrol edilir. Telemetry sonrasında elektriksel bileşik aksiyon potansiyelleri ölçümü ile koklear sinirin elektriksel uyarılara verdiği cevap izlenir. Elektrofizyolojik ölçümler sonrasında konuşma işlemcisi programlanır. Her elektrot/kanal için bireyin eşik seviyeleri (T seviyesi), rahat duyulabilen seviyeler (C seviyesi) ve dinamik aralık belirlenir. Pediatrik kullanıcılarda bu seviyeler belirlenirken objektif ölçümler olan elektriksel stapes refleksi ve elektriksel bileşik aksiyon potansiyeli ölçümleri kullanılır. Bireyin yaşına ve ihtiyaçlarına göre postoperatif takip sıklığı değişmektedir. Cerrahi sonrasında yetişkinlerde 1.ay,3.ay, 6, ay,12. ayda ve sonrasında yıllık kontroller planlanır. Çocuklarda ise postoperatif 1.ay, 3.ay, 6. ay, 9.ay ve 12. ayda; birinci yıldan sonra ise 6 aylık aralıklarla programlama için kontrol seansları planlanır (38, 40). Koklear implantasyon sürecinde kulak burun boğaz hekimi, odyolog, nörolog, radyolog ve ihtiyaç halinde psikologlar yer almaktadır. Koklear implantasyon öncesi aday seçimi ve sonrasında takip protokolleri multidisipliner çalışmayı gerektiren bir süreçtir (37).

2.3.2. Koklear İmplantlı Çocuklarda Karşılaşılan Zorluklar

Koklear implant tasarımındaki ve sinyal işleme stratejilerindeki gelişmeler ileri - çok ileri derecede işitme kaybı olan çocukların konuşma dili geliştirmelerine olanak sağlamıştır (44). Koklear implant, bebek ve çocuklarda konuşma algısı, konuşma üretimi, sözel dil becerileri, okuma, akademik beceriler ve sosyal etkileşim gibi farklı alanların gelişimine önemli katkı sağlamaktadır. Bu alanlardaki gelişim Kİ'den alınan verime ve performansa bağlı olarak değişmektedir. Koklear implant ekibinde yer alan odyolog tarafından kişiye uygun programlama yapılması ve düzenli kontroller Kİ sonrasındaki başarıyı arttırmaktadır. İşitme kaybı tanılanma yaşı, işitme cihazı kullanım süresi, implantasyon yaşı, günlük Kİ kullanım süresi, işitsel rehabilitasyon başlangıç yaşı ve sosyoekonomik faktörler Kİ performansını etkiler (45,

46). Bununla birlikte bazı çocuklar için Kİ sonrasında dil gelişimi performansındaki artışa rağmen söz dizimi, kelime bilgisi, okuma ve matematiksel kavramlar ve problem çözme becerileri normal işiten akranlarının oldukça altındadır (47).

5-14 yaş arası 60 Kİ kullanıcısı çocukla yapılan bir çalışmada Kİ kullanıcısı çocukların konuşma anlaşılabilirliği açısından normal işiten yaşlıtlarına benzer olmalarına rağmen morfoloji, sentaks, soyut kelime ve deyimler bilgisi gibi üst düzey karmaşık dil becerisi gerektiren alanlarda gecikme yaşadıkları görülmüştür (48).

Koklear implant kullanıcısı çocukların ebeveynleri ve sınıf öğretmenleri ile yapılan bir anket çalışmasında çocukların iletişim becerileri, akademik başarıları ve psikolojik durumlarının değerlendirilmesi istenmiştir. İletişim becerilerine bakıldığında yeni bir gruba dahil olmakta ve grup içi konuşmaları takip etmekte zorlandıkları görülmüştür. Öğretmenlerin %60'ına göre Kİ'li çocukların okuma, yazma ve matematik becerilerinde normal işiten yaşlıtlarına göre gerilik olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin %70'i Kİ kullanıcılarının akademik başarısının sınıf ortalamasından daha düşük olduğunu rapor etmiştir (49)

Konuşma dili gelişimi ve iletişim becerileri yüksek çocuklar bile arka plan gürültü ve grup içi birden fazla konuşmacı varlığında sessizleşme, katılım göstermeme eğilimindedir. Koklear implant parçalarının dışarıdan görünmesi bazı çocuklarda ergenlik dönemine gelindiğinde sosyal katılım ve duygusal iyilik halini olumsuz yönde etkilemektedir (47, 49).

2.3.3. Bilateral Koklear İmplantasyon

Normal işiten ve normal gelişim gösteren çocuklar sesleri iki kulakları ile işitmektedir. Merkezi işitme sistemi, iki kulaktan gelen işitsel bilgiyi bir araya getirerek işlemler. Binaural işitme, gürültü varlığında konuşmanın daha iyi anlaşılmasını sağlar ve sesleri lokalize etme becerilerini üst düzeye çıkararak işitsel sistemin optimum performans göstermesine izin verir (50, 51). İki kulaktaki akustik sinyallerin karşılaştırmalarından yararlanma yeteneğimizi ifade eder. Tek bir uyarın varlığında iki kulağa gelen sesin detayları farklı olduğundan her iki kulağa gelen sinyalin karşılaştırmasını yapmakta yararlıdır (52).

Unilateral işitme kaybına sahip çocukların bir kulaklarında tamamen normal işitmeye sahip olmaları günlük hayatta sessiz ortamlarda yapılan konuşmalara katılmalarında herhangi bir engel oluşturmuyor gibi görünse de binaural işitmenin avantajlarından yararlanamamaktadırlar. Bu durum arka plan gürültü varlığında konuşulanları anlamayı ve işitsel yön tayini (*lokalizasyon*) becerilerinin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (53, 54).

Bilateral işitme kayıplı bebek ve çocuklarda, unilateral işitsel girdi işitme ve konuşma gelişimi için yetersizliklere sebep olmaktadır (55). Binaural uyarım işitme kaybının tipine ve derecesine göre bilateral işitme cihazı, bilateral Kİ ya da bir kulakta Kİ kontralateral kulakta işitme cihazı (bimodal uyarım) kullanılması ile sağlanmaktadır (56). Bilateral koklear implantasyon ileri derecede işitme kayıplı çocukların rehabilitasyonunda en güvenli ve en etkili seçenektir (57).

Erken çocukluk döneminde çok kanallı elektroensefalografi kullanılan bir çalışmada tek taraflı işitsel uyarım alan çocuklarda uyarımın olduğu tarafta işitsel yolların ve kontralateral işitsel korteksin anormal gelişim gösterdiği rapor edilmiştir. Tek taraflı Kİ stimülasyonunun işitsel beyin sapı aktivasyonunda asimetri ile sonuçlandığı görülmüştür (58). Minimum gecikme (18 ay ara) ile bilateral koklear implantasyon yapılması durumunda işitsel kortekste reorganizasyon gerçekleşmektedir (55).

Ülkemizde 2016 yılında yayımlanan Sağlık Uygulama Tebliği ile 1-4 yaş arasındaki çocuklarda bilateral koklear implantasyon uygulaması bedeli Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından karşılanmaktadır (3). Bilateral koklear implantasyon her iki implantın da aynı ameliyatta yerleştirildiği eş zamanlı ve implantların farklı oturumlarda yerleştirildiği ardışık olmak üzere iki farklı prosedür şeklinde uygulanabilmektedir (4)

2.4. Uzamsal İşitme (*Spatial Hearing*)

Uzamsal işitme, işitsel sistemin seslerin başa ulaşabileceği farklı uzaysal yolları yorumlama ve kullanma kapasitesidir (59). Fiziksel ve sosyal çevre ile etkileşimde kilit rol oynar ve işitsel sahne analizini etkiler (60, 61). Bu nedenle uzamsal işitme, sinyali gürültüden ayırt etme kapasitesine, ilgili sesleri algılama ve

bunlara yanıt verme yeteneğine katkıda bulunur. Kulaklar arası (*interaural*) ve tek kulak (*monoaural*) ipuçlarının analiz edilmesi ile dinleme performansını iyileştirir. Kulaklar arası ipuçları sesleri horizontal boyutta, monoaural ipuçları ise sesleri ön-arka ve yukarı-aşağı lokalize edebilmek için esastır (62, 63). Aynı zamanda binaural etkileşimler, kulaklar arası farklılıkların kullanılması ile sinyallerin gürültüden ayrılmasını kolaylaştırır (64).

2.5. Ses Lokalizasyon Becerisi

Ses lokalizasyonu, ses kaynağının yönünü tayin etme becerisidir. Ses kaynağı lokalizasyonu, kaynağın konumunun 2 farklı açısız planda horizontal/yatay ($0^\circ \pm 180^\circ$), vertikal/dikey plan ($0^\circ \pm 90^\circ$) ve uzaklık/ derinlik olmak üzere 3 boyutta algılanmasını gerektirir. İşitsel sistemde kaynağın yerini belirlemek için sesin zamanı, şiddeti ve spektral özellikleri kullanılır (65).

2.5.1. Horizontal Lokalizasyon

Horizontal düzlemde ses lokalizasyonu bir ses kaynağının orta hat çizgisine göre sağ ya da sol tarafta yer almasıdır. Horizontal ses lokalizasyonu Rayleigh'e göre "*duplex teorisine*" dayanır. Duplex teorisinde sesler lokalize edilirken 1.5 kHz'den daha alçak frekanslı seslerde kulaklar arası zaman ve faz farklılıkları; 4 kHz ve daha yüksek frekanslı seslerde ise kulaklar arası şiddet farklılıkları öne çıkmaktadır. Geniş frekans spektrumuna sahip seslerde ise kulaklar arası ipuçları birlikte kullanılmaktadır (66, 67).

2.5.2. Vertikal Lokalizasyon

Vertikal/dikey düzlemde ses lokalizasyonu, sesin spektral bileşenlerinden etkilenmektedir. Monoaural spektral ipuçları yansıma, kırınım, emilim yoluyla gelen ses dalgalarına müdahale eden filtre işlevi görmektedir. Bu filtreleme sesin spektrumunda değişiklik yaratır. Vertikal düzlemde konumlandırılan ses belirli frekans bantlarında güçlenmekte (spektral tepeler) veya sönümlenmektedir (spektral çentikler). Bu duruma pinna etkisi adı verilir (68, 69). İlk spektral çentik vertikal düzlemde lokalizasyonu belirlemede temel ipucu olarak görülmektedir. Pinna etkisi yüksek frekanslı seslerde pinnanın kısa dalga boylu seslerle etkileşime girmesi

sebebiyle daha etkilidir. Sesler dinleyicinin pinnası normal gelişimde, uyarın kompleks veya 7 kHz'den yüksek komponent içeriyorsa vertikal olarak lokalize edilebilir (65, 70).

2.5.3. Uzaklık (Mesafe)

Ses kaynağının mesafesi belirlenirken ağırlıklı olarak monoaural ipuçları kullanılmaktadır. Genel olarak aşına olduğumuz ve daha yakın mesafedeki seslerin kaynağını belirlemek daha kolaydır (71).

Kapalı ekojenik ortamlarda ses kulağa doğrudan ve yansıyan (reverberasyon) olarak iki farklı şekilde ulaşmaktadır. Yansıyan ses duvar tarafından en az bir kere yansıtılmıştır. Kulağa doğrudan ulaşan ses ile yansıyan ses arasındaki oran, ses kaynağının mesafesi hakkında bilgi vermektedir. Yakındaki kaynaklar için baskın olan doğrudan ulaşan ses iken uzak kaynaklar için yansıyan ses baskındır (65, 72).

2.6. Ses Lokalizasyonunda Kulaklar Arası İpuçları

2.6.1. Kulaklar Arası Zaman Farkı İpuçları (*Interaural Time Differences; ITD*)

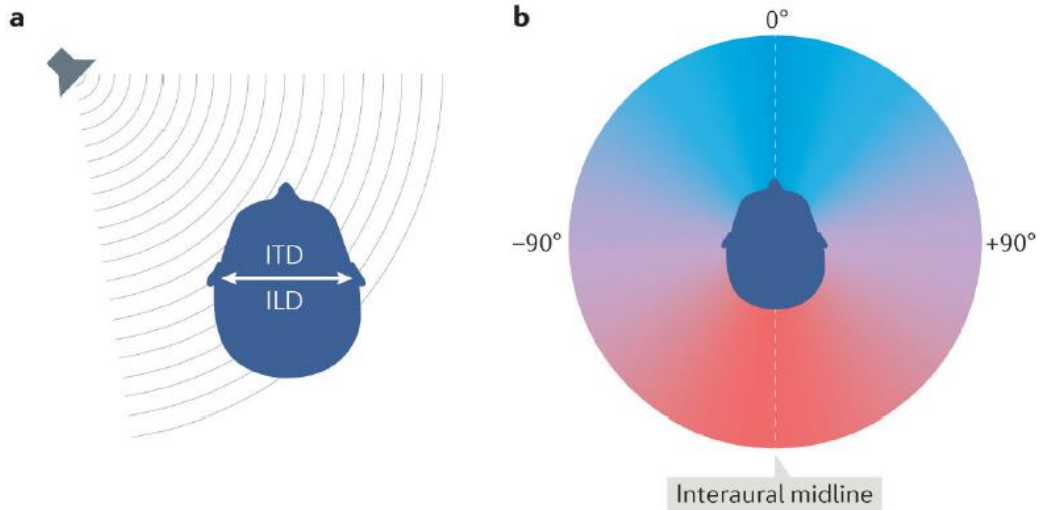
Kulaklar arası zaman farkı ipuçları iki kulağın baş üzerinde farklı bölgelerde konumlanmasından kaynaklanır. Bir ses kaynaktan çıktıktan sonra her kulağa ulaşmak için gitmesi gereken yol uzunluklarındaki yöne bağlı farklılıklar, sesin kulaklara varış sürelerini etkiler. Ses kaynağına daha yakın olan kulağa daha önce ulaşır. Bu durum ITD ipuçlarının ortaya çıkmasına sebep olur (73).

İşitsel sistem ITD ipuçlarını alçak frekanslı dalga boyu kafa çapından daha uzun olan seslerde faz değişikliği, yüksek frekanslı dalga boyu kafa çapından daha kısa olan seslerde ise zarf (envelop) değişikliği olarak değerlendirir. Kulaklar arası zaman ipuçları, 1500 Hz'in altındaki frekanslarda ses kaynaklarının bulunmasında belirginken daha yüksek frekanslarda belirsiz hale gelir. Optimal koşullarda insanlar 10 ms 'ye kadar olan zaman farklarını fark edebilmektedir (74, 75).

2.6.2. Kulaklar Arası Şiddet Farkı İpuçları (*Interaural Level Differences; ILD*)

Kulaklar arası şiddet farkı ipuçları aynı ses için iki kulak arasında oluşan şiddet farkıdır. Baş, küresel bir ses engelleyicidir ve orta hattan çıkan ses, kaynaktan daha uzaktaki kulağa ulaşmak için başın etrafında kırılmalıdır (76, 77). İnsanlar için kafa çapı yaklaşık olarak 24.5 cm'dir. Bir sesin dalga boyu kafa çapından daha büyükse belirli bir frekansta başın etrafında kırılır. Başın gölge etkisi özellikle yüksek frekanslı baş çapından daha kısa dalga boylu seslerde akustik enerjiyi yansıtma ve absorpsiyon yoluyla kısmen azaltmaktadır. Bu sebeple ILD 1500 Hz'den daha küçük frekansa sahip olan seslerde sifıra yakındır. Kaynak orta hattan ne kadar uzak olursa ILD o kadar büyük olmaktadır. Optimal koşullarda insan kulağının algılayabileceği en düşük ILD 0.5 dB'dir (65, 78).

ITD ve ILD ipuçlarının şematik gösterimi Şekil 2.2'de verilmiştir. Lateral konumdaki ses kaynağından gelen ses dalgası bir kulakta diğerine göre gecikmekte ve zayıflamaktadır (a). Ses kaynağı orta hatta iken (0° azimut) lokalizasyon keskinliği en yüksektir. Kaynak dinleyiciye göre lateralde veya arkada konumlanırsa keskinlik azalır. Şekil 2.2.'de (b) maviden kırmızıya doğru lokalizasyon keskinliği azalmaktadır (79).



Şekil 2.2. ITD ve ILD İpuçlarının Şematik Gösterimi (75)

2.6.3. Ses Lokalizasyon Becerisinin Nöral Mekanizması

İşitsel işlemlenin nöral mekanizması ele alındığında işlevsel olarak özelleşmiş iki yolda gerçekleştiğini öne süren ikili akış modeli (*dual-stream model*) öne çıkmaktadır (80). Bu modelde uyarının "ne " olduğunu tanımlayabilmek için ise ventral ve uyarının "nerede" olduğunu anlayabilmek için dorsal işitsel yolun kullanıldığı varsayılmaktadır (79, 81). İkili akış modeline göre, sesleri lokalize etmek için gerekli ipuçları işitsel sistemin üst seviyelerinde işlenmektedir.

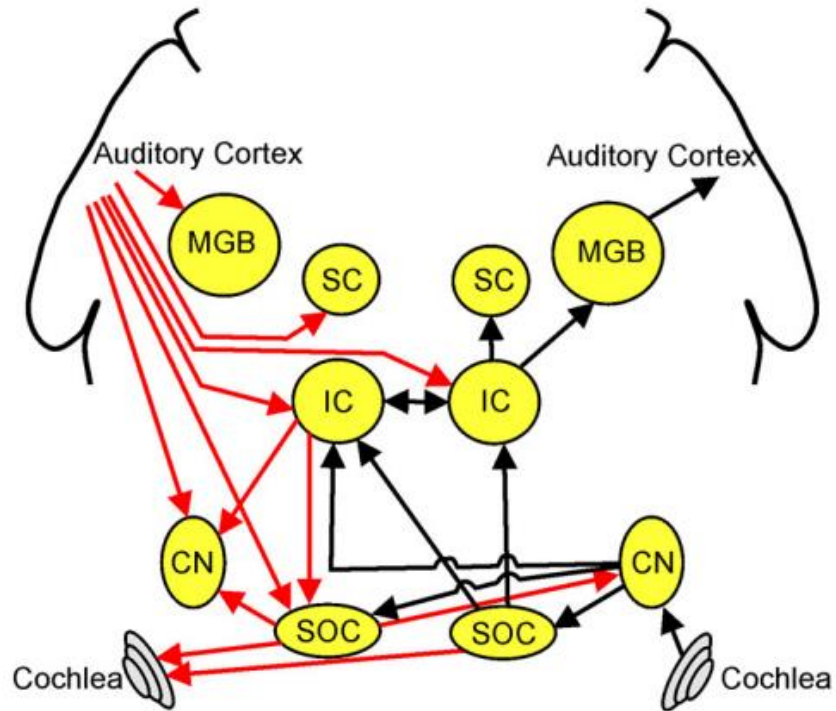
Binaural uzamsal ipuçları işitsel kortekse ulaşmadan büyük ölçüde işlenir. Ses dalgaları kokleada yer alan tüy hücreleri tarafından aksiyon potansiyellerine dönüştürülür. İşitsel sinir lifleri aracılığıyla koklear nükleusa (KN) aktarılır (82). Spektral ipuçlarının dorsal koklear nükleus'ta (DKN) işlendiği düşünülmektedir. İşleme superior oliver kompleks'in (*Superior Olivary Complex, SOC*) medial (medial superior oliver, MSO) ve lateral (lateral superior oliver, LSO) çekirdeğine doğru devam eder (83). Superior oliver kompleks her iki kulaktan gelen işitsel bilginin işlendiği ilk anatomik bölgedir. Bu yüzden lokalizasyon becerisi için kritik önem taşımaktadır. Superior oliver kompleks afferentlerinde oluşan bir sorun veya SOC hücre gövdelerinde lezyon oluşması davranışsal lokalizasyon yeteneğini olumsuz etkiler (73). Medial superior olive ITD, lateral superior olive ise ILD ipuçlarına duyarlıdır.

Kulaklar arası şiddet farkı ipuçlarını kodlamaktan sorumlu LSO, her iki kulaktan işitsel girdi almaktadır. Uyarının sağ taraftan sunulduğu düşünüldüğünde, ipsilateral girdiler (sağ taraftan gelen sesler) anteroventral koklear çekirdeğin nöronları aracılığıyla uyarıcı etki yaparken kontralateral kulaktan (sol kulak) gelen sesler trapezoid gövdenin medial çekirdeğinde (*medial nucleus of trapezoid body*) gerçekleşen sinaps sebebiyle inhibitör etki yapmaktadır. İpsilateral uyarım ve kontralateral inhibisyon mekanizması LSO nöronlarının ILD ipuçlarını kodlamasını sağlamaktadır (73, 84). LSO nöronları inferior kollikulusa bilateral projeksiyon yapar. Lateral SOC nöronları kontralateral inferior kollikulusa uyarıcı, ipsilateral inferior kollikulusa ise inhibitör projeksiyon gönderir (85).

Medial SOC nöronları, her iki taraftaki KN'tan uyarıcı girdi alarak iki kulağın afferentlerinde hemen hemen aynı anda aksiyon potansiyeli oluştuğunda yanıtlarını

arttıran, aynı anda gelmediğinde ise yanıtlarını azaltan tesadüfi detektörler gibi davranırlar. Faza kilitleme yoluyla KN'lardan MSO'ya gelen afferentler iki kulak arası göreceli zaman farklarının ortaya çıkmasına sebep olur. Dolayısıyla medial SOC, ITD ipuçlarına duyarlıdır. Lateral SOC'dan farklı olarak, Medial SOC'dan gelen uyarıcı çıktılar yalnızca ipsilateral inferior kollikulusu inerve eder (73, 86).

İnferior kollikulus alt beyin sapından medial genikulat cisime ardından işitsel kortekse giden akustik bilginin işlenmesinde görevlidir. Koklear nükleus liflerinin büyük bir kısmı kontralateral dorsal KN'a geçerek inferior kollikulusa ulaşırlar. Liflerin küçük bir kısmı ise Medial SOC ve Lateral SOC'dan gelir. ITD ipuçlarına duyarlı olmakla birlikte *brachium colliculus inferior* aracılığıyla medial genikulat cisime efferent uyarım gönderir. Talamusta yer alan medial genikulat cisim işitme ile ilgili impulsların işitsel kortekse iletilmesinde ara nükleus görevi görür (87, 88).



Şekil 2.3. İşitsel Yolların Şematik Gösterimi (89).

Kırmızı ile çıkan yollar, siyah ile inen yollar gösterilmiştir (SOC: Superior oliver kompleks; CN: Koklear nükleus; IC: İnferior kollikulus; MGB: Medial genikulat cisim; SC: Süperior kollikulus)

İnsanlarda yapılan fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme çalışmaları, ses lokalizasyon becerisinin posterior işitsel korteks olan planum temporale ve inferior parietal kortekste aktivasyonu arttırdığını göstermiştir (90, 91).

Ses kaynağının konumunu bulabilmek için işitsel sistemin farklı ipuçlarını (ILD, ITD ve spektral ipuçları) entegre etmesi gerekir. ILD ve ITD ipuçlarının inferior kollikulus seviyesine kadar farklı anatomik bölgelerde işlemlendiği göz önüne alındığında, bu entegrasyonun inferior kollikulus ya da işitsel kortekste gerçekleştiği düşünülmektedir (92). İşitsel yolların şematik gösterimi Şekil 2.3.'te verilmiştir.

2.7. Çocuklarda Lokalizasyon Becerisinin Gelişimi

Akustik uzamsal bilgiyi işleme yeteneği yaşam boyu değişiklik göstermektedir. Bebek ve küçük çocuklarda başlangıçta keskin olmayan bu beceri genç yetişkinlikte en yüksek performansa ulaşmakta ve yaşlılıkta azalmaktadır (93).

Muir ve ark. (94) 1-7 ay arası bebeklerde, karanlık bir odada ses lokalizasyon becerisini baş hareketine göre değerlendirdikleri çalışmaya göre ses lokalizasyonu keskinliği doğumdan sonraki 1. ve 7. aylar arasında "U" şeklinde işlevsel bir eğriyi takip etmektedir. 1. ve 4. aylarda lokalizasyon keskinliği nispeten doğrudur. Üçüncü ve 5. aylarda keskinlik azalmakta, 7. aydan sonra lokalizasyon becerisi istikrarlı bir şekilde gelişmektedir. İlk haftalarda ses kaynağına yönelmekte görülen refleks hareketlerinin yerini öğrenme almaktadır. Bu değişikliğin kortikal ve subkortikal mekanizmaların hızlı gelişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir (94, 95). Yeni doğan bebekler ses kaynağını bulmak için başlarını 45° açıyla çevirebilirken, 4-5 aylık bebeklerde hareket açısı 30° olarak kaydedilmiştir (96).

Morrongiello ve *Rocca* (94) 6-18 aylık bebeklerde 10 hoparlör kullanarak horizontal lokalizasyon becerisini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda ortalama lokalizasyon hatası merkezi uyarılar için 16.9° elde edilirken bebeklerin lateral alanlardaki sesleri daha iyi lokalize edebildiği görülmüştür. Yeni doğanlar ses lokalizasyon yeteneğine sahip olsalar da bu davranışı gösterme olasılıkları uyarının süresine, frekansına, görsel ve somatosensöriyel ipucu varlığına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin bebekler yüksek frekanslı seslere, orta ve alçak frekanslı seslere göre daha belirgin tepkiler vermektedir (97).

Fiziksel gelişim sırasında insan kafasının çapı neredeyse iki katına çıkar. Yetişkin bireyin iki kulağı arasındaki mesafe bebeklerle karşılaştırıldığında birbirine iki kat uzak olmakla birlikte daha büyük bir engelle ayrılır. Bu farklılık uzamsal ipuçlarının (ILD, ITD) daha fark edilebilir olmasına dolayısıyla ses lokalizasyon becerisinin gelişmesine sebep olur (73, 98).

Ses lokalizasyon becerisi çocuklarda 5 yaşa kadar gelişerek yetişkin seviyesine ulaşmaktadır (99). Litovsky, çocuklarda ve yetişkinlerde lokalizasyon becerisini "işitilebilen en düşük açı" (*Minimum Audible Angle*, MAA)" cinsinden kıyasladığı çalışmasında, MAA değerini 5 yaşındaki çocuklarda 2°, yetişkinlerde ise 1° elde etmiştir (100).

2.7.1. Koklear İmplant Kullanıcısı Çocuklarda Lokalizasyon Becerisinin Gelişimi

Uzamsal işitme becerisinin gelişmesi, çocuğun akustik ipuçlarına erişebilmesine bağlıdır. Koklear implant aracılığıyla işiten çocuklar işitme kaybı sebebiyle yaşamın ilk yıllarında bozulmuş akustik ipuçlarını kullanarak bu beceriyi geliştirmeye çalışmaktadır (9). Kİ kullanıcısı çocukların bu beceriyi geliştirmelerinde en önemli faktörlerden biri binaural işitsel deneyimdir (11).

İleri-çok ileri derecede işitme kayıplı çocuklar unilateral Kİ kullanımı ile karşılaştırıldığında bilateral Kİ ile lokalize etmeyi daha iyi öğrenebilirler. Buna rağmen bilateral Kİ kullanan çocuklar arasında ses lokalizasyon becerisi değişkenlik göstermektedir (101).

Ses lokalizasyon becerisinin gelişiminde etkili olan birçok faktör vardır. İşitsel deprivasyon nöral dejenerasyona ve kortikal re-organizasyona neden olarak ses lokalizasyon becerisini olumsuz etkilemektedir (102). Dolayısıyla işitme kaybının başlangıç zamanı, implantasyon yaşı ve implantlar arası geçen süre lokalizasyon ile ilişkilidir. Lokalizasyon ardışık bilateral Kİ kullanan çocuklarda binaural uyarım sağlandıktan bir süre sonra gelişmeye başlar (5). Bunun yanı sıra, kullanılan Kİ sisteminin özellikleri, aktif elektrot sayısı, konuşma işleme stratejisi ve uyarım seviyesinin lokalizasyonu etkilediği düşünülmektedir (103, 104).

2.8. Lokalizasyon Becerisinin Değerlendirilmesi

Ses lokalizasyon becerisi farklı testler ve düzenekler kullanılarak değerlendirilebilmektedir. İki'den fazla ses kaynağının bulunduğu test düzeneklerinde sesin geldiği kaynağın bulunması lokalizasyon testlerinin temelini oluşturur. Lokalizasyon test bataryalarında kullanılan hoparlör sayısı ve hoparlörler arası açılar değişiklik göstermektedir.

Ülkemizde klinik değerlendirmede rutin olarak kullanılan herhangi bir lokalizasyon testi bulunmamakla birlikte literatürde farklı çalışmalarda farklı test bataryaları kullanılmıştır (5, 105, 106). *Killan* ve ark. (5) bilateral Kİ kullanıcılarının lokalizasyon becerilerini değerlendirdikleri çalışmalarında $+60^\circ$ ve -60° azimutta 30° aralıklarla 5 hoparlör kullanmışlardır. *Zheng* ve diğ. (107) bilateral Kİ kullanıcılarının lokalizasyon becerilerini değerlendirdikleri çalışmalarında $+60^\circ$ ve -60° azimutta 30° aralıklarla 5 hoparlör kullanmışlardır.. *Camacho* (108), $+90^\circ$ ve -90° azimutta 45° 'lik aralıklarla 5 hoparlör kullandığı testinde disleksi hastalarında test yapmıştır.

Çocukların yetişkinler için düzenlenen ses lokalizasyon testlerine adapte olmalarını sağlayabilmek için ses lokalizasyon testlerinde farklı modifikasyonlar yapılmaktadır. *Van Deun* ve ark. (106) ses lokalizasyon testinde kullanılacak hoparlörleri çizgi film karakterleriyle eşleştirerek çocuklardan sesin geldiğini düşündükleri karakterin adını söylemelerini beklemişlerdir. *Killan* ve ark. çocuklarda ses lokalizasyon değerlendirmesinde test uyarısı olarak "Ben neredeyim? (*Where am I?*)" cümlesini kullanarak çocuklardan sesin geldiği hoparlörü göstermesini istemişlerdir. Çocukların teknolojiye olan ilgisi düşünülerek, çocukların cevaplarını elektronik tabletler aracılığıyla kaydeden düzenekler de bulunmaktadır (109).

2.8.1. İşitsel Konuşma Sesi Değerlendirmesi (*The Auditory Speech Sound Evaluation, ASSE*)

Audiqueen yazılımı içerisinde bulunan ASSE test bataryası, işitme kayıplı bireylerin değerlendirilmesi için tasarlanmış eşik üstü işitsel testler içeren psikoakustik bir test paketidir. Test bataryasının geliştirilmesinin temel amacı, işitme cihazı kullanıcısı prelingual işitme kayıplı çocukların koklealarının ayırt etme becerisini

değerlendirmek, testin sonuçlarının koklear implant adaylarının seçiminde ve değerlendirilmesinde yön gösterici olmasını sağlamaktır (12).

ASSE konuşma sesi uyarılarından oluşan, işitme bozukluğu olan kişilerin, konuşma seslerini fark etme, ayırt etme ve tanıma becerilerini değerlendiren dilden bağımsız odyolojik bir değerlendirme aracıdır. 10 aydan büyük herkese uygulanabilir. İçerisinde Gürlük Algısı, Fonem Ayırt Etme, Fonem Fark Etme, Fonem Tanıma Harmonik Entonasyon, Disharmonik Entonasyon ve Lokalizasyon testleri bulunmaktadır (12).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Türü

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Yüksek Lisans Programı'nda Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun GO-20/813 protokol kodu ile 28.01.2019 tarihinde 2020/18-51 no'lu izni ile yapılmıştır. Etik kurul izin yazısı Ek-1'de sunulmuştur.

Bu çalışmada eş zamanlı ve ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı çocukların lokalizasyon becerisini değerlendirmek, eş zamanlı ve ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı çocuklar arasında lokalizasyon becerisini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı çocuklarda implantlar arası sürenin lokalizasyon becerisine etkisinin değerlendirilmesi ve bilateral koklear implant kullanıcısı çocukların ses lokalizasyon becerisine etki eden faktörler araştırılmıştır.

Çalışmaya koklear implant kullanıcısı 59 ve normal işitmeye sahip 18 çocuk dahil edilmiştir. Katılımcılar sosyal seviye farklı gözetilmeden seçilmiştir. Çalışmaya katılmak gönüllük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılan çocuklar ve ebeveynlerine çalışmanın içeriği ve amacı anlatılmış, yazılı izinleri alınmıştır.

3.2. Araştırmanın Örneklemi

3.2.1. Katılımcıların Belirlenmesi

Çalışma üç çalışma ve bir kontrol grubu olmak üzere dört grup olacak şekilde planlanmıştır.

1. Kontrol grubu: Bilateral normal işitmeye sahip 18 çocuk,
2. Çalışma Grubu I: Eş zamanlı bilateral koklear implant kullanıcısı 19 çocuk,
3. Çalışma Grubu II: İmplantlar arası süre 4 yıldan daha az olan ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı 21 çocuk,
4. Çalışma Grubu III: İmplantlar arası süre 4 yıl ve üzeri olan ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı 19 çocuk dahil edilmiştir.

Kontrol grubuna Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Odyoloji Bölümü'ne işitme değerlendirmesi amacıyla başvuran ve yapılan odyolojik değerlendirmeler sonucunda bilateral normal işitme tanılanmış olan 4-18 yaş aralığındaki çocuklar dahil edilmiştir.

Çalışma gruplarına ise Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda koklear implantasyon uygulanmış ve Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü'nde takipli olan, 4-18 aralığındaki bilateral koklear implant kullanıcısı çocuklar dahil edilmiştir. Araştırmaya katılmayı kabul etmesine rağmen teste koopere olamayan 3 çocuk araştırma dışı bırakılmıştır.

Kontrol grubu normal işitmeye sahip 18 çocuk, Çalışma Grubu I eş zamanlı bilateral koklear implant kullanıcısı 19 çocuk, Çalışma Grubu II implantlar arası süre 4 yıldan daha az olan ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı 21 çocuk, Çalışma Grubu III ise implantlar arası geçen süre 4 yıl ve üzeri olan bilateral ardışık koklear implant kullanıcısı 19 çocuktan oluşmaktadır. Çalışma gruplarındaki bireylerin koklear implantlarına ilişkin bilgiler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışma Gruplarına ait Koklear İmplant Bilgileri

	Çalışma Grubu I (n= 19)		Çalışma Grubu II (n= 21)		Çalışma Grubu III (n=19)	
	n	%	n	%	n	%
İşitme Kaybı						
Konjenital	15	78,95	19	90,48	17	89,47
Progresif	4	21,05	2	9,52	2	10,53
Kİ Markası						
Cochlear	13	68,42	15	71,42	8	42,11
Med-El	5	26,32	4	19,05	7	36,84
Advanced Bionics	1	5,26	2	9,53	2	21,05
Kİ İşlemci Türü						
Kulak arkası işlemci	10	52,63	13	62	12	63,16
Kablosuz İşlemci	9	47,37	5	23,8	4	21,05
Kulak arkası ve kablosuz işlemci *	-	-	3	14,2	3	15,79

Kİ: koklear implant, n: katılımcı sayısı, * bir kulakta kablosuz kontralateral kulakta kulak arkası işlemci kullanan bireyler

3.2.2. Araştırmaya Dahil Etme ve Araştırmadan Dışlanma Kriterleri

Kontrol grubundaki bireyler aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurularak çalışmaya dahil edilmiştir:

1. Tanılanmış ek engel bulunmamak
2. Aktif ve/veya tekrarlayan orta kulak patolojisi olmamak
3. Normal işitmeye sahip olmak
4. Ana dili Türkçe olmak

Aşağıda belirtilen kriterlere sahip bireyler kontrol grubuna dahil edilmemiştir:

1. Tanılanmış ek engel bulunmak
2. Aktif ve/veya tekrarlayan orta kulak patolojisine sahip olmak
3. Normal işitmeye sahip olmamak

Çalışma gruplarındaki bireyler aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurularak çalışmaya dahil edilmiştir:

1. Bilateral koklear implantlı işitme eşikleri konuşma alanı içerisinde yer almak
2. Tanılanmış ek engeli bulunmamak
3. Bilateral koklear implant kullanım süresi 1 yıldan fazla olmak
4. Etiyolojide işitsel nöropati spektrum bozukluğu olmamak
5. Herhangi bir iç kulak malformasyonuna sahip olmamak
6. Ana dili Türkçe olmak
7. Konuşma işlemcisindeki tüm elektrotları aktif olmak
8. Her iki kulağında aynı marka koklear implant kullanıyor olmak

Çalışma Grubu I için:

- Eş zamanlı bilateral koklear implant kullanıcısı olmak

Çalışma Grubu II için

- İki kulak implantlar arası süre 4 yıldan daha az olan ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı olmak

Çalışma Grubu III için:

- İki kulak implantlar arası süre 4 yıl ya da daha fazla olan ardışık bilateral koklear implant kullanıcısı olmak Aşağıda belirtilen kriterlere sahip bireyler çalışma gruplarına dahil edilmemiştir:

1. Tanılanmış ek engeli bulunmak
2. Bilateral koklear implant kullanım süresi 1 yıldan az olmak
3. Etiyolojide işitsel nöropati spektrum bozukluğu olmak
4. Herhangi bir iç kulak malformasyonuna sahip olmak
5. Konuşma işlemcisindeki tüm elektrotları aktif olmamak
6. İki kulağında farklı marka koklear implant kullanıyor olmak

3.3. Araçlar ve Yöntem

Çalışma ve kontrol grubundaki bireyler için Veri Kayıt Formu oluşturulmuştur. Kontrol grubu için oluşturulan form demografik bilgiler, prenatal, perinatal ve postnatal öykü, işitme ve dil gelişimi bilgilerini içermektedir. Kontrol grubuna ait Veri Kayıt Formu Ek-2’de yer almaktadır. Çalışma grubu için oluşturulan Veri Kayıt Formu ise demografik bilgiler, prenatal, perinatal ve postnatal öykü, işitme ve dil gelişimi bilgileri, koklear implantasyona ilişkin bilgiler ve ses lokalizasyon değerlendirme sonuçlarını içermektedir. Çalışma grubuna ait Veri Kayıt Formu Ek-3’te dir. Katılımcıların ebeveynlerine ait demografik bilgiler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Demografik bilgilerin kayıt edilmesinden sonra tüm katılımcılara ASSE test bataryasında yer alan lokalizasyon testleri Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi’nde bulunan laboratuvarında uygulanmıştır.

Lokalizasyon becerisi *Otoconsult* tarafından geliştirilen *Audiqueen* yazılımı içerisinde yer alan AŞE lokalizasyon testleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Azimut Lokalizasyon Testi’nde *Yamaha HS5* hoparlörler, ILD Lokalizasyon Testinde ise bu

hoparlörlere ek olarak *JBL ControlONE* hoparlörler kullanılmıştır. Hoparlörler ile bilgisayar arasındaki bağlantı *Zoom UAC-8* ses kartı ile sağlanmıştır. Hoparlörlerin kalibrasyonu *Wintact-WT1357* ses seviye ölçeri (sound level meter) ile yapılmış, testler ses izolasyonlu odada uygulanmıştır.

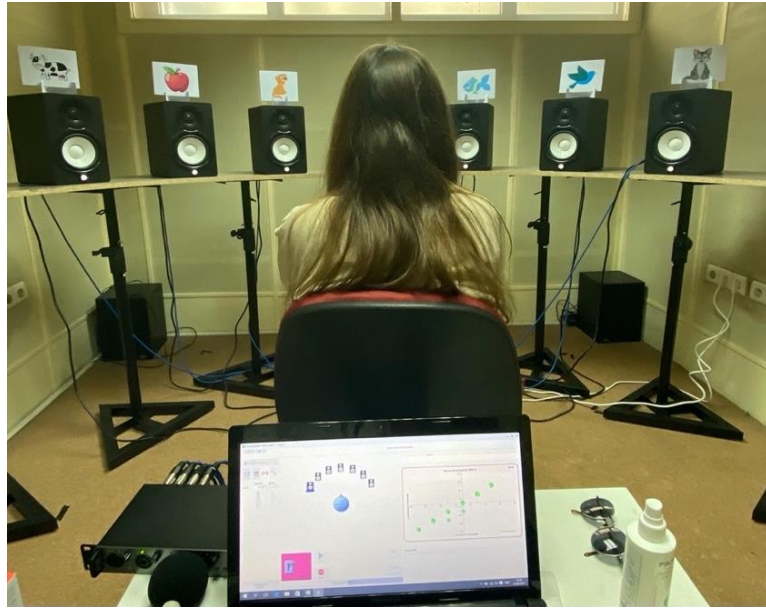
Tablo 3.2. Katılımcıların Ebeveynlerine Ait Demografik Bilgiler

	Anne Eğitim Seviyesi (%)				Baba Eğitim Seviyesi (%)				Gelir Durumu (%)			
	n	Lisansüstü	Üniversite	Lise	İlkokul	Lisansüstü	Üniversite	Lise	İlkokul	Yüksek	Orta	Düşük
Çalışma Grubu I	19	-	36,84	52,63	10,53	-	52,65	42,10	5,27	42,10	57,9	-
Çalışma Grubu II	21	-	28,57	53,38	19,15	-	57,14	38,09	4,77	23,80	66,67	9,53
Çalışma Grubu III	19	-	21,05	63,16	15,79	-	36,84	57,89	5,27	21,05	68,42	10,53
Kontrol Grubu	18	11,12	22,22	33,33	33,33	22,22	11,11	66,66	11,11	27,28	55,56	17,16

n: kişi sayısı

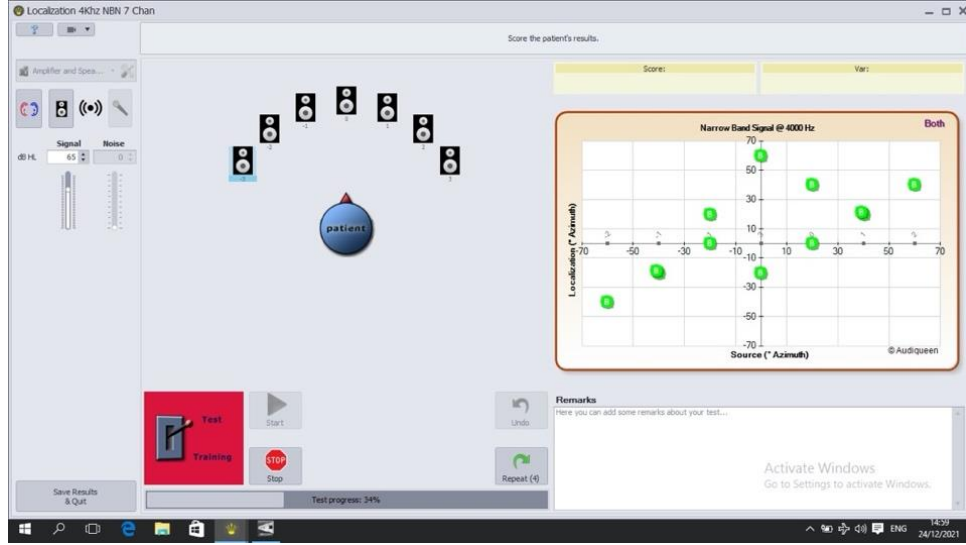
3.3.1. Azimut Lokalizasyon Testi

Azimuth Lokalizasyon Testi -60° (sol) ve 60° (sağ) derece arasında 20° aralıkla yarım daire şeklinde dizilmiş 7 hoparlörden ayrı ayrı rastgele ses gelmesi prensibine dayanır. Yetişkinler için kullanılan düzende hoparlörler 3 en sağ ve -3 en sol olacak şekilde -3'ten 3'e kadar numaralandırılarak sıralanmıştır. Bu çalışmada katılımcıların yaşları göz önünde bulundurularak sayılar yerine, çocukların günlük yaşamda en aşına oldukları 13 nesneye ait görseller seçilmiş ve hoparlörler ile eşleştirilmiştir. Ev, kedi, köpek, kuş, saat, çocuk, elma, balık, çiçek, kitap, telefon, araba ve bisiklet nesnelere ait görseller çocuklara gösterilerek test öncesinde görselleri isimlendirmeleri istenmiştir. Görseller arasından katılımcıların en iyi bildiği 7 tanesi kullanılmıştır. Hoparlörler aracılığıyla 60 dB SPL seviyesinde merkez frekansı 4000 Hz olan 1/3 oktav dar bant gürültü uyararı olarak katılımcılara sunulmuştur. Katılımcılar düzeneğin ortasında yer alan 0 numaralı hoparlörün tam karşısına oturtulmuş, her bir katılımcı için hoparlörler vertikal düzlemde kulak seviyesine gelecek şekilde ayarlanmıştır. Azimut lokalizasyon test düzeneği Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



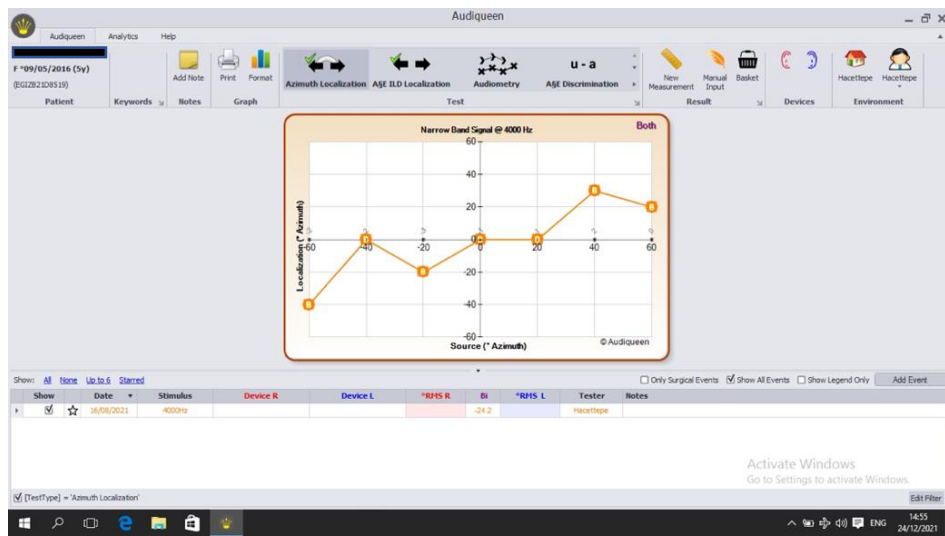
Şekil 3.1. Azimut Lokalizasyon Test düzeneği

Her hoparlör için 5 defa olacak şekilde toplamda 35 uyararı kullanılmıştır. Sesin hangi hoparlörden gönderileceği yazılım tarafından randomize belirlenmiştir. Azimut Lokalizasyon Testinin yazılım ara yüzü Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Azimut Lokalizasyon Testi Yazılım Ara Yüzü

Katılımcılardan başlarını hareket ettirmeden uyarıyı dinlemeleri ve sesin hangi resmin bulunduğu hoparlörden geldiğini söylemeleri istenmiş, cevapları programa girilmiştir. Tüm sesler sunulduktan sonra yazılım her hoparlör için ayrı ayrı ortanca yanıtlarını işaretleyerek bir grafik oluşturmaktadır. Testin sonucunda ortanca değerleri göz önüne bulundurulurken kareler ortalamasının kökü (*Root Mean Square; RMS*) hata skoru otomatik olarak hesaplanmıştır. RMS hata skoru değerinin sıfıra yakın olması lokalizasyon becerisinin daha iyi olduğunu göstermektedir. RMS değerinin pozitif ya da negatif elde edilmesi sapmanın hangi yönde olduğunu belirtmektedir (107). Azimut Lokalizasyon Testi'ne ait sonuç ekranı örneği Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Azimut Lokalizasyon Testi sonuç ekranı örneği

3.3.2. Kulaklar Arası Şiddet Farklılıkları Lokalizasyon Testi (ILD)

ILD Lokalizasyon Testi'nde katılımcılara -60° (sol) ve 60° (sağ) yerleştirilmiş iki hoparlörden eş zamanlı 4000 HZ merkez frekanslı 1/3 oktav dar bant gürültü sunulmuştur. Hoparlörlerden gelen sesler kulaklar arası şiddet farkıyla ilişkilendirilmiştir.

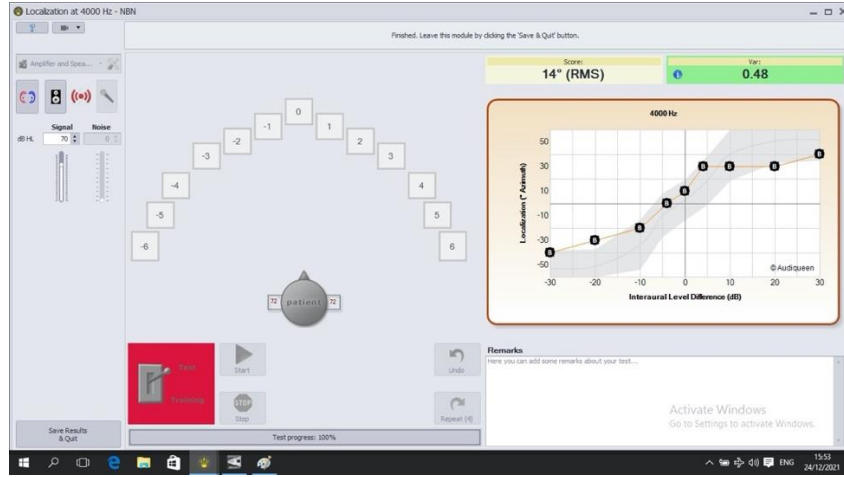
Yetişkinlerde kullanılan ILD düzeneğinde ses üretimini gerçekleştiren iki hoparlörün (6, -6) arasına -5'ten 5'e kadar numaralandırılmış 11 sahte hoparlör yarım daire şeklinde yerleştirilerek, toplamda 13 hoparlör kullanılmaktadır. Sahte hoparlörlerden ses üretimi olmamaktadır. Sunum seviyesi ses üreten her iki hoparlör için de değişiklik gösterdiğinden, iki hoparlör arasında başka bir azimutta ses kaynağı varmış illüzyonu yaratılması prensibine dayanır. ILD Lokalizasyon Testi'ne ait düzenek Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. ILD lokalizasyon Test Düzenegi

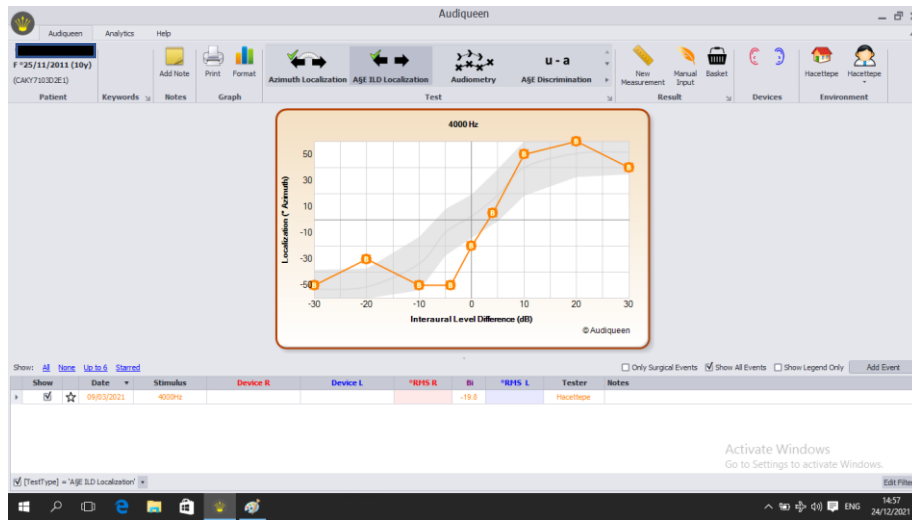
Her sunum seviyesi için sistem $-30, -20, -10, -4, 0, 4, 10, 20$ ve 30 dB arasından rastgele bir şiddet farkı seçmektedir. Sunum seviyesi seçilen şiddet farkına bağlı olarak bir hoparlörde 60 dB HL ve diğerinde $50, 56, 50, 40$ veya 30 dB'dir. Örneğin her iki hoparlörden 60 dB HL ses gönderildiğinde ses orta hattan geliyormuş illüzyonu oluşmaktadır. ILD Lokalizasyon Testi'nde $30, -20, -10, 10, 20, 30$ dB şiddet farkına sahip uyarıların her biri 3'er kez, $-4, 0, 4$ dB'lik şiddet farkına sahip uyarıların her biri ise 5'er kez olmak üzere toplamda 33 uyarı sunulmaktadır (105).

Bu çalışmada katılımcıların yaşları göz önünde bulundurularak sayılar yerine, çocukların günlük yaşamda en aşina oldukları 13 nesneye ait görseller seçilmiş ve hoparlörler ile eşleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan görsellere Ek-4’te yer verilmiştir. Katılımcılardan başlarını hareket ettirmeden uyarı dinlemeleri ve sesin hangi resmin bulunduğu hoparlörden geldiğini söylemeleri istenmiştir. ILD Lokalizasyon Testinin yazılım ara yüzü şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.5. ILD Lokalizasyon Testi Yazılım Ara Yüzü

Katılımcıların cevapları yazılıma girilmiş, tüm şiddet farklılıkları için RMS hata skorları otomatik olarak hesaplanmıştır. RMS değerinin düşük olması lokalizasyon becerisinin daha iyi olduğunu temsil etmektedir. ILD Lokalizasyon Testinin sonuç ekranı şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6. Azimut Lokalizasyon Testi sonuç ekranı örneği

Azimet ve ILD Lokalizasyon Testleri'ne başlamadan önce alıştırma modunda katılımcıların adaptasyonu sağlanmıştır. Çocuğun kooperasyonunun bozulması, testin bozulması gibi gerekli görülen durumlarda teste ara verilerek alıştırma moduna geçilmiştir. Kooperasyonun yeniden sağlanmasından sonra testlere devam edilmiştir. Çalışma gruplarında testler her iki koklear implant konuşma işlemcileri aktif durumdayken uygulanmıştır. Tüm katılımcılara Azimet ve ILD testleri birer kez uygulanmıştır.

3.3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Tüm istatistiksel analizler ise IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) istatistiksel paket programında gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk normallik testi ile incelenmiştir. Çalışmada bulunan kategorik değişkenler frekans ve yüzde ile, sayısal değişkenler için normal dağılıma uyanlar ortalama \pm standart sapma ile normal dağılıma uymayanlar ise ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler ile özetlenmiştir. Bağımsız dört grubun RMS dağılışları arasındaki farklılığın test edilmesinde grupların dağılışına bağılı olarak Kruskal Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Hangi grupların birbirinden anlamlı derecede farklı olduğu ise Benferroni post-hoc testi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 kabul edilmiştir. Ek olarak koklear implantasyon yaşları, bilateral kullanım süresi, implantlar arası süre gibi değişkenlerin elde edilen skorlar ile ilişkisi Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir.

4. BULGULAR

Bilateral koklear implant kullanan çocuklarda ses lokalizasyon becerisinin araştırıldığı çalışmada elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmayaç çalışma grubu I'de 19, çalışma grubu II'de 21, çalışma grubu III'te 19 ve kontrol grubunda 18 olmak üzere toplam 77 çocuk dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin cinsiyetlere göre dağılımı çalışma grubu I'de 11 erkek (%57,9), 8 kız (%53,1); çalışma grubu II'de 9 erkek (%42,9), 12 kız (%57,1); çalışma grubu III'te 9 erkek (%47,4), 10 kız (%52,6) ve kontrol grubunda 10 erkek (%55,6), 9 kız (%44,4) şeklindedir. Tüm katılımcıların kronolojik yaşlarının ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Çalışma grupları arasındaki yaş farklılığı *Kruskal Wallis* testi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arasında yaş ortancaları bakımından istatistiksel açıdan anlamlı farklılık vardır ($p=0,001$). Ortaya çıkan bu farklılığın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığı Post Hoc Bonferroni düzeltmesi ile analiz edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 4.2). Yaş değişkenine ait en küçük medyan değeri çalışma grubu I'e en yüksek medyan değeri ise çalışma grubu III'e aittir. Gruplar arası farklılığın çalışma grubu III'ten kaynaklandığı saptanmıştır.

Tablo 4.1. Çalışma ve kontrol grubuna ait demografik veriler

	GRUP	n	$\bar{X} \pm SS$	Medyan	Min	Maks
Yaş (ay)	Çalışma Grubu I	19	69±22	65	51	158
	Çalışma Grubu II	21	88±18	85	50	125
	Çalışma Grubu III	19	137±33	133	78	215
	Kontrol Grubu	18	84±34	66	46	154

n: Kişi sayısı; \bar{x} : Ortalama; SS: Standart Sapma; Min: Minimum; Maks: Maksimum

Tablo 4.2. Gruplar arası yaş değişkeni karşılaştırması

		Yaş (ay)	
		z	p
Çalışma Grubu I	Çalışma Grubu II	2,432	0,090
	Çalışma Grubu III	-5,656	0,000*
	Kontrol grubu	-1,299	1,000
Çalışma Grubu II	Çalışma Grubu III	-3,363	0,005*
	Kontrol grubu	1,068	1,000
Çalışma Grubu III	Kontrol grubu	4,280	0,000*

p: anlamlılık değeri; z: test değeri

Çalışma gruplarına ait işitme kaybı tanı yaşları, işitme cihazı kullanım süreleri, implantasyon yaşları, implantlar arası süreleri ve bilateral koklear implant kullanım sürelerinin ortalama, standart sapma medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Çalışma grupları arasında tanı yaşları açısından fark olup olmadığı Kruskal Wallis testi ile incelenmiş ve gruplar arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. ($p=0,562$) (Tablo 4.3).

Çalışma grupları arasında 1. Kİ ve 2. Kİ yaşı değişkeni açısından fark olup olmadığı Kruskal-Wallis testi incelenmiştir. 1. Kİ yaşı açısından fark elde edilmezken ($p= 0,133$); 2.Kİ yaş değişkeni bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir ($p=0,000$) (Tablo 4.3.). Gruplar arası fark çalışma grubu III'ten kaynaklanmaktadır (Tablo 4.4).

Çalışma grupları arasında Kruskal-Wallis Testi ile yapılan değerlendirmede implantlar arası süre değişkeni bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p=0,000$) (Tablo 4.3.). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını bulmak için Post Hoc Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır (Tablo 4.4).

Çalışma grupları arasında günlük Kİ kullanım süresi değişkeni bakımından fark olup olmadığı Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiş, üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,148$).

Çalışma grupları arasında bilateral Kİ kullanım süresi bakımından farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. Üç grup arasında bilateral

Kİ kullanım süresi ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir ($p=0,043$). Anlamlı farkın Çalışma grubu II ve III arasında farklılıktan kaynaklandığı belirlenmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.3. Çalışma Gruplarına Ait Demografik Bilgiler

	Çalışma Grubu I (n = 19)			Çalışma Grubu II (n = 21)			Çalışma Grubu III (n = 19)		
	X ± SS	Medyan	Min. Maks.	X ± SS	Medyan	Min. Maks.	X ± SS	Medyan	Min. Maks.
Tanı Yaşı	11,53±19,413	3,00	3 84	7,76±5,709	6,00	3 21	6,79±4,504	6,00	3 18
1.Kİ yaşı (ay)	31,84 ± 28,615	25,00	13 145	23,86±18,320	17,00	12 96	29,74±23,381	25,00	12 110
2.Kİ yaşı (ay)	31,84 ± 28,615	25,00	13 145	39,81±17,600	36,00	21 106	103,95±25,255	100,00	73 171
İmplantlar arası süre (ay)	0	0	0 0	16,24±7,748	14,00	8 34	0	0	0 0
Bilateral kullanım süresi (ay)	37,63±12,442	37	13 56	46,76±14,453	49,00	19 72	33,68±21,541	32,00	14 82
Günlük Kullanım Süresi (saat)	10,742±2,6872	11,600	2,8 3,7	10,410±2,934	11,600	2,6 13,7	8,437±3,6387	8,000	2,3 13,4

±: Kişi sayısı; \bar{x} : Ortalama; SS: Standart Sapma; **Min**: Minimum; **Maks**: Maksimum

Tablo. 4.4. Çalışma grupları arası ikili karşılaştırmalar

Post Hoc Bonferroni Test Sonuçları			z	p
2. Kİ Yaşı	Çalışma Grubu I	Çalışma Grubu II	-10,707	0,147
		Çalışma Grubu III	-32,947	0,000
	Çalışma Grubu II	Çalışma Grubu III	-22,241	0,000
İmplantlar Arası Süre (ay)	Çalışma Grubu I	Çalışma Grubu II	-20,000	0,001
		Çalışma Grubu III	-40,000	0,000
	Çalışma Grubu II	Çalışma Grubu III	-20,000	0,001
Bilateral Kullanım süresi (ay)	Çalışma Grubu I	Çalışma Grubu II	5,236	0,260
		Çalışma Grubu III	5,326	1,000
	Çalışma Grubu II	Çalışma Grubu III	5,236	0,046

Kİ: Koklear implant, p: anlamlılık değeri, z: test istatistiği

4.2. Azimut Lokalizasyon Testi Bulguları

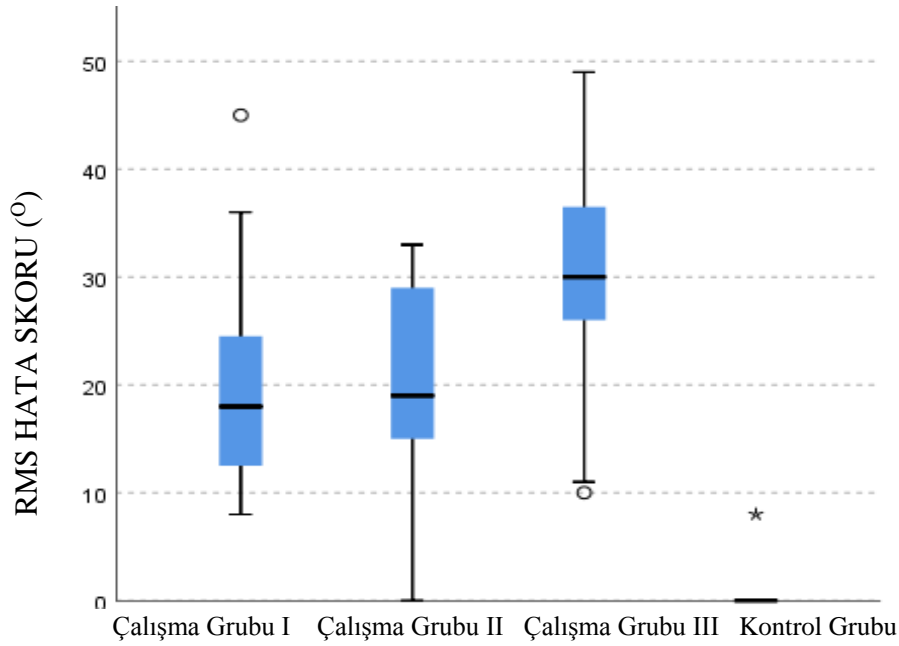
Çalışma grupları ve kontrol grubuna ait Azimut Lokalizasyon Testi RMS Hata skorları normal dağılım göstermemesi sebebiyle Kruskal Wallis Testi ile karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında RMS Hata skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (p= 0,000). Kontrol ve çalışma gruplarından elde edilen RMS Hata skoru ortalamaları, standart sapmaları, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Azimut Lokalizasyon Test Bulguları

RMS Hata (°)	n	$\bar{X} \pm SS$	Medyan	Min	Maks	z	p
Çalışma Grubu I	19	20,26±9,943	18	8	45	46,780	0,000
Çalışma Grubu II	21	20,29 ±9,084	19	0	33		
Çalışma Grubu III	19	30,21±9,42	30	10	49		
Kontrol Grubu	18	0,44 ± 1,886	0	0	8		

p: anlamlılık değeri, z: test istatistiği değeri; n: Kişi sayısı; \bar{x} : Ortalama; SS: Standart Sapma; Min: Minimum; Maks: Maksimum

Azimut Lokalizasyon Testi RMS Hata skorları gruplar arası karşılaştırmaları Şekil 4.4.'te görülmektedir.



Şekil 4.1. Gruplar için Azimut Lokalizasyon RMS Hata skorları ile ilgili kutu grafikleri

Gruplar arasında en düşük RMS hata skoru medyan değeri kontrol grubuna aitken (0°); en yüksek medyan skoru çalışma grubu III'e (30°) aittir. Gruplar arası ikili karşılaştırmalar Post hoc Bonferroni düzeltmesi kullanılarak yapılmıştır. Kontrol grubu ile çalışma grupları arasında anlamlı fark bulunurken, çalışma grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,005$) (Tablo 4.6)

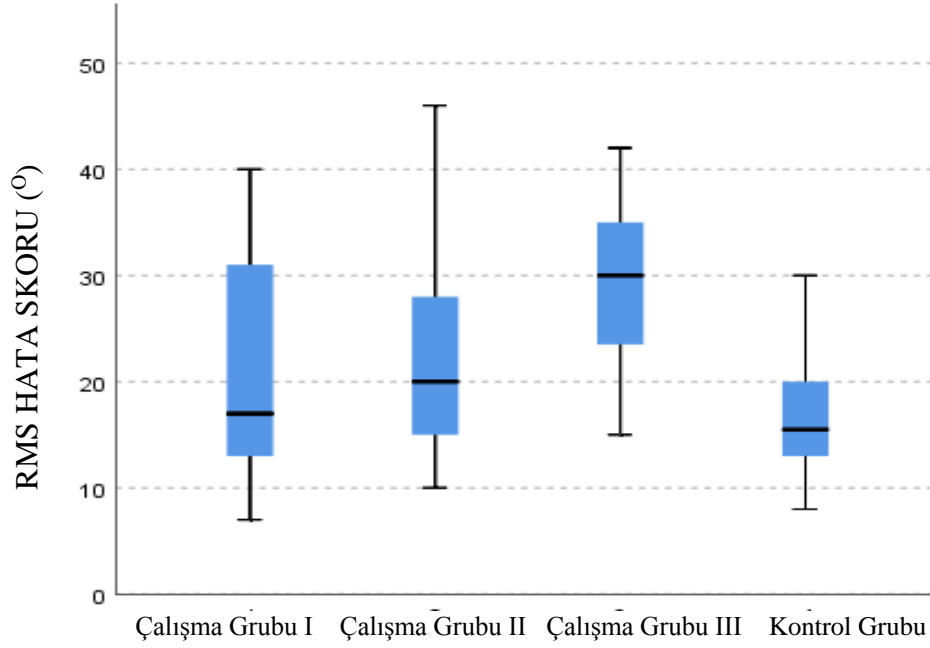
Tablo 4.6. Azimut Lokalizasyon Testi Gruplar Arası İkili Karşılaştırmalar

		RMS Hata ($^\circ$)	
		z	p
Çalışma Grubu I	Çalışma Grubu II	-0,170	1,000
	Çalışma Grubu III	-2,340	0,116
	Kontrol grubu	4,368	0,000
Çalışma Grubu II	Çalışma Grubu III	-2,228	0,155
	Kontrol grubu	4,640	0,000
Çalışma Grubu III	Kontrol grubu	6,676	0,000

p: anlamlılık değeri; z: Standart değer, RMS Hata ($^\circ$): Azimut lokalizasyon Testi RMS Hata Derecesi

4.3. ILD Lokalizasyon Testi Bulguları

Çalışma grupları ve kontrol grubuna ait ILD Lokalizasyon Testi RMS Hata skorları normal dağılım göstermemesi sebebiyle Kruskal Wallis Testi ile karşılaştırılmıştır. Çalışma grupları ve kontrol grubunun ILD Lokalizasyon Testi RMS Hata skorlarına ait ikili karşılaştırmalar şekil 4.2’de görülmektedir.



Şekil 4.2. Gruplar için ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile ilgili kutu grafikleri

Kontrol ve çalışma gruplarından elde edilen ILD lokalizasyon RMS hata skoru ortalamaları, standart sapmaları, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. ILD Lokalizasyon Test Bulguları

RMS Hata (°)	N	$\bar{X} \pm SS$	Medyan	Min	Maks	z	p
Çalışma Grubu I	16	21,50±11,656	17	7	40	15,227	0,002
Çalışma Grubu II	21	22,05 ±10,385	20	10	46		
Çalışma Grubu III	19	29,26±8,299	30	15	42		
Kontrol Grubu	18	16,78 ± 5,683	15,5	8	30		

z: test istatistiği değeri; n: Kişi sayısı; x: Ortalama; SS: Standart Sapma; Min: Minimum; Maks: Maksimum

Gruplar arasında en düşük ILD RMS hata skoru kontrol grubuna aitken (15,5°); en yüksek ortanca değeri çalışma grubu III'e (30°) aittir. Gruplar arası ikili karşılaştırmalar Post hoc Bonferroni düzeltmesi ile yapılmıştır. ($p < 0,005$). Kontrol grubu ile çalışma grubu III arasında anlamlı fark bulunurken ($p = 0,001$), diğer ikili karşılaştırmalar arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($p > 0,005$) (Tablo 4.8.)

Tablo 4.8. ILD Lokalizasyon Testi Gruplar Arası İkili Karşılaştırmalar

RMS Hata (°)			
		z	p
Çalışma Grubu I	Çalışma Grubu II	1,103	1,000
	Çalışma Grubu III	1,532	0,063
	Kontrol grubu	3,793	1,000
Çalışma Grubu II	Çalışma Grubu III	-0,341	0,102
	Kontrol grubu	-2,560	0,753
Çalışma Grubu III	Kontrol grubu	-2,387	0,001

p: anlamlılık düzeyi; z: Standart değer, RMS Hata (°): ILD lokalizasyon Root Mean Square Hata Derecesi

4.4. Test Sonuçları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcıların Azimut Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ve ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. Azimut Lokalizasyon Testi ve ILD Lokalizasyon Testi RMS Hata skorları arasında orta düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyon elde edilmiştir ($p = 0,000$, $\rho = 0,680$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Lokalizasyon test sonuçları arasındaki korelasyon

Spearman Korelasyon	Katılımcılar (n = 74)	
	Azimut RMS Hata (°)	
	rho	p
ILD RMS Hata (°)	0.680	0.000

$p < 0,05$; rho: korelasyon katsayısı; n: Kişi sayısı

4.5. Azimut Lokalizasyon Test Performansını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

Katılımcıların yaşları ile Azimut Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. Azimut lokalizasyon

testi RMS Hata skorları ile katılımcıların yaşları arasında zayıf düzeyde pozitif yönde korelasyon tespit edilmiştir ($p=0,018$, $\rho =0,270$) (Tablo 4.10).

Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile katılımcıların işitme cihazı kullanım süreleri ile arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile katılımcıların işitme cihazı kullanım süreleri ile arasındaki korelasyon anlamlı değildir ($p=0,450$) (Tablo 4.10).

Katılımcıların 1.Kİ yaşları ile Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile katılımcıların 1. Kİ yaşları arasındaki korelasyon istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p=0,145$) (Tablo 4.10).

Katılımcıların implantlar arası süreleri ile Azimet lokalizasyon test sonuçları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile katılımcıların implantlar arası süreleri arasında orta düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyon belirlenmiştir ($p=0,001$, $\rho= 0,411$) (Tablo 4.10).

Ardışık bilateral koklear implant kullanıcılarında implantlar arası süre ile Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasında orta düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyon saptanmıştır. ($p=0,003$, $\rho= 0,458$) (Tablo 4.11).

Katılımcıların günlük implant kullanım süreleri ile Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile günlük bilateral implant kullanım süreleri arasında orta düzeyde negatif yönde anlamlı korelasyon tespit edilmiştir ($p=0.000$, $\rho= -0,477$) (Tablo 4.10).

Kullanılan Kİ işlemci türlerinin Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları etkisi Kruskal Wallis Testi ile değerlendirilmiştir; Kİ işlemci türleri ile Azimet Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. ($p=0,378$).

4.6. ILD Lokalizasyon Testi Performansını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

Katılımcıların yaşları ile ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. ILD lokalizasyon testi ile katılımcıların yaşları arasında zayıf düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. ($p= 0,350$, $\rho= 0,245$) (Tablo 4.10).

Katılımcıların işitme cihazı kullanım süreleri ile ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelendiğinde ILD lokalizasyon testi ile katılımcıların işitme cihazı kullanım süreleri arasındaki korelasyon istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p=0,917$) (Tablo 4.10).

Katılımcıların 1. Kİ yaşları ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile katılımcıların 1. Kİ yaşları arasındaki korelasyon istatistiksel açıdan anlamlı değildir ($p=0,848$) (Tablo 4.10).

Katılımcıların implantlar arası süreleri ile ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları ile katılımcıların implantlar arası süreleri arasında zayıf düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyon tespit edilmiştir ($p= 0,013$, $\rho= 0,329$) (Tablo 4.10.). Ardışık bilateral koklear implant kullanıcılarında implantlar arası süre ile ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasında zayıf düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyon saptanmıştır. ($p=0,017$, $\rho=0,376$) (Tablo 4.11.)

Katılımcıların günlük implant kullanım süreleri ile ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorları arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile incelenmiştir. ILD lokalizasyon testi ile günlük bilateral implant kullanım süreleri arasında zayıf düzeyde negatif yönde anlamlı korelasyon elde edilmiştir. ($p= 0,003$, $\rho= -0,384$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Lokalizasyon Test Performansını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

Spearman Korelasyon	Azimut Lokalizasyon Testi RMS Hata Skoru (°)			ILD Lokalizasyon RMS Hata Skoru (°)		
	n	rho	p	n	rho	p
Yaş	77	0,270	0,018	74	0,245	0,035
1.Kİ Yaşı	59	0,192	0,145	56	0,026	0,848
İşitme Cihazı Kullanım Süresi	59	0,100	0,450	56	0,014	0,917
İmplantlar Arası Süre	59	0,411	0,001	56	0,329	0,013
Günlük Kullanım Süresi	59	-0,477	0,000	56	-0,384	0,003

p<0,05; rho: Korelasyon Katsayısı; n: Kişi sayısı

Kullanılan Kİ işlemci türlerinin ILD Lokalizasyon Testi RMS hata skorlarına etkisi Kruskal Wallis Testi ile değerlendirilmiştir. Katılımcıların kullandıkları Kİ işlemci türleri ile ILD lokalizasyon sonuçları arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p=0,676).

Tablo 4.11. Bilateral ardışık koklear implant kullanıcılarında implantlar arası süre ile lokalizasyon becerisi arasındaki ilişki

	Azimut Lokalizasyon (n=40)		ILD Lokalizasyon (n=40)	
	rho	p	rho	p
İmplantlar Arası Süre	0,458	0,003	0,376	0,017

p: anlamlılık düzeyi; rho: Spearman korelasyon Katsayısı; n: Kişi sayısı

5. TARTIŞMA

Bu çalışma 4-18 yaş aralığında farklı implantlar arası sürelerle sahip bilateral Kİ kullanıcısı 59 çocuk ile bilateral normal işitmeye sahip 18 çocuğun ses lokalizasyon becerisi verilerini sunmaktadır. Bilateral Kİ kullanıcısı çocukların implantlar arası süreleri, günlük Kİ kullanım süreleri, koklear implantasyon yaşları vb. lokalizasyon becerisini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Çalışmanın bulguları doğrultusunda bilateral koklear implant kullanan çocuklarda implantlar arası sürenin uzamasının ses lokalizasyon becerisini olumsuz etkilediği ortaya konmuştur.

Literatürde ses lokalizasyon becerisini değerlendirmek için iki seçeneqli sağ-sol diskriminasyon testlerinden farklı olarak üç ve daha fazla ses üretici kullanılması önerilmektedir (106, 110). Çoklu hoparlörlerin kullanıldığı lokalizasyon testlerinde konsantrasyon faktörü test performansını etkilemektedir. Dolayısıyla erken çocukluk döneminde lokalizasyon test düzeneklerini kavramak ve uygulamak zorlaşmaktadır (111).

Beijen ve ark. (112), kronolojik yaşlarının ortalaması 3 yaş 7 ay olan Kİ kullanıcısı çocuklara lokalizasyon testi uyguladıkları çalışmalarında, testi karmaşık hale getirmenin faydalı olmasına rağmen, küçük çocuklarda dayanıklılık ve dikkat sürelerinin göz önüne alınması gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

Bennet ve ark. (7) kronolojik yaşı 24-36 ay arasında olan normal işitmeye sahip 15 çocuğun ses lokalizasyon becerisini değerlendirdikleri çalışmalarında, bu yaş grubunda lokalizasyon becerisinin hala gelişmekte olduğunu belirtmişlerdir. *Litovsky* ve ark. (100) normal işiten 18 aylık bebekler, 5 yaşındaki çocuklar ve yetişkinlerin ses lokalizasyon becerilerini karşılaştırdıkları çalışmada 5 yaşındaki çocuklar ile yetişkinlerin ses lokalizasyon becerileri arasında anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamıza dahil edilen çocuk ve ergenlerin yaş aralığı 5-18 yaş olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalar dikkate alınarak katılımcılar için kronolojik yaşın en az 60 ay olması planlanmıştır. Azimut Lokalizasyon Testi'ni araştırmaya davet edilen tüm gönüllü katılımcılar tamamlarken, ILD Lokalizasyon Testi'ne Çalışma Grubu I'de kronolojik yaşları sırasıyla 61 ay, 62 ay ve 66 ay olan üç katılımcı adapte olamamıştır.

İki test karşılaştırıldığında, ILD Lokalizasyon Testi'nde uyarının sunulduğu hoparlör sayısının Azimut Lokalizasyon Testi'ne göre daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Erken çocukluk döneminde lokalizasyon testlerinde uyarının sunulduğu hoparlör sayısı arttığında çocukların adapte olmakta zorlandığı düşünülmüştür. Çalışmamızın bulguları Azimut Lokalizasyon Testi ve ILD Lokalizasyon Testi arasında korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. İki lokalizasyon testi arasındaki bu güçlü ilişki göz önüne alındığında, çocuklarda lokalizasyon becerisinin değerlendirilmesinde iki testin de tercih edilebileceği düşünülmüştür. ILD Lokalizasyon Testi'ne adapte olamayan katılımcılar için Azimut Lokalizasyon Testi iyi bir seçenek olacaktır.

Bilateral koklear implantasyon, yönsel işitmenin (*directional hearing*) gelişmesine katkı sağlar (113). Tek taraflı Kİ kullanımı ile karşılaştırıldığında, bilateral Kİ kullanımının ses lokalizasyon becerisini geliştirdiği önceki çalışmalarla kanıtlanmıştır (114-116). *Godor* ve ark. (117) 5-10 yaş arası bilateral ardışık Kİ kullanan çocuklar ile yaptıkları longitudinal çalışmada tek taraflı Kİ kullanımı sırasında, bilateral koklear implantasyon aracılığıyla aktivasyon sağlandıktan sonra postoperatif 3. ve 12. aylarda ses lokalizasyon becerisini değerlendirmişlerdir. Bilateral Kİ kullanımı öncesinde, bilateral Kİ ile 3. ayda ve 12. ayda ses lokalizasyon değerlendirmesinde elde edilen işitilebilir en küçük açı değerleri sırasıyla 44.8° , 20.4° ve 16.8° olarak belirtilmiştir. Çalışmanın sonunda bilateral Kİ kullanımı sayesinde sağlanan binaural uyarımın 3 ay gibi kısa bir sürede bile tek taraflı Kİ kullanımına göre daha iyi ses lokalizasyon becerisi sağladığını öne sürmüşlerdir.

Bilateral koklear implant kullanıcılarında ses lokalizasyon becerisinin hedef sesteki kulaklar arası farklılıkların tespit edilebilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir (118). *Zheng* ve ark (41), yaşlarının ortalaması 6 olan 19 bilateral Kİ kullanıcısı ve normal işitmeye sahip 6 çocuğun ses lokalizasyon becerilerinin gelişimini inceledikleri longitudinal çalışmalarında lokalizasyon performanslarının farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada, bazı katılımcılar bilateral işitsel uyarım sağlandıktan bir süre sonra binaural deneyimin artmasıyla normal işiten yaşlılarına yakın lokalizasyon becerisi gösterirken, bazılarının ise işitsel deneyimleri olmasına rağmen lokalizasyon performansının kötü olduğu söylenmiştir. Bu durum konjenital işitme kayıplı çocuklarda işitsel plastisitenin yaş artışıyla birlikte azalması ve işitsel sistemin binaural uyarıma adaptasyonunda zorlanması ile açıklanmıştır.

Killan ve ark (119) 4-17 yaş arasındaki bilateral koklear implantlı çocukları, konjenital işitme kayıplı 3 yaş 6 aydan önce bilateral Kİ kullanmaya başlayanlar, konjenital işitme kayıplı 3 yaş 6 aydan sonra bilateral Kİ kullanmaya başlayanlar ve progresif işitme kayıplı çocuklar olmak üzere üç gruba ayırarak ses lokalizasyon yeteneğini değerlendirmiş, normal işiten yaşlıları ile karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda normal işitmeye sahip çocukların ses lokalizasyon keskinliği Kİ kullanan çocuklarıkinden daha iyi elde edilmiştir. Normal işitmeye sahip kontrol grubu ile progresif işitme kaybı sonucunda bilateral Kİ kullanan çalışma grubunun yaşlarını benzer olmasına rağmen, ses lokalizasyon keskinliğindeki farklılık dikkat çekmiştir. Progresif işitme kaybına sahip olan çocukların akustik işitmeyi deneyimledikleri süre boyunca kulaklar arası ipuçlarına duyarlılık geliştirdikleri düşünülmesine rağmen, normal işiten akranlarıyla aralarındaki ses lokalizasyon becerisi farkının mevcut Kİ teknolojilerinin uzamsal işitmeye dair ipuçlarını kodlamadaki yetersizliğine bağlı olduğunu açıklamışlardır.

Bilateral Kİ kullanan ve normal işitmeye sahip çocukların ses lokalizasyon becerilerinin araştıran bir çalışmada, normal işitmeye sahip çocukların test sırasında seçtikleri hoparlörlerin hedef sinyalin geldiği hoparlörden 1-3 hoparlör uzaklıkta olmasına rağmen, bilateral Kİ kullanan çocukların seçtikleri hoparlörlerin kümelenme eğiliminde olduğu görülmüştür. Önceki çalışmalar uzamsal işitsel çözünürlüğün ve işitsel haritalamanın keskinliğinin Kİ kullanan çocuklarda normal işiten yaşlılarına göre daha az olduğunu göstermektedir (120).

Ses lokalizasyon becerisinin gelişimi için seslerin algısal olarak haritalanması gerekmektedir. Algısal haritalama görsel alanda orta hattan başlayarak işitsel deneyimin artmasıyla laterale doğru genişlemektedir. Dolayısıyla işitsel deneyimi normal işiten yaşlılarına göre daha az olan bilateral Kİ kullanıcıları orta hattaki sesleri, lateraldeki seslere göre daha kolay lokalize ederken lateraldeki sesleri lokalize etmekte zorlanmaktadır (107).

Aronoff ve ark. (121) bilateral Kİ kullanıcısı 6 yetişkinin ses işlemcilerine doğrudan sinyal göndererek yapay olarak sadece ILD, sadece ITD ve ILD-ITD kombine ipuçları oluşturdukları çalışmalarında ses lokalizasyon becerisini her ipucu için ayrı ayrı değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda en kötü skorlar sadece ITD

ipuçlarının olduğu durumda elde edilmiştir. Normal işitmeye sahip bireylerde ses lokalizasyon becerisi için altın standart ITD ipuçları iken, Kİ kullanıcıları ILD ipucundan daha fazla yararlanmaktadır (120).

Koklear implant sinyal işleme stratejilerinde yüksek hızlı elektriksel atım (*pulse*) uyarandaki ITD ipuçlarını sınırlamaktadır. Bu sebeple bilateral Kİ kullanıcıları sesleri lokalize ederken ILD ipuçlarından daha fazla yararlanmaktadır. Ayrıca bilateral Kİ kullanan bireylerde, her iki koklear implant işlemcisinin birbirinden bağımsız olması zamanlama farklılıklarına neden olmaktadır (104, 122).

Sınırlı sayıda frekans kanalı ve dar bir dinamik alana sahip olan Kİ aracılığıyla işiten bireylerin, akustik bilgileri tam işlemleyen normal işitmeye sahip kişiler kadar iyi uzamsal becerilere sahip olması beklenmemektedir. Bilateral Kİ kullanan bireylerin koklear implant programlamalarında iki cihaz arasında gürlük dengeleme (*loudness balance*) yapılması ses lokalizasyon ipuçlarına erişmede önemli rol oynamaktadır (123).

Literatüre benzer şekilde çalışmamızda normal işitmeye sahip kontrol grubu Azimut Lokalizasyon Testi'nde çalışma gruplarına göre daha iyi performans göstermiştir, bir katılımcı dışında tüm katılımcıların RMS hata skoru 0° olarak belirlenmiştir. Çalışma gruplarında yer alan 59 ocuk arasında en düşük RMS hata skoru 0°, en yüksek RMS hata skoru ise 49° elde edilmiştir. Bu bulgular koklear implantın işitebilirliği sağlamasına rağmen, uzamsal işitme ipuçlarını kodlamakta doğal işitme ile aynı performansı göstermediğini ortaya koymaktadır.

Aynı zamanda alışmamızda ILD Lokalizasyon Testi'nde alışma Grubu I ve alışma Grubu II'nin ses lokalizasyon becerisinin normal işiten yaşıtları ile arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Çalışma Grubu I ve alışma Grubu II'deki katılımcılar Azimut Lokalizasyon Testi'nde normal işiten yaşıtlarından daha kötü performans sergilerken, şiddet ipuçlarının baskın olduğu ILD Lokalizasyon Testi'nde kontrol grubuna benzer performans göstermişlerdir. Mevcut çalışmadaki bu bulgu Kİ kullanan bireylerde şiddet farkı ipuçlarının sesleri lokalize etmekte daha çok kullanıldığını destekleyen çalışmalar ile uyumludur.

Literatürde eş zamanlı bilateral koklear implant kullanıcılarının ses lokalizasyon becerilerinin değerlendirildiği çalışma sayısı sınırlıdır. *Lammers* ve ark. (124) bilateral

ardışık ve eş zamanlı Kİ kullanan çocukların işitsel becerilerini araştıran çalışmaları inceledikleri sistematik derlemelerinde, eş zamanlı bilateral koklear implantasyonun bilateral ileri-çok ileri derecede işitme kaybı olan çocuklarda ardışık koklear implantasyona kıyasla daha iyi postoperatif sonuçlar sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Killan ve ark. (125) çalışmalarında eş zamanlı bilateral Kİ kullanıcısı 10 çocuğun, koklear implantasyon öncesi bilateral işitme cihazı kullanırken değerlendirilen ses lokalizasyon becerisi test sonuçlarını Kİ kullanmaya başladıktan 1 yıl sonraki test sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Katılımcıların işitme cihazlı RMS hata skoru değerleri 18°- 52° aralığında iken, bilateral Kİ sonrasında RMS hata skorları 11°- 22° aralığında elde edilmiştir. Eş zamanlı Kİ öncesinde işitme cihazı kullanan simetrik işitme kaybına sahip çocuklarda, eş zamanlı Kİ kullanımının işitsel yolların simetrik gelişmesine ve ses lokalizasyon becerisine olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Gordon ve ark. (126) bilateral Kİ kullanan çocuk ve adölesanlarda zaman ve şiddet ipuçlarının kullanılması temeline dayanan iki farklı test bataryası ile ses lokalizasyon becerisini araştırmışlardır. Bu çalışmada tek taraflı implant kullanım sürelerine göre Kİ kullanıcılarını uzun süreli tek taraflı kullanıcılar (ortalama 9 yıl), kısa süreli tek taraflı kullanıcılar (ortalama 4 yıl) ve tek taraflı Kİ deneyimi olmayanlar (bilateral eş zamanlı Kİ) olarak gruplandırmış ve ses lokalizasyon sonuçlarını normal işiten yaşlıları ile karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonunda şiddet ipuçlarına dayalı ses lokalizasyon testinde implantlar arası süresi uzun olan katılımcılar da dahil olmak üzere tüm bilateral Kİ kullanıcılarının başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Bilateral Kİ kullanıcılarının zaman ipuçlarından yararlanabildiklerini ancak bu becerinin gelişmesi için deneyimin artması gerektiğini belirttikleri çalışmalarında bilateral eş zamanlı Kİ kullanıcılarının zaman ipuçlarını ardışık bilateral Kİ kullanıcılarına kıyasla daha iyi kullanabildiklerini öne sürmüşlerdir.

Ülkemizde eş zamanlı bilateral koklear implantasyon uygulamaları 2016 yılında başlamıştır. Bu nedenle mevcut çalışmada eş zamanlı Kİ kullanıcılarının dahil edildiği Çalışma Grubu I'deki çocukların yaş ortalamaları ve yaşlarının dağılımları diğer çalışma gruplarına göre daha küçüktür. Yaşları diğer çalışma gruplara göre daha küçük olmasına rağmen normal işiten kontrol grubunun sonuçlarına en yakın sonuçlar

bilateral eş zamanlı Kİ kullanıcılarında elde edilmiştir. Bu bulgu eş zamanlı bilateral koklear implantasyon uygulamasının işitme kayıplı çocuklarda lokalizasyon becerisini iyileştiren önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Uygulama sırasında diğer gruplarla karşılaştırıldığında eş zamanlı Kİ kullanan çocukların lokalizasyon değerlendirme testlerinde daha çok zorlandığı görülmüştür. Özellikle ILD Lokalizasyon Testi uygulanırken kooperasyonlarının daha fazla bozulduğu görülmüş, değerlendirme sırasında sık sık mola verilmiştir. Kronolojik yaşları göz önüne alındığında uygulama sırasında görülen bu farklılık normal karşılanmıştır. Teste adapte olmakta zorlanmalarına rağmen ILD Lokalizasyon Test performansı incelendiğinde, normal işitmeye sahip katılımcılar ile benzer performans gösterdikleri ortaya konmuştur.

Santral işitsel yolların eş zamanlı bilateral koklear implantasyon uygulaması ile elektriksel uyarımı, her iki kulakta mekânsal işitme becerilerinin simetrik olarak gelişmesine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla eş zamanlı koklear implantasyonun küçük yaştaki çocuklarda bile kulaklar arası ses lokalizasyon ipuçlarının işlemlenmesini ve ses lokalizasyon becerisinin gelişimini desteklediği düşünülmüştür.

Bilateral Kİ kullanımının ses lokalizasyon becerisini olumlu etkilediğini gösteren birçok çalışma bulunmasına rağmen, ardışık bilateral koklear implantasyon performansını etkileyen birçok değişken vardır. Ülkelerin bilateral koklear implantasyon uygulamadaki prosedürleri sebebiyle bilateral Kİ kullanıcıları birçok çocukta sıklıkla ardışık implantasyon uygulanmaktadır. Ardışık bilateral Kİ kullanan çocuklarda, elektriksel stimülasyonla uyarılan birinci koklear implant tarafında işitsel yolların gelişmeye başlaması sebebiyle işitsel fonksiyonda asimetri oluşabilir (10). Kısa ya da uzun süreli tek taraflı kullanımın sebep olduğu asimetric gelişim bilateral ardışık Kİ kullanıcılarında binaural işitsel girdinin entegrasyonunu etkilememesine rağmen binaural ipuçlarının algılanmasını zorlaştırmaktadır (127, 128).

Sharma ve ark. (129) bilateral Kİ performansını etkileyen en önemli faktörlerden birinin implantlar arası süre olduğunu vurgulamışlardır. Birinci Kİ ile ikinci Kİ arasındaki sürenin en aza indirilmesi ile gürültü varlığında konuşmanın anlaşılması, gelişmiş ses laterilizasyonu ve lokalizasyonu becerilerinin gelişmesi ilişkilendirilmiştir. *Gordon* ve ark. (10) ardışık bilateral koklear implantasyonda

implantlar arası sürenin uzun ve implantasyon yaşının geç olmasının performansı olumsuz etkilediğini bildirmiştir.

Calub ve Litovsky (130), bilateral ardışık Kİ kullanan 21 çocuğun ses lokalizasyon becerisini 15 hoparlörden oluşan bir düzenek ile test etmiştir. Çalışmanın sonunda çocukların yarısında bilateral kullanım sırasında RMS skoru 40° veya daha küçük elde edilmiştir. Ayrıca tüm katılımcılarda bilateral Kİ kullanımı varlığında elde edilen işitsel performansın tek taraflı Kİ varlığına göre benzer veya daha iyi olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda bireyler arasında implantlar arası süre değişkenlik gösterse bile, bilateral işitsel uyarımın ses lokalizasyon keskinliğinde gelişime neden olduğunu belirtmişlerdir.

Gordon ve ark. (126) ardışık bilateral Kİ kullanan çocukların eş zamanlı bilateral Kİ kullanan çocuklara göre kulaklar arası zaman ipuçlarını yakalamakta zorlandığını, şiddet ipuçlarını zaman ipuçlarına kıyasla daha iyi kullandıklarını öne sürmüşlerdir. Ayrıca implantlar arası süresi uzun olan (4 yıl ve daha fazla) ardışık bilateral Kİ kullanıcılarının şiddet ipuçlarını algılayabilme yeteneğinin bilateral eş zamanlı kullanıcılara kıyasla azaldığı görülmüştür. Bu sonucun 18 ay ve daha fazla tek taraflı Kİ kullandıktan sonra 2. Kİ edinen çocuklarda merkezi işitsel yollarda olduğu düşünülen fonksiyonel asimetri ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Killan ve ark. (5) ses lokalizasyon becerisini etkileyen faktörleri araştırdıkları çalışmalarında, bilateral Kİ kullanan çocuklarda 1.Kİ ile 2.Kİ arasında yaşanan tek taraflı işitsel yoksunluğun ses lokalizasyon becerisini uzun vadede olumsuz etkilediğini bu nedenle implantlar arası sürenin en aza indirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Sparreboom ve ark. (131) bilateral koklear implant kullanıcılarında kulaklar arası şiddet ipucuna bağlı ses lokalizasyon becerisini araştırdıkları çalışmalarında ardışık bilateral koklear implant kullanan çocukların sesleri 1. Kİ tarafına doğru lokalize etme eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir.

Bilateral ardışık koklear implant kullanıcılarında implantlar arası sürenin artması kronolojik yaşın artışıyla da beraberinde getirmektedir. Yaşın artışı ile nöral plastisite azalmaktadır. Nöroplastisitenin en yoğun olduğu kritik dönemde, binaural işitsel uyarımla kulaklar arası ipuçlarını algılama becerisinin kazanılmaması mekansal

işitmeye ait becerilerin gelişiminde kalıcı bozukluklara yol açabilmektedir (132). Ek olarak ikinci koklear implantını geç yaşlarda edinen çocuklar binaural uyarıma adapte olmakta ve yeni olan koklear implantı kabullenmekte problem yaşamaktadır (133).

Çalışmamızda implantlar arası süreleri farklı olan çalışma grupları arasında Azimut Lokalizasyon Testi sonuçları bakımından anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ancak sonuçlar incelendiğinde implantlar arası sürenin uzun olduğu Çalışma Grubu III'teki katılımcıların RMS hata skoru medyan değerlerinin diğer gruplara göre daha yüksek elde edilmesi (30°) ve en yüksek RMS hata skorunun (49°) bu gruptaki katılımcılardan birine ait olması dikkat çekmektedir. Araştırmaya dahil edilen gruplardaki katılımcıların yaş ortalamaları incelendiğinde, implantlar arası geçen sürenin en uzun olduğu ardışık bilateral Kİ kullanıcısı çocukların yer aldığı Çalışma Grubu III'te yaş ortalamasının en yüksek olduğu görülmektedir. Yaş ile birlikte lokalizasyon becerisinin gelişmesine rağmen RMS hata skorlarının Çalışma Grubu III'te en yüksek olması implantlar arası sürenin önemli bir olumsuz etken olduğunu ortaya koymaktadır.

Eş zamanlı ve implantlar arası geçen süre 4 yıldan daha kısa olan bilateral koklear implant kullanıcılarının ILD Lokalizasyon Testi bakımından normal işitmeye sahip kontrol grubu ile aralarında fark olmamasına rağmen, implantlar arası geçen süre 4 yıl ve daha uzun olan Çalışma Grubu III'te ILD Lokalizasyon Testi RMS skorları diğer gruplarla karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksek elde edilmiştir. Bu bulgumuz, implantlar arası sürenin uzamasının işitsel fonksiyonda asimetriye sebep olduğunu ve ses lokalizasyon becerisinin gelişimini yavaşlattığını belirten diğer çalışmalar ile uyumludur.

Literatürde bilateral ardışık koklear implantasyon uygulamalarında optimal işitsel performansın sağlanması için gereken implantlar arası geçen süre ile ilgili fikir birliği bulunmamaktadır. Çalışmamızın bulgularına göre, implantlar arası geçen sürenin 4 yıl ve daha uzun olması bilateral Kİ kullanan çocukların kulaklar arası şiddet farkı ipuçlarından yararlanarak sesleri lokalize etme becerilerinin gelişimini sınırlandırmaktadır. İşitmesi bilateral ardışık koklear implant aracılığıyla sağlanan çocuklarda ses lokalizasyon becerisinin normal işiten yaşlıları ile aynı seviyede

gelişim gösterebilmesi için implantlar arası sürenin 4 yıl ve daha az olması gerektiği düşünülmüştür.

Bilateral Kİ kullanan bireylerde ses lokalizasyon performansını etkileyen birçok faktör bulunması nedeniyle kullanıcılar arasında ses lokalizasyon performansı değişiklik göstermektedir. *Thakkar* ve ark. (134) işitme kaybı başlangıç yaşı, akustik ya da elektriksel stimülasyon ile sağlanan işitsel deneyim süresi ve testin uygulandığı andaki yaşın, çocuklarda ve yetişkinlerde ses lokalizasyon performansını etkilediğini öne sürmüşlerdir. Benzer şekilde, *Anderson* ve ark. (135) ses lokalizasyon performansını etkileyen bileşenleri araştırdıkları çalışmalarında işitme kaybının başlangıç yaşının ve testin uygulandığı yaşın katılımcıların performansını etkileyen faktörlerden olduğunu vurgulamışlardır. İşitme kaybı 5 yaşından önce başlayan bireylerin orta hattaki sesleri lokalize ederken daha büyük hata açılarına sahip olduklarını belirttikleri çalışmalarında, testin uygulandığı yaşın işitsel ve bilişsel sistemin maturasyonuna, işitsel uyarana maruz kalma süresinin artmasına bağlı olarak test performansını belirleyen majör faktör olduğunu öne sürmüşlerdir.

Çalışmamızda çalışma grupları arasında işitme kaybı tanılanma yaşı bakımından farklılık bulunmamaktadır. Testin uygulandığı andaki yaşlara bakıldığında, implantlar arası geçen süre uzun olan Çalışma Grubu III'teki çocukların yaşları diğer çalışma gruplarına göre daha büyük olmasına rağmen, ILD Lokalizasyon Testi'nde en büyük hata skorları bu grupta elde edilmiştir. Bulgularımız doğrultusunda, implantlar arası sürenin uzunluğunun ses lokalizasyon test performansı üzerinde yaştan daha etkili bir faktör olduğu düşünülmüştür.

Konjenital işitme kayıplı bireylerde erken yaşta koklear implantasyon yapılması merkezi işitsel yollarda erken aktivasyon sağlamaktadır. Literatüre bakıldığında, 1. Kİ aktivasyon yaşının mekânsal beceriler ve konuşma becerileri üzerinde etkili olduğu ve bilateral ardışık koklear implant kullanıcılarında 1.Kİ ile sağlanan işitsel performansın, 2. Kİ performansının öncüsü olduğu belirtilmiştir (136, 137).

Koklear implantasyon öncesi akustik ve koklear implantasyon sonrası elektriksel uyarın ile sağlanan unilateral ya da bilateral işitsel deneyim süresi ses lokalizasyon becerisini etkilemektedir. Postlingual işitme kayıplı bireyler konjenital işitme kayıplı bireylere göre kulaklar arası ses lokalizasyon ipuçlarını algılamakta

daha avantajlıdır (134). Çalışmamızda gruplar arasında 1. Kİ yaşı ve koklear implantasyon öncesi işitme cihazı kullanım süresi değişkenleri açısından farklılık bulunmadığı için bu faktörlerin lokalizasyon becerisi üzerine etkisi incelenmemiştir.

Easwar ve ark. (138) bilateral koklear implant kullanan çocukların günlük kullanım sürelerini araştırdıkları çalışmalarında koklear implantların düzenli kullanımının çocukların işitsel performansı üzerinde etkisi olduğunu belirtmişlerdir. İmplantlar arası süresi uzun olan bilateral ardışık Kİ kullanan çocukların birinci koklear implantlarını gün boyu kullanma eğiliminde olmalarına rağmen, ikinci koklear implantlarını daha kısa süre kullanma eğiliminde oldukları çalışmanın sonuçları arasındadır. Koklear implantların düzenli kullanımı koklear implantlı çocukların ses lokalizasyon ipuçlarını algılayabilmelerini kolaylaştıran bir etkendir (139).

Bulgularımız doğrultusunda, katılımcıların gün içerisindeki koklear implant kullanım süresi ile ses lokalizasyon becerisi arasında ilişki olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışma grupları ile karşılaştırıldığında, Çalışma Grubu III'te yer alan implantlar arası süresi 4 yıldan uzun olan ardışık bilateral koklear implant kullanıcılarında günlük koklear implant kullanım süresinin daha kısa olduğu görülmektedir. Ayrıca bu grup içerisindeki katılımcılardan bazıları uzun süre tek taraflı Kİ kullandıktan sonra bilateral işitsel uyarıya alışmakta problem yaşamaları sebebiyle ikinci koklear implantlarını daha kısa süre kullandıklarını belirtmişlerdir. Normal işitmeye sahip çocukların gün boyu binaural işitsel uyarımla uyarıldıkları göz önüne alındığında, Kİ kullanan çocukların gün içerisinde uyanık oldukları zamanlarda koklear implantlarını aktif kullanmaları mekânsal beceriler dahil olmak üzere işitsel performansı iyileştirir. Koklear implantın gün içerisinde kullanım süresinin artmasının ses lokalizasyon performansını olumlu etkilediği düşünülmüştür.

Bireylere bağlı faktörlerin dışında ses lokalizasyon değerlendirmelerinde kullanılan uyaranlar da performansı etkilemektedir. Literatürde lokalizasyon değerlendirmelerinde farklı uyaranların tercih edildiği görülmektedir. Çocuklarda uygulanan ses lokalizasyon becerisi testlerinde pembe gürültü(130, 135) ve konuşma sesi (5, 107) sıklıkla tercih edilmiştir.

Sparreboom ve ark. (131) 7 bilateral ardışık, 2 bilateral eş zamanlı koklear implant kullanıcısının kulaklar arası şiddet ipucuna bağlı ses lokalizasyon becerisini

geniş band uyaran, alçak frekans geçişli (100 Hz-1563 Hz), orta frekans geçişli (1563 Hz -3563 Hz) ve yüksek frekans geçişli (3563 Hz- 7838 Hz) uyaran kullanarak ayrı ayrı değerlendirmiştir. Uyaranların *direct input audio* aracılığıyla katılımcıların koklear implantlarına gönderildiği çalışmada, implantlar arası geçen sürenin uzamasının geniş band uyaran ve yüksek frekans geçişli uyaran içeriğine sahip sesleri 1. Kİ tarafına doğru lokalize etme eğiliminde olmalarına sebep olduğu belirtilmiştir. Bu durum iki şekilde açıklanmıştır; ilk olarak tek taraflı Kİ kullanımı sırasında santral işitsel yolun gelişimi asimetriktir ve kontralateral kulaktaki işitsel yoksunluk sebebiyle yüksek frekanslı seslerin algılanması bozulmuştur. İkinci sebebin koklear implantlar arası programlama farklılıkları olabileceği belirtilmiştir.

Çalışmamızda test uyararı olarak merkez frekansı 4 kHz olan 1/3 oktav dar bant gürültü tercih edilmiştir. Literatürde koklear implant aracılığıyla işiten bireylerin şiddet farklılıklarını daha kolay algılayabildikleri konusunda fikir birliği sağlanmıştır (7, 113, 140). Kulaklar arası şiddet farklılığı ipuçları 1500 Hz'ten daha yüksek frekanslı uyanarlarda belirgindir (141). Çalışmamızın temel hedefi pediatrik bilateral Kİ kullanıcılarında implantlar arası sürenin ses lokalizasyon becerisine araştırmak olduğu için katılımcılar tarafından fark edilmesi, algılanması ve özellikle küçük yaştaki katılımcılarda testin devamlılığının sağlanabilmesini kolaylaştırmak amacıyla merkez frekansı 4 kHz olan dar bant gürültü tercih edilmiştir. Ses lokalizasyon becerisi testlerinde yüksek frekans içerikli uyaran tercih edilmesinin bilateral Kİ kullanan çocuklar arasında implant arası sürenin ses lokalizasyon becerisi üzerindeki etkisini ortaya koyduğu düşünülmüştür.

Çalışmanın hipotezleri, bilateral eş zamanlı ve bilateral ardışık koklear implant kullanıcılarının ses lokalizasyon becerilerinin normal işiten yaşlılarının sonuçlarından farklı olacağı ve bilateral ardışık koklear implant kullanan çocuklarda implantlar arası süre farklılaştıkça ses lokalizasyon becerisinin değişeceği şeklinde belirlenmiştir. Mevcut çalışmanın bulguları bu hipotezlerini doğrular niteliktedir.

Çalışmanın limitasyonlarına bakıldığında; çalışmanın örneklem büyüklüğü güç analizi ile belirlenmiş olmasına rağmen, Azimut Lokalizasyon Testi'nin katılımcı sayısının artırılmasıyla gruplar arasında karşılaştırılmasının daha sağlıklı olabileceği düşünülmüştür.

Ülkemizde bilateral eş zamanlı koklear implantasyonun 2016 yılında başlaması sebebiyle çalışma grupları arasında yaş farklılıkları mevcuttur. Bu nedenle eş zamanlı koklear implantasyon uygulanan çalışma grubunda yaş faktörünün sonuçları etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada katılımcıların kullandığı koklear implantların markalarının eşit dağılım göstermemesi sebebiyle, koklear implant marka ve model tercihinin ses lokalizasyon becerisini etkileyip etkilemediği değerlendirilmemiştir.

Çocuklarda ses lokalizasyon becerisinin değerlendirildiği ender çalışmalardan biri olması mevcut çalışmanın en güçlü yönüdür. Ülkemizde çocuklarda ses lokalizasyon becerisini değerlendiren ilk çalışma olması özelliği ile dikkat çekmektedir. Literatürdeki çoğu çalışmada yalnızca Azimut Lokalizasyon Testleri ile değerlendirme yapılırken, bu çalışmada kulaklar arası şiddet ipuçlarının kullanılması prensibine dayanan ILD Lokalizasyon Testi ile bu becerinin test edilmesi ve kullanılan iki test arasındaki ilişkinin incelenmesi çalışmanın en güçlü yönüdür. Küçük yaş gruplarında ses lokalizasyon testlerini uygulamak zor olmasına rağmen mevcut çalışmada güvenilir cevaplar elde edilmiştir. Ses lokalizasyon testlerinin 4 yaşından büyük çocuklarda güvenle kullanılabilmesi ortaya konmuştur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada bilateral eş zamanlı koklear implant kullanan çocuklar, bilateral ardışık koklear implant kullanan çocuklar ve normal işitmeye sahip yaşlılarının ses lokalizasyon becerileri karşılaştırılmıştır. Bilateral koklear implant kullanıcılarında implantlar arası geçen süre başta olmak üzere ses lokalizasyon becerilerini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur:

1. Bilateral ileri-çok ileri derecede işitme kayıplı çocuklarda bilateral koklear implantasyon uygulamaları işitme kayıplı çocukların binaural işitmenin avantajlarından yararlanmalarını sağlamaktadır.
2. Bilateral koklear implant kullanıcılarının sesleri lokalize etmelerinde kulaklar arası şiddet farkı ipuçları baskındır.
3. Kulaklar arası şiddet farkı ipuçlarının baskın olmadığı test düzeneklerinde bilateral koklear implant kullanan çocukların ses lokalizasyon performansının normal işiten yaşlılarının gerisinde olması koklear implant teknolojilerinin kulaklar arası zaman farkı ipuçlarını kodlamakta yetersiz olduğunu düşündürmektedir.
4. Bilateral koklear implant kullanan çocuklarda implantlar arası geçen sürenin uzaması kulaklar arası ipuçlarının algılanmasını ve kodlanmasını olumsuz yönde etkilemektedir.
5. Bilateral eş zamanlı koklear implantasyon uygulanan ve implantlar arası süre 4 yıldan daha kısa olan bilateral ardışık koklear implant kullanıcıları çocukların kulaklar arası şiddet farklılıkları ipuçlarını algılaması normal işiten yaşlılarına benzerdir.
6. İmplantlar arası sürenin 4 yıl ve daha uzun olduğu ardışık bilateral koklear implant kullanıcıları çocuklarda ses lokalizasyon becerisi normal işiten yaşlılarına göre daha zayıftır.
7. Bilateral koklear implant kullanan çocuklarda ses lokalizasyon becerisinin normal işiten yaşlılarının seviyesine gelebilmesi için implantlar arası sürenin minimize edilmesi gerekir.

8. ILD ve Azimut lokalizasyon testleri arasındaki ilişki göz önünde bulundurulduğunda, ILD Lokalizasyon Testi'ne adapte olamayan katılımcılarda Azimut Lokalizasyon Testi uygulanması düşünülebilir.
9. Ses lokalizasyon değerlendirmesinde kullanılan testler pediatrik grupta kronolojik yaştan etkilenmektedir.
10. Ses lokalizasyonu test düzeneklerinin 4 yaşından büyük çocuklarda güvenle kullanılması uygundur.

Bu çalışmada çalışma grupları arasındaki yaş farklılıklarının sonuçları etkileyebileceği limitasyon olarak belirtilmiştir. Sonraki çalışmaların, çalışma grupları arasında yaş farklılığı olmayacak şekilde tasarlanması önerilmektedir. Bilateral simultane koklear implant kullanan çocuklarda, belirli aralıklarla ses lokalizasyon testlerinin tekrar edildiği çalışmaların tasarlanmasının işitsel deneyimin ve yaşın artmasıyla birlikte bilateral simultane koklear implantasyonun ses lokalizasyon becerisi üzerindeki etkisini ortaya koyacağı düşünülmüştür.

Bildiğimiz kadarıyla, literatürde bilateral eş zamanlı ve bilateral ardışık koklear implant kullanan çocuklarda ses lokalizasyon becerisini farklı test düzenekleri kullanarak değerlendiren sınırlı çalışma bulunmaktadır. Çalışmamız, bilateral eş zamanlı koklear implantasyon uygulamalarının ses lokalizasyon becerisi üzerindeki olumlu etkilerine katkıda bulunmaktadır. Çalışmamızda ardışık bilateral koklear implant kullanıcılarının daha iyi ses lokalizasyon performansı sergileyebilmeleri için implantlar arası sürenin kısa tutulması gerektiğini ortaya koymuştur.

7. KAYNAKÇA

1. JR. Madell CF. Why Hearing Is Important in Children. *Pediatric Audiology: Diagnosis, Technology, and Management*: Thieme; 2008. p. 3-7.
2. Alzahrani M, Tabet P, Saliba I. Pediatric hearing loss: common causes, diagnosis and therapeutic approach. *Minerva Pediatr.* 2015;67(1):75-90.
3. Sağlıkta Uygulama Tebliği 2016 [Available from: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/11/20161126-13.html>].
4. Ramsden JD, Gordon K, Aschendorff A, Borucki L, Bunne M, Burdo S, et al. European Bilateral Pediatric Cochlear Implant Forum Consensus Statement. *Otology & Neurotology.* 2012;33(4):561-5.
5. Killan C, Scally A, Killan E, Totten C, Raine C. Factors affecting sound-source localization in children with simultaneous or sequential bilateral cochlear implants. *Ear and hearing.* 2019;40(4):870-7.
6. Ching TY, Van Wanrooy E, Hill M, Incerti P. Performance in children with hearing aids or cochlear implants: Bilateral stimulation and binaural hearing: Rendimiento en niños con auxiliares auditivos o implantes cocleares: estimulación bilateral y audición binaural. *International Journal of Audiology.* 2006;45(sup1):108-12.
7. Bennett EE, Litovsky RY. Sound Localization in Toddlers with Normal Hearing and with Bilateral Cochlear Implants Revealed Through a Novel "Reaching for Sound" Task. *J Am Acad Audiol.* 2020;31(3):195-208.
8. Levine RA. Hearing Loss and Tinnitus. *Office Practice of Neurology (Second Edition)*: Elsevier; 2003. p. 87-102.
9. Litovsky RY, Goupell MJ, Godar S, Grieco-Calub T, Jones GL, Garadat SN, et al. Studies on bilateral cochlear implants at the University of Wisconsin's Binaural Hearing and Speech Laboratory. *Journal of the American Academy of Audiology.* 2012;23(6):476-94.
10. Gordon KA, Wong DD, Papsin BC. Cortical function in children receiving bilateral cochlear implants simultaneously or after a period of interimplant delay. *Otology & Neurotology.* 2010;31(8):1293-9.
11. Litovsky RY, Gordon K. Bilateral cochlear implants in children: Effects of auditory experience and deprivation on auditory perception. *Hearing Research.* 2016;338:76-87.
12. Govaerts P, Daemers K, Yperman M, De Beukelaer C, De Saegher G, De Ceulaer G. Auditory speech sounds evaluation (A § E®): a new test to assess detection, discrimination and identification in hearing impairment. *Cochlear Implants International.* 2006;7(2):92-106.
13. JR Madell CF. Hearing Disorders in Children. *Pediatric Audiology: Diagnosis, Treatment and Management Second ed.* New York: Thieme 2008. p. 8-19.
14. Grindle CR. Pediatric hearing loss. *Pediatr Rev.* 2014;35(11):456-63; quiz 64.

15. Smith RJ, Bale Jr JF, White KR. Sensorineural hearing loss in children. *The Lancet*. 2005;365(9462):879-90.
16. Korver AM, Smith RJ, Van Camp G, Schleiss MR, Bitner-Glindzicz MA, Lustig LR, et al. Congenital hearing loss. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:16094.
17. Bergman M, Costeff H, Koren V, Koifman N, Reshef A. Auditory perception in early lateralized brain damage. *Cortex*. 1984;20(2):233-42.
18. Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hearing research*. 2005;203(1-2):134-43.
19. Fitzpatrick EM, Doucet SP. *Pediatric Audiologic Rehabilitation: From Infancy to Adolescence*: Thieme New York; 2013.
20. Menyuk P. The bases of language acquisition: Some questions. *Journal of autism and childhood schizophrenia*. 1974;4(4):325-45.
21. Most T. The Effects of Degree and Type of Hearing Loss on Children's Performance in Class. *Deafness & Education International*. 2004;6:154-66.
22. Clark JG. Uses and abuses of hearing loss classification. *Asha*. 1981;23(7):493-500.
23. Batuk İT. Yenidoğan İşitme Taraması ve Erken Müdehale El KİTABI. In: Genç A, editor. Ankara: Hipokrat Yayıncılık; 2019. p. 3-7.
24. Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, Lewis DE, Moeller MP. The Importance of High-Frequency Audibility in the Speech and Language Development of Children With Hearing Loss. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2004;130(5):556-62.
25. Blamey PJ, Sarant JZ, Paatsch LE, Barry JG, Bow CP, Wales RJ, et al. Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. 2001.
26. Haukedal CL, Lyxell B, Wie OB. Health-Related Quality of Life With Cochlear Implants: The Children's Perspective. *Ear Hear*. 2020;41(2):330-43.
27. Wilson JMG, Jungner G, Organization WH. Principles and practice of screening for disease. 1968.
28. Erenberg A, Lemons J, Sia C, Trunkel D, Ziring P. Newborn and infant hearing loss: detection and intervention. American Academy of Pediatrics. Task Force on Newborn and Infant Hearing, 1998- 1999. *Pediatrics*. 1999;103(2):527-30.
29. Farinetti A, Raji A, Wu H, Wanna B, Vincent C. International consensus (ICON) on audiological assessment of hearing loss in children. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2018;135(1):S41-S8.
30. Lieu JEC, Kenna M, Anne S, Davidson L. Hearing Loss in Children: A Review. *Jama*. 2020;324(21):2195-205.
31. Kochkin S. MarkeTrak VIII: 25-year trends in the hearing health market. *Hearing review*. 2009;16(11):12-31.

32. Hagr A. BAHA: Bone-Anchored Hearing Aid. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2007;1(2):265-76.
33. van der Straaten TFK, Netten AP, Boermans P, Briaire JJ, Scholing E, Koot RW, et al. Pediatric Auditory Brainstem Implant Users Compared With Cochlear Implant Users With Additional Disabilities. *Otol Neurotol*. 2019;40(7):936-45.
34. Anderson KL, Goldstein H. Speech perception benefits of FM and infrared devices to children with hearing aids in a typical classroom. 2004.
35. Thibodeau L. Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM remote microphone hearing assistance technology by listeners who use hearing aids. *Am J Audiol*. 2014;23(2):201-10.
36. Nelson LH, Poole B, Muñoz K. Preschool teachers' perception and use of hearing assistive technology in educational settings. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 2013;44(3):239-51.
37. Chen F, Ni W, Li W, Li H. Cochlear Implantation and Rehabilitation. *Adv Exp Med Biol*. 2019;1130:129-44.
38. SENNAROĞLU G, BATUK MÖ, KAYA Ş. Koklear İmplantasyon: Odyolojik Değerlendirme, Preoperatif, İntraoperatif ve Postoperatif Takip. 2019.
39. Pisoni DB, Kronenberger WG, Harris MS, Moberly AC. Three challenges for future research on cochlear implants. *World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2017;3(4):240-54.
40. Naples JG, Ruckenstein MJ. Cochlear Implant. *Otolaryngol Clin North Am*. 2020;53(1):87-102.
41. Zeng FG, Rebscher S, Harrison W, Sun X, Feng H. Cochlear implants: system design, integration, and evaluation. *IEEE Rev Biomed Eng*. 2008;1:115-42.
42. Grayden DB, Clark GM, Cooper H, Craddock L. Implant design and development. *Cochlear implants: A practical guide*. 2006:1-20.
43. Kyriafinis G, Vital V, Psifidis A, Constantinidis J, Nikolaou A, Hitoglou-Antoniadou M, et al. Preoperative evaluation, surgical procedure, follow up and results of 150 cochlear implantations. *Hippokratia*. 2007;11(2):77-82.
44. Boothroyd A, Boothroyd-Turner D. Postimplantation audition and educational attainment in children with prelingually acquired profound deafness. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2002;189:79-84.
45. Wu C-M, Liu T-C, Wang N-M, Chao W-C. Speech perception and communication ability over the telephone by Mandarin-speaking children with cochlear implants. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2013;77(8):1295-302.
46. Turan Z, Küçüköncü DT, Cankuvvet N, Yolal Y. Koklear implant ve işitme cihazı kullanan işitme kayıplı çocukların dil ve dinleme becerilerinin değerlendirilmesi. *Gülhane Tıp Dergisi*. 2012;54(2):142-50.
47. Toe DM, Paatsch LE. The conversational skills of school-aged children with cochlear implants. *Cochlear implants international*. 2013;14(2):67-79.

48. Schorr EA, Roth FP, Fox NA. A comparison of the speech and language skills of children with cochlear implants and children with normal hearing. *Communication disorders quarterly*. 2008;29(4):195-210.
49. Punch R, Hyde M. Social participation of children and adolescents with cochlear implants: a qualitative analysis of parent, teacher, and child interviews. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2011;16(4):474-93.
50. Morera C, Manrique M, Ramos A, Garcia-Ibanez L, Cavalle L, Huarte A, et al. Advantages of binaural hearing provided through bimodal stimulation via a cochlear implant and a conventional hearing aid: A 6-month comparative study. *Acta Oto-Laryngologica*. 2005;125(6):596-606.
51. Colburn HS, Zurek P, Durlach NI. Binaural directional hearing—Impairments and aids. *Directional hearing*: Springer; 1987. p. 261-78.
52. Moore BC. *An introduction to the psychology of hearing*: Brill; 2012.
53. Porter H, Bess FH, Tharpe A. *Minimal Hearing Loss in Children*. 2016.
54. Giolas TG, Wark DJ. Communication problems associated with unilateral hearing loss. *J Speech Hear Disord*. 1967;32(4):336-43.
55. Gordon KA, Wong DD, Papsin BC. Bilateral input protects the cortex from unilaterally-driven reorganization in children who are deaf. *Brain*. 2013;136(Pt 5):1609-25.
56. Cochlear implants in adults and children. NIH Consens Statement. 1995;13(2):1-30.
57. Geers AE. Speech, language, and reading skills after early cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2004;130(5):634-8.
58. Gordon KA, Valero J, van Hoesel R, Papsin BC. Abnormal timing delays in auditory brainstem responses evoked by bilateral cochlear implant use in children. *Otol Neurotol*. 2008;29(2):193-8.
59. Culling JF, Akeroyd MA. Spatial hearing. *Oxford handbook of auditory science: Hearing*. 2010:123-44.
60. Best V, Marrone N, Mason CR, Kidd G, Jr., Shinn-Cunningham BG. Effects of sensorineural hearing loss on visually guided attention in a multitalker environment. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2009;10(1):142-9.
61. Kitterick PT, Bailey PJ, Summerfield AQ. Benefits of knowing who, where, and when in multi-talker listening. *J Acoust Soc Am*. 2010;127(4):2498-508.
62. Pavani F, Venturini M, Baruffaldi F, Artesini L, Bonfioli F, Frau GN, et al. Spatial and non-spatial multisensory cueing in unilateral cochlear implant users. *Hear Res*. 2017;344:24-37.
63. Valzolgher C, Campus C, Rabini G, Gori M, Pavani F. Updating spatial hearing abilities through multisensory and motor cues. *Cognition*. 2020;204:104409.
64. Dubno JR, Ahlstrom JB, Horwitz AR. Spectral contributions to the benefit from spatial separation of speech and noise. *J Speech Lang Hear Res*. 2002;45(6):1297-310.

65. Risoud M, Hanson JN, Gauvrit F, Renard C, Lemesre PE, Bonne NX, et al. Sound source localization. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2018;135(4):259-64.
66. Middlebrooks JC. Sound localization. *Handbook of clinical neurology*. 2015;129:99-116.
67. Stevens SS, Newman EB. The localization of actual sources of sound. *The American journal of psychology*. 1936;48(2):297-306.
68. Musicant AD, Butler RA. The influence of pinnae-based spectral cues on sound localization. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1984;75(4):1195-200.
69. Shaw EA, Teranishi R. Sound pressure generated in an external-ear replica and real human ears by a nearby point source. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1968;44(1):240-9.
70. Roffler SK, Butler RA. Factors that influence the localization of sound in the vertical plane. *J Acoust Soc Am*. 1968;43(6):1255-9.
71. Coleman PD. Failure to localize the source distance of an unfamiliar sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1962;34(3):345-6.
72. Mershon DH, King LE. Intensity and reverberation as factors in the auditory perception of egocentric distance. *Perception & Psychophysics*. 1975;18(6):409-15.
73. Tollin DJ. Development of sound localization. *Oxford handbook of developmental behavioral neuroscience*. 2009.
74. Sandel TT, Teas DC, Feddersen W, Jeffress LA. Localization of sound from single and paired sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1955;27(5):842-52.
75. Mills AW. On the minimum audible angle. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1958;30(4):237-46.
76. Lee J-h, Hwang Shin S-J, Istook CL. Analysis of human head shapes in the united states. *International Journal of Human Ecology*. 2006;7(1):77-83.
77. Mayo PG, Goupell MJ. Acoustic factors affecting interaural level differences for cochlear-implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2020;147(4):EL357-EL62.
78. Van Opstal J. *The auditory system and human sound-localization behavior*: Academic Press; 2016.
79. van der Heijden K, Rauschecker JP, de Gelder B, Formisano E. Cortical mechanisms of spatial hearing. *Nature Reviews Neuroscience*. 2019;20(10):609-23.
80. Rauschecker JP, Tian B. Mechanisms and streams for processing of “what” and “where” in auditory cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2000;97(22):11800-6.

81. Mishkin M, Ungerleider LG, Macko KA. Object vision and spatial vision: two cortical pathways. *Trends in neurosciences*. 1983;6:414-7.
82. Grothe B, Pecka M, McAlpine D. Mechanisms of sound localization in mammals. *Physiological reviews*. 2010;90(3):983-1012.
83. Plauška A, Borst JG, van der Heijden M. Predicting binaural responses from monaural responses in the gerbil medial superior olive. *Journal of neurophysiology*. 2016;115(6):2950-63.
84. Schreiner CE, Winer JA. *The inferior colliculus*: Springer; 2005.
85. Tollin DJ, Koka K, Tsai JJ. Interaural level difference discrimination thresholds for single neurons in the lateral superior olive. *Journal of Neuroscience*. 2008;28(19):4848-60.
86. Palmer AR, Kuwada S. Binaural and spatial coding in the inferior colliculus. *The inferior colliculus*: Springer; 2005. p. 377-410.
87. TÜRKEL Y, Terzi M. Talamus' un Anatomik Ve Fonksiyonel Önemi. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2007;24(4):144-54.
88. Winer JA, Schreiner CE. *The central auditory system: a functional analysis. The inferior colliculus*: Springer; 2005. p. 1-68.
89. Keating P, King AJ. Developmental plasticity of spatial hearing following asymmetric hearing loss: context-dependent cue integration and its clinical implications. *Frontiers in systems neuroscience*. 2013;7:123.
90. Krumbholz K, Schönwiesner M, von Cramon DY, Rübsem R, Shah NJ, Zilles K, et al. Representation of interaural temporal information from left and right auditory space in the human planum temporale and inferior parietal lobe. *Cerebral Cortex*. 2005;15(3):317-24.
91. Brunetti M, Belardinelli P, Caulo M, Del Gratta C, Della Penna S, Ferretti A, et al. Human brain activation during passive listening to sounds from different locations: an fMRI and MEG study. *Human brain mapping*. 2005;26(4):251-61.
92. Yin TC. Neural mechanisms of encoding binaural localization cues in the auditory brainstem. *Integrative functions in the mammalian auditory pathway*: Springer; 2002. p. 99-159.
93. Freigang C, Richter N, Rübsem R, Ludwig AA. Age-related changes in sound localisation ability. *Cell and tissue research*. 2015;361(1):371-86.
94. Muir D, Hains S. The U-shaped developmental function for auditory localization. *Journal of cognition and development*. 2004;5(1):123-30.
95. Muir D, Field J. Newborn infants orient to sounds. *Child development*. 1979:431-6.
96. Muir D, Clifton RK. Infants' orientation to the location of sound sources. 1985.
97. Morrongiello BA, Gotowiec A. Recent advances in the behavioral study of infant audition: The development of sound localization skills. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*. 1990.

98. Tollin DJ, Koka K. Postnatal development of sound pressure transformations by the head and pinnae of the cat: binaural characteristics. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2009;126(6):3125-36.
99. Litovsky RY, Ashmead DH, Gilkey R, Anderson T. Development of binaural and spatial hearing in infants and children. *Binaural and spatial hearing in real and virtual environments*. 1997:571-92.
100. Litovsky RY. Developmental changes in the precedence effect: estimates of minimum audible angle. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1997;102(3):1739-45.
101. Gordon K, Henkin Y, Kral A. Asymmetric hearing during development: the aural preference syndrome and treatment options. *Pediatrics*. 2015;136(1):141-53.
102. Sharma A, Gilley PM, Dorman MF, Baldwin R. Deprivation-induced cortical reorganization in children with cochlear implants. *International journal of audiology*. 2007;46(9):494-9.
103. Wilson BS, Finley CC, Lawson DT, Wolford RD, Eddington DK, Rabinowitz WM. Better speech recognition with cochlear implants. *Nature*. 1991;352(6332):236-8.
104. Kan A, Litovsky RY. Binaural hearing with electrical stimulation. *Hearing Research*. 2015;322:127-37.
105. Távora-Vieira D, De Ceulaer G, Govaerts PJ, Rajan GP. Cochlear implantation improves localization ability in patients with unilateral deafness. *Ear and hearing*. 2015;36(3):e93-e8.
106. Van Deun L, van Wieringen A, Van den Bogaert T, Scherf F, Offeciers FE, Van de Heyning PH, et al. Sound localization, sound lateralization, and binaural masking level differences in young children with normal hearing. *Ear Hear*. 2009;30(2):178-90.
107. Zheng Y, Godar SP, Litovsky RY. Development of sound localization strategies in children with bilateral cochlear implants. *PloS one*. 2015;10(8):e0135790.
108. Castro-Camacho W, Peñaloza-López Y, Pérez-Ruiz SJ, García-Pedroza F, Padilla-Ortiz AL, Poblano A, et al. Sound localization and word discrimination in reverberant environment in children with developmental dyslexia. *Arq Neuropsiquiatr*. 2015;73(4):314-20.
109. Moteki H, Kitoh R, Tsukada K, Iwasaki S, Nishio S-Y, Usami S-I. The advantages of sound localization and speech perception of bilateral electric acoustic stimulation. *Acta oto-laryngologica*. 2015;135(2):147-53.
110. Cañete OM, Purdy SC. Behavioural assessment of listening difficulties in people with unilateral hearing loss. *New Zealand Audiological Society Bulletin*. 2016;26(1):13.
111. Ashmead DH, Davis DL, Whalen T, Odom RD. Sound localization and sensitivity to interaural time differences in human infants. *Child development*. 1991;62(6):1211-26.

112. Beijen J-W, Snik AFM, Mylanus EAM. Sound Localization Ability of Young Children With Bilateral Cochlear Implants. *Otology & Neurotology*. 2007;28(4):479-85.
113. Verschuur CA, Lutman ME, Ramsden R, Greenham P, O'Driscoll M. Auditory localization abilities in bilateral cochlear implant recipients. *Otology & Neurotology*. 2005;26(5):965-71.
114. Steffens T, Lesinski-Schiedat A, Strutz J, Aschendorff A, Klenzner T, Rühl S, et al. The benefits of sequential bilateral cochlear implantation for hearing-impaired children. *Acta oto-laryngologica*. 2008;128(2):164-76.
115. Vincent C, Bébéar J-P, Radafy E, Vaneecloo F-M, Ruzza I, Lautissier S, et al. Bilateral cochlear implantation in children: localization and hearing in noise benefits. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2012;76(6):858-64.
116. Lovett RE, Kitterick PT, Hewitt CE, Summerfield AQ. Bilateral or unilateral cochlear implantation for deaf children: an observational study. *Archives of disease in childhood*. 2010;95(2):107-12.
117. Godar SP, Litovsky RY. Experience with bilateral cochlear implants improves sound localization acuity in children. *Otol Neurotol*. 2010;31(8):1287-92.
118. van Hoesel RJ, Tyler RS. Speech perception, localization, and lateralization with bilateral cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2003;113(3):1617-30.
119. Killan CF, Royle N, Totten CL, Raine CH, Lovett RE. The effect of early auditory experience on the spatial listening skills of children with bilateral cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2015;79(12):2159-65.
120. Litovsky RY. Review of recent work on spatial hearing skills in children with bilateral cochlear implants. *Cochlear Implants International*. 2011;12(sup1):S30-S4.
121. Aronoff JM, Yoon Y-s, Freed DJ, Vermiglio AJ, Pal I, Soli SD. The use of interaural time and level difference cues by bilateral cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2010;127(3):EL87-EL92.
122. Laback B, Egger K, Majdak P. Perception and coding of interaural time differences with bilateral cochlear implants. *Hearing Research*. 2015;322:138-50.
123. Ausili SA, Agterberg MJ, Engel A, Voelter C, Thomas JP, Brill S, et al. Spatial hearing by bilateral cochlear implant users with temporal fine-structure processing. *Frontiers in Neurology*. 2020:915.
124. Lammers MJ, Venekamp RP, Grolman W, van der Heijden GJ. Bilateral cochlear implantation in children and the impact of the inter-implant interval. *The Laryngoscope*. 2014;124(4):993-9.
125. Killan CF, Harman S, Killan EC. Changes in sound-source localization for children with bilateral severe to profound hearing loss following simultaneous

- bilateral cochlear implantation. *Cochlear Implants International*. 2018;19(5):284-91.
126. Gordon KA, Deighton MR, Abbasalipour P, Papsin BC. Perception of binaural cues develops in children who are deaf through bilateral cochlear implantation. *PLoS One*. 2014;9(12):e114841.
 127. Gordon KA, Salloum C, Toor GS, van Hoesel R, Papsin BC. Binaural interactions develop in the auditory brainstem of children who are deaf: effects of place and level of bilateral electrical stimulation. *Journal of Neuroscience*. 2012;32(12):4212-23.
 128. Gordon KA, Wong DD, Papsin BC. Bilateral input protects the cortex from unilaterally-driven reorganization in children who are deaf. *Brain*. 2013;136(5):1609-25.
 129. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A Sensitive Period for the Development of the Central Auditory System in Children with Cochlear Implants: Implications for Age of Implantation. *Ear and Hearing*. 2002;23(6):532-9.
 130. Grieco-Calub TM, Litovsky RY. Sound localization skills in children who use bilateral cochlear implants and in children with normal acoustic hearing. *Ear Hear*. 2010;31(5):645-56.
 131. Sparreboom M, Ausili S, Mylanus E. Lateralization of interaural level differences in children with bilateral cochlear implants. *Cochlear Implants International*. 2021:1-9.
 132. Hubel DH, Wiesel TN. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *The Journal of physiology*. 1970;206(2):419-36.
 133. Peters BR, Wyss J, Manrique M. Worldwide trends in bilateral cochlear implantation. *The laryngoscope*. 2010;120(S2):S17-S44.
 134. Thakkar T, Anderson SR, Kan A, Litovsky RY. Evaluating the Impact of Age, Acoustic Exposure, and Electrical Stimulation on Binaural Sensitivity in Adult Bilateral Cochlear Implant Patients. *Brain Sci*. 2020;10(6).
 135. Anderson SR, Easter K, Goupell MJ. Effects of rate and age in processing interaural time and level differences in normal-hearing and bilateral cochlear-implant listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2019;146(5):3232-54.
 136. Degirmenci Uzun E, Batuk MO, Sennaroglu G, Sennaroglu L. Factors affecting phoneme discrimination in children with sequential bilateral cochlear implants. *International Journal of Audiology*. 2021:1-7.
 137. Graham J, Vickers D, Eyles J, Brinton J, Malky GA, Aleksy W, et al. Bilateral sequential cochlear implantation in the congenitally deaf child: evidence to support the concept of a 'critical age' after which the second ear is less likely to provide an adequate level of speech perception on its own. *Cochlear implants international*. 2009;10(3):119-41.

138. Easwar V, Sanfilippo J, Papsin B, Gordon K. Factors affecting daily cochlear implant use in children: Datalogging evidence. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2016;27(10):824-38.
139. Busch T, Vermeulen A, Langereis M, Vanpoucke F, van Wieringen A. Cochlear Implant Data Logs Predict Children's Receptive Vocabulary. *Ear Hear*. 2020;41(4):733-46.
140. Seeber BU, Fastl H. Localization cues with bilateral cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2008;123(2):1030-42.,
141. Dorman MF, Loisel L, Stohl J, Yost WA, Spahr A, Brown C, et al. Interaural level differences and sound source localization for bilateral cochlear implant patients. *Ear and hearing*. 2014;35(6):633.

8. EKLER

EK-1: Etik Kurul Onayı



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

Sayı : 16969557-1577

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 03 KASIM 2020 SALI
Toplantı No : 2020/18
Proje No : GO 20/813 (Değerlendirme Tarihi: 22.09.2020)
Karar No : 2020/18-51

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Merve BATUK'un sorumlu araştırmacı olduğu, Ody. Öykü ÖZBAŞ'ın yüksek lisans tezi olan, GO 20/813 kayıt numaralı "*Bilateral Koklear İmplant Kullanan Çocuklarda Lokalizasyon Becerisinin Araştırılması*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 04 Kasım 2020-04 Kasım 2022 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Başkan)	7. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAYDAR	(Üye)
2. Prof. Dr. G. Burçay AYDIN	(Üye)	8. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK	(Üye)
3. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	9. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ	(Üye)
4. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER	(Üye)	10. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
5. Doç. Dr. H. Tuna Çak İSİN	(Üye)	11. Av. Scrap MORALIOĞLU	(Üye)
İZİNLİ			
6. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)		

EK-2: Kontrol Grubu Veri Kayıt Formu**TARİH:****DOĞUM TARİHİ / YAŞ:****CİNSİYET :****İLETİŞİM NO :****ŞEHİR :****AİLE HİKÂYESİ**

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>	
Ailede işitme kayıplı birey var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Varsa kim?
Akraba evliliği var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rh uyumsuzluğu var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ailede konuşma bozukluğu olan birey var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

PRENATAL HİKÂYE

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Hamilelikte geçirilen hastalık, enfeksiyon var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Varsa hangi hastalık?		
Hamilelikte ilaç kullanımı var mı? Varsa hangi ilaçlar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NATAL HİKÂYE

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Sezeryan doğum:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prematüre doğum:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çoğul doğum:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anoksi:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebelik haftası:		
Doğum ağırlığı:		

POSTNATAL HİKÂYE

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>	
Sarılık geçirdi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fototerapi aldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
YDBÜ'de kaldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kaldıysa kaç gün?
Solunum desteği aldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kan değişimi yapıldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kullandığı ilaç var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Varsa hangi ilaçlar?
Sendromu var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Varsa hangi
sendromlar?			
Baş, yüz anomalisi var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bakteriyal veya viral enfeksiyon geçirdi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kafa travması oldu mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Havale geçirdi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Geçirdiği herhangi bir hastalık var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Varsa hangi hastalıklar?

İŞİTME VE LİSAN GELİŞİMİ

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Çocuğun ana dili Türkçe mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evde konuşulan başka bir dil var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çocukla birincil iletişim kurma tercihi sözel mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Başka odadan seslendiğinde tepki veriyor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Söylenenleri anlar, gerine getirir mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konuşmalara dikkat ediyor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İşitsel rehabilitasyon alıyor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Özel eğitime başlangıç yaşı:		

Lokalizasyon Skorları

Azimuth Lokalizasyon RMS Skor	
ILD Lokalizasyon RMS Skor	

EK-3: Çalışma Grubu Veri Kayıt Formu

TARİH:

DOĞUM TARİHİ / YAŞ:**CİNSİYET :****İLETİŞİM NO :****ŞEHİR :****AİLE HİKÂYESİ**

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Ailede işitme kayıplı birey var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Varsa kim?
Akraba evliliği var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rh uyumsuzluğu var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ailede konuşma bozukluğu olan birey var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PRENATAL HİKÂYE

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Hamilelikte geçirilen hastalık, enfeksiyon var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Varsa hangi hastalık?
Hamilelikte ilaç kullanımı var mı? Varsa hangi ilaçlar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NATAL HİKÂYE

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Sezeryan doğum:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prematüre doğum:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çoğul doğum:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anoksi:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebelik haftası:		
Doğum ağırlığı:		

POSTNATAL HİKÂYE

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Sarılık geçirdi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fototerapi aldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
YDBÜ'de kaldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Kaldıysa kaç gün?
Solunum desteği aldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan değişimi yapıldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kullandığı ilaç var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Varsa hangi ilaçlar?
Sendromu var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Varsa hangi sendromlar?
Baş, yüz anomalisi var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bakteriyal veya viral enfeksiyon geçirdi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kafa travması oldu mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Havale geçirdi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geçirdiği herhangi bir hastalık var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Varsa hangi hastalıklar?

İŞİTME VE LİSAN GELİŞİMİ

	<u>EVET</u>	<u>HAYIR</u>
Çocuğun ana dili Türkçe mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evde konuşulan başka bir dil var mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çocukla birincil iletişim kurma tercihi sözel mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Başka odadan seslendiğinde tepki veriyor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Söylenenleri anlar, gerine getirir mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konuşmalara dikkat ediyor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İşitsel rehabilitasyon alıyor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Özel eğitime başlangıç yaşı:		

İŞİTME KAYBI

İşitme kaybı tanısı :
İşitme kaybı tanı yaşı:

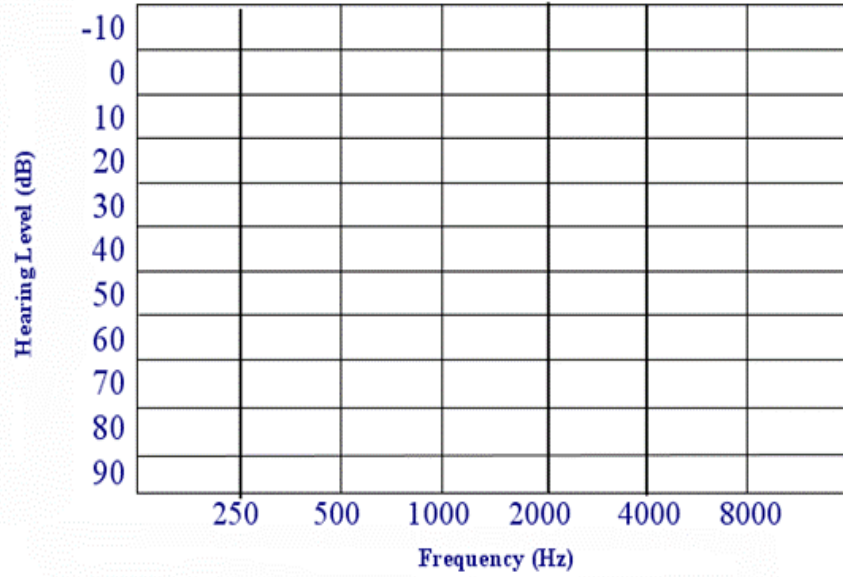
RADYOLOJİ

BT sonucu :
MRI sonucu:

KOKLEAR İMPLANT

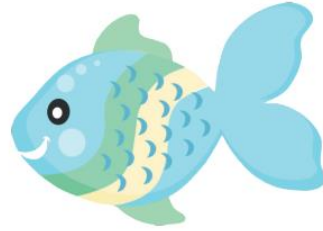
	Taraf	Kİ Tarihi	Günlük Kİ Kullanım Süresi	Aktif Elektrot Sayısı	MAP parametreleri
1. Kİ					
2. Kİ					

KOKLEAR İMPLANTLI İŞİTME EŞİKLERİ
--



Bilateral Kİ Lokalizasyon Skorları

Azimuth Lokalizasyon RMS Skor	
ILD Lokalizasyon RMS Skor	

EK-4: Lokalizasyon Testlerinde Kullanılan G6rseller



EK-5: Orjinallik Ekran Çıktısı**Dijital Makbuz**

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Öykü Özbaş
Ödev başlığı: Öykü TEZ
Gönderi Başlığı: Bilateral Koklear İmplant Kullanan Çocuklarda Lokalizasyon ...
Dosya adı: O_YKU_TURNI_TI_N.docx
Dosya boyutu: 2.03M
Sayfa sayısı: 57
Kelime sayısı: 12,027
Karakter sayısı: 84,967
Gönderim Tarihi: 31-May-2022 07:02:05 (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1847891543



EK-6: Dijital Makbuz

Bilateral Koklear İmplant Kullanan Çocuklarda Lokalizasyon Becerisinin Araştırılması

ORJİNALLİK RAPORU

% 11	% 11	% 2	% 5
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 5
2	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
3	Submitted to Bahcesehir University Öğrenci Ödevi	% 1
4	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	www.tjaudiologyandhear.com İnternet Kaynağı	% 1
6	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
7	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
8	www.sosbil.aku.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
9	AKMEŞE PİŞTAV, Pelin. "Doğuştan İleri/ Çok İleri Derecede İşitme Kayıplı Çocukların Dil	<% 1

9. ÖZGEÇMİŞ

ÖYKÜ ÖZBAŞ ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ

E-Posta Adresi :
 Telefon (İş) : -
 Telefon (Cep) :
 Adres :

Öğrenim Bilgisi

Yüksek Lisans 2019	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ/ODYOLOJİ (YL) (TEZLİ)
Lisans 2015 24/Haziran/2019	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ/ODYOLOJİ BÖLÜMÜ/ODYOLOJİ PR.

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

1. AÇIKGÖZ BUSE, AKCİN BENSU, ÖZBAŞ ÖYKÜ, URAL TUĞBA, YILMAZ IŞIKHAN SELEN, BATUK MERVE, SENNAROĞLU GONCA (2021). Investigation of the Social Anxiety in Auditory Brainstem Implant Users. Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences, 6, Doi: 10.5336/healthsci.2020-80245 (Kontrol No: 7675127)
2. BATUK MERVE, DEĞİRMENCİ UZUN ERVA, KOSKA BETÜL, ÖZSES MERVE, ÖZBAŞ ÖYKÜ (2021). Signal Processing Strategies In Cochlear Implant Systems: A Review of Literature. Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi, 29, Doi: 10.24179/kbbbbc.2021-81939 (Kontrol No: 7675121)

E. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. KARTAL ÖZCAN ECEM, ÖZBAŞ ÖYKÜ, BATUK MERVE (2021). İşitme Kayıplı Yetişkinlerde İş Yaşamı Kalitesinin Değerlendirilmesi: Preliminer Sonuçlar. *10. İşitme Cihazları ve İmplantlar Sempozyumu (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:7675143)
2. KARABULUT MUSTAFA, CAN MEHMET, SENDESEN ESER, ÖZBAŞ ÖYKÜ, BATUK MERVE (2021). Yetişkin Koklear İmplant Kullanıcılarında COVID-19 Pandemi Dönemi Yaşam Kalitesinin Araştırılması. 10. İşitme Cihazları ve İmplantlar Sempozyumu (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:7314079)