

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

**KOKLEAR İMPLANT İLE KONTRALATERAL İŞİTSEL BEYİN
SAPI İMPLANTI KULLANAN ÇOCUKLARDA FONEM AYIRT
ETME VE LOKALİZASYON BECERİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Dr. Ody. Erva DEĞİRMENCİ UZUN

**Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2023**

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

**KOKLEAR İMPLANT İLE KONTRALATERAL İŞİTSEL BEYİN
SAPI İMPLANTI KULLANAN ÇOCUKLARDA FONEM AYIRT
ETME VE LOKALİZASYON BECERİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Dr. Ody. Erva DEĞİRMENCİ UZUN

**Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ**

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

**ANKARA
2023**

TEZ ONAY SAYFASI

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KOKLEAR İMPLANT İLE KONTRALATERAL İŞİTSEL BEYİN SAPI İMPLANTI KULLANAN
ÇOCUKLARDA FONEM AYIRT ETME VE LOKALİZASYON BECERİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI
Erva DEĞİRMENCİ UZUN
Danışman: Doç. Dr. Merve BATUK

Bu tez çalışması 17.07.2023 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Banu Müjdecı*
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Üye: *Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Doç. Dr. Betül Çiçek Çınar*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Dr. Öğretim Üyesi Filiz Aslan*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Dr. Öğr. Üyesi Deniz Tuz*
Ege Üniversitesi

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

18 Temmuz 2023

Prof. Dr. Merve YEMİŞCİ ÖZKAN
Enstitü Müdürü

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.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- X Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

25/07/2023

(İmza)

Erva Değirmenci Uzun

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 **danışmanın** 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 internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ay 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 **danışmanın** 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)
Uzm. Ody. Erva Değirmenci Uzun

TEŞEKKÜR

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca yanımda olan, karanlıkta kaldığımda ışığıyla yolumu aydınlatan, tez çalışmam boyunca değerli bilgi ve tecrübeleriyle çalışmamı bir adım öne taşıyan, kıymetli hocam Doç. Dr. Merve Batuk'a,

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca desteğini her zaman hissettiren ve tez çalışmamın gerçekleştirilmesi için gerekli koşulları sağlayan, yol gösterici kıymetli hocam Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu'na,

Veri toplama sürecimde desteklerini ve anlayışlarını esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Betül Çiçek Çınar ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Yaralı'ya,

Meslek hayatımda ve tez çalışmam süresince beni destekleyip bana inanan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Deniz Tuz'a

Her anımda yanımda olan, yol arkadaşım, sevgili eşim Tankut'a,

Bugünlere gelirken aldığım tüm kararlarımda arkamda olan sevgili kardeşim, annem ve babama,

Meslek hayatım boyunca yolumun kesiştiği tüm hocalarıma, meslektaşlarıma ve arkadaşlarıma,

Beni yetiştirip ülkemde bu eğitimi almamı sağlayan Türkiye Cumhuriyeti'ne ve kurucusu Gazi Mustafa Kemal Atatürk'e

Sonsuz teşekkürlerimle...

ÖZET

Değirmenci Uzun, E., Koklear İmplant ile Kontralateral İşitsel Beyin Sapı İmplantı Kullanan Çocuklarda Fonem Ayırt Etme ve Lokalizasyon Becerilerinin Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı Doktora Tezi, Ankara, 2023. Bu çalışmanın amacı, koklear implant (CI) ile kontralateral işitsel beyin sapı implantı (ABI) kullanıcısı çocuklarda fonem ayırt etme, lokalizasyon ve işitme ile ilgili yaşam kalitesi değerlendirmelerini yaparak kullanılan farklı modalitelerin işitsel performans sonuçları üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmaktır. CI ile kontralateral ABI kullanıcısı, 6-18 yaş aralığındaki 17 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm katılımcılara fonem ayırt etme testi, azimut lokalizasyon testi ve işitme ile ilgili yaşam kalitesi ölçeği uygulanmıştır. Fonem ayırt etme ve azimut lokalizasyon testleri, yalnızca CI, yalnızca ABI ve bilateral olmak üzere 3 farklı koşulda değerlendirilmiştir. Fonem ayırt etme testinde üçlü karşılaştırmalarda anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0,004$). İkili karşılaştırmalarda bilateral fonem ayırt etme skoru yalnızca ABI ile dinleme koşuluna kıyasla anlamlı olarak daha yüksek elde edilmiş olup ($p=0,003$), CI ile bilateral koşul arasında anlamlı fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Azimut lokalizasyon testinde üçlü karşılaştırmalarda anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). İşitme ile ilgili yaşam kalitesi ölçek puanları bilateral koşuldaki fonem ayırt etme skorları ile pozitif yönde kuvvetli düzeyde ilişkili bulunmuştur ($r=0,873$, $p=0,001$). ABI ile dinleme koşulunda fonem ayırt etme skoru ile azimut lokalizasyonu arasında pozitif yönde orta düzeyde ilişki elde edilmiştir ($r=0,525$, $p=0,030$). ABI ile lokalizasyonun bilateral lokalizasyon becerisi, bilateral fonem ayırt etme becerisinin işitme ile ilgili yaşam kalitesi üzerinde yordayıcı faktörler olduğu bulunmuştur. Bu çalışma bildiğimiz kadarıyla, CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda bütüncül işitsel değerlendirmenin yapılıp, işitsel performans sonuçları üzerinde CI ve ABI'nın katkılarının araştırıldığı, olgu raporları dışındaki ilk çalışmadır.

Anahtar Kelimeler: koklear implant, işitsel beyin sapı implantı, konuşma algısı, lokalizasyon, yaşam kalitesi

ABSTRACT

Degirmenci Uzun, E., Investigation of Phoneme Discrimination and Localization Skills In Pediatric Cochlear Implant and Contralateral Auditory Brainstem Implant Users, Hacettepe University Graduate School Health Sciences Audiology Program Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2023. The aim of this study is to determine the impact of different modalities on performance in children with cochlear implants (CI) and contralateral auditory brainstem implants (ABI) by evaluating phoneme discrimination, localization, and hearing-related quality of life. The study included 17 participants, ages 6 to 18, who used CI and contralateral ABI. All participants underwent a phoneme discrimination test, an azimuth localization test, and a hearing-related quality of life assessment. Phoneme discrimination and azimuth localization tests were performed in three different conditions: CI, ABI, and bilateral. Significant differences were found in the triple comparisons in the phoneme discrimination test ($p=0.004$). In pairwise comparisons, the bilateral phoneme discrimination score was significantly higher compared to the only ABI listening condition ($p=0.003$), and no significant difference was observed between the CI and the bilateral condition ($p>0.05$). In the azimuth localization test, no significant difference was found in triple comparisons ($p>0.05$). In the bilateral condition, hearing-related quality of life scale ratings were positively and strongly correlated with phoneme discrimination scores ($r=0.873$, $p=0.001$). In the listening condition with ABI, a moderately positive correlation was found between phoneme discrimination score and azimuth localization ($r=0.525$, $p=0.030$). It was found that with ABI, localization skill was predictive of bilateral localization skill, and bilateral phoneme discrimination was predictive of hearing-related quality of life. To the best of our knowledge, this is the first study, other than case reports, in which holistic auditory evaluation was performed in children using CI and contralateral ABI, and the contributions of CI and ABI on performance were investigated.

Keywords: cochlear implants, auditory brainstem implants, speech perception, localization, quality of life

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. İç Kulağın Embriyolojik Gelişimi	4
2.2. Pediatrik İşitme Kayıpları	5
2.2.1. Konjenital İşitme Kayıplarında Odyolojik Müdahale	6
2.3. İç Kulak Malformasyonları ve Odyolojik Müdahale	10
2.3.1. Labirentin Aplazisi (Michel Deformitesi)	12
2.3.2. Rudimenter Otokist	12
2.3.3. Koklear Aplazi	12
2.3.4. Ortak Kavite	12
2.3.5. Koklear Hipoplazi	13
2.3.6. İnkomplet Partisyon Anomalileri	14
2.3.7. Geniş Vestibüler Aquaduct Sendromu	16
2.3.8. Koklear Apertür Anomalileri	16
2.4. Koklear Sinir Anomalileri ve Müdahale Seçenekleri	17
2.5. İç Kulak Malformasyonlarında Odyolojik Yaklaşım	18
2.5.1. İç Kulak Malformasyonlarında İşitme Cihazı ile Takip	18
2.5.2. İç Kulak Malformasyonlarında CI Uygulamaları	18
2.5.3. İç Kulak Malformasyonlarında ABI Uygulamaları	19
2.5.4. İç Kulak Malformasyonlarında CI ile Kontralateral	

ABI Uygulamaları	22
2.6. Konuşma Algısı	23
2.6.1. Fonem Algısı	26
2.6.2. Konuşma Algısının Değerlendirilmesi	26
2.7. Ses Lokalizasyonu	28
2.7.1. Ses Lokalizasyonu Becerisinin Değerlendirilmesi	30
3. BİREYLER VE YÖNTEM	33
3.1. Araştırmanın Türü	33
3.2. Araştırmanın Örnekleme	33
3.2.1. Katılımcıların Belirlenmesi	33
3.2.2. Katılımcıların Çalışmaya Dahil Edilme ve Çalışmadan Dışlanma Kriterleri	
3.3. Yöntem	34
3.3.1. Veri Toplama Formu	34
3.3.2. Fonem Ayırt Etme Testi	34
3.3.3. Azimut Lokalizasyon Testi	36
3.3.4. Dinleme Ortamları ve Yansımalarının Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi Ölçeği (HEAR-QL)	39
3.4. İstatistiksel Analiz	40
4. BULGULAR	41
4.1. Katılımcıların Demografik Özelliklerine Göre Tanımlayıcı İstatistikleri	41
4.2. Katılımcıların Fonem Ayırt Etme Testi Bulguları	44
4.3. Katılımcıların Azimut Lokalizasyon Testi Bulguları	45
4.4. Katılımcıların İşitme ile İlgili Yaşam Kalitesi Ölçeği Bulguları	46
4.5. Test Sonuçları Arasındaki İlişkiler	47
4.6. Test Sonuçlarını Etkileyen Değişkenlerin İncelenmesi	49
5. TARTIŞMA	52
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
7. KAYNAKLAR	75
8. EKLER	91
EK-1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul Onayı	
EK-2. Veri Formu	

EK-3. Tez Çalışması Orijinallik Raporu

EK-4. Dijital Makbuz

9. ÖZGEÇMİŞ

95

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
°	Derece
ABI	<i>Auditory Brainstem Implant</i>
BOS	Beyin omurilik sıvısı
BT	Bilgisayarlı tomografi
CAP	<i>Categories of Auditory Performance</i>
CI	<i>Cochlear Implant</i>
CN	<i>Cochlear nerve</i>
CVN	<i>Cochleovestibular nerve</i>
dB	Desibel
EEG	Elektroensefalografi
GVA	Geniş vestibüler aquaduct
HEAR-QL	<i>Hearing environments and reflection on quality of life</i>
Hz	Hertz
ILD	<i>Interaural level differences</i>
IP	İnkomplet partiyon
ITD	<i>Interaural time differences</i>
IT-MAIS	<i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale</i>
İAK	İnternal akustik kanal
MAA	<i>Minimum audible angle</i>
MAIS	<i>Meaningful Auditory Integration Scale</i>
MEG	Manyetoensefalografik
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
RMS	<i>Root mean square</i>
SIR	<i>Speech Intelligibility Ratings</i>
TFS	<i>Temporal fine structure</i>

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Koklear implant sisteminin genel gösterimi.	9
2.2. İşitsel beyin sapı implantı sisteminin genel gösterimi.	10
3.1. Fonem Ayırt Etme Testi ekranı.	36
3.2. Azimut Lokalizasyon Testi düzeneği.	38
3.3. Azimut Lokalizasyon Testi ekranı.	38
3.4. Azimut Lokalizasyon Testi sonucuna ait ekran görüntüsü örneği I.	39
3.5. Azimut Lokalizasyon Testi sonucuna ait ekran görüntüsü örneği II.	39
4.1. Katılımcılara ait Fonem Ayırt Etme Testi sonuçları.	44
4.2. Fonem Ayırt Etme Skorları ile ilgili kutu grafikleri.	44
4.3. Katılımcılara ait Azimut Lokalizasyon Testi sonuçları.	46
4.4. Azimut Lokalizasyon Testi sonuçları ile ilgili kutu grafikleri.	46
4.5. Katılımcılara ait işitme ile ilgili yaşam kalitesi ölçek sonuçları.	47

TABLolar

Tablo	Sayfa
2.1. İç kulak malformasyonlarının sınıflandırılması.	11
3.1. Çalışmada kullanılan fonem setleri.	35
4.1. Demografik özellikler.	41
4.2. Katılımcılara ait klinik özellikler.	43
4.3. Fonem Ayırt Etme Testi sonuçları.	45
4.4. Azimut Lokalizasyon Testi sonuçları.	46
4.5. Test sonuçları arasındaki ilişkiler.	48
4.6. Katılımcıların yaşları ve implantasyon yaşları ile test sonuçları arasındaki ilişkiler.	49
4.7. İmplant kullanım süreleri ile test sonuçları arasındaki ilişkiler.	49
4.8. İmplantlar arası süre ile test sonuçları arasındaki ilişkiler.	49
4.9. Test sonuçlarını etkileyen faktörler.	51

1. GİRİŞ

Konjenital işitme kaybı insidansı ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte, sağlıklı yenidoğanlarda ortalama olarak %0,16 ile %1 arasında değişmektedir (1-5). İleri ve çok ileri derece sensörinöral (S/N) işitme kaybına sahip kişilerde iç kulak malformasyonu bulunma sıklığı ise %15 ile %20 arasında bildirilmiştir (6). İşitme kayıplarında işitme cihazı, koklear implant (*Cochlear Implant*; CI), işitsel beyin sapı implantı (*Auditory Brainstem Implant*; ABI), kemik yolu/kemiğe implante işitme cihazları, yardımcı dinleme cihazları gibi çocuğun işitme kaybı özelliklerine uygun olarak seçilen farklı rehabilitasyon seçenekleri mevcuttur (7). Bu teknolojilerin yanı sıra aile danışmanlığı, işitsel-görsel eğitim, iletişimi daha etkili hale getirmek için strateji geliştirme gibi farklı terapötik yaklaşımlar mevcuttur (8).

CI sistemleri ileri ve çok ileri derece S/N işitme kaybına sahip kişilerde işitme restorasyonunu sağlamak için kullanılmaktadır ve iç kulak malformasyonuna sahip olguların çoğunluğu CI adayı olarak düşünülmektedir (9-11). İleri ve çok ileri derece işitme kaybına sahip olan ve nörofibromatozis tip 2 hastalığı, iç kulak ve kokleovestibüler sinire ait bazı anatomik anormallikler sebepleriyle CI'dan fayda sağlayamayan veya CI uygulanamayan kişiler de bulunmaktadır. Bu durumda işitme restorasyonu için işitme sinirini atlayarak beyin sapında yer alan koklear çekirdekleri doğrudan uyarmak amacıyla geliştirilen ABI sistemleri kullanılmaktadır (12, 13).

Literatüre bakıldığında, genel olarak iç kulak malformasyonlu çocuklarda CI sonrası konuşma algısının normal anatomiye sahip CI kullanıcılarından daha düşük olduğu belirtilmektedir (14). CI cerrahisi ve performans sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, prelingual işitme kayıplı çocuklarda ABI programlaması ve rehabilitasyonu daha zorlu bir süreç olup; işitsel çıktıların da CI seviyelerine ulaşamadığı görülmektedir (15). ABI kullanıcısı çocukların işitsel algı becerilerinin temel ses farkındalığından açık uçlu konuşma tanıma becerisine kadar değişen büyük farklılıklar gösterdiği görülmektedir (16-19).

CI ile işitsel algı ve dil becerileri beklenen ilerlemeye ulaşamayan olgularda anatomik olarak daha kötü kabul edilen kulağa kontralateral ABI uygulanarak bilateral stimülasyon sağlanabilir (20). Bu durum özellikle bilateral olası ABI endikasyonunun

olduđu durumlarda odyolojik deęerlendirmelerde bir kulakta iřitsel cevabın alınıp, diđer kulakta ise iřitsel cevap elde edilemediđi ve bir taraf kesin bir taraf olası ABI endikasyonu dūřünūlen durumlardır (21).

Konuşma uyarılarının nasıl ayırt edildiği özellikle işitme teknolojisi kullanan çocuklarda mutlaka değerlendirilmesi gereken becerilerden biridir. Ayırt etme testleriyle işitme kayıplı bireylerin koklear fonksiyonları ve kullanılan teknoloji yardımıyla frekans ayırt etme kapasitesi değerlendirilir ve kullanılan işitme teknolojisinde buna uygun değişiklikler sağlanabilir (22). İşitme kaybı günlük hayattaki sebep olduğu birçok sorunların yanı sıra ses lokalizasyonunu da etkilemektedir. Uzamsal işitme, ses lokalizasyonu ve gürültüde konuşmayı anlama gibi kapasitelerin altında yatar ve binaural işitmenin bir işlevidir (23, 24).

CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda konuşma algısı ve ses lokalizasyonu becerilerinin farklı modalitelerde nasıl sağlandığı üzerine literatürdeki veriler oldukça sınırlıdır. Ek olarak, CI veya ABI'nın bu becerilere nasıl ve ne kadar katkı sağladığı hala tam olarak bilinmemektedir. Bu alışmada CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocukların fonem ayırt etme, azimut lokalizasyonu ve işitme ile ilgili yaşam kaliteleri değerlendirilerek, bütüncül bir yaklaşımla ele alınmış olup aşağıda verilen hipotezler doğrultusunda incelenmiştir:

Hipotez 1;

H₀: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda CI, ABI ve bilateral dinleme koşullarındaki fonem ayırt etme becerileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

H₁: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda CI, ABI ve bilateral dinleme koşullarındaki fonem ayırt etme becerileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık vardır.

Hipotez 2;

H₀: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda CI, ABI ve bilateral dinleme koşullarındaki lokalizasyon becerileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.

H₁: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda CI, ABI ve bilateral dinleme koşullarındaki lokalizasyon becerileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık vardır.

Hipotez 3;

H₀: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda işitme ile ilgili yaşam kaliteleri ile fonem ayırt etme becerileri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₁: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda işitme ile ilgili yaşam kaliteleri ile fonem ayırt etme becerileri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Hipotez 4;

H₀: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda işitme ile ilgili yaşam kaliteleri ile lokalizasyon becerileri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₁: CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda işitme ile ilgili yaşam kaliteleri ile lokalizasyon becerileri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İç Kulağın Embriyolojik Gelişimi

İç kulak filogenetik olarak kulağın diğer bölümlerinden daha erken ortaya çıkan ve ilk gelişen bölümdür. Embriyonel yaşamın üçüncü haftasında arka beyin ile birinci brankial oluk arasındaki otik plak adı verilen yüzey ektoderminin plak benzeri kalınlaşmasıyla oluşmaktadır (25, 26). Birkaç gün içerisinde altta yatan mezenkim içine girerek otik çukuru oluşturur. Semisirküler ve koklear kanallardan çok daha erken olarak endolenfatik uzantı bu aşamada ortaya çıkar. Otik çukurun genişlemesi ve üzerini örten dokunun füzyonu otokisti yani otik vezikülü oluşturur (27). Altıncı haftada otik vezikül daha sonra membranöz labirent olarak adlandırılan koklea, vestibül ve semisirküler kanalları meydana getirecek şekilde değişikliğe uğrar. Kokleanın 2.5 dönüşü sekizinci haftada tamamlanarak medial büyümeyle kıvrılır (28). Bu arada otik vezikül etrafındaki mezenkim doku farklılaşır kırkırdığa dönüşerek gelecekteki otik kapsülü oluşturur (25). Onuncu haftada bu kırkırdaktan skala timpani ve skala vestibüli olarak adlandırılan iki perilenfatik boşluk meydana gelir. Koklear kanal; vestibüler membranla skala vestibüliden, baziler membranla skala timpaniden ayrılır. Bu esnada skalanın gelişimine paralel olarak modiolus ve interskalar septa gelişir. Membranöz labirentin gelişimi bazal dönüşle başlar ve 2 hafta içinde apikale doğru ilerler. 8-10 haftada iki buçuk dönüş tamamlandıktan sonra, koklear kanalın çapı artar ve 3. aya kadar büyüme önce bazal, sonra orta ve apikal dönüşler şeklinde tamamlanır. Membranöz labirent gelişimi de koklear kanalın içerisinde bazal kısımdan başlayarak iki hafta içerisinde apikale doğru ilerler ve büyüme 20. haftada tamamlanır. 20. haftada membranöz labirent otik kapsül içinde maksimum boyutlarına ulaşır kemik kemik kapsül içine yerleşmiştir. 25. haftada iç kulak yetişkin boyutlarına ulaşır. Koklea kıvrımları tamamlandıktan sonra dönüşler tam boyutlarına ulaşır ve büyümesi durur. Büyüme durduğunda otik kapsül ossifikasyonu gerçekleşir (25, 28). Otik kapsülün üç tabakasından biri olan endosteum internal akustik kanaldan gelen bir damar kaynağına sahip olup, bu kan damarları modiolus, skala duvarları, osseöz spiral lamina ve koklear dönüşler arasındaki bölümleri besler (25, 29). Orta enkontral ve dış periosteal tabakaların vasküler kaynağının ise orta kulak mukozasından geldiği belirtilmektedir (29). İnternal akustik kanal (İAK)'dan gelen vasküler destekteki

sorunlar gelişimsel duraklamanın nedenlerindedir. Terminal dallardan ziyade ana damarların bozulması ise muhtemelen ileri düzeyde yapısal anomalilere neden olmaktadır (30).

2.2. Pediatrik İşitme Kayıpları

İnsanlarda en yaygın görülen duysal bozukluk işitme kaybıdır (1). Yenidoğanlardan yaşlılara kadar tüm yaş gruplarını etkileyebilen işitme kaybı birçok soruna neden olmaktadır (7).

İşitme kayıpları; işitme kaybının sebebi, başlangıç zamanı, anatomik etkilenim yeri, tipi, derecesi, etkilenen kulak, prognoz gibi birçok unsur dikkate alınarak sınıflandırılmaktadır (31). Bu bağlamda bebekler ve çocuklarda işitme kaybı tipi S/N, iletim ve mikst; derecesi çok hafiften çok ileriye kadar değişken; unilateral veya bilateral; odyometrik konfigürasyonuna göre simetrik veya asimetrik; sendromik veya sendromik olmayan kaynaklı; konjenital veya postnatal başlangıçlı; genetik veya genetik olmayan sebepli; stabil, dalgalı veya ilerleyici eşiklerle karakterize olabilir. Çok hafiften çok ileri dereceye kadar farklı şiddetlerde olabilen işitme kayıpları kaybın tip, derece, duysal yoksunluk süresi gibi birçok özelliğine bağlı olarak farklı etkilenimlere yol açmakta olup temelde iletişim becerilerinin bozulmasına neden olur (32). Orta derece bir işitme kaybına sahip olmak bile çocuğun günlük konuşmaların %50'sini kaçırmaya yol açar (33, 34). İşitme kaybının yarattığı olumsuz etkilerde en dramatik sonuç konjenital bilateral ileri ve çok ileri derece S/N tip işitme kayıplarında görülür ve iletişim becerileri çok ciddi boyutlarda engellenir (33, 34).

Konjenital işitme kaybı insidansı ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde her 1000 bebekten 1.6'sının S/N tip işitme kaybı ile doğduğu tahmin edilmektedir (1). Türkiye'de yenidoğan işitme kaybı insidansı hakkında ülke çapında hala kesin veriler olmasa da; Belgin ve ark. (2) sağlıklı yenidoğanlarda %0,1 ile %0,2 oranında ileri derece işitme kaybı saptadıklarını bildirmişlerdir. Bu oranı Bolat ve ark. (3) %0,15 , Kemaloğlu ve ark. (4) sağlıklı yenidoğanlarda %0,2, yoğun bakım bebeklerinde %1,82, Başar ve ark. (5) sağlıklı yenidoğanlarda %1, yoğun bakım bebeklerinde %3 bildirmişlerdir.

Morfolojik olarak konjenital S/N tip işitme kayıpları iki kategoride incelenebilir. Bunlardan ilki çoğunluğu (%80) oluşturan membranöz malformasyonlar olup, patoloji iç kulaktaki tüy hücrelerini içerir. Belirgin bir kemik anormalliği olmadığından temporal kemiğin yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografisi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) normal bulgular ortaya koyar. Kalan %20'si ise kemik labirenti içeren çeşitli iç kulak malformasyonlarını içerir, BT ve MRG ile radyolojik olarak gösterilebilir (35). Yapılan bir çalışmada ileri ve çok ileri derece S/N işitme kaybına sahip kişilerde iç kulak malformasyonu bulunma sıklığı %15 ile %20 arasında bildirilmiştir (6).

Pediyatrik işitme kayıpları öğrenme güçlüğü, zihinsel gerilik gibi gelişimsel ek engellerle bir arada olabilmektedir (36). Konjenital veya erken başlangıçlı kalıcı işitme kayıpları gelişmekte olan çocuğun başta konuşma ve dil gelişimini etkilemekte, ilerleyen yıllarda ise okuryazarlık becerileri, akademik başarı, sosyal ve duygusal gelişim gibi birçok alanı olumsuz etkilemektedir (37, 38). Ek olarak, birçok çocukta iletişim zorlukları stres, öfke, yalnızlık hissi gibi psikolojik sonuçlara neden olabilmektedir (39).

2.2.1. Konjenital İşitme Kayıplarında Odyolojik Müdahale

İşitme kaybına erken ve doğru müdahale, işitsel rehabilitasyon, aile desteği, tercihli sınıf oturma düzeni gibi düzenlemeler ile işitme kayıplarının yarattığı olumsuz etkilerin üstesinden gelmek mümkündür. Günümüzde erken dönemde tanılanıp amplifikasyon uygulanan ve işitsel rehabilitasyon alan bebekler tüm gelişim alanlarında yaşıtlarına yakın performans sergileme şansına sahip olmaktadır (40). Bu bağlamda evrensel boyutta başlatılan yenidoğan işitme tarama programları sayesinde günümüzde taramadan kalan her bebeğin 3 ay içerisinde odyolojik değerlendirmeleri tamamlanmakta, işitme kaybı tespit edilen bebeklere altı aylık olmadan cihaz ve rehabilitasyon için gerekli girişimlerde bulunmaktadır. İşitme kaybı açısından riskli grupta yer alan bebeklerin ise takipleri yapılmaktadır (41, 42). Böylece yenidoğan işitme taramaları ile konjenital işitme kayıplarında erken tanı ve müdahale sağlanmaktadır (2). Bebeklerin konuşma ve dil gelişimlerinin yaşamın ilk yıllarında hatta ilk aylarında oldukça hızlı geliştiği göz önünde bulundurulduğunda, işitme kaybına erken bebeklik döneminde müdahale edilmesi konuşma ve dil

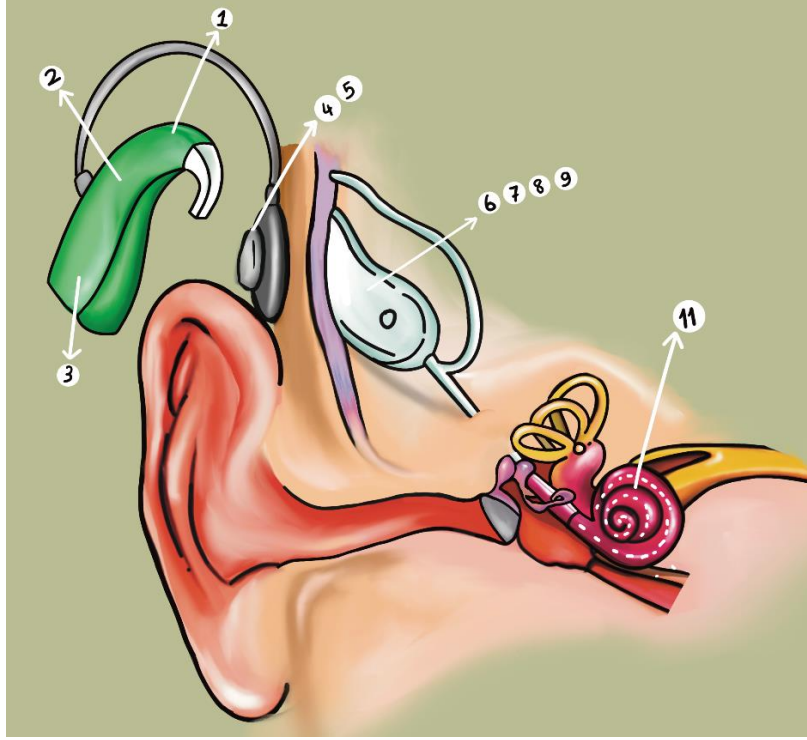
gelişiminin yanı sıra sosyal, duygusal ve zihinsel gelişim için de son derece önemlidir (2, 33, 43).

İşitme kaybının nedeni, derecesi veya işitsel sistemin içindeki sorunun kaynağı ne olursa olsun işitme kayıpları için farklı rehabilitasyon seçenekleri mevcuttur (7). Bu müdahale seçenekleri arasında işitme cihazı, CI, ABI, kemik yolu/kemiğe implante işitme cihazları, yardımcı dinleme cihazları gibi çocuğun işitme kaybı özelliklerine uygun olarak seçilen birçok teknolojinin yanı sıra aile danışmanlığı, işitsel-görsel eğitim, iletişimi daha etkili hale getirmek için strateji geliştirme gibi farklı terapötik yaklaşımlar mevcuttur (8). Bu yaklaşımlar çocuğun ihtiyaçlarına uygun olacak şekilde bireysel bir rehabilitasyon programı şeklinde oluşturulur. Müdahale programı ayrıca, gerekli disiplinlerdeki uzmanların dahil edildiği multidisipliner bir ekip çalışmasıdır (44).

Koklear İmplantlar

CI sistemleri ileri ve çok ileri derece S/N işitme kaybına sahip kişilerde işitme restorasyonunu sağlamak için kullanılmaktadırlar. CI'lar kokleanın duyusal fonksiyonunu atlayarak doğrudan koklear siniri uyarmaktadırlar. Tüy hücreleri olarak bilinen koklear duyusal hücreler, akustik uyarana cevaben koklear sıvıların yer değişimiyle meydana gelen hidrodinamik enerjiyi nöroelektriksel sinyallere çeviren bir dönüştürücü görevi yapmaktadırlar. S/N tip işitme kayıplarının çoğunda, birincil lezyon bölgesi tüy hücreleri veya bunların uyarılmasını sağlayan koklea içindeki elektrokimyasal ortamı destekleyen hücre ve yapılarda lokalizedir (45). Ayrıca, CI sistemleri işitsel nöropati spektrum bozukluğu, koklear sinirin demiyelinizasyonu gibi koklear sinir patolojisine sahip birçok kişide de başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (46). Bu bağlamda düşünüldüğünde çok kanallı CI sistemleri tıp tarihindeki en başarılı duyusal protez cihazlarıdır. İleri ve çok ileri derece işitme kaybına sahip kişiler CI'lar ile çok iyi işitsel algı, konuşma ve müzik algısı, lokalizasyon becerisi geliştirebilirler hatta telefon konuşmaları bile gerçekleştirebilirler (47-50). Ek olarak; prelingual işitme kayıplı erken dönemde CI uygulanmış çocuklar yaşlarına uygun dil ve konuşma gelişimi geliştirebilirler (51, 52).

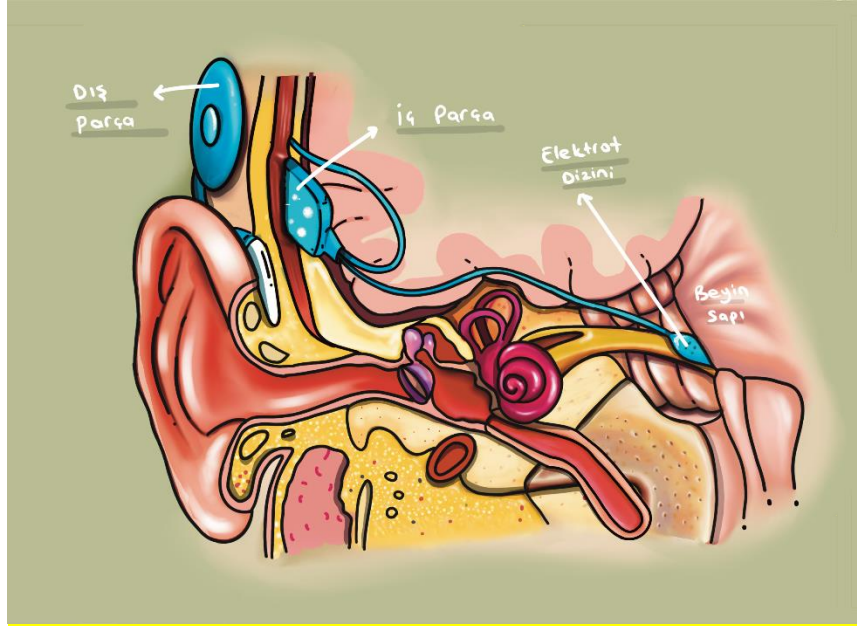
Bir CI sistemi iç ve dış parça (harici ses işlemcisi) olmak üzere temelde iki kısımdan oluşur. Dış parçanın beş bileşeni bulunmaktadır: (1)Mikrofon(lar), (2)dijital sinyal işlemleyici, (3)batarya/güç kaynağı, (4)harici iletici/alıcı bobin (dış anten) ve (5)harici mıknatıs. CI iç parçası ise (6)dahili alıcı/iletici bobin (iç anten), (7)dahili mıknatıs, (8)dijital sinyal işlemleyici, (9)elektriksel darbe üretimi için uyarıcı, (10)elektrot kablosu ve tonotopik organizasyona uygun olacak şekilde skala timpaniye yerleştirilen (11)elektrot dizininden oluşmaktadır (Şekil 2.1.). Dahili mıknatıs, dijital sinyal işlemleyici ve uyarıcı genel olarak alıcı/uyarıcı olarak adlandırılmaktadır (45). Mikrofon gelen ses sinyallerini toplayarak elektriksel sinyallere çevirir. Elektrik sinyalleri sonraki işlemlerden önce sinyal gürültü oranını iyileştirmek için sinyalin amplitüdünü artıran bir preamplifikatöre iletilir. Bu iyileştirme özellikle çevresel ve konuşma sesleri tarafından maskelenmeye daha yatkın olduğundan /s/ gibi yüksek frekanslı konuşma sesi bileşenleri için daha fazladır. Daha sonra sinyal ses işlemcisinin dijital sinyal işlemleyicisi tarafından analiz edilerek, frekans, zaman, şiddet ve yer gibi özellikleri belirlenir. Sonrasında dijital sinyal işlemcide işlenen sinyal kodlanmış elektriksel sinyallere dönüştürülerek, harici bobine oradan da dijital elektromanyetik indüksiyon/radyofrekans iletimi ile dahili bobine iletilir. İç parça dijital radyofrekans bilgisini aldığı anda implantın dijital sinyal işlemleyicisi tarafından analiz edilir. CI sistemleri genel olarak saniyede 800 ile 1600 darbe aralığında üreticilere göre farklı oranlarda iki fazlı elektriksel darbe üreten uyarıcıya sahiptirler. Bu darbelerin amplitüdüleri analiz bandındaki yani orijinal sinyalin amplitüd zarfının büyüklüğü ile orantılı olarak modüle edilir. Modülasyonlu elektriksel darbeler ilgili analiz bandına karşılık gelen ve skala timpaniye yerleştirilmiş olan elektrot dizinine iletilerek uyarım sağlanmış olur (45).



Şekil 2.1. Koklear implant sisteminin genel gösterimi.

İşitsel Beyin Sapı İmplantları

İleri ve çok ileri derece işitme kaybına sahip olan ve CI'dan fayda sağlayamayan veya CI uygulanamayan kişiler de bulunmaktadır. Bu; bilateral akustik nöroma ve cerrahisi sırasında kokleovestibüler sinirin hasarına bağlı bilateral çok ileri derece işitme kaybına neden olan Nörofibromatozis Tip 2 (NF2) hastalığı, iç kulak ve kokleovestibüler sinire ait bazı anatomik anormallikler sebebiyle CI'ın uygulanmadığı durumları içerir. Bu durumda ABI, işitme sinirini atlayarak beyin sapında yer alan koklear çekirdekleri doğrudan uyarmak amacıyla geliştirilmiştir (12, 13). CI sistemine benzer şekilde dış ve iç olmak üzere 2 bileşenden oluşan, Şekil 2.2.'de genel gösterimi verilmiş ABI sistemleri temelde CI'lar ile aynı tasarım ve donanım konseptini paylaşmaktadır (53, 54). Bununla birlikte; beyin sapı anatomisi, elektrot yerleşimi, stimülasyon paternleri ve programlanması CI sistemlerinden önemli derecede farklılık ve karmaşıklık göstermektedir (55). ABI elektrotu beyin sapındaki koklear nükleusun dördüncü ventrikülde bulunan lateral resese yerleştirilerek elektriksel uyarımı sağlar. Elektrot tasarımı çok kanallı bir yüzey dizinine sahip olup CI'ın aksine elektrotların tonotopik yerleşimi tam olarak öngörülememektedir (56).



Şekil 2.2. İşitsel beyin sapı implantı sisteminin genel gösterimi.

2.3. İç Kulak Malformasyonları ve Odyolojik Müdahale

İç kulak malformasyonlarının çoğu gebeliğin ilk trimesterinde gelişimin duraksaması sonucu meydana gelmektedir. Bu duraksama bir hatadan kaynaklanabileceği gibi iç kulak embriyogenezisi esnasındaki teratojen bir faktöre maruziyet sonrasında da görülebilmektedir (6, 29). Membranöz labirent gelişimi ile iç kulağın şekli doğrudan ilişkili olup, membranöz labirentin son şekli büyük olasılıkla iç kulak malformasyonu tipini belirler (28).

Radyolojik görüntüleme yöntemleri iç kulak malformasyonlarının doğru teşhis ve müdahalenin planlanmasında önemli bir yere sahiptir (35). Görüntüleme kalitesindeki gelişmeler ve artan farkındalık ile günümüzde iç kulak malformasyonları daha sık teşhis edilmektedir (35). Günümüzde yaygın kullanılan iç kulak malformasyonu sınıflaması Sennaroğlu ve arkadaşları (35) tarafından geliştirilmiş ve sekiz kategoride incelenmekte olup radyolojik ve odyolojik özellikleri Tablo 2.1.'de özetlenmiş ve detayları sırasıyla aşağıda sunulmuştur (57):

Tablo 2.1. İç kulak malformasyonlarının sınıflandırılması (57).

İç Kulak Malformasyonu	Radyoloji	Odyoloji
Labirentin Aplazisi	Labirentin yokluğu	Çok ileri derece S/N işitme kaybı
Rudimenter Otokist	Tamamlanmamış milimetrik otik kapsül kalıntısı	Çok ileri derece S/N işitme kaybı
Koklear Aplazi	Kokleanın yokluğu	Çok ileri derece S/N işitme kaybı
Ortak Kavite	Yuvarlak veya oval kistik yapıda koklea ve vestibül	Çok ileri derece S/N işitme kaybı
Koklear Hipoplazi	Küçük boyutlu koklea	
Tip I	Yuvarlak veya oval tomurcuk şekilli	
Tip II	Dış hatları normal görüntümlü, defektif modiolus ve interskalar septaya sahip koklea	İletim, mikst veya S/N işitme kaybı
Tip III	İkiden daha az dönüşe sahip koklea	
Tip IV	Hipoplastik orta ve apikal kıvrımlara sahip koklea	
IP Anomalileri		
IP-I	Kistik koklea	Çok ileri derece S/N işitme kaybı
IP-II	Kistik koklear apeks	Normalden çok ileri dereceye kadar değişen, mikst veya S/N tip işitme kaybı, progresif
IP-III	Modiolusun yokluğu, interskalar septa varlığı	Mikst veya S/N tip işitme kaybı
Geniş Vestibüler Akuaadukt	Genişlemiş vestibüler akuaadukt ile normal koklea	Normalden çok ileri dereceye kadar değişen, mikst veya S/N tip işitme kaybı, progresif
Koklear Apertür Anomalileri	Koklear apertürün darlığı veya yokluğu	Çok ileri derece S/N işitme kaybı

IP: inkomplet partisyon

2.3.1. Labirentin Aplazisi (Michel Deformitesi)

Koklea, vestibül, yarım daire kanalları, vestibüler ve koklear aquaductların yokluğudur. Petröz kemik hipoplastik olabilirken otik kapsül hipoplastik veya aplastik olabilir (58). Kokleovestibüler sinir (*cochleovestibular nerve*; CVN) olmayıp, orta kulak kemikçikleri ise genellikle mevcuttur. Radyolojik bulgulara göre petröz kemiğin hipoplazik/aplazik, otik kapsülün yokluğu ve otik kapsül varlığına göre 3 alt grubu mevcuttur (35). Bu malformasyonun yönetiminde iç kulak gelişimi olmadığından CI cerrahisi gerçekleştirmek mümkün olmayıp, işitme rehabilitasyonu yalnızca ABI ile sağlanabilmektedir (19, 59).

2.3.2. Rudimenter Otokist

İAK'ın yokluğu ve otik kapsülün tamamlanmamış milimetrik temsilidir. Yarım daire kanallarının bazı kısımları eşlik edebilir. Labirentin aplazisi ile ortak kavite arasındaki bir malformasyonu temsil eder. İç kulak üçüncü ve dördüncü haftalar arasında otokist şeklindedir (29). Sorun muhtemelen otokist oluşumunun başlangıcında meydana gelir ve rudimenter otokist deformitesi ile sonuçlanır (35). Bu malformasyonun yönetiminde otokist ile beyin sapı arasında bağlantı olmaması sebebiyle CI kontraendike olup, işitme restorasyonu yalnızca ABI ile sağlanabilmektedir (35, 57).

2.3.3. Koklear Aplazi

Kokleanın yokluğudur. Eşlik eden vestibüler sisteme göre normal vestibüllü koklear aplazi ve dilate vestibüllü koklear aplazi olmak üzere 2 alt gruba ayrılmaktadır. İAK gelişimi normaldir. Normalde anterolateral kısımda yer alan koklea, koklear aplazi olgularında yoktur. Fasiyal sinirin labirent segmenti anteriora doğru yerleşmiş olup kokleanın yerini işgal eder. Otik kapsül gelişimi normaldir (35). Dördüncü haftanın sonunda otik vezikül gelişiminden sonra membranöz labirent koklea, vestibül ve endolenfatik kanal olmak üzere 3 alanda gelişir (29). İç kulak gelişimi olmadığından işitme restorasyonu için tek seçenek ABI'dır (35).

2.3.4. Ortak Kavite

Koklea ve vestibülü temsil eden oval veya yuvarlak şekilli tek bir yapı olarak tanımlanır. Ortak kavite malformasyonu koklear ve vestibüler nöral elementler içermekte olup, koklea ve vestibül arasındaki ayırmadan önce gelişimin tamamlanmasını temsil eder. Rudimenter otokist ve koklear aplazi arasında bir deformasyon olup genellikle dördüncü ila beşinci hafta civarında ortaya çıkar (29). Küçük veya büyük boyutlara sahip olabilmekle birlikte, genellikle 1-3 cm çapında bir ortak kavite ile karşılaşılır. Eşlik eden yarım daire kanalları veya bunların tam gelişmemiş kısımları olabilir. İAK kaviteye genellikle merkezden girer ve genellikle deforme değildir. İAK boyutu normal veya dar olabilir (35). Ortak kavitenin konumu labirentin normal konumunun anterior veya posteriorunda olabilmekle birlikte genellikle posterior yerleşimlidir. CVN liflerinin değerlendirilmesi çok önemlidir. 3 Tesla MRG ve odyolojik değerlendirme ile mevcut işitmenin durumu değerlendirilmelidir (35).

İşitme cihazı kullanımı ile davranışsal yanıtlar veya dil gelişimi mevcut ise anlamlı koklear sinir (*cochlear nerve*; CN) liflerinin varlığı ve CI'dan fayda sağlanabileceği varsayılabilmektedir (35). CVN MRG ile gösterilemiyorsa veya CN varlığının şüpheli olduğu çok dar veya uzun bir İAK var ise, ABI başlangıçtan itibaren daha uygun bir seçenek olabilir. Postoperatif işitme sonuçları CI cerrahisinden önce tahmin edilemeyeceğinden, CI ile dil gelişiminin sınırlı kalması durumunda kontralateral ABI'nın gerekli olabileceği konusunda aileye bilgi verilmelidir. Eğer CVN ve odyolojik yanıtlar mevcut ise işitme restorasyonu CI ile sağlanabilir. CVN yoksa tek seçenek ABI'dır (35).

2.3.5. Koklear Hipoplazi

Koklea dış boyutlarının normalden küçük olduğu ve çeşitli internal yapısal deformitelerin olduğu malformasyonlar grubudur. Dört farklı koklear hipoplazi türü tanımlanmıştır. Koklear hipoplazi tip-I'de koklea, yuvarlak veya oval şekilli bir tomurcuk gibidir. İnternal yapı ciddi bir şekilde deforme olup; modiolus ve interskalar septa tanımlanamamaktadır (35). Tip-II'de koklea dış görünümü hatları normal olup; boyutları küçük ve modiolus ile interskalar septa defektiftir. Tip-III'te koklea ikiden daha az dönüşe ve kısa bir modiolusa sahiptir. İnterskalar septanın toplam uzunluğu azalmıştır. İnternal ve eksternal hatlar normal bir kokleaya benzemekle birlikte

boyutlar küçülmüştür. Vestibül ve yarım daire kanalları genellikle hipoplastiktir. Koklear apertür hipoplastik veya aplastik olabilmektedir (35). Son olarak; tip-IV hipoplastik orta ve apikal kıvrımlı koklea olarak tanımlanmaktadır. Koklea bazal dönüşü normal olup, koklea pozisyon olarak anterior ve medialde yer alır. Fasiyal sinirin labirentin segmenti normal posterior yerleşiminden ziyade genellikle kokleanın anterior-superior kısmında yer almaktadır (60).

Koklear hipoplazili hastaların yönetiminde karar vermek zor olabilmektedir. İşitme kaybı farklı aralıklarda olabilir. Özellikle koklear sinirin hipoplastik seyrettiği hastalarda amplifikasyon seçeneğine karar vermek zor olabilmektedir. Hafif ila orta derecede S/N tip işitme kayıplılar işitme cihazları ile habilitte edilebilir ve normale yakın dil gelişimine sahip olabilirler. Koklear hipoplaziye sahip hastalar CN'e sahipse çoğunda CI'dan faydalanabilecekleri ileri ve çok ileri derece işitme kaybına sahiptirler. Ancak bazı hastalar hastalarda CN aplazisi ile koklear apertür aplazisine sahiptir. Bu sebeple, işitme restorasyonu için ABI en uygun çözümdür. Bazı koklear hipoplazisi olan hastalar ise hipoplastik CN'e sahip olup; bu durumda en iyi seçenek CN'i daha iyi olan tarafa CI uygulamalarıdır. Eğer işitme ve dil gelişimi sınırlı ise karşı taraf için ABI düşünülmelidir. Bu hasta grubunun bir kısmı eş zamanlı CI ve ABI için aday olabilmektedir. Koklear hipoplazi tip-IV gibi bazı hipoplazi vakalarında ise stapediale fiksasyona bağlı iletim komponenti görülebilebilir. Bu hasta grubu stapidotomiden fayda görebilirler (35).

2.3.6. İnkomplet Partisyon (IP) Anomalileri

Kokleanın dış boyutlarının normal olduğu çeşitli internal yapısal defektleri temsil eden malformasyon tipidir. Modiolus ve interskalar septadaki hasara göre IP tip I (IP-I), IP tip II (IP-II) ve IP tip III (IP-III) olmak üzere 3 grupta incelenmektedir (35). IP-I anomalisi, Sennaroğlu ve Saatçi (61) tarafından 2002 yılında "kistik kokleovestibüler malformasyon" olarak tanımlanmış koklea tipi olup, iç kulak malformasyonlarının yaklaşık %11.5'ini temsil etmektedir. Koklea ve vestibül arasında net bir ayırım vardır. Koklea İAK'ın fundusunun anterolateral kısmında olağan konumunda olmakla birlikte tüm modiolus ve interskalar septadan yoksundur. Bu durum, boş bir kistik yapı görünümünü verir. Kokleanın eksternal boyutları normal kokleaya benzemekle birlikte, kokleaya genişlemiş, dilate vestibül eşlik etmektedir.

Vestibüler aquaduct genişlemesi çok nadir görülmektedir. Koklear apertürün gelişimsel anormalliği söz konusudur (35). IP-I olgularının çoğunluğu çok-ileri derece S/N tip işitme kaybına sahip olup eğer CN mevcutsa her zaman için CI adaydırlar. CN'in aplazik olması durumunda ABI için değerlendirilirler (35).

IP-II'de modiulusun apikal kısmı ve interskalar septa defektif olup, eksternal boyutları normal olan kistik bir koklear apeks ile sonuçlanmıştır. Kokleanın eksternal yükseklik ve çapı normal olgulara benzerdir (62). Bu malformasyon ilk olarak Carlo Mondini tarafından tanımlanmış olup, minimal dilate vestibül ve genişlemiş bir vestibüler aquadukt ile birlikte Mondini Deformitesi triadını oluşturmaktadır (61, 63). IP-II'li olgularda işitme normalden ileri dereceye kadar değiştiğinden karakteristik bir işitme kaybı derecesi veya tipi tanımlamak söz konusu değildir. İşitme kaybı simetrik veya asimetrik olabilmekle birlikte genellikle progresiftir. İşitme kaybının yönetimine bakıldığında, bu hastalar genç yaşta normale yakın işitmeye sahip olabilir ve genellikle başlangıçta amplifikasyon gerektirmemektedir. Progresif işitme kaybı ile işitme cihazı ve zaman içerisinde bir noktada CI aday olmaktadır. Yüksek pulsatil BOS basıncının işitme kaybı progresyonundan sorumlu olabileceği düşünülmekte ve bu olgulara kafa travmasından kaçınmaları ve spor yaparken kask takmaları önerilmektedir (35). IP-II olgularında birincil amaç doğal işitmeyi mümkün olduğunca uzun süre kullanmak ve koklear implantasyonu geciktirmektir. Bu sebeple kafa travması işitme kaybını artıracığından, hastanın kafa travması gibi durumlardan kendini koruması, spor esnasında kask takması, temas sporlarından kaçınması tavsiye edilir. Ani işitme kaybı riski hasta ve yakınlarına anlatılmalı, olası ani işitme kaybı durumunda ise işitmeyi kurtarmak için steroid tedavisine başlanması adına hemen hastaneye başvurusu gerektiği konusunda bilgilendirilmelidir (64).

IP-III olgularında kokleada interskalar septa mevcut olup, modiulus tamamen yoktur. Koklea yükseklik ve çap olarak normalden farksızdır. İlk kez Nance ve ark. (65) tarafından 1971 yılında tanımlanmış olan IP-III, IP olgularının en nadir görülen formudur. Bu olgularda mikst tip işitme kaybı veya ileri derece S/N tip işitme kaybı görülebilir. İletim komponenti ince otik kapsülden kaynaklanabilmektedir (35). Koklear sinirleri intakt olduğundan bu hastalarda ABI endikasyonu bulunmamaktadır. İşitme kaybının yönetiminde mikst tip işitme kaybı stapes fiksasyonu izlenimi

vermekte ve stapedotomi şiddetli *gusher* ve S/N işitme kaybı ile sonuçlanmakta olup, bu hastalar CI adaydırlar (35).

2.3.7. Geniş Vestibüler Akuadukt Sendromu

Normal bir koklea, vestibül ve semisirküler kanalların varlığında genişlemiş vestibüler akuadukt (posterior labirent ve operkulum arasındaki orta noktanın 1.5 mm'den büyük olması) tanımlamaktadır (35). Yakın zamanda Sennaroğlu ve ark. (57) geniş vestibüler akuadukt tanılanmasında aksial boyutlara ek olarak vertikal boyutların da ölçülmesinin önemini eklemiştir. Odyolojik bulgular ve yönetimi IP-II olguları ile benzerdir. Olgular başlangıçta normale yakın bir işitmeye sahip olabilirken, progresif işitme kaybı ile işitme cihazı kullanımı gerekli olarak yaşamın ilerleyen dönemlerinde CI adayı olabilmektedirler. IP-II'de olduğu gibi; yüksek pulsatil BOS basıncının işitme kaybı progresyonundan sorumlu olabileceği düşünülmekte ve bu olgulara kafa travmasından kaçınmaları ve spor yaparken kask takmaları önerilmektedir (35).

2.3.8. Koklear Apertür Anomalileri

Kemik koklear sinir kanalı olarak da adlandırılan koklear apertür, İAK ile modiolous arasındaki kemik geçiş noktasıdır. Koklear apertür genişliği 1.4 mm'den az ise hipoplastik, kanal tamamen kemikle yer değiştirdiğinde veya midmodiolar görünümde kanal olmadığında ise aplastik kabul edilmektedir (35, 66). Koklear apertür aplazisine CN aplazisi eşlik etmekle birlikte, koklear apertür hipoplazisinde ise CN hipoplastik veya aplastik olabilir. Normal anatomiye sahip bir kokleada da koklear apertür hipoplazisi veya aplazisi görülebilmektedir (35).

Olguların odyolojik bulgularında genellikle çok ileri derece S/N tip işitme kaybı mevcuttur. Koklea normal olduğunda otoakustik emisyon cevapları mevcut olabilir (35).

Koklear apertür hipoplazisi veya aplazisine sahip olguların işitme kaybının yönetiminde işitme cihazları yeterli amplifikasyon sağlamamaktadır. CN'leri hipoplastik olan bilateral koklear apertür hipoplazilerinde işitme cihazı denemesi gerekli olmakla birlikte, fonksiyonel fayda sağlanamazsa CI düşünülür. Eğer CI ile işitsel algı açısından yeterli işitme sağlanamazsa aile kontralateral ABI'ın gerekli

olabileceği hususunda bilgilendirilmelidir. Koklear apertür aplazisinde ise ABI ilk işitsel restorasyon endikasyonu olarak kabul edilmektedir (35).

2.4. Koklear Sinir Anomalileri ve Müdahale Seçenekleri

İç kulak malformasyonlarının yönetiminde CVN'in sınıflandırılması da önemlidir (57). Sennaroğlu (35) iç kulak malformasyonlarında CN ve CVN'in anormalliklerini sınıflamada normal CN, hipoplastik CN, CN aplazisi, normal CVN, hipoplastik CVN ve CVN aplazisini önermektedir. Normal CN'de İAK'ın anterior inferior kısmında yer alan ve kokleaya giren ayrı bir CN yer almaktadır. CN'in boyutu normal taraftaki koklear sinir ile karşılaştırıldığında benzerdir (35). Casselmann ve ark. (67) MRG'de parasagittal görünümde koklear sinir boyutunu ipsilateral fasiyal sinirden daha geniş olduğunu belirtmiştir.

Hipoplastik CN; ayrı bir CN varlığını, ancak boyutunun kontralateral koklear sinir veya ipsilateral normal fasiyal sinirden daha küçük olmasını ifade eder. Tip-I ve Tip-II olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Tip-I'de CN mevcut olup, kokleaya kadar kolayca izlenebilir ancak çapı ipsilateral fasiyal sinire ve kontralateral normal CN'e kıyasla daha küçüktür. Bu durumda CI endikasyonu vardır. Tip-II'de ise CN aşırı derecede ince ve neredeyse görünmezdir. Aksiyal MRG'de kokleaya kadar izlenemez. Bu durumda CI ve ABI arasında karar vermek gerekmektedir (35).

CN aplazisinde İAK'ın anteroinferior kısmında sinir yoktur. Bu durum aynı zamanda koklear apertür hipoplazisi ve aplazisinde görülmektedir.

Normalde koklear ve vestibüler sinirler beyin sapından birlikte çıkarak CVN'i oluşturmakta ve daha sonra İAK'da CN ve alt-üst vestibüler sinirlere ayrılmaktadırlar. Ortak kavite olgularında CVN tek tek sinirlere ayrılmadan kaviteye girer.

Hipoplastik CVN'de CVN kontralateral kokleovestibüler sinir veya ipsilateral fasiyal sinirden daha küçük ise hipoplastik kabul edilebilmektedir. Bu anormallik özellikle ortak kavite olgularında önemlidir (35).

CVN aplazisi İAK'ın olmadığı özellikle Michel deformitesinde görülen CVN'in olmayıp, yalnızca fasiyal sinir tanımlanabildiği durumdur.

2.5. İç Kulak Malformasyonlarında Odyolojik Yaklaşım

2.5.1. İç Kulak Malformasyonlarında İşitme Cihazı ile Takip

İç kulak malformasyonuna sahip bazı vakalar işitme cihazı ile yönetilebilmektedir. Şiddetli iç kulak malformasyonlarında işitme cihazı kullanımı gereksiz gibi görünse de çocuğun cihaz takmaya alışması, ailenin habilitasyon sürecine hazırlanması gibi süreçlere katkı sağlayacağından önemlidir. Ek olarak, eğer işitme cihazı ile şüpheli yanıtlar mevcut ise, MRG’de sinir olmamasına rağmen bilateral işitme cihazı ile takipleri yapılmalıdır (68).

Ancak radyolojik değerlendirme için 6-9. Aylara dek beklemek gerekli olup, eğer bir iç kulak malformasyonu varsa bu aylara dek anlaşılamayacağından işitme kaybı tanısı doğrulanan bir çocuğa erken dönemde bilateral işitme cihazı önermek mümkündür. Çocuğun işitme cihazı ile takibinde odyolojik değerlendirmelerin yanı sıra odyologun gözlemleri de önemlidir. Çocuğun cihazını kabul etmesi, istekle kullanması, günlük hayatta anne-babanın işitsel tepkiler gözlemlemesi vb. durumlar çocuğun işitme cihazından faydalandığının göstergesi olabilir (68).

2.5.2. İç Kulak Malformasyonlarında CI Uygulamaları

İç kulak malformasyonuna sahip olguların çoğunluğu CI adaydırlar. CI alanındaki cerrahi ve teknolojik gelişmeler iç kulak malformasyonuna sahip işitme kayıplı kişilerde önemli farklar yaratmış olup, özellikle son 10 yılda koklear implantasyon sayısında ciddi artışlara yol açmıştır (9-11). İç kulak malformasyonlarında koklear implantasyon performans sonuçları oldukça değişken olup malformasyonun tipi, şiddeti gibi özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Yine de neredeyse her hasta için implantasyon sonrası daha iyi performans gösterdiğini söylemek mümkündür (69) . İç kulak malformasyonlarına sahip çocuklar çevresel seslere farkındalığın gelişmesinin yanı sıra, açık/kapalı uçlu kelime tanıma becerisi geliştirebilmektedirler (69, 70).

Literatüre bakıldığında genel olarak iç kulak malformasyonlu çocuklarda CI sonrası konuşma algısının normal anatomiye sahip CI kullanıcılarından daha düşük olduğu belirtilmektedir (14). Eisenman ve ark. (71) iç kulak malformasyonu

tanılanmış CI kullanıcısı çocuklar ile normal koklear anatomiye sahip CI kullanıcısı çocukların *Glendonald Auditory Screening Procedure* skorlarını inceledikleri bir çalışmada, implantasyon sonrası 12. Ayda iç kulak malformasyonuna sahip çocukların gelişim hızlarının daha yavaş ve performanslarının daha kötü olduğunu; ancak 24. Ayda iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını bulmuşlardır. Buchman ve ark. (72) IP, GVA ve dilate vestibüle sahip 28 çocuğun sonuçlarını inceledikleri bir çalışmada, izole GVA veya kısmi semisirküler kanal aplazisi olanların total semisirküler kanal aplazisi, izole IP, koklear hipoplazi veya ortak kaviteye sahip olanlardan daha iyi performans seviyelerine ulaştıklarını bildirmişlerdir. Papsin ve ark. (73) ortak kavite, koklear hipoplazi, IP ve GVA ile İAK/koklear kanal malformasyonlarına göre 298 Kİ'lı çocuğun sonuçlarını inceledikleri bir çalışmada; IP'li çocukların konuşma algısı sonuçlarının progresif işitme kaybına sahip olma ve implantasyon öncesi dil becerilerinin daha iyi olma olasılıklarının daha yüksek olması sebebiyle daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Ek olarak; ortak kavite ve koklear hipoplaziye sahip çocukların daha düşük performansa sahip olmakla birlikte implant kullanım süresinin artışıyla birlikte konuşma algısı performansının arttığını göstermişlerdir. Benzer şekilde Sainz ve ark. (74) ortak kavite ve koklear hipoplazili CI kullanıcılarının kelime algısı performanslarının zayıf olduğunu ve kelimelerin %50'den fazlasını ayırt edemeyip sıklıkla görsel ipuçlarına güvendiklerini bildirmişlerdir.

2.5.3. İç Kulak Malformasyonlarında ABI Uygulamaları

İlk ABI, 1979 yılında William E. Hitselberger ve William F. House tarafından bir NF2 hastasının akustik nöromasının çıkarılmasının ardından uygulanmıştır (75). Günümüzde ABI endikasyonları, postlingual ve prelingual işitme kayıplı hastalar olarak kategorize edilmiş iki grupta incelenmektedir. Postlingual işitme kaybına sahip hastalar tümör ve tümöre sahip olmayan hastalar olarak iki alt başlığa ayrılmıştır. Tümör hastaları bilateral vestibüler schwannomalı NF2 olgularını kapsar. Ayrıca bu grupta yer alan olguların ABI ile performansları tümöre sahip olmayan hastalardan daha düşüktür. Tümörü olmayan olgular ise şiddetli koklear ossifikasyon, koklear implantasyonu engelleyen cerrahi problemler ve koklea/İAK kırıklarından oluşmaktadır. Prelingual işitme kayıplı hasta grubu ise Michel aplazisi, koklear aplazi,

koklear apertür aplazisi ve CN aplazisi gibi iç kulak malformasyonlarını kapsamaktadır (76).

CI'ların işitsel algı, konuşma ve dil gelişimi gibi alanlarda bilinen olumlu etkilerine rağmen; bazı şiddetli iç kulak malformasyonlarında CI yeterli gelmemekte veya hiçbir fayda sağlamamaktadır. Bu noktada işitme restorasyonu ABI ile sağlanabilmektedir. Pediatrik ABI uygulamaları ile ilgili ilk konsensus raporunda Sennaroğlu ve ark. (19) ABI endikasyonlarını kesin ve olası endikasyonlar olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Kesin endikasyonlar; Michel aplazisi, rudimenter otokist, koklear aplazi, CN aplazisi ve koklear apertür aplazisi malformasyonlarını içermektedir. Olası endikasyonlar ise; hipoplastik koklear apertürlü koklear hipoplazi, CN'in görünmediği ortak kavite ve IP-I olguları, CN'in var ancak anormal kokleadaki tahmin edilemez nöral doku dağılımına sahip ortak kavite ve IP-I olguları, dallarına ayrışmamış CVN ve hipoplastik CN'i oluşturmaktadır (77, 78). Bunlardan hipoplastik CN veya ince, dallarına ayrışmamış CVN'e sahip olgular CI ve ABI arasında karar verme yönünde en tartışmalı grubu oluşturmaktadırlar. Şiddetli malformasyona sahip bazı olgularda CI veya ABI arasında karar vermek zor olabilmektedir (35). Kompleks iç kulak malformasyonlarının yönetimi üzerine ikinci konsensus toplantısında iç kulak malformasyonlarında CI ve ABI arasında karar verme noktasında preoperatif radyolojik değerlendirilmenin önemi vurgulanmıştır (59). Karar verme noktasında radyolojik bulgular CN'in varlığını tahmin etmede yetersiz kalabildiğinden bunun yanı sıra radyolojik bulgular da dikkatle ele alınmalıdır. Deneyimli pediatrik radyolog, davranışsal testler sırasında olgunun herhangi bir tarafında davranışsal olarak işitsel yanıt gözlemlerse, bu bilgi CI tarafının belirlenmesi için oldukça değerli olup yanıt elde edilen tarafa CI uygulanabilir (77). Bazen hipoplastik CN'li olgularda iyi işitme ve dil gelişimi sonuçları elde etmek mümkündür (18). Ancak raporların çoğunluğu CI ile sonuçların işitme ve dil gelişimi açısından sınırlı kaldığını ve bu olguların ABI adayı olduklarını göstermektedir (18). Bu olgularda ABI kabul edilebilir bir işitsel performans sağlar. Ancak, işitme ve dil gelişimleri açısından normal anatomiye sahip çocuklardan daha geride kaldıkları unutulmamalıdır (77). Postoperatif süreçte CI ile ilerlemenin yetersiz olduğu düşünülürse kontralateral ABI uygulaması olasılığı olup, aile bu konuda mutlaka bilgilendirilmelidir (77).

ABI dünyada sayısı gittikçe artan birçok merkezde başarıyla uygulanan, çocuklarda konuşma ve dil gelişimi için alternatif bir yoldur (79, 80). CI cerrahisi ve performans sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, prelingual işitme kayıplı çocuklarda ABI programlaması ve rehabilitasyonu çok daha yoğun ve emek isteyen bir süreç olup; sonuçlarının da CI seviyelerine ulaşamadığı görülmektedir. Adaylık değerlendirmesi CI ile karşılaştırıldığında çok daha detaylı olup daha deneyimli personel ihtiyacı gerektirmektedir (15). ABI kullanıcısı çocuklar işitsel-sözel yaklaşımla konuşma algısı becerisine sahip olsa da, iletişim becerilerini iyileştirmek için görsel ipucu kullanımı hatta gerekirse işaret dili ile desteklenmelidir (15).

Literatüre bakıldığında, ABI kullanıcısı çocukların işitsel algı becerilerinin bireyler arası büyük farklılıklar gösterdiği görülmektedir (16, 17). Bu farklılıklara rağmen ABI'larını düzenli kullanan çocuklar farklı derecelerde de olsa işitsel ve açık uçlu konuşma algısı becerilerini kazandıkları görülmektedir (18, 19). 2013 yılında gerçekleşen "Kompleks iç kulak malformasyonlarının yönetimi üzerine ikinci konsensus toplantısı: Çocuklarda ABI'ın uzun dönem sonuçları ve CI ile ABI arasında karar verme" başlıklı, 11 ülke 20 merkezden profesyonellerin bir araya getirdiği veriler neticesinde pediatrik ABI kullanıcılarının açık uçlu konuşmayı ayırt etme performansı geliştirebilecekleri ortaya konmuştur (19, 81). Dil becerileri ile ilgili çalışmalara bakıldığında, ABI kullanıcısı çocukların dil becerilerinin normal işiten yaşlılarıyla uyumlu olmadığı, ancak işitmeye başladıktan sonra yaşlılarıyla uyumlu dil becerilerini geliştirmeye yatkın olabilecekleri görülmektedir (20). Ancak aile bu müdahale yönteminin tüm alanlarda değişken sonuçları hakkında mutlaka uyarılmalıdır (19).

Uzun vadede konuşma gelişimi ve dil edinimi potansiyeli implantasyon yaşına, bireysel farklılıklara, ek engel varlığına ve koklear implantasyon için de geçerli olan diğer birçok faktöre bağlıdır. Ek engeli olan çocukların gelişimleri daha yavaş olup, bu grupta daha yoğun işitsel rehabilitasyon ve bütünleyici terapiler düşünülmelidir (15, 19).

Bilateral ABI Uygulamaları

Bilateral ABI bilateral kesin ABI endikasyonu olan olgularda uygulanabilecek bir seçenek olarak kabul edilmektedir (21) . Genel olarak bakıldığında, ABI

sonuçlarının normal anatomiye sahip CI sonuçları kadar iyi olmadığı görüldüğünden, şiddetli iç kulak malformasyonları bilateral stimülasyon için gerçekten önemlidir. Ayrıca ilerleyen zamanlarda cihazda sorun çıkması ve revizyon gerekmesi durumlarında ABI aynı yere kolayca yerleştirilemeyebilir; çünkü ABI revizyon cerrahisi Kİ revizyonundan oldukça farklı ve daha zordur. Bu sebeple ABI aynı tarafa yerleştirilemeyebilir, kontralateral uygulama yapılmak durumunda kalınabilir. Kontralateral taraf hiç uyarılmayan bir taraf ise o zaman sağlayacağı fayda oldukça sınırlı olacaktır. Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda, bilateral kesin endikasyonlarda en iyi seçeneğin bilateral ABI uygulamaları olduğu düşünülmektedir (21).

2.5.4. İç Kulak Malformasyonlarında CI ile Kontralateral ABI Uygulamaları

CI ile yetersiz ilerleme gösteren olgularda kontralateral daha kötü tarafa ABI uygulanarak ardışık bimodal uygulama ile bilateral stimülasyon sağlanabilir (20). “Kompleks iç kulak malformasyonlarının yönetimi üzerine ikinci konsensus toplantısı: Çocuklarda ABI’ın uzun dönem sonuçları ve CI ile ABI arasında karar verme” başlıklı toplantı raporuna göre hipoplasik CN veya CVN olgularda yalnızca CI’ın kullanıldığı diğer makalelerle kıyaslandığında, uygun müdahale yönteminin CI ve ABI kullanarak bimodal stimülasyon ile birleştirmenin daha uygun olabileceği sonucuna varılmıştır (59).

Sennaroğlu ve ark. (82) ardışık bimodal stimülasyon alan 6 hastanın en az 1 yıl kullanımdan sonra İşitsel Performans Kategorileri (*Categories of Auditory Performance*; CAP) ve Konuşma Anlaşılabilirliği Kategorileri (*Speech Intelligibility Categories*; SIR) skorlarının önemli derecede yükseldiğini göstermişlerdir. Ancak CI ve ABI arasındaki sürenin yetersiz ilerleme üzerindeki etkisi gözlemlenince eş zamanlı bimodal uygulamalar önerilmiştir (21). Eş zamanlı uygulamalar; (1) bir tarafın kesin bir tarafın olası endikasyonu olduğu ve (2) CN’in her iki tarafta görülemediği veya çok sınırlı görüldüğü ve hasta yaşının 2 ile 3 arasında olduğu durumlarda endikedir. Eş zamanlı uygulamanın iki avantajı bulunmaktadır. Ek engeli olan çocuklar gibi 2-3 yaş arasının nispeten geç olduğu çocuklarda CI sonucunu bekleyerek ABI yapıldığında, ABI için çok geç kalınmış olabilir ve ABI’dan faydalanma olasılığı

azalır. İmplantasyonlar eş zamanlı yapıldığında, CI'dan fayda görülürse bilateral uyarım sağlanmış olacaktır. CI'dan fayda sağlanmadığı durumlarda ise çocuk ABI'yi beklerken zaman kaybetmeyecektir (21).

Tüm veriler ışığında Sennaroğlu ve ark. (21) CN anormalliğinin eşlik ettiği şiddetli iç kulak malformasyonlarında güncel yönetim stratejisi şu şekilde özetlemiştir: (1) Bilateral kesin ABI endikasyonunun olduğu durumlarda mümkünse bilateral ABI, (2) bilateral olası ABI endikasyonunun olduğu durumlarda insert kulaklıklar ile işitmenin değerlendirilmesi neticesinde bilateral işitsel cevap elde edilmişse bilateral CI, bir kulakta işitsel cevap alınmış, diğer kulakta ise işitsel cevap yoksa CI ile kontralateral ABI, (3) bir taraf kesin bir taraf olası ABI endikasyonuna sahip ise simültane CI ile kontralateral ABI uygulamalarını önermişlerdir.

2.6. Konuşma Algısı

İşitsel gelişim için çocuğun işitsel uyarınları tanıma ve anlama gibi algısal süreçleri gereklidir. Yaşamın ilk yılları işitsel gelişim için çok önemli olup konuşma ve dil gelişimi için gerekli ilk koşulun da işitsel algı olduğu bilinmektedir (83).

Aslin ve Smith tarafından önerilen algısal gelişim yörüngesi üç gelişim seviyesiyle tanımlanmaktadır. Seviye I; temel duyuşsal algıyı karakterize eden duyuşsal temsiller, Seviye II daha yüksek nöral seviyelerde karmaşık kodlamayı temsil eden algısal temsiller ve Seviye III bilişsel/dilşel işlemeşmeyi ifade eden daha yüksek dereceli temsillerdir (84). Carney (85) de bebek ve çocuklarda işitsel algısal gelişim basamaklarını tanımlamak için Aslin ve Smith modelini benimsemiştir. Buna göre Seviye I; sesi fark etmeyi (sese yönelik farkındalık ve dikkati), seviye II fonetik ayırt etmeyi (fonetik kategorileri kapsayan konuşma sesleri arasında farklılaşmayı gerektiren daha yüksek nöral seviyelerde uyarınlarnın karmaşık kodlanması), Seviye III ise sözcük tanımayı kapsamaktadır. Çocuk büyüdükçe kelime tanıma yeteneği gelişir ve bu gelişmeye fonemler, kelime dağarcığı ve motor beceriler ile bağlamsal bilgileri kullanma yeteneği aracılık eder (86).

Bu bağlamda değerlendirildiğinde; işitsel gelişim hiyerarşik olarak fark etme, ayırt etme, tanıma ve anlama olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Fark etme;

sesin varlığı ve yokluğunu fark edebildiği düzey olup, ileri derece işitme kaybına sahip çocuklar genellikle bu beceriden yoksundur. Ayırt etme sesin spektral ve suprasegmental özellikler gibi bazı farklılıkların birbirinden ayırt edilebilmesidir. Tanıma düzeyi hafıza gerektirip ses kaynağının neye ya da kime ait olduğunu keşfetmeyle başlar. Son aşama olan anlama düzeyinde ise çocuk sesi anlamıyla birleştirmeye başlar ve soruları yanıtlama, yönergeleri anlayıp yerine getirme, sohbeti sürdürme sürecini kapsar (87, 88).

Konuşma seslerinin algısının nasıl gerçekleştiği hakkındaki teoriler akustik konuşma sinyalleri hakkındaki özellikleri hesaba katarak aynı zamanda kategorik algı, fonemik restorasyon, tanıma etkileri gibi çeşitli fenomenleri de açıklamaktadır. Bu teoriler neyin nasıl algılandığına ilişkin görüşlere göre farklılık göstermektedirler (89-91). Bu algılara yönelik bazı teoriler aşağıda özetlenmiştir:

İşitsel teoriler; dinleyicinin akustik özellik ve modelleri depolanan akustik temsillerle eşleştirerek tanımlaması ile ilişkilidir. Bu modeller, değişmezliğin daima ayırt edici özelliklerin çıkarılması yoluyla konuşma sinyalinde bulunabileceğini varsaymaktadır (89). Dinleyiciler dilsel deneyim yoluyla konuşma seslerinin ayırt edici kalıplarına duyarlıdır. Ek olarak; konuşma seslerini dinlerken sesleri tanımlamak için gelen işitsel kalıpları kayıtlı şablonlar ile (fonemler veya heceler) eşleştiririz ki bu da şablon eşleştirme (*template matching*) olarak ifade edilmektedir. Bunlar deşifre edildikten sonra algısal birimler yeniden birleştirilerek sözcüksel öğelere erişilir. Bir diğer işitsel teori olan ve Diehl ve Klunder (90) tarafından ortaya atılan İşitsel Geliştirme Teorisi (*Auditory Enhancement Theory*); fonolojik zıtlıkların işitsel belirginliğini artırmak için çeşitli akustik özelliklerin birlikte çalıştığını savunmaktadır.

Motor teoriler; dinleyicilerin akustik sinyalden artikülasyon hakkında bilgi çıkardığına odaklanmaktadır (91). Buna göre algılama konuşmanın nasıl üretildiğine göre olup; konuşmayı algılamak dinleyiciler fonemlerin nasıl ifade edildiğine dair kendi bilgilerine erişmektedirler. Dudakları yuvarlaklaştırma veya birbirine bastırma gibi artikülasyon hareketleri dinleyiciye doğrudan fonetik bilgi sağlayan algı birimleridir. Böylece dinleyicilerin sinyali sıradan bir ses olarak duyulması önlenerek sinyal ve ses arasındaki sistematik, özel ilişkileri kullanmaları sağlanır. Seslerin ayrı

ayrı yani kategorik algısı da seslerin ayrı artikülasyonlar/jestler ile üretilmiş olmasıdır. Benzer şekilde *McGurk* Etkisi bazı özellikleri artikülasyon hareketleri olarak temsil ettiğimizi ileri sürmektedir (92). Bir diğer motor teori, Stevens ve Halle (93) tarafından ortaya atılan Sentez Yoluyla Analiz olup, bu modelde konuşma algısı; konuşma üretiminin aracılık ettiği işitsel eşleştirmeye dayalıdır. Yani, dinleyici bir konuşma sinyali duyduğunda artikülasyonu zihinsel olarak modelleyip analiz eder ve zihinsel sentezin işitsel sonucu gelen akustik sinyalle eşleşirse, algı doğru olarak yorumlanır.

Kelime tanıma modellerine bakıldığında; McClelland ve Elman tarafından tanımlanmış teorilerden biri *Trace Model* olup, bu model konuşma/sözcük algısının bağlantıcı bir ağ modelini ortaya koymaktadır. Bu ağlar gelen sinyal özelliğine göre aktivite göstermekte ve ağın farklı seviyelerinde farklı konuşma birimleri (örneğin; fonemler, kelimeler) temsil edilmektedir. Aynı zamanda ağlar arasında hem uyarıcı hem inhibe edici bağlantılar bulunmaktadır. Fonemler etkinleştirildiğinde, aktive edilen fonemler kelime seviyesindeki birimleri aktive eder. Bir seviye içerisinde tutarsız olan etkiler ise engelleyicidir. Diğer bir deyişle, bir fonem seviyesi biriminin aktivasyonu diğer rakip fonemlerin aktivasyonunu engeller (11). Kelime tanıma ile ilgili modellerden bir diğeri Kohort teorisidir. Bu teoriye göre bir kelime girdisi olduğunda, bunun başlangıcına bağlı olarak hafızadaki aynı kelime-başlangıç akustik bilgisi olan tüm kelimeler etkinleştirilir (94). Luce ve Pisoni (95) tarafından sunulmuş Komşu aktivasyon modeli ise kelime tanımayı bir dizi aktif rakip arasından hedefin tanımlanması olarak modeller.

Çoğu konuşma algısı modelinde algı nesnelere veya temsili birimleri oldukça soyuttur. Aslında belirli kelimenin belirli örnekleri hakkındaki bilgiler konuşma algılama sürecinde soyutlanıp ayrıştırılmaktadır. Bu nedenle konuşmacı, konuşma tarzı ve bağlam hakkındaki bilgilerin kelimelerin bellekteki temsilinde rol oynamadığı düşünülmektedir. Ancak *Exemplar Model* gibi Analitik Olmayan Yaklaşımlar belirli durumlar hakkındaki bilgilerin saklandığını ve zihinsel temsillerin çok soyut olmak zorunda olmadığını varsaymaktadır (96).

Bahsedilen konuşma algısı modelleri dışında algının fiziki sinyaldeki bilgilerden oluşturulduğu düşüncesine dayanmakta olan aşağıdan yukarıya (*bottom-up*) ya da dinleyicilerin akustik sinyali tamamlamak için daha yüksek düzeyde bilgi

kaynakları kullandığına odaklanmakta olan yukarıdan aşağıya (*top-down*) teorileri de mevcuttur. Ek olarak; aktif teoriler, bilişsel/entelektüel çalışmanın algıya dahil olduğunu savunmaktayken; pasif teoriler, algının eşik gibi pasif tepkilere dayandığını ifade etmektedir (97, 98).

2.6.1. Fonem Algısı

Fonem bir dilde bir kelimeyi diğer kelimedenden ayıran ve anlamı olan en küçük ses birimidir. Konuşma algısı ile fonem algısı arasında ilişki bulunmaktadır. Konuşma algısı akustik sinyallerin algısal haritalamasını ve fonem, hece, kelime gibi temsillerine ayrıştırılmasını gerektirmektedir. Konuşmadaki fonolojik özellikler çözümlenerek bir fonem diğerinden ayırt edilmelidir. Fonemik kategorilerin gelişimi için yaşamın ilk yılı çok önemlidir (99). Bebekler doğdukları dil ortamından bağımsız olarak benzer bir fonetik algı örüntüsü sergilerler (100). Hiç duymadıkları diller de dahil olmak üzere birçok farklı dilin fonetik birimleri arasındaki farklılıkları ayırt edebilirler. Bununla birlikte, yetişkinliğe doğru dilsel deneyimin konuşma algısı üzerinde derin bir etkisi olur. Belirli bir dile maruz kalındıkça kişinin ana dilindeki sözcükler arasında ayırma yol açmayan konuşma sesleri arasındaki farklılıkları algılama ve ayırt etme yeteneği azalır (43). Yani, yetişkinlikte ana dile özgü bir fonetik algı modeli sergilenirken, bebeklik döneminde başlangıçta evrensel bir fonetik algı modeli sergilenir ve dilsel deneyim gelişimin belirli bir aşamasında fonetik algıyı değiştirir (43). Dil ediniminden önce, yaşamın ilk altı ayında belirli bir dile maruz kalınmasıyla bebeklerin fonetik algısı değişmektedir (101, 102).

2.6.2. Konuşma Algısının Değerlendirilmesi

İşitme kaybının tip, derece konfigürasyon gibi özelliklerinin belirlenmesinde saf sesler kullanılsa da bunlar işitme sisteminin işlevi hakkında yeterli bilgi sağlamamaktadırlar. Konuşma algısının test edilmesi; konuşma ve dil gelişimi, fonolojik farkındalık, okuryazarlık vb. açısından önemli roller üstlenmektedir. Konuşma algısı testleri ile çocuklarda işitsel performans işlevsel açıdan değerlendirilebildiğinden, bu testler odyolojik test bataryasının önemli bir parçasıdır. Günümüzde, erken tanı ve müdahale programlarındaki ilerlemelere rağmen, müdahalenin ilk aşamasından itibaren çocuklarda konuşma algısı performansını

kanıtlayacak yaşa uygun değerlendirme araçlarının eksikliği devam etmektedir (86). Oysa ki, bu değerlendirmeler ile bir işitme teknolojisi kullanmadan veya kullanarak, sessiz/gürültülü ortam gibi farklı işitsel çevrelerde değerlendirilebilir. Böylece çocuğun günlük hayatta yaşadığı zorlukları ve mevcut teknolojinin iyileştirilmesi için gerekli düzenleme ihtiyacı ortaya koyulabilir. Ek olarak, zaman içerisindeki gelişimi ve performansı izlemek, bireyselleştirilmiş (re)habilitasyon planları oluşturmak, uygun eğitim ortamının seçimine yardımcı olur (86, 103). Bu sebeplerle işitme kayıplı bireylerin konuşma algısının rutin olarak değerlendirilmesi önemlidir (104).

Konuşma Algısını Değerlendiren Bazı Testler

Konuşma uyaranlarının işitsel olarak test edilmesinde fonemler, heceler, kelimeler ve cümleler kullanılabilir. Evrensel olarak çocuklarda konuşma algısını rutinde değerlendirmek amacıyla yaygın kullanılan testler algısal beceri açısından fark etme, ayırt etme, tanıma gibi aşamaları değerlendirmektedir. Bunların değerlendirilmesinde konuşma uyararı olarak tek ve çok heceli kelimeler ile cümleler kullanan çok sayıda test mevcuttur (105). Bunlardan Konuşmayı Fark Etme Eşiği Testi (*Speech Awareness Test; SAT*), Erken Konuşma Algısı Testi (*Early Speech Perception Test*), *The World Intelligibility by Picture Identification Test*, *Matrix Testi*, Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (*Hearing in Noise Test*), *The Phonetically Balanced Kindergarten Test* gibi testler çocukların konuşma algısını yalnızca işitsel olarak değerlendiren ve yaygın olarak kullanılan testlere örnek verilebilir (104, 105). En yaygın kullanılan uyaranlar tek heceli kelimelerdir. Uyaran hiyerarşisinde en az ipucunu sağladıklarından fonem testleri en zor görevdir. *Auditory Speech Sounds Evaluation Tests (AŞE)* günümüzde yaygın kullanılan test bataryalarından biri olup; fonem testleri içermektedir (22).

Konuşma algısı değerlendirilirken yukarıda bahsi geçen işitsel algı gelişim basamaklarına uygun testlerle değerlendirmeler yapılmaktadır (86). Bebeklerde ve küçük çocuklarda konuşma algısında özellikle Seviye II ve Seviye III'ün değerlendirilmesinde ayrıntılı ve güvenilir geribildirim vermek bazen mümkün olmadığından işitsel olaya ilişkin potansiyeller, akustik değişim kompleksi gibi elektrofizyolojik ölçümler de faydalı olmaktadır (106, 107).

Konuşma uyarılarının nasıl ayırt edildiği özellikle işitme teknolojisi kullanan çocuklarda mutlaka değerlendirilmesi gereken becerilerden biridir. Ayırt etme testleriyle işitme kayıplı bireylerin koklear fonksiyonları ve kullanılan teknoloji yardımıyla frekans ayırt etme kapasitesi değerlendirilebilir. Ek olarak, kullanılan işitme teknolojisinde buna uygun değişiklikler sağlanabilir (22). Bununla birlikte ülkemizde hala çocuklarda konuşma algısını değerlendirmek için rutin uygulanan bir test bataryası bulunmamaktadır.

2.7. Ses Lokalizasyonu

İki kulakla işitmenin tek kulakla işitmeye göre birçok avantajı bulunmaktadır: Binaural sumasyon etkisi, başın gölge etkisi veya daha yüksek sinyal gürültü oranıyla dinleme yeteneği ve interaural karşılaştırmalar sebebiyle *scquelch* etkisi ve sinyal gürültü oranındaki iyileştirme (108). Her iki kulağa gelen uyarıların birleştirilmesi seslerin yerini belirlemeyi, sinyalleri daha iyi algılamayı ve gürültüde konuşmayı anlamayı sağlar (23, 24). Bu kapasitelerin altında yatan işlevler binaural işitme olarak adlandırılır. Binaural işitme ile sağlanan becerilerden biri olan lokalizasyon terimi Moore'a göre (109) bir ses kaynağının yönünü ve mesafesini belirlemeyi ifade etmektedir. Günlük yaşamda ses lokalizasyonu, binaural işitmenin önemli işlevlerinden biri olup, monoaural ve binaural akustik bilginin santral işitsel işleme sürecine bağlı olarak gerçekleşmektedir.

Horizontal düzlemde ses lokalizasyonuna interaural zaman ve şiddet farklılıklarına ait ipuçları aracılık eder. İnteraural zaman farklılığı (*interaural time differences*; ITD) iki kulak arasındaki varış zamanı farkı olarak tanımlanmakta olup alçak frekanslı bileşenlerin lokalizasyonu için önemlidir (110). İnteraural şiddet farklılığı (*interaural level differences*; ILD) ise yüksek frekanslı bileşenlerde başın gölge etkisinin neden olduğu iki kulaktaki ses şiddeti farklılıkları olarak tanımlanmaktadır (110). ILD işlemlenin temeli başın gölge etkisidir. ITD'lerin işlemlenmesi ise hem frekans hem de amplitüd profilleri açısından ses dalgalarının önemli ölçüde zamansal incelikli yapı (*temporal fine structure*; TFS) bilgilerinin kodlanmasına bağlıdır. TFS bilgisinin kodlanması, faz kilitleme olarak adlandırılan, işitsel beyin sapının ikinci ve üçüncü dereceden çekirdeklerindeki nöronların, aksiyon

potansiyellerini baziler membran titreşiminin belirli bir fazıyla senkronize etme konusundaki benzersiz yeteneği tarafından sağlanır (111).

Saf ses gibi basit sesler sunulduğunda ITD'ler 1.5 kHz'den düşük frekanslarda azimut lokalizasyonu için en baskınken, ILD'ler 2.5 kHz'den yüksek frekanslarda baskın ipucu olduğu bilinmektedir. Bu fenomen Rayleigh'in dubleks teorisi olarak adlandırılmakta olup, bu teoriye göre her binaural ipucunun ses lokalizasyonuna katkısı sesin frekansına bağlıdır (112). Yüksek frekanslarda amplitüd modüasyonlu saf sesler gibi daha karmaşık seslerde ise dinleyicilerin ses zarflarının ITD'sine de duyarlı olduğu gösterilmiştir (111). Geniş band seslerin lokalizasyonunda insan dinleyiciler yine benzer şekilde baskın olarak TFS'in ITD ipucunu kullanmaktadırlar (113). Sağlıklı genç insanlarda, statik uyaranlar için işitsel lokalizasyon doğruluğu geniş band sinyallerde en iyi 2 ila 3.5° arasında bir lokalizasyon hatasıyla medyan düzlemin merkezinde olup, lateral konumlara doğru yaklaşık 10°'lik bir hataya ulaşır (114). Monoaural ipuçları ise özellikle akustik sinyallerin spektro-temporal içeriğiyle ön-arka ve vertikal lokalizasyon için önemli bir rol oynar (115). Vertikal düzlemdeki ses lokalizasyonu pinna ve baş tarafından filtreleme yoluyla gerçekleşmektedir ve baş ile ilgili transfer fonksiyonu şeklinde ifade edilmektedir (109).

Temel uzamsal bilgi, görsel ve somatosensöriyel sistemin dışında duyuşal epitelyumun konuma özgü aktivasyonu yoluyla doğrudan kodlanmamaktadır. Nasıl ki gözdeki retinal lokus, uzamsal bilginin merkezi temsilinin temelini oluşturan cildin uyarılmış bölümüyse kokleanın duyuşal epiteli olan baziler membran da sadece spektral bilgiyi kodlamaktadır. Ve uzamsal bilgi yalnızca, vücudun üst kısmının ve kulak kepçesinin filtreleme özelliklerinden kaynaklanan mono spektral ve binaural ipuçlarının yani ITD veya ILD'ye dayanan hesaplama neticesindeki nöronal işlemlenin bir sonucu olarak gerçekleşir (112). Bir veya birden fazla kaynağın konumunun hesaplanması, beyin sapından kortekse kadar çıkan işitsel yollar boyunca veya bu yollardaki nükleusların içindeki nöronal işleme kapasitesi ile ilişkilidir (116). Hayvanlar ve insanlar doğumdan hemen sonra sesleri lokalize edebilseler de lokalizasyon keskinliği çağrışımlardan elde edilen deneyimlerle artmaktadır (117-119). Yaşamın erken dönemlerinde kazanılan deneyim, bir subkortikal işitsel uzamsal haritasının oluşturulması ve iyileştirilmesi için en önemli etken olup değişen ipuçlarına

uyum sağlama yeteneği, plastisite, davranışsal olarak gösterilmiştir (120, 121). İşitme kaybı günlük hayattaki sebep olduğu birçok sorunların yanı sıra ses lokalizasyonunu da etkilemektedir.

2.7.1. Ses Lokalizasyonu Becerisinin Değerlendirilmesi

Binaural işitme kapasitesini ölçmek için serbest alanda ses lokalizasyonu, kulaklıklar ile ses lateralizasyonu, binaural *masking level difference* ve binaural *intelligibility level difference* gibi farklı görevler kullanılmaktadır (24). Lateralizasyonun değerlendirmeleriyle ITD ve ILD bağımsız olarak manipüle edilebileceğinden altta yatan mekanizma daha iyi anlaşılabilir. Ek olarak; daha ulaşılabilir ve kolay bir deney düzeneğine ihtiyaç duyar. Bununla birlikte; kulaklık kullanımıyla baş ile ilgili transfer fonksiyonu kullanılmadığından daha karmaşık ve uzamsal akustik uyaran koşullarının test edilmesini engellenmiş olur (122).

İşitsel mekan işleme becerileri genellikle temelde iki türde psikoakustik ölçümle değerlendirilmektedir: (1) mutlak lokalizasyon doğruluğu ve (2) uzamsal çözünürlüğün bir göstergesi olan uzamsal ayırt etme performansı (122). Lokalizasyon doğruluğu görevleri bir ses kaynağının ne kadar doğru belirlenebileceğini ölçer. Bu da sıklıkla, katılımcının ses kaynağının algılanan konumunu belirtmeleri işaretleme görevi kullanılarak veya başını hizalayıp bakışlarını ses kaynağının yönüne çevirerek elde edilmektedir (123-125). Lokalizasyon doğruluğunu ölçmek için kullanılan başka bir paradigma da katılımcıların *n*-alternatif zorunlu seçmeli bir görevde belirtilen birkaç ses kaynağı konumundan birini seçerek sesin geldiği yönü belirtmesi istenen mutlak tanıma görevidir. Buna göre lokalizasyon mutlak hata, işaretli hata ve kesinlik açısından ölçülür (126). Mutlak hata, hedef konum ile işaret edilen konum arasında kök ortalama kare (*Root mean square*; RMS) olarak hesaplanır. İşaretli hata, azimut lokalizasyon testinde hedef konum ile yanıt konumu arasındaki fark olarak hesaplanır ve katılımcıların işaret etme hatasının yönünü (örneğin daha orta veya yanal konumları işaret ettiler gibi) gösterir. Ek olarak, lokalizasyon performansı yanıtların tutarlılığı açısından yani denemeler arasındaki varyans miktarı olarak da ölçülebilmektedir (116). İşitsel uzamsal ayırt etme performansı genellikle Mills tarafından açıklanmış olan minimum işitilebilir açı (*minimum audible angle*; MAA) paradigması kullanılarak incelenmektedir (127). Uzun yıllar boyunca uzamsal olarak farklı kaynakları ayırt

etme becerisi MAA ölçümü ile elde edilmiştir (127). MAA, iki komşu ses kaynağı arasındaki ayırt edilebilen en küçük mesafe olarak tanımlanır ve işitsel uzamsal çözünürlük için bir eşik temsili sunar. Bu paradigma katılımcıların *probe* tonun standart tonun solunda mı sağında mı sunulduğunu belirtmeleri gereken alternatifli zorunlu seçim prosedürünü kullanmaktadır (126, 128).

Uzamsal işleme farklı paradigmlar kullanan Elektroensefalografi (EEG) çalışmalarıyla da araştırılmakta olup bu araştırmalar uzamsal işlemlenin doğasını ortaya koymakta yardımcıdır. EEG'nin ses kaynağı bilgilerinin kortikal seviyelerde dikkat öncesi işlemlenmesinin incelenmesinde serbest alan uyaran koşulları altında kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (129, 130). Bu çalışmalar, laboratuvar hayvanları üzerinde yapılmış *in vivo* elektrofizyolojik ölçümlere dayanan “karşıt kanal kodlaması” hipotezi için kanıt sağlamıştır (131, 132). Ek olarak, insanlarda ses yönünün temsili için “yarıalan modeli” adı altında bir kavram önerilmiştir (133). Modele göre; her bir kortikal hemisferde kontralateral yarıalanda akustik stimülasyona hassasiyet gösteren iki nöral popülasyon açıklanmıştır. Tüm nöron popülasyonları göz önün alındığında aktivasyon seviyesi lateral uyaranlar için en fazla ve merkezi pozisyonlara doğru kademeli olarak düşmektedir. Merkezi konumların uzamsal çözünürlüğü daha yüksek temsil edilirken, lateral konumlar ise daha az doğrulukla temsil edilmektedir.

Nöral adaptasyon paradigmları işitsel korteks düzeyinde nöral değişim tepkisini araştırır ve işitsel mekanın temel nöral kodlamasını incelemek için sıklıkla kullanılan iki manyetoensefalografik (MEG)/EEG paradigmasından biridir (134, 135). Bu paradigmda standart bir konumdan bir adaptör sesi sunularak hemen ardından farklı bir uzamsal konumdan *probe* sesi sunulur. Değişim tepkisi yani *probe* sesine karşılık gelen N1-P2 zaman penceresi değerlendirilir. MEG değişikliğinde aynı yarıalanda adaptör uyarana verilen yanıtların, *probe* ve adaptör seslerinin zıt yarıalanda sunulduğu duruma kıyasla daha küçük olduğu bildirilmiştir (136, 137).

Wolforff ve ark. (138) MEG'de her bir kortikal hemisferin lateralize edilmiş uyaranları (2 msn'lik bir ITD ile lateralize edilmiş) işlemlenmesini ve fonksiyonel MRG'de (fMRG) tone burst uyaranlar ile monoaural ve binaural uyarımın katkısını araştırmışlar ve monoaural uyaranlar için fMRG ve MEG'de güçlü bir kontralateral

aktivasyon gözlemlemişlerdir. Ancak binaural seslerde lateralize bir beyin aktivitesi değil, bunun yerine her iki hemisferin de simetrik aktivasyonun olduğunu göstermişlerdir. Bu bulgular ışığında; ILD'nin maksimum olduğu monoaural uyarım durumlarında kontralateral baskınlığın çok sayıda kontralateral uyarılan ILD nöronlarına dayandığı sonucuna vardılar. Binaural uyarılar için böyle bir etkinin olmamasını ise, fizyolojik olmayan bir ITD sonucu ile ilişkili olabileceğini açıklamışlardır. Yani, kortikal nöronlar deney düzeneğindeki gibi 2 ms'n'lik büyük bir ITD'ye hassas olmadıkları ve dolayısıyla bunun bir kontralateral baskınlık yaratamayacağını öne sürmüşlerdir.

Bunlar birlikte ele alındığında; işitsel mekan merkezi temsilinin neredeyse tamamen merkezi işitsel sistemdeki nöronal işleme yeteneğine ve merkezi sinir sistemindeki işlemede yaşa bağlı değişikliklerin bulunmasına bağlı olup işitsel lokalizasyon ve/veya ayırt etmenin yaşam boyu değişmesi beklenmektedir (139). Küçük çocuklarda binaural işitme kapasitesini ölçmek için bazı metodolojik zorluklar bulunmaktadır. Yetişkin test ve prosedürleri küçük çocuklar için uygun olmayıp, daha uzun test seansları, yüksek düzey konsantrasyon ve soyut anlayış gerektirmektedir. Bu sebeple literatürde normal işiten çocuklarda bile özellikle okul çağı öncesi çocuklara ilişkin veri eksikliği bulunmaktadır (140).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Türü

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı kapsamında yapılmış olup; İzmir Bakırçay Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 17.12.2021 tarihinde 449 karar numaralı izni ile gerçekleştirilmiştir. Etik kurul izin yazısı Ek-1'de sunulmuştur.

Mevcut çalışma tanımlayıcı araştırma niteliğindedir. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda koklear implant ve kontralateral işitsel beyin sapı implantı cerrahisi yapılmış, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Anabilim Dalı'nda rutin odyolojik takipleri yapılan katılımcılar rutin takipleri için kliniğe başvurduklarında çalışmaya davet edilmişlerdir. Çalışma gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcılara/yakınlarına çalışmanın amacı ve kapsamı detaylı bir şekilde açıklanmış olup, yazılı onamları alınmıştır. Katılımcılar sosyal ve ekonomik seviye farkı gözlemlenmeden rastgele seçilmiştir.

3.2. Araştırmanın Örnekleme

3.2.1. Katılımcıların Belirlenmesi

Çalışmaya 7-18 yaş aralığındaki toplam 17 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların tümü Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda koklear implant ve kontralateral işitsel beyin sapı implantı cerrahisi sonrasında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Anabilim Dalı'nda rutin odyolojik takipleri yapılan bireylerden oluşmaktadır.

3.2.2 Katılımcıların Çalışmaya Dahil Edilme ve Çalışmadan Dışlanma Kriterleri

Dahil edilme kriterleri:

- 7-18 yaş aralığında olmak

- Koklear implant ve kontralateral işitsel beyin sapı implantı kullanıcısı olmak
- En az 12 aydır bilateral uyarım almak
- Konuşma işlemcilerini düzenli kullanıyor olmak
- Anadili Türkçe olmak

Dışlanma Kriterleri:

- İşitme kaybı etiyolojisinde NF2 olmak
- Tanılanmış ek engel, nörolojik ve/veya psikolojik problemi bulunmak

3.3. Yöntem

Katılımcılara uygulanan değerlendirmeler ve testler Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü'nde yer alan uygulama laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tüm değerlendirmeler *Industrial Acoustics Company* çift cidarlı sessiz kabinde gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmeler öncesi uyarın ve hoparlörlerin kalibrasyonu ses seviyesi ölçer kullanılarak sağlanmıştır. Dahil edilme kriterlerini karşılayan tüm katılımcıların demografik verileri toplandıktan sonra; AŞE Fonem Ayırt Etme, Azimut Lokalizasyon Testleri yapılmış ve Dinleme Ortamları ve Yansımalarının Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi Ölçeği (*Hearing Environments and Reflection on Quality of Life; HEAR-QL*) ölçeği uygulanmıştır. Uygulanan değerlendirme ve testler sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

3.3.1. Veri Toplama Formu

Form iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda; katılımcıların yaş, cinsiyet, koklear implantasyon tarihi, beyin sapı implantasyon tarihi, bilateral BT ve MRG rapor sonuçları, CI ve ABI için işlemci/implant marka/model bilgileri ve katılımcıların ebeveynlerinin eğitim düzeyleri bilgilerinin yer aldığı demografik bilgi formudur. İkinci kısım; çalışmada gerçekleştirilen testlerin sonuçlarının işlendiği kısımdır. Form, Ek-2'de sunulmuştur.

3.3.2. Fonem Ayırt Etme Testi

Tüm katılımcılara AŞE psikoakustik test bataryasında yer alan testlerden biri olan, fonem ayırt etme testi uygulanmıştır. Test Otoconsult adlı yazılım içerisinde olup kurulum ve kullanımı üreticinin talimatlarına uygun şekilde yapılarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Yazılım paketi ses kartı ve ona bağlı hoparlörler aracılığı ile sunulmuştur. Sistem her test öncesi yazılımda var olan kalibrasyon modu açılarak Wintact WT1357 marka ses düzeyi ölçer kullanılarak 70 dB SPL’de kalibre edilmiştir.

Testte yer alan uyaranlar konuşma seslerinden oluşmaktadır. Linguistik olarak temsili olan konuşma uyaranları kadın konuşmacı tarafından kaydedilmiş olup; her bir konuşma sesi normal işiten yetişkinlerde /a/ fonemi referans alınarak gürlük dengesi sağlanmış ve ayırt etmede ipucu olabilecek gürlük farklılıkları ortadan kaldırılmıştır. Bu uyaranlar dijital olarak 625 msn olacak şekilde kesilmiş, dengelenmiş ve 16 bit stereo 48k örnekleme hızıyla kaydedilmiş bir şekilde yazılım paketinde yer almaktadır (22). Testte 14 arka plan sesi ve 14 hedef uyaran bulunmaktadır. Testte yer alan fonem setleri (biri arka plan, biri hedef uyaran olmak üzere) kontrast özelliklerine göre fonem setleri haline getirilmiş olup yazılım üzerinden 7’li veya 20’li liste seçenekleri ile sunulmaktadır. Mevcut çalışmada 20’li fonem çifti listesi kullanılmıştır. Testte yer alan bu setler Tablo 3.1.’de sunulmuş olup; fonem sembolleri Uluslararası Fonetik Alfabeti’ne (*International Phonetic Alphabet*) göre gösterilmiştir:

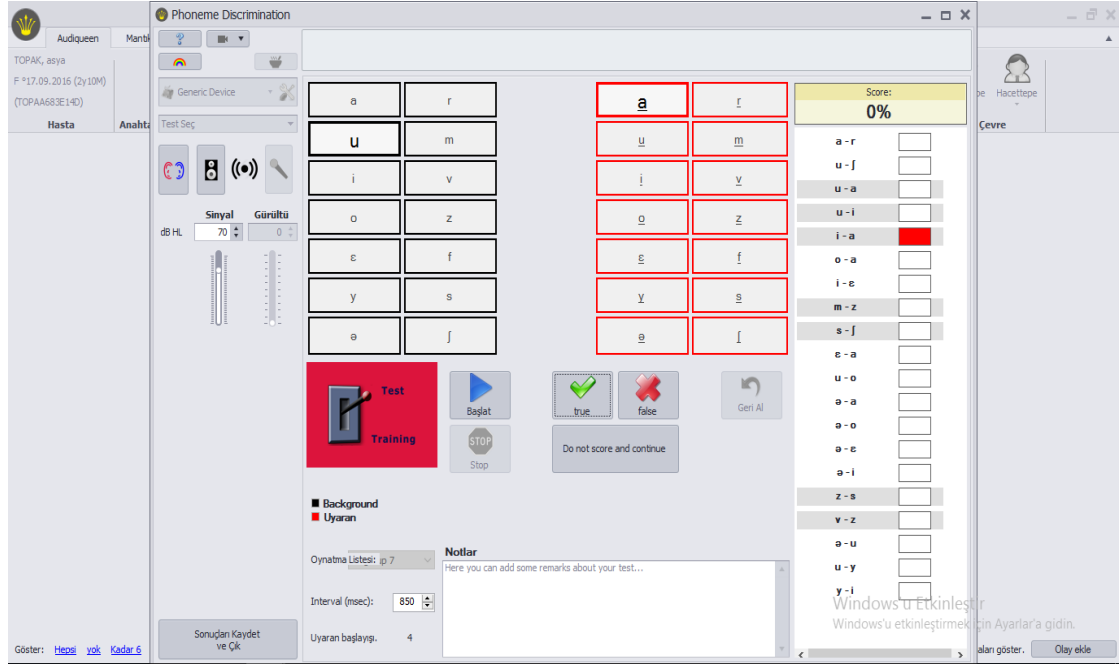
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan fonem setleri.

/a/-/r/	/o/-/a/	/ε/-/a/	/u/-/y/	/s/-/ʃ/
/u/-/i/	/ə/-/a/	/u/-/ʃ/	/u/-/o/	/i/- /ε/
/z/-/s/	/v/-/z/	/ə/-/ε/	/y/-/i/	/i/-/a/
/ə/-/u/	/ə/-/i/	/m/-/z/	/u/-/a/	/ə/-/o/

Katılımcılar sessiz odada, her iki hoparlöre eşit uzaklıkta olacak şekilde oturtulmuştur. Test temelde tekrar eden arka plan uyaranları arasından bir kez sunulan

hedef uyarının ayırt edilmesine olan davranışsal cevaba dayanmaktadır. Katılımcılara öncelikle teste başlamadan önce alıştırma modu ile test açıklanmış olup, farklı olan hedef uyarın duyulduğunda el kaldırmaları gerektiği bilgisi verilmiştir. Alıştırma modu ile katılımcıların teste kooperasyonu ve adaptasyonu sağlandıktan sonra katılımcı hazır olduğunda test moduna geçilmiştir. Alıştırma modu test modu ile aynı olmakla birlikte yalnızca hedef uyarın 1941-3261 msn daha uzundur (22). Araştırma kapsamında tüm katılımcılara 20’li fonem seti listesi 70 dB HL sunum seviyesinde sunulmuştur. Arka plan sesinin sayısı 3 ila 8 arasında rastgele bir şekilde farklılık göstermektedir. Hedef uyarının tekrar sayısı 1 olup; katılımcının tekrar eden arka plan sesleri arasında hedef uyarını tespit etmesi beklenmiştir.

Test yalnızca CI konuşma işlemcisi, yalnızca ABI konuşma işlemcisi ve her iki konuşma işlemcisinin de aktif olduğu durum olmak üzere 3 farklı koşulda tamamlanmıştır. Kooperasyonun bozulduğu durumlarda testin herhangi bir aşamasında tekrar alıştırma moduna geçilmiş olup, daha sonra teste devam edilmiştir. Doğru veya yanlış cevaplar için *Audioqueen* yazılımı içerisinde yer alan “Doğru” veya “Yanlış” seçeneği seçildiğinde sistem yüzde üzerinden bir fonem ayırt etme skoru sunmaktadır. Teste ait ekran görüntüsü Şekil 3.1.’de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Fonem Ayırt Etme Testi ekranı.

3.3.3. Azimut Lokalizasyon Testi

Tüm katılımcıların lokalizasyon becerileri AŞE psikoakustik test bataryasında yer alan testlerden biri olan Azimut Lokalizasyon Testi ile değerlendirilmiştir. Test Otoconsult yazılımı içerisinde olup kurulum ve kullanımı üreticinin talimatlarına uygun şekilde yapılarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

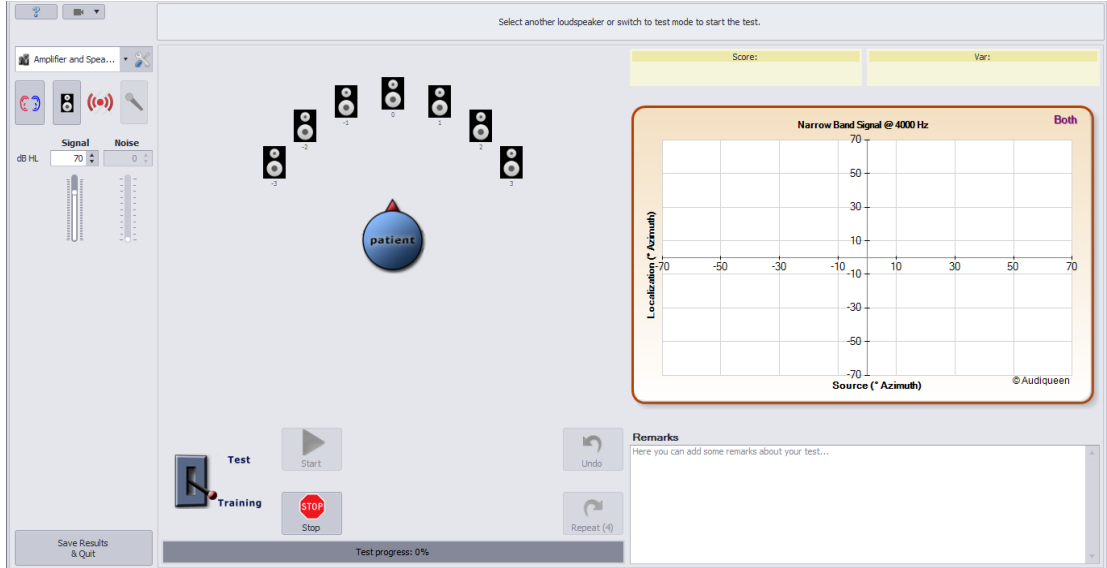
Testte -60 ve 60 derece arasında yerleşmiş 7 adet hoparlör, amfi sistemi ve 8 kanallı ses kartına sahip donanım gereksinimi olan *SoundC* ile kullanılmış ve hoparlörler bu şekilde yönetilmiştir. *SoundC* kurulumu tüm hoparlörler için aynı seviyede ve yaklaşık olarak maksimum ses seviyesinde ayarlanarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon aşaması için öncelikle lokalizasyon test yazılımında yer alan kalibrasyon modu seçilerek tüm kanallar sağ, sol veya her ikisi seçimlerinden bir veya birkaçı seçilerek aktifleştirilmiş ve her bir kanala etiket atanmıştır. Daha sonra ses seviyesi ölçer ile şiddet ölçülürken yazılım ekranında yer alan kalibrasyon sinyali oynatılmış ve doğrulama aracı çalıştırılarak SLM'de 70 dB SPL okumak için gerekli ayarlamalar yapılmıştır (141, 142).

Uyaran olarak 4000 Hz merkez frekanslı 1/3 oktav dar band gürültü kullanılmıştır ve 70 dB SPL sunum seviyesinde sunulmuştur. Düzenekte -3 (sol) ile 3 (sağ) arasında numaralandırılmış 7 hoparlör, 20 derecelik aralıklarla yarım daire düzleminde yer almaktadır. Test yazılımı, her bir uyaran için randomize bir hoparlör seçmektedir. Toplamda 35 test uyarını sistem tarafından otomatik bir şekilde sunulmaktadır. Test düzeneği Şekil 3.2.'de sunulmuştur. Katılımcılar 0° azimuttaki hoparlörün karşısına, hoparlör ile başın aynı hizada olacak şekilde oturtulmuş olup, başını hareket ettirmeden sesin hangi hoparlörden geldiğini tayin etmeye çalışmışlardır. Cevap modu katılımcıların hoparlörü parmaklarıyla işaret etme veya hoparlörlerin üzerine yerleştirilen şekilleri veya rakamları söyleme olarak belirlenmiştir. Katılımcılardan sesin hangi hoparlörden geldiğini söylemeleri istenmiş ve verilen yanıtlar bilgisayara cevap verilen hoparlör seçilerek girilmiştir (141, 142).

Teste başlamadan önce yazılımda yer alan eğitim modu ile katılımcının teste kooperasyon ve adaptasyonu sağlandıktan sonra test aşamasına geçilmiştir. Test ekranı Şekil 3.3.'te sunulmuştur.

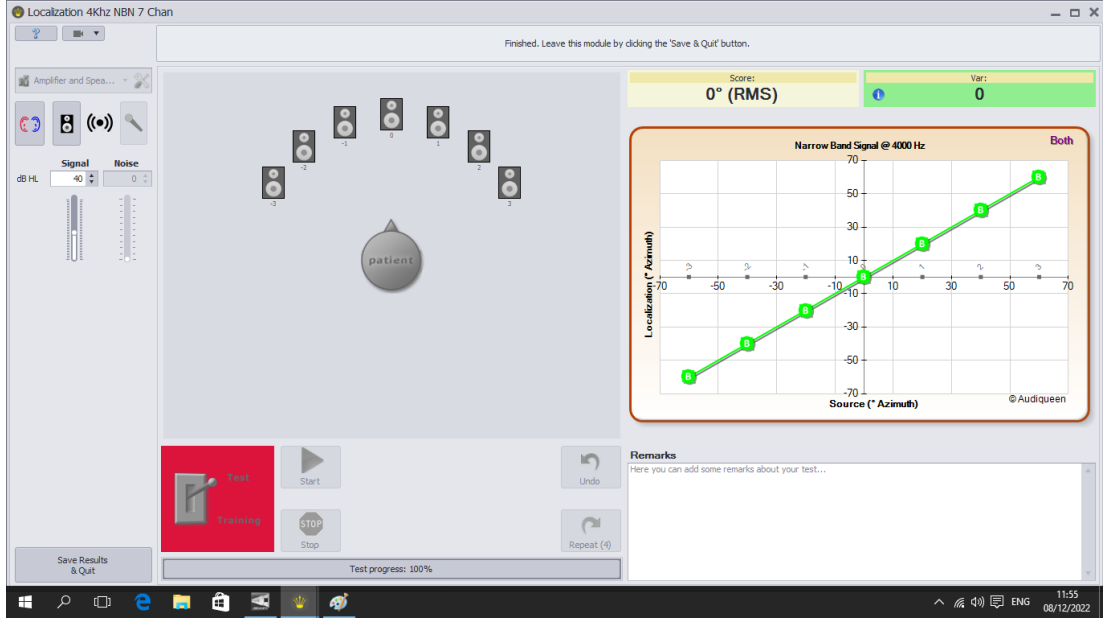


Şekil 3.2. Azimut Lokalizasyon Testi düzeniği.

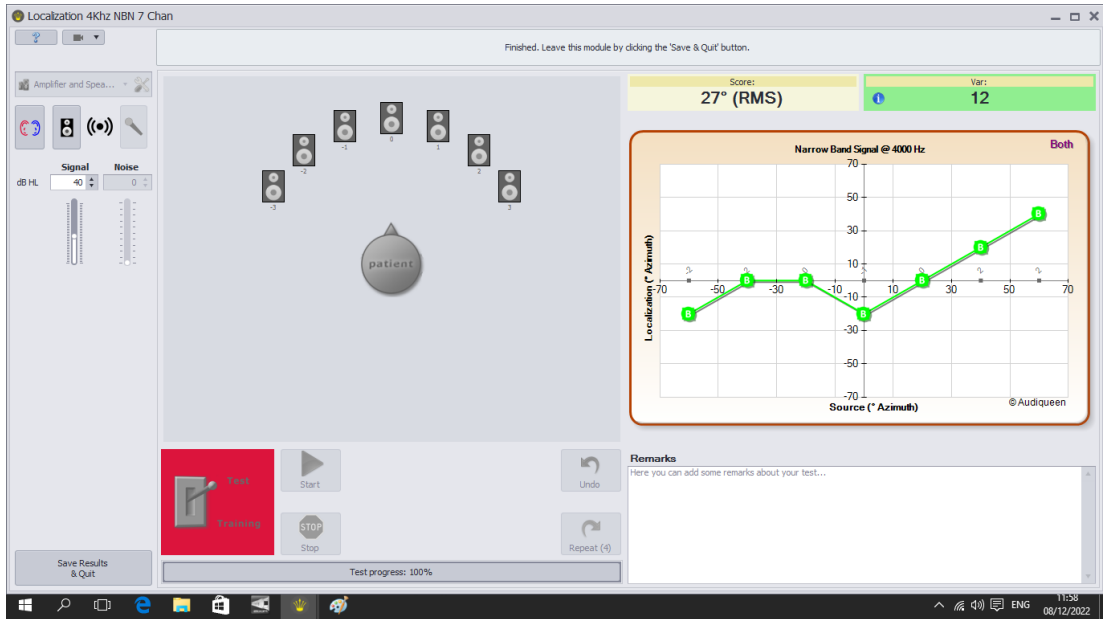


Şekil 3.3. Azimut Lokalizasyon Testi ekranı.

Tüm uyarılar sunulduktan ve sisteme katılımcıların yanıtları işlendikten sonra yazılımda gerçek kaynakların bir fonksiyonunun ortanca yanıtlarını gösteren XY grafiği sunulmaktadır. Lokalizasyon performansı yazılım tarafından otomatik bir şekilde hesaplanan ortanca değerleri ve RMS hata derecesi olarak sunulmaktadır. RMS hata derecesinin düşük olması daha iyi lokalizasyon becerisini ifade ederken, daha yüksek bir derece lokalizasyon becerisinin daha zayıf olduğu anlamına gelmektedir. Test sonucuna ait ekran görüntüsü örnekleri Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.'te sunulmuştur.



Şekil 3.4. Azimut Lokalizasyon Testi sonucuna ait ekran görüntüsü örneği I.



Şekil 3.5. Azimut Lokalizasyon Testi sonucuna ait ekran görüntüsü örneği II.

3.3.4. Dinleme Ortamları ve Yansımalarının Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi Ölçeği (HEAR-QL)

Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Budak (143) tarafından yapılmış olan ölçeğin tüm katılımcılardan doldurulması istenmiştir. Ölçeğin HEAR-QL-26 çocuk ve HEAR-QL-28 ergen olmak üzere 2 versiyonu bulunmaktadır:

HEAR-QL-26 çocuk versiyonu 7-12 yaş aralığı için kullanılmış olup toplamda 26 maddeden oluşmaktadır. Ölçek; işitme kayıplı çocukları çevre, faaliyetler ve duygular olmak üzere 3 alt ölçek ile değerlendirmektedir. HEAR-QL-28 ergen versiyonu ise 13-18 yaş aralığı için kullanılmış olup, toplamda 28 maddeden oluşmaktadır. Ölçek; işitme koşulları, sosyal etkileşimler, okul zorlukları ve duygular olmak üzere 4 alt kategoriden oluşmaktadır.

3.4. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmadan elde edilen veriler SPSS 24 paket programı ile analiz edilmiştir. Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları araştırılırken Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilk's testlerinden yararlanılmıştır. Fonem ayırt etme ve azimut lokalizasyon değerlerinin CI, ABI ve CI ile ABI olmak üzere üç grup arasındaki sayısal değişkenlerin karşılaştırılmasında Friedman testi kullanılmış olup, çoklu karşılaştırmalarda Benferroni Düzeltmesi ile Wilcoxon işaretli sıra testi kullanılmıştır. Sayısal değişkenler normal dağılmadığından, arasındaki ilişkiler incelenirken Spearman Korelasyon Katsayısından yararlanılmıştır. Test sonuçlarına etki eden faktörler Lineer Regresyon Analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, CI ile kontralateral ABI kullanıcısı 7 ile 13 yaş arasındaki 17 çocuğun fonem ayırt etme ve azimut lokalizasyonu becerileri ile işitme ile ilgili yaşam kalitesi sonuçları sunulmuştur. Elde edilen ölçütlerle ilişkili olan ve bu ölçütlere katkısı olan değişkenler araştırılmıştır. Fonem ayırt etme ve azimut lokalizasyon performansları (1) CI, (2) ABI ve (3) CI ve kontralateral ABI ile olmak üzere farklı koşullarda değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Oluşturulan hipotezler doğrultusunda elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1. Katılımcıların Demografik Özelliklerine Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

Katılımcıların cinsiyet, aile eğitim düzeyi, CI ve ABI tarafları, kronolojik yaş, implantasyon yaşları, CI ve ABI kullanım süreleri, CI ve ABI arası süre ve bilateral kullanım süreleri bakımından tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Demografik özellikler.

		Sayı (n)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	8	47,1
	Kadın	9	52,9
Aile eğitim düzeyi	İlköğretim	6	35,3
	Lise	6	35,3
	Üniversite	5	29,4
CI taraf	Sağ	8	47,1
	Sol	9	52,9
ABI taraf	Sağ	9	52,9
	Sol	8	47,1
		Ortalama (±Standart Sapma)	
Kronolojik yaş		105,88 (23,35)	
CI yaşı		31,71 (18,02)	
CI kullanım süresi (ay)		69,35 (34,84)	
ABI yaşı (ay)		45,47 (16,01)	
ABI kullanım süresi (ay)		64,76 (26,26)	
CI ve ABI arası süre (ay)		25,59 (21,32)	
Bilateral kullanım süresi (ay)		55,65 (29,38)	

ABI: işitsel beyin sapı implantı; CI: koklear implant

Cinsiyete göre katılımcıların CI yaşı ($p=0,383$), CI kullanım süresi ($p=0,123$), ABI yaşı ($p=0,309$), ABI kullanım süresi ($p=0,700$), CI ve ABI arası süre ($0,962$), bilateral kullanım süresi ($p=0,386$) değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Katılımcıların ailelerinin eğitim düzeyine göre CI yaşı ($p=0,033$) dışındaki CI kullanım süresi ($p=0,502$), ABI yaş ($p=0,130$), ABI kullanım süresi ($0,877$), CI ve ABI arası süre ($p=0,755$) ve bilateral kullanım süresi ($p=0,737$) değerlerine istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. CI yaşı, ailesinde üniversite mezuniyet derecesine sahip katılımcılarda daha düşük elde edilmiştir.

Katılımcılara ait bireysel kronolojik yaş, implantasyon yaşları, işlemci ve implant bilgileri ile BT ve MRG raporlarına ilişkin bilgiler Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

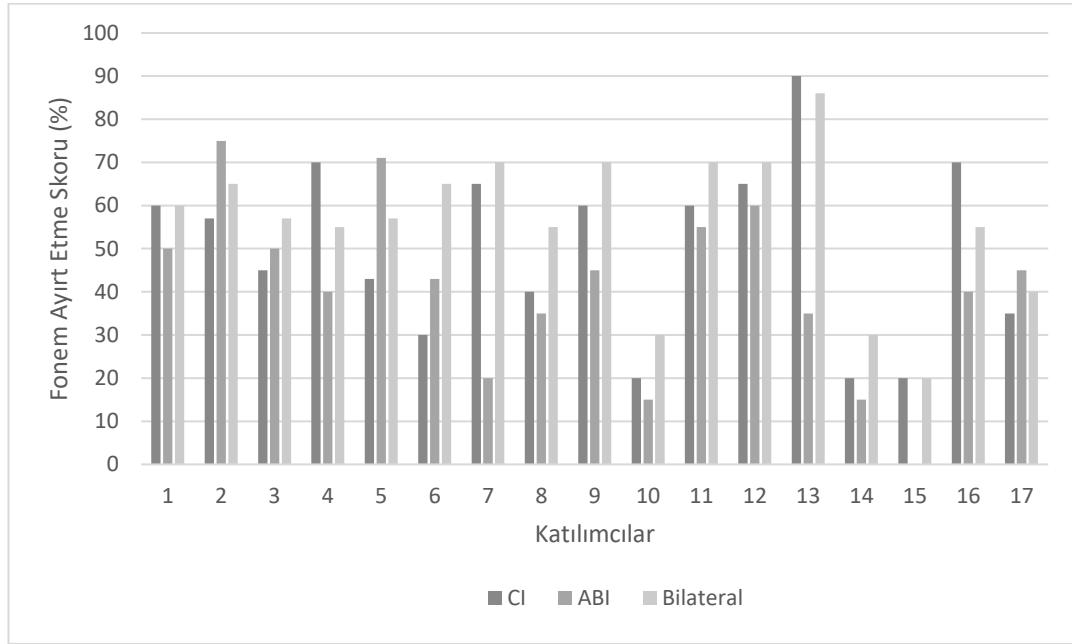
Tablo 4.2. Katılımcılara ait klinik özellikler.

No	Yaş (ay)	CI Yaşı (ay)	ABI Yaşı (ay)	CI işlemci	CI implant	ABI işlemci	ABI implant	CI BT	CI MRG	ABI BT	ABI MRG
1	114	17	37	Nucleus CP1000	CI422	Nucleus CP1000	ABI541	OK	Ortak KVS	KA ve DV	KSA
2	85	29	40	Medel Sonnet	Synchrony	Medel Sonnet	Concerto	KH-I	KSA	KA	KSA
3	96	23	39	Oticon Saphyr	Digisonic SP	Oticon Saphyr	Digisonic SP	KAA	KSA	KAA	KSA
4	84	23	40	Nucleus CP1000	ABI541	Medel Sonnet	Concerto	KH-III	Normal	KH-III	KSH
5	85	73	30	Medel Rondo 2	Sonata	Medel Opus 2	Concerto	KH-I	KSA	KH-III	KSA
6	88	76	26	Medel Rondo 3	Synchrony	Medel Rondo 1	Concerto	KH-II	KSH	RO	KSA
7	100	21	41	Nucleus CP810	CI24RE	Nucleus CP810	ABI541	KAS	KSH	Michel	KSA
8	99	25	85	Medel Rondo 2	Sonata	Medel Rondo 2	Concerto	KAS	KSH	KA	KSA
9	132	16	48	Medel Rondo 2	Sonata	Oticon Saphyr	Digisonic SP	KAS	KSH	KAA	KSA
10	131	36	54	Medel Opus 2	Sonata	Oticon Saphyr	Digisonic SP	OK	Ortak KVS	Michel	KSA
11	110	16	33	Oticon Saphyr	Digisonic SP	Oticon Saphyr	Digisonic SP	IP-I	Normal	IP-I	KSH
12	140	23	39	Nucleus CP1000	CI512	Nucleus CP1000	ABI24M	KH-I	KSA	KH-I	KSA
13	153	33	42	Nucleus CP910	CI512	Nucleus CP910	ABI24M	Normal	Normal	IP-I	KSA
14	131	28	40	Oticon Saphyr	Digisonic SP	Oticon Saphyr	Digisonic SP Evo	KAS	KSA	KAS	KSA
15	87	28	59	Medel Opus 2	Sonata	Oticon Saphyr	Digisonic SP	KH-I	KSH	KH-III	KSA
16	80	23	40	Nucleus CP910	CI512	Nucleus CP910	ABI24M	KH-II	KSH	KA	KSA
17	85	49	80	Medel Opus 2	Pulsar	Medel Opus 2	Concerto	OK	Ortak KVS	OK	Ortak KVS

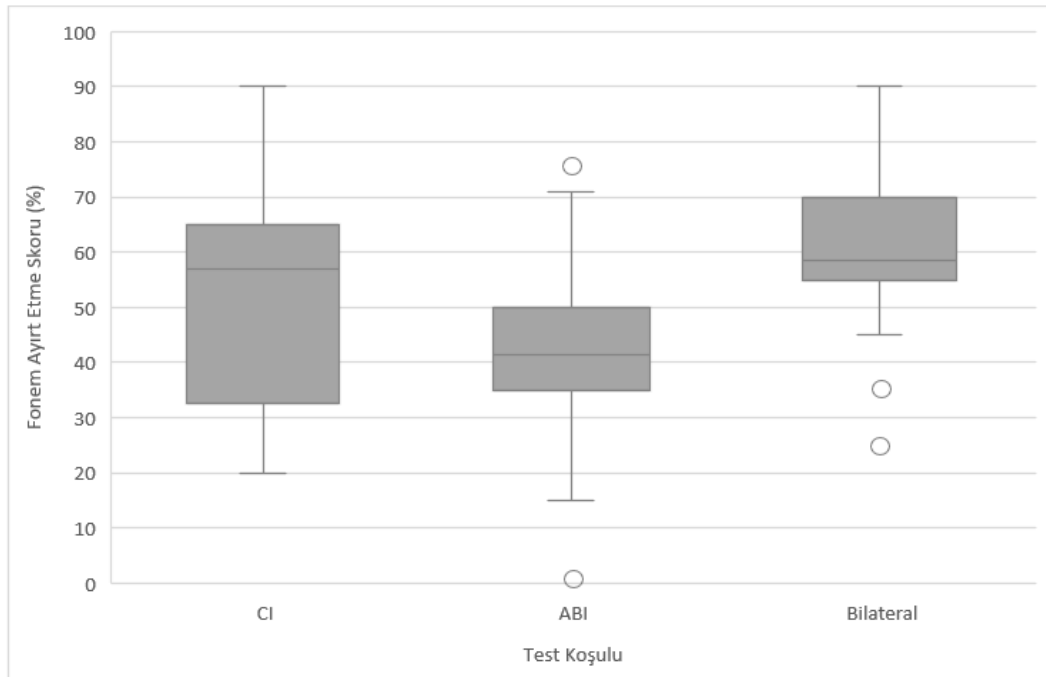
DV: dilate vestibül, IP: inkomplet partisyon, KA: koklear aplazi, KAA: koklear apertür aplazisi, KAS: koklear apertür stenozu, KH: koklear hipoplazi, KSA: koklear sinir hipoplazisi, KSH: Koklear sinir hipoplazisi, KVS: kokleovestibüler sinir, OK: ortak kavite, RO: rudimenter otokist

4.2. Katılımcıların Fonem Ayırt Etme Testi Bulguları

Her bir katılımcıya ait bireysel Fonem Ayırt Etme Testi sonuçları ve katılımcıların farklı test koşullarına ait Fonem Ayırt Etme Testi karşılaştırmalı kutu grafikleri sırasıyla Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Katılımcılara ait Fonem Ayırt Etme Testi sonuçları.



Şekil 4.2. Fonem Ayırt Etme Skorları ile ilgili kutu grafikleri.

Fonem ayırt etme skoru CI, ABI ve bilateral üçlü karşılaştırmaları Friedman testi ile yapılmış olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p=0,004$). Test koşulları arasında ikili karşılaştırmalar Benferroni düzeltmesi yapılarak Wilcoxon İşaretli Sıra Testi kullanılarak analiz edilmiş ve bilateral fonem ayırt etme skoru ABI fonem ayırt etme skorundan istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p=0,003$). Yalnızca ABI ile yalnızca CI ve yalnızca CI ile bilateral fonem ayırt etme skorları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.3.).

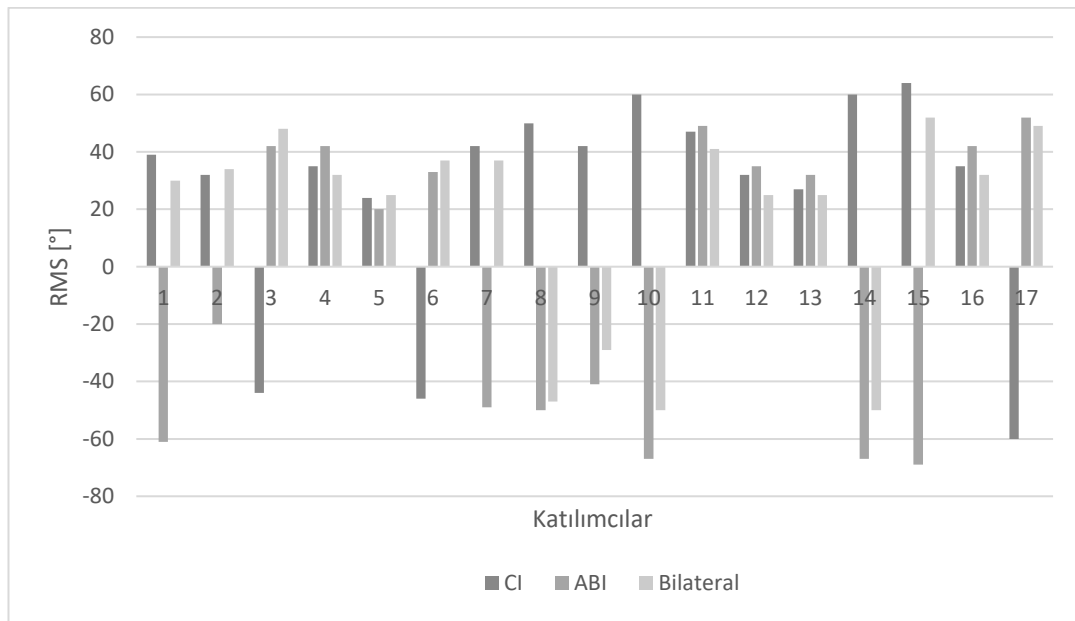
Tablo 4.3. Fonem Ayırt Etme Testi sonuçları.

	CI (n=17)	ABI (n=17)	Bilateral (n=17)	p değeri
	Ortanca (En küçük-En büyük)			
Fonem Ayırt Etme	57 (20-90)	43 (0-75)	57 (20-86)	0,004*

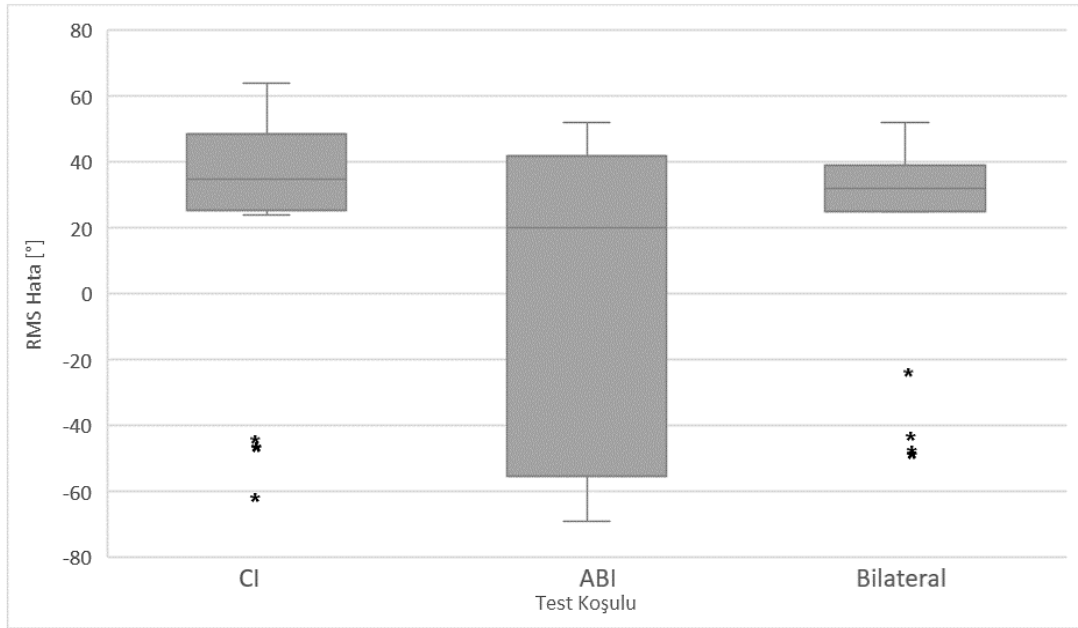
ABI: işitsel beyin sapı implantı; CI: koklear implant; *: $p<0,05$

4.3. Katılımcıların Azimut Lokalizasyon Testi Bulguları

Her bir katılımcıya ait bireysel azimut lokalizasyon testi sonuçları ve katılımcıların farklı test koşullarına ait karşılaştırmalı kutu grafikleri sırasıyla Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te sunulmuştur. Katılımcılardan 8'inin azimut lokalizasyonu CI tarafına gerçekleşirken, 9'unun ABI tarafına gerçekleşmiştir.



Şekil 4.3. Katılımcılara ait Azimut Lokalizasyon Testi sonuçları



Şekil 4.4. Azimut Lokalizasyon Testi sonuçları ile ilgili kutu grafikleri

RMS değerlerinde CI, ABI ve bilateral üçlü karşılaştırmaları Friedman testi ile yapılmış olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.4.).

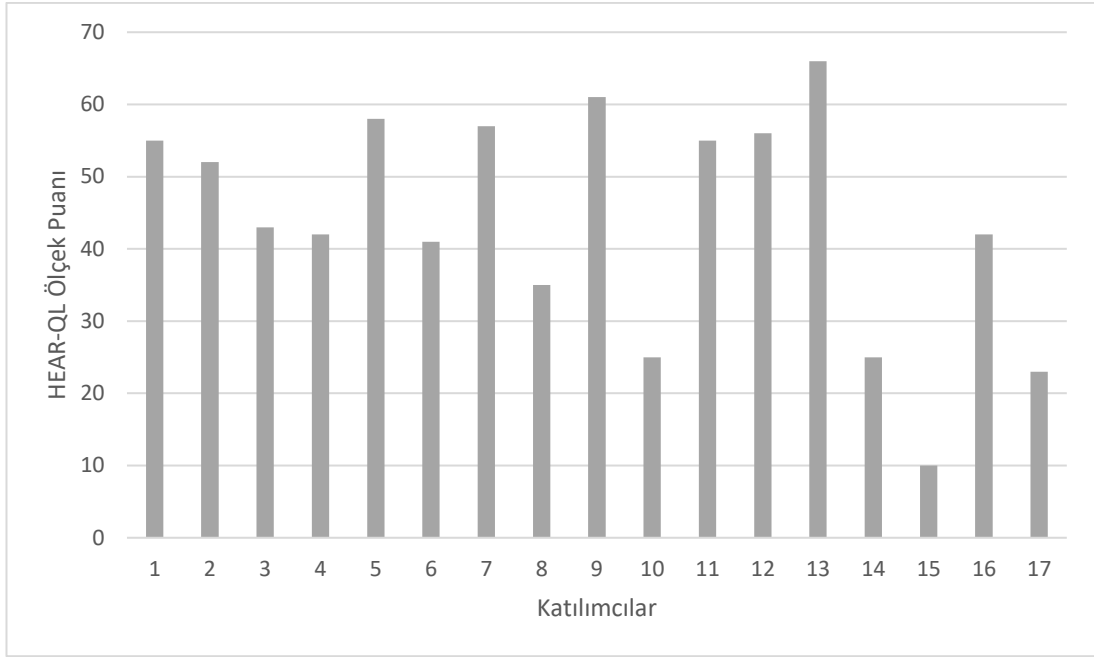
Tablo 4.4. Azimut Lokalizasyon Testi Sonuçları.

	CI (n=17)	ABI (n=17)	Bilateral (n=17)	p değeri
	Ortanca (En küçük-En büyük)			
Azimut Lokalizasyon (RMS)	35 (-60-64)	20 (-69-52)	32 (-50-52)	0,465

ABI: işitsel beyin sapı implantı; CI: koklear implant; *: $p < 0,05$

4.4. Katılımcıların İşitme ile İlgili Yaşam Kalitesi Ölçeği Bulguları

Katılımcıların HEAR-QL ölçek puanı ortanca (en küçük-en büyük) değeri 43 (10-66) olarak bulunmuştur. Bireysel ölçek puanları şekil 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Katılımcılara ait işitme ile ilgili yaşam kalitesi ölçek sonuçları.

4.5. Test Sonuçları Arasındaki İlişkiler

Yapılan Spearman Korelasyon Testi analizi sonucuna göre; ABI Fonem Ayırt Etme Skoru ve ABI RMS arasında pozitif yönde orta düzeyde ilişki elde edilmiş olup ($r=0,525$, $p<0,05$); CI Fonem Ayırt Etme Skoru ile CI RMS ve Bilateral Fonem Ayırt Etme Skoru ile Bilateral RMS arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p>0,05$). Bilateral Fonem Ayırt Etme Skoru ile HEAR-QL arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki elde edilmiş olup ($r=0,873$, $p<0,05$); Bilateral RMS ile HEARQL arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Test sonuçları arasındaki ilişkiler.

	CI Azimut Lokalizasyon		ABI Azimut Lokalizasyon		Bilateral Fonem Ayıt Etme		Bilateral Azimut Lokalizasyon	
	r	p	r	p	r	p	r	p
CI Fonem Ayıt Etme	-0,253	0,326	•	•	•	•	•	•
ABI Fonem Ayıt Etme	•	•	0,525	0,030*	•	•	•	•
Bilateral Fonem Ayıt Etme	•	•	•	•	•	•	0,009	0,974
İşitme ile ilgili yaşam kalitesi	•	•	•	•	0,873	0,001*	-0,192	0,460

ABI: işitsel beyin sapı implantı; CI: koklear implant; *: $p < 0,05$; r: Korelasyon Katsayısı

Kronolojik yaş ile bilateral RMS değeri arasında negatif yönde orta düzeyde ($r = -0,510$, $p < 0,05$) ilişki elde edilmiştir. Ancak; kronolojik yaş ile bilateral Fonem Ayıt Etme Skoru ve HEAR-QL arasında ilişki tespit edilmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 4.6.).

CI yaş ile CI Fonem Ayıt Etme Skoru arasında negatif yönde orta düzeyde ($r = -0,516$, $p < 0,05$), ABI yaş ile ABI Fonem Ayıt Etme Skoru arasında negatif yönde orta düzeyde ($r = -0,598$, $p < 0,05$) ilişkiler elde edilmiştir. CI yaş ile CI RMS ve ABI yaş ile ABI RMS arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir ($p > 0,05$). CI yaş ve ABI yaş ile HEAR-QL arasında ilişki tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Katılımcıların yaşları ve implantasyon yaşları ile test sonuçları arasındaki ilişkiler.

	Kronolojik Yaş		CI Yaş		ABI Yaş	
	r	p	r	p	r	p
CI Fonem Ayıt Etme	•	•	-0,516	0,034*	•	•
CI Azimut Lokalizasyon	•	•	-0,376	0,137	•	•
ABI Fonem Ayıt Etme	•	•	•	•	-0,598	0,011*
ABI Azimut Lokalizasyon	•	•	•	•	-0,321	0,209
Bilateral Fonem Ayıt Etme	0,437	0,079	•	•	•	•
Bilateral Azimut Lokalizasyon	-0,510	0,037*	•	•	•	•
İşitme ile ilgili yaşam kalitesi	0,381	0,132	-0,372	0,141	-0,371	0,142

ABI: işitsel beyin sapı implantı; CI: koklear implant; *: $p < 0,05$; r: Korelasyon Katsayısı

İmplant kullanım süreleri ve test sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler gözlenmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. İmplant kullanım süreleri ile test sonuçları arasındaki ilişkiler.

	CI Kullanım Süresi		ABI Kullanım Süresi		Bilateral Kullanım Süresi	
	r	p	r	p	r	p
CI Fonem Ayıt Etme	0,370	0,144	•	•	•	•
CI Azimut Lokalizasyon	0,325	0,204	•	•	•	•
ABI Fonem Ayıt Etme	•	•	0,070	0,789	•	•
ABI Azimut Lokalizasyon	•	•	0,125	0,633	•	•
Bilateral Fonem Ayıt Etme	•	•	•	•	0,456	0,066
Bilateral Azimut Lokalizasyon	•	•	•	•	-0,328	0,202

ABI: işitsel beyin sapı implantı; CI: koklear implant; *: $p < 0,05$; r: Korelasyon Katsayısı

CI ABI arasındaki süre ile Bilateral PD, Bilateral RMS ve HEAR-QL arasında ilişki tespit edilmemiştir ($p < 0,05$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. İmplantlar arası süre ile test sonuçları arasındaki ilişkiler.

	CI ABI arası süre	
	r	p
Bilateral Fonem Ayıt Etme	-0,263	0,307
Bilateral Azimut Lokalizasyon	0,117	0,656
İşitme ile ilgili yaşam kalitesi	-0,303	0,237

ABI: işitsel beyin sapı implantı; CI: koklear implant; r: Korelasyon Katsayısı

4.6. Test Sonuçlarını Etkileyen Değişkenlerin İncelenmesi

Bilateral PD değerine etkili faktörler için ABI fonem ayırt etme, ABI RMS, CI fonem ayırt etme, CI RMS, HEAR-QL ve bilateral kullanım süresi regresyon analizi modeline dahil edilmiştir. Regresyon modelinde bilateral fonem ayırt etmeye HEAR-QL'in etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Modelin açıklayıcılığı %86,5 olarak belirlenmiş olup; 1 birimlik HEAR-QL artışında bilateral fonem ayırt etme değerinde 1.015 birimlik artış olduğu bulunmuştur. Bilateral fonem ayırt etme $=11,641+1,015*HEAR-QL$ gibi bir formül ile HEAR-QL değeri bilinerek bilateral fonem ayırt etmenin tahmin edilebileceği belirlenmiştir (Tablo 4.9.).

Bilateral RMS değerine etkili faktörler için bilateral fonem ayırt etme, ABI fonem ayırt etme, ABI RMS, CI fonem ayırt etme, CI RMS, HEAR-QL ve bilateral kullanım süresi regresyon analizi modeline dahil edilmiştir. Regresyon modelinde bilateral RMS'ye ABI RMS'nin etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Modelin açıklayıcılığı %33,3 olarak belirlenmiş olup; 1 birimlik ABI RMS artışında bilateral RMS değerinde 0.426 birimlik artış olduğu bulunmuştur. Bilateral RMS $=14,049+0,426*ABI\ RMS$ gibi bir formül ile ABI RMS değeri bilinerek bilateral RMS'nin tahmin edilebileceği belirlenmiştir (Tablo 4.9.).

HEAR-QL değerine etkili faktörler için bilateral RMS, bilateral fonem ayırt etme, ABI fonem ayırt etme, ABI RMS, CI fonem ayırt etme, CI RMS, CI yaş ve aile eğitim düzeyi regresyon analizi modeline dahil edilmiştir. Regresyon modelinde HEAR-QL'e bilateral fonem ayırt etmenin etkili olduğu tespit edilmiştir ($p=0,001$). Modelin açıklayıcılığı %86.5 olarak belirlenmiş olup; 1 birimlik bilateral fonem ayırt etme artışında HEAR-QL değerinde 0.852 birimlik artış olmaktadır. HEAR-QL $=-3,991+0,852* bilateral\ fonem\ ayırt\ etme$ gibi bir formül ile bilateral fonem ayırt etme değeri bilinerek HEAR-QL'in tahmin edilebileceği belirlenmiştir (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Test sonuçlarını etkileyen faktörler.

	%95				p
	B	T	Alt	Üst	
<i>Bilateral Fonem Ayırt Etme</i>					
İşitme ile ilgili yaşam kalitesi	1,015	9,79	0,794	1,236	0,001*
<i>Sabit</i>	11,641	2,418	1,378	21,905	0,029
<i>Bilateral Azimut Lokalizasyon</i>					
ABI Azimut Lokalizasyon	0,426	2,737	0,094	0,759	0,015*
<i>Sabit</i>	14,049	2,418	2,566	34,871	0,021
<i>İşitme ile İlgili Yaşam Kalitesi</i>					
Bilateral fonem ayırt etme	0,852	9,798	0,667	1,038	0,001*
<i>Sabit</i>	-3,991	-0,783	-14,858	6,877	0,446

*: $p < 0,05$; ABI: işitsel beyin sapı implantı; B: Standardize B katsayısı; T: t değeri

5. TARTIŞMA

Mevcut çalışma, CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda fonem ayırt etme ve lokalizasyon performansı sonuçları ile işitme ile ilgili yaşam kalitelerini ortaya koymaktadır. Ek olarak; fonem ayırt etme ve lokalizasyon becerilerine CI ve ABI'nın katkıları ve bu becerileri etkileyen değişkenler incelenmiştir. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda literatürdeki en büyük örneklem ile yapılan ilk bütüncül değerlendirme sonuçlarını sunmaktadır.

Mevcut araştırmadaki birçok katılımcı çeşitli iç kulak malformasyonu ve/veya CN anomalisine sahip CI veya ABI kullanıcısıdır. Literatüre bakıldığında, CN anomalisine sahip çocuklarda implantasyon sonuçlarının normal iç kulak ve CVN yapılarına sahip çocuklara kıyasla daha kötü olduğunu bildiren birçok kanıt raporlanmıştır (144-146). CN anomalisine sahip çocuklarda CI ile elde edilen sonuçlar açık uçlu konuşma tanımadan yalnızca çevresel sese erişim sağlanabildiği vakalara kadar büyük bir değişkenlik göstermektedir. Vincenti ve ark.'nın (147) prelingual çok ileri derece işitme kayıplı, CN anomalisine sahip 5 olgunun sonuçlarını sundukları raporda; postoperatif 6. Ayda SIR 1 ve 2; 12. Ayda 1 ile 3; postoperatif 24 ile 81 ay arasında değişen son takip randevularında ise 1 ile 5 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bradley ve ark. (148) işitme cihazları ile akustik uyarana net ancak yetersiz tepki verdikleri için CI uygulanan hipoplastik CN'e sahip 6 çocuğun uzun dönem sonuçlarını sunmuşlardır. 2 ile 6 yıllık takip döneminde çocukların tümünün kabul edilebilir işitme eşiklerine sahip olmalarına rağmen; çocuklardan birinin işitsel girdi yoluyla anlama becerisi geliştirirken, diğer 5 çocuğun yalnızca sesi fark etme becerisi elde edebildiğini bildirmişlerdir. Yazarlar CI'nın kendi popülasyonu ile sınırlı olduğunu ve yalnızca belirli vakalarda CI'nın uygun olabileceği sonucuna varmışlardır. Benzer bulgular CI uygulanan CN anomalisine sahip 9 çocuğun sonuçlarını sundukları çalışmalarında Zhang ve ark. (149) tarafından da bildirilmiştir. Bununla birlikte, CN anomalisine sahip CI uygulanmış çocuklarda belirgin konuşma algısını raporlayan çalışmalar da mevcuttur (150-152). Shelton ve ark. (153) 1989'da ilk kez, dar İAK'a sahip olup CI uygulanan 3 çocukta işitsel yanıtın olmamasının CN yokluğu ile ilgili olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Sonuç olarak; iç kulak malformasyonuna sahip CI kullanıcıları arasında performans farkları olduğu görülmektedir. CN anomalisine sahip CI'lı olgularda elektriksel uyarım koklear nükleus kompleksine ulaşamayıp, çıkan işitsel yolları yeterince aktive edememesine bağlı olarak bazı olgularda zayıf sonuçların görülebildiği düşünülmektedir (154). Bazı olgularda ise sınırlı da olsa CI'dan fayda sağlandığı belirtilmektedir (150, 155). Bu ikilem için olası iki temel açıklama mevcuttur. Birincisi; bazı koklear liflerin ayrı bir sinir olarak değil, vestibüler veya fasiyal sinirlerle birlikte seyretmesidir. Anatomik çalışmalar koklear ve vestibüler sinir demetleri arasında anostomotik bağlantıların varlığını kanıtlamıştır (156, 157). İkincisi, MRG'nin uzamsal çözünürlüğünün sınırlamalarıyla ilişkili olarak görüntüleme tanımlanamayan az sayıda koklear liflerin varlığıdır. Bu hipotez Song ve ark. (158) tarafından doğrulanmıştır.

Mevcut çalışmada, 17 olgudan CI'lı kulaklarında normal CN'e sahip olan yalnızca 3 olgu bulunmaktaydı. Diğerleri CN hipoplazisi ve ortak CVN anomalisine sahipti (Bkz. Tablo 4.2.). Normal CN'e sahip olguların CI ile fonem ayırt etme skorlarının %60 ile %90 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. CN anomalisine sahip olanlarda ise fonem ayırt etme skorları %20 ile %70 arasında değişkenlik göstermiştir (Bkz. Şekil 4.1.). Bu olgular arasında CN anomalisine sahip olan ve olmayanların performansları arasındaki bu farklılık literatürdeki bulguları destekleyici niteliktedir. CN anomalisine sahip olan ve olmayan CI kullanıcılarını birbirleri ile istatistiki olarak karşılaştırmak örneklem büyüklüğü açısından zor olmasına rağmen mevcut çalışmadaki örneklem sayısı literatür için oldukça büyük bir gruba temsil etmektedir.

CN'in yanı sıra kokleanın anatomik bütünlüğü ve eşlik eden malformasyonlar da önemlidir. Mevcut çalışmada 17 olgudan 16'sı çeşitli iç kulak malformasyonlarına sahipti (Bkz. Tablo 4.2.). 1997-2018 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi'nde CI ve ABI almış toplam 2639 vakadan 278'i çeşitli iç kulak malformasyonuna sahiptir (159). Bu olgulardan elde edilen işitsel algı ve dil gelişimi sonuçlarına göre; iç kulak malformasyonları arasından ortak kavite en düşük performansla sonuçlanan malformasyon olup, ortak kaviteyi koklear hipoplazi ve daha sonra sırayla IP-I ve IP-III takip etmektedir. Dilate vestibül ve IP-II malformasyonu IP-III'ü takip ederken en

iyi işitsel algı performansı ise GVA olgularından elde edilmiştir (159-166). İç kulak malformasyonuna sahip çocukların daha yoğun bir işitsel rehabilitasyon programına dahil edilmesi ve düzenli aralıklarla takiplerinin yapılması önerilmektedir (159).

Goffi-Gomez ve ark.'nın (167) 5 prelingual ve ABI öncesi rezidüel işitmesi bulunmayan işitme kayıplı 4 çocukta ABI sonuçlarını yayımladıkları bir raporda Küçük Çocuklar İçin Anlamlı İşitsel Deneyim Skalası (*Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale*, IT-MAIS), Erken Konuşma Algısı (*Early Speech Perception*, ESP) ve Konuşmanın Anlamlı Kullanımı Ölçeği (*Meaningful Use of Speech Scale*, MUSS) uygulanmıştır. Buna göre; IT-MAIS skorlarının %4 ile %70; MUSS skorlarının %8 ile %50, ESP işitsel kategorisinin ise 0 ile 2 arasında değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Ek olarak, en yüksek IT-MAIS skorları elde edilen kullanıcının en az aktif elektrotta sahip ve diğer çocuklara kıyasla en uzun süreli kullanıcı olduğu bildirilmiştir. Colletti ve ark.'nın (168) yaşları 14 ay ile 70 yıl arasında değişen, tümör dışı etiyolojilere sahip olan 54 ABI kullanıcısının sonuçlarını bildirdikleri raporlarında postoperatif bir yıl içerisinde cümle tanıma sonuçlarının %12 ile %100 arasında olduğunu göstermişlerdir. Diamente ve Pallares (169) 3 ve 10 yaşındaki ABI kullanıcısı 2 çocuğun sonuçlarını bildirmişlerdir. Her ikisinin ABI'ları ile işitme eşikleri 35 dB HL olup; olgular Ling'in seslerini tam olarak algılamış ve 6 aylık kullanımdan sonra isimlerine tepki vermeye başlamışlardır. Verilen bulgular ışığında; tümör dışı etiyolojiye sahip olguların dahil edildiği çalışmamızda da olduğu gibi, ABI ile algısal sonuçların oldukça geniş bir aralıkta değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Martins ve ark.'nın (170) yayımlanan bir sistematik derleme çalışmasında ABI ile prelingual işitme kayıplı çocukların sesi fark etme, konuşma seslerinin çoğuna erişim, temel işitsel algı becerileri, çevresel sesleri tanıma, sık kullanılan bazı deyimleri tanıma, kapalı uçlu kelime ayırt etme gibi becerilere erişebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çoğu olguda erken ve uzun dönemlerde ifade edici dil becerileri zaman içerisinde ilerlemiş; bazı olgularda ise sabit kalmıştır. Seçilen çalışmalarından yola çıkıldığında, literatürde çok az çalışma olmasına rağmen, ABI'nın çocukların işitsel gelişiminde etkili bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir (16, 171-173). İşitsel işlevi değerlendiren çalışmalarda ABI'nın faydalarına ilişkin

sonuçlara bakıldığında; ABI'lı çocukların postoperatif kısa bir dönemde sesleri algılayabildikleri ve seslere tutarlı bir şekilde tepki verebildikleri, sesleri ayırt edip tanıma becerisi geliştirebildikleri gözlemlenebilmektedir. Ek olarak, çocukların çoğu konuşma seslerinin çoğunu algılayabilmektedir (20, 171, 174, 175). Ancak bazı olgularda tutarlı tepkiler gözlemlenmesi ve kısa vadede çevresel seslerin ve sık kullanılan deyimlerin tanınması gerçekleşse de bazı olgularda sese karşı tutarlı bir şekilde tepki gözlenmemektedir (171).

Mevcut çalışmada olguların yalnızca ABI ile fonem ayırt etme skorları %0 ile %75 arasında değişmiştir (Bkz. Şekil 4.1.). Olgulardan 4'ünün yalnızca ABI ile fonem ayırt etme performansı %20 ve altında bulunmuştur. Bu olguların tümünün en az 2 yıllık ABI ile işitsel deneyimi mevcuttu (Bkz. Tablo 4.2.). Sahip oldukları iç kulak malformasyonları bakımından diğer olgularla benzer bir dağılım göstermelerine rağmen ABI yaşları 40-59 ay arasında değişmekte olup; implantasyon yaşları, performansı daha iyi olgulara kıyasla nispeten daha büyüktü. Bu olgular bağlamında; fonem ayırt etme performansının oldukça düşük olmasının ABI yaşı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. ABI konjenital koklear malformasyon ve/veya CN anormallikleri olan ve CI'dan fayda göremeyecek çocuklarda işitme ve dil becerileri açısından önemli faydalar sağlayan bir alternatif olduğu görülmekle birlikte üç yaşın altındaki çocuklar implante edildiğinde daha iyi sonuçlara ulaşıldığını akılda tutmak önemlidir (171-173). Ek olarak, bu faydalara rağmen iletişim ve işitsel becerilerin gelişiminin yavaş olduğu ve uzun süreli bir müdahalenin gerekliliği unutulmamalıdır (16). Çalışmalar ABI'nın faydalarına rağmen, sonuçların normal anatomiye sahip CI'lı çocuklarda olduğu kadar tatmin edici olmadığını da vurgulamaktadır (16, 171, 173, 176).

Olgularımızdaki kötü sonuçlar da dahil olmak üzere tüm çocuklar ABI'larını düzenli olarak kullanmaktaydılar. Literatüre bakıldığında optimal sonuçlar için kullanıcıların ek engel, kronik hastalık vb. gibi başka sağlık problemlerine sahip olmamaları, görme duyularının iyi olması, sözlü iletişim kurmaya hevesli, anatomik yapıların kabul edilebilir, kullanıcı ve aile beklentilerinin makul ve gerçekçi, motivasyonun yüksek olması gerektiği bildirilmiştir. Bununla birlikte iyi destek gruplarının varlığı da yaşanan sorunlarla başa çıkma becerileri üzerinde olumlu

etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir (167). Bu bağlamda değerlendirildiğinde bu bireylerin ve ailelerinin psikolojik destek ve danışmanlık almaları yönünde bilgilendirilmeleri, ABI kullanıcısı diğer bireylerle iletişim kurabildikleri destek gruplarına dahil edilmeleri faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yukarıda bahsedilen olgular hakkındaki bir diğer husus da CI ile kontralateral kulakta ABI kullanmalarıdır. Bu konuyla ilgili yaygın görüş belirgin bir sinir olan taraf, CN hipoplastik dahi olsa, merkezi işitsel yol için aracı olabileceğinden CI uygulanması yönündedir (177). Güncel çalışmalar ABI'yı CI'ın kontralateral tarafına implante etmelerinin ardındanki performansa odaklanmaktadır (175). Bununla birlikte hala sınırlı veri bulunmaktadır. Sennaroğlu ve ark. (81) 2016 yılında yayınladıkları bir raporda bilateral stimülasyonun tek taraflı stimülasyondan daha üstün olduğunu ve müdahale için uygun zamanlamanın sınırlı kritik dönemden yararlanacağı temelinde eş zamanlı CI ve ABI uygulamalarının önemini vurgulamışlardır. Friedmann ve ark. (177) öncelikle CI uygulanmış ve birkaç yıl sonra bile CI'dan objektif fayda sağlamayan 4 çocuğa kontralateral ABI uygulamışlardır. Olgulardan birincisinde 2 yıllık bilateral stimülasyon sonucunda açık uçlu konuşma algısında yalnızca CI ile %30, yalnızca ABI ile %60, bilateral koşulda ise %70 performans seviyesine ulaşmış olup; 3,5 yıllık bilateral stimülasyon sonucunda biltareal koşulda %100'e ulaşmıştır. Bir diğer olgu ABI aktivasyonundan sonraki 1 ay içerisinde ismine tepki vermeye ve sesini kullanmaya başlamıştır. 6 aylık değerlendirmede 20-40 dB'de tonal uyarıları tespit etmiş olup, birinci yıl takibinde 5-7 kelimelik cümleleri anlayabilir hale gelmiştir. Subjektif açıdan değerlendirildiğinde hastanın bilateral stimülasyon durumunda daha rahat ve kendine güvendiği bildirilmiştir. Tüm olguların değişen derecelerde de olsa bilateral stimülasyonu takiben daha fazla işitsel ve dil becerilerini geliştirdiği ve tek başına her iki cihazdan daha fazla objektif fayda sağladığı görülmüştür.

Mevcut çalışmada olguların bilateral stimülasyon ile fonem ayırt etme performansının %20 ile %86 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca, bilateral stimülasyon ile fonem ayırt etme performansı yalnızca ABI'a kıyasla istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek elde edilmiştir. Tersine, yalnızca CI ve bilateral stimülasyon arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bununla

ilgili olası açıklamalardan biri, her ne kadar örneklem sayısı araştırma sorusunun en büyük örneğini temsil etse de mevcut sayının sınırlı olması olabilir. Bireysel sonuçlara bakıldığında 17 olgudan 9'unun bilateral stimülasyon ile fonem ayırt etme performansının daha yüksek olduğu görülmekte olup; bu bulgu bu açıklamayı destekleyici niteliktedir. İkincisi; CN anomalilerinin yukarıda bahsedilen performans sınırlılıklarıyla ilişkili olabileceğidir. Katılımcıların çoğu CI'lı tarafta CN anomalisine sahiptir. Bu performans kısıtlamasının bilateral stimülasyon durumunda da etkileşime girebileceği düşünülmektedir. Üçüncüsü; CI ve ABI modalitelerinin birlikte kullanımında birinin parazite neden olarak bilateral performansı düşürebileceğidir. Olgularımızdan 5 tanesinin bilateral stimülasyon ile fonem ayırt etme performansının unilateral en iyi performansından daha düşük olduğu görülmektedir. Bunlardan 3'ünün CI ile performansı daha yüksek olup; bu olgulardan 2'sinin CN'i normaldi. Bu bağlamda değerlendirildiğinde; normal anatomiye sahip bir CN'den beyin sapına iletilen bilgilerin, ABI tarafından sağlanan beyin sapındaki elektriksel stimülasyon ile nasıl bir etkileşime geçtiği sorusunu sormak oldukça ilgi çekicidir. Bununla ilgili deneysel ve fizyolojik çalışmaların planlanmasının bu etkileşimin doğası hakkında aydınlatıcı olabileceği düşünülmektedir. Olgulardan geriye kalan 2'sinin ise ABI ile performansı bilateral stimülasyondan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu olgular CI'lı taraflarında şiddetli iç kulak malformasyonlarına sahip olmanın yanı sıra, CI ile performanslarının da düşük olduğu dikkati çekmektedir. Daha düşük performansa sahip olgularda bu durumun tersi görüldüğünden, mevcut veriler bu konuyla ilgili yorum yapmak için yetersizdir.

Yukarıda bahsedilen tüm olasılıkların değerlendirilmesinde çeşitli zorluklar vardır; çünkü kullanılan işitme ve dil değerlendirmeleri bu hasta popülasyonunda olduğu gibi, anatomik farklılıklara sahip çocuklar için tasarlanmamıştır. Kullanıcıların aynı yaştaki akranlarına kıyasla bir bakış açısı sunmakla birlikte ilerlemeyi değerlendirmede bazı gelişmelerin kaçırılabilmesine yol açabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde mevcut araçlarla değerlendirmedeki zorluklar da performansı düşük çocuklardaki değerlendirmeleri sınırlandırabilmektedir. Performans artışı aynı zamanda büyük ölçüde ailenin desteği, işitsel rehabilitasyon ve konuşma terapisine katılım motivasyonu ile de ilişkilidir. Ayrıca dikkat, hafıza, kavramsal gelişim ve test görevinin anlaşılması gibi faktörlerin de çocuklarda konuşma algısı performansını

etkileyebildiği bilinmektedir (178). Konuşma uyarını kontrastlarının sentetik olarak üretilmiş olması, yüksek bellek ve soyut kavram kullanımı talepleri ve alışılmadık test öğeleri performans üzerinde etkili olup; düşük performansın konuşma algısı performansı zayıflığından ziyade bunlarla ilişkili olabileceği öne sürülmektedir (179).

Bilateral stimülasyon ile performanstaki artış birçok faktöre bağlı olabilir. Yukarıda bahsedilen çalışmalardaki olguların daha önce CI'dan hiç fayda görmedikleri göz ardı edilmiş olup yalnızca ABI'nın katkısına odaklanılmıştır. Artan performansın zamana bağlı deneyimle de ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Batuk ve ark. (176) CI ve kontralateral ABI kullanıcısı çeşitli iç kulak malformasyonlarına sahip çocukların işitsel algı sonuçlarını sundukları bir çalışmada yalnızca CI veya ABI koşuluna kıyasla bilateral stimülasyon ile işitsel algı puanlarının daha iyi olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde Anlamlı İşitsel Deneyim Skalası (*Meaningful Auditory Integration Scale, MAIS*) puanları, patern algısı ve kelime tanıma puanları da bilateral stimülasyon koşulunda yalnızca CI veya ABI koşuluna kıyasla daha yüksek elde edilmiştir. Ek olarak; kronolojik yaş ve ABI yaşı ile işitme performansı arasında negatif korelasyon bulmuşlardır.

Mevcut çalışmada da CI ve ABI yaşları ile CI ile fonem ayırt etme performansı ve ABI ile fonem ayırt etme performansı arasında negatif yönlü ilişkiler elde edilmiş olması, işitsel deneyim süresinin bilateral fayda üzerindeki destekleyici etkisi konusundaki görüşü desteklemektedir. Bununla birlikte, kronolojik yaş ile artan deneyimin ise çalışmamızdaki sonuçlarla anlamlı bir ilişkisi saptanmamıştır. Young ve ark. (180) çeşitli CN anomalilerinde CI'dan belirgin bir şekilde görülecek faydanın uzun yıllar alabileceğini belirtmişlerdir. Bu faydanın beyin sapının ABI'dan gelen doğrudan stimülasyona tepkisi ile ilişkili olabileceği de düşünülmektedir. Genç yaşlarda beyin sapının elektriksel uyarılara uyum sağlamak ve CI ile sağlanan bilgileri daha iyi işlemek için nöroplastik potansiyeli koruyabileceği düşünülmektedir (177). Bir diğer olası açıklama; ABI'nın hastalara sesi yorumlama ve konuşma üretiminde bir paradigma veya strateji oluşturmak için yeterli işitsel uyarını sağlamış olabileceğidir. Bu da CI ile alınan bilgilerin daha fazla kullanılmasına imkan tanıyabilir. Bunun tersine mevcut çalışmada CI ile fonem ayırt etme performansı ile bilateral stimülasyondan elde edilen fonem ayırt etme skorları arasında anlamlı bir

farklılık saptanmamıştır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, bahsedilen bu katkı ABI lehine görünmektedir.

Öte yandan, mevcut çalışmada CI, ABI ve bilateral kullanım süreleri ile fonem ayırt etme performansı arasında anlamlı ilişkiler saptanmamıştır. Artan deneyimle birlikte performansta bir artış beklense de çalışmamızda yer alan katılımcılar en az 12 aylık bilateral kullanım süresine ve daha uzun süreli CI ve ABI deneyimine sahiptiler. Bu bulgu kullanıcıların testlerdeki en yüksek performanslarına zaten ulaştıklarından anlamlı bir ilişki ortaya koyulamadığını düşündürebilir. Bir diğer olası açıklama; kısıtlı örneklem sayısına bağlı olarak, anlamlı farklılığı ortaya koyacak dağılıma sahip bir örneklem olmamasıdır. Bu konu hakkında daha fazla çıkarım yapabilmek için kısa ve uzun dönem takipleri içeren longitudinal araştırmalar planlanmalıdır.

CI ile kontralateral ABI uygulamalarında performans üzerinde etkili bir diğer faktör de kuşkusuz implantasyonlar arası süredir. Batuk ve ark. (176) CI ve ABI arasındaki sürenin mümkün olduğunca kısa tutularak CI'dan yeterince fayda görülemediği durumlarda kontralateral ABI'nın 12-18 ay içerisinde yapılmasını önermişlerdir. Mevcut çalışmada implantlar arası süre ortanca değeri 18 bulunmuş olup fonem ayırt etme becerisi ile anlamlı ilişkiler elde edilememiştir. Bu durumun implant kullanım sürelerine benzer şekilde en yüksek performansa ulaşma veya örneklem sayısı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

CI ve ABI kullanıcısı çocuklarda konuşma algısı sonuçları kuşkusuz işitsel implant sistemi ile ilgili değişkenlere de bağlıdır. İşitsel sistemin frekans bileşenleri arasındaki farklılaşmayı içeren bir özellik olan spektral çözünürlük, bireyin frekans bileşenleri arasında ayırım yapma yeteneğini ifade etmektedir. Frekans çözünürlüğü yeteneği CI veya ABI kullanıcıları arasında da değişkenlik göstermektedir. Normal işiten bireyler işitsel implant sistemlerindeki işleme simülasyonları kullanılarak test edildiğinde sonuçların genellikle işitme cihazı ve normal işiten bireylerden daha zayıf olduğu görülmüştür (181, 182). Bu sistemlerde spektral çözünürlük elektrotların sayısı ve işlemci ayarlarıyla sınırlansa da aslında implant sisteminin ötesinde performans sınırlamaları mevcuttur (182-184). Sağlam nöronların sayısı, işlevselliği ve konumu, uyarılabilir nöronlara göre elektrotların konumu ve akımın yayılımı için impedans yolu gibi faktörler bulunmaktadır (185-187). Her bir elektrottan gelen

uyarımın ne ölçüde bir nöral uyarılma modeliyle sonuçlandığına uzamsal seçicilik adı verilebilir. Bireye özgü uyarımın bir özelliği olan uzamsal seçicilik spektral çözünürlüğü sınırlayabilmektedir (188). Spektral çözünürlük de konuşma algısı ile ilişkili olduğundan ve uzamsal seçicilik spektral çözünürlüğün temelini oluşturduğundan uzamsal seçicilik ile konuşma algısı arasında da bir ilişki olması beklenir (181, 182, 189-191). Mevcut çalışmada programlama parametreleri ve aktif elektrot sayısı gibi değişkenler örneklem büyüklüğünün kısıtlı olması sebebiyle hesaba katılmamıştır. Bu durum ilgili değişkenlerin araştırma sonuçları üzerindeki etkisini ekarte edememektedir.

ABI ile performansın nasıl olacağını açıklamak için işitsel sistemin farklı seviyelerinden itibaren elektriksel uyarılara maruz kalmasının nasıl etkilerinin olduğunun iyi anlaşılması gerekmektedir. 1960'larda, işitme sisteminin elektrikle uyarılması, normal işitme tarafından üretilen sinir aktivitesinin karmaşık spektral-zamansal modellerini yeniden yapılandırmak için çok kaba bir yöntem olarak görülüyordu. Ek olarak, kokleadan gelen karmaşık bilgi kalıplarını işlemede beynin rolü büyük ölçüde hafife alınmıştır. Literatüre bakıldığında o zamanlar koklear işlemlenin karmaşıklığına odaklanılmış olup, elektriksel stimülasyonun sağladığı doğal olmayan nöral aktivasyon kalıplarının yalnızca temel işitsel duyumlara izin vereceğinin düşünülmekte olduğu görülmektedir (192). Son 30 yılda, CI'lar, modern çok kanallı cihazlarla ortalama cümle tanınmanın %90'dan daha doğru olduğu ve hastaların konuşmayı, hatta çoğunun telefonla kolayca iletişim kurabilecek kadar iyi anlayabildiği bir noktaya kadar istikrarlı bir şekilde gelişmiştir. Her ne kadar zamansal incelikli yapı bilgisini iletmede hala kısıtlılıkları olduğu bilinse de işitmenin bazı yönlerinin, koklear fizyolojik tepkilerin karmaşıklıkları üzerinde durmayı gerektirmediği artık açıktır. Karmaşık ses perdesi ve binaural lokalizasyon gibi diğer işitsel yetenekler, kritik olarak koklear işlemlenin özel ayrıntılarına dayanır ve bu nedenle CI sistemleri tarafından iyi temsil edilemez (193). Ses lokalizasyonu ve gürültüde konuşmayı tanıma gibi gerekli binaural ipuçları temsilleri bilateral CI uygulamaları ile sağlanmaya çalışılmaktadır (193, 194). Bir yaşından önce CI uygulanan bebekler normal konuşma algısı ve dil becerisine ulaşmanın yanı sıra yetişkin CI kullanıcılarının sahip olduklarının ötesinde müzikal yeteneklere sahip olabileceği bildirilmiştir (195). Ancak ergenlik döneminde implante edilen konjenital

işitme kayıplı çocukların, yıllarca günlük kullanımdan sonra bile implanttan sınırlı fayda sağlayabileceği bilinmektedir. Bu bağlamda elektriksel uyarılara adaptasyonun ve işlemlenin kritik dönem ile ilişkili olduğu açıktır (192). Bu bilgiler ışığında; merkezi işitsel işlemlenin periferal aktivasyon şablonunun spektral olarak zayıf, zamansal incelikli yapı açısından doğal ve hatta periferal bilgi şablonunun bozuk olduğu durumlarda bile konuşma tanımaya izin verdiğini açıkça görülmektedir (196).

Peki 1970'lerde temelleri atılan ve işitme sinirini de atlayarak beyinsapındaki işitsel işleme merkezini uyaran ABI sistemleri ile bu süreç nasıl işlemektedir? CI ve ABI'nın performansındaki büyük farklılıkların nedeni hala tam olarak anlaşılamamıştır; çünkü her ikisi de benzer sinyal işleme ve benzer sayıda uyarıcı elektrot kullanır. Her iki cihaz da ses dalgalarını toplayan harici bir mikrofon ve ses dalgalarını deri altına implante edilen bir alıcıya iletilen elektriksel darbelerle dönüştüren bir konuşma işlemcisinden oluşur. Alıcı, elektriksel uyarıları CI'da koklea içine, ABI'da koklear nükleuslara implante edilmiş bir mikroelektrot dizinine gönderir. CI cihazlarında, kokleaya çok sayıda uyarıcı elektrot yerleştirilir, böylece elektrotlar kokleanın baziler zarı boyunca farklı konumlarda bulunur. Kokleanın mekaniği, baziler zarın tonotopik olarak organize edildiği şekildedir; yani, yüksek frekanslı sesler baziler zarın tabanındaki tüylü hücreleri aktive ederken, düşük frekanslı sesler baziler zarın apeksine yakın tüylü hücreleri aktive eder. Harici bir mikrofon tarafından alınan ses, önce bir mikroişlemci tarafından analiz edilir ve ardından her bir frekans bölgesinden gelen bilgileri temsil eden bir elektrik sinyali, her bir tonotopik lokasyondaki uygun elektrota iletilir. Böylece, CI sistemleri kokleanın frekans aralığının çoğuna erişebilir ve elektrik sinyallerinin beyin sapının koklear nükleusların uygun (tonotopik) bölgelerine ve ardından daha yüksek işitsel işleme merkezlerine yayılması için işitsel sinir liflerinin doğru popülasyonlarını doğrudan uyarabilir (192).

Buna karşılık ABI sistemlerimde ise mikroelektrot dizini, retro-mastoid alandaki bir açıklıktan sokulur, beynin dördüncü ventrikülünün yanal girintisine iletılarak koklear nükleusların yüzeyi üzerine yerleştirilir. Koklear nükleuslar, sesin frekans bilgisini inferior kollikulus, medial genikülat çekirdek ve işitsel korteks gibi daha yüksek işitsel merkezlere ileten işitsel sistemin bir parçasıdır. Koklear nükleuslar,

yüzeğe sıg bir açıyla yönlendirilmiş bir harita ile tonotopik olarak düzenlenmiştir. Bu anatomik yapı nedeniyle, bir yüzeysel elektrot dizini üzerinde farklı elektrotlarla tonotopik olarak seçici aktivasyon elde etmek zor veya imkansızdır. Yüzeysel ABI elektrotlarının uyarılması, net bir tonotopik düzen olmaksızın daha zayıf perde duyumları üretir. Buna bağılı olarak çoğı ABI hastası, uygulama yaptıktan aylar ve yıllar sonra bile açık uçlu konuşma algısı geliştiremeyebilir (54, 192). ABI sistemlerinde tonotopik çözünürlük eksikliğınin bir diğıer sebebi de stimölasyon için gerekli yüksek akımdır. Mevcut alanlar her bir elektrottan daha geniş bir şekilde yayılır ve farklı nöral popölasyonları uyarımayabilir. Mevcut ABI sistemlerinin sınırlı başarısı, koklear nükleusların yüzeysel elektrotlarıyla uyarılmasının, ses modölasyonu/periodykliği hakkında bilgi ve ses *onset/offset* hakkında bilgi çıkaran özel nöral devrenin işlenmesini atlama olasılığına da bağılanmaktadır. Özet olarak; ABI sistemlerinin basiler membranın spektrum analizi işlevi, tüy hücrelerinin nöral transdüksiyonu, CN ve koklear nükleuslarda meydana gelen nöral işlemler gibi birçok işlevleri atlaması sebebiyle CI'lerden daha düşük performansla sonuçlandığı düşünölmektedir. Ek olarak; ABI'nın koklear nükleuslarda ürettiğı aktivasyon paterninin doğıal olmayıp elektrotlar arasında tonotopik stimölasyonu koruyamayabileceğı düşünölmektedir (192).

Bunun tersine Colletti ve ark. (168, 197) tümör dışı etiyojolojiye sahip kullanıcılarda, koklea ve CN'i atlamasına ve ABI elektrot dizininin doğıal olmayan tonotopik aktivasyon modeline rağımen, bir ABI ile yüksek düzeyde konuşma tanımının hatta telefon ile akıcı konuşmanın bile elde edilebileceğini bildirmişlerdir. Bu sonucun, beynin örüntü tanıma yeteneğinin gücünü gösterdiğı belirtilmiştir. Çocuklardaki genel görüş ise, sinir sisteminin erken plastisitesinin, küçük bebeklerin konuşma tanıma için bir ABI'dan nöral aktivitenin işitsel modelini entegre etmesine izin verebileceğı yönündedir (192). Gelişim için önemli olan kritik dönem CI ve ABI için eşit derecede geçerlidir (197, 198). 2 yaşından önce ABI alan konjenital işitme kayıplı çocukların konuşmayı anlamak için ABI stimölasyonunu kullanmayı daha iyi öğrenmeleri muhtemeldir. Edinilmiş işitme kayıplarında ise çocukların ABI'yı konuşmayı anlamak için kullanma olasılığı yine daha yüksektir. CI'larda olduğı gibi, 5 yaşından sonra ABI alan konjenital işitme kayıplı çocukların, yalnızca ABI ile konuşmayı anlama geliştirme olasılığının daha düşük olacağı unutulmamalıdır (192).

Bu bağlamda değerlendirildiğinde çalışmamızda CI ve ABI ile elde edilen performanslar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bilateral performans ise yalnızca ABI ile dinleme koşuluna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir. Fonem ayırt etme performansı sonuçları bu hastalarda CI ile kontralateral ABI uygulamalarında ABI'nın yukarıda detaylı bir şekilde bahsedilen kısıtlılıklarına yeni bir yol açtığını göstermektedir. Mevcut veriler yalnızca CI sistemleri ile belirli bir performansa ulaşılsa da ABI sistemlerinin bilateral stimülasyon olmadan bu popülasyonda tek başına yetersiz, ancak CI sistemlerinin katkısı ile daha iyi bir performansla sonuçlandığını göstermektedir. Ancak bunun doğasının daha iyi anlaşılabilmesi için işitsel yollarının farklı kısımlarını ölçen, detaylı elektrofizyolojik değerlendirmelere ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

İmplantasyon sonuçlarında bir diğer önemli faktör de öğrenmenin rolüdür. Beyne sesi temsil eden yeni bir nöral aktivite modeli sunulduğunda, model hemen doğru bir şekilde yorumlanamayabilir (199). Nöral aktivasyon paterni, beynin daha öncesinde varsa sahip olduğu deneyime bağlı aşına olduğu akustik paternler ile benzer olduğunda, seslerin tanınması stimülasyondan çok kısa bir süre sonra gerçekleşebilir (192). Bununla birlikte, CI kullanıcılarının performansı genellikle ilk 3 ayda hızla ilerleme gösterir (200). Ancak bazı durumlarda performans yalnızca küçük miktarlarda artış göstererek ortalama performansın çok altında bir seviyede platoya ulaşabilir. Bu gibi durumlarda, sınırlamanın hasarlı bir periferik sistemden mi yoksa programlamadaki bir yetersizlikten mi kaynaklandığı açık olmayabilir (201). Bu konuda bir diğer önemli nokta; performansı önemli ölçüde artıran bir teknik olan işitsel eğitimidir (202). Mevcut çalışmada tüm katılımcılar düzenli işitsel eğitim almaktaydılar. Fu ve ark. (199, 203) uzun süreli işitsel yoksunluğa sahip hastalarda bile, kısa süreli bir işitsel eğitim ile kelime ve cümle tanıma performansının %20 oranında iyileştirilebileceğini göstermişlerdir. NF2 etiyojisine sahip ABI kullanıcılarında da benzer şekilde işitsel performans yıllar içinde gelişmeye devam etmektedir (204). Benzer şekilde, Colletti ve Shannon (197) tümör dışı etiyojiye sahip ABI kullanıcılarının aktivasyonun ilk 6 ayında, CI kullanıcılarına benzer şekilde performansta çarpıcı gelişme gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak; geçmişte ABI sistemlerinin asla CI sistemleri ile aynı düzeyde konuşma tanımaya izin vermeyeceği düşünülmesine rağmen günümüzde birçok tümör dışı etiyojiye sahip

ABI kullanıcısının, CI'larla karşılaştırılabilir performans gösterebildiği görülmektedir (168, 192). Mevcut çalışmada da CI ve ABI arasında fonem ayırt etme performansı açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu durum bir kulakta CI ve kontralateral kulakta ABI kullanan olgularda her iki modalitenin karşılaştırılabilir benzer bir performans gösterildiğini ortaya koymaktadır.

İşitme kaybı günlük hayatta sebep olduğu birçok sorunların yanı sıra ses lokalizasyonunu da etkilemektedir. İletim tip işitme kaybı, unilateral veya bilateral S/N tip işitme kaybı, tek taraflı çok ileri derece S/N işitme kaybı ve santral işitme kaybı gibi farklı tipteki işitme kaybına sahip kişilerin lokalizasyon becerilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, işitme kaybının 25 dB HL'i geçmediği durumlarda lokalizasyon becerisinin normal işitmeye yakın olduğu bulunmuştur (205). Bununla birlikte; 35 dB HL'i aşan unilateral ve bilateral kayıpların hem horizontal hem de vertikal açılarda lokalizasyon yeteneğini etkilediği görülmüştür (205). Benzer şekilde; Kramer ve ark. (206, 207) çeşitli tip ve derecelerde işitme kaybına sahip 239 kişinin öz bildirimlerini toplayarak bireylerin kendilerini ne ölçüde engelli gördüklerini araştırdıkları çalışmalarında gürültüde ses anlaşılabilirliği ve lokalizasyon ile ilgili sorunların en sık görülen engeller olarak kabul edildiğini göstermişlerdir.

Literatüre bakıldığında; ABI ve CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda lokalizasyon becerilerinin raporlandığı çalışma bulunmamaktadır. Mevcut veriler yetişkin olgu sonuçlarına dayanmaktadır (168) . Bu açıdan bakıldığında, konjenital bilateral çok ileri derece işitme kaybına sahip çocukların lokalizasyon becerisini araştıran çalışmalar işitsel sistemin plastisitesi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Konjenital bilateral çok ileri derece işitme kaybına sahip olgular uygun iç kulak ve CN anatomisine sahipler ise bilateral CI adaydırlar (208). Normal işitme, konuşma ve dil becerilerini desteklemek için tercihen en geç 12 aylıkken CI uygulanmaktadır (209). Zheng ve ark. bilateral CI kullanıcısı çocuklarda uzamsal işitmeyi araştırdıkları bir çalışmada artan bilateral işitme deneyimiyle, akustik alanla daha iyi hizalanan algısal bir alan haritası geliştirildiğini ve CI kullanıcısı çocuklarda uzamsal işitme becerilerinin deneyime bağlı olarak geliştiğini göstermişlerdir. Lokalizasyon stratejilerinin, sağlam kaynak kategorizasyon stratejilerinden daha ayrıntılı konum belirleme stratejilerine geçiş yaptığını belirtmişlerdir. Teorik açıdan bakıldığında, CI

ile kontralateral ABI kullanıcılarında sağlanan bilateral stimülasyonun, bilateral CI ile karşılaştırılmaz olduğu düşünülse de nöral plastisite için kanıt sağlayabileceği düşünülmektedir.

Erişkinlerde CI çalışmalarına bakıldığında, lokalizasyonun normal işitme ile aynı doğruluğa ulaşması pek olası görünmese de çocuklarda normal gelişime yakın yaşlarda uzamsal işitmeye izin vermek için bilateral erken dönem işitmenin sağlanması gerekmektedir. Mevcut bulgulara rağmen bebeklik döneminde işitme kaybına bağlı bozulmuş ses lokalizasyonunun günlük yaşamda öğrenmeyi ve etkileşimi nasıl bozduğuna dair hala çok az şey bilinmektedir (210). Lokalizasyon açısından önemli olan baş ile ilgili transfer fonksiyonu sesin geliş açısına bağlı olarak horizontal veya vertikal düzlemlerde değişir. Bu sebeple işitme cihazı veya işitsel implant kullanan bir işitme kayıplı bireyin, cihaz mikrofonu ve hoparlörünün yerine bağlı olarak, baş transfer fonksiyonunda farklılıklar söz konusudur (211).

Bilateral CI uygulamaları simültane veya ardışık yapılabilmekle birlikte, simültane veya implantasyonlar arası geçen sürenin mümkün olduğunca kısa olması önerilmektedir (212). Bununla birlikte horizontal ses lokalizasyonu her ne kadar bilateral implantasyona bağlı olarak gelişebilen önemli ve erken edinilebilir bir işitsel yetenek olsa da yaklaşık 2 yıl gibi uzun unilateral işitme süresine ve 4 yaş gibi nispeten geç uygulanmış ardışık implantasyona rağmen sistematik olarak gelişebilmektedir. Bilateral stimülasyonun ardından lokalizasyon keskinliği ve doğruluğunun gelişimi normalden zayıf olsa da birkaç yıl içerisinde gelişmektedir (213-215). Benzer şekilde Asp ve ark. (210) bilateral CI kullanıcısı çocukların horizontal lokalizasyon becerileri ile normal işiten çocukları inceledikleri bir çalışmada ileri ve çok ileri derece işitme kaybı olan çocuklarda gelişim hızının erken ve geç implante edilen çocuklara benzer olduğunu ve normal işiten çocuklarla benzer gelişme oranları sergilediklerini göstermişlerdir. Bu benzerlikler horizontal lokalizasyon becerilerinin gelişimi için içsel bir mekanizma olduğunu akla getirmektedir (210). Erişkinlerde lokalizasyon becerisi için, değişen lokalizasyon ipuçlarına uyum sağlayabildiği bulgularıyla tutarlı olarak implantasyon yaşlarının lokalizasyon gelişimini belirlemediği düşünülmektedir. Bu bilgiler ışığında; ses lokalizasyon becerisinde nöral rezervin ve deneyimin de rolü olduğu düşünülmektedir (213, 216, 217). Mevcut çalışmada

yalnızca CI'lı azimut lokalizasyon performansı ile CI yaşı ve yalnızca ABI'lı azimut lokalizasyon performansı ile ABI yaşı arasında anlamlı ilişkiler görülmemiştir. Bebeklerde ve küçük çocuklarda uzamsal işitmeye dair çalışmalara bakıldığında yazarların genel kanısı, 5 yaştan itibaren çocuklarda binaural işitme kapasitelerinin yetişkinlerle karşılaştırılabilir olduğudur. Daha küçük yaşlarda yetişkinlerle aradaki farklar ise maturasyonel faktörler ile dikkat ve görev kavrama gibi bilişsel faktörlere bağlanabileceğidir (140, 218). Mevcut çalışmadaki çocukların hepsi en az 7 yaşında olup bilateral işitsel deneyimleri 12 ila 110 ay arasında değişmekteydi. CI'lı ve ABI'lı azimut lokalizasyon becerilerinin implantasyon yaşları ile anlamlı bir ilişkiye sahip olmamasının araştırmanın tasarımı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. İlk olarak; örnekleminiz her ne kadar literatürdeki en büyük sayıyı temsil etse de zamana bağlı değişkenlerin ortaya konulması için daha büyük örneklem genişliğine ihtiyaç bulunmaktadır. İkincisi bu konuyla ilgili longitudinal tasarıma sahip araştırmaların planlanması zaman içerisinde ilerlemeyi daha net ortaya koyacaktır.

Sinnathuray ve ark. (219) postlingual işitme kayıplı yetişkin CI ve kontralateral ABI kullanıcısı 2 olgunun konuşma algısı, lokalizasyon ve yaşam kalitesi sonuçlarını sunmuşlardır. Birinci olguda yalnızca ABI'nın aktif olduğu koşulda uyarının CI tarafından verildiğinde lokalizasyon doğruluğunun %67, uyarının 0°'de ve ABI tarafından verildiğinde lokalizasyon doğruluklarının %0 olduğunu belirtmişlerdir. Yalnızca CI'nın aktif olduğu koşulda uyarının 0°'de ve CI tarafından verildiği koşullarda lokalizasyon doğruluklarının %100, uyarının ABI tarafından verildiğinde ise lokalizasyon doğruluğunun %67 bulmuşlardır. CI ve ABI'nın aktif olduğu koşulda ise uyarın CI tarafından verildiğinde lokalizasyon doğruluğu %67, 0°'de %0, ABI tarafından verildiğinde %100 elde edilmiştir. Bu bulgular ışığında olgunun ses lokalizasyon becerisi açısından ABI kullanıma kıyasla CI ile daha iyi performans sağladığı görülmekle birlikte; bilateral stimülasyon modunda uyarın ABI tarafından geldiğinde ABI sisteminin en iyi performansına ulaştığı görülmektedir. İkinci olguda ABI'nın aktif olduğu koşulda uyarın 0°'de ve CI tarafından verildiğinde doğruluklar %0, ABI tarafından verildiğinde ise %100 elde edilmiştir. CI'nın aktif olduğu koşulda uyarın CI, 0° ve ABI taraflarından verildiğinde sırasıyla %100, %0 ve %0 elde edilmiştir. Son olarak; CI ve ABI'nın aktif olduğu koşulda uyarın CI, 0° ve ABI taraflarından verildiğinde sırasıyla %100, %0 ve %0 bulunmuştur. Bu bulgular

ışığında bu olguda ilk olgunun tersine ABI ile performans uyaranların ABI tarafından geldiğinde %100 elde edilmiş olup, CI ile performans da benzerdir. Bilateral stimülasyonda ise performans yine CI lehine iyi elde edilmiş görülmektedir. Birinci olgu sol kulağında vestibüler schwannoma sebebiyle cerrahi geçiren ve sola ABI uygulanan bir olgu olup yazarlar bu olgu için bilateral nöral rezervinin daha iyi olması sebebiyle bilateral stimülasyondan daha çok faydalandığını belirtmişlerdir. Ek olarak, uyaran önden verildiğinde performansın düşük olmasını, CI'ın parazite neden olabileceği yönünde değerlendirmişlerdir.

Mevcut çalışmada yalnızca CI ve yalnızca ABI'a kıyasla bilateral stimülasyon ile lokalizasyon performansları 17 olgudan 13'ünde daha yüksek olmasına rağmen, bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Öte yandan diğer 4 olgu yalnızca ABI ile dinlemede daha iyi lokalizasyon keskinliği göstermekle birlikte; CI ve ABI'ın aktif olduğu bilateral stimülasyon modunda unilateral aktivasyon koşullarına kıyasla daha düşük performans sergilemişlerdir. Bahsedilen 4 olgudan 3'ünün CI uygulanmış taraflarındaki MRG tanıları CN aplazisidir. Olgulardan 2'si önce ABI'larını almış ve ABI kullanım süreleri CI kullanım sürelerine kıyasla bariz daha fazla ve bilateral kullanım süreleri 12 ay olan olgulardır. Diğer 2 olgu ise kısa CI ABI arası süre ve uzun bilateral kullanım sürelerine sahip olgulardı. 4 olgunun ortak noktası ise lokalizasyona ek olarak fonem ayırt etme performanslarının da yalnızca ABI ile yalnızca CI'a kıyasla daha yüksek olmasıdır (Bkz. Tablo 4.2., Şekil 4.1. ve Şekil 4.3.). Bu olgular bağlamında değerlendirildiğinde Sinnathuray ve ark.'nın (219) CI'ın parazite yol açabileceği düşüncesi desteklenmekle birlikte bunun mekanizmasının ortaya konması için çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

CI ve ABI'ın doğası gereği her iki modaliteyle sağlanan lokalizasyon becerisinin farklı olduğu düşünülmektedir. CI ile çoğu durumda yeterli bir şekilde uyarılan CN ile beyin sapına ulaşan aksiyon potansiyellerinin, anatomik açıdan lokalizasyon becerisi için önemli yapılar olan ventral koklear nükleuslarda nasıl bir etki yarattığı tam olarak bilinmeyen ABI'dan daha iyi sonuçlanacağı düşünülmektedir. Seslerin horizontal ve vertikal düzlemlerde lokalizasyonu monoaural ve binaural akustik bilginin merkezi işitsel işlemlerine bağlıdır. Kokleanın duyuşal epiteli olan baziler membran sadece spektral bilgiyi kodlamaktadır. Uzamsal akustik bilgi ise

vücudun üst kısmının ve kulak kepçesinin filtreleme özelliklerinden kaynaklanan monoaural ve binaural ipuçlarının zaman ve şiddet farklılıklarının hesaplanmasına dayanan nöronal işlemlerin sonucudur (112). Ses kaynağının konumunun hesaplanması beyin sapından işitsel kortekse kadar çıkan yolun çekirdekleri içinde ve yol üzerindeki nöronal devreler içindeki sinyal işleme kapasitesi sonucunda gerçekleşir (218). Zamansal farklılıkların işlenmesi büyük ölçüde zamansal incelikli yapı bilgisinin kodlanmasına bağlıdır. Bu bilgilerin kodlanması baziler membran tarafından eşsiz senkronizasyon yeteneği tarafından sağlanan aksiyon potansiyellerinin beyin sapının ikinci ve üçüncü dereceden çekirdeklerindeki nöronlar tarafından sağlanır (111).

Mevcut çalışma sonuçlarına bakıldığında, 17 olgudan 10'u CI ile ABI'dan daha iyi lokalizasyon performansı göstermekte olup, hepsinin fonem ayırt etme performansları da ABI'a kıyasla CI ile daha yüksek elde edilmiştir. Ek olarak, olguların tümü ilk önce CI'larını almış ve CI ile deneyimleri daha fazlaydı. Bu gruptaki olguların araştırmadaki normal anatomiye sahip koklea ve/veya CN'e sahip olguları içermesi şaşırtıcı değildir. Olgulardan 6'sı CI'a kıyasla ABI ile daha yüksek performans sergilemiştir. Bu grupta yer alan olgular implantasyon yaşları açısından diğer grup ile benzer olup; hepsi CI'lı tarafında koklear hipoplazi tip I, ortak kavite ve koklear apertür stenozu/aplazisi gibi ağır malformasyonlara sahiptiler. Son olarak; 1 olgunun CI ve ABI ile performansı eşitti. Bu olgunun CI ve ABI arası geçen süre 60 aydı. Bu olgu bağlamında ABI yaşı geç olmasına rağmen, ağır malformasyon ve anomalilere sahip CI'lı tarafın performansının yakalanabileceğini ortaya koymaktadır (Bkz. Tablo 4.2., Şekil 4.1. ve Şekil 4.3.).

ABI ile lokalizasyon becerisinin bilateral stimülasyon ile lokalizasyon becerisi üzerinde tahmin edici bir değişken olduğu saptanması; ancak azimut lokalizasyonunda test koşulları arasındaki farkların istatistiksel açıdan anlamlı olarak sonuçlara yansımamasında farklı sebeplerin sorumlu olabileceği düşünülmektedir. Birincisi, yukarıda da bahsedildiği gibi, iki farklı modalitenin lokalizasyon becerisi üzerindeki etkilerinin farklı oluşudur. İkincisi ise, araştırmanın doğası gereği katılımcıların oldukça heterojen bir grup olmalarıdır. Bir diğer sebep de ölçme aracının bu popülasyondaki performansı yansıtmada yeterli hassasiyete sahip olamayabileceğidir.

Normal iç kulak ve CVN anatomisine sahip CI kullanıcısı çocukların konuşma algısı ve ses lokalizasyonu gibi becerileri değerlendirmede halihazırdaki ölçüm araçlarının kullanımı çoğu zaman yeterli olsa da şiddetli iç kulak malformasyonu ve CN anomalisine sahip çocuklar ve/veya ABI gibi çıkan işitsel yolların büyük bir kısmını atlayan modalitelerin kullanıldığı durumlarda farklı ölçüm araçlarına ihtiyaç olduğu sonucunu doğurmaktadır. Literatüre bakıldığında, mevcut çalışmanın araştırma soruları için literatürde sınırlı veri olduğunu söylemek mümkündür. Ek olarak, literatürdeki mevcut veriler objektif değerlendirme araçlarından ziyade CAP, SIR gibi araçlar ve işitme eşikleri ile temel konuşma algısına dayanmaktadır. Bunun sebebinin de yukarıda bahsi geçen ölçüm araçlarının yetersizliği ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Ses lokalizasyonu için bir diğer husus da hangi modalitenin hangi tarafta uygulandığıdır. Briley ve ark. (133) çeşitli azimut pozisyonlarında adaptör-prob uyarılarına karşılık işitsel kortikal yanıtları incelemişler ve ses pozisyonu için hemisferler arası farklılıklar bildirmişlerdir. Sol hemisfer kontralateral uyarılara karşı daha büyük tepkiler ortaya çıkarmış olup, bu durum sol hemisfer için kontralateral baskınlığı düşündürmektedir. Tersine, sağ işitsel korteksteki yanıtlar ise her iki yarıalandaki prob uyarılarına için benzer bulunmuştur (133). Onlarca yıldır işitsel sinirbilimciler, uzamsal işitmenin altında yatan nöronal mekanizmaları incelemişlerdir. Araştırmalar uzamsal ipuçlarının büyük ölçüde subkortikal yapılarda çıkarıldığını ve işlendiğini gösteriyor, ancak aynı zamanda nöral ses konum kodlamasında işitsel korteks için çok önemli bir rolün altını çiziyor (220, 221). Bu konuyla ilgili daha fazla bilgi sunmak için bu popülasyonda fizyolojik ölçümlerin sunulması gereklidir.

İşitme kaybı, bireylerin yaşamlarında iletişim, benlik saygısı ve sosyal ilişkiler gibi psikososyal yönleri etkilemektedir. Konuşma algısı, üretimi ve işitsel sonuçlar CI ve ABI değerlendirmelerinin temel parçaları olmakla birlikte kullanıcının genel performans sonuçlarının yalnızca sınırlı bir resmini göstermektedir (222). Yaşam kalitesi ile ilgili değerlendirmeler bireyin müdahale sonuçlarının ilgili alanda ölçmede önemli araçlardan biri olup bu araçların sağladığı bilgilere geleneksel değerlendirme yöntemleriyle erişilememektedir (172). Tysome ve ark. (223) her bir ABI

kullanıcısında elektrot, işitsel olmayan uyanlar, çevresel seslerin algısı, konuşma algısı değerlendirmelerinin yanı sıra yıllık olarak yaşam kalitesi değerlendirmesini de önermişlerdir.

Literatüre bakıldığında, ABI kullanıcısı çocukların işitme ile ilgili yaşam kalitelerine ilişkin veriler sınırlıdır. Fernandes ve ark.'nın (224) 19 ABI kullanıcısında yaşam kalitesi ve memnuniyeti değerlendirdikleri çalışmanın sonuçları ABI kullanan çocukların ebeveynlerinin genel olarak ABI'ın akustik ve psikolojik faydalarından, konuşmayı anlama performansı ve cihaz estetiğinden memnun olmadıklarını göstermektedir. Ancak ebeveynler çocuklarının kendini geliştirme, aile, özsaygı, sosyal ilişkiler, okul üzerine ve genel anlamdaki etkilerini iyi olarak değerlendirmişlerdir. Yetişkin ABI kullanıcıları ise; fiziksel, psikolojik, çevresel ve sosyal ilişkileri içene alan tüm yönler için yaşam kalitelerini iyi olarak sınıflandırmışlardır. Bununla birlikte cihazlarını kullanmanın yarattığı duygulardan genel olarak memnun olmadıkları belirlenmiştir. ABI kullanıcısı çocuklarda yapılan çalışmaların büyük örneklemelerden ziyade olgu raporu ve serilerinden oluştuğu görülmektedir (225, 226). Friedmann ve ark. (172) CN anomalisine sahip 12 çocuğun yaşa uygun konuşma algısı, üretimi ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesini değerlendirdikleri çalışmalarında postoperatif performans sonuçlarının değişken olmasına rağmen, sağlıkla ilgili yaşam kalitesi derecelendirmelerinin pozitif ilerlediğini göstermişlerdir. Ayrıca, sonuçları konuşma algısı ve iletişim becerilerinin ötesinde değerlendirme ihtiyacının da gerekliliğini vurgulamışlardır.

ABI kullanıcıları ile CI kullanıcısı çocuklarda yaşam kalitesi ile ilgili ebeveyn derecelendirmelerinin karşılaştırmalarında farklılıklar görülmeksine rağmen, CI kullanıcılarında iletişim, sosyal ilişkiler ve özgüven gibi alanlarda daha olumlu puanlar elde edildiği görülmektedir (227). Buna karşılık ABI kullanıcılarına bakıldığında, iletişim alanının onlar için en düşük alan olduğu görülmektedir (227). Genel olarak literatüre bakıldığında yaşam kalitesi ile ilgili sonuçların CI kullanıcıları kadar iyi olmadığı görülmekle birlikte, ABI kullanıcılarında anlamlı bir karşılaştırma yapabilmek için daha büyük örneklem büyüklüklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yine de, ABI sonrasında preoperatif sonuçlara kıyasla yaşam kalitesi puanlarının yükseldiği vurgulanmaktadır (225).

Literatüre bakıldığında CI ile kontralateral ABI kullanıcılarında işitme ile ilgili yaşam kalitelerine ilişkin çok sınırlı veri bulunmaktadır. Sinnathuray ve ark.'nın (219) 2 postlingual işitme kayıplı yetişkin hastanın işitme ile ilgili yaşam kalitesi sonuçlarını sundukları raporunda, kullanıcıların tek başına CI kullanımına kıyasla bilateral dinlemeyi tercih ettiklerini ortaya çıkarmıştır. Kullanıcılar CI ve kontralateral ABI ile dinlemede daha yüksek memnuniyet ve karmaşık dinleme koşullarında daha kolay iletişim bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada işitme ile ilgili yaşam kalitesi değerlendirmesi CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocukların öz bildirimleriyle değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; işitme ile ilgili yaşam kalitesi bilateral stimülasyon ile fonem ayırt etme becerisi ile yüksek ilişkili çıkmıştır. Ek olarak, bilateral stimülasyon ile fonem ayırt etme becerisinin işitme ile ilgili yaşam kalitesi üzerinde yordayıcı bir faktör olduğu bulunmuştur. Bu bağlamda değerlendirildiğinde; test sonuçlarına doğrudan yansımaya da bu modalitelerin birlikte kullanımının yaşam kalitesi üzerinde iyileştirici etkisinin olduğu görülmektedir. Farklı olarak; azimut lokalizasyon becerisi ile işitme ile ilgili yaşam kalitesi arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır. Ölçekte doğrudan lokalizasyon becerisine yönelik maddeler olmamakla birlikte; gürültülü ve zorlu işitsel çevrelerle ilgili maddeler içermektedir. Ancak akustik alanın algılanması aynı zamanda üç boyutlu dünyada oryantasyona yardımcı olduğundan dinleyicilerin gürültülü ortamlarda dikkatlerini hedef konuşmacıya odaklamalarını sağladığından günlük yaşamda önemli bir beceridir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde lokalizasyon performansının doğrudan işitme ile ilgili yaşam kalitesiyle anlamlı bir ilişkisinin bulunamaması lokalizasyon test yönteminin tek başına bunu ortaya koymada yetersiz olabileceğini düşündürmektedir. Mevcut çalışmada gürültüde konuşma algısı değerlendirilmemiştir. Bildiğimiz kadarıyla, literatüre bakıldığında CI ve kontralateral ABI kullanıcılarında işitme ile ilgili yaşam kalitelerinin ve bunu etkileyen faktörlerin incelendiği bir rapor bulunamamıştır. Mevcut çalışmada işitme ile ilgili yaşam kalitesi ile bilateral fonem ayırt etme becerisi arasında oldukça güçlü bağlantılar olduğu ortaya konmuştur.

Çalışmanın Sınırlılıkları ve Güçlü Yönleri

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlardan biri, araştırmanın doğası gereği ilgilenilen popülasyonun oldukça heterojen olmasıdır. Çalışmadaki

heterojenliğin çalışmada yer alan tüm katılımcıların aynı ekip tarafından odyolojik takiplerinin, radyolojik incelemelerinin ve cerrahilerinin yapılması sebepleri ile minimize edildiği düşünülmektedir.

Bir diğeri, sonuçlar üzerinde etkili olabileceğinden, aktif elektrot sayısı, programlama parametreleri gibi değişkenlerin sınırlı örneklem sayısı sebebiyle incelenememiş olmasıdır. Ek olarak, katılımcıların kullandıkları CI ve ABI sistemleri arasında marka ve model farklılıkları bulunmaktadır. Tüm bu değişkenlerin performansı etkilemesi olasıdır. Benzer şekilde, konuşma işlemcilerindeki mikrofon yönsellik ayarları da çalışmanın sonuçlarını etkileyebilecek değişkenlerden biridir. Ancak, araştırmada yer alan katılımcılar deneyimli kullanıcılar olduklarından, mevcut ayarlarıyla değerlendirme yapmanın daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Son olarak; CI ve ABI'lı serbest alan işitme eşikleri, özellikle ABI'n çalışmada bahsedilen sınırlılıkları sebebiyle tüm katılımcılarda odyogramdaki konuşma alanı içerisinde yer almamaktaydı.

Mevcut çalışma bildiğimiz kadarıyla literatürdeki CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklarda fonem ayırt etme, lokalizasyon ve yaşam kalitesinin incelenerek birlikte ele alındığı ilk çalışmadır. Çalışmanın bulguları, iki farklı modalitenin birlikte kullanımının fonem ayırt etme ve lokalizasyon becerileri üzerindeki katkılarını sunmaktadır. Ek olarak, bunların birbirleriyle ve yaşam kalitesi ile olan ilişkilerini ortaya koymaktadır.

Litreatürde CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocuklara dair odyolojik sonuçlar olgu raporları veya sınırlı örneklem sayısı ile yer almaktadır. Örneklemimizin pediatrik grupta oldukça spesifik özelliklere sahip bir grup olduğu göz önünde bulundurulduğunda, literatürdeki en geniş örneklem sayısını temsil etmektedir. Mevcut çalışma değerlendirme yöntemleri bakımından işitsel çıktılarının standart testlerle değerlendirildiği, bildiğimiz kadarıyla ilk çalışma özelliğini taşımaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut çalışmada CI ile kontralateral ABI kullanıcısı çocukların fonem ayırt etme, azimut lokalizasyonu ve işitme ile ilgili yaşam kalitesi değerlendirmelerinin yapılarak farklı modalitelerin performans üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Ayrıca, CI ve ABI'nın bilateral dinleme koşullarındaki performans üzerine katkıları araştırılmıştır. Bu değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur:

1. Bilateral dinleme ile fonem ayırt etme performansı yalnızca ABI ile fonem ayırt etme performansından daha yüksek bulunmuştur.
2. Bilateral dinleme ile fonem ayırt etme performansı ve CI ile fonem ayırt etme performansı benzer bulunmuştur. Farklı iç kulak malformasyonu ve CN anomalisine sahip CI kullanıcılarında fonemik düzeyde ayırt etme becerileri önemli düzeyde işlenebilmektedir. Ek olarak, bu farkın bulunamaması konuşma algısının fonemik düzeyde değerlendirilmesiyle ilişkili olabilir. Anlamlı kelimeler ve cümleler gibi konuşma algısının daha üst basamaklarında, ipuçları kullanılacağından, günlük hayatta bilateral dinlemede fayda sağlıyor olabileceği düşünülmektedir.
3. CI ve kontralateral ABI kullanan çocuklarda CI ile fonem ayırt etme performansı ve ABI ile fonem ayırt etme performansı benzer bulunmuştur. CI ile kontralateral ABI endikasyonu olan pediatrik olgularda CI ile ABI'nın fonemik düzeyde benzer performanslara ulaşmayı sağladığı görülmüştür. Ancak araştırılan popülasyonun doğası gereği örneklem grubunun bireysel özelliklerinin ve çevresel faktörlerinin heterojenliği sebebiyle bu konuda genelleme yapılması oldukça zor olup; daha büyük bir örneklem genişliği ve konuşma algısının daha üst basamaklarının da değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.
4. CI, ABI ve bilateral koşullardan elde edilen azimut lokalizasyonu performansları benzer bulunmuştur. Literatürde ABI ile lokalizasyon becerisinin nasıl sağlandığı hakkında hala büyük boşluklar vardır. Bunların aydınlatılması için gelecekteki çalışmalara deneysel araştırma planlarının ve elektrofizyolojik değerlendirmelerin dahil edilmesi önerilmektedir.

5. Çeşitli iç kulak malformasyonu ve CN anomalilerine rağmen CI kullanıcısı çocuklarda lokalizasyon becerilerinin gelişebileceği görülmüştür. Ancak kıyaslama yapabilmek için gelecekte çalışmalara normal anatomiye sahip CI kullanıcıları ile normal işiten yaşlıların da dahil edilmesi bu gruptaki performansın ne kadar gelişebileceği ile ilgili daha ayrıntılı bir resim çizecektir.
6. Mevcut çalışmada uzun dönem performans sonuçları sunulmuş olup; lokalizasyon performansının mevcut popülasyondaki gelişiminin nasıl ilerlediğini görmek için gelecekteki çalışmalarda boylamsal araştırma yöntemleriyle incelenmesi önerilmektedir.
7. ABI ile fonem ayırt etme performansı ve ABI ile azimut lokalizasyonu performansı arasında anlamlı ilişkiler elde edilmiş olup; işitsel ve uzamsal performansların paralel sonuçlanabileceği görülmüştür.
8. İşitme ile ilgili yaşam kalitesi ve bilateral fonem ayırt etme performansı arasında güçlü ilişkiler elde edilmiş ve bilateral stimülasyon ile fonem ayırt etme becerisinin işitme ile ilgili yaşam kalitesini yordayabileceği bulunmuştur.
9. Hem CI hem de ABI için implantasyon yaşlarının düşüşü, ilgili modalite için fonem ayırt etme performansında artışla sonuçlanmakla birlikte bu bulgu lokalizasyon becerisinde gözlenmemiştir. Bu durum lokalizasyon becerisi için farklı içsel mekanizmaları akla getirmekle birlikte, bu popülasyonda daha küçük yaş gruplarında değerlendirme yapabilmek için uygun değerlendirme araçlarının geliştirilmesi önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Mehl AL, Thomson V. The Colorado newborn hearing screening project, 1992–1999: on the threshold of effective population-based universal newborn hearing screening. *Pediatrics*. 2002;109(1):e7-e.
2. Genç GA, Ertürk BB, Belgin E. Yenidoğan işitme taraması: başlangıçtan günümüze. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. 2005;48(2):109-18.
3. Bolat H. Aydın ilinde 2006 yılında doğan bebeklerde işitme kaybı sıklığı ve ilişkili risk faktörleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara. 2007.
4. Kemaloğlu YK, Gökdoğan Ç, Gündüz B, Önal EE, Türkyılmaz C, Atalay Y. Newborn hearing screening outcomes during the first decade of the program in a reference hospital from Turkey. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2016;273(5):1143-9.
5. Başar F, AYGÜN C, GÜVEN AG. Ondokuz Mayıs Üniversitesi yenidoğan işitme taraması (YEDİT) ilk yıl sonuçları. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2007;24(2):43-51.
6. Joshi VM, Navlekar SK, Kishore GR, Reddy KJ, Kumar EV. CT and MR imaging of the inner ear and brain in children with congenital sensorineural hearing loss. *Radiographics*. 2012;32(3):683-98.
7. Lasak JM, Allen P, McVay T, Lewis D. Hearing loss: diagnosis and management. *Primary Care: Clinics in Office Practice*. 2014;41(1):19-31.
8. Madell JR, Flexer C. *Pediatric audiology: Diagnosis, technology, and management*: Thieme; 2013.
9. Chadha NK, James AL, Gordon KA, Blaser S, Papsin BC. Bilateral cochlear implantation in children with anomalous cochleovestibular anatomy. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2009;135(9):903-9.
10. Ha JF, Wood B, Krishnaswamy J, Rajan GP. Incomplete cochlear partition type II variants as an indicator of congenital partial deafness: a first report. *Otology & Neurotology*. 2012;33(6):957-62.
11. McClay JE, Tandy R, Grundfast K, Choi S, Vezina G, Zalzal G, et al. Major and minor temporal bone abnormalities in children with and without congenital sensorineural hearing loss. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2002;128(6):664-71.
12. Edgerton B, House W, Hitselberger W. Hearing by cochlear nucleus stimulation in humans. *The Annals of otology, rhinology & laryngology Supplement*. 1982;91(2 Pt 3):117-24.
13. Schwartz MS, Otto SR, Shannon RV, Hitselberger WE, Brackmann DE. Auditory brainstem implants. *Neurotherapeutics*. 2008;5(1):128-36.
14. Isaiah A, Lee D, Lenes-Voit F, Sweeney M, Kutz W, Isaacson B, et al. Clinical outcomes following cochlear implantation in children with inner ear anomalies. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2017;93:1-6.

15. Aslan F, Yücel E, Sennaroglu G, Yaralı M, Sennaroglu L. Audiological Outcome with ABI. *Inner Ear Malformations*: Springer; 2022. p. 349-61.
16. Eisenberg LS, Hammes Ganguly D, Martinez AS, Fisher LM, Winter ME, Glater JL, et al. Early communication development of children with auditory brainstem implants. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*. 2018;23(3):249-60.
17. Noij KS, Kozin ED, Sethi R, Shah PV, Kaplan AB, Herrmann B, et al. Systematic review of nontumor pediatric auditory brainstem implant outcomes. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2015;153(5):739-50.
18. Sennaroglu L, Sennaroglu G, Atay G. Auditory brainstem implantation in children. *Current Otorhinolaryngology Reports*. 2013;1(2):80-91.
19. Sennaroglu L, Colletti V, Manrique M, Laszig R, Offeciers E, Saeed S, et al. Auditory brainstem implantation in children and non-neurofibromatosis type 2 patients: a consensus statement. *Otology & Neurotology*. 2011;32(2):187-91.
20. Yucel E, Aslan F, Özkan HB, Sennaroglu L. Recent rehabilitation experience with pediatric ABI users. 2015.
21. Sennaroglu L, Sennaroglu G, Yücel E. Cochlear Nerve Deficiency and Current Management of Inner Ear Malformations. *Inner Ear Malformations*: Springer; 2022. p. 363-79.
22. 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.
23. Van den Bogaert T, Klasen TJ, Moonen M, Van Deun L, Wouters J. Horizontal localization with bilateral hearing aids: Without is better than with. *The journal of the acoustical society of America*. 2006;119(1):515-26.
24. Bronkhorst A, Plomp R. Effect of multiple speechlike maskers on binaural speech recognition in normal and impaired hearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1992;92(6):3132-9.
25. Gulya AJ. Developmental anatomy of the temporal bone and skull base. *Glasscock Shambaugh-Surgery of the Ear*. 2010:3-27.
26. Raft S, Coate TM, Kelley MW, Crenshaw III EB, Wu DK. Pou3f4-mediated regulation of ephrin-b2 controls temporal bone development in the mouse. *PLoS One*. 2014;9(10):e109043.
27. Liu W, Ocak E, Bademci G, Tekin M. Genetic Causes of Sensorineural Hearing Loss Associated with Inner Ear Malformations. *Inner Ear Malformations*. 2022:61-7.
28. Gulya AJ. *Anatomy of the temporal bone with surgical implications*: CRC Press; 2007.
29. Sennaroglu L. Histopathology of inner ear malformations: do we have enough evidence to explain pathophysiology? *Cochlear implants international*. 2016;17(1):3-20.
30. Sennaroglu L. Pathophysiology of IEMs. *Inner Ear Malformations*: Springer; 2022. p. 39-60.

31. Hildebrand M, Shearer E, Husein M, Smith R. Genetic Hearing Loss and Inner Ear Diseases. *Bluestone and Stool's Pediatric Otolaryngology*. 2014;1:465-512.
32. Moeller MP. Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics*. 2000;106(3):e43-e.
33. Oudesluys-Murphy A, Van Straaten H, Bholasingh R, Van Zanten G. Neonatal hearing screening. *European journal of pediatrics*. 1996;155(6):429-35.
34. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early-and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics*. 1998;102(5):1161-71.
35. Sennaroglu L. Classification of inner ear malformations. *Inner Ear Malformations: Springer*; 2022. p. 1-17.
36. Brookhouser PE. Sensorineural hearing loss in children. *Pediatric Clinics of North America*. 1996;43(6):1195-216.
37. Greenberg MT. Family stress and child competence: The effects of early intervention for families with deaf infants. *American Annals of the Deaf*. 1983:407-17.
38. Musselman CR, Wilson AK, Lindsay PH. Effects of early intervention on hearing impaired children. *Exceptional Children*. 1988;55(3):222-8.
39. Swerdlow SH, Campo E, Pileri SA, Harris NL, Stein H, Siebert R, et al. The 2016 revision of the World Health Organization classification of lymphoid neoplasms. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*. 2016;127(20):2375-90.
40. Markides A. Shortpaper: age at fitting of hearing aids and speech intelligibility. *British journal of audiology*. 1986;20(2):165-7.
41. Paludetti G, Ottaviani F, Fetoni A, Zuppa A, Tortorolo G. Transient evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) in new-borns: normative data. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 1999;47(3):235-41.
42. Lin H-C, Shu M-T, Chang K-C, Bruna SM. A universal newborn hearing screening program in Taiwan. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2002;63(3):209-18.
43. Kuhl PK, Williams KA, Lacerda F, Stevens KN, Lindblom B. Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*. 1992;255(5044):606-8.
44. Giuntini G, Forli F, Nicastro R, Ciabotti A, Bruschini L, Berrettini S. Early care in children with permanent hearing impairment. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2016;36(1):51.
45. Wolfe J. *Cochlear implants: audiologic management and considerations for implantable hearing devices: Plural Publishing*; 2018.
46. Ching TY, Day J, Dillon H, Gardner-Berry K, Hou S, Seeto M, et al. Impact of the presence of auditory neuropathy spectrum disorder (ANS) on outcomes of children at three years of age. *International journal of audiology*. 2013;52(sup2):S55-S64.

47. Helms J, Weichbold V, Baumann U, von Specht H, Schön F, Müller J, et al. Analysis of ceiling effects occurring with speech recognition tests in adult cochlear-implanted patients. *ORL*. 2004;66(3):130-5.
48. Gifford RH, Shallop JK, Peterson AM. Speech recognition materials and ceiling effects: Considerations for cochlear implant programs. *Audiology and Neurotology*. 2008;13(3):193-205.
49. Anderson I, Baumgartner W-D, Böheim K, Nahler A, Arnolder C, D'Haese P. Telephone use: What benefit do cochlear implant users receive? *Usó del teléfono: ¿Qué beneficio reciben los usuarios de implante coclear?* *International journal of audiology*. 2006;45(8):446-53.
50. Gifford RH, Dorman MF, Brown CA. Psychophysical properties of low-frequency hearing: implications for perceiving speech and music via electric and acoustic stimulation. *Cochlear implants and hearing preservation*. 2010;67:51-60.
51. Ching TY, Dillon H, Marnane V, Hou S, Day J, Seeto M, et al. Outcomes of early-and late-identified children at 3 years of age: findings from a prospective population-based study. *Ear and hearing*. 2013;34(5):535.
52. Dettman SJ, Dowell RC, Choo D, Arnott W, Abrahams Y, Davis A, et al. Long-term communication outcomes for children receiving cochlear implants younger than 12 months: A multicenter study. *Otology & Neurotology*. 2016;37(2):e82-e95.
53. Otto SR, Shannon RV, Brackmann DE, Hitselberger WE, Staller S, Menapace C. The multichannel auditory brain stem implant: performance in twenty patients. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*. 1998;118(3):291-303.
54. Otto SR, Brackmann DE, Hitselberger WE, Shannon RV, Kuchta J. Multichannel auditory brainstem implant: update on performance in 61 patients. *Journal of neurosurgery*. 2002;96(6):1063-71.
55. Otto S, Staller S. Multichannel auditory brain stem implant: case studies comparing fitting strategies and results. *The Annals of Otology, Rhinology & laryngology Supplement*. 1995;166:36-9.
56. Long CJ, Nimmo-Smith I, Baguley DM, O'Driscoll M, Ramsden R, Otto SR, et al. Optimizing the clinical fit of auditory brain stem implants. *Ear and hearing*. 2005;26(3):251-62.
57. Sennaroglu L, Bajin MD. Classification and current management of inner ear malformations. *Balkan medical journal*. 2017;34(5):397-411.
58. Ozgen B, Oguz K, Atas A, Sennaroglu L. Complete labyrinthine aplasia: clinical and radiologic findings with review of the literature. *American journal of neuroradiology*. 2009;30(4):774-80.
59. Sennaroglu L, Colletti V, Lenarz T, Manrique M, Laszig R, Rask-Andersen H, et al. Consensus statement: Long-term results of ABI in children with complex inner ear malformations and decision making between CI and ABI. *Cochlear Implants International*. 2016;17(4):163-71.
60. Sennaroglu L, Bajin MD, Pamuk E, Tahir E. Cochlear hypoplasia type four with anteriorly displaced facial nerve canal. *Otology & Neurotology*. 2016;37(10):e407-e9.

61. Sennaroglu L, Saatci I. A new classification for cochleovestibular malformations. *The Laryngoscope*. 2002;112(12):2230-41.
62. Sennaroglu L, Saatci I. Unpartitioned versus incompletely partitioned cochleae: radiologic differentiation. *Otology & Neurotology*. 2004;25(4):520-9.
63. Lo WW. What is a 'Mondini' and what difference does a name make? *American journal of neuroradiology*. 1999;20(8):1442-4.
64. Bajin MD. Preoperative Otolaryngology Examination. *Inner Ear Malformations: Springer*; 2022. p. 69-71.
65. Nance W, Setleff R, McLeod A, Sweeney A, Cooper C, McConnell F. X-linked mixed deafness with congenital fixation of the stapedial footplate and perilymphatic gusher. *Birth defects original article series*. 1971;7(4):64-9.
66. Wilkins A, Prabhu SP, Huang L, Ogando PB, Kenna MA. Frequent association of cochlear nerve canal stenosis with pediatric sensorineural hearing loss. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2012;138(4):383-8.
67. Casselman JW, Offeciers FE, Govaerts PJ, Kuhweide R, Geldof H, Somers T, et al. Aplasia and hypoplasia of the vestibulocochlear nerve: diagnosis with MR imaging. *Radiology-Radiological Society of North America*. 1997;202(3):773-81.
68. Sennaroglu G, Ozbal Batuk M. Preoperative Audiological Evaluation. *Inner Ear Malformations: Springer*; 2022. p. 73-86.
69. Tucci DL, Telian SA, Zimmerman-Phillips S, Zwolan TA, Kileny PR. Cochlear implantation in patients with cochlear malformations. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 1995;121(8):833-8.
70. Luntz M, Balkany T, Hodges AV, Telischi FF. Cochlear implants in children with congenital inner ear malformations. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 1997;123(9):974-7.
71. Eisenman DJ, Ashbaugh C, Zwolan TA, Arts HA, Telian SA. Implantation of the malformed cochlea. *Otology & Neurotology*. 2001;22(6):834-41.
72. Buchman CA, Copeland BJ, Yu KK, Brown CJ, Carrasco VN, Pillsbury III HC. Cochlear implantation in children with congenital inner ear malformations. *The Laryngoscope*. 2004;114(2):309-16.
73. Papsin BC. Cochlear implantation in children with anomalous cochleovestibular anatomy. *The Laryngoscope*. 2005;115(S106):1-26.
74. Sainz M, Garcia-Valdecasas J, Fernandez E, Pascual MT, Roda O. Auditory maturity and hearing performance in inner ear malformations: a histological and electrical stimulation approach. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2012;269(6):1583-7.
75. Eisenberg LS, Maltan AA, Portillo F, Mobley J, House W. Electrical stimulation of the auditory brain stem structure in deafened adults. *J Rehabil Res Dev*. 1987;24(3):9-22.
76. Sennaroglu L, Ziyal I. Auditory brainstem implantation. *Auris Nasus Larynx*. 2012;39(5):439-50.

77. Sennaroglu L. Treatment Alternatives in Inner Ear Malformations. *Inner Ear Malformations*: Springer; 2022. p. 107-17.
78. Sennaroglu L. Cochlear implantation in inner ear malformations—a review article. *Cochlear implants international*. 2009.
79. Colletti V, Fiorino F, Sacchetto L, Miorelli V, Carner M. Hearing habilitation with auditory brainstem implantation in two children with cochlear nerve aplasia. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2001;60(2):99-111.
80. Colletti V, Carner M, Miorelli V, Guida M, Colletti L, Fiorino F. Auditory brainstem implant (ABI): new frontiers in adults and children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2005;133(1):126-38.
81. Sennaroglu L, Sennaroglu G, Yücel E, Bilginer B, Atay G, Bajin MD, et al. Long-term results of ABI in children with severe inner ear malformations. *Otology & Neurotology*. 2016;37(7):865-72.
82. SENNAROĞLU G, ÇİÇEK ÇINAR B, BATUK M, YARALI M, ÖZKAN H, SENNAROĞLU L. Bimodal stimulation: One side cochlear implant and contralateral auditory brainstem implant. 2015.
83. Boothroyd A. Auditory development of the hearing child. *Scandinavian Audiology-Supplement Only*. 1997;46:9-16.
84. Aslin RN, Smith LB. Perceptual development. *Annual review of psychology*. 1988;39(1):435-73.
85. Carney A. Audition and the development of oral communication competency. *Amplification for children with auditory deficits*. 1996:29-54.
86. Eisenberg LS, Martinez AS, Boothroyd A. Assessing auditory capabilities in young children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2007;71(9):1339-50.
87. Metin N. Özel Gereksinimli Çocuklar,(Ed: E. Nilgün Metin), Özel Gereksinimli Çocuklar 1. Ankara: Maya Akademi. 2012.
88. YÜCEL E, ÖZKAN HB. İşitsel rehabilitasyon. *Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi*. 2020;3(1):19-22.
89. Stevens KN, Blumstein SE. The search for invariant acoustic correlates of phonetic features. *Perspectives on the study of speech*. 1981:1-38.
90. Diehl RL, Kluender KR. On the objects of speech perception. *Ecological psychology*. 1989;1(2):121-44.
91. Liberman AM, Mattingly IG. The motor theory of speech perception revised. *Cognition*. 1985;21(1):1-36.
92. Massaro DW, Chen TH. The motor theory of speech perception revisited. *Psychonomic bulletin & review*. 2008;15(2):453-7.
93. Halle M, Stevens K. Speech recognition: A model and a program for research. *IRE transactions on information theory*. 1962;8(2):155-9.

94. Marslen-Wilson WD, editor *Speech understanding as a psychological process. Spoken Language Generation and Understanding: Proceedings of the NATO Advanced Study Institute held at Bonas, France, June 26–July 7, 1979; 1980: Springer.*
95. Luce PA, Pisoni DB. Recognizing spoken words: The neighborhood activation model. *Ear and hearing.* 1998;19(1):1.
96. Pierrehumbert J. Word-specific phonetics. *Laboratory phonology.* 2002;7(1):101-40.
97. Norris D. The merge model: Speech perception is bottom-up. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1999;106(4):2295-.
98. Patel P, van der Heijden K, Bickel S, Herrero JL, Mehta AD, Mesgarani N. Interaction of bottom-up and top-down neural mechanisms in spatial multi-talker speech perception. *Current Biology.* 2022;32(18):3971-86. e4.
99. Bouton S, Colé P, Serniclaes W, Duncan LG, Giraud A-L. Atypical phonological processing impairs written word recognition in children with cochlear implants. *Language, Cognition and Neuroscience.* 2015;30(6):684-99.
100. Eimas PD. *Infant speech perception: processing characteristics, representational units, and the learning of words.* 1997.
101. Bates E, MacWhinney B. *Competition, variation, and language learning. Mechanisms of language acquisition.* 1987:157-93.
102. Nelson K. Individual differences in language development: Implications for development and language. *Developmental psychology.* 1981;17(2):170.
103. Banerjee A. *PEDIATRIC AUDIOLOGY: DIAGNOSIS, TECHNOLOGY AND MANAGEMENT* JR Madell, C Flexer Thieme Medical Publishers, 2008 ISBN 978 1 604 06001 0 pp 352 Price€ 69.95 US \$79.95. *The Journal of Laryngology & Otology.* 2009;123(1):149-.
104. Madell JR, Flexer CA. *Pediatric audiology: Diagnosis, technology, and management: Thieme; 2008.*
105. Mendel LL, Danhauer JL. *Audiologic evaluation and management and speech perception assessment: Singular; 1997.*
106. Sharma A, Dorman MF. Cortical auditory evoked potential correlates of categorical perception of voice-onset time. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1999;106(2):1078-83.
107. Martin BA, Boothroyd A. Cortical, auditory, event-related potentials in response to periodic and aperiodic stimuli with the same spectral envelope. *Ear and hearing.* 1999;20(1):33-44.
108. Dillon H. *Hearing aids. Hodder Arnold; 2008.*
109. Moore WT. *Space Perception of the Blind: University of Texas at Austin; 1949.*
110. Plack CJ. *Spatial hearing. The Sense of Hearing: Psychology Press; 2005. p. 173-92.*

111. McFadden D, Pasanen EG. Lateralization at high frequencies based on interaural time differences. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1976;59(3):634-9.
112. Blauert J. *Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization*: MIT press; 1997.
113. Wightman FL, Kistler DJ. The dominant role of low-frequency interaural time differences in sound localization. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1992;91(3):1648-61.
114. Makous JC, Middlebrooks JC. Two-dimensional sound localization by human listeners. *The journal of the Acoustical Society of America*. 1990;87(5):2188-200.
115. Middlebrooks JC, Green DM. SOUND LOCALIZATION BY HUMAN LISTENERS. *Annu Rev Psychol*. 1991;42:135-59.
116. Freigang C, Richter N, RübSamen R, Ludwig AA. Age-related changes in sound localisation ability. *Cell and tissue research*. 2015;361(1):371-86.
117. Ashmead DH, Clifton RK, Reese EP. Development of auditory localization in dogs: single source and precedence effect sounds. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*. 1986;19(2):91-103.
118. Field J, Muir D, Pilon R, Sinclair M, Dodwell P. Infants' orientation to lateral sounds from birth to three months. *Child Development*. 1980:295-8.
119. Knudsen EI. Instructed learning in the auditory localization pathway of the barn owl. *Nature*. 2002;417(6886):322-8.
120. Brainard MS, Knudsen EI. Experience-dependent plasticity in the inferior colliculus: a site for visual calibration of the neural representation of auditory space in the barn owl. *Journal of Neuroscience*. 1993;13(11):4589-608.
121. Kumpik DP, Kacelnik O, King AJ. Adaptive reweighting of auditory localization cues in response to chronic unilateral earplugging in humans. *Journal of Neuroscience*. 2010;30(14):4883-94.
122. Perrott DR, Saberi K. Minimum audible angle thresholds for sources varying in both elevation and azimuth. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1990;87(4):1728-31.
123. Schmiedchen K, Freigang C, RübSamen R, Richter N. A comparison of visual and auditory representational momentum in spatial tasks. *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2013;75(7):1507-19.
124. Freigang C, Schmiedchen K, Nitsche I, RübSamen R. Free-field study on auditory localization and discrimination performance in older adults. *Experimental brain research*. 2014;232(4):1157-72.
125. Lewald J, Dörrscheidt GJ, Ehrenstein WH. Sound localization with eccentric head position. *Behavioural brain research*. 2000;108(2):105-25.
126. Hartmann WM. Localization of sound in rooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1983;74(5):1380-91.

127. Mills AW. On the minimum audible angle. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1958;30(4):237-46.
128. Briley PM, Summerfield AQ. Age-related deterioration of the representation of space in human auditory cortex. *Neurobiology of aging*. 2014;35(3):633-44.
129. Röder B, Rösler F, Neville HJ. Auditory memory in congenitally blind adults: a behavioral-electrophysiological investigation. *Cognitive Brain Research*. 2001;11(2):289-303.
130. Richter N, Schröger E, Rübsamen R. Differences in evoked potentials during the active processing of sound location and motion. *Neuropsychologia*. 2013;51(7):1204-14.
131. Phillips D, Irvine D. Responses of single neurons in physiologically defined area AI of cat cerebral cortex: sensitivity to interaural intensity differences. *Hearing research*. 1981;4(3-4):299-307.
132. Werner-Reiss U, Groh JM. A rate code for sound azimuth in monkey auditory cortex: implications for human neuroimaging studies. *Journal of Neuroscience*. 2008;28(14):3747-58.
133. Briley PM, Kitterick PT, Summerfield AQ. Evidence for opponent process analysis of sound source location in humans. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2013;14(1):83-101.
134. Salminen NH, Tiitinen H, May PJ. Auditory spatial processing in the human cortex. *The Neuroscientist*. 2012;18(6):602-12.
135. Phillips DP. A perceptual architecture for sound lateralization in man. *Hearing research*. 2008;238(1-2):124-32.
136. Salminen NH, May PJ, Alku P, Tiitinen H. A population rate code of auditory space in the human cortex. *PLoS One*. 2009;4(10):e7600.
137. Salminen NH, Tiitinen H, Yrttiaho S, May PJ. The neural code for interaural time difference in human auditory cortex. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2010;127(2):EL60-EL5.
138. Woldorff MG, Tempelmann C, Fell J, Tegeler C, Gaschler-Markefski B, Hinrichs H, et al. Lateralized auditory spatial perception and the contralaterality of cortical processing as studied with functional magnetic resonance imaging and magnetoencephalography. *Human brain mapping*. 1999;7(1):49-66.
139. Canlon B, Illing RB, Walton J. Cell biology and physiology of the aging central auditory pathway. *The aging auditory system*: Springer; 2010. p. 39-74.
140. 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 and Hearing*. 2009;30(2):178-90.
141. Topçu Ö. Normal İşiten ve İşitme Kayıplı Yetişkinlerde Zamansal İncelikli Yapı Bilgisi ve Lokalizasyon Becerisinin Araştırılması. 2021.

142. 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.
143. Budak Z. Dinleme Ortamları ve Yansımalarının Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi Ölçeği'nin Türkçe Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. 2020.
144. Wei X, Li Y, Chen B, Gong Y, Fu Q-J, Liu T, et al. Predicting auditory outcomes from radiological imaging in cochlear implant patients with cochlear nerve deficiency. *Otology & Neurotology*. 2017;38(5):685-93.
145. Wu C-M, Lee L-A, Chen C-K, Chan K-C, Tsou Y-T, Ng S-H. Impact of cochlear nerve deficiency determined using 3-dimensional magnetic resonance imaging on hearing outcome in children with cochlear implants. *Otology & Neurotology*. 2015;36(1):14-21.
146. Kang WS, Lee JH, Lee HN, Lee K-S. Cochlear implantations in young children with cochlear nerve deficiency diagnosed by MRI. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*. 2010;143(1):101-8.
147. Vincenti V, Ormitti F, Ventura E, Guida M, Piccinini A, Pasanisi E. Cochlear implantation in children with cochlear nerve deficiency. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014;78(6):912-7.
148. Bradley J, Beale T, Graham J, Bell M. Variable long-term outcomes from cochlear implantation in children with hypoplastic auditory nerves. *Cochlear implants international*. 2008;9(1):34-60.
149. Zhang Z, Li Y, Hu L, Wang Z, Huang Q, Wu H. Cochlear implantation in children with cochlear nerve deficiency: a report of nine cases. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2012;76(8):1188-95.
150. Zanetti D, Guida M, Barezzani MG, Campovecchi C, Nassif N, Pinelli L, et al. Favorable outcome of cochlear implant in VIIIth nerve deficiency. *Otology & Neurotology*. 2006;27(6):815-23.
151. Warren III FM, Wiggins III RH, Pitt C, Harnsberger HR, Shelton C. Apparent cochlear nerve aplasia: to implant or not to implant? *Otology & Neurotology*. 2010;31(7):1088-94.
152. Oker N, Loundon N, Marlin S, Rouillon I, Leboulanger N, Garabédian E. Bilateral implantation in children with cochleovestibular nerve hypoplasia. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2009;73(10):1470-3.
153. Shelton C, Luxford WM, Tonokawa LL, Lo WW, House WF. The narrow internal auditory canal in children: a contraindication to cochlear implants. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*. 1989;100(3):227-31.
154. Colletti L, Wilkinson EP, Colletti V. Auditory brainstem implantation after unsuccessful cochlear implantation of children with clinical diagnosis of cochlear nerve deficiency. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2013;122(10):605-12.
155. Buchman CA, Teagle HF, Roush PA, Park LR, Hatch D, Woodard J, et al. Cochlear implantation in children with labyrinthine anomalies and cochlear nerve

deficiency: implications for auditory brainstem implantation. *The Laryngoscope*. 2011;121(9):1979-88.

156. Özdoğan Ö, Sezen O, Kubilay U, Saka E, Duman U, Şan T, et al. Connections between the facial, vestibular and cochlear nerve bundles within the internal auditory canal. *Journal of anatomy*. 2004;205(1):65-75.

157. Tian G-y, Xu D-c, Huang D-l, Liao H, Huang M-x. The topographical relationships and anastomosis of the nerves in the human internal auditory canal. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2008;30:243-7.

158. Song MH, Kim SC, Kim J, Chang JW, Lee WS, Choi JY. The cochleovestibular nerve identified during auditory brainstem implantation in patients with narrow internal auditory canals: can preoperative evaluation predict cochleovestibular nerve deficiency? *The Laryngoscope*. 2011;121(8):1773-9.

159. Ozkan HB, Cinar BC, Sennaroglu G, Yücel E, Sennaroglu L. *Audiological Outcome with Cochlear Implantation. Inner Ear Malformations: Springer; 2022. p. 333-47.*

160. Ozkan HB, Cicek Cinar B, Yucel E, Sennaroglu G, Sennaroglu L. Audiological performance in children with inner ear malformations before and after cochlear implantation: a cohort study of 274 patients. *Clinical Otolaryngology*. 2021;46(1):154-60.

161. Yaralı M, Sennaroglu L. *Common Cavity. Inner Ear Malformations: Springer; 2022. p. 221-32.*

162. Sennaroglu L, Ozbal Batuk M. *Incomplete Partition Type I. Inner Ear Malformations: Springer; 2022. p. 241-56.*

163. Ozbal Batuk M, Sennaroglu L. *Incomplete Partition Type II. Inner Ear Malformations: Springer; 2022. p. 257-70.*

164. Sennaroglu L, Ozbal Batuk M, Bajin MD. *incomplete partition type III. Inner Ear Malformations: Springer; 2022. p. 271-82.*

165. Sennaroglu L, Cinar BC, Ozgen B, Pamuk G. *Cochlear Hypoplasia. Inner Ear Malformations: Springer; 2022. p. 283-99.*

166. Sennaroglu L, Ozbal Batuk M, Mocan BO. *Enlarged Vestibular Aqueduct. Inner Ear Malformations: Springer; 2022. p. 301-11.*

167. Goffi-Gomez MVS, Magalhães AT, Neto RB, Tsuji RK, Gomes MdQT, Bento RF. Auditory brainstem implant outcomes and MAP parameters: report of experiences in adults and children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2012;76(2):257-64.

168. Colletti V. Auditory outcomes in tumor vs. nontumor patients fitted with auditory brainstem implants. *Cochlear and Brainstem Implants*. 2006;64:167-85.

169. Diamante V, Pallares N. Auditory brainstem implant in children. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. 2007;67:244-9.

170. Martins QP, Gindri BdFS, Valim CD, Ferreira L, Patatt FSA. Hearing and language development in children with brainstem implants: a systematic review. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2023;88:225-34.

171. Bayazit YA, Kosaner J, Cicek Cinar B, Atac A, Tutar H, Gunduz B, et al. Methods and preliminary outcomes of pediatric auditory brainstem implantation. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2014;123(8):529-36.
172. Asfour L, Friedmann DR, Shapiro WH, Roland Jr JT, Waltzman SB. Early experience and health related quality of life outcomes following auditory brainstem implantation in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2018;113:140-9.
173. Rajeswaran R, Kameswaran M. Auditory brainstem implantation (ABI) in children without neurofibromatosis type II (NF2): communication performance and safety after 24 months of use. *Cochlear Implants International*. 2020;21(3):127-35.
174. Sung JKK, Luk BPK, Wong TKC, Thong JF, Wong HT, Tong MCF. Pediatric auditory brainstem implantation: impact on audiological rehabilitation and tonal language development. *Audiology and Neurotology*. 2018;23(2):126-34.
175. Wilkinson EP, Eisenberg LS, Krieger MD, Schwartz MS, Winter M, Glater JL, et al. Initial results of a safety and feasibility study of auditory brainstem implantation in congenitally deaf children. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otolaryngology and Neurotology*. 2017;38(2):212.
176. Batuk MO, Cinar BC, Yarali M, Aslan F, Ozkan HB, Sennaroglu G, et al. Bimodal stimulation in children with inner ear malformation: One side cochlear implant and contralateral auditory brainstem implant. *Clinical Otolaryngology*. 2020;45(2):231-8.
177. Friedmann DR, Asfour L, Shapiro WH, Roland Jr JT, Waltzman SB. Performance with an auditory brainstem implant and contralateral cochlear implant in pediatric patients. *Audiology and Neurotology*. 2018;23(4):216-21.
178. Vance M, Rosen S, Coleman M. Assessing speech perception in young children and relationships with language skills. *International Journal of Audiology*. 2009;48(10):708-17.
179. Coady JA, Kluender KR, Evans JL. Categorical perception of speech by children with specific language impairments. 2005.
180. Young NM, Kim FM, Ryan ME, Tournis E, Yaras S. Pediatric cochlear implantation of children with eighth nerve deficiency. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2012;76(10):1442-8.
181. Henry BA, Turner CW. The resolution of complex spectral patterns by cochlear implant and normal-hearing listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2003;113(5):2861-73.
182. Henry BA, Turner CW, Behrens A. Spectral peak resolution and speech recognition in quiet: Normal hearing, hearing impaired, and cochlear implant listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2005;118(2):1111-21.
183. Friesen LM, Shannon RV, Baskent D, Wang X. Speech recognition in noise as a function of the number of spectral channels: Comparison of acoustic hearing and cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2001;110(2):1150-63.

184. Fu Q-J, Shannon RV, Wang X. Effects of noise and spectral resolution on vowel and consonant recognition: Acoustic and electric hearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1998;104(6):3586-96.
185. Frijns J, De Snoo S, Schoonhoven R. Potential distributions and neural excitation patterns in a rotationally symmetric model of the electrically stimulated cochlea. *Hearing research*. 1995;87(1-2):170-86.
186. Cohen LT. Practical model description of peripheral neural excitation in cochlear implant recipients: 4. Model development at low pulse rates: General model and application to individuals. *Hearing research*. 2009;248(1-2):15-30.
187. Goldwyn JH, Bierer SM, Bierer JA. Modeling the electrode–neuron interface of cochlear implants: Effects of neural survival, electrode placement, and the partial tripolar configuration. *Hearing research*. 2010;268(1-2):93-104.
188. Scheperle RA, Abbas PJ. Relationships among peripheral and central electrophysiological measures of spatial and spectral selectivity and speech perception in cochlear implant users. *Ear and hearing*. 2015;36(4):441.
189. Litvak LM, Spahr AJ, Saoji AA, Fridman GY. Relationship between perception of spectral ripple and speech recognition in cochlear implant and vocoder listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2007;122(2):982-91.
190. Spahr A, Saoji A, Litvak L, Dorman M. Spectral cues for understanding speech in quiet and in noise. *Cochlear implants international*. 2011;12(sup1):S66-S9.
191. Anderson ES, Nelson DA, Kreft H, Nelson PB, Oxenham AJ. Comparing spatial tuning curves, spectral ripple resolution, and speech perception in cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011;130(1):364-75.
192. Colletti V, Shannon RV, Carner M, Veronese S, Colletti L. Progress in restoration of hearing with the auditory brainstem implant. *Progress in brain research*. 2009;175:333-45.
193. Litovsky R, Parkinson A, Arcaroli J, Sammeth C. Simultaneous bilateral cochlear implantation in adults: a multicenter clinical study. *Ear and hearing*. 2006;27(6):714.
194. Litovsky RY, Parkinson A, Arcaroli J, Peters R, Lake J, Johnstone P, et al. Bilateral cochlear implants in adults and children. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2004;130(5):648-55.
195. Svirsky MA, Robbins AM, Kirk KI, Pisoni DB, Miyamoto RT. Language development in profoundly deaf children with cochlear implants. *Psychological science*. 2000;11(2):153-8.
196. Shannon RV, Fu Q-J, Galvin 3rd J. The number of spectral channels required for speech recognition depends on the difficulty of the listening situation. *Acta otolaryngologica Supplementum*. 2004(552):50-4.
197. Colletti V, Shannon RV. Open set speech perception with auditory brainstem implant? *The Laryngoscope*. 2005;115(11):1974-8.

198. Manrique M, Cervera-Paz FJ, Huarte A, Molina M. Advantages of cochlear implantation in prelingual deaf children before 2 years of age when compared with later implantation. *The Laryngoscope*. 2004;114(8):1462-9.
199. Fu Q-J, Galvin J, Wang X, Nogaki G. Moderate auditory training can improve speech performance of adult cochlear implant patients. *Acoustics Research Letters Online*. 2005;6(3):106-11.
200. Tyler RS, Parkinson AJ, Woodworth GG, Lowder MW, Gantz BJ. Performance over time of adult patients using the Ineraid or Nucleus cochlear implant. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1997;102(1):508-22.
201. Colletti V, Carner M, Miorelli V, Colletti L, Guida M, Fiorino F. Auditory brainstem implant in posttraumatic cochlear nerve avulsion. *Audiology and Neurotology*. 2004;9(4):247-55.
202. Evans D, Huson S, Donnai D, Neary W, Blair V, Teare D, et al. A genetic study of type 2 neurofibromatosis in the United Kingdom. I. Prevalence, mutation rate, fitness, and confirmation of maternal transmission effect on severity. *Journal of medical genetics*. 1992;29(12):841-6.
203. Fu Q-J, Nogaki G, Galvin JJ. Auditory training with spectrally shifted speech: implications for cochlear implant patient auditory rehabilitation. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2005;6:180-9.
204. Lenarz T, Moshrefi M, Matthies C, Frohne C, Lesinski-Schiedat A, Illg A, et al. Auditory brainstem implant: part I. Auditory performance and its evolution over time. *Otology & neurotology*. 2001;22(6):823-33.
205. Häusler R, Colburn S, Marr E. Sound localization in subjects with impaired hearing: Spatial-discrimination and interaural-discrimination tests. *Acta Oto-Laryngologica*. 1983;96(sup400):1-62.
206. Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Kramer SE. The self-reported handicapping effect of hearing disabilities. *Audiology*. 1998;37(5):302-12.
207. Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Tobi H. Factors in subjective hearing disability. *Audiology*. 1995;34(6):311-20.
208. Dunn CC, Walker EA, Oleson J, Kenworthy M, Van Voorst T, Tomblin JB, et al. Longitudinal speech perception and language performance in pediatric cochlear implant users: the effect of age at implantation. *Ear and hearing*. 2014;35(2):148.
209. Karltorp E, Eklöf M, Östlund E, Asp F, Tideholm B, Löfkvist U. Cochlear implants before 9 months of age led to more natural spoken language development without increased surgical risks. *Acta Paediatrica*. 2020;109(2):332-41.
210. Asp F, Karltorp E, Berninger E. Development of Sound Localization in Infants and Young Children with Cochlear Implants. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(22):6758.
211. Shiraishi K. Sound Localization and Lateralization by Bilateral Bone Conduction Devices, Middle Ear Implants, and Cartilage Conduction Hearing Aids. *Audiology Research*. 2021;11(4):508-23.

212. Gordon KA, Papsin BC. Benefits of short interimplant delays in children receiving bilateral cochlear implants. *Otology & Neurotology*. 2009;30(3):319-31.
213. Asp F, Eskilsson G, Berninger E. Horizontal sound localization in children with bilateral cochlear implants: Effects of auditory experience and age at implantation. *Otology & Neurotology*. 2011;32(4):558-64.
214. Asp F, Mäki-Torkko E, Karltorp E, Harder H, Hergils L, Eskilsson G, et al. Bilateral versus unilateral cochlear implants in children: Speech recognition, sound localization, and parental reports. *International journal of audiology*. 2012;51(11):817-32.
215. Asp F, Mäki-Torkko E, Karltorp E, Harder H, Hergils L, Eskilsson G, et al. A longitudinal study of the bilateral benefit in children with bilateral cochlear implants. *International journal of audiology*. 2015;54(2):77-88.
216. Hofman PM, Van Riswick JG, Van Opstal AJ. Relearning sound localization with new ears. *Nature neuroscience*. 1998;1(5):417-21.
217. Mendonça C, Campos G, Dias P, Santos JA. Learning auditory space: Generalization and long-term effects. *PloS one*. 2013;8(10):e77900.
218. Freigang C, Richter N, Rübsamen R, Ludwig AA. Age-related changes in sound localisation ability. *Cell and tissue research*. 2015;361:371-86.
219. Sinnathuray AR, Meller R, Cosso M, Magnan J. Cochlear implantation and contralateral auditory brainstem implantation. *Otology & Neurotology*. 2012;33(6):963-7.
220. Zündorf IC, Karnath H-O, Lewald J. The effect of brain lesions on sound localization in complex acoustic environments. *Brain*. 2014;137(5):1410-8.
221. Spierer L, Bellmann-Thiran A, Maeder P, Murray MM, Clarke S. Hemispheric competence for auditory spatial representation. *Brain*. 2009;132(7):1953-66.
222. Nicholas JG, Geers AE. Personal, social, and family adjustment in school-aged children with a cochlear implant. *Ear and hearing*. 2003;24(1):69S-81S.
223. Tysome JR, Axon PR, Donnelly NP, Evans DG, Ferner RE, O'Connor AFF, et al. English consensus protocol evaluating candidacy for auditory brainstem and cochlear implantation in neurofibromatosis type 2. *Otology & Neurotology*. 2013;34(9):1743-7.
224. Fernandes NF, Goffi-Gomez MVS, Magalhães ATDM, Tsuji RK, De Brito RV, Bento RF, editors. Satisfação e qualidade de vida em usuários de implante auditivo de tronco cerebral. *CoDAS*; 2017: SciELO Brasil.
225. Vesseur A, Free R, Snels C, Dekker F, Mylanus E, Verbist B, et al. Hearing restoration in cochlear nerve deficiency: the choice between cochlear implant or auditory brainstem implant, a meta-analysis. *Otology & Neurotology*. 2018;39(4):428-37.
226. Eisenberg LS, Johnson KC, Martinez AS, DesJardin JL, Stika CJ, Dzubak D, et al. Comprehensive evaluation of a child with an auditory brainstem implant. *Otology & Neurotology*. 2008;29(2):251-7.

227. Kumar R, Warner-Czyz A, Silver CH, Loy B, Tobey E. American parent perspectives on quality of life in pediatric cochlear implant recipients. *Ear and hearing*. 2015;36(2):269-78.

8. EKLER

Ek 1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul Onayı



T.C
İZMİR BAKIRÇAY ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
KARAR

	AÇIK ADRESİ	Gazi Mustafa Kemal Mah. Kaynaklar Cad. Seyrek MENEMEN /İZMİR				
	TELEFON	0232 493 00 00-11126				
	FAKS	0232 844 71 22				
SORUMLU ARAŞTIRMACI	Doç.Dr. Merve BATUK					
YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR	Prof.Dr.Levent SENNAROĞLU, Prof.Dr.Gonca SENNAROĞLU, Öğr.Gör. Erva DEĞİRMENCI UZUN					
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Koklear İmplant ile Kontralateral İşitsel Beyin Sapı İmplantı Kullanan Çocuklarda Fonem Ayırt Etme ve Lokalizasyon Becerilerinin Araştırılması					
KARAR	Karar No:449	Araştırma No:429	Tarih:17.12.2021			
	Doç.Dr. Merve BATUK'un sorumlu araştırmacı olduğu "Koklear İmplant ile Kontralateral İşitsel Beyin Sapı İmplantı Kullanan Çocuklarda Fonem Ayırt Etme ve Lokalizasyon Becerilerinin Araştırılması" başlıklı araştırmanın etik açıdan UYGUN olduğuna oy birliği ile karar verildi.					
ETİK KURUL DAYANAKLARI	İyi Klinik Uygulamaları (IKU) Kılavuzu ve bununla ilgili Avrupa Birliği Direktifleri, Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi, Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi, İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesinin Onaylanmasının Uygun Bulduğuna Dair Kanun, Hasta Hakları Yönetmeliği, Türk Ceza Kanunu, Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu, Yükseköğretim Kanunu, Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, Tıbbi Deontoloji Tüzüğü, Türk Tabipler Birliği Hekimlik Meslek Etiği Kuralları, Yükseköğretim Kurulu'nun Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi					
Etik Kurul Üyeleri Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Araştırma ile ilişki		Katılım		İmza
Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK Etik Kurul Başkanı	Farmakoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Nazan KILIÇ AKÇA Üye	İç Hastalıkları Hemşireliği	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Kadirhan ÖZDEMİR Üye	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Derya KARANFİL Üye	Endüstri ve Örgüt Psikolojisi	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Seda ÇETİNKAYA KARABEKİR Üye	Histoloji ve Embriyoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

Ek 2. Veri Formu**VERİ TOPLAMA FORMU****Katılımcı No:****Yaş:****Cinsiyet:****İşitme kaybı tanı yaşı:****Anne eğitim düzeyi:****Baba eğitim düzeyi:****İmplant Bilgileri**

	Sağ kulak	Sol kulak
İmplant türü (CI/ABI)		
İmplantasyon tarihi		
Marka		
İşlemci modeli		
İmplant modeli		

MRG Bulguları

Sağ kulak	Sol kulak

BT Bulguları

Sağ kulak	Sol kulak

Değerlendirme Sonuçları

	Sağ kulak	Sol kulak	Bilateral
Fonem Ayırt Etme Skoru (%)			
Lokalizasyon Testi			
HEAR-QL Ölçek Puanı			

Ek 3. Orijinallik Raporu

Koklear İmplant ile Kontralateral İşitsel Beyin Sapı İmplantı Kullanan Çocuklarda Fonem Ayırt Etme ve Lokalizasyon Becerilerinin Araştırılması

ORIJİNALLİK RAPORU

%7	%7	%1	%3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%2
2	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	%2
3	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
4	acikerisim.baskent.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
5	9lib.net İnternet Kaynağı	<%1
6	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
8	dspace.baskent.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1

dspace.kocaeli.edu.tr:8080

Ek 4. Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen:	Erva Değirmenci Uzun
Ödev başlığı:	KOKLEAR İMPLANT İLE KONTRALATERAL İŞİTSEL BEYİN SAPI İ...
Gönderi Başlığı:	KOKLEAR İMPLANT İLE KONTRALATERAL İŞİTSEL BEYİN SAPI İ...
Dosya adı:	PhD_Tez_turnitin.docx
Dosya boyutu:	3.25M
Sayfa sayısı:	81
Kelime sayısı:	18,570
Karakter sayısı:	130,172
Gönderim Tarihi:	18-Tem-2023 09:38ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası:	2132991153



9. ÖZGEÇMİŞ