

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA
ELEKTROT NÖRON ARAYÜZEYİNİN SPEKTRAL
ÇÖZÜNÜRLÜK VE KONUŞMA ANLAŞILIRLIĞINA
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Ody. Merve ÖZSES

Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ

ANKARA
2024

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA
ELEKTROT NÖRON ARAYÜZEYİNİN SPEKTRAL
ÇÖZÜNÜRLÜK VE KONUŞMA ANLAŞILIRLIĞINA
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Ody. Merve ÖZSES

Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. BETÜL ÇİÇEK ÇINAR

ANKARA
2024

ONAY SAYFASI

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA ELEKTROT NÖRON ARAYÜZEYİNİN
SPEKTRAL ÇÖZÜNÜRLÜK VE KONUŞMA ANLAŞILIRLIĞINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Merve ÖZSES

Danışman: Doç. Dr. Betül ÇIÇEK ÇINAR

Bu tez çalışması 29.05.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	Doç. Dr. Merve Batuk (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	Doç. Dr. Mehmet Yaralı (Hacettepe Üniversitesi)
Üye:	Doç. Dr. Hilal Dinçer D'Alessandro (İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa)
Üye:	Dr. Öğr. Üyesi Eyyup Kara (İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa)

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

10 4 Haziran 2024

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ 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.

29/05/2024

(İmza)

Merve Özses

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

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

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

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

ETİK BEYAN

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

Merve ÖZSES

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca danışmanlığımı yapan, her daim yanımda olup bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR'a,

Odyoloji bilimine değerli katkılar sunan ve tez çalışmamın gerçekleştirilmesi için yol gösteren bölüm başkanımız Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU'na,

Değerli görüş ve katkılarıyla tez çalışmamın şekillenmesini sağlayan ve desteğini her daim hissettiren Prof. Dr. Levent SENNAROĞLU'na,

Akademik deneyimleri ile yol gösteren ve veri toplamamdaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Merve BATUK'a, Doç. Dr. Mehmet YARALI'ya, Doç. Dr. Hilal Burcu ÖZKAN ATAK'a ve Doç. Dr. Filiz ASLAN'a,

Lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren üzerimde sayısız emeği olan, mesleğimin şekillenmesini sağlayan ve tez izleme komitemde yer alarak bilgi ve tecrübelerini bizimle paylaşan hocam Dr. Öğr. Üyesi Eyyup KARA'ya,

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

Odyoloji Lisans dönemimden bu yana her zaman yanımda olup desteğini hissettiğim Dr. Öğr. Üyesi Merve ÇINAR SATEKİN'e ve doktora eğitimimde yolumun kesiştiği beni her daim motive eden, hüznümü ve mutluluğumu paylaştığım Arş. Gör. Beyza DEMİRTAŞ'a ve beraber bu yolda yürüdüğümüz arkadaşlarım Arş. Gör. İlknur TAŞDEMİR, Arş. Gör. Burak AVCI, Arş. Gör. Zeynep BUDAK, Arş. Gör. Betül KOSKA'ya,

Tez çalışmamdaki ölçümlerin yapılmasında katkısı bulunan Uzm. Dr. Burçay TELLİOĞLU'na,

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

Hayatım boyunca koşulsuz sevgi ve destekle yanımda olup bugünlere gelmemde en büyük emeği olan canım annem, babam ve ağabeyime,

Son olarak sonsuz desteğiyle hep yanımda olan, sevgi ve anlayışıyla beni her zaman yüreklendiren biricik eşim Uzm. Dr. Arif ÖZSES'e ve ailemize yeni katılan hayat kaynağım canım oğlum Atlas Ege'ye,

En içten sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Merve ÖZSES

ÖZET

Özses, M., Koklear İmplant Kullanıcılarında Elektrot Nöron Arayüzeyinin Spektral Çözünürlük ve Konuşma Anlaşılabilirliğine Etkisinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Programı, Doktora Tezi, Ankara, 2024. Bu çalışmada iç kulak anomalisi olan ve olmayan koklear implant (Kİ) kullanıcılarının spektral çözünürlük ve konuşma anlaşılabilirliğini karşılaştırıp elektrot nöron arayüzeyini etkileyen faktörlerden biri olan elektrot insersiyon derinliği belirlenerek spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliğiyle ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmaya 6 ile 12 yaş arası normal iç kulak anatomisine sahip 14 Kİ kullanıcısı ve iç kulak anomalisi olan 23 Kİ kullanıcısı dahil edilmiştir. Katılımcıların spektral çözünürlük becerileri Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT)- *Spectro-Temporal Modulated Ripple Test* ve konuşmayı anlama becerileri Çocuklar İçin Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (*Hearing In Noise Test HINT-C*) kullanılarak değerlendirilmiştir. Elektrot-nöron arayüzeyi hakkında bilgi elde etmek için intraoperatif X-RAY görüntülemelerinden açısal insersiyon derinliği '*cochlear view*' yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Kİ kullanıcılarının ebeveynlerine çocuklarının günlük yaşamdaki ortamlarda işitsel davranışlarını değerlendirmek için Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar (GYİD) anketi uygulanmıştır. HINT-C sessiz, G_{İL}K_{ÖN} ve G_{ÖN}K_{ÖN} koşullarında normal kokleaya sahip Kİ kullanıcıları düşük sinyal gürültü oranlarında konuşmayı anlarken iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcıları daha yüksek sinyal gürültü oranlarına ihtiyaç duymaktadır ($p < 0,001$, $p = 0,008$, $p = 0,015$ sırasıyla). G_{KL}K_{ÖN} koşulunda iki grup arasında anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p = 0,224$). SMDT'de iç kulak anomalisi olan kullanıcıların normal anatomiye sahip kullanıcılara kıyasla daha düşük spektral çözünürlük skoru elde ettiği görülmüştür ($p = 0,035$). Açısal insersiyon derinliği normal iç kulak anatomisine sahip olanların iç kulak anomalisi olan kullanıcılardan daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$). Ayrıca iç kulak anomalileri için özel üretilmiş FORM serisi elektrotların insersiyon derinlikleri ve kullanıcıların test sonuçları karşılaştırıldığında FORM24 elektrotu takılı olanların FORM19 takılı olanlara göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Açısal insersiyon derinliği ile HINT-C sessiz ($r = -0,43$, $p = 0,002$), G_{İL}K_{ÖN} ($r = -0,50$, $p = 0,001$) ve G_{ÖN}K_{ÖN} ($r = -0,37$, $p = 0,01$) koşullarında negatif yönde orta derece ilişki, SMDT skorları ($r = 0,48$, $p = 0,001$) arasında ise pozitif yönde orta derece ilişki gözlenmiştir. Açısal insersiyon derinliğinin sessizlikte, gürültüde konuşmayı anlama skorlarını ve SMDT puanlarını yordadığı bulunmuştur. GYİD anketin toplam puanı ve dört alt ölçeğindeki puanlara göre normal anatomiye sahip ve iç kulak anomalisi olan kullanıcılarının ebeveyn görüşlerinin benzer olduğu görülmüştür ($p > 0,05$). Bu çalışma bildiğimiz kadarıyla iç kulak anomalisi olan ve olmayan Kİ kullanıcılarının HINT-C ve SMDT testleri skorlarını karşılaştırıp elektrot nöron arayüzeyi kalitesiyle ilişkisini ortaya koyan ilk çalışmadır.

Anahtar Kelimeler: koklear implant, iç kulak anomalisi, elektrot nöron arayüzeyi, spektral çözünürlük, gürültüde konuşmayı anlama.

ABSTRACT

Özses, M.; Evaluation of the Effect of Electrode Neuron Interface on Spectral Resolution and Speech Intelligibility in Cochlear Implant Users. Hacettepe University Graduate School Health Sciences Audiology Department of Audiology Doctor of Philosophy Thesis, Ankara 2024. In this study, it was aimed to compare the spectral resolution abilities and speech perception of cochlear implant (CI) users with and without inner ear anomalies (IEM) and to investigate the relationship between spectral resolution and speech perception in noise by determining the electrode insertion depth, which is one of the factors affecting the electrode neuron interface. In this study there were 14 CI users with normal inner ear anatomy and 23 CI users with IEM and the age range was 6 to 12 years old. Participants' spectral resolution skills were evaluated using the Spectro-Temporal Modulated Ripple Test (SMRT), and their speech perception skills were evaluated using the Hearing in Noise Test-Children (HINT-C). In order to obtain information about the electrode-neuron interface, angular insertion depth was calculated using the 'cochlear view' method from intraoperative X-RAY. The Auditory Behavior in Everyday Life (ABEL) questionnaire was administered to parents of CI users to evaluate their children's auditory behaviors in daily life environments. Our study reveals that CI users with normal cochlea have better speech perception in quiet and noise, and spectral resolution skills than CI users with IEMs. While CI users with normal cochlea can understand speech perception at low signal-to-noise ratios in HINT-C quiet, $N_{\text{Ipsilateral}}S_{\text{Front}}$ and $N_{\text{Front}}S_{\text{Front}}$ conditions, CI users with IEMs need higher signal-to-noise ratios ($p < 0,001$, $p = 0,008$, $p = 0,015$). There was no significant difference in the condition of $N_{\text{contralateral}}S_{\text{Front}}$ ($p = 0,224$) between groups. In SMRT, it was observed that users with inner ear anomalies had lower spectral resolution scores compared to users with normal anatomy ($p = 0,035$). Angular insertion depth was found to be higher in normal cochlea than in inner ear anomalies. ($p < 0,001$). In addition, the placement depths of the FORM series electrodes, explicitly produced for inner ear anomalies, were compared with the users' test results. CI users with FORM24 electrodes had better results than CI users with FORM19. A moderate negative correlation was observed between angular insertion depth and HINT quiet ($r = -0,43$, $p = 0,002$), $N_{\text{Ipsilateral}}S_{\text{Front}}$ ($r = -0,50$, $p = 0,001$) and $N_{\text{Front}}S_{\text{Front}}$ ($r = -0,37$, $p = 0,01$) conditions, and a positive moderate correlation was observed between SMRT scores ($r = 0,48$, $p = 0,001$). Angular insertion depth was found to predict speech perception scores in quiet and noise and SMRT scores. According to the total score and four subscales of the ABEL questionnaire, it was seen that the parental opinions of users with normal cochlea and users with inner ear anomalies were similar ($p > 0,05$). To our knowledge, this study is the first to compare the HINT-C and SMRT test scores of CI users with normal cochlea and inner ear anomalies and highlight their relationship with the quality of the electrode-neuron interface.

Keywords: cochlear implant, inner ear anomalies, electrode neuron interface, spectral resolution, speech perception in noise.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. İç Kulak Anomalileri	5
2.1.1. Embriyoloji	5
2.1.2. İç Kulak Anomalileri	5
2.2. Koklear İmplantlar	11
2.3. Elektrot Nöron Arayüzeyi	14
2.4. Gürültüde Konuşmayı Anlama Becerisi	17
2.4.1. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (Hearing In Noise Test – HINT)	17
2.5. Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT)	19
2.6. Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar Anketi	21
3. BİREYLER VE YÖNTEM	23
3.1. Araştırma Türü	23
3.2. Bireyler	23
3.2.1. Araştırmaya Dahil Etme ve Araştırmadan Dışlanma Kriterleri	24
3.3 Araçlar ve Yöntem	25
3.3.1 Çocuklar için Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (Hearing In Noise Test- HINT-C)	25
3.3.2. Spektro Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT) (Spectral-Temporally Modulated Ripple Test (SMRT))	27

3.3.3. Açısal İnsersiyon Derinliği Hesaplaması	29
3.3.4. Günlük Yaşam İşitsel Davranışlar Anketi (GYİD)	30
3.4. İstatistiksel Analiz	31
4. BULGULAR	32
4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler	32
4.2. Elektriksel Empedans Ölçümleri	34
4.3. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi Bulguları (HINT-C)	35
4.4. Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT) Sonuçları	37
4.5. Açısal İnsersiyon Derinliği (AID) Sonuçları	39
4.6. Ebeveyn Anketi Sonuçları	40
4.7. Elektrot Tipine Göre Karşılaştırma (FORM19- FORM24)	41
4.8. Açısal İnsersiyon Derinliği ile Gürültüde Konuşmayı Anlama ve Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi Sonuçları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	42
5. TARTIşMA	48
5.1. Elektrot Nöron Arayüzeyi ve Konuşmayı Anlama Performansı	49
5.2. Elektrot Nöron Arayüzeyi ve Spektral Çözünürlük	53
5.3. İç Kulak Anomalisi Olan Kullanıcıların Gürültüde Konuşmayı Anlama ve Spektral Çözünürlük Becerileri	56
5.4. İç Kulak Anomalisi Olan Kullanıcıların Elektrot Tiplerinin Karşılaştırılması	59
5.5. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Güçlü Yönleri	62
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
7. KAYNAKLAR	66
8. EKLER	76
9. ÖZGEÇMİş	88

SİMGELER ve KISALTMALAR

AID	Açısal İnsersiyon Derinliği
BOS	Beyin omurilik sıvısı
BT	Bilgisayarlı Tomografi
dB	Desibel
GYİD	Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar
HINT	<i>Hearing in noise</i> test Gürültüde İşitme Testi
IP	Inkomplet Partisyon
İAK	İnternal akustik kanal
İBSİ	İşitsel beyin sapı implantı
KH	Koklear Hipoplazi
Kİ	Koklear implant
kΩ	Kilo ohm
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
ms	Milisaniye
N	Katılımcı
p	İstatistiksel yanılma düzeyi
RPO	<i>Ripple per octave</i>
SGO	Sinyal Gürültü Oranı
SLM	<i>Sound Level Meter</i>
SMDT	Spektral-temporal modüle dalgalanma testi
SNİK	Sensörinöral işitme kaybı
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
SS	Standart Sapma
°	Derece

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Serbest alan hoparlör kurulumu.	26
3.2. HINT-C testi dört koşulda değerlendirme gösterimi.	26
3.3. HINT-C Sonuç Ekranı.	27
3.4. SMDT Sonuç Ekranı.	29
3.5. Kontrol grubu (a) ve çalışma grubundaki (b) katılımcıların elektrotlarının anteroposterior kafa grafileri.	30
4.1. Kontrol grubu, çalışma grubu 1 ve 2'nin SMDT sonuçları kutu grafikleri.	38
4.2. Kontrol grubu ve çalışma grubu 1 ve 2'nin AID sonuçları kutu grafikleri.	40
4.3. Elektrotun açisal insersiyon derinliği ile HINT-C ve SMDT skorları saçılım grafikleri.	45

TABLOLAR

Tablo		Sayfa
4.1.	Tüm kullanıcılara ait demografik veri tablosu.	33
4.2.	Tüm Grupların Kİ İç ve Dış Parça Modelleri ve Kullanılan İşleme Stratejileri.	34
4.3.	Katılımcıların Elektriksel Empedans Ölçüm Sonuçları.	35
4.4.	Kontrol ve Çalışma Gruplarının HINT-C Testi Sonuçları.	36
4.5.	Grupların HINT-C Testi Sonuçları.	37
4.6.	Grupların SMDT sonuçları.	37
4.7.	Kontrol grubu, çalışma grubu 1 ve 2'nin SMDT sonuçları.	38
4.8.	Grupların açısall insersiyon derinliği ölçümü karşılaştırılması.	39
4.9.	Kontrol grubu ve çalışma grubu 1 ve 2'nin AID sonuçları.	40
4.10.	GYİD anketi skorları karşılaştırması.	41
4. 11.	Elektrot tipine göre HINT-C sonuçları, SMDT skorları ve açısall insersiyon derinliği bulguları karşılaştırılması.	42
4. 12.	Açısall İnsersiyon Derinliği ile HINT-C ve SMDT testi sonuçları arasındaki ilişkiyi değerlendiren Pearson Korelasyon analizi.	43
4. 13.	HINT-C ve SMDT testlerine açısall insersiyon derinliği ve implant kullanıcılarında karıştırmacı faktörler olan iç kulak anomalisi varlığı ve Kİ implant kullanma süresinin üzerinde etkisini belirlemek için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları.	47

1. GİRİŞ

1980'den bu yana, koklear implantlar (Kİ), ileri dereceden çok ileri dereceye kadar sensörinöral işitme kaybı olan bireylere, fonksiyonel işitmeyi geri kazandırmayı ve daha iyi konuşma becerilerini geliştirmesini sağlayan ve cerrahi olarak yerleştirilen protezlerdir. 2019 yılında dünya çapında yaklaşık implante edilen 736.900 kayıtlı cihaz bildirilmiştir (1) ve 2022 itibariyle bir milyon kullanıcıya ulaştığı tahmin edilmektedir (2).

Koklear implantlar en başarılı duysal protezlerden biridir ancak kullanıcılar arasında konuşmayı anlama yetenekleri hem sessiz hem de gürültülü ortamlarda oldukça değişkenlik göstermektedir (3,4). İşitme kaybı süresi, işitme kaybı başlama yaşı, işitme cihazı kullanımı, rezidüel işitme, ameliyat olma yaşı, preoperatif konuşmayı anlama skorları ve postoperatif implant kullanma deneyimi gibi faktörlerin ameliyat sonrası performansı etkilediği bilinmektedir. İmplant markası, programlanmış mevcut elektrotların yüzdesi, rezidüel işitmenin korunması ve koklea içindeki elektrot konumu gibi cihaz ve cerrahi faktörler de performansla ilişkilendirilmiştir. Bu değişkenliğin bir kaynağı da her bir elektrotun hedef işitsel nöronları ne kadar iyi aktive ettiğini gösteren elektrot-nöron arayüzeyidir. Zayıf elektrot-nöron arayüzeyleri, kanal etkileşimini artırabilir, bu da spektral bilgiyi bozabilir ve konuşmayı anlamanın azalmasına neden olabilir. Elektrotun pozisyonu, modiolusa olan mesafe, elektrotu çevreleyen sıvı miktarı ve işitsel nöronların bütünlüğü elektrot-nöron arayüzeyini etkileyen önemli faktörlerdir (5,6). Şu anda, Kİ kullanıcılarında nöral bütünlüğü doğrudan ölçmek mümkün değildir; bu nedenle elektrot konumu hakkında bilgi edinmek, elektrot-nöron arayüzeyini değerlendirmek için alternatif bir yaklaşım olarak görülmektedir (7).

Elektrot-nöron arayüzeyine ilişkin elektrot-modiolus mesafesi, skaler konum ve insersiyon derinliği gibi elektrot yerleşimi hakkında bilgiler postoperatif bilgisayarlı tomografi (BT) veya X-RAY görüntüleme yoluyla elde edilebilir. BT elektrot konumunu belirlemede yüksek çözünürlüklü veriler elde etmeyi sağlasa da implant merkezlerinde Kİ ameliyatının ardından röntgen çekilmesi daha yaygındır (8). Elektrot dizisinin koklea içerisine en uygun şekilde yerleştirilmesi, Kİ ameliyatı sonrası işitme sonuçlarını etkileyen çeşitli faktörlerden biridir. Her hastada 2½ koklear

dönüş ile iç kulağın normal anatomisi görmek istenirken, konjenital sensörinöral işitme kayıplı çocukların %20'sinde normal anatomiden farklı iç kulak anomalileri vardır (9). Elektrot tipinin her bir duruma ve anatomiye göre uyarlanması iç kulak anomalilerinde daha da kritiktir. Bu nedenle iç kulak anomalileri için özel üretilmiş elektrotlar bulunmaktadır.

Nilsson ve ark. (1994) tarafından geliştirilen Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (*Hearing In Noise Test- HINT*) fonksiyonel işitme yeteneğinin, özellikle sessiz ortamda ve gürültü varlığında konuşma ile iletişim kurma yeteneğinin ölçülmesini amaçlar. Kİ kullanıcıları konuşmayı tanımada arka plan gürültüsünden normal işiten bireylere göre daha olumsuz etkilenmektedir (10). Hilly ve ark. (2016), elektrot nöron arayüzeyini etkileyen elektrot insersiyon derinliğinin HINT sonuçlarını etkilediğini belirtmiştir (11). Ayrıca, implantın kokleaya yerleşim derinliği frekans enerjisinde kaymaya ve spektral sıkıştırma gibi spektral zarfta daha fazla bozulmaya neden olmaktadır (12,13). Spektro-temporal çözünürlüğün psikofiziksel testleri, Kİ kullanıcıları tarafından işitmeyi iyileştirmeye yönelik yöntemlerin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Spektral çözünürlüğün değerlendirildiği en bilenen test Aronoff ve Landsberger (2013) tarafından geliştirilen Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma testidir (SMDT) (14). Holden ve ark. (2016) SMDT ve HINT testini kullanarak spektral çözünürlük yeteneğinin hem sessiz hem de gürültüdeki konuşmayı anlama ölçümleriyle güçlü bir korelasyonu olduğunu ortaya koymuştur (15).

Elektrot-nöron arayüzeyi ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı etiyolojilerine göre farklılık gösterebilmektedir. Genişlemiş vestibüler akuadukt ve GJB2 (*Connexin-26*) mutasyonu olan implantlı çocuklarda elektrot-nöron arayüzeyi kalitesindeki etiyolojiye bağlı farklılıklar nedeniyle konuşmayı anlama sonuçları etkilenmiştir (16,17). İç kulak anomalisi varlığında koklea boyunca nöral dağılımdaki bozulmaların ve nöral liflerdeki eksikliğin, koklear implantasyon sonrası performansı etkileyeceği tahmin edilmektedir ve kelime tanıma sonuçlarının malformasyonun türüne göre değiştiğini gösterilmiştir (18,19). Bu nedenle, normal anatomi ve iç kulak anomalisine sahip çocuklar arasındaki elektrot-nöron arayüzeyi ile ilgili faktörlerin karşılaştırılması, iki popülasyon arasında değişkenler açısından farklılıklar olup olmadığını belirlemek için gereklidir.

Koklear implant kullanıcılarında, elektrot nöron arayüzeyi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Ancak iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarında elektrot nöron arayüzeyi pek bilinmemektedir. Bildiğimiz kadarıyla iç kulak anomalileri için özel üretilmiş FORM serisi (FORM19-FORM24) elektrotların insersiyon derinliği ile işitme sonuçları arasındaki ilişki araştırılmamıştır.

Çalışmamızın amacı normal kokleaya sahip ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının elektrot nöron arayüzeyinin spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliğine etkisinin ilişkisini incelemektir. Ayrıca FORM19 ve FORM 24 elektrot dizilerinin insersiyon derinliği, spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliği sonuçları da incelenmiştir. Bu doğrultuda tez çalışmasının hipotezleri;

Hipotez 1

H0: İç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının ve normal kokleaya sahip kullanıcıların elektrot nöron arayüzeyleri arasında fark yoktur.

H1: İç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının ve normal kokleaya sahip kullanıcıların elektrot nöron arayüzeyleri arasında fark vardır.

Hipotez 2

H0: İç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcıları ile normal kokleaya sahip Kİ kullanıcıları arasında spektral çözünürlük ve gürültüde konuşmayı anlama performansları arasında fark yoktur.

H1: İç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcıları ile normal kokleaya sahip Kİ kullanıcıları arasında spektral çözünürlük ve gürültüde konuşmayı anlama performansları arasında fark vardır.

Hipotez 3

H0: Kİ kullanıcılarında elektrot nöron arayüzeyi ile spektral çözünürlük ve gürültüde konuşmayı anlama arasında ilişki yoktur.

H1: Kİ kullanıcılarında elektrot nöron arayüzeyi ile spektral çözünürlük ve gürültüde konuşmayı anlama arasında ilişki vardır.

Hipotez 4

H0: FORM19 ve FORM24 elektrot dizilerinin insersiyon derinliği ile spektral çözünürlük ve gürültüde konuşmayı anlama arasında ilişki yoktur.

H1: FORM19 ve FORM24 elektrot dizilerinin insersiyon derinliği ile spektral çözünürlük ve gürültüde konuşmayı anlama arasında ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İç Kulak Anomalileri

2.1.1. Embriyoloji

İç kulağın embriyogenezine ilişkin bilgiler, çeşitli iç kulak malformasyonlarının gelişimini anlamak için önemlidir. Gebeliğin üçüncü haftasında rombensefalonun her iki yanında yüzey ektoderminde kalınlaşma olur ve otik kapsül ortaya çıkar. Otik kapsül nöroektoderm yüzeyine kıvrılarak otik çukuru oluşturur. Dördüncü hafta civarında otik çukur, bir otokist oluşturmak üzere kapanır. Beşinci haftada labirent, vestibüler ve koklear keselere farklılaşır. Önce vestibüler kısım oluşur, ardından koklear kısım gelişir.

Altıncı haftada ön labirent kesesi uzayarak kokleayı oluşturur. Koklea, 7 haftada bir dönüş boyutuna, 8 haftada 1,5 dönüş boyutuna ve 11. Haftadan önce ise tam 2,5 dönüş boyutuna ulaşır. Koklea 2,5 turluk tam büyüklüğe ulaştıktan sonra 22-24. haftalar arasında yetişkin boyutuna ulaşana kadar yavaş yavaş büyümeye devam edecektir. Labirent hamileliğin 5. ayında tamamen oluşmuştur. Vestibülokoklear sinirin ganglion hücreleri dördüncü haftada otik vezikülden kaynaklanır ve yedinci fetal ayda hem afferent hem de efferent tüm sinapslar oluşur. Koklea ve periferik sinirler arasındaki bağlantıların olgunlaşması son trimesterde gerçekleşir. Modiolus, koklea içindeki membranöz kemikten gelişir ve kokleanın bazal ve orta dönüşlerinde 20-21. hafta civarında ve 25. haftada apikal dönüşü doğru katlanarak meydana gelir.

İnternal akustik kanal (İAK), otik vezikülün medial yönünde kıkırdak oluşumunun inhibisyonu ile oluşturulur. Bu inhibisyonun gerçekleşmesi için vestibülokoklear sinirin varlığı gereklidir. Sekizinci sinirin yokluğunda İAK oluşmaz (20,21).

2.1.2. İç Kulak Anomalileri

İç kulak anomalilerinin konjenital işitme kayıplarının etiyolojilerinin yaklaşık %20'sini oluşturduğu tahmin edilmektedir (22). İç kulak anomalilerinin yönetiminde doğru bir şekilde sınıflandırılması ve dünya çapında ortak bir dile sahip olması önemlidir (9). Ayrıca bu anomalilerin koklear implantasyon öncesi belirlenmesi

önemlidir çünkü cerrahi teknik, elektrot dizisi seçimi, cerrahi komplikasyonlar ve koklear implantasyon sonuçları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Temporal kemiğin yüksek çözünürlüklü BT ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile iç kulak anomalilerini sekiz grupta sınıflandırmıştır (9).

Labirent Aplazisi (Michel Deformitesi)

Labirent aplazisinde koklea, vestibül, semisirküler kanallar, koklear ve vestibüler akuadukt yapılarının tümü gelişmemiştir, yani iç kulak tümüyle yoktur. Petröz kemik hipoplastik olabilirken, otik kapsül hipoplastik veya aplastik olabilir. Hastaların çoğunda İAK sadece fasiyal kanaldan oluşur ve temporal kemikte fasiyal sinirin labirent, timpanik ve mastoid segmentleri izlenebilir. Ancak bazı hastalarda normal fasiyal fonksiyonlara rağmen temporal kemikte fasiyal kanalın görülmesi mümkün olmayabilir. Kokleovestibüler sinir yoktur. Orta kulak kemikçikleri genellikle bulunur.

Odyolojik değerlendirmede ya hiç cevap alınmaz ya da 125, 250 ve 500 Hz frekanslarında maksimum ses çıkışında saptanan vibrotaktıl duyu nedeniyle çok ileri derecede işitme kaybı tespit edilebilir. İç kulak gelişimi hiç bulunmadığından Kİ cerrahisi uygulamak mümkün değildir ve tek seçenek işitsel beyin sapı implantı (İBSİ) uygulanmasıdır.

Rudimenter Otokist

Yuvarlak veya oval, milimetrik bir otik kapsül yapısı vardır, İAK gelişmemiştir. Semisirküler kanalların bir kısmı rudimenter otokiste eşlik edebilir. Bu anomali, labirent aplazisi ile ortak kavite arasındaki bir yerde sınıflandırılabilir. Labirent aplazisinde iç kulak gelişimi yoktur, ortak kavitede ise ayrı bir koklea ve vestibül yerine oval veya yuvarlak bir kistik boşluk vardır. Ortak kavite, beyin sapı ile İAK'daki sinirler aracılığıyla iletişim kurar. Rudimenter otokistte ise bir İAK oluşumu mevcut değildir.

Otokist ile beyin sapı arasında bağlantı olmaması bu grubu Kİ cerrahisi için kontrendikasyon oluşturmaktadır. Sonuç olarak, İBSİ için kesin bir göstergedir.

Koklear Aplazi

Koklear aplazi, kokleanın yokluğudur. Vestibül ve semisirküler kanallar normal gelişmiştir ya da dilatedir. Koklear aplazili hastalarda odyolojik testlerden ya hiç cevap alınamaz ya da alçak frekanslarda vibrotaktil elde edilebilir. İç kulak gelişimi olmadığı için koklear aplazili hastalarda İBSİ, işitmenin sağlanması için tek uygulanabilir cerrahi seçenektir.

Ortak Kavite (*Common Cavity*)

Koklea ve vestibül oval veya yuvarlak görünümde ortak bir boşluk şeklindedir. Koklear ve vestibüler nöral yapılara sahiptir. Eşlik eden semisirküler kanallar veya bunların gelişmemiş kısımları olabilir. İAK genellikle kaviteye merkezinden girer. Odyolojik olarak, sadece alçak frekanslarda ve maksimum hava ve kemik eşiği sınırlarında işitme eşikleri vardır. Doğru yaklaşım için 8. Kranial sinirin varlığı önemlidir. Odyolojik cevapla birlikte 8. Sinir varsa Kİ tercih edilen yöntemdir ancak yeterli işitsel ve dil gelişimi sağlanamazsa kontralateral tarafa İBSİ planlanması gerekebilir. Sekizinci sinir yok ise İBSİ endikedir.

Koklear Hipoplazi

Koklea ve vestibül arasında net bir ayrım olan bu malformasyonda normal kokleadan daha küçük boyutları olan ve internal yapısında deformiteler bulunan bir grup koklear malformasyonu temsil eder. Dört farklı koklear hipoplazi tipi tanımlanmıştır.

Koklear Hipoplazi Tip I (Cochlear hypoplasia type I)-(KH-I) (Tomurcuk şeklinde koklea)

Koklea, internal akustik kanaldan çıkan yuvarlak veya oval şekilli küçük bir tomurcuk gibidir. İç yapısı aşırı derecede deforme değildir; modiolus veya interskalar septum yoktur.

Koklear Hipoplazi Tip II (Cochlear hypoplasia type II)-(KH-II) (Kistik hipoplastik koklea)

Koklea boyutları küçüktür, modiulus ve interskalar septum yoktur ancak dış yapısı normaldir. İAK ile geniş bir bağlantı vardır. Vestibüler akuadukt genişleyebilir ve vestibül dilate olabilir.

Koklear Hipoplazi Tip III (Cochlear hypoplasia type III)-(KH-III) (İkiden az kıvrımı olan koklea)

Koklea normalden kısa modiulus ile az dönüşe sahiptir. İnterskalar septanın uzunluğu normalden daha kısadır. İnternal (modiulus, interskalar septum) ve eksternal yapı normal kokleaya benzerdir ancak boyutları küçüktür. Vestibül ve semisirküler kanallar genellikle hipoplastiktir. Koklear apertür hipoplastik veya aplastik olabilir.

Koklear Hipoplazi Tip IV (Cochlear hypoplasia type IV) (KH-IV) (Hipoplazik orta ve apikal kıvrımları olan koklea)

Koklea normal bir bazal dönüşe sahiptir, ancak orta ve apikal dönüşler ileri derecede hipoplastiktir ve normal merkezi konumdan daha anterior ve medial yerleşimlidir.

Koklear hipoplazisi olan hastalarda farklı odyolojik bulgular görülebilir. Amplifikasyon seçenekleri hakkında karar vermek, özellikle hipoplazik koklear siniri olan hastalarda zor olabilir. Hafif ila orta derecede sensörinöral işitme kaybı (SNİK) olan hastalar işitme cihazlarıyla habilitasyona tabi tutulabilir ve normale yakın dil gelişimi olabilir. Bazı hipoplazi vakalarında (özellikle KH-IV), iletim komponentinin stapes fiksasyonuna bağlı olduğu iletim tipi veya mikst tip işitme kaybı olabilir. Mikst tip işitme kaybı olan vakalar stapedektomiden fayda görebilirler. Koklear hipoplazili hastalarının çoğunda koklear sinir mevcuttur. Bu nedenle hastalarda ileri ve çok ileri derecede işitme kayıplarında Kİ uygulanabilmektedir. Bazı hastalarda koklear apertür aplazisi ile koklear sinir aplazisi vardır ve bu nedenle İBSİ en iyi seçenek olabilmektedir. Koklear hipoplazisi olan diğer hastalarda hipoplazik koklear sinirler bulunur. Bu vakalarda en iyi seçenek koklear sinirin daha iyi olduğu tarafa Kİ

yapılmasıdır. Sınırlı işitme ve dil gelişimi varsa, kontralateral taraf için İBSİ düşünülmelidir. Bu hastaların bir kısmı eş zamanlı Kİ ve İBSİ için aday olabilir.

İnkomplet Partisyon-IP

Eksternal boyutların normal kokleayla benzer olduğu, ancak internal yapının defekt olduğu bir grup koklearmalformasyondur. Modiolus ve interskalar septumdaki defektlere bağlı olarak üç farklı tip inkomplet partisyon tanımlanmıştır:

İnkomplet Partisyon Tip I (IP-I)

Sennaroğlu & Saatçi (2002), “kistik kokleo vestibüler malformasyon” olarak tanımlanan koklea tipidir. Bu anomalide koklea ve vestibül arasında net bir ayrım vardır. Koklea, boş bir kistik yapı görünümü veren tüm modiolus ve interskalar septadan yoksundur. Kokleaya genişlemiş, dilate bir vestibül eşlik eder. Koklear apertürün defektif gelişimi ve modiolusun yokluğu nedeniyle İAK ve koklea arasında bir defekt vardır; bu nedenle beyin omurilik sıvısı (BOS) kokleayı tamamen doldurmuş olabilir. IP-I hastalarının büyük çoğunluğunda ileri derecede SNİK vardır. IP-I’de aynı zamanda koklear sinir aplazisi de görülebilir ve bu durum Kİ cerrahisi açısından kontraendikasyon yaratır. Eğer koklear sinir var ise Kİ yapılabilir, aksi takdirde İBSİ yapılması gereklidir.

İnkomplet Partisyon Tip II (IP-II)

IP-II’de, modiolusun apikal kısmı defektir ancak bazal bölümü normaldir. Bu anomali ilk olarak Carlo Mondini tarafından tanımlanmıştır ve minimal dilate bir vestibül ve genişlemiş vestibüler akuadukt ile modiolusun sadece bazali vardır. “Mondini” terimi, yalnızca yukarıda belirtilen malformasyon üçlüsü mevcutsa kullanılmalıdır.

Modiolusun apikal kısmı ve buna karşılık gelen interskalar septa defektir ve orta ve apikal dönüşlerin birleşmesi nedeniyle koklea apeksine kistik bir görünüm verir. Kokleanın eksternal boyutları (yükseklik ve çap) normal vakalarda görülene benzerdir.

Odyolojik bulguları normalden çok ileri dereceye değiştiğinden, bu hastaların karakteristik bir işitme kaybı yoktur. İşitme kaybı simetrik veya asimetrik olabilir,

ancak genellikle ilerleyicidir. Ani SNİK olması da mümkündür. Odyolojik bulgularında timpanometri sonuçlarının normal olan ancak alçak frekanslarda hava kemik aralığı olabilmektedir. Olası neden, genişlemiş endolenfatik duktus ve keseyi içeren geniş vestibüler akuaduktusun neden olduğu mekanik endokoklear problemler olabilir.

İşitme kaybı ilerleyici olduğundan bu hastalar genellikle iyi bir dil gelişimi gösterirler. Başlangıçta neredeyse normal işitmeye sahip olsalarda ilerleyen zamanlarda amplifikasyon ihtiyacı duyup işitme cihazı adayı olabilirler. Genellikle işitme kaybındaki ilerleme devam eder ve gelecekte bir noktada Kİ ihtiyacı yaratır. Kafa travması da işitme kaybının ilerlemesinde rol oynayabilir, bu nedenle bu çocukların mümkün olduğunca kafa travmasından korunmaları gereklidir.

İnkomplet Partisyon Tip III (IP-III)

IP-III koklear anomalisi ilk olarak 1971'de Nance tarafından tarif edilmiş X'e bağlı genetik geçiş gösteren bir anomalidir. IP-III'de koklea interskalar septaya sahiptir ancak modiolus tamamen yoktur. Kokleanın eksternal boyutları (yükseklik ve çap) normal kokleayla benzerdir.

IP-III'de mikst tip işitme kaybı veya ileri derecede SNİK olabilir. İletim komponenti ince otik kapsülden kaynaklanıyor olabilir. Tüm hastaların koklear sinirleri bulunduğu İBSİ kontraendikedir.

Geniş Vestibüler Akuadukt

Normal bir koklea, vestibül ve semisirküler kanallar varlığında vestibüler akuaduktun geniş (posterior labirent ile operculum arasındaki orta nokta 1.5 mm'den büyük) olmasıdır. Odyolojik bulguları ve tedavi yaklaşımı IP-II ile benzerdir.

Koklear Apertür Anomalileri

Koklear apertür veya koklear sinir kanalı, koklear siniri İAK'dan kokleaya transfer eder. Genişlik 1.4 mm'den az ise koklear apertür hipoplazik olarak kabul edilir. Kanalin tamamen kemikle yer değiştirdiği veya midmodiolar görünümde kanal olmadığı durumlarda koklear apertür aplazik olabilir. Koklear apertür aplazisine tipik olarak koklear sinir aplazisi eşlik eder. Koklear apertür hipoplazik olduğunda koklear

sinir hipoplazik veya aplazik olabilir. Normal bir kokleada da koklear apertür hipoplazisi ve aplazisi görülebilir.

Koklear apertür anomalileri BT’de görülen dar İAK ile birlikte olabilir. Eğer İAK orta noktasının genişliği 2.5 mm’den küçük ise bu dar İAK olarak kabul edilir. Dar İAK vakalarında koklear sinirin durumu MRG ile kontrol edilmelidir.

Hastalarda genellikle ileri veya çok ileri derecede SNİK mevcuttur. Koklea normal olduğundan, otoakustik emisyonlar mevcut olabilir ve otomatik işitsel beyin sapı cevabı testi yapılmazsa çocuk yeni doğan işitme taramasını geçebilir. İşitme kayıpları tipik olarak, ailenin ses farkındalığı ve dil gelişimi eksikliği konusundaki endişelerine bağlı olarak daha sonra çocuklukta keşfedilir. Yenidoğan tarama protokolü otoakustik emisyon ve otomatik işitsel beyin sapı cevabı testi içeriyorsa, apertür anomalileri bebeklik döneminde teşhis edilebilir.

İşitme cihazları genellikle koklear apertür hipoplazisi ve aplazisi olan hastalarda yeterli amplifikasyon sağlamaz. Bilateral hipoplastik koklear apertür ve hipoplastik koklear sinirli hastalarda işitme cihazı denemesi gereklidir. Yeterli fonksiyonel işitme sağlamazsa, bu hastalar genellikle Kİ için adaydırlar. Eğer Kİ ile yeterli işitme sağlanmıyorsa, daha iyi odyolojik ve dil sonuçları elde etmek için kontralateral İBSİ planlanabilir. Koklear apertür aplazisinde ise İBSİ endikedir.

2.2. Koklear İmplantlar

Koklear implant, ileri ve/veya çok ileri dereceye kadar sensörinöral işitme kaybı olan her yaş grubundaki bireylerde işitmeyi yeniden sağlamak için en son teknolojiye sahip tedavi seçeneğidir. Kİ teknolojisi kokleanın tonotopik organizasyonundan yararlanır. İşitme sinirini, rezidüel spiral ganglion sinir hücreleri popülasyonları aracılığıyla elektriksel olarak uyarmak için bir elektrot dizisi yerleştirilir. Kİ, ses şiddeti, ses perdesi ve konuşma ile ilgili bilgi içeren zamansal ipuçları dahil olmak üzere önemli konuşma ipuçlarını beyne iletir. Konuşma ayrı frekans bantlarına bölünür ve belirli elektrotlarla eşleştirilir.

Ses işlemcisi, ortamdaki gelen ses sinyalinin frekans bazlı dijital sinyallere ayırır ve radyo frekans bağlantısı aracılığıyla implant elektroniğine aktarır. İmplant elektroniği bu dijital sinyal girişlerini frekansa özgü elektriksel uyarımlara dönüştürür ve bunlar daha sonra koklea boyunca bazalden apekse kadar uzunlamasına

yerleştirilen intrakoklear elektrot dizisi aracılığıyla kokleaya iletilir. İntrakoklear elektrot, elektriksel stimülasyonun implanttan hassas sensörinöral yapılara aktarılmasında implant-nöral arayüzeyini oluşturur. Bu, doğal işitmeye yakın bir işitme sağlamak amacıyla elektrik stimülasyonunu aktarmak için güvenli bir şekilde implante edilebilecek belirli temel özelliklere sahip olan elektrot dizilerine olan ihtiyacı yaratır (23).

Kİ, iç ve dış parçadan oluşmaktadır. Dış parça ortamdaki gelen sesleri alan bir mikrofon, mikrofon tarafından alınan sesleri seçen ve düzenleyen bir konuşma işlemcisi ve iletici bobinden, iç parça ise alıcı bobin, elektriksel uyarıyı kontrol etmek için radyo frekans kodlarını çözen ve bunları kokleaya ileten bir elektronik gövde ve bir elektrot dizisinden oluşur (1). Bu bileşenler mevcut tüm sistemlerde ortak olmakla birlikte, seslerin işlenmesi, bilginin implanta iletilmesi ve elektrotların uyarılması yöntemleri üreticilere göre farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca birçok farklı elektrot dizisi mevcuttur (24).

Elektrot dizileri

Koklear implantın elektrot dizileri, işitsel yoldaki nöral dokulara elektriksel uyarıların iletilmesinde önemli bir rol oynar. Elektrot dizileri birden fazla elektrot temas noktalarından (örneğin; 12 ile 22 arasında) oluşur. Farklı Kİ üreticileri tarafından geliştirilen elektrot dizilerinin tasarımının altında yatan tasarım ve felsefede çok sayıda farklılık vardır. Bazı elektrot dizileri, kokleayı innerve eden nöral yapıların yakınına yerleştirilecek şekilde tasarlanırken, diğer elektrot dizileri ise korti organındaki tüy hücrelerine ve destekleyici yapılarına yönelik travmayı önlemek amacıyla nöral yapılardan uzağa yerleştirilecek şekilde tasarlanmıştır (25).

Bir elektrot dizisinin kokleanın anatomisiyle optimum şekilde eşleşmesi, kullanıcıların Kİ teknolojisinden en iyi faydayı sağlamasında önemli bir rol oynar. Kİ başarısını belirleyen faktörlerden biri elektrot dizisinin, kokleanın nöral yapıları ile implantın ses işlemcisinden girdi alan uyarıcı kısmı arasında kalıcı ve ömür boyu bir arayüzey oluşturmasıyla ilgilidir (26). Nöral yapılar daha sonra elektrik sinyalini işitsel kortekse taşıyarak kullanıcıların sesleri algılamasına yardımcı olur.

Kokleanın boyutu, şekli, anatomisi ve patolojisi bakımından farklılıklar gösterebilir ve bir elektrot dizisi tasarımı veya uzunluğu her varyasyonla

eşleşmeyebilir. Örneğin koklea ile işitsel yoldaki bir sonraki seviye arasında klinik radyografilerle değerlendirilmesi zor olabilecek uygun bir sinirsel bağlantıya sahip olmayabilir ve menenjit ile enfekte olmuş koklealarda intrakoklear fibröz doku veya hatta yeni bir kemik oluşumu gelişimi nedeniyle elektrot dizisinin yerleştirilmesi için zorluk oluşturabilir (27).

İç kulak anomalilerinin sınıflandırılmasına göre radyolojik değerlendirmeye teşhis edilen yapısal farklılıklara sahip birçok koklear anomali çeşidi vardır. Elektrotun koklear malformasyon tipine göre seçilmesi tavsiye edilmektedir. Belirli elektrot tipini seçerken, nöral dokuların maksimum uyarılmasını sağlamak, tam yerleştirmeyi sağlamak, elektrot etrafında BOS sızıntısını önlemek ve son olarak komplikasyon riski yüksek olan hastalarda elektrotun revize edilmesini mümkün kılmak için elektrotun uygun yere yerleştirilmesi önemlidir (28).

İç Kulak Anomalileri İçin Özel Elektrotlar

2006 yılında Sennaroğlu, bir IP-I vakasında BOS sızıntısını daha etkili bir şekilde durdurmak için “*cork* (mantar)” şeklinde aşamalı bir silikon tıpa fikrini geliştirmiştir (29). Böylece özel bir elektrot geliştirilip MED-EL tarafından FORM elektrot serisi üretilmiştir. FORM elektrotun FORM24 (24 mm) ve FORM19 (19 mm) olarak iki boyutu bulunmaktadır (28).

FORM24: Bu elektrotun uzunluğu 24 mm olup, IP-I, IP-II ve IP-III’de malforme kokleanın çapı ölçülerek $2\pi r$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Elektrotun uzunluğu koklea etrafında yalnızca bir tam dönüş yapacak şekildedir. Daha uzun bir elektrotun, özellikle IP-III’de İAK’a girme olasılığı daha yüksektir. Bu elektrot ortak kavite hastalarında da kullanılabilir. Her iki yüzeyde de temas noktaları olduğundan, tek yüzeyde temas noktaları olan elektrotlara göre daha iyi uyarım sağlayabilmektedir.

FORM19: Bu elektrotun uzunluğu 19 mm’dir. Boyutları normal kokleaya göre çok daha küçük olan büyük bir KH grubu vardır. KH-II, BOS fişkırması riskinin bulunduğu kistik bir hipoplazidir ve küçük bir kokleaya uzun bir elektrot yerleştirilirse elektrotun kokleaya tam olarak yerleştirilmeme riski ortaya çıkar. KH’de FORM24 ile kısmi insersiyon deneyimi yaşadıkdan sonra Sennaroğlu, MED-EL şirketini daha küçük hipoplastik kokleaya tam insersiyon sağlamak için elektrotun bu daha kısa

versiyonunu (FORM19) üretmeye teşvik etmiştir. Bu nedenle KH olgularında FORM24 kullanılması önerilmez. Aynı şekilde incomplet partiyon durumlarında FORM19 çok kısa olacağı için yetersiz uyarıma neden olabilir. FORM19 küçük ortak kaviterlerde de kullanılabilir (28).

Standart Elektrotlar

Geniş vestibüler akuadukt, KH-III ve KH-IV gibi bazı anomalilerde standart elektrotlar kullanılabilir. Tam temas noktalı elektrotlar (Oticon EVO ve Standart, Nucleus straight, Slim straight 422 veya 522 serisi) veya her iki yüzeyde temas eden elektrotlar (MED-EL Standart, Medium) çoğu durumda modiolar sarılma elektrotlarından daha uygundur (28).

Mevcut Kİ araştırmalarında, birden fazla Kİ sistemi ve/veya birden fazla elektrot türü bir çalışmaya dahil edildiğinde değişkenlerin karıştırılması riski de olabilir. Elektrot konumu ile konuşma algısı arasındaki korelasyon, elektrot tipine özgü faktörlerden etkilenebileceğinden farklı Kİ markaları kullanılarak belirlenemeyebilir (30,31). Elektrot seçimine ilişkin bu endişeler, elektrot tipinin her bir duruma ve anatomiye göre uyarlanması gereken iç kulak anomalilerinde daha da kritiktir. İç kulak anomalilerinde, konuşmanın anlaşılmasında ve sonuçlarında farklılıklara yol açabileceğinden elektrot dizisi türünü seçerken özel dikkat gerektirmektedir (19). Bu nedenlerle araştırmalarda tek bir cihaz türü kullanılarak cihaz değişkenlerini sabit tutulması önerilmektedir (32).

2.3. Elektrot Nöron Arayüzeyi

Koklear implantların ortalama performansı, teknolojilerin ve ses işleme tekniklerinin ilerlemesiyle gelişmeye devam etmektedir. Ancak konuşmayı anlama becerileri, Kİ kullanıcıları arasında oldukça değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik en belirgin şekilde işitme kaybının başlangıç yaşı, işitme kaybı süresi ve Kİ deneyimi ile açıklanmaktadır (33,34). Programlanan mevcut elektrotların yüzdesi (35), rezidüel işitmenin korunması (36,37) ve elektrotun koklea içindeki konumu (38,39) gibi cihaz ve cerrahi faktörler de performansla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca çalışmalarda, her bir Kİ kanalı ile o bölgedeki işitsel nöronlar (yani elektrot-nöron arayüzeyi) arasındaki bilginin doğru şekilde aktarılması, implantın işitsel

performansını etkileyebileceğini göstermiştir (7,40–42). İşitsel sinyalin iletimi için hedef spiral ganglion nöronlarını aktive eden her elektrotun etkinliği elektrot-nöron arayüzeyi olarak ifade edilir. Bu terim, elektrot dizisiyle ilgili ayrıntıları, özellikle koklea içinde nasıl konumlandığını, her bir elektrotun göreceli olarak konumlarını ve ayrıca kemik büyümesi ve nöral katmanın durumu gibi hastaya özel patolojileri kapsar. Spiral ganglion nöronlarının yoğunluğu, elektrotun konumu, kemik dokudaki büyümeler gibi faktörler elektrot-nöron arayüzeyini etkilemektedir (6).

Elektrot-nöron arayüzeyi ile ilgili elektrot-modiolus mesafesi, skaler konumu, insersiyon derinliği gibi elektrot yerleşimi hakkında bilgiler görüntüleme yoluyla elde edilebilir (15,43,44). İntraoperatif radyografiler birçok Kİ merkezinde elektrot dizisinin koklea içinde yerleştiğini doğrulamak ve elektrot ucunda katlanma olmadığından emin olmak için rutin olarak kullanılır. Aynı zamanda elektrotun açısız insersiyon derinliğini (AID) belirlemek için de kullanılabilir. Bu radyografilerde yuvarlak pencerenin yaklaşık konumunu belirlemek için kullanılacak yer işaretleri olan superior semisirküler kanalı, onun kavisli çıkıntısını ve vestibülü tanımlamak mümkündür. Yuvarlak pencere ile modüler eksen arasında bir referans çizgisi kullanılarak insersiyonun açısız derinliği ölçülebilmektedir (45). Açısız insersiyon derinliği, elektrot dizisinin derinliğinin objektif bir ölçüsüdür ve iki farklı elektrot tipini karşılaştırmak, revizyon implantları düşünüldüğünde elektrotun yerleştirilmesini değerlendirmek veya farklı insersiyon tekniklerini karşılaştırmak için kullanılmaktadır (46).

Yakın zamanda yapılan çalışmalarda, Kİ elektrotunun kokleaya insersiyon derinliğinin ameliyat sonrası hastanın işitsel performansına önemli etkilerini göstermiş olsa da farklı görüşler vardır. Bir dizi çalışma (43,47–50), tek heceli kelime puanlarının en bazal elektrotun insersiyon derinliği ile pozitif yönde ilişkili olduğu sonucuna varırken, Khan ve ark. (51) ve Lee ve ark. (52) insersiyon derinliği arasında anlamlı bir korelasyon bulamadı. Finley ve ark. (53) ve Holden ve ark. (15) ise insersiyon derinliği ile konuşmayı tanıma sonuçları arasında negatif bir ilişki bulmuştur.

Kanal etkileşimi, modern çok kanallı koklear implant kullanıcılarının karşılaştığı en büyük engellerden biri olmuştur. Kanal etkileşimine katkıda bulunan faktörler arasında elektrot empedansı, modiolusa göre elektrot konumu ve işitsel sinir

liflerinin hayatta kalma modeli yer alır ancak bunlarla sınırlı değildir (42). Yüksek empedans, büyük elektrot-nöron mesafesi veya stimülasyon bölgesinin yakınındaki önemli miktarda sinir lifi kaybı, hedeflenen tonotopik yerden nöral uyarının yayılımının artmasına neden olacaktır (54). Nöral hayatta kalmanın seyrek olması veya uzak elektrot yerleşiminin neden olduğu zayıf elektrot-nöron arayüzeyleri, kanal etkileşiminin artmasına ve konuşma anlaşılabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır (55). Bazı Kİ kullanıcılarında, işitme siniriyle zayıf bir arayüze sahip olduğu tahmin edilen elektrotlar devre dışı bırakıldığında konuşmayı anlamının iyileştiği görülmüştür (54,56). Koklear implantların uyaran seviyeleri, postoperatif BT taraması kullanılarak belirlenen elektrot temas noktalarının intrakoklear konumundan etkilendiği ve bu seviyelerin insersiyon derinliğine bağlı olduğu belirtilmiştir (5).

Elektrot nöron arayüzeyi, spektral çözünürlük ve konuşma algı performansı arasındaki ilişkiye ilişkin çalışmalar, koklear implantlı çocuklar için özellikle önemlidir. Çocuğun çevresindeki konuşma seslerini algılama yeteneği, konuşma ve dil becerilerinin gelişimi açısından kritik öneme sahiptir. Hafiften ileri dereceye kadar herhangi bir derecede işitme kaybı olan çocuklar, dil yeterliliği, akademik beceriler ve uyum testlerinde normal işiten akranlarına göre daha düşük performansa sahip olabilir. Erken yaşta koklear implantasyon yapılması çocukların bir kısmında yaşına uygun konuşma anlaşılabilirliği sağlayabilir (57) ancak konuşmayı anlama performansı bu çocuklar arasında bile oldukça değişken olmaya devam etmektedir (58,59). Bu nedenle, pediatrik Kİ kullanıcıları arasındaki konuşma algısı performansı halen oldukça değişkendir ve tahmin edilmesi zordur. Pediatrik Kİ kullanıcılarının konuşma algısı yeteneklerini azaltabilecek faktörlerin belirlenmesi, Kİ'li çocukların sözel dil sonuçlarını optimize etmeyi sağlar (3).

Pek çok çalışma, koklear implantlı yetişkinlerin elektrot-nöron arayüzeyi incelemiştir ancak bu tür araştırmalar henüz pediatrik grupta yeterince araştırılmamıştır. Elektrot-nöron arayüzeyinin farklı işitme geçmişlerine sahip hasta grupları arasında farklılık gösterdiğine dair kanıtlar giderek artmaktadır (60–62). Jahn ve ark. iki ayrı çalışmalarında geniş vestibüler akuadukt ve GJB2 (Connexin-26) mutasyonu olan implantlı çocuklarda elektrot-nöron arayüzeyi kalitesindeki etiyolojiye bağlı farklılıkların konuşmayı anlama sonuçlarını etkilediğini göstermiştir (16,17). Ayrıca iç kulak anomalisi varlığında koklea boyunca nöral dağılımdaki

bozulmaların ve nöral liflerdeki eksikliğin, koklear implantasyon sonrası performansı etkileyeceği tahmin edilmektedir ve kelime tanıma sonuçlarının malformasyonun türüne göre değiştiğini gösterilmiştir (18,19). Normal iç kulak anatomisine sahip çocukların elektrot nöron arayüzeyi iç kulak anomalisi olan çocuklardan anatomik farklılıklar nedeniyle muhtemelen bu gruplarda farklılık gösterebilir. Bu nedenle, normal anatomi ve iç kulak anomalisine sahip çocuklar arasındaki elektrot-nöron arayüzeyi ile ilgili faktörlerin karşılaştırılması, iki popülasyon arasında değişkenler açısından farklılıklar olup olmadığını belirlemek için gereklidir.

2.4. Gürültüde Konuşmayı Anlama Becerisi

İşitsel algının iyileştirilmesine yönelik teröpatik yaklaşımların faydalarını değerlendirmek için çok sayıda testler önerilmektedir. Bu testlerin birçoğu, işitme kayıplı bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları karmaşık durumların keşfedilebilmesi için gürültüde kelime veya cümle tanıma üzerine tasarlanmıştır (63). Geleneksel odyolojik test bataryasıyla birlikte, özellikle birden fazla konuşmacının veya diğer arka plan gürültüsü türlerinin olduğu ortamlarda iletişim kurmakta zorluk çeken kişiler için, gürültüde konuşmayı anlamanın ölçülmesi önerilmektedir (64). Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü tarafından gürültüde konuşmayı anlama testleri, fonksiyonel işitme güçlüklerini tanımlamak için daha donanımlı bir değerlendirme olarak kabul görmektedir (65). Bu nedenle, odyoloji alanının genişlemesiyle gürültüde konuşmayı anlama testleri de dahil olmak üzere, işitme fonksiyonunun tespiti için hassas olan klinik ve araştırma araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Klinisyenlerin ve araştırmacıların kullanımına yönelik gürültü varlığında konuşmayı anlama becerilerini değerlendiren çeşitli gürültüde konuşma testleri mevcuttur. Bu test bataryalarından en popüler olanlarından bazıları *Words-in-Noise Test* (WIN) (66), *Hearing-in-Noise Test* (HINT) (10), *Quick Speech-in-Noise Test* (*QuickSIN*) (67) ve Matriks testidir (68). Bu testlerden HINT ve Matriks testinin Türkçe normalizasyonu bulunmaktadır.

2.4.1. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (*Hearing In Noise Test – HINT*)

Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (HINT), sessiz ve arka plan gürültüsü olan ortamlarda cümleler kullanılarak güvenilir bir konuşmayı anlama eşiğinin ölçülmesi

amacıyla *House Ear Institute* tarafından geliştirilmiştir (10). Test, bir erkek konuşmacı tarafından seslendirilen 250 cümlenin kayıtlarından oluşmaktadır. Seslendirilen cümleler *Bamford-Kowal-Bench Testi* içerisinde seçilerek oluşturulmuştur ve birçok dilde doğrulanmıştır. HINT, gürültü varlığında ölçüm için kararlı durumdaki konuşma şeklindeki (*speech-shaped*) gürültüyü kullanır. Bu konuşma şeklindeki gürültü, hedef cümle uyarılarının uzun vadeli ortalama spektrumuyla spektral olarak eşleştirilir. Konuşma şeklindeki gürültüdeki seviyenin kararlılığı, bireysel sinyal gürültü oranının (SGO) güvenilirliğini artırabilir. Test sırasında gürültü 65 dB (A)'da sabit tutulurken cümlelerin şiddet seviyesi dB SGO eşğine uyum sağlayacak şekilde değişir. Orijinal HINT, serbest alanda gürültüde konuşmayı ölçmek için geliştirilmiştir. Test sırasında cümleler her zaman 0° azimuttan sunulur. Gürültüde ölçümler için gürültü 0°, 90° veya 270° azimuttan sunulur. Gürültü cümleden 100 ms önce başlar ve cümlenin bitiminden 100 ms sonra biter. HINT testi, farklı amplifikasyon seçeneklerinin değerlendirilmesine olanak sağlamak için serbest alan veya kulaklıklar ile uygulanabilmektedir (69).

Testin yetişkin versiyonunun Türkçe geçerlik ve güvenilirliği 2006 yılında Çekiç ve Sennaroğlu (70), çocuklar için olan versiyonu ise Kartal Özcan ve ark.(71) tarafından yapılmıştır. HINT'in çocuk versiyonunda (HINT-C) 10 cümleden oluşan 13 liste bulunmaktadır. HINT-C 'de kullanılan cümleler HINT cümlelerinin 6-12 yaş arası çocukların doğru şekilde tekrarlayabildiği alt kümesinden oluşmaktadır.

HINT testi koklear implant kullanıcılarının gürültüdeki performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır (72–74). Özellikle çocukların zamanlarının çoğunu geçirdikleri öğrenme ortamları genellikle gürültülüdür ve bu ortamlar konuşmayı anlamayı zorlaştırmaktadır. İşitme cihazı veya koklear implant kullanan çocukların, normal işiten akranlarıyla aynı performansı gösterebilmeleri için daha fazla sinyal gürültü oranına ihtiyaç duymaktadır (75). Bu nedenle işitme cihazları veya koklear implantlarıyla gürültüde konuşmayı tanımanın değerlendirilmesi önemlidir. HINT gibi gürültüde işitme testleri, okul çağındaki çocukların işitsel değerlendirmesine dahil edilerek değerlendirmenin gerçek yaşamdaki günlük dinleme ortamına benzer yapılmasını sağlanması bakımından önem kazanmaktadır.

2.5. Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT)

Gürültüde konuşmayı tanımadaki gelişmeler hem klinik hem de birçok araştırma çalışmasının temel hedeflerinden biridir. Bununla birlikte, bu tür testlerde performans elde edilirken genellikle daha fazla deneyime ihtiyaç duyulur çünkü bu testler bir patern ile fonem arasındaki öğrenilmiş bir ilişkiye dayanmaktadır (76). Kİ kullanıcılarında bireyler arası performans farklılıklarından biri olarak kullanıcılarda bozulmuş spektral çözünürlüğün ve azalan spektral seçiciliğinin, zayıf konuşmayı tanımaya neden olduğu gösterilmiştir. Spektral çözünürlük, artikülasyon yerlerinde farklılık gösteren ünlüler ve ünsüzler de dahil olmak üzere konuşma seslerinin ayırt edilmesinde ve gürültülü dinleme ortamlarında konuşmayı anlamak için de önemlidir (77). Spektral çözünürlüğü değerlendirmek için çeşitli spektral ve spektro-temporal dalgalanma testleri geliştirilmiştir ve Kİ ile ilgili araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (78). Ayrıca spektral çözünürlüğün dilsel olmayan ölçümleri deneyim ve öğrenmeden minimum düzeyde etkilenmektedir (79,80)

Spektral çözünürlüğü değerlendirmek için Aronoff ve Landsberger (2013) tarafından bir dalgalanma yoğunluğunu ayırt etme görevi olan Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT) yazılımı geliştirilmiştir (14). Bu testte, hedef ve referans uyarılar aynı kayma yönüne sahip dalgalanmalardan oluşur ancak ardışık dalgalanmalar arasında farklı yoğunluk içerir. Katılımcılar, referansın çok yüksek bir spektral yoğunluğa sahip olduğu, hedef ve referans uyarıları arasındaki ayırt edilebilir en küçük yoğunluğu başarıyla ayırt edebilecekleri noktayı bulmayı amaçlamaktadır.

SMDT, dalgalanma uyarılarının spektral ve zamansal modülasyonlarını aynı anda sunan geleneksel spektral dalgalanma testinin değiştirilmiş bir versiyonudur. Dinleyicinin 500 ms'lik bir hedef uyarısı, oktav başına 20 dalgalanmalı (*ripples per octave RPO*) iki referans uyarıdan ayırt edebileceği eşiği belirler. Referans ve hedef uyarılar arasında ayırım yapamayacak duruma gelene kadar hedef uyarının dalgalanma yoğunluğunun arttığı adaptif bir prosedürden oluşur. Dalgalanma uyarıları üç aralıklı zorunlu seçim görevinden oluşur. Aralıklardan ikisi referans uyarısı, biri ise hedef uyarısı içerir. Hedef uyarı başlangıçta 0,5 RPO'ya sahiptir ve adım büyüklüğü 0,2 RPO olan 1 yukarı /1 aşağı adaptif prosedür kullanılarak değiştirilir. Her hedef ve referans uyarısının başlangıç aşaması rastgele seçilir.

Merdiven prosedürü on geri dönüşten sonra sona erer ve eşik son altı geri dönüş ortalamasından hesaplanır (14).

Spektral çözünürlük, Kİ veya işitme cihazı kullananlarda sessizlikte konuşmayı tanıma ve gürültüde konuşmayı tanıma ile ilişkilendirilmiştir (15,76,79–83). Ayrıca Kİ kullanıcılarında SMDT testinin iyi bir test-tekrar test güvenilirliğine ve gürültüde konuşmayı tanımada doğrusal bir ilişkiye sahip olduğu bildirilmiştir (78,80). Unilateral, bilateral ve bimodal Kİ kullanıcıları arasında SMDT'deki performansın gürültüde konuşma tanıma ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (76). Bununla birlikte, bazı araştırmacılar spektral dalgalanma testlerinin konuşmayı tanıma ile korelasyonunu bulmamıştır (84,85).

Kİ kullanıcılarında spektral dalgalanma ayırt etme performansını etkileyebilecek olası faktörler arasında implanttaki elektrot sayısı, intrakoklear akım yayılma miktarı, işitsel sinirin bütünlüğü veya ses işleme stratejileri yer alır (55). Önceki çalışmalar, elektrot sayısı arttıkça spektral dalgalanma ayırt etmenin geliştiğini göstermiştir; bu da spektral dalgalanma ayırt etme yeteneğine, çok kanallı bilgiye sahip olmanın fayda sağladığını öne sürmektedir (83). Spektral dalgalanma testleri kullanılarak ses işleme stratejileri arasındaki farklar ortaya konabilmektedir (86). Elektrot dizisi boyunca ortalama kanal etkileşimlerini ve spektral çözünürlüğü değerlendirmek için spektral dalgalanma ayırt etme testi gibi yaklaşımlar önerilmiştir (55). Ayrıca elektrot dizisi boyunca ortalama kanal etkileşimleri ve elektriksel akımın yayılımı dahil olmak üzere implantın fiziksel ve psikofizyolojik özelliklerine duyarlı olduğu görülmektedir (55,87)

Bu çalışmalar, Kİ kullanıcıları için spektral çözünürlüğün bir ölçüsü olarak spektral dalgalanma ayırt etme testlerinin önemli pratik uygulamalarının olduğunu göstermektedir. Kİ kullanıcılarına SMDT testi uygulanırken genellikle kendi ses işlemcilerini kullanılarak serbest alanda akustik sinyaller sunulur. Bu bağlamda, SMDT testindeki performans Kİ ses işlemcisi, elektrot nöron arayüzeyi ve merkezi sinir sisteminin birleşik etkilerini yansıtmaktadır. Bu nedenle SMDT test performansını etkileyen potansiyel faktörleri anlamak önemli olmaktadır(87).

Spektral çözünürlüğün yetişkin Kİ kullanıcıları için konuşma algısıyla güçlü bir şekilde ilişkili olduğu göz önüne alındığında, bazı araştırmacılar pediatrik Kİ kullanıcılarında, konuşma algısı ölçümleriyle cihaz etkinliğinin test edilmesinde

yararlı olabileceğini öne sürmüştür (77,80,88). Kirby ve arkadaşları (2015), normal işiten çocuklar ve işitme cihazı kullanan çocuklar üzerinde SMDT testi kullanarak spektral çözünürlüğü test etmişler ve her iki grup için de spektral çözünürlük performansının yaşın bir fonksiyonu olarak kademeli olarak arttığını bulmuşlardır. İşitme kayıplı bireylerin spektral çözünürlük sonuçları, normal işitenlere göre daha zayıf elde edilmiştir (89). Prelingual pediatrik Kİ kullanıcılarında spektral dalgalanma çözünürlüğü ile konuşmayı tanıma performanslarının ilişkili olduğunu belirtilmiştir (59,90). Landsberger ve ark. (2018) prelingual implante edilmiş çocukların, normal işiten çocuklara ve yetişkinlere ve postlingual implante edilmiş yetişkinlere kıyasla daha zayıf spektral çözünürlüğe sahip olduğunu göstermiştir (91). Ancak iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarında spektral çözünürlüğün rolü tam olarak bilinmemektedir.

2.6. Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar Anketi

Ebeveynlere veya kişisel raporlamaya yönelik öznel anketler, klinisyenlerin bebeklerde ve çocuklarda koklear implantın etkinliğini ve faydalarını belirlemeleri için değerli bilgiler sağlar. Bu öznel anketlerde, ebeveynler, birincil bakıcılar ve öğretmenler gibi işitme cihazlı veya koklear implantlı çocukla düzenli olarak etkileşimde bulunan kişilerden alınan yanıtlar dikkate alınır (92). Bu anketler klinik değerlendirmeleri destekleyen güçlü araçlardır ve nispeten ucuzdur ve uygulanması kolaydır. Klinisyenler bunları çocukların gerçek hayattaki dinleme durumlarındaki işitme sorunlarının kapsamı ve ciddiyeti hakkında daha fazla bilgi edinmek için kullanabilmektedir (93,94).

Purdy ve ark (2002), ebeveynlerin çocuklarının günlük yaşamdaki işitsel davranışlarına ilişkin algılarını değerlendirmek için Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar (GYİD) anketini geliştirdi. Anket, işitme cihazı veya Kİ kullanan 4-14 yaş arası çocukları olan ebeveynler için tasarlanmıştır. 24 maddelik anket, işitme kaybı olan çocuklarda aşağıdaki üç ana beceriyi değerlendirir: İşitsel-Sözel, İşitsel Farkındalık ve Sosyal/Konuşma Becerileri. İlk alt ölçek olan İşitsel-Sözel, tanıdık bir kişiyle, örneğin birinin dikkatini çekmek için adını söylemek gibi sözlü sohbet başlatmayı içerir. İkinci alt ölçek olan İşitsel Farkındalık, telefona uygun şekilde cevap verme, kendi ismine cevap verme vb. becerileri içerir. Son olarak üçüncü alt ölçek olan

Sosyal/Konuşma Becerileri ise, tanımadığı insanlarla sözlü konuşma başlatma, konuşma sırasında sırayla konuşma vb. becerileri içerir. Bu anketin temel amacı ebeveynlerin çocuklarının günlük yaşamlarında başardıkları birçok küçük işitsel başarı hakkında yorum yapmalarını sağlamaktır (95). Bu amaçla GYİD anketi çeşitli dillere çevrilmiş ve uyarlanmıştır.

GYİD anketinin Türkçe versiyonunun geçerli ve güvenilir olduğu kanıtlanmış olup Türk toplumundaki işitme kayıplı çocukların gündelik yaşamdaki işitsel davranışlarının değerlendirilmesi ve izlenmesi için uygun bir anket olduğu belirtilmiştir (96).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Türü

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı kapsamında yürütülmüştür. Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 31.05.2022 tarihinde 2022/09-08 (KA-22014) karar numarasıyla onaylanmıştır. Çalışma, İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamına girdiği için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı ardından tarafımızca Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumuna (TİTCK) başvuruda bulunulmuş olup E-85521274-000-1778042 sayılı başvurumuz 02.09.2022 tarihinde TİTCK tarafından onaylanmıştır (EK-1).

Çalışmaya katılan çocuklar ve ebeveynlerine çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında detaylı bilgi verildikten sonra çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma gönüllülük esasına dayanmaktadır ve tüm katılımcıların bilgilendirilmiş onam formu ile yazılı izinleri alınmıştır. Katılımcılar sosyal seviye farkı gözetilmeden rastgele olarak belirlenmiştir. Çalışmamız prospektif kohort araştırma niteliğindedir.

3.2. Bireyler

Çalışmanın örneklemini 6-12 yaş aralığındaki koklear implant kullanan bireyler oluşturmuştur. Tüm kullanıcılar Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda koklear implantasyon uygulanmış ve Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü'nde rutin olarak implant programlamasına gelen ve işitsel implantlı işitme eşikleri konuşma alanı içinde olan kullanıcılarından oluşmaktadır. Katılımcıların kullandıkları implant markasına bağlı parametreleri kontrol altında tutmak amacıyla yalnızca MED-EL (Innsbruck, Avusturya) marka Kİ kullanıcıları çalışmaya dahil edilmiştir. Normal iç kulak anatomisine sahip olan kullanıcılar kontrol grubu ve iç kulak anomalisine sahip olan kullanıcılar çalışma grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna 14 Kİ kullanıcısı, çalışma grubuna ise 26 Kİ kullanıcısı dahil edilmiştir. Çalışma grubundaki üç kullanıcı testlere adaptasyon sorunu yaşandığı için çalışma dışı bırakılmıştır ve çalışma grubu 23 Kİ kullanıcısından oluşmuştur. Kontrol grubundaki katılımcılardan üçü bilateral, dördü unilateral, beşi

bimodal kullanıcı, çalışma grubundaki katılımcılardan yedisi bilateral, altısı unilateral, 10'u bimodal kullanıcısıydı. Kullanıcıların detaylı hikayesinin alınması amacıyla olgu rapor formu oluşturulmuştur (EK-2).

3.2.1. Araştırmaya Dahil Etme ve Araştırmadan Dışlanma Kriterleri

Kontrol grubu çalışmaya dahil olma kriterleri

- Normal kokleaya sahip olmak
- En az 1 yıldır koklear implant kullanıyor olmak
- 6-12 yaş arasında olmak
- İşitme kaybı dışında ek engele sahip olmamak
- Ana dilinin Türkçe olması
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Çalışma grubunun dahil edilme kriterleri

- İç kulak anomalisi olması
- En az 1 yıldır koklear implant kullanıyor olmak
- 6-12 yaş arasında olmak
- İşitme kaybı dışında ek engele sahip olmamak
- Ana dilinin Türkçe olması
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Dışlama kriterleri

- Bir yıldan kısa bir süredir Kİ kullanıcısı olmak
- 6 yaşından küçük 12 yaşından büyük olmak
- İşitme kaybı dışında ek engele sahip olmak
- Herhangi bir nörolojik, fiziksel, psikolojik hastalığa sahip olması
- Ana dilinin Türkçe olmaması
- Katılımcının ve ebeveynlerinin çalışmaya katılmaya gönüllü olmaması

3.3 Araçlar ve Yöntem

Araştırma kapsamında çalışmaya katılan çocuklara ve ebeveynlerine çalışmanın amacı ve içeriği hakkında bilgi verilerek çocuklardan “Araştırma Amaçlı Çalışma için Çocuk Rıza Formu” (EK-3), ebeveynlerinden “Araştırma Amaçlı Çalışma için Aydınlatılmış Ebeveyn Onam Formu” (EK-4) imzalı olarak alınmıştır.

Kİ kullanıcılarının rutin değerlendirilmeleri sırasında elektrot fonksiyonunu değerlendirmek için empedans telemetrisi klinik standart prosedüre göre gerçekleştirilmiştir. Analiz için empedans değerleri ($k\Omega$ cinsinden) üreticinin telemetri yazılımından (Maestro, MED-EL) aktarılmıştır. Tüm aktif elektrotların değerleri belirlenip apikal (1-4), orta (5-8) ve bazal (9-12) elektrotların empedans ortalaması olarak hesaplanmıştır (97).

Tüm katılımcılara Çocuklar İçin Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi ve Spektro Temporal Modüle Dalgalanma Testi uygulanmıştır. Katılımcılara uygulanan tüm testler *Industrial Acoustics Company* çift odalı sessiz kabinde yapılmıştır. Ayrıca katılımcıların ebeveynlerine Günlük Yaşamda İşitsel Davranışlar anketi uygulanmıştır.

3.3.1 Çocuklar için Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (*Hearing In Noise Test- HINT-C*)

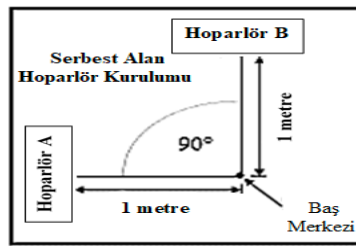
Kullanıcıların sessiz ve gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama eşiklerini tespit etmek için Kartal Özcan ve arkadaşlarının (2023) geliştirmiş olduğu Çocuklar için Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (HINT-C) kullanılmıştır (71). HINT-C uygulaması *HINT-PV* yazılımı üzerinden yapılmıştır. Koklear implant kullanan bireylerin implantı ile değerlendirme yapılırken serbest alan koşullarında *Yamaha* marka *HS5* model hoparlör kullanılmıştır.

Serbest alanda üç hoparlör ile katılımcının baş üstü merkez alınarak aynı uzamsal konfigürasyonu oluşturmak için hoparlörler bir metre uzaklıkta 90°'lik bir azimutla yerleştirilmiştir (Şekil 3.1.). Katılımcının baş üstü hizasından *Sound Level Meter* (SLM) mikrofonu ile kalibrasyon yapılmıştır.

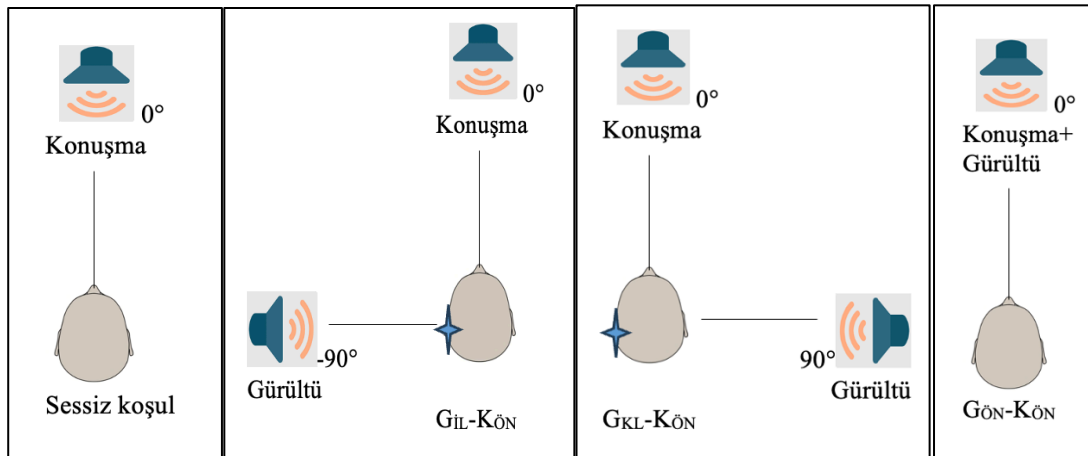
HINT-C, sessiz koşulda ve gürültüde konuşmayı anlama eşiklerini tespit etmek için yalnızca gürültü kaynağının konumunda farklılık gösteren üç koşulda ölçülmüştür. Konuşma kaynağı, her koşul için de 0°'de sabit kalmıştır. Adaptif

prosedür ile gerçekleştirilen HINT-C dört ayrı test koşulu aşağıda verilmiştir (Şekil 3.2.).

1. Sessiz Koşul
2. Gürültü ipsilateral-Konuşma ön (GİL-KÖN)
3. Gürültü kontralateral-Konuşma ön (GKL-KÖN)
4. Gürültü ön – Konuşma ön (GÖN-KÖN)



Şekil 3.1. Serbest alan hoparlör kurulumu.

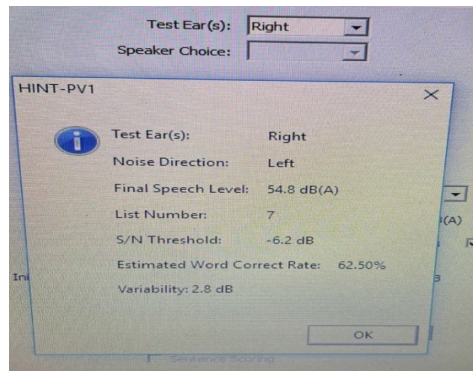


Şekil 3.2. HINT-C testi dört koşulda değerlendirme gösterimi.

Tüm katılımcılara sessiz koşulda ilk cümle 20 dBA 'da sunulmuştur. Diğer üç koşulda ise ilk cümlede sinyal gürültü oranları; GÖN-KÖN durumunda 0 dB SGO, GİL-KÖN ve GKL-KÖN durumlarında -5 dB SGO'da sunulmuştur. Katılımcılar sessiz koşulda test uygulandıktan sonra aynı protokol kullanılarak gürültü koşullarında test uygulanmıştır. HINT-C prosedüründe gürültü seviyesi 65 dBA'da sabittir ve konuşmayı anlama eşiğini bulmak için katılımcıların doğru ve yanlış cevaplarına göre konuşma uyarın seviyesi yazılım tarafından değişmektedir. HINT'in çocuk versiyonunda 10 cümleli listeler bulunmaktadır. Her test koşulunda katılımcılara tekrarlamaları istenen üç liste sunulmuştur. HINT yazılımı tarafından listeler ve

listelerdeki cümleleri rastgele sıralanmıştır. Testin başlangıcındaki ilk 4 cümlede konuşma seviyesi, doğru yanıt alınana kadar 4 dB'lik adımlarla, ardından 2 dB'lik adımlarla sunulmuştur. Konuşmayı anlama eşiği dinleyicinin cümlelerin %50'sini doğru bir şekilde tekrarlayabildiği ortalama sinyal-gürültü oranı (SGO) olarak hesaplanmıştır. Her denemenin sonunda, HINT yazılımı, katılımcıların tüm kelimeleri tekrar edebilecekleri tahmini SGO'nı, SGO'nun standart sapmasını ve anlaşılabilirlik yüzdesini (yani doğru kelimelerin yüzdesi) göstermektedir. Üç listenin SGO skor ortalamaları alınarak konuşmayı anlama eşiği hesaplanmıştır. Test sonucuna ait ekran görüntüsü Şekil 3.3.'te sunulmuştur.

Katılımcının kendine ait olan koklear implant konuşma işlemcisi aktifken teste başlanmıştır. Bilateral Kİ kullanıcıları sağ ve sol kulağındaki implantlarıyla ayrı ayrı test edilmiş, bimodal kullanıcılar ise sadece implantları ile test yapılmıştır. Teste başlamadan önce hoparlörlerden herhangi bir zarar veya rahatsızlık vermeyecek şekilde gürültü ve/veya erkek konuşmacının seslendirdiği cümleler verileceği söylenmiştir. Katılımcılara, konuşma sesinin şiddetinin kimi zaman azalıp kimi zaman artacağı, duyduğu cümleleri veya bir cümlenin yalnızca bir kısmını duymuş olsalar bile duydukları her şeyi tekrar etmeleri istenmiştir. Test oturumları, tek taraflı implant kullanıcılarında yaklaşık 20 dakikada, bilateral kullanıcılarda yaklaşık 40 dakikada tamamlanmıştır.



Şekil 3.3. HINT-C Sonuç Ekranı.

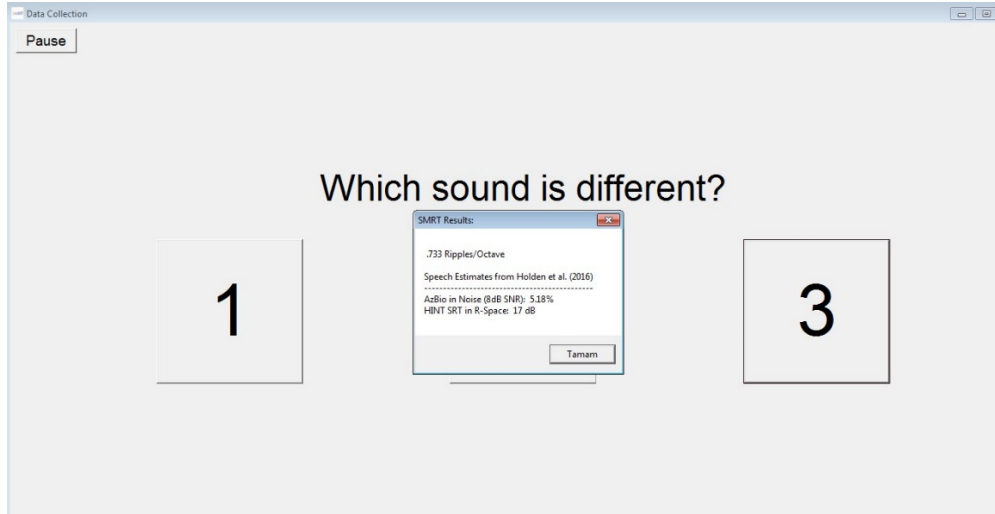
3.3.2. Spektro Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT) (*Spectral-Temporally Modulated Ripple Test (SMRT)*)

Spektro Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT) spektral çözünürlüğün değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Testin bilgisayar yazılımı, <http://www.ear->

lab.org/smrt.html adresinde açık erişimli olarak mevcuttur ve ücretsiz olarak temin edilmektedir. Yazılım Sony marka bir dizüstü bilgisayara yüklenmiş ve uyarılar *JBL control one* marka hoparlör sistemi aracılığıyla sunulmuştur.

Uyaran, 20 dB'lik bir modülasyon derinliği ve 5 Hz'lik bir sürüklenen/drifting faz hızı ile 100 ile 6400 Hz arasındaki 202 amplitüd modülasyonlu saf seslerin toplamından oluşmaktadır. Her denemede iki referans uyaran ve bir hedef uyaran bulunmaktadır. Referans uyarıların dalgalanma şiddeti veya spektral tepe noktalarının ve alt noktaların şiddeti, oktav başına 20 dalgalanmaya (RPO) ayarlanırken, hedef uyaran başlangıçta 0.5 RPO'ya ayarlanmaktadır ve 0.2 RPO'luk adımlarla değişmektedir. Hedef uyarının RPO değeri ve dolayısıyla dalgalanmaların yoğunluğu arttıkça SMDT daha zor hale gelmektedir. Dinleyiciden hedef uyarı seçmesi beklenmektedir. SMDT eşiği, son altı denemenin ortalamasına göre hesaplanmıştır ve %50 değeri ise ayırt etmenin sağlandığı hedef uyarının en yüksek RPO'sunu göstermektedir. Bu nedenle, daha yüksek eşik değerleri, daha iyi spektral ayırım yeteneklerini göstermektedir (14).

SMDT, üç alternatifli zorunlu seçimli bir test paradigmasıdır. Katılımcı bilgisayar ekranının önünde, hoparlörden 1 metre uzaklıkta ve hoparlöre 0° açısı olacak şekilde oturtulmuştur. Test uygulamasından önce katılımcıya test hakkında bilgi verilmiş ve testi nasıl yapacağı anlatılmıştır. Görev sırasında ekranda 1, 2 ve 3 numaralı üç kutu belirterek verilen uyaran geldiğinde kırmızı renkte yanmaktadır. Katılımcıdan ekranda sunulan üç uyarıdan hangisinin farklı olarak algılandığını gösteren kutuyu seçmeleri istenmiştir. Her katılımcıya üç ölçüm yapılmıştır ve uygulanan ilk ölçüm, katılımcıları test prosedürü ve uyarılara alıştırmak için kullanılmıştır ve bu testteki eşik değeri kullanılmamıştır. Son iki SMDT ölçümünün ortalaması alınmıştır. Bilateral Kİ kullanıcıları sağ ve sol kulağındaki implantlarıyla ayrı ayrı test edilmiş, bimodal kullanıcılar ise sadece implantları ile test yapılmıştır. SMDT sonucuna ait ekran görüntüsü Şekil 3.4.'te sunulmuştur

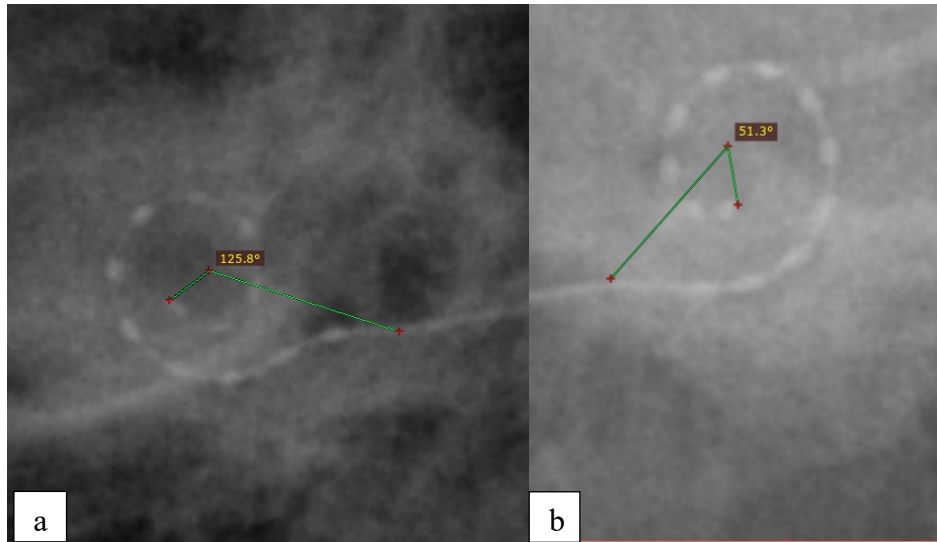


Şekil 3.4. SMDT Sonuç Ekranı.

3.3.3. Açısal İnsersiyon Derinliği Hesaplaması

İntraoperatif X-RAY görüntüleme, koklear implant ameliyatında elektrotun insersiyon derinliği de dahil olmak üzere koklea içinde uygun elektrot yerleşimini doğrulamasında ve elektrotun bükülmesi, sıkışması gibi istenmeyen durumların oluşmaması için elektrot bütünlüğünün belirlenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır (98). Kliniğimizde Kİ ameliyatı öncesi iç kulak anatomisini belirlemek amacıyla rutin radyolojik görüntüleme olarak BT ve MRG yapılmaktadır. Preoperatif BT ve MRG görüntülemeleri sonucunda iç kulak anomalisi tespit edilen koklealar Sennaroğlu sınıflamasına göre sınıflandırılmaktadır. Kİ cerrahisi sırasında da yerleştirilen elektrotun bütünlüğünün belirlenmesinde ve açısal insersiyon derinliğinin hesaplanmasında X-RAY görüntüleme rutin olarak kullanılmaktadır. Çalışmaya dahil edilen kullanıcıların Kİ cerrahisi sırasında elde edilen grafi görüntüleri kullanılmıştır. Transorbital grafi üzerindeki ölçümler RadiAnt DICOM viewer-64 bit™ yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin var olan intraoperatif X-RAY görüntülemelerinden elektrotun açısal insersiyon derinliği iki Kulak Burun Boğaz uzmanı tarafından, Xu ve ark. (2000) tanımladığı 'Cochlear View' yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır (45). Açısal insersiyon derinliği ölçümü trans orbital grafi görüntüsü üzerinde, MinIP'te (*minimum intensity projection*) yuvarlak pencerenin konumunu yaklaşık olarak belirlemek için superior semisirküler kanaldan ve vestibülün orta noktasından bir çizgi çizilip elektrot ucuyla kesiştiği nokta, yuvarlak pencere konumu olarak işaretlenmiştir. Modiolustan yuvarlak pencereye ve en uzak

elektrota çizilen vektörler, insersiyon derinliğini vermek için 360 °'ye göre bir açı oluşturmaktadır ve açısal insersiyon derinliği derece cinsinden hesaplanmıştır. Elde edilen verilerle, elektrotların açısal insersiyon derinliği analiz edilmiştir.



Şekil 3.5. Kontrol grubu (a) ve çalışma grubundaki (b) katılımcıların elektrotlarının anteroposterior kafa grafileri.

3.3.4. Günlük Yaşam İşitsel Davranışlar Anketi (GYİD)

Auditory Behavior in Everyday Life (ABEL) anketi Purdy ve ark. (2002) tarafından işitme kayıplı çocukların günlük yaşamdaki işitsel davranışlarındaki kazanımlara ilişkin ebeveynlerinin algılarını değerlendirmek için geliştirilmiştir (95). Özses ve ark. (2022) tarafından Günlük Yaşam İşitsel Davranışlar (GYİD) anketi olarak Türkçe versiyonunun geçerli ve güvenilir olduğu kanıtlanmıştır. Türk toplumundaki işitme kayıplı çocukların gündelik yaşamdaki işitsel davranışlarının değerlendirilmesi ve izlenmesi için uygun bir anket olduğu belirtilmiştir (96).

İşitme cihazı veya Kİ kullanan 4-14 yaş arası çocukları olan ebeveynlerin yardım almadan doldurabilecekleri hızlı ve basit bir ankettir. 24 maddelik anket, işitme kaybı olan çocuklarda aşağıdaki üç ana beceriyi değerlendirir: İşitsel-Sözel, İşitsel Farkındalık ve Sosyal/Konuşma Becerileridir. Daha spesifik olarak, İşitsel-Sözel bölümündeki 11 soru çocukların sesleri algılamasını ve işitsel sözel tepkilerini (örneğin, “tanıdık insanlarla sözlü konuşmalar başlatır”); İşitsel Farkındalık bölümündeki 10 soru çocukların çevresel seslere ilişkin farkındalığını (örn. “kendi ismine tepki verir”); ve sosyal/konuşma becerileri bölümündeki beş soru çocukların

sosyal/konuşma becerilerini ve bağımsız işlevlerini (örneğin, "konuşmalarda sırayla hareket eder") yansıtmaktadır (95).

Her ebeveynen çocuğunun geçen hafta boyunca işitsel davranışını en iyi açıklayan puanı seçmesi istenmiştir. Her bir madde için puan 0 ile 6 arasında değişmektedir (0=hiç, 1=neredece hiç, 2=nadiren, 3=bazen, 4=çoğunlukla, 5=neredece her zaman ve 6=her zaman). Anketteki toplam puan, daire içine alınan tüm sayıların toplamıdır. Puanlar ayrıca her alt grup için ayrı ayrı hesaplanabilmektedir. Yüksek puanlar çocuğun anketle ölçülen tüm becerilerde iyi performans sergilediğini göstermektedir. 24 maddeden ikisi (Şarkı söyler.), hem İşitsel-Sözel hem de İşitsel Farkındalık bölümlerinde bulunur (EK-5). Anketin doldurulma süresi ortalama 15 dakikadır.

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada analizler için IBM SPSS 24.0 paket programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler, ortalama ve standart sapma değerleri ile verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov-Shapiro-Wilk testleri) ve histogram grafikleri kullanılarak test edilmiştir. Kategorik değişkenler frekans ve yüzde kullanılarak özetlenmiş, normal dağılım gösteren sayısal değişkenler ortalama±standart sapma olarak sunulmuş, normallik varsayımını karşılamayan sayısal değişkenler medyan ve çeyrekler arası aralıklar yardımıyla özetlenmiştir.

Gruplar arası ölçümle elde edilen verilerdeki farkın anlamlılığını belirlemek için ikili karşılaştırmalarda parametrik koşullar sağlandığında bağımsız gruplarda t testi, parametrik koşullar sağlanmadığında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İki'den fazla grupta karşılaştırmalar ise Kruskal-Wallis testi ile yapılmıştır. Post-hoc ikili karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile Bonferroni düzeltmesi kullanılarak analiz edilmiştir. Ölçülemeyen özellikler arasındaki farkı tespit etmek için Ki-kare testi kullanılmıştır. Değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkilerini belirlemek için Pearson korelasyon analizi yapılmış olup, ilgili değişkenler ve açısız insersiyon derinliğini değerlendirmek için basit doğrusal regresyon, yordanma durumunu analiz etmek için çoklu regresyon analizleri uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler

Bu çalışma, kontrol ve çalışma grubu olmak üzere iki gruptan ve toplam 37 koklear implant kullanıcısından oluşmaktadır. Kontrol grubuna normal iç kulak anatomisine sahip 14 Kİ kullanıcısı, çalışma grubuna ise iç kulak anomalisine sahip 23 Kİ kullanıcısı dahil edilmiştir. Çalışma grubunda iki IP-I, 15 IP-II, bir IP-III ve beş tane KH-III iç kulak anomalisine sahip Kİ kullanıcıları bulunmaktadır. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. Elde edilen veriler ilk olarak normal iç kulak anatomisine sahip Kİ kullanıcıları ve iç kulak anomalisine sahip Kİ kullanıcıları arasında karşılaştırılmıştır. Sonrasında, çalışma grubu iki alt gruba ayrılarak IP anomalisine sahip kullanıcılar (çalışma grubu 1), KH (çalışma grubu 2) anomalisine sahip kullanıcılar ve normal iç kulak anatomisine sahip Kİ kullanıcılar arasında tekrar karşılaştırılmıştır. Son olarak, koklear implant kullanıcılarında elektrot nöron arayüzeyiyle ilişkili olarak açısız insersiyon derinliği, gürültüde konuşmayı anlama ve spektral çözünürlük arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Tablo 4.1. Tüm kullanıcılara ait demografik veri tablosu.

	Kontrol Grubu	Çalışma Grubu				
		IP-I	IP-II	IP-III	KH-III	Toplam
Cinsiyet						
Kadın	8 (%57)	2	6	-	4	12 (%52)
Erkek	6 (%43)	-	9	1	1	11(%48)
Yaş Ort. (yıl) (min-maks)	8,21±2,11 (6-12)	8,5±3,53 (6-11)	8,87±1,92 (7-12)	9	8,4±2,88 (6-12)	8,74±2,11 (6-12)
Preoperatif işitme cihazı kullanma süresi ort. (ay) (min-maks)	15,28±7,9 (4-36)	18	17,66±11,67	2	16,8±7,82	17,26±9,96 (3-48)
Kİ Olma Yaşı ort. (yıl) (min-maks)	2,84±1,63 (1-6)	4,09±0,5	4,25±1,96	2,23	2,71±0,48	3,83±1,75 (1-7)
Kİ Kullanım Süresi ort. (yıl) (min-maks)	5,93±2,83 (2-11)	5,03±4,59	4,86±2,17	6,85	5,38±3,5	5,13±2,55 (1-11)
Özel Eğitime Devam etme Süresi ort. (yıl) (min-maks)	7,0±2,29 (5-11)	7±3,53	7,36±2,34	9,5	7,0±3,06	7,34±2,45 (4-11)

Kİ: Koklear İmplant, min: minimum, maks: maksimum, ort:ortalama

Gruplar yaş, cinsiyet, işitme cihazı kullanma süresi, Kİ olma yaşı, Kİ kullanım süresi ve özel eğitime devam etme süresi bakımından incelendiğinde iki grup arasında anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir ($p > 0.05$).

Gruplara göre Kİ iç ve dış parça modelleri, elektrot tipleri ve kullanılan işleme stratejileri Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Tüm Grupların Kİ İç ve Dış Parça Modelleri ve Kullanılan İşleme Stratejileri.

	Kontrol Grubu	Çalışma Grubu
Koklear İmplant İç Parça		
<i>Sonata</i>	5	15
<i>Syncrony</i>	13	15
Konuşma İşlemcisi		
<i>Opus</i>	2	1
<i>Rondo</i>	2	7
<i>Sonnet</i>	14	22
Elektrot Tipi		
<i>FlexSoft</i>	1	-
<i>Flex 28</i>	4	1
<i>Medium</i>	2	-
<i>Standart</i>	11	1
<i>FORM19</i>	-	10
<i>FORM24</i>	-	18
Strateji		
<i>FS4</i>	14 %77,8	23 %76,7
<i>FS4-P</i>	4 %22,2	7 %23,3

4.2. Elektriksel Empedans Ölçümleri

Kullanıcıların apikal (1-4), orta (5-8), bazal (9-12) ve *ground path* empedans değerleri ölçülmüş ve ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.3.'de gösterilmiştir. Normal iç kulak anatomisine sahip ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının empedans değerleri karşılaştırması Bağımsız Gruplarda T-testi ile değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analizde iki grup arasında orta intrakoklear elektrotlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir.

Tablo 4.3. Katılımcıların Elektriksel Empedans Ölçüm Sonuçları.

Empedans Değerleri	Kontrol Grubu		Çalışma Grubu		p
	Ortalama±SS	Min-Maks	Ortalama±SS	Min-Maks	
Apikal elektrotlar (1-4)	6,15±1,80	4,13-11,77	5,93±1,57	4,04-9,43	0,66
Orta elektrotlar (5-8)	4,41±0,95	3,08-6,72	5,71±1,50	3,74-9,2	0,001
Bazal Elektrotlar (9-12)	5,78±2,00	3,62-10,88	6,67±1,67	3,33-9,83	0,106
GP	0,89±0,11	0,71-1,18	0,95±0,30	0,61-1,93	0,33

SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, GP: *Ground Path* p<0,05

4.3. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi Bulguları (HINT-C)

Katılımcılara, dört test koşulunda uygulanan HINT-C testinin her koşulu için ayrı istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. HINT-C'nin tüm koşulları için ortalama, standart sapma, minimum, ortanca, maksimum ve SGO verileri Tablo 4.4.'te sunulmuştur.

Sessiz koşulda elde edilen ortalama dB değerleri iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarında daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca GİL-KÖN ve GÖN-KÖN koşullarında da iç kulak anomalisi olanların normal anatomiye göre daha yüksek ortalama SGO değerleri bulunmuştur. Bu bulgular, normal iç kulak anatomisine sahip olan Kİ kullanıcılarının gürültüde konuşmayı anlama performansının iç kulak anomalisi olanlara göre daha iyi olduğunu ancak gürültü kontralateral taraftan geldiğinde önden gelen konuşmayı anlamakta benzer performansa sahip olduklarını göstermektedir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Kontrol ve Çalışma Gruplarının HINT-C Testi Sonuçları.

	Kontrol Grubu			Çalışma Grubu			p
	Ortanca ±IQR	Ortalama ±SS	Min- Mak s	Ortanca ±IQR	Ortalama ±SS	Min- Mak s	
Sessiz (dB)	36,3±9,8	35,96±5,6	26,3- 46,0	42±19,1	45,66±10	33,1- 62,7	0,001
GİL-KÖN (SGO)	2,7±3,5	1,96±3,22	-3,5- 7,5	5,5±5,4	5,29±4,32	-3,3- 15,5	,008
GKL-KÖN (SGO)	-0,8±6,5	-1,6±4,18	-9,4- 4,9	0,5±10,3	0,33±5,78	-9,1- 8,5	,224
GÖN-KÖN (SGO)	-0,2±2,7	0,7±2,26	-3,0- 4,5	3,6±5,75	2,98±3,36	-3,6- 7,8	,015

dB: Desibel, GİL-KÖN: Gürültü ipsilateral-Konuşma ön, GKL-KÖN Gürültü kontralateral-Konuşma ön, GÖN-KÖN Gürültü ön-Konuşma ön, SS: Standart Sapma, IQR: *Inter Quantile Range*, Min: Minimum, Maks: Maksimum, $p < 0,05$

Gürültüde konuşmayı anlama skorları IP anomalisine sahip kullanıcılar, KH anomalisine sahip kullanıcılar ve normal iç kulak anatomisine sahip Kİ kullanıcılar arasında karşılaştırıldığında sessiz, GİL-KÖN ve GÖN-KÖN koşullarında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p < 0,05$). Bu farklılığın hangi gruptan olduğunu belirlemek için kontrol grubu ile çalışma grubunun iki alt grubu arasında Mann-Whitney U ikili karşılaştırması yapılmış ve Bonferroni düzeltmesi sonrası istatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,017$ olarak alınmıştır. Sessiz, GİL-KÖN ve GÖN-KÖN koşullarında kontrol grubu ile çalışma grubu 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p = 0,001$, $p < 0,001$, $p = 0,004$ sırasıyla), sessiz ve GÖN-KÖN koşullarında çalışma grubu 1 ile çalışma grubu 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı olarak fark olduğu ($p = 0,014$, $p = 0,016$ sırasıyla) gözlenmiştir. Kontrol grubu ile çalışma grubu 1 arasında ise sessiz koşulunda istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($p = 0,016$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Grupların HINT-C Testi Sonuçları.

	Kontrol Grubu Ortanca±IQR (1)	IP Ortanca±IQR (2)	KH Ortanca±IQR (3)	p
Sessiz (dB)	36,3±9,8	40,2±14,2	56,7±4,8	0,001 (kwh=13,98) 1-2, 1-3, 2-3
GİL KÖN (SGO)	2,7±3,5	4,7±4,7	8,7±1,3	0,002 (kwh=12,39) 1-3
GKL KÖN (SGO)	-0,8±6,5	-0,7±7,5	7,5±0,1	0,099 (kwh=4,63)
GÖN KÖN (SGO)	-0,2±2,7	2,8±4,7	7,5±0,3	0,008 (kwh=9,72) 1-3, 2-3

dB: Desibel, GİL-KÖN: Gürültü ipsilateral-Konuşma ön, GKL-KÖN Gürültü kontralateral-Konuşma ön, GÖN-KÖN Gürültü ön-Konuşma ön, SGO: Sinyal Gürültü Oranı, IQR: *Inter Quantile Range*, Min: Minimum, Maks: Maksimum, kwh: Kruskal Wallis Varyans Analizi, p<0,017

4.4. Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi (SMDT) Sonuçları

Normal iç kulak anatomisine sahip ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının SMDT skorları karşılaştırması Bağımsız Gruplarda T-testi ile değerlendirilmiştir. SMDT testi için ortalama, standart sapma, minimum, ortanca, maksimum ve RPO verileri Tablo 4.6.'da sunulmuştur. Kontrol grubunun ortalama SMDT skoru 1,47±0,47 RPO elde edilirken çalışma grubunun ortalama SMDT skoru 1,12±0,57 RPO'dur ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir (p=0,035).

Tablo 4.6. Grupların SMDT sonuçları.

	Kontrol Grubu			Çalışma Grubu			p
	Ortanca± IQR	Ortalama ±SS	Min Maks	Ortanca± IQR	Ortalama ±SS	Min Maks	
SMDT	1,35±0,27	1,47±0,47	0,8- 2,76	0,95±0,67	1,12±0,57	0,6- 2,96	0,035

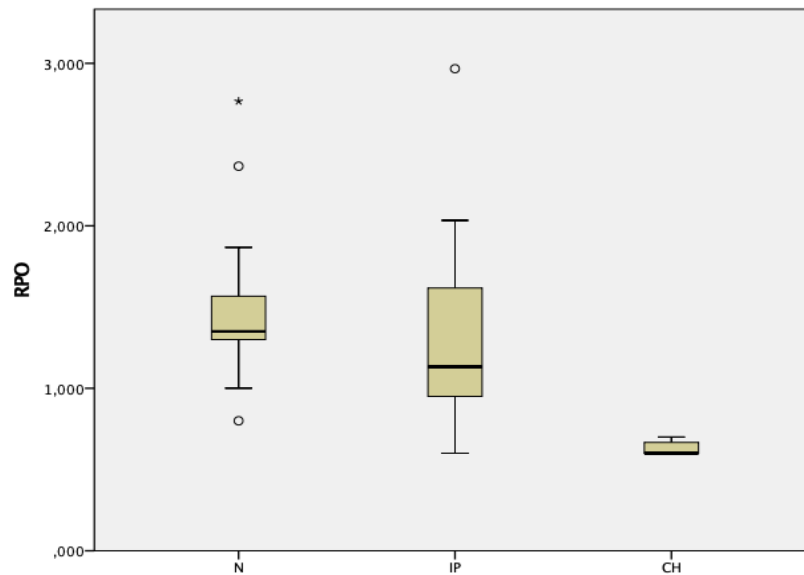
SMDT: Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi SS: Standart Sapma, IQR: *Inter Quantile Range*, Min: Minimum, Maks: Maksimum, p<0,05

SMDT skorları IP anomalisine sahip kullanıcılar, KH anomalisine sahip kullanıcılar ve normal iç kulak anatomisine sahip Kİ kullanıcılar karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). Bu farklılığın hangi gruptan olduğunu belirlemek için kontrol grubu ile çalışma grubunun iki alt grubu arasında Mann-Whitney U ikili karşılaştırması yapılmış ve Bonferroni düzeltmesi sonrası istatistiksel anlamlılık değeri $p<0,017$ olarak alınmıştır. Çalışma grubu 2 ile kontrol grubu ve çalışma grubu 1 arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$, $p<0,001$ sırasıyla) (Tablo 4.7.). Kontrol grubu ve çalışma gruplarına ait SMDT sonuçları kutu grafikleri Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Kontrol grubu, çalışma grubu 1 ve 2'nin SMDT sonuçları.

	Kontrol Grubu Ortanca±IQR (1)	IP Ortanca±IQR (2)	KH Ortanca±IQR (3)	p
SMDT RPO	1,35±0,27	1,10±0,8	0,6±0,07	<0,001 (kwh=18,30) 1-3, 2-3

SMDT: Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi RPO: *Ripple per octave* SS: Standart Sapma, IQR: *Inter Quantile Range*, Min: Minimum, Maks: Maksimum, kwh: Kruskal Wallis Varyans Analizi $p<0,017$



Şekil 4.1. Kontrol grubu, çalışma grubu 1 ve 2'nin SMDT sonuçları kutu grafikleri.

4.5. Açısal İnsersiyon Derinliği (AID) Sonuçları

Normal iç kulak anatomisine sahip ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının açısal insersiyon derinlikleri karşılaştırması Bağımsız Gruplarda T-testi ile değerlendirilmiştir. Grupların açısal insersiyon derinliği ölçümlerinin ortalama, standart sapma, minimum, ortanca, maksimum verileri Tablo 4.8.'de sunulmuştur. Kontrol grubunun açısal insersiyon derinliği ortalama $626,04 \pm 110,16^\circ$ elde edilirken çalışma grubunun ortalama $455,52 \pm 114,11^\circ$ dir ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p < 0,001$). Açısal insersiyon derinliği normal iç kulak anatomisine sahip olanların iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarından daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.8. Grupların açısal insersiyon derinliği ölçümü karşılaştırılması.

	Kontrol Grubu		Çalışma Grubu		p
	Ortalama \pm SS	Min-Maks	Ortalama \pm SS	Min-Maks	
AID ($^\circ$)	626,04 \pm 110,16	397,1-774,3	455,52 \pm 114,11	311,6-813,0	0,001

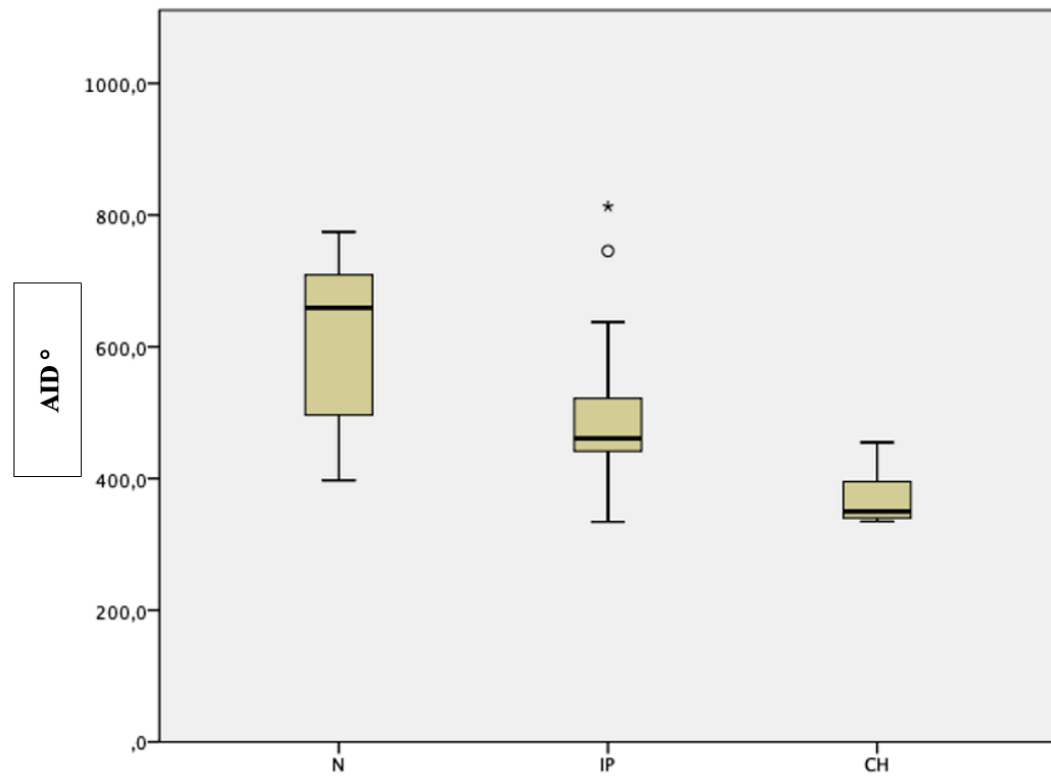
AID: Açısal İnsersiyon Derinliği, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum $p < 0,05$

Açısal insersiyon derinliği IP anomalisine sahip kullanıcılar, KH anomalisine sahip kullanıcılar ve normal iç kulak anatomisine sahip Kİ kullanıcılar karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p < 0,001$). Bu farklılığın hangi gruptan olduğunu belirlemek için kontrol grubu ile çalışma grubunun iki alt grubu arasında Mann-Whitney U ikili karşılaştırması yapılmış ve Bonferroni düzeltmesi sonrası istatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,017$ olarak alınmıştır. Kontrol grubu ile çalışma grubu-1 ($p = 0,001$), kontrol grubu ile çalışma grubu 2 ($p < 0,001$) ve çalışma grubu 1 ile çalışma grubu 2 ($p = 0,005$) arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık elde edilmiştir. KH anomalisine sahip kullanıcıların diğer kullanıcılardan daha küçük açısal insersiyon derinliği olduğu görülmüştür. Kontrol grubu ve çalışma gruplarına ait açısal insersiyon derinlikleri sonuçları kutu grafikleri Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Kontrol grubu ve çalışma grubu 1 ve 2'nin AID sonuçları.

	Kontrol Grubu Ortanca±IQR (1)	IP Ortanca±IQR (2)	KH Ortanca±IQR (3)	p
AID (°)	659,1±212,9	459,2±92,3	350,1±73	<0,001 (kwh=21,32) 1-2, 1-3, 2-3

AID: Açısal İnversiyon Derinliği, SS: Standart Sapma, IQR: *Inter Quantile Range*, Min: Minimum, Maks: Maksimum, kwh: Kruskal Wallis Varyans Analizi, $p<0,017$

**Şekil 4.2.** Kontrol grubu ve çalışma grubu 1 ve 2'nin AID sonuçları kutu grafikleri.

4.6. Ebeveyn Anketi Sonuçları

Normal iç kulak anatomisine sahip ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının ebeveynlerinin yanıtlamış olduğu GYİD anketi skorları karşılaştırması Bağımsız Gruplarda T-testi ile değerlendirilmiştir. Buna göre anketin dört alt ölçeklerinde ve toplam puanında kontrol grubu ve çalışma grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. GYİD anketi skorları karşılaştırması.

	Kontrol Grubu		Çalışma Grubu		p
	Ortalama± SS	Min-Maks	Ortalama ±SS	Min-Maks	
İşitsel-Sözel	4,69±0,6	3,45-5,45	4,55±0,8	2,45-6,0	0,56
İşitsel Farkındalık	5,31±0,6	4,0-6,0	5,31±0,5	4,1-6,2	0,97
Konuşma/Sosyal Beceriler	4,11±1,0	1,75-6,0	3,85±1,12	2,0-6,0	0,43
Toplam Puan	4,85±0,5	3,72-5,76	4,74±0,6	3,44-5,76	0,58

SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, p<0,05

4.7. Elektrot Tipine Göre Karşılaştırma (FORM19- FORM24)

İç kulak anomalileri gruplar halinde incelendiğinde KH-III'de en sık FORM19, inkomplet partiyonlarda en sık FORM 24 elektrotu kullanıldığı görülmüştür. FORM 19 kullanılan kulaklardan biri IP-I, biri IP-II, ikisi IP-III ve altısı ise KH-III anomalisi, FORM24 kullanılan kulaklardan biri IP-I, biri KH-III, 16'si IP-II anomalisine sahipti. İç kulak anomalisi türü dikkate alınmaksızın FORM19 ve FORM24 kullanılanlardan elektrot tipine göre HINT-C sonuçları, SMDT skorları ve açısız insersiyon derinliği bulguları karşılaştırılmıştır. HINT-C dört koşulunda ve SMDT skorlarının FORM19 elektrot kullanılanlarda FORM24'e göre istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu görülmüştür (p=0,001, p=0,03, p=0,001, p=0,002, p=0,04 sırasıyla). Açısız insersiyon derinliği de anlamlı farklılık göstermiştir ve FORM24 elektrot kullanılanların açısız ortalaması FORM19'dan daha yüksek derecede elde edilmiştir (p<0,001) (Tablo 4.11.).

Tablo 4. 11. Elektrot tipine göre HINT-C sonuçları, SMDT skorları ve açısıl insersiyon derinliği bulguları karşılaştırılması.

		FORM19 (n=10)		FORM24 (n=18)		p
		Ortanca± IQR	Min-Maks	Ortanca± IQR	Min- Maks	
HINT	Sessiz (dB)	56,7±4,8	38,80- 62,70	39,9±8,4	33,5- 59,6	0,001
	GİL-KÖN (SGO)	8,2±2,4	0,4- 15,5	4,7±3,0	-3,3-11,3	0,030
	GKL-KÖN (SGO)	7,6±1	-7,2- 8,5	-1,7±5,4	-9,1- 7,5	0,001
	GÖN-KÖN (SGO)	7,5±2,3	-2,5- 7,8	2,8±4,1	-3,6- 6,2	0,002
SMDT	RPO	0,6±0,2	0,6- 2,0	1,0±0,7	0,6- 2,9	0,040
AID	Derece	352,6±44,8	311,6- 454,9	460,0±68, 0	334,6- 813,0	<0,001

HINT: *Hearing In Noise Test*, dB: Desibel, GİL-KÖN: Gürültü ipsilateral-Konuşma ön, GKL-KÖN Gürültü kontralateral-Konuşma ön, GÖN-KÖN Gürültü ön-Konuşma ön, SGO: Sinyal Gürültü Oranı, SMDT: Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi, AID: Açısıl İnsersiyon Derinliği, dB: Desibel, SGO: Sinyal Gürültü Oranı, RPO: Ripple per octave, IQR: *Inter Quantile Range*, Min: Minimum, Maks: Maksimum, p<0,05

4.8. Açısıl İnsersiyon Derinliği ile Gürültüde Konuşmayı Anlama ve Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi Sonuçları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Açısıl insersiyon derinliği ile HINT-C ve SMDT testi sonuçları arasındaki ilişkiyi göstermek için Pearson Korelasyon analizi yapılmıştır. Tüm Kİ kullanıcılarında açısıl insersiyon derinliği ile HINT sessiz, GİL-KÖN, GÖN-KÖN koşulları ve SMDT RPO skorları arasında korelasyon gösterdiği görülmüştür. Buna

göre açısız insersiyon derinliği ile sessiz, G_{İL}-K_{ÖN}, G_{ÖN}-K_{ÖN} koşulları arasında negatif yönde orta derece ilişki gözlenmiştir. Açısız insersiyon derinliği ile SMDT RPO skorları arasında ise pozitif yönde orta derece ilişki gözlenmiştir.

Tablo 4. 12. Açısız İnsersiyon Derinliği ile HINT-C ve SMDT testi sonuçları arasındaki ilişkiyi değerlendiren Pearson Korelasyon analizi.

	HINT	G _{İL} -	G _{KL} -	G _{ÖN} -		Açısız
	Sessiz	K _{ÖN}	K _{ÖN}	K _{ÖN}	SMDT	İnsersiyon
						Derinliği (°)
HINT Sessiz	1,000	,50	,64	,61	-,48	-,43
	p	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**	0,002**
G _{İL} -K _{ÖN}	r	,50	1,000	0,16	-,46	-,50
	p	0,001**		0,288	0,001*	0,001**
G _{KL} -K _{ÖN}	r	,64	0,160	1,000	,54	-0,220
	p	0,001**	0,288		0,001**	0,142
						0,534
G _{ÖN} -K _{ÖN}	r	,61	,46	,54	1,000	-,35
	p	0,001**	0,001*	0,001**		0,01*
						0,01*
SMDT	r	-,48	-,49	-0,22	-,35	1,000
	p	0,001**	0,001**	0,14	0,016*	
						0,001*
Açısız İnsersiyon Derinliği (°)	r	-,43	-,50	-0,094	-,37	,48
	p	0,002*	0,001**	0,534	0,01*	0,001*

HINT: *Hearing In Noise Test*, dB: Desibel, G_{İL}-K_{ÖN}: Gürültü ipsilateral-Konuşma ön, G_{KL}-K_{ÖN}: Gürültü kontralateral-Konuşma ön, G_{ÖN}-K_{ÖN}: Gürültü ön-Konuşma ön SMDT: Spektro-Temporal Modüle Dalgalanma Testi, RPO: *Ripple per octave*, r: Korelasyon katsayısı, p<0,05

Elektrotun açısai insersiyon derinliğinin HINT-C ve SMDT skorları üzerindeki yordayıcı etkisini incelemek için basit Lineer Regresyon analizi yapılmıştır. Açısai insersiyon derinliği regresyon analizine bağımsız bir değişken olarak dahil edilmiştir. Basit Lineer Regresyon analizleri açısai insersiyon derinliği ile HINT skorları arasında negatif korelasyon, SMDT skorları ile pozitif korelasyon göstermiştir. Elektrotun açısai insersiyon derinliği ile HINT-C ve SMDT skorları saçılım grafikleri Şekil 4. 3.'te gösterilmiştir.

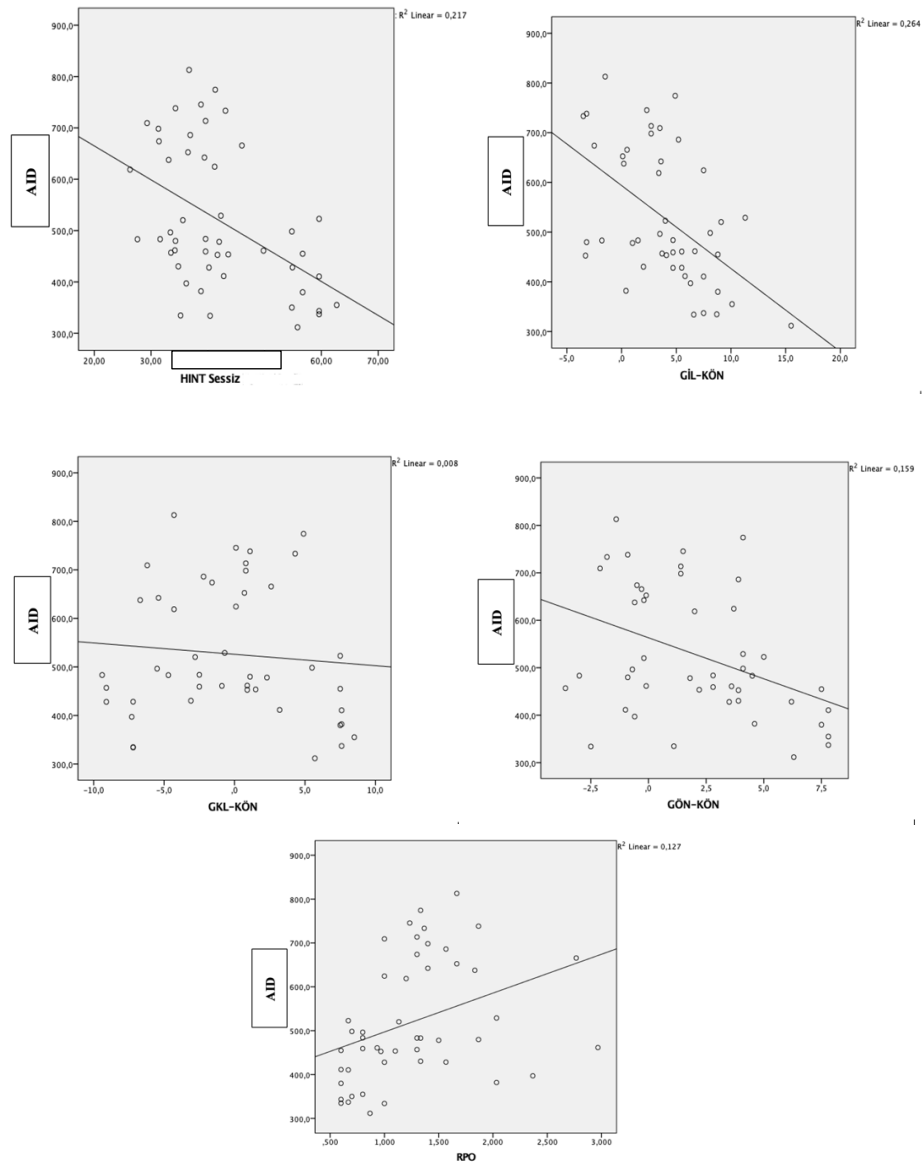
HINT-C sessiz koşul ile açısai insersiyon derinliği arasında negatif ($R=0,466$, $R^2=0,217$) bir doğrusal ilişki gözlenmiştir ve ilişki anlamlıdır ($t=-3,56$, $p=0,001$). Regresyon modeli açısai insersiyon derinliğinden sessiz koşul puanını tahmin etmek amacıyla kullanılabilir ($F(1,46)=12,72$, $p=0,001$).

HINT-C G_{İL}-KN koşul ile açısai insersiyon derinliği arasında negatif ($R=0,514$, $R^2=0,264$) bir doğrusal ilişki gözlenmiştir ve ilişki anlamlıdır ($t=-3,971$, $p<0,001$). Regresyon modeli açısai insersiyon derinliğinden G_{İL}-KN koşul puanını tahmin etmek amacıyla kullanılabilir ($F(1,44)=15,766$, $p<0,001$).

HINT-C G_{KL}-KN koşul ile açısai insersiyon derinliği arasında bir ilişki gözlenmemiştir ($F(1,44)=0,358$, $p=0,553$).

HINT-C GN-KN koşul ile açısai insersiyon derinliği arasında negatif ($R=0,398$, $R^2 =0,159$) bir doğrusal ilişki gözlenmiştir ve ilişki anlamlıdır ($t=-2,88$, $p=0,006$). Regresyon modeli açısai insersiyon derinliğinden GN-KN koşul puanını tahmin etmek amacıyla kullanılabilir ($F(1,44)=8,294$, $p=0,006$).

SMDT ile açısai insersiyon derinliği arasında pozitif ($R=0,356$, $R^2 =0,127$) bir doğrusal ilişki gözlenmiştir ve ilişki anlamlıdır ($t=2,581$, $p=0,013$). Regresyon modeli açısai insersiyon derinliğinden SMDT RPO skorunu tahmin etmek amacıyla kullanılabilir ($F(1,46)=6,662$, $p=0,013$).



Şekil 4. 3. Elektrotun açılal insersiyon derinliği ile HINT-C ve SMDT skorları saçılım grafikleri.

HINT-C ve SMDT testlerine açılal insersiyon derinliği ve implant kullanıcılarında karıştırıcı faktörler olan iç kulak anomalisi varlığı ve Kİ implant kullanma süresinin üzerinde etkisini belirlemek için çoklu doğrusal regresyon analizi kurgulanmıştır. HINT-C dört test koşulu ve SMDT testi için ayrı ayrı modeller kurulmuştur ve ‘Enter’ regresyon metodu kullanılmıştır.

HINT-C sessiz koşulunda kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F(3,44)=8,01$, $p<0,001$). Model HINT-C sessiz koşul skorlarındaki varyansın%30’unu açıklamaktadır. İnsersiyon açısının ($\beta = -0,318$, $t=-2,082$, $p<0,05$)

ve Kİ kullanma süresinin ($\beta = -0,272$, $t = -2,205$, $p < 0,05$) HINT-C sessiz koşulu skorlarını istatistiksel olarak anlamlı şekilde yordadığı belirlenmiştir. Yerleştirme açısı ve Kİ kullanım süresi bir birimlik artışında HINT sessiz koşulu puanında sırasıyla 0,318 birimlik ve 0,272 birimlik azalma olmaktadır.

HINT-C GİL-KÖN koşulunda kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F(3,42)=5,33$, $p=0,003$). Model GİL-KÖN koşul skorlarındaki varyansın%22'sini açıklamaktadır. İnsersiyon açısının ($\beta = -0,436$, $t = -2,646$, $p < 0,05$) GİL-KÖN koşulu skorlarını istatistiksel olarak anlamlı şekilde yordadığı belirlenmiştir. Yerleştirme açısındaki 1 birimlik artışta GİL-KÖN koşulunda 0,436 birimlik azalma olmaktadır.

HINT-C GKL-KÖN koşulunda kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($R=0,307$, $R^2=0,094$, $F(1,459)$, $p=0,240$).

HINT-C GÖN-KÖN koşulunda kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F(3,42)=3,944$, $p=0,014$). Model GÖN-KÖN koşul skorlarındaki varyansın%16'sını açıklamaktadır. İnsersiyon açısının ($\beta = -0,334$, $t = -1,425$, $p < 0,05$) GÖN-KÖN koşulu skorlarını istatistiksel olarak anlamlı şekilde yordadığı belirlenmiştir. Yerleştirme açısındaki 1 birimlik artışında GÖN-KÖN koşulunda 0,334 birimlik azalma olmaktadır.

SMDT testi RPO skorları için kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($R=0,376$, $R^2=0,141$, $F(2,410)$, $p=0,08$).

Tablo 4. 13. HINT-C ve SMDT testlerine açısız insersiyon derinliği ve implant kullanıcılarında karıştırıcı faktörler olan iç kulak anomalisi varlığı ve Kİ implant kullanma süresinin üzerinde etkisini belirlemek için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları.

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	B	Standart Hata _B	Beta	t	%95		p
						Alt	Üst	
HINT-C Sessiz	Sabit	55,84	7,79		7,16	40,13	71,55	<0,001
	İç kulak Anomalisi varlığı	5,202	3,086	0,259	1,686	-1,01	11,42	0,099
	İnsersiyon Açısı	-0,022	0,11	-0,318	-2,082	-0,44	-0,01	0,043
	Kİ kullanma süresi	-1,008	0,457	-0,272	-2,205	-1,93	-0,08	0,033
R=0,594, R ² =0,353, Sd: F:8,01 p<0,001								
GİL-KÖN	Sabit	10,41	3,72		2,79	2,89	17,94	0,008
	İç kulak Anomalisi varlığı	1,144	1,408	0,134	0,812	-1,69	3,98	0,421
	İnsersiyon Açısı	-0,013	0,005	-0,436	-2,646	-0,2	-0,003	0,011
	Kİ kullanma süresi	-0,010	0,217	-0,006	-0,045	-0,44	0,42	0,964
R=0,525, R ² =0,276, Sd: F:5,332 p=0,003								
GÖN-KÖN	Sabit	6,90	2,90		2,38	1,05	12,75	0,022
	İç kulak Anomalisi varlığı	0,930	1,095	0,145	0,849	-1,28	3,13	0,401
	İnsersiyon Açısı	-0,008	0,004	-0,334	-1,950	-0,01	0,00	0,055
	Kİ kullanma süresi	-0,240	0,169	-0,198	-1,425	-0,58	0,10	0,162
R=0,469, R ² =0,22, Sd: F:3,944, p=0,014								

HINT-C: *Hearing In Noise Test*, GİL-KÖN: Gürültü ipsilateral-Konuşma ön, GÖN-KÖN Gürültü ön-Konuşma ön

5. TARTIŞMA

Mevcut araştırmada, açısız insersiyon derinlikleri ile koklear implant performansı arasındaki ilişkiyi belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Kİ kullanıcılarının spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirlik becerileri ortaya konmuş olup elektrot nöron arayüzeyini etkileyen faktörlerden biri olan elektrot insersiyon derinliğinin spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliğine etkisinin ilişkisi incelenmiştir.

Çalışmadan elde edilen verilere göre normal iç kulak anatomisine sahip olan Kİ kullanıcılarının sessizlikte ve gürültülü koşullarda konuşmayı ayırt etme performansının iç kulak anomalisi olanlara göre daha iyi olduğunu ancak gürültünün kontralateral taraftan geldiği durumda önden gelen konuşmayı ayırt etmekte benzer performansa sahip olduklarını göstermektedir.

SMDT sonuçlarına göre iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının spektral ayırt etme becerileri normal iç kulak anatomisine sahip olan kullanıcılara göre önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca gürültüde konuşmayı anlama testi ve spektral çözünürlük sonuçları IP anomalileri ve KH anomalilerine sahip kullanıcılar arasında da farklılık göstermiştir.

Ek olarak elektrotun açısız insersiyon derinliği derece cinsinden normal anatomiye sahip kullanıcılarda en yüksek, daha sonra IP anomalisine sahip olanlarda ve en az KH anomalisine sahip kullanıcılardadır. Kİ kullanıcılarında elektrot nöron arayüzeyini etkileyebilecek açısız insersiyon derinliğinin HINT-C ve SMDT skorları ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak açısız insersiyon derinliği arttıkça HINT ve SMDT testlerinin sonuçlarının iyileştiği görölmüştür.

Bu çalışmada incelenen hasta grubu, Hacettepe Üniversitesinde koklear implantasyon yapılan hasta popölasyonunun oldukça tipik bir örneğidir. Pek çok değişken prognozu değiştirebilir ve implantasyon sonrası performansı etkileyebilir. Bu faktörler arasında işitme kaybı süresi, implantasyon yaşı, cihaz kullanım süresi ve sinyal işleme stratejisi yer alır. Bu çalışmadaki kullanıcıların temel demografik bilgilerinin analizinde, gruplar arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır; bu nedenle sonuçları etkilemediği düşünölmüştür. Beyin plastisitesine bağlı öğrenme ve gelişimsel etkiler dikkate alınarak konuşma performansının implantasyondan 12 ay

sonrasında sabitlenme eğilimi nedeniyle en az bir yıllık implant kullanıcıları dahil edilmiştir (99).

Etkili bir elektrot-nöron arayüzeyi oluşturmak için Kİ elektrotunun optimum yerleştirilmesi, başarılı bir Kİ sonuçlarının temelini oluşturur. Etkili bir elektrot tasarımının iç kulağın boyutu, şekli ve anatomisindeki olası her türlü varyasyonla eşleşen, nöronal yapıların çoğunu elektriksel olarak kapsayan ve koklear yapıların korunmasını sağlayan özellikleri içermelidir. Kİ elektrotundan kokleaya iletilen elektriksel uyarının, spiral ganglion hücre gövdelerine ulaşması için yaklaşık 680°'ye kadar açısız insersiyon derinliğinin olması beklenmektedir (100). Fan ve ark. (2022) 1-6 yaş arası 19 çocukta açısız insersiyon derinliğinin $341,53 \pm 57,07^\circ$ olduğunu belirtmiştir (32). Çalışmamızda insersiyon derinlikleri $311,6^\circ$ ile $813,0^\circ$ arasında değişiyordu ve açısız insersiyon derinliği 813° olan IP-II Kİ kullanıcısının elektrotunun yerleşiminde *overshoot* (aşma) olduğu görüldü. Açısız insersiyon derinlikleri normal kokleaya sahip olanların $626,04 \pm 110,16^\circ$ iken iç kulak anomalisi olanların $455,52 \pm 114,11^\circ$ bulundu. Normal anatomiye sahip olanlarda daha derin insersiyon açısı olduğu görüldü. İç kulak anomalisi olanlarda yapısal farklılıklar nedeniyle (9) doğası gereği daha az insersiyon derinliği beklenmektedir.

5.1. Elektrot Nöron Arayüzeyi ve Konuşmayı Anlama Performansı

Normal iç kulak anatomisine sahip ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının sessizlikte ve gürültülü koşullarda konuşmayı ayırt etme performanslarını ortaya koyan bu çalışmada, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Buna göre iç kulak anomalisine sahip olanların sessiz ve gürültülü koşullarda konuşmayı anlamada normal iç kulak anatomisine sahip olanlara göre daha kötü performans sergilediği bulunmuştur. Saraç Kaya ve ark. (2023) HINT-C uyguladığı 8-14 yaş arası Kİ'li pediatrik grupta sessiz koşulda konuşmayı anlama eşikini 65,4 dB ve gürültünün önden sunulduğu koşulda ortalama +6,0 dB SGO oranında konuşmayı anlama eşikini bulmuştur (101). Çalışmamızda normal iç kulak anatomisine sahip kullanıcıların HINT-C sonuçları incelendiğinde konuşmayı anlama eşikleri sessiz koşulda ortalama 35,9 dB'de, GÖNKÖN koşulunda ise ortalama $0,7 \pm 2,26$ dB SGO bulunmuştur. Saraç Kaya ve ark.'nın çalışmasında Kİ olma yaşı ortalama dörtken bu çalışmada ortalama yaş 2,84'dür. Benzer yaş aralığında normal iç kulak

anatomisine sahip kullanıcılar olmasına rağmen konuşmayı anlama eşiklerini daha iyi elde etmemizin nedeni kullanıcıların daha erken yaşta Kİ olmaları olabilir.

Çalışmamızda pediatrik Kİ kullanıcılarında elektrot-nöron arayüzeyinin bir bileşeni olan açısız insersiyon derinliğiyle sessiz ortam ve gürültüde konuşmayı anlama performansları korelasyon göstermektedir. İnsersiyon derinliğinin Kİ kullanıcılarının konuşmayı anlama performansını etkisi konusunda literatüre bakıldığında çelişkili bulgular olduğu görülmüştür.

Bir grup çalışma değerlendirildiğinde insersiyon derinliği ve konuşmayı anlama sonuçları arasında korelasyon olmadığını bildirmiştir (102–106). Finley ve ark. (2008) da Kİ kullanıcılarının daha düşük kelimeyi tanıma puanlarının daha derin insersiyon derinliğiyle ilişkili olduğunu ancak sonuçların örneklem sayısının az olmasından (14 hasta) olumsuz etkilenebileceğini bildirmiştir (53). Aynı grup daha sonra implantasyon yapılan 114 hastayı dahil ederek bunların çoğuna perimodiolar dizi implantasyonu uygulandığını (n = 102) ve yine insersiyon derinliği arttıkça kelime tanıma performansının azaldığını öne sürmüştür (107). Bu literatür bulgularına göre insersiyon derinliğinin konuşma performansı ile ilişki olmaması veya negatif ilişki olmasında perimodiolar diziler ve lateral duvar dizilerindeki farklılıklardan kaynaklandığı öne sürülmüştür (108). Bir diğer açıklama ise Finley ve ark. çalışmasında kokleostomi yaklaşımı kullanılması ve skaler translokasyonlar görülmesi nedeniyle koklear travma ve daha kötü konuşma algısı sonuçlarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle açısız insersiyon derinliğinden ziyade bu cerrahi yönlerden kaynaklandığı düşünülmüştür (109). Elektrot tipinin seçimine yönelik klinik seçim süreci, konuşma algısı ile demografik, odyolojik ve elektrot konumu faktörleri arasındaki korelasyonları önemli ölçüde etkileyebilmektedir (30). Bu nedenlerle çalışmamızda tüm bireyler aynı cerrahi yaklaşım tekniği kullanılan aynı marka koklear implant sistemi (MED-EL) kullanmakla birlikte, tüm kullanıcılarda lateral duvar elektrotları mevcuttur. Ayrıca çalışmamızdaki örneklemimiz belirli yaş aralığındaki (6-12) Kİ kullanıcılarından oluşarak daha spesifik bir grup oluşturmuştur.

Literatürde insersiyon derinliği ile konuşma algısı arasında ilişki olmadığını bildiren çalışmaların yanı sıra, pozitif bir etki veya anlamlı bir pozitif korelasyon olduğunu savunan da çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Açısız insersiyon derinliği, postoperatif konuşma algısıyla ilişkili en iyi belirleyici olarak görülmektedir (48).

O'Connell ve diğeri (2016), postlingual yetişkin kullanıcılarında, açısız insersiyon derinliğindeki her 10 derecelik artış için kelime tanıma puanında %0,6 artış olduğunu bildirmiştir (katsayı 0,0006, $p=0,03$) (49). Bir diğeri çalışmalarında ise lateral duvar elektrotları kullanılan postlingual yetişkin MED-EL kullanıcılarında daha fazla açısız insersiyon derinliği ile daha iyi konuşmayı anlama performansı arasında pozitif yönde orta derece bir korelasyon gözlemlendiğini bildirmişlerdir ($r = 0,48$, $p < 0,001$) (108). İnsersiyon derinliği ile performans arasındaki pozitif korelasyonu destekleyen belki de en ikna edici kanıt, Buchman ve ark. (2014) tarafından yapılan prospektif bir randomize çalışmada rapor edilmiştir. Orta uzunlukta elektrot dizisi (24,0 mm) ve standart uzunlukta elektrot dizisi (31,5 mm) implante edilen MED-EL Kİ kullanıcılarının ameliyat sonrası konuşma algısını karşılaştırmıştır. Standart uzunlukta elektrot dizileri (ortalama AID: 657°) implante edilen kullanıcılarda, orta uzunlukta elektrot dizilerine (ortalama AID: 423°) kıyasla 12 ayda daha iyi bir konuşma performansı bildirilmiştir (110). Canfarotta ve ark. (2022), elektrot dizisi tasarımına bağlı olarak lateral duvar elektrotuna sahip yetişkin kullanıcılarda açısız insersiyon derinliği 571° olan hastalara kıyasla, ortalama 628° açısız insersiyon derinliğinde daha uzun elektrot dizilerine sahip kullanıcılarda önemli ölçüde daha iyi konuşma performansı bulmuştur. Ayrıca açısız insersiyon derinliği ve konuşmayı anlama puanları arasında anlamlı pozitif bir korelasyon olduğunu ($r = 0,372$, $p = 0,001$) ve lateral duvar elektrotlarında daha derine yerleştirilmesinin yaklaşık 600° 'ye kadar konuşmayı tanıma avantajı sağladığı ve bundan sonra performansta bir plato gözlemlendiği belirtmiştir (111). Hilly ve ark. (2016) 120 hastanın implantasyon sonrası radyografileri inceleyerek insersiyon derinliğini ölçmüştür ve implantasyondan bir yıl sonra işitme performansını değerlendirmiştir. İnsersiyon derinliği ile aktivasyondan bir yıl sonra elde edilen HINT testi puanları arasındaki ilişki analiz edilerek, insersiyon derinliği 360° veya daha fazla olan hastalarda, insersiyon derinliği daha az olan hastalara göre aktivasyondan bir yıl sonra HINT puanlarının önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir (11). Elektrot nöron arayüzeyleri kalitesinin düşük olması pediatrik Kİ kullanıcılarında da konuşmayı tanıma sonuçlarının azalmasına neden olabilmektedir (112). Fan ve ark. (2022) pediatrik Kİ kullanıcılarında daha derin insersiyon derinliklerinin daha iyi Kİ sonuçlarıyla ilişkili olduğunu ve postoperatif 6 ve 12 ay sonrası tek heceli kelime tanıma skorları ile pozitif

korelasyon gösterdiğini bildirmiştir (32). Alothman ve ark. (2023) da prelingual Kİ kullanıcısı pediatrik grupta koklear kapsama alanı kullanıcıların konuşmayı ayırt etme skorlarında üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir (113). Bu bilgiler ışığında mevcut çalışmadaki bulgularımız, literatürdeki çalışmalarla uyumlu olarak pediatrik Kİ kullanıcılarında sessiz ve gürültüde konuşmayı anlama performansları açısıl insersiyon derinliğiyle korelasyon göstermektedir. Açısıl insersiyon derinliği ile HINT sessiz ($r=-0,43$, $p=0,002$), GİL-KÖN ($r=-0,50$ $p=0,001$) ve GÖN-KÖN ($r=-0,37$ $p=0,01$) koşulları arasında negatif korelasyon gözlemlendi. Açısıl insersiyon derinliği arttıkça HINT testi sessiz koşulda düşük şiddette konuşmanın anlaşılabilirliği sağlanmakta ve gürültülü koşulda ise düşük SGO'nda konuşma anlaşılabilirliği elde edilmektedir. Ayrıca basit lineer regresyon analizine göre açısıl insersiyon derinliğinin sessizlikte ve gürültüde konuşmayı anlama skorlarını öngördüğü sonucunu çıkartmaktayız. Literatürle uyumlu olarak pediatrik Kİ kullanıcılarında insersiyon derinliği arttıkça HINT skorlarının daha iyi olması beklenmektedir.

Son olarak literatür bilgimize göre elektrotun açısıl insersiyon derinliği ile konuşmayı anlama skorları arasındaki ilişkiyle ilgili iki derleme bulunmaktadır. Heutink ve ark. (2019) yaptıkları sistematik derlemede Kİ'li yetişkinlerde elektrotun açısıl insersiyon derinliğinin konuşma algısı üzerindeki etkisine ilişkin tartışmalı kanıtlar olduğunu bildirmiştir. Araştırmaların meta-analiz için fazla heterojen olduğu ve optimum Kİ elektrot insersiyon derinliğinin ve bunun konuşmayı anlama sonuçları üzerindeki etkisini belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu belirtilmektedir (99). Breitsprecher ve ark. (2023) ise Kİ elektrot dizisinin insersiyon derinliğinin kullanıcıların konuşma algısı sonuçları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla hem yetişkin hem pediatrik grubu içeren sistematik inceleme yapmıştır. Çalışmaların çoğunda, insersiyon derinliğinin konuşma algısı sonuçları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu bildirmesine rağmen, herhangi bir korelasyon bildirmeyen çalışmalar da belirtilmiştir. Bu nedenle, insersiyon derinliğini önemli bir belirleyici kriter olmaktan ziyade, konuşma algısına katkıda bulunan bir faktör olarak değerlendirilmesini vurgulanmıştır (109).

5.2. Elektrot Nöron Arayüzeyi ve Spektral Çözünürlük

Spektral ayırt etme, prelingual Kİ kullanıcısı çocuklarda elektrot nöron arayüzeyi tarafından sağlanan sınırlı spektral çözünürlük nedeniyle normal işiten yaşlılarına göre çok daha zayıftır (59,79,83,114). Kİ kullanıcıları sesin hem temporal hem de spektral yönlerine ilişkin sınırlı bilgi almaktadır. Sınırlı temporal bilgi, implantın ses işleme ve elektrot nöron arayüzeyinde potansiyel olarak sınırlı zarf kodlamasına neden olur. Spektro-temporal ince yapının kaybı nedeniyle Kİ kullanıcılarının gürültüde konuşmayı anlaması olumsuz etkilenir. Sınırlı sayıda spektral kanal, Kİ kullanıcılarındaki sınırlı spektral çözünürlüğü büyük ölçüde belirler (59).

Spektral dalgalanma ayırt etme testi, konuşma işleme algoritmalarının değerlendirilmesinde ve geliştirilmesinde veya kullanıcılar için işleme stratejilerinin seçiminde kullanılması tercih edilen çeşitli özelliklere sahiptir. Bunlar arasında dilsel olmayan doğası, klinik olarak ilgili birçok sonuçla önemli bir korelasyon göstermesi ve testler arasındaki eşiklerin güvenilirliği yer alır (55). Literatürde pediatrik Kİ kullanıcılarının spektral çözünürlük becerilerini araştıran çeşitli çalışmalar mevcuttur. Landsberger ve ark. (2018), 5-13 yaş aralığında 20 Kİ pediatrik kullanıcının ortalama SMDT skorunu 3.06 RPO bildirmiştir (91). Jeddi ve ark (2019), 8-12 yaşları arasında 75 prelingual Kİ çocukla yaptıkları çalışmada ortalama SMDT skoru 2.18 ± 0.97 RPO bulmuştur (90). DiNino ve Arenberg çalışmasında 11-17 yaşları arasında 12 Kİ kullanıcısının ortalama SMDT skorunu 2.9 ± 1.9 RPO elde etmiştir (3). Jung ve ark. (2012) 8-16 yaş aralığında 10 prelingual Kİ kullanıcısının ortalama spektral dalgalanma eşiğini 2.08 ± 1.6 RPO bildirmiştir (59). Köse ve ark. (2022) 23 prelingual pediatrik koklear implant kullanıcısının ortalama SMDT skorunu $2,502 \pm 1,35$ RPO elde etmiştir. Ayrıca SMDT puanının, 0 dB SGO koşulu altında konuşmayı tanıma puanının göstergesi olduğu rapor edilmiştir (115). Ancak literatür bilgimize göre iç kulak anomalisi olan pediatrik Kİ kullanıcılarında spektral çözünürlük becerileri araştırılmamıştır. Çalışmamızda pediatrik koklear implant kullanıcılarının SMDT skorları normal anatomiye sahip olanlar ve iç kulak anomalisi olanlar arasında farklılık göstermektedir. Normal anatomiye sahip olanların SMDT skorları ortalama $1,47 \pm 0,47$ RPO iken iç kulak anomalisi olanların ortalama $1,12 \pm 0,57$ RPO dur. Bu bulgular ve literatürdeki normal iç kulak anatomisine sahip

olan Kİ kullanıcıların RPO skorlarına göre iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının spektral çözünürlük becerilerinin normal anatomiye sahip olan kullanıcılara göre daha zayıf olduğunu göstermektedir.

Sonuçlarımız SMDT puanlarının, Kİ kullanıcılarının iç kulak anomalisi ve normal koklea dahil olmak üzere çok çeşitli katılımcı gruplarında bile sessiz ve gürültü koşullardaki konuşma algısı ile ilişkili olduğunu gösterdi. Bu sonuçlar, birçok yetişkin Kİ kullanıcılarında ve bazı pediatrik Kİ çalışmalarından elde edilen spektral dalgalanma görevleriyle belirlenen spektral çözünürlüğün gürültü ve sessizlikte konuşma algısı ile güçlü bir şekilde ilişkisini gösteren önceki çalışmalarla tutarlıdır (15,54,76,79,114,116). Jeddi ve ark. (2019), SMDT görevini 75 prelingual Kİ kullanıcısı (8-12 yaş) çocuğa uygulamıştır ve SMDT performansının kelime ve cümle tanıma ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu bulmuştur ($r = 0,57$, $p < 0,001$ ve $r=0,56$, $p < 0.001$, sırasıyla) (90). DiNino ve Arenberg (2018) de Kİ lı çocuklarda SMDT eşikleri ile sesli harf tanıma performansı arasında güçlü, pozitif bir ilişki bulmuştur (3). Jung ve ark. (2012), prelingual erken implante edilmiş çocuklarda spektral ayırt etme performansı ile gürültüdeki spondilerin (iki uzun heceli sözcük) tanımlanması arasında güçlü bir korelasyon bulmuş ($r=-0,72$, $p=0,018$), ancak spektral ayırt etme eşikleri ile tek heceli kelime tanıma puanlarını ilişkilendirirken bu sonucu gözlemlememiştir (59). Benzer şekilde Horn ve ark. (2017), 7-14 yaş arası 15 prelingual erken implant uygulanan okul çağındaki çocuklarda spektral ayırt etme performansı ile gürültüde spondi tanımlama arasında anlamlı pozitif ilişki bulmuştur (117). Davidson ve ark. (2021) 6-11 yaş arası pediatrik Kİ kullanıcılarıyla yaptığı çalışmada spektral çözünürlüğün psikofiziksel bir testi olan spektral modülasyon tespiti görevinde daha iyi performansın, daha iyi konuşmayı anlama yetenekleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir (118). Bununla birlikte Gifford ve ark. (2018) ise 36 pediatrik Kİ kullanıcısı (yaş aralığı 5,6-17,9) için, spektral modülasyon algılama testi ile sessiz veya gürültü ortamında konuşmayı anlama arasında anlamlı bir korelasyon elde etmemiştir (119). Bunun nedeni ayırt etmeyi kanallar arası modülasyon hassasiyetine dayanan sabit, düşük yoğunluklu dalgalı uyarıları kullanarak spektral çözünürlüğü ölçmesi olabilir. Kanallar arası modülasyon duyarlılığının gelişimi 10 yaş sonrasında olgunlaşmaya devam edebilmektedir (117). Çalışmamızdaki pediatrik Kİ kullanıcılarının spektral dalgalanma ayırt etme eşikleri literatürdeki çoğu çalışmaları

tekrarlayarak konuşmayı tanıma puanları ile korelasyon gösterdi. SMDT skorları ile HINT sessiz ($r=-0,48$, $p=0,001$), GİL-KÖN ($r=-0,49$ $p=0,001$) ve GÖN-KÖN ($r=-0,35$ $p=0,016$) koşulları arasında negatif korelasyon gözlemlendi. Daha iyi SMDT skorları olan Kİ kullanıcılarının daha iyi sessizlikte ve gürültüde konuşmayı anlama puanlarının olması beklenmektedir. Bu bulgular, spektral çözünürlüğün koklear implant kullanıcılarının konuşmayı tanıma sonuçları için önemli bir faktör olduğu fikriyle tutarlıdır (54) ve pediatrik Kİ kullanıcılarında da önemli olduğu göstermektedir.

Çoğu Kİ sisteminde sinyal işleminin ilk aşamalarında bant geçiren filtreleme nedeniyle önemli spektral bilgilerde kayıp olmaktadır. Geri kalan spektral bilginin, elektrot dizisi boyunca uyaran yerine göre az sayıda kanalda kodlanması, değişken insersiyon derinlikleri ve elektrot dizisinin kokleanın tüm uzunluğunu kapsamaması nedeniyle ortaya çıkan frekans-yer uyumsuzluğu spektral zarfların bozulmasına neden olabilmektedir (13,120). Anderson ve ark. (2011) spektral çözünürlüğün farklı koklear konumları boyunca ve muhtemelen nöral hayatta kalma ve elektrot yerleşimi gibi birçok faktöre bağlı olarak elektrot dizisi boyunca değişiklik gösterebileceğini ifade etmiştir (84). Çalışmamızda da pediatrik Kİ kullanıcılarının spektral dalgalanma ayırt etme eşikleri ile elektrotun açılma insersiyon derinliği pozitif yönde orta derecede korelasyon göstermektedir ($r=0,48$, $p=0,001$). Kullanıcıların açılma insersiyon derinliğinin artmasıyla spektral çözünürlük becerilerinin geliştiği yönünde ilişki bulunmuştur.

Elektrot-nöron arayüzündeki değişkenliğin, kanal etkileşimlerinin veya koklea bölgelerindeki uyarılmanın yayılmasının Kİ kullanıcılarındaki algısal sonuçlar üzerindeki etkilerinin anlaşılmasının önemi konusunda genel bir fikir birliği vardır (87). Kanal etkileşim indeksini ve spektral dalgalanma ayırt etme verilerini kullanarak Jones ve ark. (2013) da bu görüşü destekleyen bulgular ortaya koymuştur: Ortalama etkileşim indeksi arttıkça spektral dalgalanma ayırt etme performansı azalmış ve etkileşim indeksleri ile spektral dalgalanma ayırt etme eşikleri arasında güçlü korelasyonlar bulunmuştur (55). Won ve ark. (2014) ise kokleadaki kanal etkileşimlerini karakterize etmek için elektriksel olarak uyarılmış bileşik aksiyon potansiyellerini (ECAP'ler) ve spektral çözünürlüğü değerlendirmek için spektral dalga ayırt etmeyi ölçmüşlerdir (87). Çalışmamızda iç kulak anomalisi olan kullanıcılarının spektral çözünürlük becerilerinin azalmasında kanal etkileşimi bir

neden olabilir. Bu çalışmalar gibi kanal etkileşim modelleri oluşturularak iç kulak anomalisi olan kullanıcılarının spektral çözünürlük becerileri hakkında daha fazla bilgi elde edilebilir.

5.3. İç Kulak Anomalisi Olan Kullanıcıların Gürültüde Konuşmayı Anlama ve Spektral Çözünürlük Becerileri

Farhood ve ark. (2017) koklear implantasyon uygulanan iç kulak anomalisi olan hastalarda bildirilen konuşma algısı sonuçlarını analiz eden sistematik derleme yayınlamıştır. İmplantasyondan sonraki 12 ve 24. aylarda, ortak kavite, koklear hipoplazi ve IP-II anomalileri için kapalı uçlu ve açık uçlu kelime testleri performansında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme görülmüştür. Kapalı uçlu kelime tanıma performansında IP-II en fazla iyileşmeye göstermiştir. Ortak kavite ve koklear hipoplazili kullanıcıların kapalı uçlu kelime testleri ve açık uçlu kelime testlerinde Kİ'dan 24 ay sonra çok iyi performans gösterdiği görülmüştür. Ancak daha sonraki zaman noktalarında örneklem boyutları azalmış ve dolayısıyla bu anomalilere sahip kullanıcıların daha uzun takiplerde ne kadar iyi performans gösterdiğine dair somut bir sonuca varmakta zorlanılmıştır (121).

Üst düzey dil becerilerine olan ihtiyaç arttıkça, başta ortak kavite ve KH olmak üzere iç kulak anomalisi olan çocukların anlama becerilerinde zorluk yaşadıkları ortaya çıkmıştır. KH ve IP-I olan çocukların gelişimi yavaş olup işitsel algı ve dil becerileri açısından yakından takip edilmesi vurgulanmıştır (122). Özkan ve arkadaşlarının çalışmasında kapalı uçlu patern algı testi yapılarak iç kulak anomalisi olan hastalar birbirleriyle karşılaştırılmıştır; vestibül dilatasyonu, IP-I, KH ve ortak kavite deformitesi olanlar geniş vestibüler akuadukt, IP-II ve IP-III'e sahip hastalarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha kötü performans göstermiştir (122). Demir ve arkadaşları (2019) iç kulak anomalileri olan 37 bireyin odyolojik sonuçlarını retrospektif olarak incelemiştir. Koklear implant başarısını ortaya koyma açısından ameliyat sonrası konuşmayı ayırt etme becerilerini karşılaştırdığında en yüksek geniş vestibüler akuadukt grubu olduğu, ardından IP-I, IP-II, ortak kavite ve KH gruplarının geldiği görülmüştür. KH grubunda konuşmayı ayırt etme skorlarının yanı sıra İşitsel Performans Kategorileri ve Konuşma

Anlaşılabilirlik Derecesi skorlarının da diğer anomali gruplarına göre düşük kalmıştır (123).

Literatür bilgilerimizle tutarlı olarak, çalışmamızdaki iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının anatomik olarak normal iç kulak anatomisine sahip çocuklara kıyasla daha zayıf gürültüde konuşmayı anlama ve spektral çözünürlük becerileri vardı. Çalışmamızda normal anatomi ve iç kulak anomalisi olan kullanıcılardan oluşan her iki grupta da HINT-C'nin gürültüde konuşmayı ayırt etmeyi sağlayan GÖNKÖN, GİLKÖN ve GKÖN koşullarından en iyi SGO gürültü kontralateral taraftan sunulduğunda, en kötü SGO ise gürültü ipsilateral taraftan sunulduğu koşulda elde edilmiştir. Gürültünün implantlı kulakla aynı taraftan verildiğinde kontralateralden sunulanla karşılaştırıldığında daha büyük maskeleyme etkisine neden olmaktadır (124). Bu nedenle gürültü implantlı kulak tarafında olduğunda kullanıcılar önden sunulan konuşmayı ayırt etmekte zorlandı ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının konuşmayı ayırt edebilmek için daha yüksek sinyal gürültü oranına ihtiyaç duyulduğu görüldü. Ancak iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının gürültü kontralateral taraftan sunulduğunda konuşmayı ayırt etme performanslarının normal anatomiye sahip olanlarla benzer olduğu görüldü.

İç kulak anomalisi olan çocuklarda koklear implantasyonun, konuşmayı anlamanın klinik ölçümlerinde zamanla artan performans sağladığı (19,121) ve anomalinin türüne bağlı olarak değişen kelime tanıma sonuçlarının olduğu kanıtlanmıştır (19). Parlak Kocabay ve ark. (2023), IP-II anomalisine sahip bimodal ve bilateral pediatrik Kİ kullanıcılarının HINT testi GÖNKÖN koşulunda SGO'nu sırasıyla $2,67 \pm 1,17$ ve $3,48 \pm 1,63$ bulmuştur (125). Bu çalışmada da IP anomalisine sahip kullanıcıların GÖNKÖN koşulunda $2,8 \pm 4,7$ SGO elde edildi. Koklear hipoplazisi olan kullanıcıların ise HINT testinin tüm koşullarında IP anomalisi olanlar ve normal anatomiye sahip olanlardan daha yüksek SGO'nda konuşmayı anlama skorları olduğu görüldü.

Çalışmamızda koklear hipoplazisi olan beş hastanın hepsi KH-III anomalisine sahipti. Yaş aralığımızı uyan ancak bir kulağında Kİ değerinde İBSİ olması nedeniyle KH-I anomalisine sahip bir kullanıcı çalışmaya dahil edilmemiştir. KH-III anomalisi olanlardan bir kullanıcı yedi yaşında simultane bilateral Kİ kullanıcısıdır ve yaklaşık beş yıldır Kİ kullanmaktadır. Yaşları 8 ve 11 olan diğer iki unilateral kullanıcı da

yaklaşık iki buçuk yaşında Kİ ameliyatı olmuştur. Bu üç Kİ kullanıcısının HINT in sessiz ve gürültü koşullarındaki skorları ve SMDT puanları benzer elde edildi. Bir kullanıcı da altı yaşında ardışık bilateral Kİ kullanıcısıdır ve yaklaşık üç buçuk yıldır Kİ kullanmaktadır. Bu kullanıcı HINT-C testine uyum sağlayamadığından test bitirilemedi ancak SMDT testi tamamlanabildi. SMDT testinin dilden bağımsız olması nedeniyle başarılı olduğunu düşünüyoruz. KH-III anomalisi olan kullanıcılardan diğerlerine göre HINT-C testinde en iyi skorları olan ve normal iç kulak anatomisi ve IP anomalisi olan kullanıcılara benzer sonuçlar elde edilen bir kullanıcı vardı. On iki yaşında olan bu kullanıcı yaklaşık on yıldır Kİ kullanmaktadır. Uzun süredir Kİ kullanıcısı olması ve kronolojik yaşının büyük olması nedeniyle başarılı sonuçlar elde edildiğini düşünüyoruz. Ancak KH-III anomalisine sahip kullanıcıların tümünde benzer SMDT skoru elde edilmiştir ve normal iç kulak anatomisi ve IP anomalisi olan kullanıcılardan daha düşük spektral çözünürlük becerileri göstermiştir. Teorik olarak, koklear anomalisi olan hastalarda kalan nöral yapıların olası düzensizliği veya disorganizasyonu nedeniyle Kİ'nin performansı azabilmektedir (126). Ayrıca konuşmayı anlama testleri kişinin yaşına ve gelişimine bağlı olduğundan standardizasyonu zor olan testlerdir (121). Çalışmamızda da literatürdeki çalışmalara benzer olarak KH-III anomalisi olanların işitsel performansı daha düşük bulunmuştur. Ancak KH-III anomalisine sahip kullanıcı sayısının yetersiz olması nedeniyle eşit sayıda kullanıcıdan oluşan gruplar oluşturamadık, bu da sonuçların yorumlanmasını sınırlandırmıştır.

IP-I anomalisine sahip iki kullanıcı çalışmaya dahil edildi. Berrettini'ye göre, bu hastalardaki işitme sonuçları değişkendir ancak çoğu durumda tatmin edicidir (127). Çalışmamızda kullanıcılardan yedi yaşında olanın HINT-C sessiz koşulda 62,7 dB, G_{İL}K_{ÖN} koşulda +10,1, G_{KL}K_{ÖN} koşulda +8,5, G_{ÖN}K_{ÖN} koşulda +7,8 dB SGO ve SMDT 0,8 RPO iken 13 yaşında olanın sessiz koşulda 54,8 dB, G_{İL}K_{ÖN} koşulda +8,1, G_{KL}K_{ÖN} koşulda +5,5, G_{ÖN}K_{ÖN} koşulda +4,1 dB SGO ve SMDT 0,7 RPO idi. Eftekharian ve ark. (2019) IP-I anomalisine sahip Kİ kullanıcılarında konuşma algısı, konuşma anlaşılabilirliği ve konuşma üretiminde istatistiksel olarak anlamlı ilerleme kaydedildiğini ve İşitsel Performans Kategorileri puanlarına göre çoğunun dudak okumadan iletişim kurabildiği, %31,3'ünün de telefon kullanabildiği belirtmiştir (128). Çalışmamızda da IP-I anomalisine sahip kullanıcıların konuşmayı ayırt etme

becerilerine sahip oldukları görülmektedir ancak kullanıcı sayısının yetersiz olması nedeniyle sonuçların yorumlanmasını sınırlandırmıştır.

İç kulak anatomisi, işitme sinirinin fizyolojisi ve çapı, beyin sapı ve işitsel korteksteki yapısal ve işlevsel değişiklikler işitsel algıyı, konuşma ve dil gelişimini olumsuz etkilemektedir (129). Bu nedenle iç kulak anomalisi olan kullanıcılarda işitsel algı ve dil becerisi beklentileri, normal anatomiye sahip kullanıcılarından farklı olmalıdır (122). Çalışmamızdaki kullanıcıların çeşitli iç kulak anomalisine sahip heterojen bir grup olması ve kullanıcı sayısının sınırlı olması sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Ancak literatürde iç kulak anomalisi olan pediatrik Kİ kullanıcılarının işitsel performansını ortaya koyan sınırlı sayıda çalışma bulunması ve iç kulak anomalisi görülme sıklığının da az olması nedeniyle çalışmadaki bulgularımızın önemli olduğunu düşünmekteyiz.

5.4. İç Kulak Anomalisi Olan Kullanıcıların Elektrot Tiplerinin Karşılaştırılması

Karmaşık ve malforme koklear yapı göz önüne alındığında, iç kulak anomalisi olan hastaların Kİ ameliyatı öncesi uygun görüntüleme (örn. yüksek çözünürlüklü BT) ile yeterli değerlendirme yapılması ve kullanılan elektrot tipinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi önerilmiştir. Gelişen teknolojiyle birlikte Kİ cerrahisinde daha kısa elektrotlar kullanılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte, daha kısa elektrot dizileri ile tam insersiyon oranının artması beklenebilir ve bu son elektrot dizileri malforme vakalarda daha sık kullanılmaktadır (121). IP-I anomalisinde kokleada modiulus yoktur, bu da İAK ile geniş bir bağlantıya neden olur. Ganglion hücrelerinin yeri tam olarak bilinmediğinden mümkün olduğunca fazla sinir dokusunu uyarmak için her iki yüzeyde temas noktaları bulunan elektrotlar tercih edilmektedir. “Mantar” tipi silikon halkalı FORM24 bu anomali için ideal olmuştur. IP-II anomalisinde modiulusun bazal kısmı normal, apeksi ise kistiktir. Normalde spiral ganglion hücreleri modiulusun bazal kısmında bulunur ve apekte ganglion hücreleri bulunmadığından Kİ ile normal kokleaya benzer şekilde iç kulağa kayda değer bir uyarı verilebilmesi beklenmektedir. Bu vakaların %7'sinde şiddetli BOS kaçağı olabileceğinden FORM24 IP-II için ideal olmaktadır. IP-III anomalisinde sinir dokusunu uyarmak için her iki yüzeyde temas noktaları bulunan elektrotlar kullanılmaktadır. IP-III vakalarının %100'ünde ciddi

BOS kaçağı meydana gelir. Bu nedenle FORM serisi açıklığı etkili bir şekilde bloke edebildiği için tercih edilmektedir. İdeal olarak FORM24, IP-III'de bazal dönüş etrafında tam bir dönüş yapar ancak bazen interskalar septalar çok kalın olup koklear içi hacmi azaltmaktadır. Dolayısıyla bu durumlarda FORM19'un koklea etrafında tam bir dönüş yapma ve ayrıca İAK'a geçmeden koklea içinde kalma şansı daha yüksektir. Koklear hipoplazilerde kokleanın boyutları normalden küçüktür. FORM19, tüm KH vakaları için ideal olmaktadır (28). Alothman ve ark (2023) Flex28 ve FORM24 kullanılan normal kokleaya sahip pediatrik grupta yaptığı çalışmada Flex28 dizisine sahip olanların FORM24'e göre daha iyi konuşmayı ayırt etme skorlarının olduğunu bildirmiştir (113). Bu çalışmada katılımcıların tümü MED-EL marka Kİ kullanıcısıdır ve lateral duvar elektrotları kullanmaktadır. Kullanıcıların elektrot tipleri incelendiğinde koklear hipoplazilerde en sık FORM19, inkomplet partisyonlarda ise FORM24 elektrotların kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca FORM19 ve FORM24 elektrotlarına göre gruplandırma yapılarak HINT-C ve SMDT testlerinin skorları karşılaştırılmıştır. HINT-C testinin dört koşulunda ve SMDT testinde FORM24 kullanılanların daha iyi sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Bu çalışmada FORM24 elektrot takılı kullanıcıların konuşmayı anlama ve spektral çözünürlüğünün iyi olmasının nedeni FORM24 elektrotunun en çok inkomplet partiyon anomalilerinde kullanılması olabilir. IP-II malformasyonlu çocukların, diğer koklear malformasyonları olan çocuklarla karşılaştırıldığında daha iyi konuşma algısı sonuçlarına sahip oldukları (19,121,130) ve hatta normal kokleaya sahip çocuklarla benzer sonuçlar elde edebildikleri daha önce bildirilmiştir. Elektrotun açısız insersiyon derinliğinin işitme sonuçları üzerindeki etkisini değerlendiren bilimsel raporların çoğu, kokleanın hem bazal hem de orta dönüşlerini kapsayan elektriksel stimülasyonla ilişkili işitmeye katkısını doğrulamaktadır. Bu, elektrotların daha geniş bir frekans aralığını kapsamaması, açısız yerleştirme derinliğinin artmasıyla daha fazla sayıda nöronal hücre gövdesini uyarması, elektrot temas noktaları arasında daha fazla uzamsal ayırım gibi gerçeklerle açıklanmaktadır (100). Bu nedenlerle bu çalışmadaki 12 IP-II anomalisi olan Kİ kullanıcısının FORM24 elektrotu takılı olması işitme sonuçlarındaki farklılıkların görülmesinde önemli olmaktadır.

Çalışmamızda iki kullanıcıda overshoot, yalnızca bir vakada daha az sayıda elektrot yerleşimi (10/12 elektrot) görülmüştür. İç kulak anomalilerinde koklear

implantasyonun normal koklealara göre daha az yerleşimlere yol açması nedeniyle kısmi insersiyon beklenmektedir (121). Khurayzi ve ark. (2021) yüksek çözünürlüklü BT görüntülerine dayanarak malforme koklealarda maksimum elektrot kapsamının IP-I için 360°, IP-II için 450° ve IP-III için 360° olduğunu belirtmiştir. KH'de, mevcut koklear dönüşlerde büyük farklılıklar göstermektedir ve çalışmalarında sunulan KH anomali türleri için ideal elektrot kapsamı 180° ile 360° arasında değişmektedir (131). Wimmer ve ark. ise IP-II anomalisine sahip sekiz hastada (10 kulak) açısız insersiyon derinliklerinin 211° ile 625° arasında değiştiğini belirtmiştir (132). Çalışmamızda da benzer şekilde açısız insersiyon derinliği KH grubunda ortalama 350,1±73° iken IP anomalilerinde ortalama 459,2±92,3° bulunmuştur.

Mevcut çalışmada ayrıca 6-12 yaş arası tüm Kİ kullanıcılarında açısız insersiyon derinliğinin, iç kulak anomalisi varlığının ve Kİ kullanım süresinin uygulanan HINT-C ve SMDT testleri üzerinde açıklayıcı gücü olup olmadığını anlamak için ayrı ayrı çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. Yapılan ilk modellemede HINT-C sessiz koşul skorlarının açısız insersiyon derinliği ve Kİ kullanım süresi tarafından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yordandığı bulunmuştur. Bu çoklu regresyon modeli, var olan varyansın %30'unu açıklayabilmektedir. Diğer regresyon modellerinden G_{İL}K_{ÖN} ve G_{ÖN}K_{ÖN} koşulları skorlarının her ikisinin ise açısız insersiyon derinliği tarafından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yordandığı bulunmuştur. Bu bulgular ışığında açısız insersiyon derinliğinin HINT-C testinin üç koşulunda önemli bir faktör olduğu görülmüştür. Ancak tüm koşulların skorlarında iç kulak anomalisi varlığının ve G_{İL}-K_{ÖN} ve G_{ÖN}-K_{ÖN} koşulları skorlarında ek olarak Kİ kullanım süresinin bu modellerde yordayıcı etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu bulgular istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakla birlikte Saraç Kaya ve ark. (2023) da benzer şekilde Kİ'li pediatrik grupta gürültülü ortamlarda elde edilen konuşmayı anlama eşikleri ile Kİ yaşı ve Kİ kullanma süresi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (101). SMDT sonuçları için kurulan modelin de istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Landsberger ve ark. (2018) koklear implantlı çocuklarda SMDT puanı ile kronolojik yaş, implantasyon yaşı veya implant deneyimi yılı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (91). Jahn ve ark. (2022) Kİ'li çocuklarda spektral çözünürlük gelişimini incelediği derlemede Kİ çalışmalarındaki örneklem boyutlarının oldukça küçük olduğunu ve spektral olarak bozulmuş sinyalin

oluşturduğu doğal sınırlamalar nedeniyle kullanıcıların psikoakustik verilerindeki geniş değişkenliğin kesitsel çalışmalarda yaş etkilerini gizlemesinin mümkün olabileceğini belirtmiştir (120). Çalışmamızda da istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşabilmek için daha geniş bir popülasyonun değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışmaya katılan koklear implant kullanıcısı çocukların ebeveynlerine yönelik, çocuklarının günlük yaşamdaki işitsel davranışlarına ilişkin bakış açılarını ortaya koyan GYİD anketi uygulandı. Anketin toplam puanı ve dört alt ölçeğindeki puanlara göre normal anatomiye sahip ve iç kulak anomalisi olan kullanıcılarının ebeveyn görüşlerinin benzer olduğu görüldü. İncesulu ve ark. (2003) çalışmalarında implantasyondan kısa bir süre sonra ebeveynlerin çocuklarının iletişim becerilerinde, sosyal ilişkilerinde ve özgüveninde iyileşme olduğunu bildirmiştir (133). Bizim çalışmamızda da iç kulak anomalisi olan kullanıcıların ebeveynleri, çocuklarının Kİ ile iyi uyum sağladığını ve işitsel-sözel, işitsel farkındalık ve sosyal-konuşma becerilerinde normal anatomiye sahip kullanıcılar kadar önemli bir öznel avantaj elde ettiğini düşünmektedir. Anketi ebeveynlerin kendilerinin doldurması ve değişken ebeveyn gözlemlerine dayanması sonuçları etkileyebilir ancak ebeveynlerin rehabilitasyon programlarına etkili katılımını sağlamak ve rehberlik edebilmek için Kİ'lı çocuklarda GYİD anketi gibi ebeveyn anketlerinin kullanılması düşünülmelidir.

5.5. Çalışmanın Sınırlılıkları ve Güçlü Yönleri

Sonuçlar açısız insersiyon derinliği ile gürültüde konuşmayı anlama ve spektral çözünürlük becerileri arasında bir ilişki olduğunu gösterse de nispeten küçük örneklem sayısı göz önüne alındığında, sonuçların yorumlanmasında dikkatli olunmalıdır. Çalışmamızda IP-I, IP-III ve KH-III anomalisine sahip kullanıcı sayısının yetersiz olması nedeniyle eşit sayıda kullanıcıdan oluşan gruplar oluşturamadık, bu da sonuçların yorumlanmasını sınırlandırmıştır. Açısız insersiyon derinliği konuşma algısını arttırdığının olumlu bir göstergesidir ancak koklear boyutun hem açısız insersiyon derinliğini hem de elektrot modiolus mesafesini etkileyebildiği göz önünde bulundurup (134) iç kulak anomalisi olan kullanıcılarda konuşma algısını etkileyebilecek başka faktörlerin olabileceği düşünülmelidir. İleriye dönük olarak, boylamsal veya iç kulak anomalisi türlerinin çeşitlendirildiği bir çalışma planlanabilir.

Mevcut çalışmada intraoperatif görüntüleme bulguları X-RAY taramalarına dayanmaktadır. Ancak son zamanlarda temporal kemiğin BT taramasını temel alan, kokleadaki her elektrotun konumunu ve buna karşılık gelen tonotopik frekansı hesaplayan yeni bir yazılım geliştirilmiştir. OTOPLAN® adı verilen bu sistem, ameliyat öncesi cerrahın koklear anatomiye incelemesi, elektrot insersiyon derinliğini görselleştirmek ve o hasta için en iyi elektrot dizisini seçmek için kullanabileceği üç boyutlu görüntülemeye olanak tanır; ameliyat sonrasında ise frekans tahsisini ve uygun Kİ konumunu kontrol etmek için uygulanabilir (135). İlerideki çalışmalarda iç kulağın üç boyutlu incelenmesini sağlayan OTOPLAN® gibi gelişmiş teknolojilerle elde edilen verilerden Kİ kullanıcılarının işitme performansı üzerindeki etkisi incelenebilir.

Mevcut çalışma bildiğimiz kadarıyla literatürdeki, iç kulak anomalisi olan pediatrik Kİ kullanıcılarında açılmalı insersiyon derinliğine dayalı olarak tahmin edilen elektrot nöron arayüzeyi ölçülerek spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliği puanları ile Kİ kullanıcılarının elektrot nöron arayüzeyinin kalitesi arasındaki ilişkiyi değerlendiren ilk çalışmadır. Literatürde, normal anatomiye sahip pediatrik Kİ kullanıcılarında elektrot nöron arayüzeyi ilişkisi çok az bilinmektedir. Çalışmamız hem normal anatomiye sahip hem de iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının elektrot nöron arayüzeyi kalitesiyle ilişkili SMDT ve HINT-C testleri skorlarını ortaya koymaktadır. Ayrıca her iki grupta cihaz çeşitliliğini ve cihaza özgü etkileri azaltmak için tek bir üreticinin kullanıcıları çalışmaya dahil edilmiştir. İç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarında en sık kullanılan elektrot dizisi türlerine göre de spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliği sonuçları ortaya konmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut çalışma, elektrot nöron arayüzeyi kalitesinin bir tahmini olarak açısıl insersiyon derinliğinin spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliği nasıl ilişkili olduğu ve bu ilişkinin normal anatomiye ve iç kulak anomalisine sahip pediatrik Kİ kullanıcıları için nasıl değiştiği hakkında yeni kanıtlar sağlamıştır.

Çalışmanın sonuçları aşağıda verilmiştir;

1. Çalışmamızda normal anatomiye ve iç kulak anomalisine sahip pediatrik Kİ kullanıcıları arasında HINT-C testi sonuçları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi. Normal iç kulak anatomisine sahip kullanıcılar sessiz koşulda, gürültü ipsilateral ve gürültü önden sunulduğu koşullarda daha iyi konuşmayı anlama performansı sergiledi. İç kulak anomali olan koklear implantlı kullanıcılar sessiz ve gürültülü ortamda konuşmayı anlamak için normal iç kulak anatomisine sahip Kİ 'lı yaşlılarına göre daha yüksek bir sinyal-gürültü oranına ihtiyaç duymaktadır.
2. HINT-C sonuçlarına göre iç kulak anomali olan Kİ kullanıcılarının gürültü kontralateral taraftan sunulduğunda konuşmayı ayırt etme performanslarının normal iç kulak anatomisine sahip olan Kİ kullanıcılarına benzer olduğu görüldü.
3. SMDT skorlarına göre normal iç kulak anatomisine sahip Kİ kullanıcıları iç kulak anomali olan Kİ kullanıcılarından daha iyi RPO skoru elde edildi. İnkomplet partiyon anomalisine sahip kullanıcıların da KH anomalisine sahip kullanıcılardan daha iyi spektral çözünürlük becerileri sergilemektedir. Bulgularımıza göre iç kulak anomali olan kullanıcılarda spektral çözünürlük becerileri azalmaktadır.
4. Kİ kullanıcılarında spektral çözünürlük becerileri ile sessiz ve gürültü koşullarındaki konuşma algısı arasında ilişki elde edildi. İşitsel performans ve spektral becerilerin paralel sonuçlanabileceği görülmüştür.
5. Açısıl insersiyon derinliği tüm gruplarda karşılaştırıldığında normal anatomiye sahip kullanıcılarda en yüksek iken KH anomalisine sahip kullanıcılarda en az yerleştirme derecesine sahiptir.

6. İç kulak anomalileri için özel üretilmiş FORM serisi (FORM19- FORM24) elektrotların insersiyon derinliği ile işitme sonuçları incelendi. FORM19 ve FORM24 elektrotlarına göre gruplandırma yapılarak HINT-C ve SMDT testlerinin skorları karşılaştırıldı. HINT-C testinin dört koşulunda ve SMDT testinde FORM24 kullanılanların daha iyi sonuçlar elde ettiği görüldü. FORM24 elektrot takılı kullanıcıların konuşmayı anlama ve spektral çözünürlüğünün iyi olmasının nedeni FORM24 elektrotunun en çok inkomplet partisyon anomalilerinde kullanılması olduğunu düşünüyoruz.
7. Çalışmamızın sonuçları normal iç kulak anatomisine sahip ve iç kulak anomalisi olan Kİ kullanıcılarının farklı işitsel ihtiyaçlarını ortaya çıkartarak bu kullanıcılara özgü bireyselleştirilmiş programlama parametrelerinin gelecekte araştırılması için çeşitli yollar sunmaktadır. Kİ kullanıcılarında elektrot nöron arayüzeyi etkisi klinik araçlarla test edilebilirse, Kİ programlama parametrelerini kullanıcılarda daha iyi sonuçlara yardımcı olacak şekilde optimize etmek klinik olarak mümkün hale gelebilir.
8. Daha büyük açısız insersiyon derinlikleri, Kİ kullanıcılarında spektral çözünürlük becerileri ve konuşmayı anlama performanslarının iyileşmesiyle sonuçlandı. Pediyatrik Kİ kullanıcılarında spektral çözünürlük ve gürültüde konuşma anlaşılabilirliğini öngörmeye açısız insersiyon derinliği önemli bir faktör olmaktadır.
9. Elektrot-nöron arayüzeyinin koklear implant kullanıcılarında konuşmayı anlama performansında gözlemlenen değişkenliğe katkıda bulunduğunu düşünüyoruz. Bu nedenle mevcut programlama tekniklerinin iyileştirilmesi amacıyla gelecekte elektrofizyolojik değerlendirilmelerin de dahil edildiği araştırmalar önerilmektedir.
10. Çalışmaya katılan koklear implant kullanıcısı çocukların ebeveynlerine, çocuklarının günlük yaşamdaki işitsel davranışlarına ilişkin bakış açılarını ortaya koyan GYİD anketi uygulandı. Anketin puanlara göre normal anatomiye sahip ve iç kulak anomalisi olan kullanıcılarının ebeveyn görüşlerinin benzer olduğu görüldü.

7. KAYNAKLAR

1. What Are Cochlear Implants for Hearing? | NIDCD [Internet]. 2023 [Erişim Tarihi 25 Nisan 2024]. Erişim adresi: <https://www.nidcd.nih.gov/health/cochlear-implants#d>
2. Zeng FG. Celebrating the one millionth cochlear implant. *JASA Express Lett* 2022;2(7):77201.
3. DiNino M, Arenberg JG. Age-related performance on vowel identification and the Spectral-temporally Modulated Ripple Test in children with normal hearing and with cochlear implants. *Trends Hear*. 2018;22:1-20.
4. Eisenberg LS, Fisher LM, Johnson KC, Ganguly DH, Grace T, Niparko JK. Sentence recognition in quiet and noise by pediatric cochlear implant users. *Otology & Neurotology*. 2016;37(2):e75-81.
5. Van Der Beek FB, Briaire JJ, Van Der Marel KS, Verbist BM, Frijns JHM. Intracochlear position of cochlear implants determined using CT scanning versus fitting levels: Higher threshold levels at basal turn. *Audiology and Neurotology*. 2016;21(1):54-67.
6. Arenberg Bierer J. Probing the electrode–neuron interface with focused cochlear implant stimulation. *Trends Amplif*. 2010;14(2):84.
7. DeVries L, Scheperle R, Bierer JA. Assessing the electrode-neuron interface with the electrically evoked compound action potential, electrode position, and behavioral thresholds. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2016;17(3):237-52.
8. Fernandes V, Wang Y, Yeung R, Symons S, Lin V. Effectiveness of skull X-RAY to determine cochlear implant insertion depth. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018;47(1):1-7.
9. Sennaroğlu L, Bajin MD. Classification and current management of inner ear malformations. *Balkan Med J*. 2017;34(5):397-411.
10. Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am*. 1994;95(2):1085-99.
11. Hilly O, Smith L, Hwang E, Shipp D, Symons S, Nedzelski JM ve ark. Depth of cochlear implant array within the cochlea and performance outcome. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. 2016;125(11):886-92.
12. Winn MB, Won JH, Moon IJ. Assessment of spectral and temporal resolution in cochlear implant users using psychoacoustic discrimination and speech cue categorization. *Ear Hear*. 2016;37(6):e377-90.
13. Başkent D, Shannon R V. Interactions between cochlear implant electrode insertion depth and frequency-place mapping. *J Acoust Soc Am*. 2005;117(3 Pt 1):1405-16.
14. Aronoff JM, Landsberger DM. The development of a modified spectral ripple test. *J Acoust Soc Am*. 2013;134(2):EL217-22.

15. Holden LK, Firszt JB, Reeder RM, Uchanski RM, Dwyer NY, Holden TA. Factors affecting outcomes in cochlear implant recipients implanted with a perimodiolar electrode array located in scala tympani. *Otology and Neurotology*. 2016;37(10):1662-8.
16. Jahn KN, Morse-Fortier C, Griffin AM, Faller D, Cohen MS, Kenna MA ve ark. Programming levels and speech perception in pediatric cochlear implant recipients with enlarged vestibular aqueduct or GJB2 mutation. *Otology and Neurotology*. 2023;44(5):E273-80.
17. Jahn KN, Bergan MD, Arenberg JG. Auditory Detection Thresholds and Cochlear Resistivity Differ Between Pediatric Cochlear Implant Listeners With Enlarged Vestibular Aqueduct and Those With Connexin-26 Mutations. *Am J Audiol*. 2020;29(1):23-34.
18. Sainz M, Fernández E, García-Valdecasas J, Aviñoa A. Neural distribution of hearing structures in inner ear malformations and the need of further cochlear implant stimulation strategies. *Cochlear Implants Int*. 2010;11 Suppl 1:204-6.
19. Schwartz N, Brown KD, Park LR. Audiologic outcomes of cochlear implantation in cochlear malformations: A comparative analysis of lateral wall and perimodiolar electrode arrays. *Otol Neurotol*. 2020;41(10):e1201-6.
20. da Costa Monsanto R, Cureoglu S, Sancak IG, Sennaroglu L, Paparella MM. Histopathologic findings in inner ear malformations. *Inner Ear Malformations: Classification, Evaluation and Treatment*. 2022;19-38.
21. Grover M, editör. Inner ear malformations. *Textbook of radiology for cochlear implants*. Thieme; 2022. s. 87-138.
22. Sennaroglu L. Cochlear implantation in inner ear malformations - A review article. *Cochlear Implants Int*. 2010;11(1):4-41.
23. Dhanasingh A. design of a cochlear implant electrode. *ENT Updates*. 2022;12(2):97-109.
24. Grayden DB, Clark GM. Implant design and development. Cooper HR, Craddock LC, editörler. *Cochlear Implants: A Practical Guide*. 2. bs Wiley; 2006. s. 1-20.
25. Wolfe J. Basic operation and history of cochlear implant technology. Wolfe J, editör. *Cochlear implants audiologic management and considerations for implantable hearing devices*. Plural Publishing; 2020. s. 1-24.
26. Risi F. Considerations and rationale for cochlear implant electrode design - past, present and future. *J Int Adv Otol*. 2018;14(3):382
27. Dhanasingh A, Hochmair I. Special electrodes for demanding cochlear conditions. *Acta Otolaryngol*. 2021;141(S1):157-77.
28. Sennaroglu L. Treatment alternatives in inner ear malformations. Sennaroglu L. Editör. *Inner ear malformations: Classification, evaluation and treatment*. 2022;107-17.

29. Sennaroğlu L, Atay G, Bajin MD. A new cochlear implant electrode with a “cork”-type stopper for inner ear malformations. *Auris Nasus Larynx*. 2014;41(4):331-6.
30. Heutink F, Verbist BM, Van Der Woude WJ, Meulman TJ, Briaire JJ, Frijns JHM ve ark. Factors influencing speech perception in adults with a cochlear implant. *Ear Hear*. 2021;42(4):949-60.
31. Dhanasingh A, Jolly C. An overview of cochlear implant electrode array designs. *Hear Res*. 01 Aralık 2017;356:93-103.
32. Fan T, Xiang MY, Li Y, Gong JM, Wu T, Wang Y ve ark. Effect of electrode insertion angle on cochlear implantation outcomes in adult and children patients with sensorineural hearing loss. *Oxid Med Cell Longev*. 2022;2022. 9914716.
33. Holden LK, Finley CC, Firszt JB, Holden TA, Brenner C, Potts LG ve ark. Factors affecting open-set word recognition in adults with cochlear implants. *Ear Hear*. 2013;34(3):342-60.
34. Blamey P, Artieres F, Başkent D, Bergeron F, Beynon A, Burke E ve ark. Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: An update with 2251 patients. *Audiology and Neurotology*.2012;18(1):36-47.
35. Lazard DS, Vincent C, Venail F, van de Heyning P, Truy E, Sterkers O ve ark. Pre-, per- and postoperative factors affecting performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: a new conceptual model over time. *PLoS One*. 2012;7(11).
36. Carlson ML, Driscoll CLW, Gifford RH, Service GJ, Tombers NM, Hughes-Borst BJ ve ark. Implications of minimizing trauma during conventional cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2011;32(6):962-8.
37. Gifford RH, Dorman MF, Skarzynski H, Lorens A, Polak M, Driscoll CLW ve ark. Cochlear implantation with hearing preservation yields significant benefit for speech recognition in complex listening environments. *Ear Hear*.;34(4):413-25.
38. Wanna GB, Noble JH, Carlson ML, Gifford RH, Dietrich MS, Haynes DS ve ark. Impact of electrode design and surgical approach on scalar location and cochlear implant outcomes. *Laryngoscope*. 2014;124 Suppl 6(0 6):S1-7.
39. Finley CC, Holden TA, Holden LK, Whiting BR, Chole RA, Neely GJ ve ark. Role of electrode placement as a contributor to variability in cochlear implant outcomes. *Otol Neurotol*. 2008;29(7):920-8.
40. Pflingst BE, Xu L. Across-site variation in detection thresholds and maximum comfortable loudness levels for cochlear implants. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2004;5(1):11-24.
41. Bierer JA. Threshold and channel interaction in cochlear implant users: Evaluation of the tripolar electrode configuration. *J Acoust Soc Am*. 2007;121(3):1642-53.
42. Long CJ, Holden TA, McClelland GH, Parkinson WS, Shelton C, Kelsall DC ve ark. Examining the electro-neural interface of cochlear implant users using

- psychophysics, CT scans, and speech understanding. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2014;15(2):293-304.
43. Skinner MW, Holden TA, Whiting BR, Voie AH, Brunnsden B, Neely JG ve ark. In vivo estimates of the position of advanced bionics electrode arrays in the human cochlea. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 2007;116(4_suppl):2-24
 44. Verbist BM, Frijns JHM, Geleijns J, Van Buchem MA. Multisection CT as a Valuable Tool in the Postoperative Assessment of Cochlear Implant Patients. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26(2):424.
 45. Xu J, Xu SA, Cohen LT, Clark GM. Cochlear view: Postoperative radiography for cochlear implantation. *American Journal of Otology*. 2000;21(1):49-56.
 46. Svrakic M, Friedmann DR, Berman PM, Davis AJ, Roland JT, Svirsky MA. Measurement of cochlear implant electrode position from intraoperative post-insertion skull radiographs: A validation Study. *Otology and Neurotology*. 2015;36(9):1486-91.
 47. Skinner MW, Ketten DR, Holden LK, Harding GW, Smith PG, Gates GA ve ark. CT-derived estimation of cochlear morphology and electrode array position in relation to word recognition in Nucleus-22 recipients. *J Assoc Res Otolaryngol*.2002;3(3):332-50.
 48. Yukawa K, Cohen L, Blamey P, Pyman B, Tungvachirakul V, O’Leary S. Effects of insertion depth of cochlear implant electrodes upon speech perception. *Audiol Neurootol*. 2004;9(3):163-72.
 49. O’Connell BP, Cakir A, Hunter JB, Francis DO, Noble JH, Labadie RF ve ark. Electrode location and angular insertion depth are predictors of audiologic outcomes in cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2016;37(8):1016.
 50. Chakravorti S, Noble JH, Gifford RH, Dawant BM, O’Connell BP, Wang J, vd. Further Evidence of the Relationship Between Cochlear Implant Electrode Positioning and Hearing Outcomes. *Otology and Neurotology*.2019;40(5):617-24.
 51. Khan AM, Handzel O, Burgess BJ, Damian D, Eddington DK, Nadol JB. Is word recognition correlated with the number of surviving spiral ganglion cells and electrode insertion depth in human subjects with cochlear implants? *Laryngoscope*. 2005;115(4):672-7.
 52. Lee J, Nadol JB, Eddington DK. Depth of electrode insertion and postoperative performance in humans with cochlear implants: A histopathologic study. *Audiology and Neurotology*. 2010;15(5):323-31.
 53. Finley CC, Holden TA, Holden LK, Whiting BR, Chole RA, Neely GJ ve ark. Role of electrode placement as a contributor to variability in cochlear implant outcomes. *Otology and Neurotology*. 2008;29(7):920-8.
 54. Zhou N. Deactivating stimulation sites based on low-rate thresholds improves spectral ripple and speech reception thresholds in cochlear implant users. *J Acoust Soc Am*. 2017;141(3):EL243-8.

55. Jones GL, Won JH, Drennan WR, Rubinstein JT. Relationship between channel interaction and spectral-ripple discrimination in cochlear implant users. *J Acoust Soc Am*. 2013;133(1):425.
56. Bierer JA, Litvak L. Reducing channel interaction through cochlear implant programming may improve speech perception. *Trends Hear*. 2016;20:1-12.
57. Geers AE, Nicholas JG, Sedey AL. Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear Hear*. 2003;24(1 Suppl).
58. Horn DL, Dudley DJ, Dedhia K, Nie K, Drennan WR, Ho J ve ark. Effects of age and hearing mechanism on spectral resolution in normal hearing and cochlear-implanted listeners. *J Acoust Soc Am*. 2017;141(1):613-23.
59. Jung KH, Won JH, Drennan WR, Jameyson E, Miyasaki G, Norton SJ ve ark. Psychoacoustic performance and music and speech perception in prelingually deafened children with cochlear implants. *Audiology and Neurotology*.2012;17(3):189-97.
60. He S, Shahsavarani BS, McFayden TC, Wang H, Gill KE, Xu L ve ark. Responsiveness of the electrically stimulated cochlear nerve in children with cochlear nerve deficiency. *Ear Hear*. 2018;39(2):238-50.
61. DiNino M, O'Brien G, Bierer SM, Jahn KN, Arenberg JG. The estimated Electrode-Neuron Interface in cochlear implant listeners is different for early-implanted children and late-implanted adults. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2019;
62. Jahn KN, Arenberg JG. Evaluating psychophysical polarity sensitivity as an indirect estimate of neural status in cochlear implant listeners. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2019;20(4):415-30.
63. Buisson Savin J, Reynard P, Bailly-Masson E, Joseph C, Joly CA, Boiteux C ve ark. Adult normative data for the adaptation of the Hearing in Noise Test in European French (HINT-5 Min). *Healthcare*. 2022;10(7):1306.
64. Sanchez VA, Arnold ML, Moore DR, Clavier O, Abrams HB. Speech-in-noise testing: Innovative applications for pediatric patients, underrepresented populations, fitness for duty, clinical trials, and remote services. *J Acoust Soc Am*. 2022;152(4):2336-56.
65. Vermiglio AJ, Fang X. The World Health Organization (WHO) hearing impairment guidelines and a speech recognition in noise (SRN) disorder. *Int J Audiol*. 2022;61(10):818-25.
66. Wilson RH, Carnell CS, Cleghorn AL. The Words-in-Noise (WIN) test with multitalker babble and speech-spectrum noise maskers. *J Am Acad Audiol*. 2007;18(6):522-9.
67. Killion MC, Niquette PA, Gudmundsen GI, Revit LJ, Banerjee S. Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 2004;116(4 Pt 1):2395-405.
68. Hagerman B. Sentences for Testing Speech Intelligibility in Noise. *Scand Audiol*. 1982;11(2):79-87.

69. Soli SD, Wong LLN. Assessment of speech intelligibility in noise with the Hearing in Noise Test. *Int J Audiol.* 2008;47(6):356-61.
70. Cekic S, Sennaroglu G. The Turkish hearing in noise test. *Int J Audiol.* 2008;47(6):366-8.
71. Kartal Özcan E, Çekiç Ş, Sennaroglu G, Soli SD. Development of the Turkish hearing in noise test for children. *Cochlear Implants Int.* 2023;24(5):235-42.
72. 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.
73. Massa ST, Ruckenstein MJ. Comparing the performance plateau in adult cochlear implant patients using HINT and AzBio. *Otology and Neurotology.* 2014;35(4):598-604.
74. Poissant SF, Bero EM, Busekroos L, Shao W. Determining cochlear implant users' true noise tolerance: Use of speech reception threshold in noise testing. *Otology and Neurotology.* 2014;35(3):414-20.
75. Ching TYC, Zhang VW, Flynn C, Burns L, Button L, Hou S, vd. Factors influencing speech perception in noise for 5-year-old children using hearing aids or cochlear implants. *Int J Audiol.* 2018;57:S70-80.
76. Lawler M, Yu J, Aronoff JM. Comparison of the spectral-temporally modulated ripple test with the Arizona biomedical institute sentence test in cochlear implant users. *Ear Hear.* 2017;38(6):760-6.
77. Horn DL, Won JH, Rubinstein JT, Werner LA. Spectral ripple discrimination in normal-hearing infants. *Ear Hear.* 2017;38(2):212-22.
78. Van Groesen NRA, Briaire JJ, Frijns JHM. Evaluation of two spectro-temporal ripple tests and their relation to the Matrix Speech-in-Noise Sentence Test in cochlear implant recipients. *Ear Hear.* 2023;44(5):1221-8.
79. Won JH, Drennan WR, Rubinstein JT. Spectral-ripple resolution correlates with speech reception in noise in cochlear implant users. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology.* 2007;8(3):384-92.
80. Drennan WR, Anderson ES, Won JH, Rubinstein JT. Validation of A Clinical Assessment of Spectral Ripple Resolution for Cochlear-Implant Users. *Ear Hear.* 2014;35(3):e92.
81. Jeon EK, Turner CW, Karsten SA, Henry BA, Gantz BJ. Cochlear implant users' spectral ripple resolution. *J Acoust Soc Am.* 2015;138(4):2350-8.
82. Goehring T, Archer-Boyd A, Deeks JM, Arenberg JG, Carlyon RP. A site-selection strategy based on polarity sensitivity for cochlear implants: Effects on spectro-temporal resolution and speech perception. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology.* 2019;20(4):431-48.
83. Henry BA, Turner CW. The resolution of complex spectral patterns by cochlear implant and normal-hearing listeners. *J Acoust Soc Am.* 2003;113(5):2861-73.

84. Anderson ES, Nelson DA, Kreft H, Nelson PB, Oxenham AJ. Comparing spatial tuning curves, spectral ripple resolution, and speech perception in cochlear implant users. *J Acoust Soc Am.* 2011;130(1):364-75.
85. Azadpour M, McKay CM. A psychophysical method for measuring spatial resolution in cochlear implants. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology.* 2012;13(1):145-57.
86. Drennan WR, Won JH, Nie K, Jameyson E, Rubinstein JT. Sensitivity of psychophysical measures to signal processor modifications in cochlear implant users. *Hear Res.* 2010;262(1-2):1-8.
87. Won JH, Humphrey EL, Yeager KR, Martinez AA, Robinson CH, Mills KE ve ark. Relationship among the physiologic channel interactions, spectral-ripple discrimination, and vowel identification in cochlear implant users. *J Acoust Soc Am.* 2014;136(5):2714-25.
88. Won JH, Clinard CG, Kwon S, Dasika VK, Nie K, Drennan WR ve ark. Relationship between behavioral and physiological spectral-ripple discrimination. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology.* 2011;12(3):375-93.
89. Kirby BJ, Browning JM, Brennan MA, Spratford M, McCreery RW. Spectro-temporal modulation detection in children. *J Acoust Soc Am.* 2015;138(5):EL465-8.
90. Jeddi Z, Lotfi Y, Moossavi A, Bakhshi E, Hashemi SB. Correlation between Auditory Spectral Resolution and Speech Perception in Children with Cochlear Implants. *Iran J Med Sci.* 2019;44(5):382.
91. Landsberger DM, Padilla M, Martinez AS, Eisenberg LS. Spectral-temporal modulated ripple discrimination by children with cochlear implants. *Ear Hear.* 2018;39(1):60-8.
92. Osberger MJ, Robbins AM, Trautwein GP. Assessment of children. İçinde: Cooper HR, Craddock LC, editörler. *Cochlear Implants A Practical Guide.* 2. bs Whurr Publishers; 2009. s. 106-31.
93. Barry JG, Tomlin D, Moore DR, Dillon H. Use of questionnaire-based measures in the assessment of listening difficulties in school-aged children. *Ear Hear.* 2015;36(6):e300-13.
94. Wilson WJ, Jackson A, Pender A, Rose C, Wilso J, Heine C ve ark. The CHAPS, SIFTER, and TAPS-R as Predictors of (C)AP Skills and (C)APD. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.* 2011;54(1):278-91.
95. Purdy SC, Farrington DR, Moran CA, Chard LL, Hodgson SA. A parental questionnaire to evaluate children's Auditory Behavior in Everyday Life (ABEL). *Am J Audiol.* 2002;11(2):72-82.
96. Özses M, Ozbal Batuk M, Yilmaz Isikhan S, Cicek Cinar B. Validity and Reliability of Turkish Version of the Auditory Behavior in Everyday Life Questionnaire. *Am J Audiol.* 2022;31:155-65.

97. Wimmer W, Scwabas L, Caversaccio M, Weder S. Cochlear Implant Electrode Impedance as Potential Biomarker for Residual Hearing. *Front Neurol.* 27 Haziran 2022;13:886171.
98. Sokolov M, Zavdy O, Raveh E, Ulanovski D, Attias Y, Hilly O. Assessment of Angular Insertion-Depth of Bilateral Cochlear Implants Using Plain X-ray Scans. *Otology & neurotology.* 2020;41(10):1363-8.
99. Heutink F, De Rijk SR, Verbist BM, Huinck WJ, Mylanus EAM. Angular Electrode Insertion Depth and Speech Perception in Adults with a Cochlear Implant: A Systematic Review. *Otology and Neurotology.* 2019;40(7):900-10.
100. Dhanasingh A, Nielsen SB, Beal F, Schilp S, Hessler R, Jolly C ve ark. Cochlear implant electrode design for safe and effective treatment. *Front Neurol.* 2024;15.
101. Kaya ES, Sennaroğlu G, Belgin E. Speech Understanding in Noise in Children With Cochlear Implant. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal.* 2023;10(2):441-51.
102. Van Der Jagt MA, Briaire JJ, Verbist BM, Frijns JHM. Comparison of the HiFocus Mid-Scala and HiFocus 1J Electrode Array: Angular insertion depths and speech perception outcomes. *Audiology and Neurotology.* 2017;21(5):316-25.
103. Hodges A V., Villasuso E, Balkany T, Bird PA, Butts S, Lee D, vd. Hearing results with deep insertion of cochlear implant electrodes. *Am J Otol.* 1999;20(1):53-5.
104. Kuthubutheen J, Grewal A, Symons S, Nedzelski J, Shipp D, Lin V, vd. The effect of cochlear size on cochlear implantation outcomes. *Biomed Res Int.* 2019;2019.
105. Doubi A, Almuhawes F, Alzhrani F, Doubi M, Aljutaili H, Hagr A. The Effect of Cochlear Coverage on Auditory and Speech Performance in Cochlear Implant Patients. *Otology and Neurotology.* 2019;40(5):602-7.
106. Van Der Marel KS, Briaire JJ, Verbist BM, Muurling TJ, Frijns JHM. The influence of cochlear implant electrode position on performance. *Audiol Neurootol.* 2015;20(3):202-11.
107. Holden LK, Finley CC, Firszt JB, Holden TA, Brenner C, Potts LG ve ark. Factors affecting open-set word recognition in adults with cochlear implants. *Ear Hear.* 2013;34(3):342-60.
108. O'Connell BP, Hunter JB, Haynes DS, Holder JT, Dedmon MM, Noble JH ve ark. Insertion depth impacts speech perception and hearing preservation for lateral wall electrodes. *Laryngoscope.* 2017;127(10):2352-7.
109. Breitsprecher TM, Baumgartner WD, Brown K, Dazert S, Doyle U, Dhanasingh A ve ark. Effect of cochlear implant electrode insertion depth on speech perception outcomes: A systematic review. *Otology & Neurotology.* 2023;3(4):e045.
110. Buchman CA, Dillon MT, King ER, Adunka MC, Adunka OF, Pillsbury HC. Influence of cochlear implant insertion depth on performance: A prospective randomized trial. *Otology and Neurotology.* 2014;35(10):1773-9.

111. Canfarotta MW, Dillon MT, Brown KD, Pillsbury HC, Dedmon MM, O'Connell BP. Insertion depth and cochlear implant speech recognition outcomes: a comparative study of 28- and 31.5-mm lateral wall arrays. *Otology and Neurotology*. 2022;43(2):183-9.
112. Arjmandi MK, Jahn KN, Arenberg JG. Single-Channel Focused Thresholds Relate to Vowel Identification in Pediatric and Adult Cochlear Implant Listeners. *Trends Hear*. 2022;26.
113. Alothman N, Almuhawwas F, Badghaish R, Alotaibi AH, Alhabib SF, Alzhrani F ve ark. Cochlear implantation in pediatrics: The effect of cochlear coverage. *Journal of Personalized Medicine* 2023, Vol 13, Page 562. 2023;13(3):562.
114. Henry BA, Turner CW, Behrens A. Spectral peak resolution and speech recognition in quiet: Normal hearing, hearing impaired, and cochlear implant listeners. *J Acoust Soc Am*. 2005;118(2):1111-21.
115. Köse B, Karaman-Demirel A, Çiprut A. Psychoacoustic abilities in pediatric cochlear implant recipients: The relation with short-term memory and working memory capacity. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2022;162:111307.
116. Aronoff JM, Duitsman L, Matusik DK, Hussain S, Lippmann E. Examining the Relationship Between Speech Recognition and a Spectral–Temporal Test With a Mixed Group of Hearing Aid and Cochlear Implant Users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2021;64(3):1073-80.
117. Horn DL, Dudley DJ, Dedhia K, Nie K, Drennan WR, Ho J ve ark. Effects of age and hearing mechanism on spectral resolution in normal hearing and cochlear-implanted listeners. *J Acoust Soc Am*. 2017;141(1):613-23.
118. Davidson LS, Geers AE, Uchanski RM. Spectral modulation detection performance and speech perception in pediatric cochlear implant recipients. *Am J Audiol*. 2021;(October):1-12.
119. Gifford RH, Noble JH, Camarata SM, Sunderhaus LW, Dwyer RT, Dawant BM, vd. The Relationship Between Spectral Modulation Detection and Speech Recognition: Adult Versus Pediatric Cochlear Implant Recipients. *Trends Hear*. 2018;22.
120. Jahn KN, Arenberg JG, Horn DL. Spectral resolution development in children with normal hearing and with cochlear implants: A review of behavioral studies. *J Speech Lang Hear Res*. 2022;65(4):1646.
121. Farhood Z, Nguyen SA, Miller SC, Holcomb MA, Meyer TA, Rizk HG. Cochlear Implantation in Inner Ear Malformations: Systematic Review of Speech Perception Outcomes and Intraoperative Findings. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2017;156(5):783-93.
122. 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.

123. Demir B, Cesur S, Sahin A, Binnetoglu A, Ciprut A, Batman C. Outcomes of cochlear implantation in children with inner ear malformations. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2019;276(9):2397-403.
124. Wong LLN, Keung SKH. Adaptation of scoring methods for testing cochlear implant users using the cantonese hearing in noise test (CHINT). *Ear Hear*. 2013;34(5):630-6.
125. Kocabay AP, Batuk MO, Sennaroglu G, Sennaroglu L. Speech Perception and Sound Localization Skills in Inner Ear Malformations: Children With Incomplete Partition Type-II. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2023;169(1):136-42.
126. Potdukhe K, Vishwakarma R, Rao S, Vishwakarma C. Audiological and speech outcomes of cochlear implantation in inner ear malformation compared to the normal inner ear. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2023;75(3):1870-5.
127. Berrettini S, Forli F, De Vito A, Bruschini L, Quaranta N. Cochlear implant in incomplete partition type I. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2013;33(1):56.
128. Eftekharian A, Eftekharian K, Mokari N, Fazel M. Cochlear implantation in incomplete partition type I. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2019;276(10):2763-8.
129. Gordon KA, Wong DDE, Valero J, Jewell SF, Yoo P, Papsin BC. Use it or lose it? Lessons learned from the developing brains of children who are deaf and use cochlear implants to hear. *Brain Topogr*. 2011;24(3-4):204-19.
130. Buchman CA, Teagle HFB, Roush PA, Park LR, Hatch D, Woodard J ve ark. Cochlear implantation in children with labyrinthine anomalies and cochlear nerve deficiency: Implications for auditory brainstem implantation. *Laryngoscope*. 2011;121(9):1979-88.
131. Khurayzi T, Almuhawes F, Alsanosi A, Abdelsamad Y, Doyle Ú, Dhanasingh A. A novel cochlear measurement that predicts inner-ear malformation. *Scientific Reports*. 2021;11(1):1-9.
132. Wimmer W, Soldati FO, Weder S, Vischer M, Mantokoudis G, Caversaccio M, vd. Cochlear base length as predictor for angular insertion depth in incomplete partition type 2 malformations. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2022;159:111204.
133. Incesulu A, Vural M, Erkam U. Children with cochlear implants: parental perspective. *Otol Neurotol*. 2003;24(4):605-11.
134. Nassiri AM, Yawn RJ, Holder JT, Dwyer RT, O'Malley MR, Bennett ML ve ark. Hearing preservation outcomes using a precurved electrode array inserted with an external sheath. *Otology and Neurotology*. 2020;41(1):33-8.
135. Gatto A, Tofanelli M, Costariol L, Rizzo S, Borsetto D, Gardenal N, vd. Otological Planning Software—OTOPLAN: A Narrative Literature Review. *Audiol Res*. 2023;13(5):791-801.

8. EKLER

EK-1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Koklear İmplant Kullanıcılarında Elektrot Nöron Arayüzeyinin Spektral Çözünürlük ve Konuşma Anlaşılabilirliğine Etkisinin Değerlendirilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR KURULU 06100 Altındağ / ANKARA
	TELEFON	0312 305 34 98
	FAKS	0312 310 05 80
	E-POSTA	kliniketik@hacettepe.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Levent SENNAROĞLU			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Tıp Kulak Burun Boğaz			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı			
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input checked="" type="checkbox"/>			
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
DİĞER İSE BELİRTİNİZ					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	28.04.2022	V:3.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU					
	Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu (6-8 yaş)	28.04.2022	V:3.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu (8-12 yaş)	28.04.2022	V:3.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Aydınlatılmış Onam Formu (Veli Onam Formu)	28.04.2022	V:3.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	24.03.2022	V:2.0	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

EK-2. Katılımcı Bilgi Formu

OLGU RAPOR FORMU

Tarih:

Katılımcı No:

Doğum tarihi/yaş:

Cinsiyet:

Tıbbi Hikaye:

İç kulak anomalisi varlığı
İşitme kaybı taşı yaşı:
İşitme kaybının etiyolojisi:
İşitme cihazı kullanmaya başlama yaşı:
Ailede işitme kaybı öyküsü var mı?
Akraba evliliği var mı?
Koklear implantasyon yaşı:
Koklear implant kullanım süresi:

Değerlendirme Sonuçları:

Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi Puanı:
Spektral Modüle Dalgalanma Testi (SMDT) Puanı:
Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar Anketi Puanı:

EK-3. Araştırma Amaçlı Çalışma için Çocuk Rıza Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU (6-8 yaş)

Odyoloğun Beyanı

Sevgili Kardeşim,

Ben Uzm. Ody. Merve ÖZSES,

“Koklear İmplant Kullanıcılarında Elektrot Nöron Arayüzeyinin Spektral Çözünürlük ve Konuşma Anlaşılabilirliğine Etkisinin Değerlendirilmesi” isimli bir çalışma yapıyoruz.

Senin de bu çalışmaya katılmayı istiyoruz. Ama istemezsen bu çalışmaya katılmayabilirsin. Şimdi sana ne yapacağımızla ilgili bilgi vermek istiyorum. Bu bilgileri anladıktan sonra çalışmaya katılmayı kabul edersen formu imzalamayı isteyeceğim.

Çok ileri derecede işitme kaybının olduğu durumlarda, senin de şu an kullanmakta olduğun koklear implant adı verilen cihazı ile işitme sağlanabilmektedir. Biz bu çalışmada koklear implant kullanan çocukların implantındaki elektrotun yeri ile birbirinden farklı sesleri ayırt edebilme ve gürültülü ortamlarda konuşma seslerini tanıyabilme arasındaki ilişkiyi araştırıyoruz (B). Bu çalışmaya katılman çalışmanın başarısı için önemlidir.

Eğer çalışmaya katılmayı kabul edersen ben Uzman Odyolog Merve ÖZSES ve Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR ile Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalına ve Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümüne rutin kontrole geldiğinde testlerini yapacağız. Sonrasında yine koklear implantın ile gürültüde konuşmayı anlama ve farklı olan sesi fark etme testlerini yapacağım. Bu sırada ebeveyninden de senin günlük hayattaki işitmen hakkında bilgi sahibi olacağım bir anket doldurmamızı isteyeceğim.

Şimdi sana uygulayacağımız testlerin detaylarından da bahsetmek istiyorum:

Çocuklar için Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi hoparlör aracılığıyla yapılan bir testtir. Koklear implantın takılıyken karşında bulunan hoparlörden sana herhangi bir rahatsızlık vermeyecek şekilde gürültü ve konuşma sesleri verip, senden anladığın cümleleri tekrar etmeni isteyeceğim ve gürültüde konuşmayı anlama eşliğini elde edeceğim. Bu test 10-15 dakika sürecektir.

SMRT testini uygulamadan önce sana test hakkında bilgi verip nasıl yapacağın anlatılacaktır. Koklear implantın takılıyken karşında bulunan hoparlörden sana herhangi bir rahatsızlık vermeyecek dalgalı sesler verip senden farklı olan sesi söylemeni isteyeceğim ve SMRT eşliğini elde edeceğim. Bu test 20-25 dakika sürecektir.

Yukarıda bahsettiğim bütün testleri sadece 1 (bir) defaya mahsus yapacağız. Bu çalışmada senin sağlığını olumsuz etkileyecek bir test yapılmayacak ve sana zarar verecek ya da canını acıtabilecek hiçbir işlem olmayacaktır. Elde ettiğimiz sonuçları testten sonra seninle ve ailenle paylaşacağız.

Bu çalışmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu çalışmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu çalışmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsiniz, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da bizler testlerde ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranırız, önceye göre farklılık olmaz.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaramız ve adresimiz bu kağıtta yazıyor. Bu çalışmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Bu çalışmaya katıldığım için senden ve ailenden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığım için sana veya aileme ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Seninle ilgili tüm bilgileri gizli tutacağız, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlar gerek duyarsa inceleyebilecektir. Seninle birlikte 24 çocuğun daha araştırmamıza katılmasını bekliyoruz.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Uzman Odyolog Merve Özses bana **Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalına** ve **Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümüne** rutin kontrole geldiğimde bir araştırma yapacağımı söyledi. Bu araştırmaya ilgili yukarıdaki bilgiler bana anlatıldı. Bu bilgilendirmeden sonra böyle bir çalışmaya katılmaya davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bilgilerin gizli kalacağına inanıyorum. Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla Araş. Gör. Merve Özses tarafından araştırmadan çıkarılabilirim. Bana veya aileme bir ödeme yapılmayacağını biliyorum.

Araştırmaya katılmayı kabul etmezsem ya da araştırmadan çekilirsem kimsenin bana kızmayacağını, diğer işlemlerde daha önceden olduğu gibi davranacağımı, önceye göre farklılık olmayacağını biliyorum. Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaşsam herhangi bir saatte

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Annem ve babam tamam deseler bile ben kabul etmeyebilirim.

Bana yapılan açıklamaları ayrıntılarıyla anladım. Aileme danıştıktan ve kendi başıma belirli bir süre düşündükten sonra çalışmaya katılmayı kabul ettim.
İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bize verilecektir.

Katılımcı :

Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Görüşme Tanığı:

Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, unvanı (Y): Uzm. Ody. Merve ÖZSES

Adres: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü

İmza:

Tarih:

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU (8-12 yaş)

Odyologun Beyanı

Sevgili Kardeşim,

Ben Uzm. Ody. Merve ÖZSES,

“Koklear İmplant Kullanıcılarında Elektrot Nöron Arayüzeyinin Spektral Çözünürlük ve Konuşma Anlaşılabilirliğine Etkisinin Değerlendirilmesi” isimli bir çalışma yapıyoruz. Amacımız senin gibi koklear implant kullanan çocukların, implantlarındaki elektrotun konumu ile birbirinden farklı sesleri ayırt edebilmelerini ve gürültülü ortamlarda konuşma seslerini tanıyabilmelerini araştırmaktır. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz.

Senin de bu çalışmaya katılmayı istiyoruz. Ama istemezsen bu çalışmaya katılmayabilirsin. Şimdi sana ne yapacağımızla ilgili bilgi vermek istiyorum. Bu bilgileri anladıktan sonra çalışmaya katılmayı kabul edersen formu imzalamayı isteyeceğim.

Bu araştırmanın sonuçları senin gibi koklear implant kullanan çocuklar için yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz.

Araştırmayı ben Uzman Odyolog Merve ÖZSES ve Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR ile Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalına ve Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümüne rutin kontrole geldiğinde testlerini yapacağız. Bu testler gürültüde konuşmayı anlama ve farklı olan sesi fark etme testleridir.

Şimdi sana uygulayacağımız testlerin detaylarından da bahsetmek istiyorum:

Çocuklar için Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi hoparlör aracılığıyla yapılan bir testtir. Koklear implantın takılıken karşında bulunan hoparlörden sana herhangi bir rahatsızlık vermeyecek şekilde gürültü ve konuşma sesleri verip, senden anladığın cümleleri tekrar etmeni isteyeceğim ve gürültüde konuşmayı anlama eşliğini elde edeceğim. Bu test 10-15 dakika sürecektir.

SMRT testini uygulamadan önce sana test hakkında bilgi verip nasıl yapacağın anlatılacaktır. Koklear implantın takılıken karşında bulunan hoparlörden sana herhangi bir rahatsızlık vermeyecek dalgalı sesler verip senden farklı olan sesi söylemeni isteyeceğim ve SMRT eşliğini elde edeceğim. Bu test 20-25 dakika sürecektir.

Bu araştırmada senin sağlığını olumsuz etkileyecek bir test yapılmayacak ve sana zarar verecek ya da canını acıtacak hiçbir işlem olmayacaktır. Elde ettiğimiz sonuçları testten sonra seninle ve ailenle paylaşacağız.

Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da bizler testlerde ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranırız, önceye göre farklılık olmaz.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaramız ve adresimiz bu kağıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzayı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Bu çalışmaya katıldığım için senden ve aileden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığım için sana veya ailene ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Seninle ilgili tüm bilgileri gizli tutacağız, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlar gerek duyarsa inceleyebilecektir. Seninle birlikte 24 çocuğun daha araştırmamıza katılmasını bekliyoruz.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Uzman Odyolog Merve Özses bana Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalına ve Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümüne rutin kontrole geldiğimde bir araştırma yapacağımı söyledi. Bu araştırmaya ilgili yukarıdaki bilgiler bana anlatıldı. Bu bilgilendirmeden sonra böyle bir çalışmaya katılmaya davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bilgilerin gizli kalacağına inanıyorum. Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla Araş. Gör. Merve Özses tarafından araştırmadan çıkarılabilirim. Bana veya aileme bir ödeme yapılmayacağını biliyorum.

Araştırmaya katılmayı kabul etmezsem ya da araştırmadan çekilirsem kimsenin bana kızmayacağını, diğer işlemlerde daha önceden olduğu gibi davranacağımı, önceye göre farklılık olmayacağını biliyorum. Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaşsam herhangi bir saatte

A
D

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değiliz. Annem ve babam tamam deseler bile ben kabul etmeyebilirim.

Bana yapılan açıklamaları ayrıntılarıyla anladım. Aileme danıştıktan ve kendi başıma belirli bir süre düşündükten sonra çalışmaya katılmayı kabul ettim.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bize verilecektir.

Katılımcı:

Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Görüşme Tanığı :

Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, unvanı: Uzm. Ody. Merve ÖZSES

Adres: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü

İmza:

Tarih:

EK 4. Araştırma Amaçlı Çalışma için Veli Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU (Veli Onam Formu)

Odyoloğun Açıklaması;

Araştırmanın adı "**Koklear İmplant Kullanıcılarında Elektrot Nöron Arayüzeyinin Spektral Çözünürlük ve Konuşma Anlaşılabilirliğine Etkisinin Değerlendirilmesi**" dir.

Çocuğunuzun da bu araştırmaya katılmasını öneriyoruz. Ancak bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırmaya davet edilmenizin sebebi normal iç kulak yapılarına sahip olan ve iç kulak anomalisi olan koklear implantlı çocukların elektrotlarının konumunu karşılaştırarak gürültüde konuşmayı anlamasına ve dalgalı sesleri fark etmesine etkisini araştırmaktır. Çocuğunuzun işitme kaybı olduğu için bu çalışmaya davet edilmektesiniz. Bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, değerlendirmeleriniz Uzman Odyolog Merve ÖZSES ve Doç. Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR ile Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalına ve Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümüne rutin kontrole geldiğinizde çocuğunuzun rutin odyolojik değerlendirmeleri yapılacaktır. Bu amaçla çocuğunuzla rutin odyolojik randevu sırasında zaten yapacak olduğumuz koklear implantlarıyla gürültüde konuşmayı anlama testi (HINT) ve SMRT testi uygulanacaktır. Bu sırada sizden de çocuğunuzun günlük hayattaki işitsel davranışları hakkında bilgi sahibi olacağımız bir anket doldurmanız istenecektir. **Araştırma Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Odyoloji Bölümünde rutin odyolojik değerlendirme yapılacaktır.** Toplamda tüm değerlendirmeler yaklaşık bir saat sürmektedir.

Şimdi size uygulayacağımız testlerin detaylarından da bahsetmek istiyorum.

Çocuklar için Gürültüde Konuşmayı Anlama Testinde çocuğunuzun koklear implantı takılıyken karşısında bulunan hoparlörden herhangi bir rahatsızlık vermeyecek şekilde gürültü ve konuşma sesleri verip, çocuğunuzdan anladığı cümleleri tekrar etmesini isteyeceğim ve gürültüde konuşmayı anlama eşliğini elde edeceğim. Bu test 10-15 dakika sürecektir.

SMRT testi çocuğunuzun koklear implantı takılıyken karşısında bulunan hoparlörden herhangi bir rahatsızlık vermeyecek dalgalı sesler verip farklı olan sesi söylemesini isteyeceğim ve SMRT eşliğini elde edeceğim. Bu test 20-25 dakika sürecektir.

Sizden ise sadece ebeveynlerin cevapladığı "Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar Anketi"ni doldurmanızı isteyeceğiz. Bu anket, koklear implant kullanan çocuğunuzun günlük yaşamdaki işitsel, işitsel farkındalık ve sosyal becerilerini ölçmeye yöneliktir. GYİD Anketi, 24 maddeden oluşmaktadır ve ankette geçen maddeleri okuduktan sonra cevaplarınızı 0-6 arasında puanlayarak vermeniz gerekmektedir. Puanların maddelerde neyi ifade ettiği anket üzerinde belirtilmektedir. Bu anketi cevaplamanız yaklaşık olarak 10 dakika zamanınızı alacaktır.

Ayrıca, Prof. Dr. Levent SENNAROĞLU tarafından daha önceden mevcut olan çocuğunuzun görüntüleme sonuçları (standart röntgen (X-RAY) sonuçları) yeniden değerlendirilecektir.

Yukarıda bahsettiğim bütün testleri sadece bir (1) defaya mahsus yapacağız. Bu çalışmada çocuğunuzun sağlığını olumsuz etkileyecek bir test yapılmayacak ve herhangi bir girişimsel müdahalede bulunulmayacaktır. Elde edilen sonuçlar testten sonra sizinle paylaşılacaktır.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Çocuğunuzla ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlar gereği halinde incelenebilecektir.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde çocuğunuza uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Toplamda 24 çocuğun daha araştırmamıza katılmasını bekliyoruz.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Prof. Dr. Levent SENNAROĞLU tarafından yürütülecek olan "**Koklear İmplant Kullanıcılarında Elektrot Nöron Arayüzeyinin Spektral Çözünürlük ve Konuşma Anlaşılabilirliğine Etkisinin Değerlendirilmesi**" çalışmasında, koklear implant kullanan çocuklarda gürültüde konuşmayı anlama ve

spektral çözünürlük becerilerinin değerlendirilmesi amacıyla planlanmış bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "gönüllü" olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırası ve sonrasında da büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı ve benim ile çocuğumun kişisel bilgilerimizin alınmaması konusunda bana yeterli güven verildi. Bu araştırmaya çocuğumun işitme kaybı olduğu için katıldığımı biliyorum.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebiliriz (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağına bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabiliriz. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyoruz. Bize de bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle ortaya çıkabilecek medikal sorunlarda Hacettepe Üniversitesi KBB Anabilim dalında gerekli değerlendirme ve tedavi gerçekleştirileceği konusunda gerekli güvence verildi. *(Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).*

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaşıldığında; herhangi bir saatte Arş. Gör. Merve Özses'i

Bu araştırmaya katılmaya onay vermek zorunda değilim. Ben ve çocuğum araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değiliz. Eğer katılmayı reddedersek, bu durumumun tıbbi bakımımıza ve odyoloji bölümü ile olan ilişkimize herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyoruz.

Bize yapılan tüm açıklamaları ayrıntularıyla anlamış bulunmaktayız. Kendi başımıza belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmada "gönüllü" olarak yer alma kararını aldık. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde ben ve çocuğum kabul ediyoruz.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bize verilecektir.

Katılımcı:

Adı, soyadı:

İmza:

Tarih:

Görüşme Tanığı:

Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, unvanı: Uzm. Ody. Merve ÖZSES

Adres: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü

İmza:

Tarih:

EK-5. Günlük Yaşamdaki İşitsel Davranışlar (GYİD) Anketi

GÜNLÜK YAŞAMDAKİ İŞİTSEL DAVRANIŞLAR (GYİD)

Çocuğun İsmi Baş Harfleri: _____ Anketi Dolduran: _____ Tarih: _____

Amaç:		Hiç	Neredeyse Hiç	Nadiren	Bazen	Çoğunlukla	Neredeyse Her Zaman	Her Zaman
ABEL, işitme kaybı olan çocuklarının günlük hayattaki işitsel davranışlarındaki kazançlarını değerlendirmek için, ebeveynlerin yardım almadan tamamlayacakları hızlı ve basit bir ankettir (4-14 yaş için).								
Açıklama:								
Çocuğunuzun işitsel gelişimi hakkında ne hissettiğinizi bilmek istiyoruz. Lütfen aşağıdaki durumlar için, çocuğunuzun geçen hafta boyunca davranışını en iyi açıklayan rakamı daire içine alınız.								
İşitsel-Sözel	1. Tanıdık kişilerle konuşarak sohbet başlatır.	0	1	2	3	4	5	6
	2. Dikkatini çekmek için bir kişinin adını söyler.	0	1	2	3	4	5	6
	3. Kendisine hatırlatılmadan "lütfen" veya "teşekkür ederim" der.	0	1	2	3	4	5	6
	4. Tanıdık insanlardan gelen selamlamaya sözel olarak yanıt verir.	0	1	2	3	4	5	6
	5. Gerekli olduğu durumlarda yardım ister.	0	1	2	3	4	5	6
	6. Çevresinde konuşulanlara ilgi gösterir.	0	1	2	3	4	5	6
	7. Tanımadığı insanlardan gelen selamlamaya sözel olarak yanıt verir.	0	1	2	3	4	5	6
	8. Kardeşlerinin, aile üyelerinin ve sınıf arkadaşlarının isimlerini söyler.	0	1	2	3	4	5	6
	9. Etrafında duyduğu sesler hakkında soru sorar (ör: uçak, kamyon, hayvanlar).	0	1	2	3	4	5	6
	10. Yetişkin gözetimi olmadan, küçük bir grupta birlikte oynar.	0	1	2	3	4	5	6
	11. Şarkı söyler.	0	1	2	3	4	5	6
		İşitsel-Sözel Toplam ÷ 11 =						
İşitsel Farkındalık	1. Telefonu uygun şekilde cevaplar.	0	1	2	3	4	5	6
	2. Aynı ortamda kendi ismi konuşulduğunda tepki verir.	0	1	2	3	4	5	6
	3. Kapı ziline veya kapının vurulmasına tepki verir.	0	1	2	3	4	5	6
	4. Kendi isteğiyle kişisel bir durumunu fısıldayarak söyler	0	1	2	3	4	5	6
	5. Etrafında duyduğu sesler hakkında soru sorar (ör: uçak, kamyon, hayvanlar)	0	1	2	3	4	5	6
	6. Yüksek ses çıkardığını bilir. (ör: kapıları çarpmak, tepinmek)	0	1	2	3	4	5	6
	7. Telefon çaldığında farkında olur.	0	1	2	3	4	5	6
	8. Şarkı söyler.	0	1	2	3	4	5	6
	9. Koklear implant veya işitme cihazı çalışmadığında farkına varır.	0	1	2	3	4	5	6
	10. Yeni keşfettiği sesleri tecrübe eder.	0	1	2	3	4	5	6
		İşitsel Farkındalık Toplam ÷ 10 =						
Konuşma /Sosyal Beceriler	1. Tanımadığı kişilerle konuşarak sohbet başlatır.	0	1	2	3	4	5	6
	2. Konuşmalarda sırasını bekler.	0	1	2	3	4	5	6
	3. Normal bir ses seviyesi ile konuşur.	0	1	2	3	4	5	6
	4. Kendisinden istendiğinde sessizliği sağlar.	0	1	2	3	4	5	6
		Konuşma/Sosyal Beceriler Toplam ÷ 4 =						
GYİD 3 kategori için toplam _____ ÷ 25 =		Maksimum 6 üzerinden ortalama puan						

EK-6. Turnitin Orijinallik Raporu

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA ELEKTROT NÖRON
 ARAYÜZEYİNİN SPEKTRAL ÇÖZÜNÜRLÜK VE KONUŞMA
 ANLAŞILIRLIĞINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%9	%8	%4	%2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	%2
2	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
3	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
4	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
5	Küçükarda, Şenay Dereli. "Ortoreksiya Nervozanın Yordayicilari Olarak Yeme Tutumu, Duygu Düzenleme Güçlüğü, Anksiyete, Depresyon Ve Benlik Saygisi", Marmara Üniversitesi (Turkey), 2023 Yayın	%1
6	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<%1
7	toad.halileksi.net İnternet Kaynağı	<%1

EK-7. Dijital Makbuz

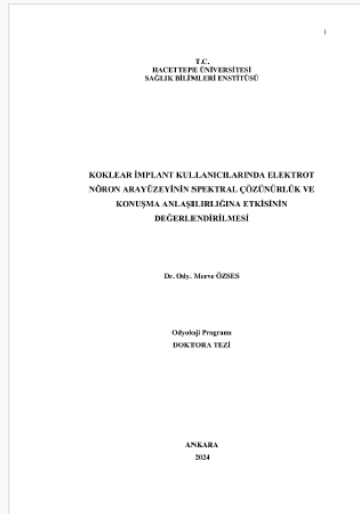


Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Merve ÖZSES
Ödev başlığı: KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA ELEKTROT NÖRON A...
Gönderi Başlığı: KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA ELEKTROT NÖRON A...
Dosya adı: Merve_ozses_turnitin_4_haziran.docx
Dosya boyutu: 3.62M
Sayfa sayısı: 66
Kelime sayısı: 15,421
Karakter sayısı: 109,983
Gönderim Tarihi: 04-Haz-2024 10:23ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2362425524



9. ÖZGEÇMİŞ