

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

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA BİMODAL
STİMULASYON İLE SAĞLANAN BİNAURAL İŞİTMENİN
AVANTAJLARI**

Gizem BABAÖĞLU DEMİRÖZ

**Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2024

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

**KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA BİMODAL
STİMULASYON İLE SAĞLANAN BİNAURAL İŞİTMENİN
AVANTAJLARI**

Uzm. Ody. Gizem BABAÖĞLU DEMİRÖZ

**Odyoloji Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU**

**ANKARA
2024**

ONAY SAYFASI**KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA BİMODAL STİMULASYON İLE SAĞLANAN
BİNAURAL İŞİTMENİN AVANTAJLARI****Gizem BABAOĞLU DEMİRÖZ****Danışman: Prof.Dr. Gonca SENNAROĞLU**

Bu tez çalışması 27.03.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı"
nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof.Dr.Pelin PİŞTAV AKMEŞE*Ege Üniversitesi / Odyoloji***Üye: Doç.Dr. Şule ÇEKİÇ**

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi / Odyoloji

Üye: Doç.Dr. Merve BATUK

Hacettepe Üniversitesi / Odyoloji

Üye: Doç.Dr. Betül ÇİÇEK ÇINAR

Hacettepe Üniversitesi / Odyoloji

Üye: Doç.Dr.Mehmet YARALI

Hacettepe Üniversitesi / Odyoloji

15 Nisan 2024

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

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.

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

27/03/2024

Gizem BABAĞLU DEMİRÖZ

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 internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*
- (3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir*

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

ETİK BEYAN

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

Gizem BABAOĞLU DEMİRÖZ

TEŞEKKÜR

Yıllar boyunca ciddi bir emek ve özveriyle çalıştığım doktora tezimi tamamlamanın heyecanını yaşıyorum. İlk olarak, tez danışmanlığımı üstlenen, doktora programına başladığım ilk günden itibaren beni destekleyen, bağımsız bir şekilde çalışmamı sağlayan, farklı projelerde ve çeşitli alanlarda gelişmemi sağlayan Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Sabrı, rehberliği ve vizyonu olmadan bu çalışmayı tamamlamam mümkün olmazdı.

Doktora süresince birlikte çalışma fırsatı bulduğum başta Prof. Dr. Deniz Başkent'e, Dr. Etienne Gaudrain ve Dr. Laura Rachman'a ayrıca minnettarım. Doktora öğrenimim boyunca yürüttüğümüz proje kapsamında bilgi ve teknik desteklerini paylaştıkları, geliştirdikleri test bataryasının Türkçe dilinde kullanımı ile alana katkıları için çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında yanımda olan, bölümümüz öğretim üyesi Doç. Dr. Merve Batuk'a akademik ve klinik desteğinin yanı sıra dostluğu için çok teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmalarımı ve yayınlarımı destekleyen TÜBİTAK 2214-A Yurt Dışı Araştırma Bursu desteğine çok teşekkür ederim.

Çalışmama yaptıkları değerli katkılar ve yorumlar için tez juri üyesi hocalarıma ve Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Odyoloji yüksek lisansına başlamam için beni motive eden değerli dostum Dr. Öğr. Üyesi Didem Şahin'e, birlikte geliştirdiğimiz, öğrendiğimiz ve birçok anı biriktirdiğimiz ve bana her anlamda özveri ile destek olan bölüm arkadaşlarım Dr. Ody. Özlem İçöz, Dr. Öğr. Üyesi Banu Baş, Dr. Öğr. Üyesi Zehra Aydoğan ve Uzm. Ody. Başak Yazgan'a, ve veri toplama aşamasında destekleri için Döndü Durgut'a çok teşekkür ederim.

Son olarak, aileme, anneme, babama, dayıma, Emreciğime her zaman yanımda olduğunu hissettiğim canım dedem & canım anneanneme destekleri ve teşvikleri için minnettarım. Eşim Mustafa Demiröz'e beni her zaman ve her koşulda desteklediği için çok teşekkür ederim. Doktora tezi boyunca farklı ülkelerde geçirdiğim zamanlarda, benimle birlikte taşınan ve her zaman yanımda olan, canım kedim Carlos'a da bu yolculukta benimle birlikte olduğu için ayrıca teşekkür ederim.

ÖZET

Demiröz B. G., *Koklear İmplant Kullanıcılarında Bimodal Stimulasyon ile Sağlanan Binaural İşitmenin Avantajları, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı Doktora Tezi, Ankara, 2024.* Bu çalışmanın amacı, koklear implant (Kİ) ve bimodal (koklear implant ve kontralateral kulakta işitme cihazı) kullananıcılarda fundamental frekans (F0) ve vokal yol uzunluğu (VTL) ses ipuçlarının ayırt etme hassasiyet eşiklerini ve ve arka plan gürültüsünde hedef konuşma doğruluk skorlarının araştırılmasıdır. Çalışmaya 10-30 yaş aralığında 23 koklear implant (Kİ), 18 Bimodal ve 29 normal işiten toplamda 70 birey katılmıştır. Ayrıca, bir grup Bimodal kullanıcı işitme cihazı faydalarını araştırmak için tekrar test edilmiş (N=11) ve önceki sonuçları ile karşılaştırılmıştır. F0 ve VTL ses ipuçlarını ayırt etme hassasiyet oranları ve arka plan gürültüsünde hedef konuşma algı skorları iki farklı test bataryası kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Kİ ve bimodal çocuk ve yetişkin kullanıcıların genellikle normal işiten yaşlılarına kıyasla F0 ve VTL ses ipuçlarına daha az duyarlı olduğunu, ancak Kİ ve bimodal kullanan çocukların postlingual işitme kaybı olan yetişkinlerden daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir. Ayrıca, bireysel görsel incelemede, F0 hassasiyet eşiklerinde Kİ ve bimodal çocuk kullanıcıların normal işiten akranları ile örtüştüğü, daha fazla bimodal kullanıcı çocuğun normal işiten akranlarıyla benzer eşiklere sahip olduğu ve erken implante olan çocukların daha duyarlı oldukları gözlemlenmiştir. Konuşma algı testlerinde, Kİ ve Bimodal kullanıcıların doğruluk puanlarının sinyal gürültü oranı (TMR) daha avantajlı hale geldikçe arttığı, öncelikle TMR ardından bazı katılımcıların ses ipuçları farklarından fayda sağladıkları görülmüştür. Erken implant ameliyatı olan Kİ ve bimodal çocuk kullanıcılar, genel olarak Kİ ve Bimodal yetişkin kullanıcılardan daha iyi performans göstermiştir. Bimodal kullanıcılar arasında yapılan tekrar test analizi, işitme durumunun F0 ve VTL hassasiyeti üzerinde önemli bir etkisi olmadığını, sonuçların genel olarak dağılık olduğunu, artan TMR ve karşı kulakta işitme cihazı kullanımının bazı katılımcılarda doğruluk puanlarını artırdığı görülmüştür. Bireysel görsel inceleme ve demografik detayların daha derinlemesine incelenmesi sonuçları değerlendirmek için önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Ses ipuçları, konuşmayı anlama, koklear implant, işitme cihazı, bimodal işitme

ABSTRACT

Demiröz B. G., *The Benefits of Binaural Hearing Provided by Bimodal Stimulation in Cochlear Implant Users*, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences PhD Thesis in Audiology Program, Ankara, 2024. This study aimed to investigate fundamental frequency (F0) and vocal-tract length (VTL) voice cue discrimination thresholds and performance scores of speech perception in single talker background noise among cochlear implanted (CI, N=23), Bimodal (N=18), and normal hearing (NH, N=29) participants aged 10-30 years. Additionally, a subgroup of bimodal participants (N=11) was retested without hearing aids to further investigate acoustic input benefits. Participants were tested with two specifically developed experiments for voice cue discrimination and speech perception, focusing specifically on F0 and VTL cues. Results revealed that, CI and bimodal children had lower sensitivity F0 and VTL discrimination thresholds compared to their normal hearing peers, but children performed better than postlingual CI adults. CI and Bimodal children performed better in speech perception tests, primarily benefiting from increasing TMR and voice cue differences. The CI and Bimodal children whose F0 thresholds overlapped with NH children were observed to have been implanted early. Test-retest analysis in Bimodal participants showed no significant effect of hearing condition on F0 and VTL sensitivity, however, increasing TMR and using hearing aids (HAs) in the contralateral ear improved accuracy scores in some participants. In conclusion, although CI and Bimodal participants had lower voice cue discrimination thresholds compared to NH peers, they utilized degraded F0 cues to some extent for perception despite spectrotemporal challenges, while VTL cues were more challenging. Moreover, acoustic input via HAs had a benefit on speech perception in some participants. Further exploration of individual visual inspection and demographic details may offer deeper insights into influencing factors on individual variations and performance.

Keywords: Voice cue perception, Speech perception, cochlear implant, hearing aid, Bimodal hearing

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	4
2.1. Sesin Temel Özellikleri	4
2.1.1. F0 ve VTL Ses İpuçları	5
2.2. Ses ve Konuşma Algısı	7
2.2.1. Gürültüde Konuşma Algısı	8
2.2.2. F0 ve VTL Ses İpuçlarının Konuşma Algısına Etkisi	10
2.3. Ses ve Konuşma Algısı Gelişimi	10
2.4. İşitme Kaybı	12
2.4.1. İşitme Cihazları	13
2.4.2. Koklear İmplant	15
2.4.3. Bimodal İşitme	17
3. BİREYLER VE YÖNTEM	20
3.1. Bireyler	20
3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem	26
3.2.1. Test 1: Ses İpuçlarını Ayırt Etme (<i>Voice Cue Discrimination</i>)	26
3.2.2. Arka Plan Konuşma Varlığında Konuşmayı Ayırt Etme	30
3.3. Çalışma Düzenegi	33
3.4. Veri Analizi	34
4. BULGULAR	37
4.1. Test 1: Ses İpuçlarını Ayırt Etme	37

4.1.1. Çocuk ve Yetişkin Grup Sonuçları	37
4.1.2. Yaşa Bağlı Gelişimsel Etkiler	38
4.1.3. Bireysel Analiz ve Kİ Yaşı	40
4.1.4. Bimodal Kullanıcılar ve Tekrar Test Koşulu	44
4.2. Test 2: Arka Plan Tek Konuşmacılı Maske Gürültüsünde Hedef Konuşmayı Anlama Performans Skorları	46
5. TARTIŞMA	51
5.1. Ses İpuçlarını Ayırt Etme (<i>Voice Cue Discrimination</i>)	51
5.2. Arka Plan Tek Konuşmacılı Maske Gürültüsünde Hedef Konuşmayı Anlama	56
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	61
7. KAYNAKLAR	63
8. EKLER	74
EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi	
EK 2. HUG-TR Kelime Listesi	
EK 3. Orijinallik Raporu Ekran Görüntüsü	
EK 4. Turnitin Dijital Makbuz	
EK 5. Kontrol ve Çalışma Grupları için Araştırma Amaçlı Onam Formları	
9. ÖZGEÇMİŞ	96

SİMGELER ve KISALTMALAR

3I-3AF C	: <i>Three-Interval, Three-Alternative Forced Choice</i> -Üç Aralıklı, Üç Alternatifli Zorunlu Seçim
CRM	: <i>Coordinate Response Measure</i> – Koordineli Yanıt Ölçümü
dB	: Desibel
EDF	: <i>Error degrees of freedom</i> - Hata serbestlik derecesi
F0	: Fundamental Frekans
GAM	: <i>Generalised Additive Model</i> - Genelleştirilmiş Toplamsal Modeller
JND	: <i>Just noticeable differences</i> - En küçük ayırt edilen değer
Kİ	: Koklear implant
REML	: <i>Restricted maximum likelihood</i>
RMS	: <i>Root mean square</i>
SPL	: Sound pressure level
SS	: Standart Sapma
ST	: Semiton
STRAIGHT	: <i>Speech Transformation and Representation based on Adaptive Interpolation of weighted spectrogram</i>
TMR	: <i>Target to masker ratio</i> – Hedef maske sinyal oranı
VTL	: Vokal Yol Uzunluğu (<i>Vocal Tract Length</i>)
WDRC	: <i>Wide dynamic range compression</i> -Geniş dinamik aralık sıkıştırması

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1.	İnsan konuşma üretim sisteminin sagittal görünümü	6
2.2.	F0 ve VTL değerlerinin kadın, erkek ve çocuklar için farkı	7
2.3.	Klasik kulak arkası işitme cihazı ve bölümleri	14
2.4.	Koklear implant ve bölümleri	16
2.5.	İşitme cihazı ve koklear implant ile sağlanan örnek uyarım şeması	18
3.1.	Tek taraf koklear implant grup kronolojik yaş ve ameliyat yaşı dağılımı	21
3.2.	Bimodal grup kronolojik yaş ve ameliyat yaşı dağılımı	22
3.3.	JND test bataryasının bilgisayar ara yüzü	30
3.4.	CRM HUG TR test ara yüzü	33
4.1.	Katılımcıların ortalama JND değerleri	37
4.2.	İşitme grupları ve ses ipuçları gelişimsel analizi	39
4.3.	F0 ve VTL JND değerleri bireysel analizi	42
4.4.	Kİ kullanıcıların normal işiten gruptan dağılımı	43
4.5.	Bimodal kullanıcıların normal işiten gruptan dağılımı	44
4.6.	Tekrar test kapsamında değerlendirilen katılımcıların F0 ve VTL sonuçları	45
4.7.	Normal işiten bireylerin arka plan konuşma gürültüsünde hedef konuşmayı anlama performans skorları	47
4.8.	Tek taraflı Kİ kullanan bireylerin arka plan konuşma gürültüsünde hedef konuşmayı anlama performans skorları	48
4.9.	Bimodal kullanıcıların arka plan konuşma gürültüsünde hedef konuşmayı anlama performans skorları	49
4.10.	Tekrar testleri yapılan kullanıcıların arka plan konuşma gürültüsünde hedef konuşmayı anlama performans skorları	50

TABLÖLAR

Tablo		Sayfa
3.1.	Çalışma ve kontrol grubu dahil edilme ve dışlanma kriterleri	23
3.2.	Koklear implant ve Bimodal grup demografik bilgiler	24



1. GİRİŞ

Konuşmanın anlaşılması, insan sesindeki akustik ipuçlarını çözme ve ayırt etme yeteneğine dayanmaktadır (1). Bu önemli ses ipuçlarından ikisi, fundamental frekans (F0) ve vokal yol uzunluğudur (*Vokal Tract Length, VTL*). Bu iki ses ipucu bir araya geldiğinde, işitsel algı sürecine katkıda buldukları gibi ayrıca konuşmacılara dair ipuçları da içermektedir. Örneğin, F0 ve VTL, birlikte veya ayrı ayrı, cinsiyet tanımada en yardımcı ipuçları olarak raporlanmıştır (2) ve her iki ipucunun da konuşmacının boyutu, yaşı (3–5) ve duygularını değerlendirmede katkıda bulunduğu bildirilmiştir (6–9). Bunun yanı sıra özellikle gürültülü konuşma veya arka plan gürültüsü içeren konuşmalarda konuşmacıları ayırt ederek konuşma anlaşılabilirliğini artırdığı çalışmalar ile gösterilmiştir (3,10,11).

Normal işitmeye sahip bireyler, konuşmacıların seslerini ayırt etmek için bu iki ses özelliğini etkili bir şekilde kullanmaktadırlar. Ancak işitme kaybı gibi faktörler, F0 ve VTL'nin algılanmasını değiştirebilir. İşitme cihazı veya koklear implant kullanan bireylerin ses ipuçlarını normal işiten bireylere göre daha zor algıladıkları çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (4,8,12–14). Koklear implant (Kİ) aracılığıyla elektriksel uyarımdan veya genişlemiş işitsel filtrelerden kaynaklı limitasyonlardan dolayı ses ipuçları algısındaki hassasiyetlerin, normal işiten bireylere göre daha zayıf olduğu gösterilmiştir. Bir diğer yaygın işitsel müdahale yöntemi ise "Bimodal işitme" olarak adlandırılan, bir kulağında koklear implant ve karşı kulağında işitme cihazı kullanan bireylerdir. Bimodal işitme, reziduel işitme derecesi maliyet veya geri ödeme kriterleri gibi farklı sebeplerden dolayı hastalara uygun bir seçenek olarak düşünülmektedir. İleri veya çok ileri derece işitme kaybına sahip olan yetişkinler ve çocuklar genellikle maliyet kısıtlamaları ve geri ödeme nedeniyle tek taraflı koklear implant ameliyatı olduklarında ve karşı kulak alçak frekans reziduel işitmeye sahiplerse, binaural işitme kapasitesini desteklemek amacıyla işitme cihazı önerilmektedir. Eş zamanlı veya ardışık bilateral koklear implant uygulaması kriterlerinin ülkemizde 2016 yılında genişlemesi ile birlikte bilateral koklear implantasyon yaygınlaşmıştır fakat önceki dönem hasta grubu için bimodal işitme (tek taraflı koklear implant ve kontralateral kulakta işitme cihazı) uygun hastalarda sıklıkla tercih edilmiştir.

Bimodal işitmeye sahip bireylerin işitme yetenekleri ve iki kulak ile işitmenin lokalizasyon ve gürültüde konuşmayı anlama yetenekleri üzerine önemli miktarda araştırma yapılmıştır (15–18). Bu çalışmaların genel bir sonucu, işitme kayıplı bireylerin performansının ortalama olarak normal işiten dinleyicilerden daha zayıf olduğu ve gürültüde konuşma algı test sonuçlarında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Tek taraflı implant kullanıcıları ile bimodal kullanıcılar arasında yapılan çalışmalar da ise lokalizasyon, konuşma algısı, gürültüde konuşma algısı gibi testlerde bimodal kullanıcıların avantajlı olduklarını göstermektedir (19). Literatürde yapılan kısıtlı çalışmalarda, bimodal elektro-akustik stimülasyonun, F0 ve VTL algısını iyileştirebilecek düşük harmonikler ve formantlar gibi sesle ilgili ek ipuçlarını anlamakta ve ayırt etmekte fayda sağlayabileceği düşünülmektedir (20). Ancak, bu zamana kadar herhangi bir çalışma sistematik olarak F0 ve VTL ses ipuçlarının hassasiyetini ve arka plan konuşma anlaşılabilirliğine etkisini tek taraflı implant kullanıcıları ve bimodal kullanıcılar ile normal işiten katılımcıların verileri ile kıyaslayarak değerlendirmemiştir.

Literatürdeki bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın hipotezleri ise aşağıda belirtilmiştir:

Çalışmanın Hipotezleri

Hipotez 1:

H₀ Koklear implant ve işitme cihazı birlikte kullanan bireyler (bimodal kullanıcılar) ile tek taraflı (unilateral) koklear implant kullanan bireyler arasında ses ipuçları hassasiyeti arasında fark yoktur.

H₁ Koklear implant ve işitme cihazı birlikte kullanan bireyler (bimodal kullanıcılar) ile tek taraflı (unilateral) koklear implant kullanan bireyler arasında ses ipuçları hassasiyeti arasında fark vardır.

Hipotez 2:

H₀ Koklear implant ve işitme cihazı birlikte kullanan bireyler (bimodal kullanıcılar) ile tek taraflı (unilateral) koklear implant kullanan bireyler arasında gürültüde konuşmayı anlama becerileri arasında fark yoktur.

H₂ Koklear implant ve işitme cihazı birlikte kullanan bireyler (bimodal kullanıcılar) ile tek taraflı (unilateral) koklear implant kullanan bireyler arasında gürültüde konuşmayı anlama becerileri arasında fark vardır.

Hipotez 3:

H₀ Koklear implant ve işitme cihazı birlikte kullanan bireyler (bimodal kullanıcılar) ile tek taraflı (unilateral) koklear implant kullanan bireylerin ses analiz becerileri ve gürültüde konuşmayı anlama becerileri arasında ilişki yoktur.

H₃ Koklear implant ve işitme cihazı birlikte kullanan bireyler (bimodal kullanıcılar) ile tek taraflı (unilateral) koklear implant kullanan bireylerin ses analiz becerileri ve gürültüde konuşmayı anlama becerileri arasında ilişki vardır.

2. GENEL BİLGİLER

Ses, insan iletişimde ve algılamada temel bir rol oynamaktadır. Sesin genel tanımı iki ana başlık altında açıklanabilir: 1- sesin fiziksel tanımı, havadaki basınç değişiklikleri; 2- sesin algısal tanımı ise işitsel deneyimdir (21). İşitme yeteneği ve algı süreci, çevresel uyaranları ve olayları tanıma fonksiyonu açısından önemlidir. Ses, cinsiyet, duygusal durum, yaş ve hatta fiziksel boyut hakkında ipuçları taşımaktadır (5,22–24). Özellikle insan sesi konuşmanın taşıyıcısıdır ve çevremizdeki en önemli uyarıcılardan biri olan konuşmacının belirli özellikleri hakkında ipuçları vermektedir. Bilinmeyen bir konuşmacı tarafından çevrede sunulan bir ses olduğunda, algı sürecimiz ses özelliklerine ve kişisel işitsel deneyimlere göre ses ile ilgili ayırım yaparak değerlendirmelerde bulunabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı bilinmeyen veya görsel ipuçlarının olmadığı durumlarda (örneğin; telefon konuşması) konuşmacının cinsiyet, yaş, fiziksel görünüm, duygusal durum gibi konuşmacının özellikleri üzerine özel değerlendirmeler ses aracılığı ile yapılabilmektedir.

2.1. Sesin Temel Özellikleri

İnsan sesi, konuşma iletişimi için önemlidir ve ses ipuçları, konuşma anlaşılabilirliğini artırmaya katkıda bulunur. Sesin temel özellikleri arasında şunlar bulunmaktadır:

1. Fundamental veya Temel Frekans (*Fundamental frequency- F0*): Algısal terimde ses tonunun akustik ölçüsüdür ve vokal katmanların periyodik açılıp kapanması *Glottal pulse rate (GPR)* ve ses dalgalarının hızı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1). Ölçüldüğünde hertz (Hz) cinsinden ifade edilir. F0, ses dalgalarının en temel titreşim frekansını belirlemektedir. Farklı bireylerin F0 değerleri farklı olabilir.

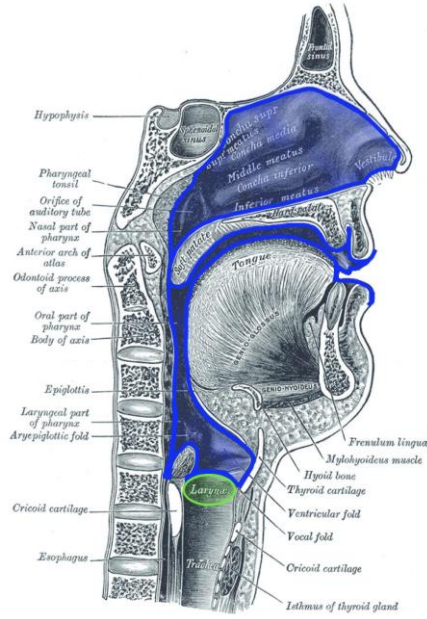
2. Amplitüd: Ses dalgalarının genliği veya yüksekliği amplitüd olarak adlandırılır. Amplitüd, sesin şiddetini veya sesin ne kadar güçlü duyulduğunu belirler.

3. Vokal Yol Uzunluğu (*Vocal tract length-VTL*): VTL, vokal yolun (ses telleri, boğaz, burun, ağız) uzunluğunu temsil etmektedir. Farklı bireylerin vokal yol uzunlukları da doğal olarak farklıdır. VTL, ses dalgalarının şeklini ve akustik özelliklerini etkiler. Uzun bir vokal trakt, ses dalgalarını farklı şekillerde yansıtır, bu da sesin nasıl duyulduğunu değiştirir. Örneğin, daha uzun bir vokal trakt, sesin daha belirgin ve tınlı bir şekilde duyulmasına yol açabilir.

4. Formantlar: Formantlar, ses dalgalarının vokal trakt içinde rezonansa girmesiyle oluşan belirli frekans zirveleridir. Bu formantlar, sesin farklı ünlü sesleri (a, e, i, o, u gibi) oluşturulmasında önemli rol oynar.

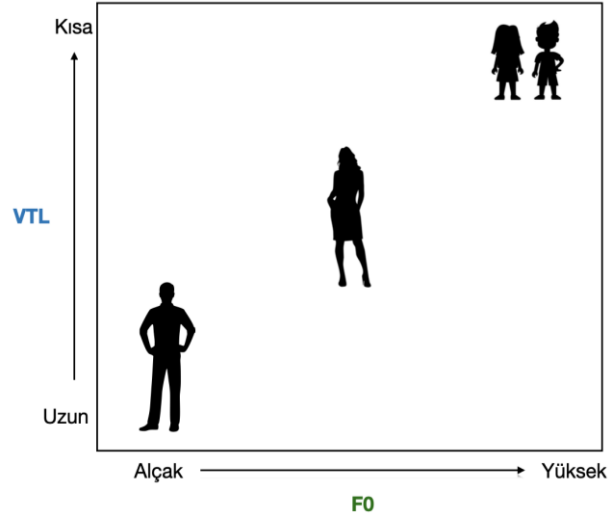
2.1.1. F0 ve VTL Ses İpuçları

F0 ve VTL gibi iki ses ipucu, konuşmadaki en belirgin akustik ipuçları olarak sürekli bir şekilde araştırılmıştır (2). Ortalama F0 değeri erkek ve kadın arasında genel olarak farklılık gösterir ve ses tellerinin uzunluğuna, kütesine ve gerginliğine bağlıdır. Erkeklerin ortalama F0 değeri kadın konuşmacıların F0 değerinden bir oktav daha düşüktür, bu değer ortalama 12 yarı ton (st) eşdeğerindedir. Bir konuşmacının VTL değeri, ses tellerinin ve ağız ile burun boşluğunun açıklığı arasındaki mesafeden oluşur ve genellikle konuşmacının genel boyutu ile güçlü bir ilişkiye sahiptir (25) (Şekil.1). Vokal trakt, ses tellerinin titreşimleri tarafından oluşturulan hava basınç dalgalarını değiştiren bir akustik filtre olarak işlev görmektedir; bu durum aynı zamanda konuşma üretimi kaynak-filtre modelinde (*source filter model*) açıklanan bir olgudur (26). Kaynak-filtre modelinde konuşma seslerinin üretimini tanımlamak için kullanılan kavramsal bir çerçevedir ve konuşma üretim sürecini kaynak ve filtre olmak üzere iki ana bileşene ayırarak insan ses sisteminin nasıl farklı konuşma sesleri ürettiğini açıklamaktadır. VTL ipuçları konuşma sinyalinin formant frekanslarına akustik özellik kazandırmaktadır (26) ve konuşma seslerinin anlaşılabilirliği ve nasıl algılandığı için önemlidir. Örneğin, daha uzun VTL'e sahip bireyler genellikle daha düşük rezonanslar üretir, bu da konuşma içerisindeki ünlü kalitesini etkilemektedir (27,28).



Şekil 2.1. İnsan konuşma üretim sisteminin sagittal görünümü. Vokal katmanların konumu (F0) yeşil renkle ve ağız ve burun boşluklarının açıklığına kadar uzanan konuşmacının VTL'i mavi renkle işaretlenmiştir. (Uyarlama: Gray (1878))

Konuşmacılar arasındaki çeşitlilik ve işitilebilir farklar, vokal katmanlar ve vokal traktın anatomik farklılıkları ve gelişimsel aşamalarına bağlı olduğu gösterilmiştir (29). Yetişkin erkeklerin VTL'i yaklaşık olarak 16.9 cm ve F0'si ortalama 100 Hz-120 Hz arasında değişirken, yetişkin kadınların VTL'i daha kısa yaklaşık olarak 14.1 cm ve daha yüksek F0 ortalama aralığı 200 Hz-220 Hz arasında olduğu, (2,30) çocukların VTL'i ise en kısa ve F0 değerinin 220-300 Hz arasında en yüksek olduğu gösterilmiştir (25) (Şekil 2.2.). Yetişkin erkek ile yetişkin kadın arasındaki VTL farkı ise ortalama %20'dir, bu durumun da formant frekanslarında yaklaşık olarak 3.6 st farka yol açtığı raporlanmıştır (26).



Şekil 2.2. F0 ve VTL değerlerinin kadın, erkek ve çocuklar için farkı

Literatürdeki çalışmalar, dinleyicilerin konuşmacıları ayırt etmek için F0 ve VTL ipuçlarından faydalandıklarını göstermektedir. Bunun yanı sıra, çoklu konuşmacıların olduğu dinleme ortamlarında veya gürültülü ortamlarda konuşmacıları, özellikle farklı cinsiyet için, konuşmayı ayırt etme konusunda yardımcı olduğu ve böylece konuşma anlaşılabilirliğini artırdığı gösterilmiştir (3).

2.2. Ses ve Konuşma Algısı

İşitsel işleme, ses dalgalarının beyinde anlamlandırılmasını sağlayan karmaşık bir süreçtir. Bu süreçte, sesin frekansı ve şiddeti (amplitüd) gibi özellikleri ayrıştırılır ve beyinde ses olarak algılanmaktadır. Bir sesin frekans bileşenleri, baziler membranın genişliği ve sertliğinin değişmesi nedeniyle kokleada farklı bölgelerde işlenmektedir. Düşük frekanslar daha geniş ve esnek olan baziler membranın apikalinde, yüksek frekanslar kokleanın taban bölgesinde titreşime yol açar (31–33). Farklı frekansta olan seslerin analizi koklear tonotopi olarak adlandırılmaktadır (34). Normal işiten dinleyicilerde baziler membranın titreşimleri, baziler membrana bağlı olan işitsel reseptörleri yani iç ve dış tüy hücrelerini aktive eder. Dış tüy hücreleri, kokleanın baziler membran üzerindeki etkisini artırırken (koklear amplifikatör olarak adlandırılır) ve iç tüy hücrelerinin baziler membran üzerindeki titreşim işitme sinirindeki aksiyon potansiyellerine dönüştürmekten sorumludur (35). Aktive olan tüy

hücreleri sonrasında depolarize olarak işitme sinirini uyaran bir elektrik potansiyeline dönüştürür. Elektrik sinyali daha sonra işitsel beyin sapına ve işitsel kortekse gönderilir. Böylece gelen sinyalin akustik ipuçları beyinde analiz edilip yorumlanarak anlamlı bir bilgi olarak kodlanmaktadır.

Konuşmanın algısal süreci, insan sesindeki indeksikal ve leksikal (sözcüksel) ipuçlarının etkileşimiyle başlamaktadır (36). İndeksikal ipuçları, konuşmacının ses özellikleri gibi belirli vokal karakteristiklerle ilişkilendirilirken, leksikal ipuçları, konuşmanın anlamını taşıyan sözcükler ve ifadeler içermektedir (22,24,37). Konuşma algısı, kompleks bir bilişsel süreçtir ve sesin algılanması, analizi ve yorumlanmasıyla gerçekleşmektedir. İşitsel algı süreci, akustik sinyalin alttan yukarı işlenmesiyle belirlenmektedir (*bottom-up*) ve sesle ilgili önemli ipuçlarının algısal prensiplerine dayanmaktadır. Bu süreç, gelen ses dalgalarının sırasıyla dış kulak, orta kulak ve iç kulak bir diğer adıyla periferik işitsel sistem tarafından toplanması ve işitsel kortekste işlenmesiyle devam etmektedir (38). Periferik işitsel sistem, ses dalgalarını toplarken, sesin temel bileşenlerini içeren frekans, amplitüd ve faz gibi akustik özelliklerini de ayırmaktadır. İç kulağa ulaşan bu bilgiler, işitme siniri aracılığıyla beyne iletilir ve işitsel korteks sesin spektral özelliklerini, zamanlamasını (*temporal*) ve ritim kalıplarını analiz etmektedir. Bu analiz sonucunda, sesin leksikal ve indeksikal yapısı, konuşma hızı ve vurgu gibi özellikler belirlenirken konuşma algısı, dikkat, bellek ve dil işleme yeteneklerinin karmaşık bir etkileşimiyle şekillenmektedir (39).

Ses ipuçlarına olan hassasiyet, dinleyicilerin ayırt edebileceği en küçük F0 veya VTL hassasiyetini ölçerek belirlenebilir ve uyarandaki en küçük fark edilebilir değer *Just noticeable differences (JND)* olarak tanımlanmaktadır. JND değeri ne kadar küçükse hassasiyet o kadar yüksek demektir. Yapılan çalışmalarda normal işiten yetişkinlerin kısa konuşma test bataryalarında, F0 ve VTL farklarını yüksek hassasiyet ile algılayabildikleri gösterilmiştir (5,12).

2.2.1. Gürültüde Konuşma Algısı

Konuşma algısı nadiren tam sessizlikte gerçekleştiğinden, ses ipuçlarını algılamak günlük hayatta konuşmayı anlamak için de önemlidir. Gürültülü ortamlarda, örneğin kalabalık bir kafede, trafikte, konuşmacıların ses özelliklerini algılamak, dinleyicilere farklı konuşma akışlarını ayırt etmelerine, gruplamalarına ve konuşmayı

etkili bir şekilde işlemelerine yardımcı olmaktadır. Bu durum literatürde *auditory scene analysis* ASA- İşitsel sahne analizi olarak tanımlanmaktadır (40). ASA, işitsel algıda, işitsel sistemin ortamdaki ses unsurlarını algısal olarak anlamlı unsurlar veya akışlar halinde organize ettiği süreci ifade eden bir kavramdır. Bu, bireylerin karmaşık akustik ortamlarda çeşitli ses kaynaklarını ayırmasına ve yorumlamasına yardımcı olur. Kompleks dinleme ortamlarına işitsel algının nasıl çalıştığı hakkında çalışmalar eski yıllara dayansa da ASA terimi psikolog Albert Bregman tarafından popüler hale getirilmiştir ve çalışmaları literatürde önemli ölçüde katkıda bulunmuştur.

Bir diğer önemli kavram ise konuşma sinyalinin eş zamanlı olarak ikinci bir sinyal tarafından maskelenmesi durumudur ve burada genel başlık altında iki tür maskeleymeden bahsedilmektedir *energetic* "enerjetik" maskeleyme ve *informational* "informasyonel" maskeleyme. Enerjetik maskeleyme, periferik düzeyde bir maskeleymeyi tanımlar ve eş zamanlı iki sinyalin aynı anda aynı kritik bantlar dahilinde benzer spektral ve zamansal özelliklerine sahip olarak sinyal-gürültü oranı ile birlikte hedef sinyali duyulamaz hale getirmesi olarak özetlenebilir (10). Bu durumda konuşma ve arka plan gürültüsü arasındaki örtüşme nedeniyle hedef mesajın algılanmasını karmaşıklaştırır. Günlük hayatta karşılaşılan birçok çevresel gürültü, örneğin; sokak gürültüsü, trafik gürültüsü, fan veya klima çalışması gibi arka planda olan maskeleyme türleri bu sınıfa girmektedir. İnfomasyonel maskeleyme ise akustik alanın ötesine geçerek, dikkat, çalışma belleği ve bilişsel kontrol gibi bilişsel süreçleri de içermektedir. Bu maskeleyme türü, sinyal algılanabilir olduğunda bile konuşma anlayışını engelleyebilirken, santral düzeyde müdahale ve işleme gerektirir. Sinyal ve maskenin her ikisinin de işitebildiği ancak dinleyicinin hedef sinyalin bileşenlerini ayırt etmesinin zor olduğu durumlarda oluşan maskeleymedir. Örneğin, aynı anda çoklu konuşmanın ve benzer akustik özelliklerin olması gibi hedef konuşmayı anlamının zorlaştığı durumlarda meydana gelir. Özellikle, insan sesinin ve konuşmanın karmaşıklığından dolayı dinleyicinin bilişsel yükünü artırdığı, dikkatini böldüğü ve hedef konuşmanın algılanmasında zorluk ve karmaşaya sebep olduğu belirtilmektedir (10). Bu gibi durumlarda artan sinyal gürültü oranı (*target to masker ratio*, TMR) sayesinde hedef konuşmanın anlaşılabilirliğinin artması, hedef sinyali anlamak için oldukça önemlidir (ilerleyen bölümlerde detaylandırılmıştır).

2.2.2. F0 ve VTL Ses İpuçlarının Konuşma Algısına Etkisi

F0 ve VTL, özellikle gürültülü ortamlarda konuşma anlaşılabilirliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır (3). Aynı anda iki veya daha fazla konuşmacının bulunduğu bir dinleme ortamında, dinleyiciler hedef konuşmayı diğer konuşmalardan ayırt etmek için çeşitli stratejiler kullanabilirler. Vokal ses ipuçları, özellikle aynı anda çeşitli konuşmacıların olduğu zorlu dinleme ortamlarında konuşma algısı üzerindeki etkisi açısından, F0 ve VTL ses ipuçları oldukça önemlidir. F0, vokal kordların titreşim hızı ile belirlendiğinden tonlama, vurgu ve duygu gibi prozodik bilgilerin iletilmesinde önemli bir rol oynar, bu da konuşmayı parçalara ayırma ve anlama sürecine katkıda bulunur (41). Ayrıca, konuşmacılar arasındaki anatomik farklılıklardan etkilenen VTL'deki değişiklikler, konuşma seslerinin spektral özelliklerine katkıda bulunur ve algılarını ve ayırt etmelerini etkiler (42). Rekabet eden konuşma durumlarında, dinleyiciler hedef konuşmayı arka plan gürültüsü veya diğer konuşmacılar arasından seçerek ayırmak ve dikkatle dinlemek için sinyal gürültü oranı (TMR) ek olarak bu akustik ipuçlarından faydalanırlar (43,44). Örneğin, hedef ve maske konuşmacılar aynı cinsiyette olduğunda akustik özelliklerinin çok benzer olması sebebiyle hedef konuşmayı ayırtırmak epey zorlaşırken, konuşmacıların farklı cinsiyette olduğu durumlarda, iki konuşmacı arasındaki akustik farklılıkların (F0 ve VTL ipuçlarının farklı olması) etkisiyle hedef konuşmayı anlamanın ve dikkati yönlendirmenin daha kolay olduğu belirtilmektedir. Bu farklılıklar sonucu konuşma sinyallerinin akustik özelliklerindeki farklılıklara katkıda bulunduğu, sessiz ve gürültülü ortamlarda algılarını etkilediği bilinmektedir.

2.3. Ses ve Konuşma Algısı Gelişimi

İşitme veya işitsel algı, basit olmayan ancak sıralı nöronal aktiviteyle beyinde sonuçlanan uzun ve karmaşık bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar normal işiten çocukların periferik işitsel sisteminin 6 ay yaş civarında büyük ölçüde olgunlaştığını göstermektedir (45,46). Örneğin bebekler, annelerinin ve farklı cinsiyetlerden konuşmacıların seslerini ayırt edebilirken ses algılama yetenekleri, okul çağındaki yıllarda birçok yönden yetişkin benzeri seviyelere ulaşana kadar gelişimini sürdürmektedir (47–50). Bu süreçte, özellikle tanıdık olmayan sesleri ayırt etme veya hassasiyet gösterme konusunda gelişim süreci yaşanmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalarda örneğin Zaltz ve ark. tarafından yapılan bir çalışma, 8-11 yaş arasındaki çocukların F0 ve VTL ses ipuçlarını yetişkinlerle karşılaştırılabilir bir şekilde kullanabildiğini bulmuştur (51). Nagels ve ark., 6-12 yaş arasındaki daha geniş bir yaş aralığındaki çocuklarla yetişkinler arasında ses ayırt etmede anlamlı farklar raporlamıştır (52). Anadil Türkçe konuşan 5-18 yaş arasındaki çocukların F0 ve VTL ses ipuçlarının algılamasının araştırıldığı çalışmada, F0'nun yaşın gelişimsel etkisi altında olduğunu ve 20 yaşına kadar gelişimin devam ettiğini, VTL ses ipuçlarının ise 14 yaş civarında yetişkinlere benzer hassasiyete ulaştığını göstermiştir (13). Bu bulgular, F0 ve VTL ayırt etme yeteneklerinin farklı algısal ve gelişimsel mekanizmalara sahip olabileceğini ve gelişimsel etkilerinin farklı devam edebileceğini desteklemektedir (53).

Normal işiten çocuklar ve yetişkinlerle yapılan konuşma algısı çalışmaları, genellikle çocukluk yıllarından itibaren bir gelişim dönemi olduğunu göstermektedir (54–56). Nagels'in çalışması (52) normal işiten çocuklarda, periferik işitsel sistemin erken çocukluk döneminde gelişirken, kortikal yapıların olgunlaşması daha uzun sürebileceğini belirtmiştir (46). Fonksiyonel olarak, temel işitsel işleme erken çocukluk dönemine kadar yetişkin benzeri hale gelirken, daha karmaşık işitsel işleme süreçleri, gürültüde algılama veya dikkat gibi daha yüksek seviyeli mekanizmaları gerektiren, genellikle ilkökul çağına kadar gelişmektedir (57,58).

Günlük yaşamda sıkça farklı kaynaklardan gelen ancak zamansal (temporal) ve spektral özellikleri örtüşen seslerle karşılaşılır, örneğin trafikte veya gürültülü bir kafede. Seslerin karıştığı bu durumlarda hedef konuşma sinyalini dinlemek ve anlamak zor olabilmektedir. Ancak, yetişkin normal işiten dinleyicilerin bu sesleri etkili bir şekilde gruplandırıp ayrıştırabildikleri gösterilmiştir (40). Bu durumun literatürdeki tanımı genellikle sinyal-gürültü oranı (SNR) veya hedef-maske oranı (TMR) olarak yapılır. Her iki terim de hedef (sinyal) ve maske (gürültü) uyarılarını dB cinsinden ifade eder. Örneğin, 0 dB oranı hedef ve maske uyarılarının eşit seviyede olduğunu gösterir. TMR 0 dB'ye yaklaştıkça, hedef ve maske konuşmacıları birbirine daha fazla benzer ve algısal olarak benzer bir şekilde algılanabilirler. Ses kaynakları, ses basınç seviyelerinde benzerlik gösterdikçe, akustik olarak daha çok ortak özelliklere sahip olma eğilimindedirler. Ses seviyesi benzerliği, dinleyicinin akustik ortamda karşılaştığı temel zorluklardan biridir. Yapılan çalışmalar, normal

işiten çocuklarda TMR oranının arttıkça hedef sinyalin veya konuşmanın daha kolay algılandığını göstermektedir. Çocuklar, F0 ve VTL ses ipuçlarından belirli bir derecede faydalanarak hedef sinyali veya konuşmayı arka plan gürültüsünden veya maskeden ayırmak için devam ederler. Flaherty ve ark., normal işiten 5.0 - 15.9 yaşları arasındaki çocukların kelime tanıma yeteneklerini değerlendirdiği çalışmasında, F0 ve VTL'nin birlikte sunulduğunda bu farklardan daha fazla faydalanmanın yaşla geliştiğini göstermektedir (59). Nagels ve ark., normal işitme yeteneği olan çocuklarda yaş ve gelişim etkisini incelemiş ve F0 ve VTL farkının genel performans puanlarında yetişkin seviyelerine ulaşmak için bir gelişim dönemi olabileceğini göstermişlerdir (60).

2.4. İşitme Kaybı

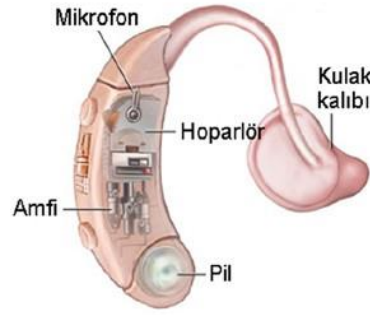
Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), normal işitme eşiği, sağlıklı bir yetişkinin işitme testlerinde 20 desibellik (dB) ses seviyesindeki hafif sesleri duyabildiği seviye olarak belirtilmektedir (61). Bu nedenle, DSÖ'ye göre, işitme kaybı 20 dB'den daha yüksek işitme eşiği ile karakterize edilen bir durumdur. Bu sınıflandırmaya göre, 20 dB daha düşük işitme eşiğine sahip olan kişiler normal işitme kategorisine dahil edilirken, 20 dB'den daha yüksek işitme eşiği olanlar hafif işitme kaybı kategorisine girmektedir ve ilerleyen kayıp derecesine göre sınıflandırılmaktadır. İşitme kaybı, 2021 DSÖ raporuna göre dünya genelinde en yaygın görülen üçüncü büyük sağlık durumu olarak tanımlanmaktadır ve bu oranın her yıl artacağı, 2050 yılına gelindiğinde yaklaşık 2,5 milyar insanın bir dereceye kadar işitme problemi yaşayacağı ve en az 700 milyon kişinin belli bir seviye işitme rehabilitasyonuna ihtiyaç duyacağı öngörülmektedir (61). İşitme kaybı, hafif, orta, orta şiddetli, şiddetli veya ileri düzeyde olabilir ve kaynağına bağlı olarak iletim tipi veya santral tip olarak sınıflandırılır. İşitme kaybı bir veya her iki kulağı aynı veya farklı seviyelerde etkileyebilir ve farklı etiyojilerle ortaya çıkabilir. İşitme kaybının öncelikli nedenleri arasında, doğuştan veya erken çocukluk döneminden itibaren ortaya çıkan işitme kaybı, uzun süreli orta kulak enfeksiyonları, gürültüden kaynaklanan işitme kaybı, yaşa bağlı işitme kaybı ve iç kulakta hasara yol açabilen ototoksik ilaçlar ve tümörler bulunmaktadır (62). Herhangi bir nedenle oluşmuş işitme kaybı, genel olarak işitme hassasiyetinde azalmaya neden

olur; bu durum, iletişim yeteneğinde azalmaya, çocuklarda dil gelişiminin yavaşlamasına veya gecikmesine yol açabildiği bilinmektedir (63).

Koklear işitme kaybı, dış tüy hücreleri (DTH) ve iç tüy hücrelerine (İTH) verilen zarardan kaynaklanmaktadır. DTH'ler, ses titreşimlerini yükseltme görevinde kritik bir rol oynar ve bu durum işitsel sinyallerin hassasiyetini ve seçiciliğini artırır. Öte yandan, İTH'ler, bu yükseltilmiş sinyalleri işitsel sinire iletmekle görevlidir ve işitme sınırı bu bilgiyi beyne işlemek üzere taşımaktadır (32). DTH'ler ve İTH'ler genetik faktörler, uzun süre yüksek ses düzeylerine maruz kalma, yaşlanma, ilaç kullanımı veya diğer çevresel etkenlerden kaynaklanan hasarlar sonucu bozulduğunda, ses algı süreci etkilenmektedir. Bu bozulma, işitme kaybı derecesine bağlı olarak hafiften ileri derece bir işitme kaybına kadar uzanabilir ve bunun sonucunda konuşmayı anlama, çevresel sesleri tanıma ve günlük konuşmalara katılma konularında zorluklara neden olabilmektedir. İşitme kaybı olan bireyler için uygun müdahale sağlamak, normal işitmenin algı fonksiyonlarına ve bazı binaural fonksiyonlarını geri kazanmalarına yardımcı olabilir. Koklear işitme kaybı yaşayan bireyler genellikle işitme cihazları veya koklear implant gibi müdahalelere ihtiyaç duymaktadırlar.

2.4.1. İşitme Cihazları

İşitme cihazları, işitme kaybı yaşayan bireylerin işitsel algılarını geliştirmek için özel olarak tasarlanmış elektronik cihazlardır. Bu cihazların temel amacı, ses sinyallerini artırarak işitme yetisi azalmış bireylerin konuşma seslerini daha net bir şekilde duymalarını sağlamaktır. İşitme cihazlarının çalışma prensibi bir dizi temel bileşeni içermektedir. İlk olarak, bir mikrofon çevredeki ses dalgalarını yakalar ve bunları elektriksel sinyallere dönüştürür. Elde edilen elektriksel sinyaller, işitme cihazının prosesörü tarafından işlenir ve kişinin özgün işitme kaybı profili dikkate alınarak yükseltilir. Bu işlem sonrasında, yükseltilen ses sinyalleri, bir minyatür hoparlör veya alıcı aracılığıyla kullanıcının işitsel algısı için uygun bir biçimde iletir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Klasik kulak arkası işitme cihazı ve bölümleri

İşitme cihazları belirli frekansları yükselterek konuşma anlaşılabilirliğini arttırmaktadır (64). Bu sayede işitme kaybı yaşayan bireyler, konuşmaları daha iyi anlayabilir ve sosyal etkileşimlerinde daha etkin olabilirler. İşitme cihazlarının etkinliği, işitme kaybının derecesi, türü ve kullanıcının işitsel tercihleri gibi bir dizi faktöre bağlı olarak kişiselleştirilebilir. İşitme cihazları, işitme kaybı yaşayan bireylerin yaşam kalitesini artırmak ve sosyal iletişimde daha aktif bir rol oynamak için kritik bir rol oynamaktadır (65,66).

Koklear işitme kaybı durumunda F0 ve VTL ses algısı da değişebilir. Yüksek işitme eşikleri ve azalan işitme hassasiyeti nedeniyle ilgili akustik ipuçlarına erişimin azalmasının doğrudan bir sonucu olduğu düşünülmektedir (32). Ek olarak, eşik seviyelerinin üzerinde duyulabilen sesler, örneğin frekans ayırt etme ve spektral çözünürlüğü azaltabilen genişlemiş işitsel filtreler nedeniyle işitme kaybıyla ilgili eşik üstü faktörlerden (32,67,68), temporal-zamansal çözünürlüğün (69,70) ve hassasiyetin azalmasından (39,71) etkilenebilir.

Bu etkiler, işitme cihazı amplifikasyonu ile kolayca telafi edilemeyebilir (72) ve işitme cihazlarının ek özelliklerine ihtiyaç duyulabilir (73). Örneğin, işitme kaybında işitme eşikleri tipik olarak yükselirken, işitme hassasiyetinin azalmasının ve dinamik aralığın daralmasına yol açar (67,74,75). En iyi duyulabilirliği sağlamak ve doğal ses yüksekliği algısını yeniden sağlamak için işitme cihazları, düşük veya yüksek yoğunluklu seslere ne kadar amplifikasyonun uygulanacağını ayarlayarak dinamik aralık sıkıştırması (*wide dynamic range compression- WDRC*) sağlar, böylece gelen seslerin geniş dinamik aralığını mevcut daralmış dinamik aralıkla eşleştirir. Bozulmuş işitsel sistemde işitme cihazları, konuşma algısını en iyi şekilde geliştirmek için tasarlanmış bir şekilde ses yükseltmesi sağlamaktadır (76-82). Bu konuşma algısı

odaklı tasarımın ve işitme cihazı özelliklerinin, ses algısı açısından işitme kaybını ne ölçüde telafi edebileceği henüz açık değildir.

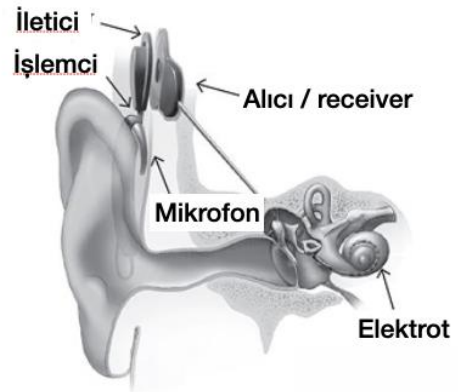
İşitme cihazı kullanıcıları ile ilgili az sayıda çalışma, koklear işitme kaybında F0 algısının değişebileceğine dair dolaylı kanıtlar sağlamıştır. Arehart ve ark (81) işitme kaybında karmaşık F0 diskriminasyonunun değişen modellerini göstermiştir. Takip çalışmalarında Arehart ve ark. (82) ayrıca işitme kaybının, çift sesli harf tanımlama performansında eşzamanlı olarak sunulan iki sesli harf arasındaki F0 ses ipucu farkının faydasını azaltabileceğini raporlamışlardır. Mackersie ve ark. (83), işitme kayıplı dinleyicilerin, konuşmanın algılanması için hedef ve maskeleyici konuşması arasındaki F0 ipuçlarındaki farklılıklardan yararlandığını, ancak VTL farklılıklardan faydalanmadığını bildirmiştir. Zaltz ve Kishon-Robbin (84) ses ipuçlarındaki diskriminasyonu ölçtükleri çalışmalarında yaşlarına göre minimum düzeyde işitme kaybı olan yetişkin popülasyonun çok hafif işitme kaybında bile, F0 ve VTL diskriminasyon skorlarının düştüğünü raporlamışlardır. En son yayımlanan ve 5.0 - 18.0 yaş aralığındaki bilateral işitme cihazı kullanan çocukların F0 ve VTL ipuçlarının hassasiyetini inceledikleri çalışmada genel olarak işitme cihazı kullanan çocukların normal işiten yaşlılarına göre hassasiyetlerinin azaldığını, işitme cihazı kullanan çocukların F0 JND lerini 12.0 yaşına kadar VTL JND' lerini ise her yaş grubunda farklı olduğunu raporlamıştır (13).

2.4.2. Koklear İmplant

Koklear implant (Kİ), işitme sinirini doğrudan elektriksel uyarım yoluyla işitmeyi sağlayan elektronik bir cihazdır (85). Bilateral ileri derecede ve ileri derece sensörünoral işitme kaybı olan bireylerde işitme duyusunun sağlanmasına yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiş yaygın kullanılan bir müdahale yöntemidir. Kİ iç ve dış parçalardan oluşmaktadır. İç parça bir alıcı-stimülatör bobini ve cerrahi olarak iç kulağa implante edilen elektrot dizisinden oluşmaktadır. Elektrot dizisi, kokleanın son derece gelişmiş tonotopi özelliğinden yararlanmak amacıyla kokleadaki skala timpani'ye bazal kısımdan ilerleyerek yerleştirilmektedir. Kulağın arkasında bulunan dış kısım mikrofona, ses işlemcisi ve vericiden oluşmaktadır. Mikrofon ortamdaki sesleri alır ve ses işlemcisine gönderir. Daha sonra ses işlemcisi, akustik bilgiyi elektriksel uyarı kodlarına dönüştürerek sesleri işlemek için kullanılmaktadır. Bu

kodlar ve elektrotları harekete geçirmek için gereken güç, verici bobinden oluşan radyo frekans bağlantısı aracılığıyla iç kısma iletilir. Alıcı-stimülatör daha sonra elektriksel uyarı sinyalinin kodunu çözer ve elektrot dizisindeki her elektrot bu sinyalleri spiral gangliyon ve sinir liflerini uyararak işitme sinirine göndermektedir (86).

1961 yılında Amerikalı otolog Dr. William House ve beyin cerrahı Dr. John Doyle tarafından gerçekleştirilen ilk koklear implantasyon işlemi, o dönemde yalnızca tek bir aktif elektroda sahip olan ve sınırlı frekans bilgisi sağlayan implantlarla gerçekleştirilmiştir (87). İlerleyen yıllarda, yaklaşık 13 yıl sonra, ilk çoklu elektrotlu cihaz geliştirilip implant edilmiştir. Birden fazla elektrot kullanımı, orijinal akustik sinyal farklı frekans bantlarına ayrılarak, kokleadaki farklı bölgelerde ve dolayısıyla farklı frekans bölgelerinde işitme sinirini aktive etmek mümkün hale gelmiştir (88).



Şekil 2.4. Koklear implant ve bölümleri (Kaynak: NIH/NIDCD uyarlanmıştır)

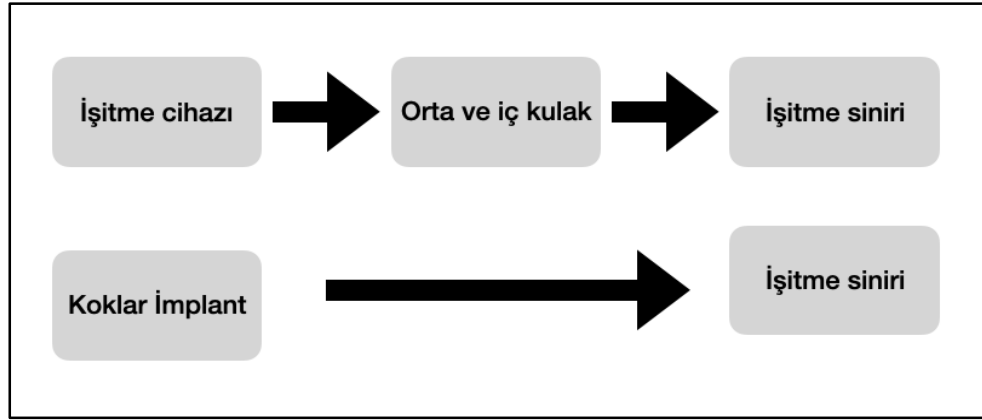
Koklear implantlar marka ve modellerine göre farklı işitsel işleme stratejileri kullanmaktadırlar. Bu işleme stratejilerinin ayrıntılı açıklaması bu tezin kapsamı dışındadır o yüzden detaylandırılmayacaktır; ancak bu stratejilerin temel amacı kokleanın tonotopik organizasyonunu ve normal işitsel sistemin filtreleme fonksiyonunu taklit etmektir (89). Kİ kullanıcılarında, skala timpani'ye yerleştirilen elektrot dizisi, kokleanın doğal tonotopik düzenini taklit etmeyi amaçlamaktadır. Ancak, elektrot dizisinden gelen elektrik sinyallerle sinirin doğrudan uyarılması, normal işitmedeki tüy hücrelerinden farklı sinir yanıtlarına neden olur. Aktif olan

elektrotlar, kısmen akustik işitmeye benzer şekilde, beynin konuşma sesi olarak yorumlanması gereken zamansal ve spektral bilgileri iletirler. Koklear implant (Kİ) tarafından sağlanan elektrik sinyalleri, normal akustik işitmedeki tüy hücrelerinin ürettiği elektrik sinyallerine benzer şekilde işitme sinirini uyarır, ancak spektrotemporal bilginin bozulduğu bilinmektedir (68). Kİ ile iletilen konuşma sinyalinin spektral çözünürlüğü genellikle 12 ile 24 arasında değişen elektrot sayısı ile sınırlı olmayabilir. Ana kısıtlayıcı faktör, farklı elektrotların aktivasyonu arasındaki etkileşimdir. Bu, bireysel temas noktalarından yayılan uyarımın neden olduğu spektral yayılma ile ilişkilenebilir. Spektral yayılma, yani frekanslar arasında enerjinin daha geniş bir şekilde dağılması, ses ve konuşma ipuçları için normal işitme ile sağlanan bilgiye kıyasla Kİ sinyalinde daha az oranda temsil edilmektedir. Bu durumlar göz önüne alındığında, F0 ve VTL algısı değişebilmektedir. Genişlemiş işitsel filtreler nedeniyle (67) frekans ayırt etme, spektral çözünürlük (68,90) ve zamansal çözünürlük azalabilmektedir (69,70). Literatürdeki çalışmalarda spektral ve zamansal olarak bozulmuş Kİ sinyaline rağmen, birçok Kİ kullanıcısı sessiz ortamlarda konuşmayı oldukça iyi algılayabildiklerini ancak genellikle gürültülü ortamlarda konuşmayı algılamakta zorluklar yaşadıklarını raporlamışlardır (91,92).

2.4.3. Bimodal İşitme

Tek kulakta Kİ ve ameliyat edilmemiş kontralateral kulakta işitme cihazı kullanımı, bimodal işitme olarak adlandırılır. Birçok çalışma, özellikle ileri derecede işitme kaybı olan çocuklar için bilateral Kİ kullanımının daha iyi bir seçenek olduğunu belirtse de (93), asimetrik işitme kaybı ve alçak frekanslarda kalan işitme derecesi, çeşitli maliyet kısıtlamaları veya sınırlı endikasyonlar nedeniyle birçok ülkede bir Kİ ameliyatı geçirmiş kullanıcılar için işitme cihazı kullanımının yaygın bir öneri olduğu bilinmektedir (94,95). Bu işitme kombinasyonunun temel motivasyonu, tek kulak işitme ile kıyaslandığında iki kulakla işitmenin sağladığı bilateral sumasyon ve dolayısıyla toplam ses yüksekliğine katkı ve lokalizasyon avantajlarıdır. Literatürde yapılan çalışmalar, işitme cihazı ile desteklenen rezidual alçak frekans bilgisinin gürültüde konuşmayı anlamada fayda sağladığını, pitch, duygu ve konuşmacı ile ilgili ses ipuçlarını anlamaya yardımcı olduğunu göstermektedir (96). Aynı zamanda,

unilateral Kİ kullanımına kıyasla bimodal kullanımın daha az işitme eforu gerektirdiği ve daha iyi yaşam kalitesi sağladığı bazı çalışmalarda raporlanmıştır (93,97).



Şekil 2.5. İşitme cihazı ve koklear implant ile sağlanan örnek uyarım şeması

Fakat bunun yanı sıra iki farklı modalitenin kullanımının binaural asimetri yarattığı da belirtilmektedir. Binaural asimetri, aynı sinyalin kokleada farklı yerleri uyarabildiği elektriksel (Kİ) ve akustik (işitme cihazı) uyarım için Kİ ve İC'nın uyarım yerleri arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanabilmektedir (98). Akustik uyarım için kokleada uyarılacak yer, sinyalin frekans içeriğine dayanırken, Kİ uyarımı, kokleaya yerleştirilen elektrotlar tarafından sağlanan ve ses işlemcilerinde uygulanan frekans-elektrot aktivasyonu temelinde yapılmaktadır. İki farklı modalitenin (Kİ ve işitme cihazı) farklı sinyal işleme yöntemleri, sinyal yolu, frekans aralığı ve iki kulaktaki sinir aktivasyon yaklaşımları ve her cihazda uygulanan algoritmayla ilgili farklı işleme gecikmeleri açısından etkileyebilmektedir (99).

Bimodal işitmenin gürültüde konuşma algısındaki faydası yoğun bir şekilde araştırılmıştır ve genel olarak araştırmalar arasında çeşitli sonuçlar görülmektedir. Bazı çalışmalar, bimodal işitme ile önemli bir fayda bildirmişlerdir (100–103). Bazı çalışmalarda ise katılımcılar arasında değişiklikler gösterilmiştir (104,105). Farklı sonuçların temel sebebi, çalışmalardaki test yöntemleri, gürültü ve maske materyali, hoparlör açısı gibi prosedürlerindeki çeşitlilikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra F0 ve VTL ses ipuçları avantajı açısından değerlendirildiğinde daha önce yapılan vokoder simülasyon çalışmalarda çok az bir alçak frekans bilgisinin dahi F0 ipuçları için katkı sağladığı ama VTL için kısıtlılıkları olduğu (20), ilk formant

frekansı hakkında ipucu verdiği ve konuşma algısında spektral bilgiye katkı sağlayabileceği raporlanmıştır (106,107). Fakat bimodal kullanıcılarında F0 ve VTL ses ipuçları hassasiyetları ve arka plan konuşma sesi varlığında gürültüde konuşma skorları henüz sistematik bir şekilde araştırılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, benzer yaşlardaki tek taraflı Kİ ve bimodal kullanıcı çocuk ve yetişkin kullanıcıların ses ipuçlarına hassasiyetlarını araştırmak ve arka plan konuşma gürültüsünde doğruluk skorlarını raporlamaktır. Normal işiten grup skorları da sonuçları analiz ederken temel alınmıştır.



3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Ana Bilim Dalı Odyoloji Doktora Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 21.01.2020 tarihinde GO 20/45 kayıt numarası ve 2020/02-25 karar numarası ile onaylanmıştır (Ek 1). Çalışmaya gönüllülük esası ile katılım göstermeyi onaylayan katılımcılara ve çocukların ebeveynlerinden birine çalışmanın içeriği sözlü ve yazılı anlatılmış, yazılı onamları alınmıştır.

3.1. Bireyler

Çalışmamıza katılan bireyler üç farklı gruptan oluşmaktadır. Çalışmaya 29 normal işiten (kontrol grubu), 23 tek taraflı Kİ kullanıcısı (çalışma grubu 1), ve 18 bimodal (tek taraflı koklear implant ve kontralateral işitme cihazı) kullanıcı (çalışma grubu 2) olmak üzere toplam 70 çocuk ve yetişkin katılmıştır. Ek olarak 11 bimodal kullanıcıya denek içi dizayn kapsamında iki farklı koşulda değerlendirme yapılmıştır. Katılımcıların demografik bilgileri detaylı bir şekilde kaydedilmiştir ve bir sonraki bölümde sunulmuştur.

1. Kontrol grubu demografik özellikleri

Normal işiten bireyler

Çalışmamıza 15 çocuk (Yaş aralığı= 10.4-16.9; Ortalama=13.7±2.2) ve 14 yetişkin (Yaş aralığı= 19.8-30.0; Ortalama=24.5±2.0) toplam 29 normal işiten birey katılmıştır. Teste dahil edilmeden önce katılımcılara Interacoustics AS60SB taşınabilir odyometre (*Interacoustics, Middelfart, Denmark*) ve RadioEar DD45 (*RadioEar, Middelfart, Denmark*) kulaklıklar kullanarak sağ ve sol kulak için işitme taraması yapılmıştır. Her iki kulağında 0.5, 1, 2 ve 4 kHz frekanslarında işitme eşikleri 20 dB HL ve daha iyi olan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir.

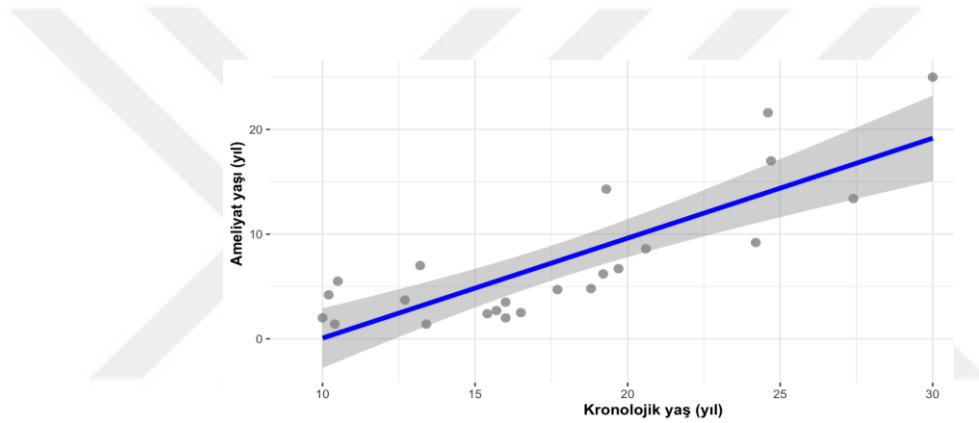
2. Çalışma grubu demografik özellikleri

Tek taraflı koklear implant kullanan bireyler

Çalışmamıza 13 çocuk (Yaş aralığı= 10.0-17.7; Ortalama=13.7±2.7) ve 10 yetişkin (Yaş aralığı= 18.8-30.0; Ortalama=22.9±3.9) toplamda 23 Kİ kullanan birey

katılmıştır. Çalışma kapsamında teste katılan tek taraflı Kİ kullanan bireylerin cihazlı işitme eşikleri 20-40 dB HL arasında olan katılımcılar dahil edilmiştir.

Kİ yaşı 1.4 yaş ile 25.0 yaş arasında değişiklik göstermektedir (median=4.8 y). Kronolojik yaş ve Kİ yaşı arasında korelasyon olduğu gözlemlenmektedir ($r = 0.82$, $p < 0.001$). Çalışmamıza katılan 13 çocuk doğuştan işitme kaybı olup Kİ ameliyatı öncesinde işitme cihazı kullandıkları aileleri tarafından raporlanmıştır. 10 yetişkin katılımcının ise ileri derecede progresif işitme kaybı olduğu ve Kİ ameliyatı olana kadar işitme cihazı kullandıkları raporlanmıştır. Kronolojik yaş ve Kİ yaşı dağılımı Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Dahil edilme ve dışlanma kriterleri Tablo 3.1.'de ve bireylerin cihaz bilgileri Tablo 3.2.'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Tek taraf koklear implant grup kronolojik yaş ve Kİ yaşı dağılımı

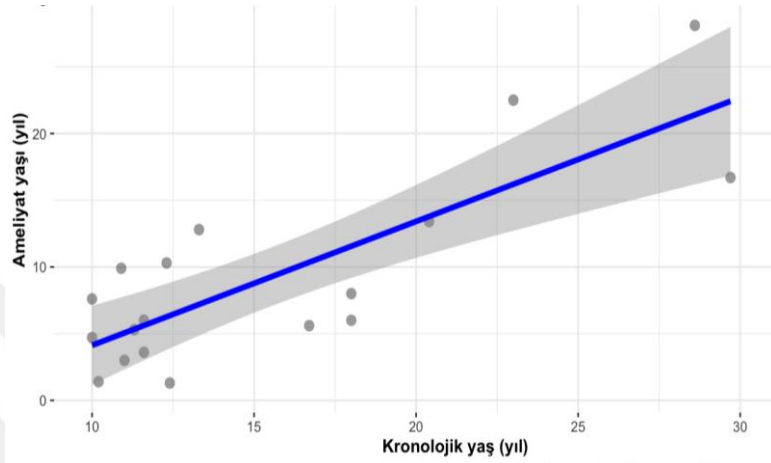
3. Çalışma grubu demografik özellikleri

Bimodal (tek taraflı koklear implant ve kontralateral işitme cihazı) kullanan bireyler

Çalışmamıza 12 çocuk (Yaş aralığı= 10.0-16.7; Ortalama=11.9±1.9) ve 6 yetişkin (Yaş aralığı= 18.0-29.7; Ortalama=23.0±5) toplamda 18 bimodal kullanıcı katılmıştır. Çalışma kapsamında teste katılan bimodal kullanan bireylerin test tarihinden 6 ay öncesine kadar yapılmış işitme ve medikal raporları değerlendirilerek dahil edilme kriterlerini sağlayan bireyler çalışmaya katılmıştır.

Bimodal grupta Kİ yaşı 1.3 yaş ile 28.1 yaş arasında değişiklik göstermektedir (median=6.0 y). Kronolojik yaş ve Kİ yaşı arasında korelasyon olduğu gözlemlenmektedir ($r = 0.81$, $p < 0.001$). Tek taraflı Kİ kullanıcılarına benzer şekilde yetişkin katılımcıların daha geç yaşlarda, çocuk katılımcıların ise erken yaşta Kİ

ameliyatı olmuştur. Kronolojik yaş ve Kİ yaşı dağılımı Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. İşitme cihazı kullanmaya başlama yaşı 16 katılımcı için ortalama 2.5 yaş (aralık=0.5-6.0) olarak belirtilmiştir. Dahil edilme ve dışlanma kriterleri Tablo 3.1. ve bireylerin cihaz bilgileri Tablo 3.2.'de sunulmuştur.



Şekil 3.2. Bimodal grup kronolojik yaş ve ameliyat yaşı dağılımı

3.a Tekrar test yapılan bireyler (re-test)

Denek içi dizayn kapsamında yedi çocuk (Yaş aralığı= 10-16.7; Ortalama=11.8±2.4) ve dört yetişkin (Yaş aralığı =18.0-29.7; Ortalama=24.2±5.8), toplamda 11 katılımcı ilk test tarihinden ileriki bir tarihte planlanan ayrı bir seansta, aynı testleri, aynı sıra ile sadece tek taraflı koklear implantları ile tekrar tamamlamışlardır. Tekrar testlere katılmak için herhangi bir eleme yapılmamıştır, gönüllü olarak katılmak isteyen ve zaman ayırabilen katılımcılar ile tekrar testler planlanmıştır.

Tablo 3.1. Çalışma ve kontrol grubu dahil edilme ve dışlanma kriterleri

Kontrol grubu çalışmaya dahil olma kriterleri
<ul style="list-style-type: none"> ● 10 yaş ile 30 yaş arasında olmak ● Normal işitmeye sahip olmak ● Tanılanmış bilişsel, nörolojik ve gelişim bozukluğunun olmaması ● Normal görme keskinliğine veya düzeltilmiş görme keskinliğine (gözlük/kontakt lens ile normal görmenin sağlanabilmesi) sahip olmak
<ul style="list-style-type: none"> ● Katılımcının ana dilinin Türkçe olması ● Ebeveynlerim ve çocuk katılımcıların çalışmaya gönüllü ve istekli olması
Kontrol Grubunun Dışlanma Kriterleri
<ul style="list-style-type: none"> ● 10 yaşından küçük veya 30 yaşından büyük olmak ● Normal işitmeye sahip olmamak ● Tanılanmış bilişsel ve gelişim bozukluğunun olması ● Normal görmeye veya düzeltilmiş görmeye (gözlük/kontakt lens ile normal görmenin sağlanabilmesi) sahip olmamak ● Katılımcının anadilinin Türkçe olmaması ● Ebeveynlerim ve çocuk katılımcıların çalışmaya gönüllü ve istekli olmaması
Çalışma grubu dahil olma kriterleri
<ul style="list-style-type: none"> ● 10-30 yaş aralığında olmak, ● İleri veya çok ileri derecede işitme kaybı olup bir kulağında koklear implant (çalışma grubu 1) ve bir kulağında koklear implant, karşı kulağında işitme cihazı ile beraber kullanmak (çalışma grubu 2), ● Minimum 6 ay koklear implant kullanıcısı olmak, ● Tanılanmış ek engeli bulunmamak, ● Anadili Türkçe olmak
Çalışma grubu dışlanma kriterleri;
<ul style="list-style-type: none"> ● Söylenen komutları anlayıp yerine getirebilecek düzeyde bilişsel fonksiyona sahip olmamak ● İç kulak anomalisi tanısı olmak, ● İşitsel nöropati spektrum bozukluğu tanısı olmak ● Koklear sinir patolojisi tanısı olmak ● Menenjit öyküsü olmak ● Katılım rızası olmamak

Tablo 3.2. Koklear implant ve Bimodal grup demografik bilgiler

Katılımcı	İşitme	Yaş	Cinsiyet	Retest	Kİ yaşı	Alçak frekans İC ortalaması*	Kİ marka	Model	İC Marka	İC kullanım süresi
tr_CIA001	Tek taraf Kİ	24,6	E	n/a	21,6	N/A	Cochlear	Kanso	N/A	14,0
tr_CIA002	Tek taraf Kİ	30	K	n/a	25,0	N/A	AB	Neptun	N/A	25,0
tr_CIA003	Tek taraf Kİ	19,3	E	n/a	14,3	N/A	Medel	Sonnet	N/A	18,0
tr_CIA004	Tek taraf Kİ	24,2	K	n/a	9,2	N/A	Cochlear	Nucleus 6	N/A	9,0
tr_CIA006	Tek taraf Kİ	27,4	E	n/a	13,4	N/A	Medel	Sonnet 2	N/A	13,0
tr_CIA007	Tek taraf Kİ	20,6	E	n/a	8,6	N/A	Medel	Opus 2	N/A	7,0
tr_CIA008	Tek taraf Kİ	19,7	E	n/a	6,7	N/A	Medel	Sonnet	N/A	4,0
tr_CIA009	Tek taraf Kİ	19,2	K	n/a	6,2	N/A	Cochlear	Kanso 2	N/A	2,0
tr_CIA010	Tek taraf Kİ	24,7	K	n/a	17,7	N/A	Cochlear	Nucleus 6	N/A	
tr_HIA800	Tek taraf Kİ	18,8	E	n/a	4,8	N/A	Cochlear	Nucleus 7	N/A	4,0
tr_HIK800	Tek taraf Kİ	10,4	E	n/a	1,4	N/A	Cochlear	Nucleus 6	N/A	0,75
tr_CIK001	Tek taraf Kİ	15,4	K	n/a	2,4	N/A	Cochlear	Nucleus 6	N/A	2,0
tr_CIK002	Tek taraf Kİ	12,7	K	n/a	3,7	N/A	Cochlear	Kanso	N/A	0,5
tr_CIK003	Tek taraf Kİ	13,4	E	n/a	1,4	N/A	Medel	Sonnet	N/A	2,0
tr_CIK004	Tek taraf Kİ	10,5	E	n/a	5,5	N/A	Cochlear	Nucleus 6	N/A	4,0
tr_CIK005	Tek taraf Kİ	16,0	K	n/a	3,5	N/A	Medel	Sonnet	N/A	
tr_CIK006	Tek taraf Kİ	13,2	E	n/a	7,0	N/A	AB	Neptune	N/A	
tr_CIK007	Tek taraf Kİ	17,7	K	n/a	4,7	N/A	Medel	Opus2	N/A	4,0
tr_CIK008	Tek taraf Kİ	16,5	E	n/a	2,5	N/A	Medel	Sonnet	N/A	
tr_CIK009	Tek taraf Kİ	10,2	K	n/a	4,2	N/A	Cochlear	Nucleus 5	N/A	0,4
tr_CIK010	Tek taraf Kİ	10,0	K	n/a	2,0	N/A	AB	Neptun	N/A	1,0
tr_CIK011	Tek taraf Kİ	16,0	E	n/a	2,0	N/A	Medel	Rondo	N/A	
tr_CIK012	Tek taraf Kİ	15,7	E	n/a	2,7	N/A	Medel	Sonnet	N/A	2,5
tr_HIK850	Bimodal	11,0	K	E	3,0	37,5	Medel	Rondo 2	Phonak	2,0
tr_HIA851	Bimodal	18,0	K	E	6,0	37,5	Cochlear	Nucleus 6	Oticon	1,5
tr_HIA850	Bimodal	20,4	E	E	13,4	37,5	Cochlear	Nucleus 7	Widex	0,5
tr_HIK851	Bimodal	11,6	K	n/a	3,6	37,5	Cochlear	Nucleus 7	Siemens	2,0
tr_HIK852	Bimodal	13,3	E	n/a	12,8	37,5	Cochlear	Nucleus 6	Siemens	6,0
tr_CHK001	Bimodal	12,4	K	n/a	5,4	37,5	AB	Neptun	Phonak	1,0
tr_CHA001	Bimodal	29,7	E	E	16,7	37,5	Medel	Sonnet	Phonak	2,0
tr_CHK002	Bimodal	10,2	K	n/a	2,2	37,5	Medel	Rondo 2	Resound	1,5
tr_CHK003	Bimodal	11,6	K	E	6,0	37,5	AB	Neptun	Phonak	3,0
tr_CHA002	Bimodal	18,0	K	n/a	17,0	37,5	Medel	Sonnet	Phonak	2,0
tr_CHK004	Bimodal	12,3	K	E	10,3	37,5	Cochlear	Kanso	Phonak	3,0

Tablo 3.2. (Devam) Koklear implant ve Bimodal grup demografik bilgiler

Katılımcı	İşitme	Yaş	Cinsiyet	Re-test	Kİ yaşı	Alçak frekans İC ortalaması*	Kİ marka	Model	İC Marka	İC kullanım süresi
tr_CHK006	Bimodal	10,9	K	E	9,9	40	Cochlear	Kanso	Phonak	3,0
tr_CHK007	Bimodal	16,7	K	E	5,6	25	Cochlear	Nucleus 6	Widex	
tr_CHK008	Bimodal	10	E	E	8,0	37,5	Cochlear	Kanso	Phonak	2,0
tr_CHA003	Bimodal	28,6	E	E	28,1	50	Cochlear	Kanso	Phonak	5,0
tr_CHK009	Bimodal	11,3	E	E	5,3	37,5	Cochlear	Nucleus 6	Phonak	3,0
tr_CHA004	Bimodal	23	K	N/A	22,5	30	Cochlear	Kanso	Philips	
tr_CHK010	Bimodal	10	K	N/A	4,5	40	Cochlear	Kanso	Phonak	

E: Erkek; K: Kadın; Kİ: Koklear implant; İC: işitme cihazı

*125-500 Hz aralığında üç frekans işitme cihazlı işitme eşikleri ortalaması alınmıştır

3.2. Kullanılan Testler ve Yöntem

Bu çalışma dahilinde kullanılan testler *Medical School of University of Groningen* tarafından geliştirilen ve orijinal adıyla “*Perception of Indexical Cues in Children and Adults (PICKA)*”, Türkçe “Çocuklarda ve Yetişkinlerde Dizinsel İpuçlarının Algılanması (PICKA-TR)” test bataryasının Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümü ortak çalışması ile Türkçe diline çevirilerek oluşturulmuştur. PICKA-TR projesi, ses ipuçlarını ayırt etme, ses ipuçlarından cinsiyet algısı, ses ipuçlarından duygu tanıma ve arka plan konuşma varlığında hedef konuşmanın algılanma becerisi olmak üzere dört farklı test içermektedir. Bu çalışmada raporlanan testler önceki çalışmaların Türkçe dilinde tekrarıdır (12,13,52).

Çalışmanın birincil amacı normal işiten, tek taraflı Kİ ve bimodal kullanıcıların ses ipuçlarını ayırt etme hassasiyet eşikleri (*JND*) (Test 1) ve arka plan gürültüsünde hedef konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmektir (Test 2). Denekler arası analizlere ek olarak, bimodal grupta denek içi dizayn dahilinde tekrarlanan testler uygulanmış ve aynı katılımcıların iki işitsel durumda test cevapları karşılaştırılmıştır.

Verilerin toplanmasından ve testlere başlamadan önce tüm katılımcılara ve çocuk katılımcıların ebeveynlerine çalışma hakkında ayrıntılı sözlü ve yazılı bilgi verilerek, imzalı yazılı onamları alınmıştır.

3.2.1. Test 1: Ses İpuçlarını Ayırt Etme (*Voice Cue Discrimination*)

İlk testte katılımcıların F0 ve VTL ses ipuçlarını ayırt etme hassasiyet eşikleri en küçük ses ipucu farkı (*just noticeable differences; JND*) ölçülmüştür.

Uyaran özellikleri

Test bataryasında kullanılan uyaran üç farklı ünsüz-ünlü hecelerinden oluşan anlamsız bir kelimededen oluşmaktadır (örneğin, 'şu-da-kü', 'ga-dı-ta'). Ünsüz ünlü kombinasyonları, Türk dili ses kombinasyonlarını içeren bir örnekleme sahip olacak şekilde hazırlanmıştır. Uyaranların hazırlığı (12,13,52) çalışmalarının benzer prosedürlerini kullanarak yapılmıştır. Anlamlı Türkçe tek heceli kelimeler Hacettepe Üniversitesi-Groningen Üniversitesi Türk Kelimeleri (HUG-TR) veri tabanından alınarak hazırlanmıştır (13). Bu veri tabanı, Türk alfabesindeki bütün ünlü-ünsüz

kombinasyonlarını içeren toplamda 266 tek heceli kelimeleri içermektedir (yumuşak g/ğ harfi haricinde). Veri tabanındaki kelimeler, "bal", "küp", "pul" gibi yaygın kelimeler olacak şekilde seçilmiştir. Kelime listesi hazırlandıktan sonra ana dili Türkçe olan üç kadın konuşmacı tarafından *University of Groningen, University Medical Center* laboratuvarında kaydedilmiştir. Her konuşmacının ortalama F0 değerleri Praat (versiyon 6.2.17) (108) kullanılarak, VTL hesaplaması ise konuşmacıların boyuna göre hesaplanmıştır (25). Buna göre üç konuşmacının özellikleri şu şekildedir: (1) Konuşmacı: 34 yaşında yetişkin kadın, 163 cm boyunda, ortalama F0 değeri 213 Hz, VTL değeri 13.5 cm; (2) Konuşmacı: 29 yaşında yetişkin kadın, 166 cm boyunda, ortalama F0 değeri 201 Hz, VTL değeri 13.6 cm ve (3) Konuşmacı: 34 yaşında yetişkin kadın, 172 cm boyunda, ortalama F0 değeri 217 Hz, VTL değeri 13.8 cm olarak ölçülmüştür. HUG-TR kelime listesine ek olarak eksik kelime kombinasyonunu tamamlamak amacıyla *SCAN-C* kelime listesinden (109) "not" ve "zevk" kelimeleri de kaydedilerek ve bu kelimelerden iki ek ünsüz-ünlü kombinasyonu (/no/, /ze/) oluşturulmuştur. HUG-TR kelime listesi Ek-2 de sunulmuştur.

Ses kayıtları yankısız bir kabinde (*anechoic chamber*), *UltraLite* mk4 18x22 USB ses ara yüzü (*MOTU, Inc., Massachusetts, USA*) ve NT1-A mikrofon (*RØDE, Sidney, Australia*) kullanılarak kayıt edilmiştir. Kayıt mikrofonu konuşmacıya yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Konuşmacılardan kelime listeleri kayıt edilirken, ses kalitesi, konuşma hızı, artifaktsız ve artikülasyon hatası olmaması yönünden değerlendirilip ihtiyaç duyulduğunda belirlenen kelimeler tekrar kaydedilmiştir. Tüm kelimeler 96 kHz örnekleme oranı ve 32 bit çözünürlükte kaydedilmiştir ve Adobe Audition (*Adobe Systems, San Jose, California, ABD, 2019*) kullanılarak *high-pass* filtreleme uygulanmıştır. Daha sonra tek heceli kelimelerden ünsüz-ünlü kombinasyonu kayıtlardan kesilmiş ve *.wav* formatında kaydedilmiştir. En son listede 78 hece üretilmiştir (örn: /ba/, /ki/, /de/) ve bu heceler yoğunluğu (*intensity*) *root mean square (rms)* uygulanarak eşitlenmiş, 44.1 kHz örnekleme oranı (*sampling rate*) ve 16 bit çözünürlükte tekrar işlenmiştir. Son aşamada ses manipülasyonunu hazırlamak için listedeki üç heceden oluşan anlamsız kelimeler rastgele seçilen üç hece birleştirilerek oluşturulmuştur.

Ses manipülasyonu

F0 ve VTL ipuçları ses kalitesini, tınısını, perdesini, hızını ve diğer nitelikleri esnek bir şekilde değiştirmek için kullanılan bir program olan *STRAIGHT (Speech Transformation and Representation based on Adaptive Interpolation of weighted spectrogram)* (110) programı kullanılarak manipüle edilmiştir. F0 eğrisi, ortalama F0'yi değiştirmek için, spektral zarf (*spectral envelope*), VTL değerini değiştirmek için manipüle edilmiştir ve daha sonra STRAIGHT programı kullanılarak yeniden sentezlenmiştir. Dizayn edilen test *Matlab* (MathWorks, Natick, Massachusetts, ABD) yazılım ara yüzü ile test ortamına taşınmıştır.

Manipüle sesi oluştururken (hedef ses), kullanılan orijinal sesin ortalama F0 değeri, daha önceki çalışmaların ortalama F0 değeri ile eşleşmesi için 242 Hz'ye ayarlanmıştır. F0 değerini düşürerek veya VTL değerini uzatarak, orijinal sesteki daha erkeksi bir ses manipülasyonu sağlanmıştır. F0 manipülasyonu için, orijinal F0 dalgalanmalarını korumak ve ortalama F0'ı ayarlamak amacıyla, F0 konturu belirli bir faktörle rastgele adımlarla çarpılmıştır (örn: -1/3 st, 0 st veya +1/3 st). Bu adımın ardından, genel ortalama F0'ın etkilenmediğinden emin olmak için anlamsız sözcüğün genel F0 dış çizgisi sapması yeniden sıfıra ortalananmıştır. VTL manipülasyonu için, tüm frekansları (ve dolayısıyla formları da) sabit sayıda yarım ton kaydırmak için spektral zarfın frekans eksenini yeniden ölçeklendirilerek spektral zarf daha düşük frekanslara doğru küçültülmüştür. Babaoğlu ve ark. (13) tarafından rapor edilen ve detaylandırılan test bataryasının aynısı kullanılmıştır.

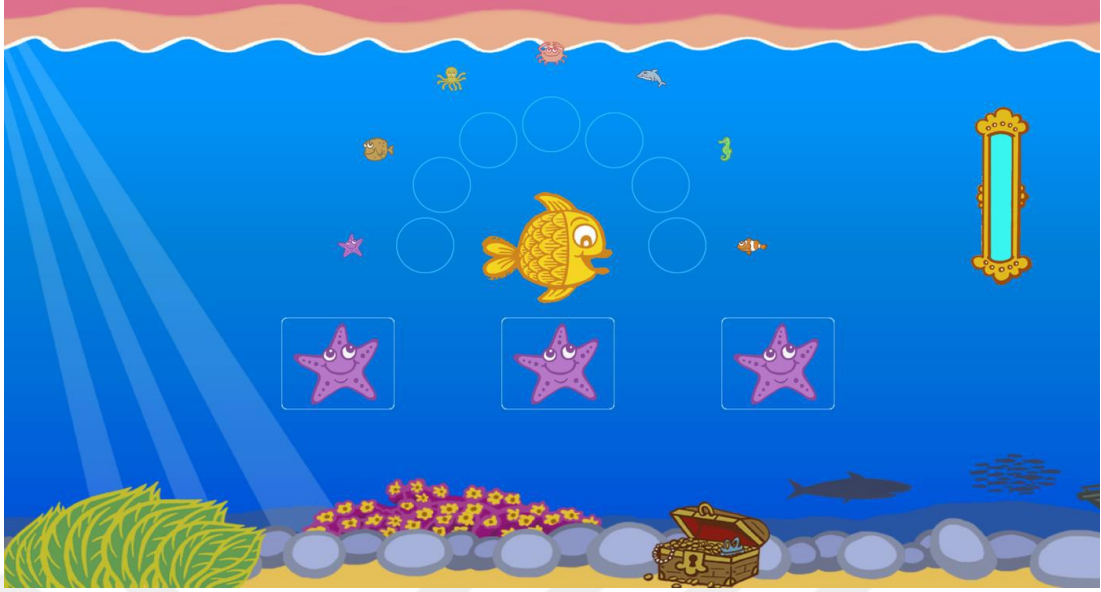
Prosedür

Test, bir katılımcının duyabileceği en küçük ses ipucu farkını *Just noticeable differences (JND)* ölçmeyi amaçlı olarak tasarlanmıştır. F0 ve VTL JND'leri, *3I-3AFC (Three-Interval, Three-Alternative Forced Choice)* adaptif prosedür kullanılarak değerlendirilmiştir. 3I-3AFC, psikofizik ve deneysel psikolojide, katılımcıların uyarıcıları ayırt etme yeteneklerini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. 3I-3AFC görevinde, katılımcılara üç seçenek sunulur ve hedef seçeneği (örneğin bu testte farklı sesi bulmak) seçmeleri istenir. Bu prosedür genellikle duyuşal ayırt etme eşiklerini ölçmek, algısal yetenekleri ve bilişsel süreçleri anlamak için çeşitli araştırma çalışmalarında kullanılmaktadır. Adaptif prosedür ise Levitt (111) tarafından ayrıntılı

olarak açıklanan uyarlanabilir psikofiziksel prosedürlere dayanarak, psikometrik fonksiyon üzerinde %70,7'lik bir ayırmacılık performansı sağlayan JND'leri elde etmek için 2 aşağı - 1 yukarı (2 *down* - 1 *up*) ayarlama kuralı ile uygulanmıştır. Bu prosedüre göre, katılımcının bir uyarıcıyı algılama veya ayırt etme eşiğini belirlemek için görevin zorluğunu katılımcının performansına bağlı olarak ayarlanır; katılımcı iyi performans gösterdiğinde daha zor ve performans düştüğünde daha kolay hale getirmektedir.

Katılımcılar teste başlamadan önce kısa bir deneme testini tamamlamaları istenmiştir. Bu deneme testi hem F0 hem de VTL ses farklarını ayırt etmek için üçer denemeden oluşan iki eğitim bloğunda sunulmuştur. Deneme testinin tamamlanmasının ardından deneysel verilerin analiz edileceği test F0 ve VTL manipülasyon seslerin rastgele sunulması ile başlamıştır.

Test sırasında katılımcılara rastgele üç heceden oluşan, anlamlı olmayan uyaran üç defa sunulmuştur. Sunulan bu üç uyarandan biri ortalama F0 veya VTL olarak manipüle edildiği için farklı (hedef ses), diğer iki uyaran ise aynıdır (referans ses/orijinal). Katılımcılardan farklı duydukları bir diğer anlamıyla hedef sesi işaretlemesi istenmiştir. Buna göre her bir uyaran belirlenen bir şekil aracılığı ile (örneğin; Şekil 3.3.'de gözüktüğü gibi deniz yıldızı) temsil etmiştir. Katılımcılardan hedef sese denk gelen şekli seçilmesi istenmiştir. Test hedef ve referans sesler arasında F0 veya VTL değerinde 12 st'lik bir ses ipucu farkıyla başlamıştır ve katılımcıların doğru veya yanlış yapmalarına göre adaptif olarak devam etmiştir. Katılımcının art arda iki doğru yanıt vermesi durumunda ses ipucu farkı azalırken katılımcı bir yanlış yanıt verirse ses ipucu farkı artırılmıştır. Test katılımcıların yanıtlarına bağlı olarak her uyarlanabilir testte 25 ila 45 deneme tamamlanmıştır. Önceki çalışmalara benzer şekilde F0 ve VTL JND hesaplaması logaritmik ölçeğe kolay aktarım açısından semi ton (st) olarak belirlenmiştir ve test sonunda JND'ler, semitone cinsinden geometrik ortalama olarak hesaplanmıştır. Test ara yüzü çocuklarının da ilgisini çekecek şekilde hazırlanmıştır ve oyun teması gibi sunulmuştur. Özellikle çocukların dikkatini iyi bir şekilde korunmasını sağlamak için doğru ve yanlış cevaplarda görsel geri bildirim sağlanmıştır. Toplam test süresi 15-25 dakika sürmüştür.



Şekil 3.3. JND test bataryasının bilgisayar ara yüzü

3.2.2. Arka Plan Konuşma Varlığında Konuşmayı Ayırt Etme

İkinci teste katılan bireyler ve demografik özellikler 3.1 Bireyler bölümü ile aynıdır. Bu bireyler arasından yaşları 24.7 ile 16.7 olan iki Kİ kullanıcı testi tamamlayamamıştır. Buna göre 21 Kİ ve 18 bimodal kullanıcının sonuçları sunulmuştur.

İkinci test, katılımcıların tek konuşmacı arka plan gürültüsünde (masker) konuşmayı (hedef) ne kadar iyi algılayabildiklerini ve hedef-maske ses farklarından fayda sağlayıp sağlamadıklarını *Coordinate Response Measure* (CRM) ile ölçülmüştür.

CRM, özellikle işitsel araştırma alanında, konuşma algısı çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir paradigmadır. Genellikle gürültülü ve zorlayıcı dinleme koşullarında konuşma anlama araştırmalarında kullanılır. CRM görevi, dinleyicilere, hedef kelimeleri içeren cümleleri sunmayı içerir ve katılımcılar doğru hedef kelimeleri bir dizi alternatif arasından seçerek yanıt verir. Temel amaç, dinleyicilerin konuşmayı karmaşık işitsel ortamlarda ne kadar iyi anlayabileceğini incelemektir. Arka plan gürültüsü varlığında konuşma algısını ölçmek için kullanılan CRM test bataryası literatürde sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir ve yaygın olarak kullanılan diğer konuşma algılama testlerine göre spektral çözünürlükteki değişikliklere karşı potansiyel olarak daha duyarlı olduğu belirtilmiştir (112). Bu konuşma korpusunu

oluşturan cümleler farklı sayı ve renk kombinasyonlarından oluşmaktadır ve arka plan gürültüsü varlığında hedef konuşmanın anlaşılmasını değerlendirmektedir. Literatürde CRM testi daha önce kullanılan bazı çalışmalar (10,113,114).

Test ve Uyarı Özellikleri

Bu testte kullanılan konuşma cümleleri Hacettepe-Groningen Üniversitesi Türkçe *Coordinate Response Measure* veri tabanından (CRM HUG-TR) alınmıştır. CRM HUG-TR (10,113,114), tarafından çocuklarla yapılan benzer deneylerde kullanılan İngilizce ve Hollanda dilinde CRM veri tabanlarının benzer prosedürleri izlenerek hazırlanmıştır.

Kullanılan testte toplamda 108 CRM ifadesi bulunmaktadır ve bunlar aynı kalıpta olup şu şekildedir: "Küçük kediye [*çağrı kelimesi*] mavi [*renk*] yediyi [*rakam*] göster". Bu cümleler, toplamda iki çağrı kelimesi (kedi ve tavşan), altı farklı renk (pembe, mavi, siyah, beyaz, sarı, yeşil) ve dokuz rakam (1/bir, 2/iki, 3/üç, 4/dört, 5/beş, 6/altı, 7/yedi, 8/sekiz, 9/dokuz) kombinasyonundan oluşmaktadır.

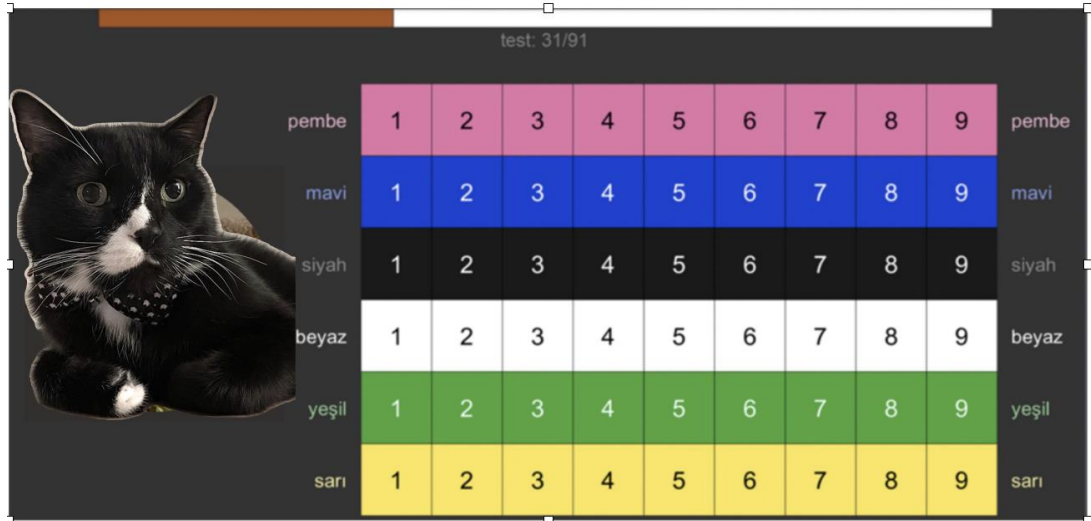
Test cümle ve kelimeler kayıt için tek bir konuşmacının sesi kullanılmıştır. Konuşmacı özellikleri 34 yaşında anadili Türkçe olan ve aksanı bulunmayan, 163 cm boyunda, ortalama F0 değeri 215 Hz) VTL değeri konuşmacının boy uzunluğu temel alınarak 13.5 cm olarak belirlenmiştir. Kayıtlar, Groningen Üniversitesinde *University of Groningen, University Medical Center Groningen de* laboratuvarında yankısız bir kabinde (*anechoic chamber*), MOTU *UltraLite* mk4 18x22 USB ses ara yüzü (MOTU, Inc., Massachusetts, USA) ve NT1-A mikrofon (RØDE, Sidney, Australia) kullanılarak kayıt edilmiştir. Kayıt mikrofonu konuşmacıya yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Toplam üç kayıt, iki ayrı seansta alınmış ve aralarından ses kalitesi, konuşma hızı ve artifaktsız olan kayıt seçilmiştir. Tüm cümleler, 96 kHz örnekleme hızında ve 32 bit çözünürlükte yüksek kalitede kaydedilmiştir. Kayıtlar sırasında düşük frekanslı ortam gürültüsünü sınırlamak amacıyla her cümle Adobe Audition (Adobe Systems, San Jose, California, ABD, 2019) kullanılarak 80 Hz *high pass* filtresi uygulanmıştır. Cümleler ayrı ayrı bütün kayıttan kesilmiş ve *.wav* formatında ayrı kaydedilerek genel yoğunluğu (*intensity*) *root mean square* (rms) uygulanarak eşitlenmiş, 44.1 kHz örnekleme hızında ve 16 bit çözünürlükte yeniden örnekleme yapılmıştır.

Hedef ve maske cümlelerinde farklı çağrı kelimeleri kullanılmıştır. Toplamda 54 hedef cümle "kedi" kelimesiyle başlarken, 54 maske konuşması sadece "tavşan" kelimesini içermektedir. Maske konuşmacısı tek bir kanaldan gelmekte olup, bütün cümle yapısı yerine 150 ms ile 300 ms arasında değişen cümle parçalarını içermektedir. Ancak, hedef ve maske cümlelerinin farklı olması için, maske cümleleri yazılım programında kontrol edilerek seçilmiştir. Her cümle başlangıç ve bitişleri 2 ms'lik bir artış ile dengelenmiştir. Maske cümleleri, hedeften 750 ms önce başlayıp, 250 ms sonra sona ermiştir. Bu manipülasyonların amacı, hangi konuşma akışının hedef olduğunu net bir şekilde belirleyerek dinleyicilerin hedef konuşmaya odaklanmalarına yardımcı olmak ve çağrı işaretleri ile anahtar kelimelerdeki çakışmaları önleyerek olası karışıklıkları engellemektir.

Dinleyicilerin hedef ve maske konuşmalarını birbirinden ayırt ederken, hangi seviyede akustik ses ipuçlarından yararlandıklarını belirlemek amacıyla, hedef ve maske konuşmalarında aynı ve birbirinden farklı F0, VTL veya F0+VTL etkilerini gözlemlemek adına modifikasyonlar yapılmıştır. Hedef konuşmacı her zaman aynı kalırken, maske konuşması, STRAIGHT konuşma manipülasyon yazılımı olan MatLab (MathWorks, Natick, Massachusetts, ABD) programına entegre edilerek teste hazır hale getirilmiştir. Önceki çalışmalar gibi, F0 ve VTL arasındaki farklar, logaritmik ölçek üzerinde semiton (st) olarak belirlenmiştir. Toplamda dört farklı akustik koşul değerlendirilmiştir: (1) hedef ve maske konuşmacılarının aynı ses özelliklerine sahip olduğu, (2) F0'da -12 st fark olduğu, (3) VTL'de +3.8 st fark olduğu, (4) F0 -12 st ve VTL +3.8 st farkın kombinasyonu şeklinde akustik ses farklılıkları yaratılmıştır. Bu semitone değişikliklerinin sonucunda, ortalama F0'nun 215 Hz'den 108 Hz'ye ve tahmini VTL'nin 13.5 cm'den 16.8 cm'ye kadar değiştiği hesaplanmıştır. Hedef ve maske cümleleri farklı sinyal-gürültü oranlarında (*target to masker ratio-TMR*) dinleyicilere sunulmuştur. Toplamda üç farklı TMR tasarlanmıştır. Normal işiten grup için sinyal-gürültü oran (*TMR*) değerleri (-6 dB, 0 dB ve +6 dB), çalışma grubu Kİ ve bimodal kullanıcılar için TMR değerleri (0 dB, +6 dB ve +12 dB) olmak üzere toplamda üç farklı sinyal-gürültü oranında (*TMR*) sunulmuştur. Hedef ve maske konuşma uyarıları birleştirildikten sonra, 65 dB SPL seviyesinde sunulmuştur.

Prosedür

Tüm katılımcılar için test deneme seansı ile başlamıştır ve katılımcıların testi anladıklarına emin olduktan ve deneme testini tamamladıktan sonra 91 cümleden oluşan ve puanlanan test fazına geçilmiştir. Hedef cümleler, üç farklı sinyal-gürültü oranında ve dört farklı akustik ses farklılığı kombinasyonu (Aynı, $\Delta F0$, ΔVTL , $\Delta F0+VTL$) ile birlikte kontrol koşulu olan arka plan gürültüsü olmayan yedi cümleyi içermektedir. Katılımcılar, maske konuşmasından saniyeler sonra başlayan hedef konuşmayı dinlemeleri ve arka plan konuşmasına mümkün olduğunca dikkat vermemeleri konusunda yönlendirilmiştir. Hedef konuşmacının belirttiği renk ve rakam kombinasyonuna karşılık gelen kutuya dokunmatik bilgisayar ekranına dokunarak veya bilgisayar faresi ile seçim yapabilecekleri anlatılmıştır (Şekil 3.4). Her yanıtın ardından otomatik olarak bir sonraki uyarana geçilmiştir. Test süresince katılımcılara herhangi görsel veya sözel bir geri bildirim sağlanmamıştır. Eğer isterlerse katılımcılara belli aralıklarda dinlenmeleri için zaman tanınmıştır. Toplam test süresi 20-25 dakika arasında sürmüştür.



Şekil 3.4. CRM HUG TR test ara yüzü.

3.3. Çalışma Düzeni

Bu tez çalışması kapsamında kullanılan iki test katılımcılar ile aynı gün tek seansta tamamlanmıştır. Tekrar test (*re-test*) planlanan bimodal katılımcılar, öğrenme

etkisini azaltmak amacı ile ileri bir tarihte aynı testleri aynı sıra ve düzenekte tekrar tamamlamışlardır ve sonuçları ayrıca kaydedilmiştir.

Tüm katılımcılar için testi uygun bir lokasyon ve mümkün olduğunca sessiz bir odada gerçekleştirmek amaçlanmıştır. Normal işiten çocuklar ve yetişkinler Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Kliniği'nde testi tamamlamışlardır. Kİ ve bimodal katılımcılar Hacettepe Üniversitesi'nde ses geçirmez kabinde veya rehabilitasyon merkezi içerisindeki en sessiz odada testi tamamlamışlardır.

Normal işiten katılımcılar için işitme taraması AS608B taşınabilir tarama odyometresi (*Interacoustics, Middelfart, Danimarka*) ve RadioEar DD45 kulaklıklar (*RadioEar, Middelfart, Danimarka*) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ses ipucu ayırt etme ve arka plan gürültüsünde konuşmayı anlama testleri için Matlab programı aracılığı ile özel bir arayüz (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4) kullanılmış ve taşınabilir bir dokunmatik bilgisayar (*Yoga, Lenovo, Pekin, Çin*) ile testler yapılmıştır. Normal işiten tüm çocuklar ve yetişkinler kulaklıklarla (*HD 380 Pro, Sennheiser, Wedemark, Almanya*), unilateral Kİ kullanıcıları ve bimodal kullanıcılar ise hoparlör ile test edilmiştir (*Z200, Logitech, Apples, İsviçre*). Hoparlörler, bilgisayarın sağ ve sol yanında katılımcıya yaklaşık 70 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Veri toplamadan önce kulaklık ve hoparlörler KEMAR (*45BB KEMAR Head and Torso, G.R.A.S. Sound & Vibration A/S, Holte, Danimarka*) kalibrasyon sistemi ve Svantek ses ölçer (*Svantek, SVAN 979, Warsaw, Poland*) kullanarak *University of Groningen, UMCG* kullanıcılar günlük/normal programlarında cihazlarını kullanmışlardır ve test sırasında ayarlarını değiştirmemeleri konusunda yönlendirilmişlerdir. Testler hem kulaklık hem de hoparlörden 65 dB SPL de sunulmuştur.

3.4. Veri Analizi

İlk test ses ipuçları hassasiyet oranları için, F0 ve VTL JND'leri analiz edilerek farklı araştırma sorularını yanıtlamak için çeşitli modeller kullanılmıştır. Kİ ve bimodal kullanan çocuk ve yetişkinlerin F0 ve VTL ipuçları eşik ortalamaları ve normal işiten çocuk ve yetişkinlere kıyasla nasıl geliştiği incelenmiştir. İlk olarak, her bir işitme grubunun kendi içerisinde çocuk ve yetişkin gruplarının ortalama JND eşikleri analiz edilmiştir. Bu teste göre normal işiten kontrol grubu ve Kİ ve bimodal grup farklılıkları değerlendirilmiş ve gruplar arası JND'ler karşılaştırılmıştır. İkinci

analizde üç işitme grubunun gelişimsel karşılaştırılması yapılmıştır. Daha spesifik olarak bu analiz, grup etkisine ek olarak hem gruplar içinde hem de birbirleriyle karşılaştırmalı olarak yaşla birlikte ortaya çıkan gelişimsel etkileri içermektedir. Bu analiz için mgcv (v.1.8.42), itsadug (v.2.4.1) ve gratia (v.0.8) kullanarak özellikle normal işiten, Kİ ve bimodal kullanıcılara yönelik Genelleştirilmiş Toplamsal Modeller *Generalized Additive Models* (GAM'ler) uygulanmıştır. GAM' analizi ile, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri modellenilebilmektedir. Özellikle yaşın etkisini incelemek için uygundur. Her grup için JND'lerin gelişimini yaşın bir fonksiyonu olarak incelemek için aşağıdaki modeli kullanılmıştır; $\log(JND) \sim Grup + s(Yaş, by=Grup)$.

Üçüncü olarak üç işitme grubunda bütün katılımcıların bireysel verilerine yönelik bir analize yer verilmiştir. Daha spesifik olarak, bireysel JND değerlerinin, normal işiten katılımcıların JND değerleriyle karşılaştırıldığında nasıl olduğu analiz edilmiştir. Kİ ve bimodal çocuk ve yetişkinlerin JND değerlerinin bu dağılım içinde nereye düşeceğini gözlemlemek için normal işiten çocuk ve yetişkinlerin F0 ve VTL JND'lerinin dağılımı kullanılmıştır. Burada, Babaoğlu ve ark. (13) ve Nagels ve ark. (115) yaklaşımına benzer analizler uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizler R kullanarak (versiyon 4.2.3, R Core Team, 2020) yapılmıştır. P değerinin 0.05'ten küçük olması uygulanan modellerde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

CRM test analizi için katılımcıların yanıtlarının doğruluk skorları farklı sinyal gürültü oranları ve farklı ses ipuçlarının dağılımına göre normal işiten grup ile karşılaştırılarak hazırlanmıştır. Doğruluk skorları belirlenirken katılımcıların testte her iki koşulu doğru olarak işaretlemesi doğru renk ve rakam kombinasyonu 1 puan olarak değerlendirilirken, diğer seçenekler için 0 puan hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre doğruluk skor hesaplaması 91 cümle ve test sorusu için (0-1) temel alınarak raporlanmıştır. Katılımcılar renk ve rakamı bildiklerinde 1 puan almışlardır katılımcıların sadece renk veya rakamı doğru yanıtlaması durumunda katılımcılar 0 puan almışlardır ve bu doğruluk skorları hesaplanmıştır. İlk olarak, normal işiten ve Kİ ve bimodal kullanıcıların toplam performansı her dinleme koşulu için görsel olarak karşılaştırılmış ardından, her üç grubun performansı sinyal gürültü oranına göre incelenmiş ve istatistiksel analiz için GAM olarak bilinen bir tür çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. Her grup için ayrı ayrı yaşa bağlı gelişimi ve doğruluk skorarı

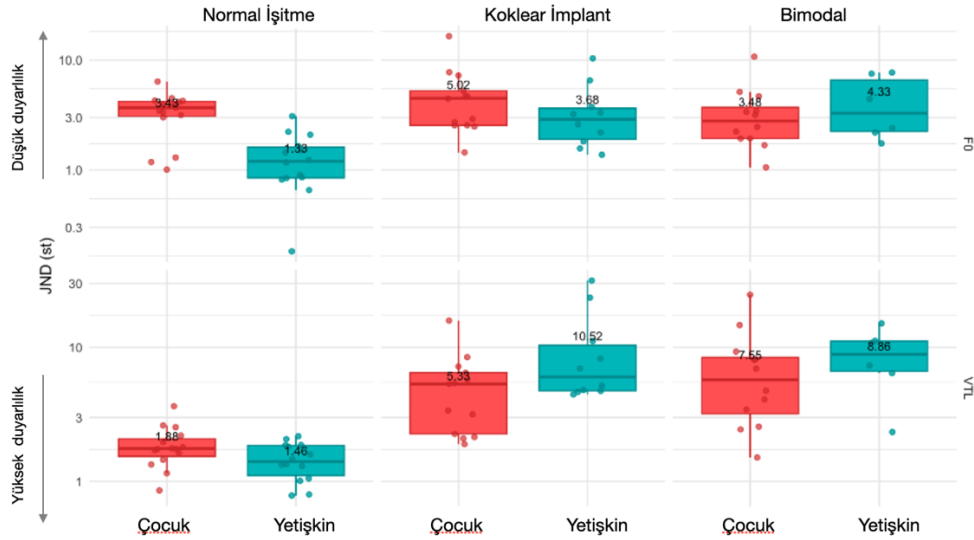
için; $Skor \sim TMR * ses\ farkı + s(Yaş, by=TMR * ses\ farkı)$ modeli kullanılmıştır. Grafikler R programında (R Core Team, 2023), ggplot2 (v.3.4.3) paketi kullanılarak oluşturulmuştur. Bu uygulama için mgcv (v.1.8.42), itsadug (v.2.4.1), ve gratia (v.0.8.1) paketleri kullanılmıştır. Her bir grup için GAM modeline kübik regresyon uygulanmış, k parametresi 3'e ayarlanmış ve tüm modelleme sınırlı maksimum olabilirlik metoduna (*restricted maximum likelihood method (REML)*) göre yapılmıştır. Uygulanan modellerde p değerinin 0.05'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Test 1: Ses İpuçlarını Ayırt Etme

4.1.1. Çocuk ve Yetişkin Grup Sonuçları



Şekil 4.1. Katılımcıların ortalama JND değerleri Katılımcıların çocuk (10-18 yaş) ve yetişkin (18.1-30 yaş) gruplar oluşturularak normal işiten bireyler, tek taraflı koklear implant kullanıcıları ve bimodal kullanıcılar için F0 (üst panel) ve VTL (alt panel) JND değerlerini göstermektedir. Noktalar bireysel değerleri gösterirken, kutu grafikleri grup değerlerini ve median JND değerlerini göstermektedir.

Farklı işitme koşullarında ortalama eşik değerlerini araştırmak için bir *Analysis of variance*- ANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. Bu istatistiksel yöntem özellikle F0 ve VTL'e odaklanarak, ses ipuçlarına yönelik ortalama eşiklerdeki farklılıkların analizi için kullanılmıştır. Normal işiten çocuk ve yetişkinlerin F0 ve VTL JND ortalama değerleri Kİ ve bimodal gruplarındaki akranlarıyla kıyaslanınca düşük olduğu (yüksek hassasiyet) görülmektedir. Normal işiten çocukların F0 değerleri normal işiten yetişkinlere göre daha yüksek, VTL ortalama değerleri ise yetişkin ve çocuk grubu için yakın çıkmıştır.

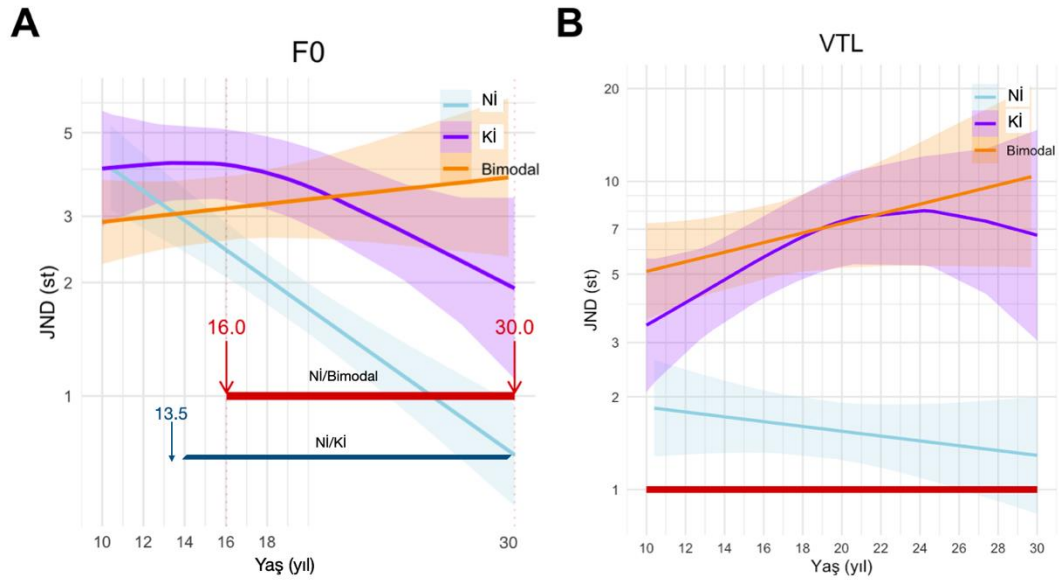
Kİ ve bimodal işitme gruplarında ise çocuklar ve yetişkinler ortalama değerleri kıyaslanmıştır. F0 JND değerleri için çocuklar arasındaki Kİ ve bimodal işitme koşullarındaki iki grubun ortalama eşikleri arasında anlamlı bir fark olduğunu ortaya çıkarmıştır ($p < 0,05$). Bimodal kullanan çocukların F0 JND ortalaması (3.48 st), tek

tarafli Kİ kullanan çocuklara (5.02 st) kıyasla daha düşük yani yüksek duyarlı olduklarını göstermektedir. F0 JND Yetişkin Kİ ve bimodal işitme koşullarında ortalama eşikler (sırasıyla 4.33 st, 3.68 st) arasında anlamlı bir fark göstermektedir ($p < 0,05$), fakat Kİ çocuklardan farklı olarak Kİ kullanıcı yetişkinlerin F0 JND lerinin bimodal kullanan yetişkinlerden daha düşük olduğu (yüksek hassasiyet) görülmektedir.

VTL ortalama JND değerleri hem Kİ hem de bimodal işitme koşullarındaki çocukların incelendiğinde, iki grup arasında ortalama eşiklerde anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Tek tarafli Kİ kullanıcı çocukların VTL JND ortalamaları daha düşük (5.33 st), bimodal kullanan çocukların daha yüksek JND ortalaması (7.55 st) olduğu hesaplanmıştır. Yetişkinlerin Kİ ve bimodal işitme koşullarındaki VTL JND ortalamaları ise bimodal durumda daha düşük çıkmış (8.08 st) ve Kİ grup ortalamaları ile (10.52 st) anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$).

4.1.2. Yaş Bağı Gelişimsel Etkiler

Koklear implant, bimodal kullanıcılar ve normal işiten grupları karşılaştırmaya yönelik GAM analizinin sonuçları, sırasıyla F0 (A) ve VTL (B) için Şekil 4.2 sağ ve sol panellerde sunulmaktadır. Bu GAM analizi ile yaşın JND'ler üzerindeki etkisi, her bir grup içinde ve ayrıca grupların birbirinden farklı olduğu yaşlar açısından değerlendirilmiştir. GAM analizine göre her üç grup için yaş ve JND arasındaki ilişki incelenmiş ve aynı zamanda hangi yaşlarda farklılaşmalar olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 4.2. İşitme grupları ve ses ipuçları gelişimsel analizi Koklear implant (Kİ), bimodal ve normal işiten (Nİ) katılımcılar için yaşın bir fonksiyonu olarak gösterilen JND değerlerinin GAM analizi ile gelişim modellerinin grup karşılaştırması. F0 ve VTL JND'ler sırasıyla A ve B panellerinde gösterilmektedir. Koyu (mor) çizgi koklear implant, koyu sarı çizgi bimodal ve koyu mavi çizgi normal işiten katılımcıların yaşın bir fonksiyonu olarak tahmini JND'lerini temsil eder. Gölge alanlar %95 güven aralıklarını temsil eder. X eksenindeki kalın (kırmızı) çizgi, gruplar arasındaki JND'lerdeki tahmini farkların olduğu yaş aralığını gösterir; bu da anlamlı bir grup farklılığına işaret eder. Y ekseninde JND değerleri st olarak ifade edilmiştir.

GAM analizi ile her işitme grubu için yaşa bağlı gelişimsel etkiler, işitme koşulları ve F0 ve VTL JND ler arasındaki ilişki incelenmiştir. Parametrik katsayılar, kesme noktalarının (*intercept*) sıfırdan anlamlı derecede farklı olduğunu göstermiştir (Std. Hata = 0.07, t değeri = 9.5, $p < 0.05$). Kİ ve bimodal grupların normal işiten gruba kıyasla anlamlı farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Kİ ve normal işiten grup arasında (Std. Hata = 0.11, t değeri = 4.32, $p < 0.05$) ve bimodal ile normal işiten grup arasında (Std. Hata = 0.13, t değeri = 3.23, $p < 0.05$) anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Yaşın gelişimsel etkisi incelendiğinde, normal işiten koşulunda yaş ve F0 arasında anlamlı güçlü bir ilişki olduğu gözlemlendi ((Hata serbestlik derecesi, *Error degrees of freedom*) $edf = 1.00$, $F = 50.59$, $p < 0.05$), bu da F0'nun yaşa bağlı gelişimini göstermektedir. Kİ kullanan çocuklar içinde gelişimsel bir etki normal işiten çocuklar kadar güçlü olmasa da potansiyel doğrusal olmayan ilişkiyi işaret etmektedir

(edf = 1.87, F = 3.06, p = 0.0509). Ancak, bimodal koşulunda yaş ve F0 değerleri arasında grup olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (edf = 1.00, F = 0.74, p = 0.39). F0 JND değerleri, Kİ ile normal işiten grup arasında 13.5 yaşına kadar belirgin anlamlı bir farklılık göstermemekte, ancak 13.5 yaşından sonra anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Bimodal ile normal işiten grup arasında ise 16.0 yaşına kadar anlamlı bir farklılık gözlemlenmezken, 16.0 yaşından sonra anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

VTL hassasiyetinin üç farklı işitme grubu arasındaki yaşa bağlı etkisi incelendiğinde, normal işiten grubunda anlamlı bir etki gözlenmemiştir (p > 0.05). Koklear implant kullanan grupta, VTL hassasiyetinde anlamlı bir fark gözlenmemektedir (p = 0,06), ancak yaşa bağlı değişikliklere yönelik potansiyel bir eğilim bulunmaktadır. Benzer şekilde, bimodal grupta da anlamlı olmayan bir eğilim gözlenmiştir (p = 0.11).

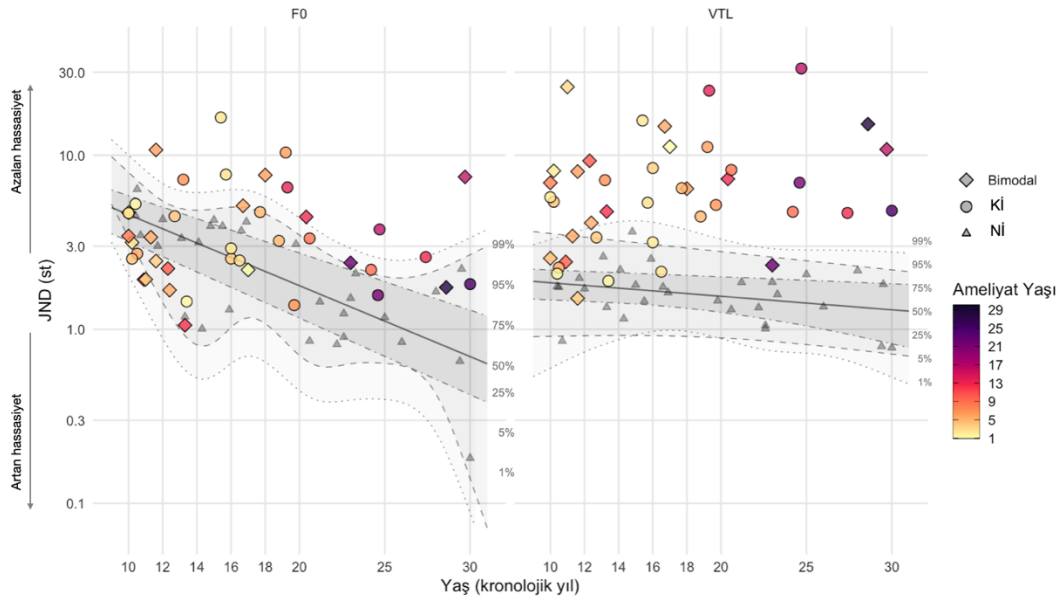
Normal işiten grup yaş ve F0 JND gelişimi anlamlı bir etki göstermiştir (p < 0.001), bu da F0 algısında yaşa bağlı değişiklikler olduğunu göstermektedir. Ancak, Kİ (p = 0,212) ve bimodal gruplarında (p = 0,555) yaşa bağlı anlamlı bir etki gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, normal işiten grubunda F0 hassasiyetinin gelişiminde yaşın önemli bir rol oynadığını, ancak bu ilişkinin Kİ ve bimodal gruplarda o kadar belirgin olmadığını göstermektedir. Sonuçlar hem Kİ hem de bimodal koşulların normal işiten gruba kıyasla yüksek VTL değerlerine sahip olduğunu, Kİ ve bimodal gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını, yaş ve VTL hassasiyet etkisinin gelişiminin her iki işitme koşulunda da benzer olduğunu göstermektedir.

4.1.3. Bireysel Analiz ve Kİ Yaşı

Bu analizde, normal işiten katılımcıların bireysel JND'lerinin kronolojik yaşlarına göre tahmin edilerek hazırlanmıştır (Şekil 4.3). Bu analiz, her işitme grubunun JND verilerini, normal işitenlerin tahmini JND dağılımıyla karşılaştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla, Kİ kullanıcılarına ait JND ölçümleri (renkli daireler), bimodal kullanıcıların JND ölçümleri (renkli elmaslar), normal işiten katılımcıların JND'leri (gri üçgenler) ve buna karşılık gelen tahmini JND dağılımı (gri alan) üst üste gösterilmiştir. Kİ ve bimodal grupların JND'lerinin renk kodları, Kİ ameliyat yaşını temsil etmektedir (bkz. Şekil 4.3).

Kİ ve bimodal kullanıcıların bireysel JND'lerini normal işiten katılımcıların tahminleriyle karşılaştırırken, Kİ ve bimodal grup çocuklarının F0 JND'lerinin normal işiten katılımcıların JND'leri ile büyük ölçüde örtüştüğü görsel olarak gözlemlenmektedir. Ayrıca, yukarıda bildirilen GAM analizleri doğrultusunda normal işiten çocuklarda F0 için görsel olarak gelişimsel yaş etkisi gözlemlenmektedir. Bunun tersine, Kİ ve bimodal grupların bireysel VTL JND'leri normal işiten katılımcılar ile daha az örtüşmektedir. Kİ ve bimodal grupların bireysel VTL JND'leri çoğunluğu normal işiten çocukların ortalama JND değerlerinin üzerinde olduğu (daha düşük hassasiyet) gözlemlenmektedir, ancak 10-18 yaş grubunda daha fazla katılımcının normal işiten akranları ile örtüştüğü fakat yetişkinlerin hepsinin JND değerinin yüksek olduğu (daha düşük hassasiyet) gözlemlenmektedir.

Kİ ve bimodal grupların implant yaşları ile renklendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeye göre, Kİ ve bimodal gruplarda daha erken implantasyon olan bireylerin daha düşük F0 eşikleri sergileme eğilimi olduğu ve F0 ipuçlarına karşı potansiyel olarak daha iyi hassasiyet hatta normal işiten akranları ile örtüşen değerleri olduğu gözlemlenmektedir. Ancak bu korelasyonun geleneksel 0.05 anlamlılık düzeyinde ($r = -0.21$, $p = 0.056$) istatistiksel olarak sınırda olsa ve anlamlı olmasa da ipucu vermektedir. İmplant yaşı ve VTL değerleri arasındaki korelasyon değerine baktığımızda ise, implant yaşı arttıkça JND değerlerinin de yükseldiği ve aralarında anlamlı bir ilişki olduğu gösterilmektedir ($r = 0.25$, $p = 0.02$). Bu pozitif korelasyon, ilerleyen implant yaşı ile hassasiyetin azaldığını göstermektedir.

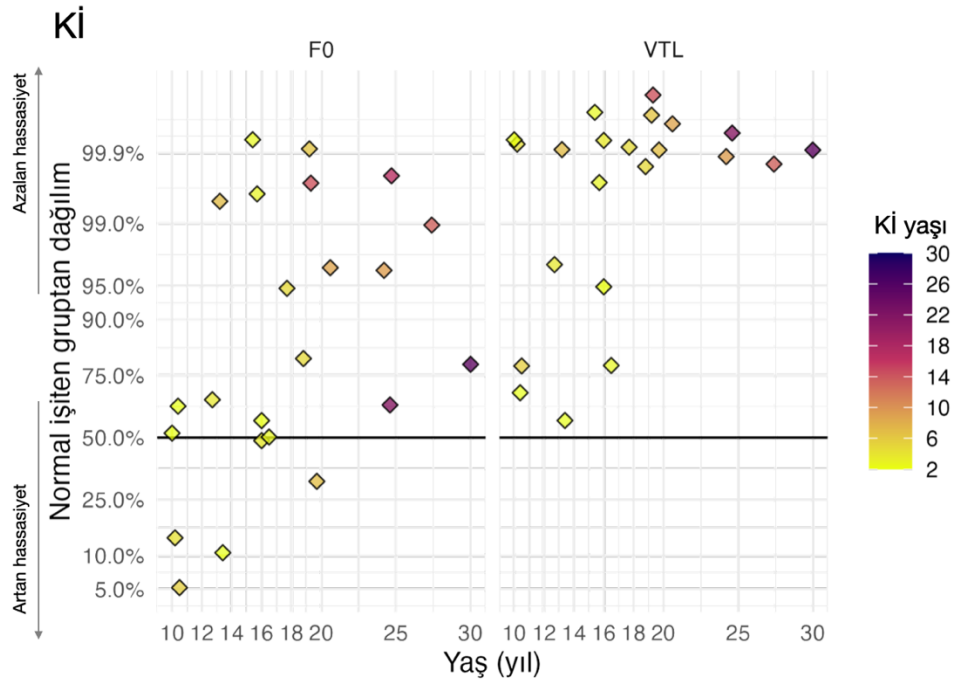


Şekil 4.3. F0 ve VTL JND değerleri bireysel analizi Normal işiten çocuklar ve yetişkinler (Nİ, gri üçgenler, N=29) ve koklear implant kullanıcıları (Kİ renkli daireler, N=23) ve bimodal kullanıcılar için için gösterilen (Bimodal renkli elmaslar, N=19) F0 (sol) ve VTL (sağ) için JND'ler. Düz çizgiler medyanı (50. yüzdilik dilim) temsil eder ve kesikli ve noktali çizgiler ve gölgeli alanlar, Nİ çocukları ve yetişkinlerin yüzdelik quantile regresyon analizine dayalı olarak tahmin edilen 1., 5., 25., 75., 95. ve 99. yüzdelik dilimleri göstermektedir. İmplant ameliyatı yaşına göre renklendirme yapılmıştır.

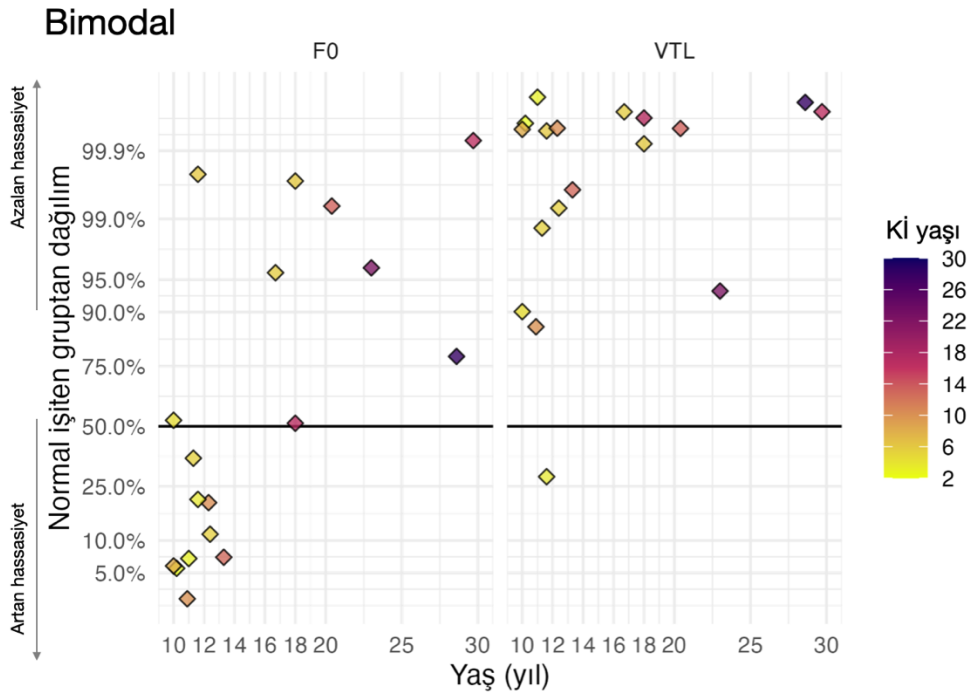
Kİ ve bimodal grubunun normal işitme dağılımından ne dereceye kadar saptığını daha iyi görselleştirmek için koklear implant F0 ve VTL JND'lerini normal işitme dağılımının (bkz. Şekil 4.4) ve bimodal grubun (bkz. Şekil 4.5) yüzdelikleri olarak görselleştirilmiştir. Şekil 4.5'te, görsel inceleme, bimodal F0 JND'lerin, Kİ katılımcılarının F0 JND'leri ile normal işiten katılımcıların JND'lerinden daha fazla örtüştüğünü göstermektedir.

F0 için, beş Kİ katılımcısından JND'leri medyanın altında (50. yüzdilik dilim) ve 18 katılımcı ise 50. yüzdilik dilimin üzerindedir. VTL için bütün katılımcılar medyanın üstündedir (50. yüzdilik dilim). Bimodal işitme koşulunda F0 için, 9 kullanıcının JND'leri medyanın altında (50. yüzdilik dilim), ve 6 kullanıcının ise 95. yüzdelik dilimin üzerinde olduğu gözlemlenmektedir. VTL için sadece bir çocuk kullanıcı medyanın altında (50. yüzdilik dilim) ve diğer kullanıcılar medyanın üstünde

olduğu gözlemlenmektedir. Yapılan bu görsel inceleme doğrultusunda VTL için, bir bimodal kullanıcının JND'lerinin 95. yüzdelik dilimin üzerinde olması, F0 JND'lerde gözlemlenenden daha az bir örtüşmeyi ve çoğu bimodal kullanıcının normal işiten akranlarından daha büyük VTL JND'leri gösterdiğini göstermektedir.



Sekil 4.4. Kİ kullanıcıların normal işiten gruptan dağılımı Koklear implant kullanıcı çocuk ve yetişkinlerin (N=23) bireysel JND'leri, F0 (sol panel) ve VTL (sağ panel) için normal işiten gruptan elde edilen verilerin yüzdelik dağılımları gösterilmiştir. Renkli elmaslar, koklear implant kullanıcısının bireysel JND'lerini gösterir renklendirme implantasyon yaşına göre yapılmıştır.

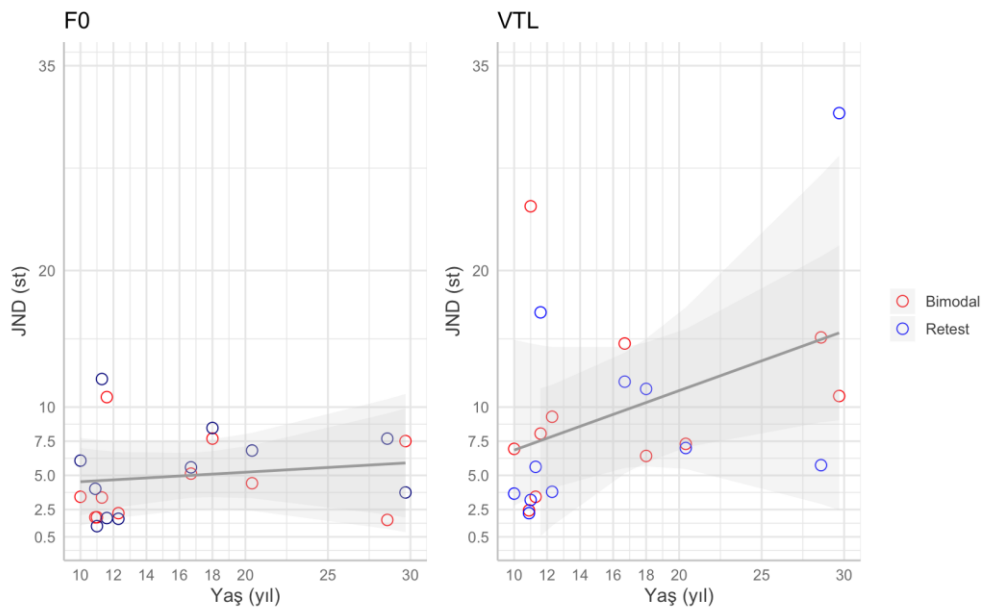


Sekil 4.5. Bimodal kullanıcıların normal işiten gruptan dağılımı Bimodal kullanıcı çocuk ve yetişkinlerin (N=18) bireysel JND'leri, F0 (sol panel) ve VTL (sağ panel) için normal işiten gruptan elde edilen verilerin yüzdelik dağılımları gösterilmiştir. Renkli elmaslar, koklear implant kullanıcılarının bireysel JND lerini gösterir renklendirme implantasyon yaşına göre yapılmıştır.

4.1.4. Bimodal Kullanıcılar ve Tekrar Test Koşulu

F0 ve VTL hassasiyeti üzerindeki yaş ve işitme durumu gibi faktörlerin etkisini değerlendirmek için lineer regresyon modelleri ve ANOVA analizleri yapılmıştır. Bu analizler, katılımcıların bimodal ve sadece koklear implant koşullarında elde ettikleri eşik değerlerini karşılaştırmak için gerçekleştirilmiştir. Lineer regresyon modelleri, bağımlı değişkenler olan F0 ve VTL eşiklerini, yaş ve işitme durumu gibi bağımsız değişkenlerle ilişkilendirir. ANOVA analizleri ise gruplar arasındaki varyansın farklılıklarını inceleyerek bu grupların eşik değerleri üzerindeki etkilerini değerlendirir. Örneğin, yaş ve işitme durumu arasındaki etkileşimin F0 ve VTL eşikleri üzerindeki etkisini belirlemek için bir etkileşim terimi eklenmiştir. Katılımcıların F0 ve VTL hassasiyetini hem bimodal hem de sadece koklear implant ile tamamladıkları test sonuçlarını kıyaslamak amacıyla; $lm(\text{eşik} \sim \text{yaş} * \text{işitme}, F0 \text{ ve } VTL)$ formülü ile hesaplanmıştır (Sekil 4.6).

F0 hassasiyetinin analizinde, doğrusal regresyon modeli, yaşın (Tahmini = 0,06, Std. Hata = 0,14, $t = 0,42$, $p > 0,05$) veya yeniden test edilen işitme durumunun (Tahmini = 0,57, Std. Hata = 3,61, $t = 0,16$, $p > 0,05$) etkisini anlamlı göstermemiştir. Ek olarak, yaş ile yeniden test işitme durumu arasındaki etkileşim anlamlı değildir (Tahmini = 0,01, Std. Hata = 0,20, $t = 0,082$, $p > 0,05$). VTL hassasiyeti için doğrusal regresyon modeli, yaşın (Tahmini = 0,16, Std. Hata = 0,31, $t = 0,542$, $p > 0,05$) veya yeniden test edilen işitme durumunun (Tahmini = -9,37, Std. Hata = 7,75, $t = -1,21$, $p > 0,05$) önemli ana etkilerini göstermemiştir. Yaş ile yeniden test işitme durumu arasındaki etkileşim de anlamlı bulunmamıştır (Tahmini = 0,53, Std. Hata = 0,43, $t = 1,23$, $p > 0,05$). F0 hassasiyetine ilişkin ANOVA sonuçları, ne yaşın ($p > 0,05$), ne yeniden test edilen işitme durumunun ($p > 0,05$) ne de etkileşimlerinin ($p > 0,05$) anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir.

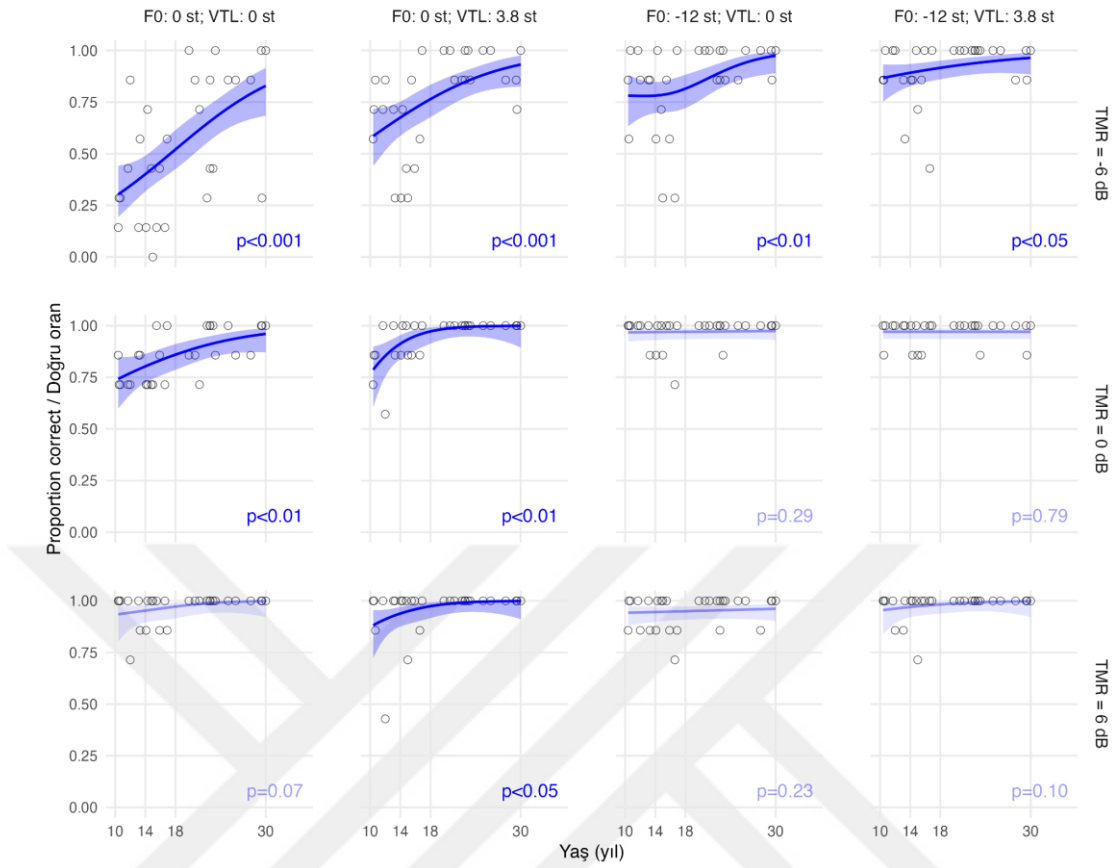


Sekil 4.6. Tekrar test kapsamında değerlendirilen katılımcıların F0 ve VTL JND İki koşulda aynı testleri tamamlayan (N=11) katılımcıların ilk ve ikinci test sonuçlarının görsel olarak karşılaştırılması. Kırmızı yuvarlaklar Bimodal (işitme cihazı ve koklear implant) ile test sonuçlarını, mavi yuvarlaklar sadece koklear implant ile yapılan test sonuçlarını göstermektedir.

4.2. Test 2: Arka Plan Tek Konuşmacılı Maske Gürültüsünde Hedef Konuşmayı Anlama Performans Skorları

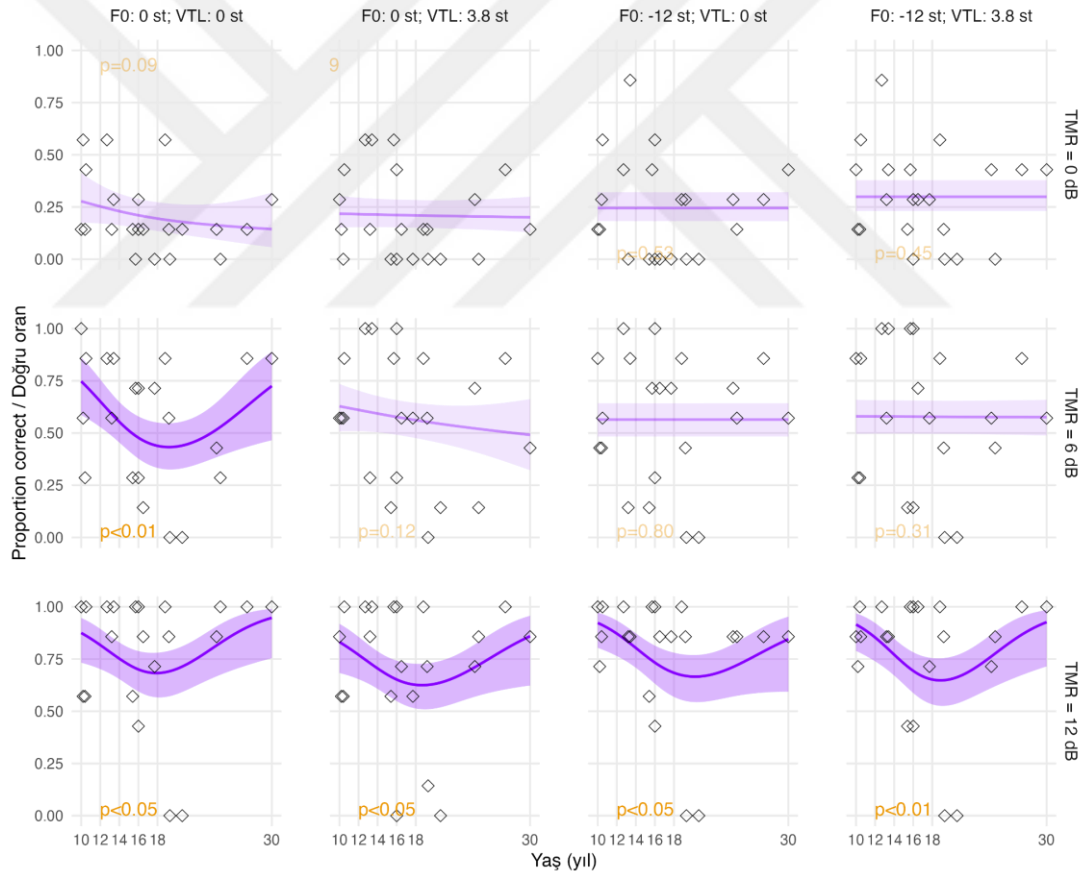
Tüm katılımcılar ve tüm koşullar için grup başına genel performansları incelenmiştir. Bireysel doğruluk puanları, normal işiten çocuklar ve yetişkinler için Şekil 4.7.'de, Kİ çocuklar ve yetişkinler için Şekil 4.8.'de, bimodal çocuklar ve yetişkinler için Şekil 4.9.'da ve tekrar test edilen bireyler için 4.10.'da gösterilmiştir. Her bir işitme grubu için bütün katılımcıların bireysel performansı sinyal gürültü oranı ve akustik ses farklılıkları yaşa göre görsel olarak incelenmiştir. Arka plan tek konuşmacılı maske gürültüsünde, hedef konuşmayı anlama skorları doğruluk yüzdesi olarak hesaplanmış ve grafikte doğruluk oranı (0-1) olarak belirtilmiştir. Her şekilde, yukarıdan aşağıya doğru paneller artan TMR'lere (Normal işitenler için -6, 0, +6 dB ve işitme kayıplı gruplar için 0, +6, 12 dB) ilişkin puanları ve soldan sağa paneller ses ipucu farkının olmadığı durumdan VTL, F0 ve VTL+F0'a farkları olan puanları göstermektedir. Ses koşuluna göre her TMR için, yani her panelde, tahmini ortalama doğruluk puanlarını yaşın bir fonksiyonu olarak yüzde doğru olarak gösteren GAM analizi kalın renkli çizgilerle sunulmuştur.

Şekil 4.7. normal işiten bireylerin arka plan (maske) konuşması varlığında hedef konuşmayı anlamada bireysel performanslarının görsel olarak incelenmesini göstermektedir. Her bir analiz için yaş ve gürültüde konuşmayı anlama skorları analiz edilerek p değerleri belirtilmiştir. Buna göre normal işiten 10-30 yaş arası bireyler için TMR = -6 dB, F0: 0 st; VTL: 0 st koşulunda yaş ile anlamlı gelişimsel bir etkileşim gözlemlenmiştir (Ki-kare= 23.10, $p < 0.001$). Bununla birlikte normal işiten bireyler için farklı F0 ve VTL koşullarında da gelişimsel etki göstermiştir. Benzer anlamlı etkiler TMR 0 dB, F0 0 st, VTL 0 st (Ki-kare= 8,37, $p < 0,01$) ve TMR 0 dB, F0 0 st, VTL 3,8 st (Ki-kare= 13,90, $p < 0,01$) için de gözlemlenmiştir.



Şekil 4.7. Normal İşiten Bireylerin Arka Plan Konuşma Gürültüsünde Hedef Konuşmayı Anlama Performans Skorları

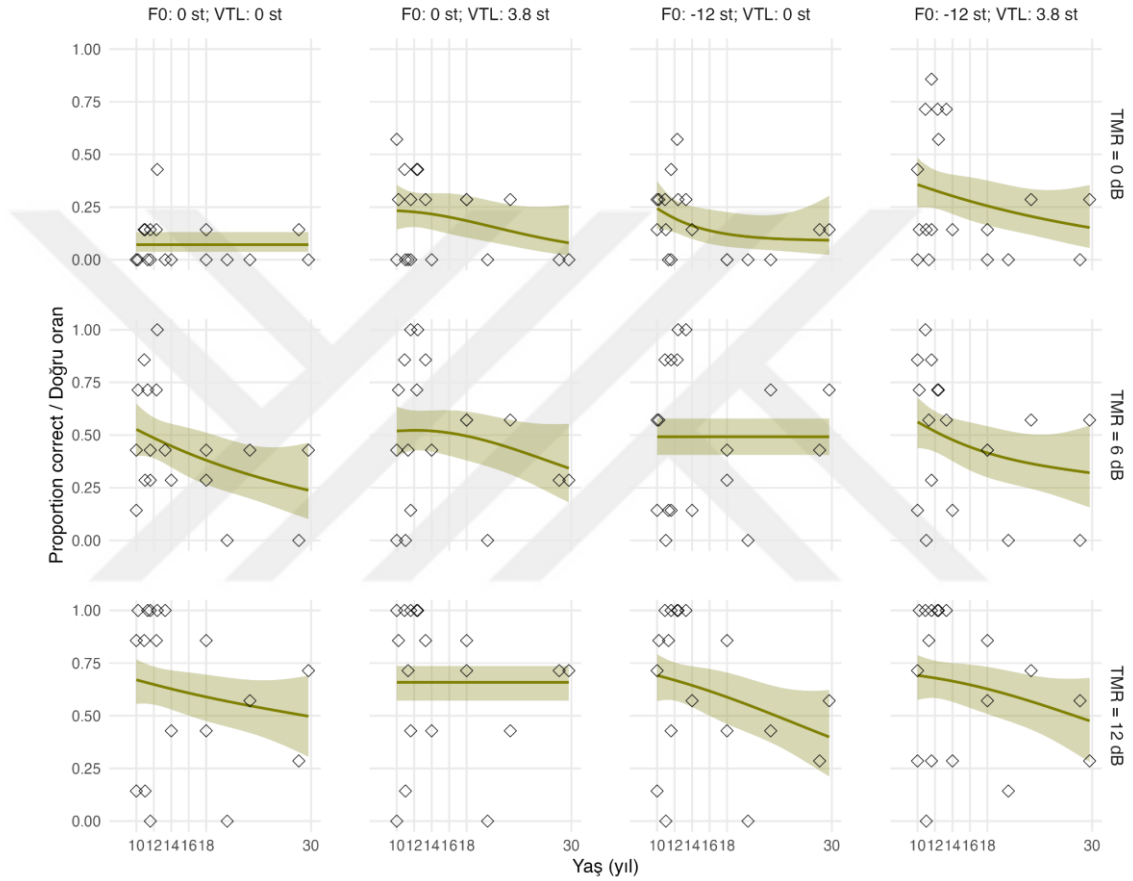
Tek taraflı Kİ kullanıcıların farklı gürültü, F0 ve VTL ses manipulasyonları analiz edilmiştir. F0'da TMR = 0 dB için: 0 st; VTL: 0, yaş ve ses ipuçlarının etkileşim etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Ki-kare= 0,86, $p = 0,09$). Ancak aynı durumda TMR = 12 dB için anlamlı bir etkileşim etkisi gözlemlenmiştir (Ki-kare= 1,76, $p < 0,05$), bu da daha yüksek TMR düzeylerinde konuşmayı anlamada yaşa bağlı gelişimde desteklendiğini ve sinyal gürültü oranının önemli katkısını göstermiştir. Ayrıca TMR = 6 dB'de F0:0 st; VTL: 0. koşulda, yaş ile konuşma algısı arasında bir ilişki gözlemlenmiştir (Chi-square= 1.79, $p < 0.01$). Yaş ve ses ipuçlarının etkileşiminde P-değeri geleneksel anlamlılığa ulaşmasa da ($p = 0,09$), artan TMR düzeyinde konuşmayı anlamada yaşa bağlı farklılıkları gösteren bir eğilim olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Tek taraflı Kİ kullanan bireylerin arka plan Konuşma Gürültüsünde Hedef Konuşmayı Anlama Performans Skorları

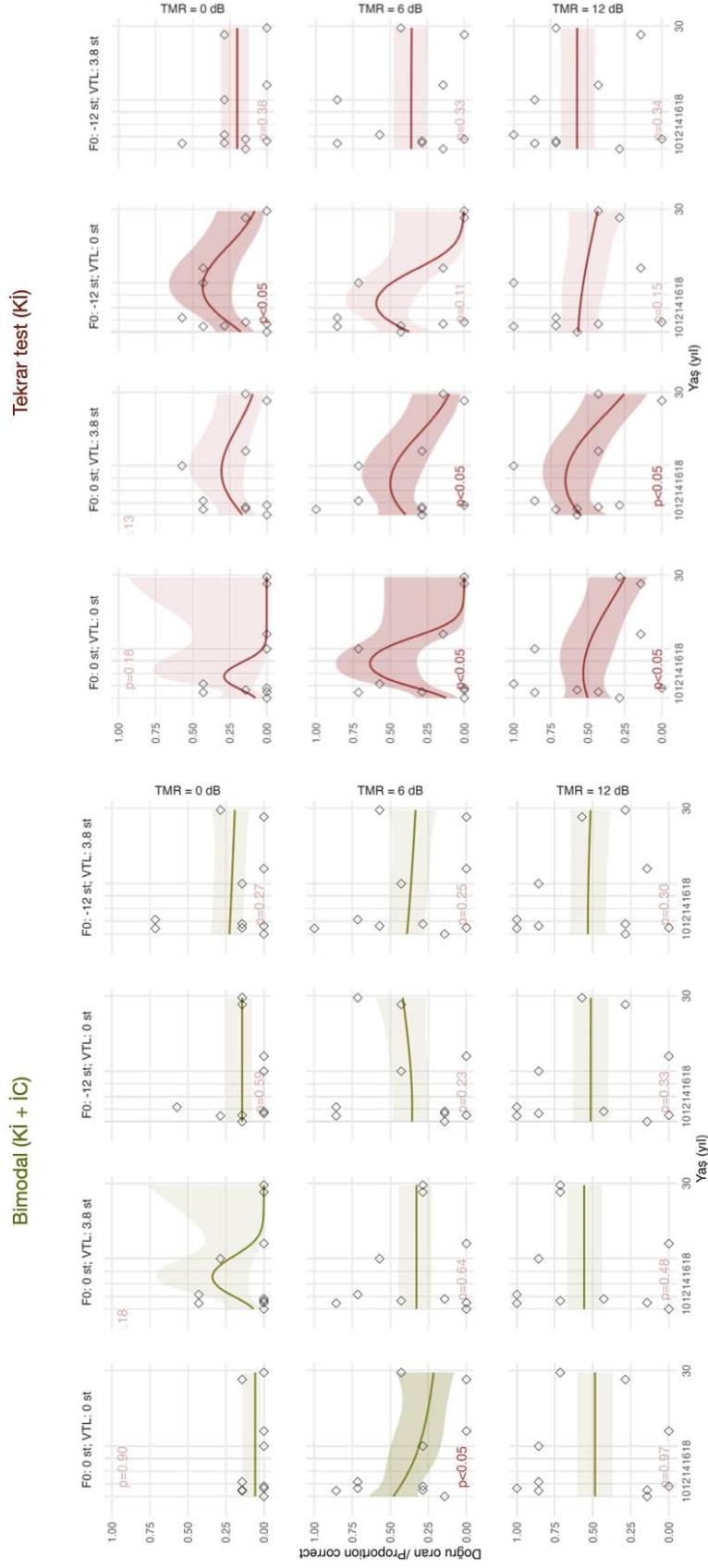
Bimodal kullanıcıları F0: 0 st VTL: 0.; ile TMR = 0 dB koşulunda, yaş ve ses ipuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim etkisi gözlemlenmemiştir

(Ki-kare = 0.0002, $p = 0.75$). Hiçbir TMR veya farklı ses ipuçları durumunda anlamlı bir yaş gelişimi gözlemlenmemiştir. Fakat grup efekti dışında bireysel sonuçlar incelendiğinde çocuk katılımcıların doğruluk skorlarının daha yüksek hatta TMR seviyesi arttıkça skorlarının da anlamlı derecede arttığını ($p < 0.01$), fakat yetişkin katılımcıların doğru skorlarının çocuklara kıyasla daha düşük olduğu, ancak artan TMR seviyesi ile birlikte yükseldiğini göstermektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Bimodal kullanıcıların arka plan Konuşma Gürültüsünde Hedef Konuşmayı Anlama Performans Skorları

Bimodal işitme ve sadece Kİ ile tekrar teste katılan kullanıcılar ($N=10$), değişen TMR ve ses ipuçları koşullarında konuşma algısı skorlarının, genel olarak bireysel değişkenlik gösterdiği bazı bimodal kullanıcıların tek taraflı Kİ koşulunda daha iyi performans skorları olduğu gözlemlenirken fakat grup olarak istatistiksel anlamlığa ulaşmamıştır ($p > 0.05$). Bimodal kullanıcıların tekrar testlerinde yetişkinlerin skorlarının genel olarak çocuklardan daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. Tekrar testleri yapılan kullanıcıların (N=10) arka plan konuşma gürültüsünde hedef konuşmayı anlama performans skorları

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı Kİ ile bimodal kullanıcıların ses ipuçlarını ayırt etme hassasiyetlerini (*JND* oranlarını) ve arka plan tek konuşma gürültüsünde hedef konuşmayı anlama skorlarını normal işiten akranları ile karşılaştırarak araştırmaktır. Bunun yanı sıra, bimodal guptan 11 katılımcı öğrenme etkisini de göz önüne alarak ileriki bir tarihte sadece Kİ ile aynı testleri tamamlamış ve önce/sonra test performansları değerlendirilmiştir. Literatürde daha önce raporlanan çalışmaları da referans alarak gelişimsel aşamaları analiz etmek amacıyla normal işiten, tek taraflı Kİ ve bimodal kullanıcılar çocuk ve yetişkin gruptan seçilmiştir. Katılımcılar Groningen Üniversitesi tarafından geliştirilen ve Hacettepe Üniversitesi ile ortak proje kapsamında Türkçe diline çevrilen test bataryası ile değerlendirilmiştir.

5.1. Ses İpuçlarını Ayırt Etme (*Voice Cue Discrimination*)

Sonuçlarımız, Kİ ve bimodal kullanıcı çocuk ve yetişkinlerin F0 ve VTL JND değerlerinin normal işiten çocuk ve yetişkin grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğunu, hassasiyetlerinin daha az olduğunu göstermektedir. Analizimiz sonucunda bimodal çocukların F0 değerlerinin tek taraflı Kİ çocuk kullanıcılar ile kıyasla daha düşük (yüksek hassasiyet) olduğu ve bimodal kullanıcıların bireysel sonuçları incelendiğinde, F0 JND'leri için daha fazla normal işiten grup ile örtüştüğü gözlemlenmiştir. Erken implant olan Kİ ve bimodal kullanıcıların ve özellikle çocukların sonuçlarının normal işiten akranları ile daha fazla örtüştüğü gözlemlenmiştir. Kİ ve bimodal kullanan yetişkinlerin F0 ortalamaları karşılaştırıldığı zaman Kİ kullanan yetişkinlerin daha düşük JND ortalaması olduğu (yüksek hassasiyet) gözlemlenmiştir. VTL JND sonuçlarında her iki grup da normal işiten çocuklardan daha yüksek seviyelerde çıkmıştır, bu da ses ipuçlarına hassasiyetlerinin daha az olduğunu göstermektedir. Kİ ve bimodal kullanıcılarında VTL JND değerleri kıyaslandığında ise bimodal kullanan çocuklar için bireysel değerlerin daha dağınık ve ortalamanın daha yüksek olduğu (düşük hassasiyet) gözlemlenirken, bimodal yetişkin kullanıcıların VTL değerleri, Kİ yetişkin kullanıcılara kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yetişkin Kİ ve bimodal kullanıcıların, özellikle geç yaşta implant olan katılımcıların JND değerleri genel olarak bimodal ve Kİ çocuk kullanıcılardan yüksek çıkmıştır. Tekrar test kapsamında değerlendirilen bimodal

kullanıcılar için hem yetişkin hem çocuk gruplarda tek taraflı Kİ ve bimodal koşullar kıyaslandığında analizler yaş veya yeniden test edilen işitme durumunun F0 ve VTL hassasiyetleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığını göstermiştir.

Genel olarak, işitme kaybı olan bireylerin, işitme cihazı, Kİ veya bimodal kullanıcıları da dahil olmak üzere, daha yüksek JND değerleri olduğu daha önce literatürde yapılan sonuçlar ile uyumludur. Koklear implant kullanan çocuklarla yapılan bir diğer çalışmada prelingual dönemde implant olan çocukların pitch diskriminasyon testlerinde normal işiten akranlarına kıyasla daha yüksek JND'leri olduğu elde edilen bulgularla örtüşmektedir (44,116). Aynı test bataryası ve yöntem kullanılarak Türk normal işiten çocuk, yetişkin ve bilateral işitme cihazı kullanan çocukların F0 ve VTL JND'leri ve okul çağı çocuklarda gelişimsel etkiler raporlanmıştır (13). Bu çalışmanın sonucunda normal işiten çocuk ve yetişkinlerin JND'leri karşılaştırıldığında F0 ve VTL JND'lerinin yaşa bağlı gelişimsel etkileri anlamlı çıkmıştır. Daha spesifik olarak, özellikle F0 JND'leri için olgunlaşma yaşı 24 yaş olarak raporlanırken, VTL için bu yaş daha erken, 14 yaş civarındadır. Bilateral işitme cihazı kullanan çocukların JND'leri normal işiten akranlarına kıyasla daha yüksek çıkmış, VTL'e kıyasla F0 değerlerinde daha fazla benzerlik görülmüştür. Aynı test bataryasının Hollanda dilinde versiyonu ile yapılan çalışmada, koklear implantlı çocukların elektriksel stimülasyonun getirdiği sınırlamalara rağmen, yetişkin implant kullanıcılarına göre çok daha küçük F0 ve VTL JND'leri olduğunu (daha yüksek hassasiyet) raporlamıştır (115).

Normal işitme grubunda yaş ve F0 JND gelişimi anlamlı bir etki göstermiştir, bu da F0 algısında yaşa bağlı değişiklikler olduğunu göstermektedir. Ancak, Kİ ve bimodal gruplarında yaşa bağlı anlamlı bir gelişim etkisi gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, normal işiten grubun F0 hassasiyet gelişiminde yaşın önemli bir rol oynadığını, ancak bu ilişkinin Kİ ve bimodal gruplarda o kadar belirgin olmadığını göstermektedir. Yaşa bağlı gelişimsel etkiler değerlendirildiğinde, literatürle uyumlu olarak, normal işiten çocukların F0 değerlerinin gelişimsel etkilere sahip olduğu, ancak VTL JND değerlerinin erken yaşta yetişkinlerin seviyesine ulaştığı ve gelişimsel etkilerin olmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, bulgular, literatürde daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olarak, F0 ve VTL gelişiminin farklı işitsel bölgeler tarafından desteklendiğini göstermektedir (115). Normal işiten çocuklarda F0 veya frekans ayırt etme

becerilerinin yasa bağı geliştiği literatürde sıklıkla raporlanmıştır (50,59,117), fakat VTL algısı daha az incelenmiştir (52,118). VTL algısı daha çok formantlar ve dolayısı ile spektral çözünürlük ile ilgilidir (28). Her ne kadar bazı çalışmalar spektral çözünürlük ve yaş arasında gelişimsel bir etki olduğunu raporlasa da, tahminen bu gelişimin bir parçası olarak VTL ses ipuçlarının dilbilgisi içeriği ile daha yakından ilişkili olduğu için yetişkin benzeri seviyelere daha erken ulaşabileceği, algı gelişiminin daha kısa sürebildiği düşünülmektedir (119–122). Buna karşılık, ortalama F0'nun, böyle bir rolü yoktur. Bu fikir, son zamanlarda yapılan çalışmalar tarafından desteklenmiştir ve bu çalışmalar, uyarıcıların değişen leksikal içeriğinin F0 ve VTL algısı üzerindeki farklı etkilerini göstererek, bilişsel süreçlerden potansiyel olarak farklı bir katılımı işaret etmektedir (123,124).

Bunun yanı sıra, F0'nun yaşa bağı gelişimsel etkileri için, Kİ kullanıcıları ile normal işiten grup arasında 13.5 yaşına kadar belirgin anlamlı bir farklılık gözlenmemekte, ancak 13.5 yaşından sonra anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Bimodal ile normal işiten grup arasında ise 16.0 yaşına kadar anlamlı bir farklılık gözlemlenmezken, 16.0 yaşından sonra anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Bu sonuçlar, bimodal kullanan çocukların normal işiten akranlar ile daha fazla örtüştüğünü ve potansiyel bir gelişim etkisinde olduğunu desteklemektedir. Tomblin ve ark., dil gelişimi için hassas öğrenme döneminin çocuklarda uzun bir süre boyunca gelişime açık olduğunu ve bu süre zarfında işitme kaybının bu gelişmeyi yavaşlatabileceğini ancak uygun işitsel müdahalenin gelişmeye katkıda bulunduğunu raporlamıştır (79). Çocuklarda genel olarak dil ve bilişsel bozuklukların gelişimsel seyrini araştırdıkları bir diğer çalışmada Thomas ve ark. (125), farklı gelişimsel bozukluklarda gelişimin değişkenlik gösterse de mutlaka gerçekleştiğini raporlamışlardır. Literatür, genel olarak çocukların işitme kaybı nedeniyle değiştirilen ses ipuçlarını etkili bir şekilde kullanmayı öğrenebileceklerini ve muhtemelen kullandıkları işitme müdahale yöntemi ile telafi edilebileceklerini önermektedir. Dolayısıyla, bu çocukların sonunda tipik gelişime yetişebilecekleri olasılığı ve işitsel müdahalenin önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışmanın diğer sonuçları incelendiğinde, çoğu Kİ çocuğun normal işiten akranlarından daha yüksek JND değerleri olduğu, ancak bazı Kİ çocuklarının F0 JND'lerinin normal işiten akranlarının %50'lik tahmin aralıkları dahilinde benzer

eşikleri olduğu görülmektedir. Bimodal ile Kİ çocuk kullanıcılar kıyaslandığında daha fazla bimodal çocuk kullanıcının %50'lik tahmin aralık dahilinde olduğu bulgular arasındadır. VTL JND'lerine bakıldığında ise Kİ kullanıcılarında %50'lik tahmin aralığında hiçbir çocuğun olmadığını, bimodal grupta ise yalnızca bir çocuk olduğu gözlemlenmektedir. Bu bulgu daha önce literatürde raporlanan ve işitme cihazı ile sağlanan alçak frekans bilgisinin özellikle F0 algısına katkısını gösteren çalışmalar ile uyumludur (20,126). İki grupta da normal işiten çocuklarla benzer eşiklere sahip olan çocukların erken yaşta, özellikle 6.0 yaşından önce implant olan çocuklar olduğu gözlemlenirken, bu her erken implant olan çocuk için geçerli olmadığı da gözlemlenmektedir. Zaltz ve ark. (127), erken implantasyonun etkilerini araştırdığı çalışmada katılımcıları iki gruba ayırmıştır, erken implant edilenler (4 yaşına kadar) ve geç implant edilenler (4 yaşından sonra), ve erken implantasyonun özellikle daha iyi F0 ve VTL algısı ile ilişkili olduğunu raporlamıştır. Benzer şekilde, bu çalışmanın sonuçlarında koklear implant kullanan çocuklar ve yetişkinler kıyaslandığında erken implant olan çocukların özellikle F0 JND'lerinin normal işiten akranları ile daha fazla örtüştüğü gözlemlenirken, VTL JND sonuçlarının çoğu katılımcının %99.0 tahmin aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Yetişkin kullanıcıların F0 JND sonuçları daha fazla çeşitlilik gösterirken VTL JND sonuçlarında neredeyse bütün yetişkinlerin %99.9 tahmin aralığında yani çok düşük hassasiyete sahip oldukları gözlemlenmektedir.

Yetişkin grubunda hem tek taraflı Kİ hem de bimodal kullanıcıların eşik değerleri, normal işiten akranlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Diğer benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, postlingual yetişkin Kİ ve bimodal kullanıcıların yüksek değerler sonuçları uyumludur, ancak bu çalışmadaki yetişkinlerin ortalama F0 değerleri literatürdeki benzer çalışmalar (12) ile kıyaslandığında daha düşük olduğu ve daha yüksek hassasiyete sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, kullanıcı popülasyonunun genç yetişkinler (yaş aralığı=18-30) olmasına ve diğer çalışmalar ile kıyaslandığında daha erken yaşta implant olmaları ile açıklanabilir. Bu çalışmada, Kİ ve bimodal yetişkin kullanıcıların F0 ortalamaları karşılaştırıldığında, bimodal yetişkinlerin daha yüksek F0 JND ortalamasına sahip olduğu ve bireysel gözlemlerde bimodal kullanan yetişkinlerin her iki ses ipucuna Kİ kullanan yetişkinlere kıyasla daha yüksek ortalama değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu genel olarak

ileri yaş grubunda geç implant olan ve farklı iki sinyal işleme modalitesi kullanan yetişkinlerin ne kadar adapte olabildiği, ne derece faydalandığını ve bu farklılığın incelenmesini önemli kılmaktadır (99). Benzer bir şekilde, bu bulguyla uyumlu olarak Zaltz ve ark. (121), Kİ yetişkinlerinin daha erken implant edildiklerinde daha iyi VTL ayırım eşikleri gösterdiklerini bildirmiştir; bu, spektrot temporal olarak Kİ sinyaline erken maruz kalmanın ve yüksek beyin plastisitesinin daha iyi VTL algısı ile ilişkili olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir (128–130).

Sonuçlarımızda gösterilen Kİ ve bimodal çocuk kullanıcıların diskriminasyon eşiklerindeki yüksek değişkenlik, F0 ve VTL ipuçlarının belirli bir dereceye kadar Kİ tarafından iletilmiş olabileceğini, temporal ve spektral özellikleri belirli bir dereceye kadar koruduğu ve bazı Kİ ve bimodal çocuk kullanıcıların bu ipuçlarını diğerlerinden daha iyi kullanabildiğini göstermektedir. Oldukça heterojen bir çalışma grubunun olması genel olarak farklı sonuçların çıkmasında oldukça etkilidir. Bu sonuçlar aynı zamanda literatürdeki çalışmalar ile kısmen uyumludur. Örneğin (121), Kİ ve bimodal kullanan çocuklarının işitsel yollarındaki tüy hücrelerinin ne kadar sağlıklı olduğu veya elektrot dizisinin yerleştirilmesi gibi bireysel farklılıkların, ses algılama yeteneklerindeki farklılıkları açıklayabileceğinden bahsetmiştir. Sonuçlarımız, Kİ çocuklarının bir grup olarak, spektrot temporal olarak bozulmuş Kİ sinyali ile elde edilen F0 ve VTL ipuçlarını, Kİ ve bimodal yetişkinlerine göre daha iyi kullanabileceğini göstermektedir. Yüksek beyin plastisitesi ve erken implantasyon faydalarının yanı sıra (122–124), bu farklılıklar aynı zamanda Kİ ve bimodal çocukların, postlingual yetişkinler gibi akustik işitmeye dayanan işitsel hafızalarını uyarlamak zorunda olmadıkları gerçeğiyle de ilişkili olabilir.

Bimodal katılımcılardan bir grup kullanıcı (N=11) tekrar testlerine katılmış ve bimodal ve tek taraflı Kİ işitme durumlarındaki test sonuçları karşılaştırılmıştır. Bimodal yetişkin kullanıcıların ortalama JND'leri F0 için 5.3 st ve VTL için 9.9 st iken, tek taraflı Kİ işitme koşulunda ortalama JND'leri F0 için 7.9 st ve VTL için 9.2 st çıkmıştır. Bimodal. Çocuk kullanıcıların F0 için 4.1 st ve VTL için 10.0 st iken, tek taraflı Kİ koşulunda ortalama JND'leri F0 için 4.7 st ve VTL için 6.7 st olarak hesaplanmıştır. Bu gruptaki kullanıcılar, Kİ kullandıkları tarafta işitme cihazı ile benzer işitme kazanımı göstermişlerdir. Anlamlı bir grup etkisi gözlenmemiş olmasına rağmen, bireysel sonuçlar incelendiğinde bazı kullanıcıların bimodal işitmeden

faydalandığı, ancak bazı kullanıcıların tekrar testlerinde tek taraflı Kİ koşulunda daha duyarlı oldukları, yani daha iyi düşük eşiklere sahip oldukları gözlemlenmiştir. Bu bulgu, araştırma beklentisinin dışındadır fakat, literatürdeki raporlanan bazı çalışmalarla kısmen uyumludur. Örneğin; Yoon ve ark. (131) bimodal faydanın, farklı işitme modalitelerinin ne kadar etkili bir şekilde entegre olduğuyla sınırlı olduğunu; yalnızca işitme cihazı veya sadece Kİ performansı değil, ve bu entegrasyon, modalitelerin performanslarının benzer olduğu durumlarda kolaylaştığını raporlamıştır. Destekler şeklinde, iki modalitenin uyumunun önemine dikkat çeken bir diğer çalışmada, Reiss ve ark. (132), bimodal Kİ dinleyicilerinde binaural füzyon ve akustik ve elektriksel uyarım arasında interaural pitch uyumsuzluğunu rapor etmiştir. Araştırmacılar, zayıf binaural füzyonun, akustik ve elektriksel işitme arasındaki bimodal fayda eksikliğinin temelinde olabileceğini öne sürmüşlerdir.

F0 algısı ve ayırt etmenin özellikle alçak frekans işitme eşikleri ile anlamlı ilişkisini gösteren çalışmalar literatürde yoğun bir şekilde çalışılmıştır (125–127). Babaoğlu ve ark. (13) bilateral işitme cihazı kullanan çocukların 125-250 Hz alçak frekans eşikleri ve F0 hassasiyetleri arasında anlamlı bir korelasyon raporlamıştır. Bu çalışmaya katılan bimodal kullanıcıların alçak frekans işitme cihazlı eşikleri hesaplandığında 125-250 ve 500 Hz’de cihazlı eşiklerin ortalama değerinin 25.0-40.0 dB HL aralığında olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada uygulanan F0 manipülasyonları, orijinal referans sesin F0 değerini düşürerek oluşturulmuştur, bu nedenle yaklaşık 120 ile 240 Hz arasında bir F0 aralığına denk gelmektedir. Bu durum özellikle 125 ve 250 Hz eşikleri için önemlidir. Fakat çalışma grubumuza katılan her bireyin 125 Hz de işitme cihazlı veya cihazsız eşikleri olmadığı düşünülerek, tahmini bir katkısının olduğu bulgular ile desteklenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, işitme cihazı ile sağlanan akustik uyarımın F0 JND'leri için katkısı olduğu düşünülürken, VTL için işitme cihazının sistematik bir fayda sağladığı gözlemlenmemiştir.

5.2. Arka Plan Tek Konuşmacılı Maske Gürültüsünde Hedef Konuşmayı Anlama

İkinci testin bulguları incelendiğinde normal işiten çocuklar ile yapılan önceki çalışmalarla tutarlı olarak, doğruluk puanlarında yaşın ve artan TMR'de bir iyileşme olduğunu göstermektedir (54,114,133). Normal işiten çocuklar ve yetişkinlerden elde

edilen sonuçlar, 10 ila 30 yaşları arasındaki katılımcılar hakkında doğruluk skorlarına ilişkin genel durumu anlamamızı sağlamıştır. Normal işiten katılımcıların performanslarının, özellikle hedef ve maske konuşmacılar arasında ses farkı olmadığında büyük bir değişkenlik gösterdiği bireysel doğruluk skorlarının dağılımına bakılarak görsel olarak incelenmiştir (bkz. şekil 4.7). Kİ ve bimodal kullanan çocuk ve yetişkinlerin konuşma algısının genel modeli incelendiğinde, artan TMR etkisi ve özellikle TMR +12 dB koşulları için anlamlı bir grup etkisi gözlemlenmiştir. Kİ ve bimodal kullanan çocukların doğru skorlarının, TMR daha avantajlı hale geldikçe ve buna ek olarak F0 ve VTL'deki ses farklılıklarının bir fonksiyonu olarak geliştiği gözlemlenmiştir. Çalışmamıza katılan 10 yaşından büyük Kİ ve bimodal kullanan çocukların puanları, +6 dB TMR koşulunda 50% üzerinde performans gösterirken, çoğu Kİ ve bimodal kullanan çocukların puanları, +12 dB TMR koşulunda tavan seviyesine yakın performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Kİ ve bimodal kullanan çocukların doğruluk puanları genellikle normal işiten akranlarıyla karşılaştırıldığında daha düşük olduğu gözlemlenirken, Kİ ve bimodal kullanan yetişkinlere göre daha yüksek puanları olduğu gözlemlenmiştir. Bimodal kullanan çocuk ve yetişkinlerin ilk ve ikinci tekrar testleri kıyaslandığında skorlarında anlamlı bir fark bulunmasa da bireysel görsel analiz dahilinde bazı kullanıcılar için bimodal kullanımın faydaları gözlemlenmektedir. Özellikle çocuk ve yetişkinlerin +12 dB TMR koşulunda iki testlerini kıyasladığımızda, bimodal test skorlarının bazı katılımcılar için daha iyi bazı katılımcılar için ise çok benzer hemen hemen aynı olduğu görülmektedir.

Geçmiş literatürle uyumlu olarak, bu çalışmanın bulguları işitme kaybı olan çocukların, arka plan konuşma varlığında konuşmayı anlama konusunda daha fazla zorluk yaşayabileceklerini, bu durumun da normal işiten çocuklara kıyasla daha düşük doğruluk puanlarına yol açabileceğini göstermektedir (133). Sonuçlar ayrıca, işitme kaybı olan ve işitsel cihaz kullanan çocukların genel doğruluk puanlarının, tek maskeli bir konuşmacıda artan TMR oranının bir fonksiyonu olarak iyileşme eğiliminde olduğunu göstermektedir (59,134). Koklear implant kullanıcıları için sinyal-gürültü oranının ve konuşma algısının önemi, özellikle literatürde belirtilmiştir. Örneğin, koklear implant kullanıcılarının, öncelikle yüksek sinyal-gürültü oranlarından faydalandıklarını ve daha sonra ses farklılıklarından yararlanabilecekleri belirtilmektedir (135). Son zamanlarda literatürde Kİ kullanıcılarının konuşma

algısının, sinyal-gürültü oranı ve spektral çeşitlilik arasındaki ilişki üzerinde artan bir ilgi vardır (119). Bu çalışmalar, koklear implant kullanıcılarının konuşma algısının sinyal-gürültü oranı ve konuşma spektrumunun özellikleri arasındaki etkileşimle derinlemesine ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Kİ ve Bimodal grup kullanıcıların özellikle çocukların +12 dB TMR durumunda skorlarının yüksek neredeyse tavan seviyesinde olduğu F0 ve VTL farklılıklarından benzer şekilde fayda gördükleri gözlemlenmiştir.

Bu çalışmadaki bulgular, bimodal kullanıcıların konuşmayı anlamasında yaşın, TMR düzeyine ve ses ipucu manipülasyonlarına bağlı olarak değişen etkilerde olduğunu ve yetişkin katılımcıların farklı gürültü seviye ve ses ipuçlarında çocuk katılımcılara kıyasla daha zorlandıklarını göstermektedir (Şekil 4.9). Karmaşık dinleme ortamlarında arka plan gürültüsünün etkisi altında konuşmanın anlaşılmasını artırmak için bimodal işitmenin faydaları literatürde sıkça rapor edilmiştir. Özellikle, sabit gürültü kaynaklarından gelen enerjik maskelenmenin yanı sıra, arka plan konuşmasının varlığıyla oluşan informasyonel maskelenmenin, Kİ kullanıcıları için zorlayıcı olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, birçok Kİ kullanıcısı için, bimodal işitmenin gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama ve müzik algısını geliştirmede bazı avantajlar sağladığı gösterilmiştir (101,104,136). Olson ve Shinn'in (137) 11 çalışmayı gözden geçirdiği sistematik incelemesinde, yetişkin Kİ kullanıcıları için bimodal işitme faydasını değerlendirmiş ve bimodal işitme faydasının özellikle gürültüde konuşmayı anlamada iyileştirdiğini raporlamışlardır. Visram ve ark. (138) CRM test bataryası ile yetişkin bimodal kullanıcıları her iki işitme durumunda (bimodal ve sadece Kİ) testlerini karşılaştırmış ve genel olarak farklı TMR ve arka plan farklı cinsiyet konuşmacılarında bimodal işitmenin anlamlı faydalarını raporlamışlardır. Çeşitli arka plan gürültüsünün uyguladığı bir başka çalışmada, bimodal kullanıcılarının sadece Kİ ve bimodal durumunda F0 faydasını araştırılmış ve bimodal dinlemenin anlamlı farklarını raporlanmıştır (126). Buna karşın iteratürde bimodal faydanın karışık bulgulara sahip olabileceğini raporlamıştır. Lui ve ark. (139) çalışmalarında CRM testine benzer bir test bataryası kullanmış ve Mandarin dilinle konuşan bimodal çocuk kullanıcıların arka plan konuşma varlığında işitme cihazlı ve işitme cihazsız test skorlarını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre arka plan konuşma varlığında anlamlı bir bimodal fayda olmadığı, sadece sabit bir gürültü varlığında

fayda olabileceği raporlanmıştır. Bimodal kullanımın faydalarına ilişkin tutarsızlıkta etkili olan diğer bir neden ise implant edilmemiş kulağın rezidüel işitme derecesi olabilir. Bunun yanı sıra iki modalitenin uyumunun önemine dikkat çeken çalışmalarında, Reiss ve ark. (2014), bimodal Kİ dinleyicilerinde geniş binaural füzyon ve akustik ve elektriksel uyarım arasında interaural pitch uyumsuzluğunu rapor etmiştir. Yazarlar, zayıf binaural füzyonun, akustik ve elektriksel işitme arasındaki bimodal fayda eksikliğinin ve hatta bimodal müdahalelerin temelinde olabileceğini öne sürmüşlerdir. Karışık bulguların nedenlerinden diğerleri de farklı çalışma düzeneklerine bağlanmaktadır. Örneğin, bazı çalışmalarda, konuşma ve gürültü monaural dinleme (katılımcının önündeki aynı hoparlörden sunulması) yöntemiyle sunulurken, diğer çalışmalarda ise dikotik dinleme (iki ayrı hoparlör ile sunulması) kullanılmıştır. Ayrıca, bazı çalışmalar sabit prosedürler kullanırken, diğerleri adaptif prosedürleri tercih etmiş veya sinyal-gürültü oranları ve test zorluk seviyeleri değişiklik göstermiştir.

F0 ve VTL ses ipuçları avantajı açısından değerlendirildiğinde daha önce yapılan vokoder simülasyon çalışmalarda çok az bir alçak frekans bilgisinin dahi F0 ipuçları için katkı sağladığı ama VTL için kısıtlılıkları olduğu (20), ilk formant frekansı hakkında ipucu verdiği ve konuşma algısında spektral bilgiye katkı sağlayabileceği raporlanmıştır (106,107). Literatürle uyumlu olarak, çalışmamızda bireysel performansları tekrar test edilen katılımcıları incelediğimizde, artan TMR ve alçak frekans bilgisinin sağlanmasıyla ilişkilendirilen işitme cihazı kullanımında, tek taraflı Kİ testlerine kıyasla bazı katılımcıların daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, her katılımcı için geçerli olmamakla birlikte, bazı katılımcıların doğruluk skorlarının %50 seviyesinin üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, yöntem kısmının gözden geçirilmesi durumunda, ikinci testte işitme cihazı çıkarılan kulağın tamamen kapatılması ve testin bu şekilde uygulanması, sonuçların daha iyi analiz edilmesi için bir sonraki test planlamasında uygulanmalıdır. Ayrıca, bazı kullanıcıların Kİ durumunda daha iyi sonuçlar elde etmelerinin bir diğer olası nedeni, test konusunda deneyimli olmaları ve testi çok daha rahat bir şekilde tamamlamaları olarak gözlemlenmiştir.

F0 hassasiyet oranlarında normal işiten çocukların, normal işiten yetişkinleri yakalaması için gereken gelişim süreci, büyük ölçüde gelişmekte olan bilişsel

yeteneklerine ve işitme periferindeki değişikliklere bağlanmaktadır (57,58). Literatürde ses işleme verimliliği, genel dikkat süresi, bellek, motivasyon ve seçici dikkat gibi birkaç merkezi bilişsel sürecin bir kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır ve bu süreçlerin bir kısmının kısmen örtüştüğü ve birbirleriyle etkileşimde bulunduğu raporlanmıştır (140,141). Çocukların ses algı süreçlerinin olgunlaşma eğrisinde olmasının ve yetişkinlerden farklı olmasının bir diğer açıklaması da işitsel deneyime ihtiyaç duymaları ve toplam bir işitme deneyiminin katkısı ile açıklanmıştır (79,142). Bu hipoteze göre, çocuklar, hangi akustik ipuçlarına dikkat etmeleri gerektiğini öğrenmek için daha fazla işitsel deneyime ihtiyacı duyarlar, böylece algısal süreçleri işitsel deneyim ile gelişir. Kİ kullanan çocuk ve yetişkinler, spektral ve zamansal olarak bozulmuş işitsel girdi alırlar; bu nedenle, özellikle Kİ kullanan çocukların, normal işiten akranları ile aynı performans seviyesine ulaşabilmesi için daha fazla işitsel deneyime ihtiyaçları olabilir. Bu durum, Kİ çocuklarının ses algısı yeteneklerinin genellikle normal işiten çocuklarından daha düşük olmasını kısmen açıklayabilir. Bununla birlikte, erken Kİ yaşı ve işitmeye kritik zamanlarda başlamış olmak ve ses algısına faydası, çalışmamızın sonuçları tarafından da olumlu olarak desteklenmiştir.

Çalışmamızda erken yaşta implant ameliyatı olan ve dolayısıyla cihazlarını erken dönemlerde kullanan çocukların, özellikle F0 hassasiyet sonuçları ve ikinci testimizdeki yüksek doğruluk oranları gibi bulguları, erken müdahalenin önemini vurgulamaktadır. Çalışmamızdaki birçok çocuk, ulusal işitme tarama programları sayesinde işitsel müdahale alma şansına erken yaşlarda sahip olmuştur. Geniş yaş aralığını içeren çalışma grubumuzda bu durum bize özellikle 20 yaş öncesi Kİ grubun erken yaşlarda ameliyat olduğunu ve yetişkin grubun çoğunluğu geç yaşta implant ameliyatı olduğunu göstermiştir. Kİ ameliyatı olan çocukların tamamı ameliyat öncesi işitme cihazı kullandıklarını raporlamışlardır. Türkiye'deki ulusal işitme tarama programının 2000'li yılların başında uygulanmaya başlaması ve 2008'de ulusal bir standart tarama programı haline gelmesi, erken müdahalenin optimal konuşma ve dil gelişimi için önemli bir adım olduğunu göstermektedir (143). Çalışmamızdaki erken implantasyon olan çocukların, neredeyse akranlarını yakalayabildikleri gözlenirken, implant yaşının ilerlemesiyle performansların her iki testte de düştüğü gözlenmiştir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada tek taraflı Kİ kullanan bireyler ile bimodal kullanıcıların ses ipuçlarını ayırt etme becerileri ve arka plan tek konuşma gürültüsünde hedef konuşmayı anlama skorları iki farklı test bataryası kullanılarak incelenmiştir. Literatürde daha önce raporlanan çalışmalar da referans alınarak gelişimsel aşamaları analiz etmek amacıyla normal işiten tek taraflı koklear implant ve bimodal (Kİ ve işitme cihazı) kullanıcılar çocuk ve yetişkin gruptan seçilmiştir. Bu çalışmamıza yaşları 10-30 arasında Kİ, bimodal ve normal işiten olmak üzere toplam 70 katılımcı değerlendirilmiştir. Katılımcılar Groningen Üniversitesi tarafından geliştirilen ve Hacettepe Üniversitesi ile ortak proje kapsamında Türkçe diline çevrilen test bataryası ile değerlendirilmiştir. Çalışmadan çıkarılan sonuçlar ve öneriler aşağıda belirtilmiştir.

1- Kİ ve bimodal kullanan çocuk ve yetişkinlerin grup F0 ve VTL JND ortalamaları normal işiten çocuk ve yetişkinlerden anlamlı derecede yüksek çıkmıştır, bu da düşük hassasiyet olarak gözlemlenmiştir.

2- Bireysel sonuçlar görsel olarak incelendiğinde, F0 JND eşikleri erken implant olan katılımcılar ve özellikle çocuklar arasında normal işiten akranlarıyla benzerlik gösterirken, bimodal kullanıcılarının daha fazla örtüştüğü ve alçak frekans bilgisinin potansiyel faydası gözlemlenmiştir.

3- Normal işiten grupta F0'nun yaşa bağlı gelişimsel etkileri olduğu, VTL'nin ise erken yaşlarda yetişkin seviyesine olgunlaştığı gözlemlenirken, Kİ ve bimodal grupta yaşa bağlı gelişimsel etkilerin anlamlı bir sonuç vermemesine rağmen, gözlemsel olarak gelişim patternine işaret etmektedir. Bu da işitme kayıplı çocukların gelişen konuşma ve dil bilgisi becerileri ile birlikte temporal ve spektral bilgilerinin de zaman içinde gelişim etkisi içinde olduğunu göstermektedir.

4- Kİ ve bimodal kullanan çocuk ve yetişkinlerin hedef konuşmayı arka plan konuşma gürültüsünde anlama performansları, normal işiten bireylerden anlamlı derecede düşük olarak gözlenmiştir.

5- Hem normal işitenlerde hem de Kİ ve bimodal kullanan bireylerde performansın TMR arttıkça anlamlı şekilde ilerlediği gözlenmiştir.

6- Üç işitme grubunda da hedef ve arka plan konuşma arasındaki akustik farklılıkta, F0 ve/veya VTL farklılıkları, hedef konuşmanın anlaşılabilirliğinde artış gözlenmiştir.

7- Kİ ve bimodal kullanan çocuk ve yetişkinlerin arka plan konuşma gürültüsünde grup performansları düşük olmasına rağmen, bireysel performanslar incelendiğinde normal işiten akranları ile benzer sonuçları olduğu gözlemlenmiştir.

8- Kİ ve bimodal kullanan çocukların bütün testlerde Kİ ve bimodal kullanan yetişkinlere kıyasla artan performanslarının olduğu gözlemlenmiştir.

9- Tekrar testleri yapılan bimodal kullanıcıların ilk ve sonraki testleri arasında grup performansları incelendiğinde F0 ve VTL için anlamlı fark bulunmazken, bireysel incelemelerde bazı kullanıcıların işitme cihazından ve dolayısıyla alçak frekans bilgisinden faydalandığı, buna ek olarak özellikle arka plan gürültüsünde hedef konuşmayı anlama skorlarında katkısı olduğu gözlemlenmiştir.

10- Hem Kİ hem de işitme cihazı kullanan bimodal kullanıcıların sonuçları bireysel farklılık göstermiştir. Bazı kullanıcılar bimodal işitmeden yararlanırken, bazı kullanıcıların fayda görmediği gözlemlenmiştir.

Geleneksel klinik, demografik, odyolojik ve cerrahi faktörler (örneğin, yaş, işitme kaybının süresi, rezidüel işitme, işitme kaybının nedeni, elektrotların işitme sinirine olan mesafesi) bulgulardaki değişkenliğin bir kısmını açıklayabilmektedir (144). Bunun yanı sıra, rehabilitasyon destekleri, işitsel girdiye maruz kalma oranı, dil gelişiminin desteklenmesi ve kelime dağarcığının gelişimi gibi faktörlerin, konuşmayı algılamada performanslarını olumlu şekilde etkilediği gösterilmektedir (145).

Bu çalışmada, tekrar test kapsamında değerlendirilen bimodal kullanıcıların sadece Kİ işitme koşulunda yapılan testlerinde, akustik işitmenin Kİ performansına katkısını azaltmak için kapatılmadığı veya engellenmediği belirtilmelidir. İleriki çalışmalarda, cihazlı ve cihazsız özellikle alçak frekans eşiklerin ölçülmesi ve kontralateral kulağın kapatılarak ayrıca açık koşullarda da araştırılması eklenebilir. Ancak, mevcut kullanılan test yöntemi günlük dinleme koşullarında bimodal fayda ve akustik işitmenin katkısını daha iyi yansıttığı düşünülmüştür.

7. KAYNAKLAR

1. Belin P, Fecteau S, Bédard C. Thinking the voice: neural correlates of voice perception. *Trends Cogn Sci*. 2004 Mar;8(3):129–35.
2. Skuk VG, Schweinberger SR. Influences of Fundamental Frequency, Formant Frequencies, Aperiodicity, and Spectrum Level on the Perception of Voice Gender. *J Speech Lang Hear Res*. 2014 Feb;57(1):285–96.
3. Darwin CJ, Brungart DS, Simpson BD. Effects of fundamental frequency and vocal-tract length changes on attention to one of two simultaneous talkers. *J Acoust Soc Am*. 2003;114(5):2913.
4. Oxenham AJ. Pitch perception and auditory stream segregation: implications for hearing loss and cochlear implants. *Trends Amplif*. 2008 Dec;12(4):316–31.
5. Smith DRR, Patterson RD. The interaction of glottal-pulse rate and vocal-tract length in judgements of speaker size, sex, and age. *J Acoust Soc Am*. 2005 Nov;118(5):3177–86.
6. Sauter DA, Panattoni C, Happé F. Children's recognition of emotions from vocal cues: *Emotions in the voice*. *Br J Dev Psychol*. 2013 Mar;31(1):97–113.
7. Sauter DA, Eisner F, Calder AJ, Scott SK. Perceptual cues in non-verbal vocal expressions of emotion. *Q J Exp Psychol* 2006. 2010 Nov;63(11):2251–72.
8. von Eiff CI, Skuk VG, Zäske R, Nussbaum C, Frühholz S, Feuer U, et al. Parameter-Specific Morphing Reveals Contributions of Timbre to the Perception of Vocal Emotions in Cochlear Implant Users. *Ear Hear*. 2022 Aug;43(4):1178–88.
9. Chuenwattanapranithi S, Xu Y, Thipakorn B, Maneewongvatana S. Encoding Emotions in Speech with the Size Code. *Phonetica*. 2009 Feb 1;65(4):210–30.
10. Brungart D. Informational and energetic masking effects in the perception of two simultaneous talkers. *J Acoust Soc Am*. 2001 Apr 1;109:1101–9.
11. Summers V, Leek MR. F0 Processing and the Separation of Competing Speech Signals by Listeners With Normal Hearing and With Hearing Loss. *J Speech Lang Hear Res*. 1998 Dec;41(6):1294–306.
12. Gaudrain E, Başkent D. Factors limiting vocal-tract length discrimination in cochlear implant simulations. *J Acoust Soc Am*. 2015 Mar;137(3):1298–308.
13. Babaoğlu G, Rachman L, Ertürk P, Özkişi Yazgan B, Sennaroğlu G, Gaudrain E, et al. Perception of voice cues in school-age children with hearing aids. *J Acoust Soc Am*. 2024 Jan 29;155(1):722–41.
14. El Boghdady N, Gaudrain E, Baskent D. Does good perception of vocal characteristics relate to better speech-on-speech intelligibility for cochlear implant users? *J Acoust Soc Am*. 2019 Jan;145(1):417–39.
15. Häusler R, Colburn S, Marr E. Sound localization in subjects with impaired hearing. Spatial-discrimination and interaural-discrimination tests. *Acta Oto-Laryngol Suppl*. 1983;400:1–62.

16. Bronkhorst AW, Plomp R. Effect of multiple speechlike maskers on binaural speech recognition in normal and impaired hearing. *J Acoust Soc Am*. 1992 Dec;92(6):3132–9.
17. Koehnke J, Culotta CP, Hawley ML, Colburn HS. Effects of reference interaural time and intensity differences on binaural performance in listeners with normal and impaired hearing. *Ear Hear*. 1995 Aug;16(4):331–53.
18. Lorenzi C, Gatehouse S, Lever C. Sound localization in noise in hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 1999 Jun;105(6):3454–63.
19. Hoppe U, Hocke T, Digeser F. Bimodal benefit for cochlear implant listeners with different grades of hearing loss in the opposite ear. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 2018 Aug;138(8):713–21.
20. Başkent D, Luckmann A, Ceha J, Gaudrain E, Tamati TN. The discrimination of voice cues in simulations of bimodal electro-acoustic cochlear-implant hearing. *J Acoust Soc Am*. 2018 Apr;143(4):EL292–7.
21. Belin P, Bestelmeyer P, Latinus M, Watson R. Understanding Voice Perception. *Br J Psychol Lond Engl* 1953. 2011 Nov 1;102:711–25.
22. Belin P, Bestelmeyer P, Latinus M, Watson R. Understanding Voice Perception. *Br J Psychol Lond Engl* 1953. 2011 Nov 1;102:711–25.
23. Town SM, Wood KC, Bizley JK. Sound identity is represented robustly in auditory cortex during perceptual constancy. *Nat Commun*. 2018 Nov 14;9(1):4786.
24. Smith DRR, Patterson RD, Turner R, Kawahara H, Irino T. The processing and perception of size information in speech sounds. *J Acoust Soc Am*. 2005 Jan;117(1):305–18.
25. Fitch WT, Giedd J. Morphology and development of the human vocal tract: A study using magnetic resonance imaging. *J Acoust Soc Am*. 1999 Sep;106(3):1511–22.
26. Titze IR. Physiologic and acoustic differences between male and female voices. *J Acoust Soc Am*. 1989 Apr;85(4):1699–707.
27. Irino T, Patterson RD. Segregating information about the size and shape of the vocal tract using a time-domain auditory model: The stabilised wavelet-Mellin transform. *Speech Commun*. 2002;36(3–4):181.
28. Ladefoged P, Broadbent DE. Information Conveyed by Vowels. *J Acoust Soc Am*. 2005 Jun 29;29(1):98–104.
29. Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children’s speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. *J Acoust Soc Am*. 1999 Mar;105(3):1455–68.
30. Goldstein UG. An articulatory model for the vocal tracts of growing children. 1980 [cited 2022 Aug 24]; Available from: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/22386>
31. Oxenham AJ. How We Hear: The Perception and Neural Coding of Sound. *Annu Rev Psychol*. 2018 Jan 4;69(1):27–50.

32. Moore BCJ. Cochlear hearing loss: physiological, psychological and technical issues. 2nd ed. Chichester: Wiley; 2007. 332 p. (Wiley series in human communication science).
33. Ruggero M, Rich N. Furosemide alters organ of corti mechanics: evidence for feedback of outer hair cells upon the basilar membrane. *J Neurosci*. 1991 Apr 1;11(4):1057–67.
34. Humphries C, Liebenthal E, Binder JR. Tonotopic organization of human auditory cortex. *NeuroImage*. 2010 Apr 15;50(3):1202–11.
35. Ashmore J. Cochlear outer hair cell motility. *Physiol Rev*. 2008 Jan;88(1):173–210.
36. Nygaard LC. Perceptual integration of linguistic and nonlinguistic properties of speech. In: *The handbook of speech perception*. Malden: Blackwell Publishing; 2008. p. 390–413. (Blackwell handbooks in linguistics).
37. Belin P, Fecteau S, Bédard C. Thinking the voice: Neural correlates of voice perception. *Trends Cogn Sci*. 2004 Mar;8(3):129–35.
38. Rowe DP, O’Leary SJ. Auditory System, Peripheral. In: Aminoff MJ, Daroff RB, editors. *Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second Edition)* [Internet]. Oxford: Academic Press; 2014 [cited 2024 Jan 7]. p. 329–34. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123851574001214>
39. Moore BCJ. The Role of Temporal Fine Structure Processing in Pitch Perception, Masking, and Speech Perception for Normal-Hearing and Hearing-Impaired People. *JARO J Assoc Res Otolaryngol*. 2008 Dec;9(4):399–406.
40. Bregman AS. *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound* [Internet]. The MIT Press; 1990 [cited 2024 Jan 8]. Available from: <https://direct.mit.edu/books/book/3887/Auditory-Scene-AnalysisThe-Perceptual-Organization>
41. Raphael LJ, Borden GJ, Harris KS. *Speech Science Primer: Physiology, Acoustics, and Perception of Speech*. Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 376 p.
42. Assmann P, Summerfield Q. The Perception of Speech Under Adverse Conditions. In: Greenberg S, Ainsworth WA, Popper AN, Fay RR, editors. *Speech Processing in the Auditory System* [Internet]. New York, NY: Springer; 2004 [cited 2024 Feb 22]. p. 231–308. (Springer Handbook of Auditory Research). Available from: https://doi.org/10.1007/0-387-21575-1_5
43. Kidd G, Mason CR, Richards VM, Gallun FJ, Durlach NI. Informational Masking. In: Yost WA, Popper AN, Fay RR, editors. *Auditory Perception of Sound Sources* [Internet]. Boston, MA: Springer US; 2008 [cited 2024 Feb 22]. p. 143–89. (Springer Handbook of Auditory Research). Available from: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71305-2_6
44. Deroche MLD, Culling JF. Voice segregation by difference in fundamental frequency: effect of masker type. *J Acoust Soc Am*. 2013 Nov;134(5):EL465–470.

45. Abdala C, Keefe DH. Morphological and Functional Ear Development. In: Werner L, Fay RR, Popper AN, editors. *Human Auditory Development* [Internet]. New York, NY: Springer; 2012 [cited 2024 Feb 22]. p. 19–59. (Springer Handbook of Auditory Research). Available from: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1421-6_2
46. Moore JK, Linthicum FH. The human auditory system: A timeline of development. *Int J Audiol*. 2007 Jan 1;46(9):460–78.
47. DeCasper AJ, Fifer WP. Of Human Bonding: Newborns Prefer Their Mothers' Voices. *Science*. 1980 Jun 6;208(4448):1174–6.
48. Fernald A, Kuhl P. Acoustic determinants of infant preference for motherese speech. *Infant Behav Dev*. 1987 Jul 1;10(3):279–93.
49. Floccia C, Nazzi T, Bertoni J. Unfamiliar voice discrimination for short stimuli in newborns. *Dev Sci*. 2000;3(3):333–43.
50. Buss E, Flaherty MM, Leibold LJ. Development of frequency discrimination at 250 Hz is similar for tone and /ba/ stimuli. *J Acoust Soc Am*. 2017 Jul 21;142(1):EL150–4.
51. Zaltz Y, Goldsworthy RL, Eisenberg LS, Kishon-Rabin L. Children With Normal Hearing Are Efficient Users of Fundamental Frequency and Vocal Tract Length Cues for Voice Discrimination. *Ear Hear*. 2020 Feb;41(1):182–93.
52. Nagels L, Gaudrain E, Vickers D, Hendriks P, Başkent D. Development of voice perception is dissociated across gender cues in school-age children. *Sci Rep*. 2020 Mar 19;10.
53. Eddins DA, Bero EM. Spectral modulation detection as a function of modulation frequency, carrier bandwidth, and carrier frequency region. *J Acoust Soc Am*. 2007 Jan 1;121(1):363–72.
54. Corbin NE, Bonino AY, Buss E, Leibold LJ. Development of Open-Set Word Recognition in Children: Speech-Shaped Noise and Two-Talker Speech Maskers. *Ear Hear*. 2016;37(1):55–63.
55. Wightman FL, Kistler DJ. Informational masking of speech in children: Effects of ipsilateral and contralateral distracters. *J Acoust Soc Am*. 2005 Nov 1;118(5):3164–76.
56. Leibold LJ. Speech Perception in Complex Acoustic Environments: Developmental Effects. *J Speech Lang Hear Res*. 2017 Oct 17;60(10):3001–8.
57. Werner LA. Issues in human auditory development. *J Commun Disord*. 2007 Jul 1;40(4):275–83.
58. Litovsky R. Development of the auditory system. *Handb Clin Neurol*. 2015;129:55–72.
59. Flaherty MM, Buss E, Leibold LJ. Developmental Effects in Children's Ability to Benefit From F0 Differences Between Target and Masker Speech. *Ear Hear*. 2019 Aug;40(4):927–37.

60. Nagels L, Gaudrain E, Vickers D, Hendriks P, Başkent D. School-age children benefit from voice gender cue differences for the perception of speech in competing speech. *J Acoust Soc Am*. 2021 May;149(5):3328–44.
61. World Health Organization. World report on hearing [Internet]. World Health Organization; 2021 [cited 2023 Aug 17]. xiv, 252 p. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/339913>
62. Allen SB, Goldman J. Syndromic Sensorineural Hearing Loss [Internet]. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; 2022 [cited 2022 Oct 16]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526088/>
63. Stevenson J, McCann D, Watkin P, Worsfold S, Kennedy C, Hearing Outcomes Study Team. The relationship between language development and behaviour problems in children with hearing loss. *J Child Psychol Psychiatry*. 2010 Jan;51(1):77–83.
64. Chung K. Challenges and Recent Developments in Hearing Aids: Part I. Speech Understanding in Noise, Microphone Technologies and Noise Reduction Algorithms. *Trends Amplif*. 2004 Jan 1;8(3):83–124.
65. Bannon L, Picou EM, Bailey A, Manchaiah V. Consumer Survey on Hearing Aid Benefit and Satisfaction. *J Speech Lang Hear Res*. 2023 Apr 12;66(4):1410–27.
66. Bentler R, Walker E, McCreery R, Arenas RM, Roush P. Nonlinear frequency compression in hearing aids: impact on speech and language development. *Ear Hear*. 2014 Aug;35(4):e143-152.
67. Van Tasell DJ. Hearing loss, speech, and hearing aids. *J Speech Lang Hear Res*. 1993 Apr;36(2):228–44.
68. Başkent D. Speech recognition in normal hearing and sensorineural hearing loss as a function of the number of spectral channels. *J Acoust Soc Am*. 2006 Nov;120(5):2908–25.
69. Brennan MA, McCreery RW, Buss E, Jesteadt W. The influence of hearing-aid gain on gap-detection thresholds for children and adults with hearing loss. *Ear Hear*. 2018;39(5):969–79.
70. Reed CM, Braida LD, Zurek PM. Review of the literature on temporal resolution in listeners with cochlear hearing impairment: A critical assessment of the role of suprathreshold deficits. *Trends Amplif*. 2009 Mar;13(1):4–43.
71. Halliday LF, Rosen S, Tuomainen O, Calcus A. Impaired frequency selectivity and sensitivity to temporal fine structure, but not envelope cues, in children with mild-to-moderate sensorineural hearing loss. *J Acoust Soc Am*. 2019 Dec;146(6):4299–314.
72. Souza P. Speech Perception and Hearing Aids. In: Popelka GR, Moore BCJ, Fay RR, Popper AN, editors. *Hearing Aids* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2016 [cited 2023 Mar 6]. p. 151–80. (Springer Handbook of Auditory Research). Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-319-33036-5_6

73. Kates JM, Arehart KH. The Hearing-Aid Speech Perception Index (HASPI) Version 2. *Speech Commun.* 2021 Jul 1;131:35–46.
74. Moore BCJ. Pitch perception and frequency discrimination in normally hearing and hearing-impaired people. In: Moore BCJ, editor. *Perceptual Consequences of Cochlear Damage* [Internet]. Oxford University Press; 1995 [cited 2024 Jan 14]. p. 109–28. Available from: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198523307.003.0005>
75. Buus S, Florentine M. Growth of loudness in listeners with cochlear hearing losses: recruitment reconsidered. *J Assoc Res Otolaryngol JARO.* 2002 Jun;3(2):120–39.
76. Ching TYC, Dillon H, Katsch R, Byrne D. Maximizing Effective Audibility in Hearing Aid Fitting: *Ear Hear.* 2001 Jun;22(3):212–24.
77. Launer S, Zakis JA, Moore BCJ. Hearing Aid Signal Processing. In: Popelka GR, Moore BCJ, Fay RR, Popper AN, editors. *Hearing Aids* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2016 [cited 2023 Apr 4]. p. 93–130. (Springer Handbook of Auditory Research). Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-319-33036-5_4
78. Pavlovic C. Articulation index predictions of speech intelligibility in hearing aid selection. *ASHA.* 1988 Jun 1;30:63–5.
79. Tomblin JB, Harrison M, Ambrose SE, Walker EA, Oleson JJ, Moeller MP. Language Outcomes in Young Children with Mild to Severe Hearing Loss. *Ear Hear.* 2015;36(0 1):76S-91S.
80. Tomblin JB, Oleson J, Ambrose SE, Walker EA, McCreery RW, Moeller MP. Aided Hearing Moderates the Academic Outcomes of Children With Mild to Severe Hearing Loss. *Ear Hear.* 2020 Aug;41(4):775.
81. Arehart KH. Effects of harmonic content on complex-tone fundamental-frequency discrimination in hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am.* 1994 Jun;95(6):3574–85.
82. Arehart KH, King CA, McLean-Mudgett KS. Role of fundamental frequency differences in the perceptual separation of competing vowel sounds by listeners with normal hearing and listeners with hearing loss. *J Speech Lang Hear Res JSLHR.* 1997 Dec;40(6):1434–44.
83. Mackersie CL, Dewey J, Guthrie LA. Effects of fundamental frequency and vocal-tract length cues on sentence segregation by listeners with hearing loss. *J Acoust Soc Am.* 2011 Aug;130(2):1006–19.
84. Zaltz Y, Kishon-Rabin L. Difficulties Experienced by Older Listeners in Utilizing Voice Cues for Speaker Discrimination. *Front Psychol.* 2022;13:797422.
85. Zeng FG, Rebscher S, Harrison W, Sun X, Feng H. Cochlear Implants: System Design, Integration, and Evaluation. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2008;1:115–42.
86. Ramsden RT. Cochlear implants and brain stem implants. *Br Med Bull.* 2002;63:183–93.

87. Mudry A, Mills M. The early history of the cochlear implant: a retrospective. *JAMA Otolaryngol-- Head Neck Surg.* 2013 May;139(5):446–53.
88. Clark GM. The multi-channel cochlear implant: multi-disciplinary development of electrical stimulation of the cochlea and the resulting clinical benefit. *Hear Res.* 2015 Apr;322:4–13.
89. Cosetti MK, Waltzman SB. Cochlear implants: current status and future potential. *Expert Rev Med Devices.* 2011 May 1;8(3):389–401.
90. Moore BCJ. *Cochlear Hearing Loss: Physiological, Psychological and Technical Issues.* John Wiley & Sons; 2007. 347 p.
91. Blamey PJ, Sarant JZ, Paatsch LE, Barry JG, Bow CP, Wales RJ, et al. Relationships Among Speech Perception, Production, Language, Hearing Loss, and Age in Children With Impaired Hearing. *J Speech Lang Hear Res.* 2001 Apr;44(2):264–85.
92. Tamati TN, Pisoni DB, Moberly AC. Speech and Language Outcomes in Adults and Children with Cochlear Implants. *Annu Rev Linguist.* 2022;8(1):299–319.
93. Litovsky RY, Johnstone PM, Godar SP. Benefits of bilateral cochlear implants and/or hearing aids in children. *Int J Audiol.* 2006;45(Suppl 1):S78–91.
94. Smulders YE, van Zon A, Stegeman I, van Zanten GA, Rinia AB, Stokroos RJ, et al. Cost-Utility of Bilateral Versus Unilateral Cochlear Implantation in Adults: A Randomized Controlled Trial. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol.* 2016 Jan;37(1):38–45.
95. Offeciers E, Morera C, Müller J, Huarte A, Shallop J, Cavallé L. International consensus on bilateral cochlear implants and bimodal stimulation. *Acta Otolaryngol (Stockh).* 2005 Sep;125(9):918–9.
96. Avan P, Giraudet F, Büki B. Importance of binaural hearing. *Audiol Neurotol.* 2015;20 Suppl 1:3–6.
97. Neuman AC, Waltzman SB, Shapiro WH, Neukam JD, Zeman AM, Svirsky MA. Self-Reported Usage, Functional Benefit, and Audiologic Characteristics of Cochlear Implant Patients Who Use a Contralateral Hearing Aid. *Trends Hear.* 2017 Jan;21:2331216517699530.
98. Francart T, McDermott HJ. Psychophysics, fitting, and signal processing for combined hearing aid and cochlear implant stimulation. *Ear Hear.* 2013;34(6):685–700.
99. van Hoesel RJM. Contrasting benefits from contralateral implants and hearing aids in cochlear implant users. *Hear Res.* 2012 Jun;288(1–2):100–13.
100. Armstrong M, Pegg P, James C, Blamey P. Speech perception in noise with implant and hearing aid. *Am J Otol.* 1997 Nov;18(6 Suppl):S140-141.
101. Ching TYC, Incerti P, Hill M. Binaural Benefits for Adults Who Use Hearing Aids and Cochlear Implants in Opposite Ears. *Ear Hear.* 2004 Feb;25(1):9–21.
102. Devocht EMJ, Janssen AML, Chalupper J, Stokroos RJ, George ELJ. The Benefits of Bimodal Aiding on Extended Dimensions of Speech Perception:

- Intelligibility, Listening Effort, and Sound Quality. *Trends Hear.* 2017 Sep 5;21:2331216517727900.
103. Flynn M, Flynn T. Benefits of bimodal stimulation for adults with a cochlear implant. *Int Congr Ser.* 2004 Nov 1;1273:227–30.
 104. Dunn CC, Tyler RS, Witt SA. Benefit of wearing a hearing aid on the unimplanted ear in adult users of a cochlear implant. *J Speech Lang Hear Res JSLHR.* 2005 Jun;48(3):668–80.
 105. Mok M, Grayden D, Dowell RC, Lawrence D. Speech perception for adults who use hearing aids in conjunction with cochlear implants in opposite ears. *J Speech Lang Hear Res JSLHR.* 2006 Apr;49(2):338–51.
 106. Brown CA, Bacon SP. Achieving Electric-Acoustic Benefit with a Modulated Tone. *Ear Hear.* 2009 Oct;30(5):489–93.
 107. Verschuur C, Boland C, Frost E, Constable J. The role of first formant information in simulated electro-acoustic hearing. *J Acoust Soc Am.* 2013 Jun 5;133(6):4279–89.
 108. Boersma P, Weenink D. Praat: doing phonetics by computer. 2022.
 109. Yalçinkaya, Fulya; Türkyilmaz, Meral Didem; Keith, Robert; Harris, Richard. The SCAN-C (children) in testing for auditory processing disorder in a sample of Turkish children. *J Int Adv Otol Suppl.* 2015;11:50–1.
 110. Kawahara H, Irino T. Underlying principles of a high-quality speech manipulation system STRAIGHT and its application to speech segregation. In: Divenyi P, editor. *Speech Separation by Humans and Machines* [Internet]. Boston, MA: Springer; 2005 [cited 2023 Apr 12]. p. 167–80. Available from: https://doi.org/10.1007/0-387-22794-6_11
 111. Levitt H. Transformed up-down methods in psychoacoustics. *J Acoust Soc Am.* 1971 Feb;49(2B):467–77.
 112. Stickney GS, Zeng FG, Litovsky R, Assmann P. Cochlear implant speech recognition with speech maskers. *J Acoust Soc Am.* 2004 Aug 2;116(2):1081–91.
 113. Bolia RS, Nelson WT, Ericson MA, Simpson BD. A speech corpus for multitalker communications research. *J Acoust Soc Am.* 2000 Feb;107(2):1065–6.
 114. Nagels L, Gaudrain E, Vickers D, Hendriks P, Başkent D. School-age children benefit from voice gender cue differences for the perception of speech in competing speech. *J Acoust Soc Am.* 2021 May;149(5):3328–44.
 115. Nagels, L., Gaudrain, E., Vickers, D., Hendriks, P., and Baskent, D. Prelingually deaf children with cochlear implants show better perception of voice cues and speech in competing speech than postlingually deaf adults with cochlear implants. *Ear Hear.* 2024;
 116. Kopelovich JC, Eisen MD, Franck KH. Frequency and electrode discrimination in children with cochlear implants. *Hear Res.* 2010 Sep 1;268(0):105–13.

117. K. Banai. Auditory Frequency Discrimination Development Depends on the Assessment Procedure. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2008 Dec 1;19(3–4):209–22.
118. Zaltz Y, Goldsworthy RL, Eisenberg LS, Kishon-Rabin L. Children With Normal Hearing Are Efficient Users of Fundamental Frequency and Vocal Tract Length Cues for Voice Discrimination. *Ear Hear*. 2020 Jan;41(1):182–93.
119. 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 Apr 4;65(4):1646–58.
120. Kirby BJ, Browning JM, Brennan MA, Spratford M, McCreery RW. Spectro-temporal modulation detection in children. *J Acoust Soc Am*. 2015 Nov;138(5):EL465-468.
121. Kirby BJ, Spratford M, Klein KE, McCreery RW. Cognitive abilities contribute to spectro-temporal discrimination in children who are hard of hearing. *Ear Hear*. 2019;40(3):645–50.
122. Vestergaard MD, Fyson NRC, Patterson RD. The interaction of vocal characteristics and audibility in the recognition of concurrent syllables. *J Acoust Soc Am*. 2009 Feb;125(2):1114–24.
123. Koelewijn T, Gaudrain E, Tamati T, Başkent D. The effects of lexical content, acoustic and linguistic variability, and vocoding on voice cue perception. *J Acoust Soc Am*. 2021 Sep;150(3):1620–34.
124. Meister H, Fürsen K, Streicher B, Lang -Roth Ruth, Walger M. The Use of Voice Cues for Speaker Gender Recognition in Cochlear Implant Recipients. *J Speech Lang Hear Res*. 2016 Jun;59(3):546–56.
125. Thomas MSC, Annaz D, Ansari D, Scerif G, Jarrold C, Karmiloff -Smith Annette. Using Developmental Trajectories to Understand Developmental Disorders. *J Speech Lang Hear Res*. 2009 Apr;52(2):336–58.
126. Shpak T, Most T, Luntz M. Fundamental Frequency Information for Speech Recognition via Bimodal Stimulation: Cochlear Implant in One Ear and Hearing Aid in the Other. *Ear Hear*. 2014 Feb;35(1):97.
127. Zaltz Y, Goldsworthy RL, Kishon-Rabin L, Eisenberg LS. Voice discrimination by adults with cochlear implants: The benefits of early implantation for vocal-tract length perception. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2018 Apr;19(2):193–209.
128. Sharma A, Nash AA, Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. *J Commun Disord*. 2009;42(4):272–9.
129. Manrique M, Cervera-Paz FJ, Huarte A, Perez N, Molina M, García-Tapia R. Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1999 Oct 5;49 Suppl 1:S193-197.
130. Glick HA, Sharma A. Cortical Neuroplasticity and Cognitive Function in Early-Stage, Mild-Moderate Hearing Loss: Evidence of Neurocognitive

- Benefit From Hearing Aid Use. *Front Neurosci* [Internet]. 2020 [cited 2022 Oct 16];14. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2020.00093>
131. Yoon YS, Shin YR, Gho JS, Fu QJ. Bimodal benefit depends on the performance difference between a cochlear implant and a hearing aid. *Cochlear Implants Int*. 2015 May 1;16(3):159–67.
 132. Reiss LAJ, Ito RA, Eggleston JL, Wozny DR. Abnormal Binaural Spectral Integration in Cochlear Implant Users. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2014 Apr 1;15(2):235–48.
 133. Leibold LJ. Speech Perception in Complex Acoustic Environments: Developmental Effects. *J Speech Lang Hear Res*. 2017 Oct 17;60(10):3001–8.
 134. Lalonde K, Walker EA, Leibold LJ, McCreery RW. Predictors of Susceptibility to Noise and Speech Masking Among School-Age Children With Hearing Loss or Typical Hearing. *Ear Hear*. 2024 Feb;45(1):81.
 135. Meister H, Walger M, Lang-Roth R, Müller V. Voice fundamental frequency differences and speech recognition with noise and speech maskers in cochlear implant recipients. *J Acoust Soc Am*. 2020 Jan 14;147(1):EL19–24.
 136. Dieudonné B, Francart T. Redundant Information Is Sometimes More Beneficial Than Spatial Information to Understand Speech in Noise. *Ear Hear*. 2019;40(3):545–54.
 137. Olson AD, Shinn JB. A systematic review to determine the effectiveness of using amplification in conjunction with cochlear implantation. *J Am Acad Audiol*. 2008 Oct;19(9):657–71; quiz 735.
 138. Visram AS, Kluk K, McKay CM. Voice gender differences and separation of simultaneous talkers in cochlear implant users with residual hearing. *J Acoust Soc Am*. 2012 Aug;132(2):EL135-141.
 139. Liu YW, Tao DD, Chen B, Cheng X, Shu Y, Galvin JJ, et al. Factors affecting bimodal benefit in pediatric Mandarin-speaking Chinese cochlear implant users. *Ear Hear*. 2019;40(6):1316–27.
 140. Leibold LJ, Bonino AY, Buss E. Masked Speech Perception in Infants, Children and Adults. *Ear Hear*. 2016;37(3):345–53.
 141. Buss E, Hall JW III, Grose JH. Psychometric functions for pure tone intensity discrimination: Slope differences in school-aged children and adults. *J Acoust Soc Am*. 2009 Feb 1;125(2):1050–8.
 142. McCreery RW, Walker EA. Variation in Auditory Experience Affects Language and Executive Function Skills in Children Who Are Hard of Hearing. *Ear Hear*. 2022 Apr;43(2):347–60.
 143. Kemaloğlu YK, Gökdoğan Ç, Gündüz B, Önal EE, Türkyılmaz C, Atalay Y. Newborn hearing screening outcomes during the first decade of the program in a reference hospital from Turkey. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016 May 1;273(5):1143–9.

144. Blamey P, Artieres F, Başkent D, Bergeron F, Beynon A, Burke E, et al. Factors Affecting Auditory Performance of Postlinguistically Deaf Adults Using Cochlear Implants: An Update with 2251 Patients. *Audiol Neurotol.* 2012 Oct 19;18(1):36–47.
145. Boons T, Brokx JPL, Dhooge I, Frijns JHM, Peeraer L, Vermeulen A, et al. Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear Hear.* 2012;33(5):617–39.



8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi



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

Sayı : 16969557 -122

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 21 OCAK 2020 SALI
Toplantı No : 2020/02
Proje No : GO 20/45(Değerlendirme Tarihi: 21.01.2020)
Karar No : 2020/02-25

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU'nun sorumlu araştırmacı olduğu, Dr. Öğr. Üyesi Merve BATUK ile birlikte çalışacakları ve Uzm. Ody. Gizem BABAOĞLU'nun doktora tezi olan, GO 20/45 kayıt numaralı, "*Koklear İmplant Kullanıcılarında Bimodal Stimulasyon ile Sağlanan Binaural İşitmenin Avantajları*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 22 Ocak 2020-22 Ocak 2021 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Başkan)	9. Doç. Dr. Fatma Visal OKUF	(Üye)
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU	(Üye)	10. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)
3. Prof. Dr. M. Yıldırım SAK	(Üye)	11. Doç. Dr. H. Hüseyin TURNAGÖL	(Üye)
4. Prof. Dr. Necdet SAKAL	(Üye)	12. Dr. Öğr. Üyesi Özyay GÖKÖZ	(Üye)
5. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL	(Üye)	13. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
6. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU	(Üye)	14. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN	(Üye)
7. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	15. Av. Meltem ONURLU	(Üye)
8. Doç. Dr. Gözde GİRGİN	(Üye)		

EK 2. HUG-TR Kelime Listesi

Bal, Bar, Baş, Bej, Bey, Bez, Bin, Bir, Bit, Bol, Boş, Bot, Bön, Bul, But, Buz,
 Cam, Can, Caz, Cem, Cep, Cet, Cıs, Cız, Cif, Cim, Cin, Cuk,
 Çam, Çan, Çap, Çek, Çın, Çıt, Çil, Çim, Çin, Çok, Çöl, Çöp, Çöz, Çul, Çük, Çüş,
 Dal, Dam, Dar, Def, Dem, Dev, Dış, Dık, Dil, Din, Diş, Don, Döl, Döş, Dul, Dur,
 Dut, Dün, Düş, Düz,
 Fal, Fan, Faz, Fen, Fer, Fes, Fır, Fil, Fiş, Fit, Fok, Fon, For, Fos, Fön, Ful,
 Gaf, Gak, Gam, Gar, Geç, Gel, Gen, Gık, Gır, Git, Giz, Gol, Göç, Gök, Göz, Güç,
 Gül, Gür,
 Hac, Haç, Ham, Han, Hem, Hep, Her, Hık, Hır, Hız, Hiç, His, Hiç, Hop, Hor, Hoş,
 Höt, Hun, Huy, Hür,
 Jel, Jet, Jip, Jön,
 Kaç, Kal, Kas, Kek, Kel, Kem, Kıl, Kın, Kıt, Kil, Kim, Kir, Koç, Kof, Kol, Kor,
 Kök, Kör, Köz, Kul, Kum, Kur, Kuş, Küf, Küp, Küs, Küt,
 Leş, Lir, Lor, Loş,
 Maç, Mal, Mat, Meç, Men, Mey, Mıh, Mil, Mim, Mis, Mor, Mum, Muş, Muz,
 Nal, Naz, Nem, Net, Ney,
 Pas, Pek, Pes, Peş, Pır, Pıt, Piç, Pil, Pis, Puf, Pul, Pus,
 Raf, Ruh, Ruj, Rum, Rus,
 Sac, Saç, Saf, Sal, Sel, Sen, Ses, Sık, Sır, Sil, Sim, Sis, Sol, Som, Son, Sos, Sör, Söz,
 Suç, Sur, Süs, Süt, şal, çan, şef, şey, şık, şıp, şiş, çok, şov, şuh, şut,
 Taç, Tak, Taç, Tef, Tek, Tel, Tın, Tıp, Tır, Tik, Tıp, Tiz, Tok, Top, Toz, Tur, Tuz,
 Tüh, Tül, Tüm, Tüy,
 Vah, Var, Ver, Vız,
 Yak, Yas, Yaş, Yel, Yem, Yer, Yıl, Yok, Yol, Yoz, Yön, Yük, Yün, Yüz,
 Zar, Zıp, Zıt, Zil, Zor

EK 3. Orijinallik Raporu Ekran Görüntüsü

TEZİN BAŞLIĞI: Koklear İmplant Kullanıcılarında Bimodal Stimulasyon ile Sağlanan Binaural İşitmenin Avantajları

ÖĞRENCİ: Gizem Babaoğlu Demiröz

DOSYA TOPLAM SAYFA: 72

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA BİMODAL STİMULASYON İLE SAĞLANAN BİNAURAL İŞİTMENİN AVANTAJLARI

ORJİNALLİK RAPORU

%3	%2	%2	%0
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
2	pure.rug.nl İnternet Kaynağı	<%1
3	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
4	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
5	Tasdemiş, Ilknur. "Unilateral Ve Bimodal Koklear İmplant Kullanıcılarında Dinleme Eforunun Değerlendirilmesi.", Marmara Üniversitesi (Turkey), 2021 Yayın	<%1
6	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<%1
7	9lib.net İnternet Kaynağı	<%1

EK 4. Turnitin Dijital Makbuz

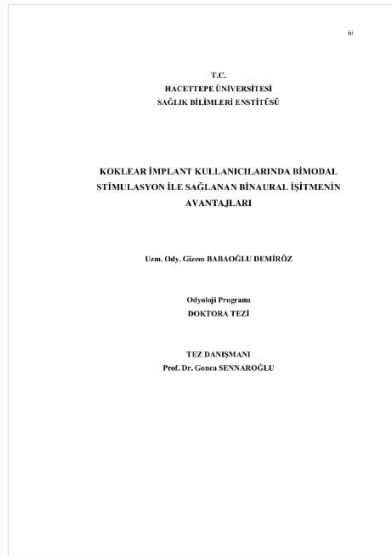


Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Gizem Babaoglu
Assignment title: KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA BİMODAL STİMULAS...
Submission title: KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA BİMODAL STİMULAS...
File name: 2024_04_01_BabaogluGizem_DoktoraTez.docx
File size: 7.02M
Page count: 72
Word count: 15,853
Character count: 106,940
Submission date: 03-Apr-2024 03:20AM (UTC+0300)
Submission ID: 2338364640



EK 5. Kontrol ve Çalışma Grupları için Araştırma Amaçlı Onam Formları

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN KONTROL GRUBU YETİŞKİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Odyologun açıklaması;

Sayın katılımcı

“Koklear İmplant Kullanıcılarında Bimodal Stimulasyon ile sağlanan Binaural İşitmenin Avantajları” isimli yeni bir araştırma yapmaktayız.

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

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, işitme kayıplı bireylerde işitsel bilginin içerdiği ses işleme becerisini ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı algısını be değerlendirilmek istenmesidir. Bu gerekçe ile ortak olarak çalıştığımız Groningen Üniversitesi’nde bilgisayar tabanlı bir değerlendirme programı geliştirilmiştir. Bu program görsel ve işitsel uyaranlar içeren bir animasyona benzemektedir. Çeşitli konuşmalar ve yönergeler sunulmakta, ekrandaki resim seçeneği ile cevap verilmesi istenmektedir. Hoparlörden veya kulaklıktan duyulan cümle ve konuşmaların ve yönergelerin bilgisayar ekranında yer alan resimlere dokunarak tespiti ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmemiz ise H.Ü. Odyoloji Bölümü ve Kliniği’nde gerçekleştirilecektir.

Bu çalışmada Türkçe konuşan, işitme cihazı ve/veya koklear implant kullanan çocuk ve yetişkinlere geliştirilen bilgisayar tabanlı değerlendirme programı ile değerlendirme yapmak, işitilen konuşmaların arka planında yer alan duygu, ima gibi iletişimi etkileyen özelliklerin de tespitinin işitme cihazı ve koklear implant kullanan kişilerce nasıl yapıldığını gözlemek amacındayız. Edinilen yanıtların karşılaştırılması amacı ile normal işiten yetişkinlere de aynı program ile değerlendirme yapılarak referans değerler elde ederek sonuçların karşılaştırılacaktır. Bu amaçla 18- 64 yaş yaş aralığında olan, işitme cihazı ve koklear implant kullanıcısı 100 birey; kontrol grubunu oluşturmak amacı ile normal işitmeye sahip aynı yaş gruplarında 100 bireyin (18-64 yaş arası toplam 200 yetişkinin) katılması planlanmıştır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU veya onun görevlendireceği bir araştırmacı tarafından değerlendirileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir.

Bu çalışmaya ayracağınız süre toplamda 30 dakikadır. Bu çalışmaya katılması için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Bilgileriniz gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini

denetleyen görevliler, katılımcı merkez Groningen Üniversitesi, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Çalışmamızda kullanılacak olan program sadece değerlendirme amacı taşımaktadır; öncesinde ve sonrasında tedavi programı içermemektedir. Değerlendirme programı kulaklık aracılığıyla, en rahat duyma seviyesinde sunulacaktır. Hiçbir patlamalı, ani, yüksek ses içermediğinden herhangi bir risk bulunmamaktadır.

Çalışmamız sonucunda ; ana dili Türkçe olan, İşitme cihazı ve koklear implant beraber kullanan bireyler (Bimodal kullanıcılar) ve tek kulağında koklear implant kullanan bireylerin (unilateral kullanıcılar) , sesin vokal karakteristiklerini anlama ve değişiklikleri ayırt etme becerisini ; farklı arka plan gürültüsü varlığında konuşmayı ayırt etme becerilerinin normal işiten akranlarına göre karşılaştırılmasının yapılması hedeflenmektedir .

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz. Onayınızı çektiğinizde herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmayacaksınız.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu veya görevlendireceği bir uzman tarafından Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Odyoloji Ünitesinde bir çalışmanın yapılacağı belirtilerek bu çalışma ile ilgili aşağıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir çalışmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu çalışmaya katılırsam odyolog ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizli kalacağına, bu çalışma sırası ve sonrasında da büyük bu konuya bir özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Çalışma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

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

Çalışma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaşıldığında Gonca Sennaroğlu’nu numaralı telefondan arayabileceğimi biliyorum. Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çalışmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için çalışmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından çalışma dışı tutulabilirim. Çalışma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

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

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllü

Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:

Gönüllü ile görüşen odvolog

Adı soyadı:
Adres:
Tel: İmza:

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇALIŞMA GRUBU YETİŞKİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Odyoloğun açıklaması;

Sayın katılımcı

“Koklear İmplant Kullanıcılarında Bimodal Stimulasyon ile sağlanan Binaural İşitmenin Avantajları” isimli yeni bir araştırma yapmaktayız.

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

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, işitme kayıplı bireylerde işitsel bilginin içerdiği ses işleme becerisini ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı algısını bedegerlendirilmek istenmesidir. Bu gerekçe ile ortak olarak çalıştığımız Groningen Üniversitesi’nde bilgisayar tabanlı bir değerlendirme programı geliştirilmiştir. Bu program görsel ve işitsel uyaranlar içeren bir animasyona benzemektedir. Çeşitli konuşmalar ve yönergeler sunulmakta, ekrandaki resim seçeneği ile cevap verilmesi istenmektedir. Hoparlörden veya kulaklıktan duyulan cümle ve konuşmaların ve yönergelerin bilgisayar ekranında yer alan resimlere dokunarak tespiti ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmemiz ise H.Ü. Odyoloji Bölümü ve Kliniği’nde gerçekleştirilecektir.

Bu çalışmada Türkçe konuşan, işitme cihazı ve/veya koklear implant kullanan çocuk ve yetişkinlere geliştirilen bilgisayar tabanlı değerlendirme programı ile değerlendirme yapmak, işitme cihazı ve/veya koklear implant kullanan kişilerce nasıl yapıldığını gözlemek amacındayız. Kullanmış olduğunuz yardımcı dinleme cihazınızın (Koklear implant veya işitme cihaz) ayarlar hiçbir suretle değiştirilmeyecek, mevcut kullandığını değerlendirmesine dahil edileceksiniz. Edinilen yanıtların karşılaştırılması amacı ile normal işiten yetişkinlere de aynı program ile değerlendirme yapılarak, referans değerler elde ederek sonuçların karşılaştırılacaktır

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU veya onun görevlendireceği bir araştırmacı tarafından değerlendirileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir.

Bu çalışmaya ayıracağınız süre toplamda 30 dakikadır. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığımız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Bilgileriniz gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, katılımcı merkez Groningen Üniversitesi/ Hollanda, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Çalışmamızda kullanılacak olan program sadece değerlendirme amacı taşımaktadır; öncesinde ve sonrasında tedavi programı içermemektedir. Değerlendirme programı hoparlör aracılığıyla, en rahat duyma seviyesinde sunulacaktır. Hiçbir patlamalı, ani, yüksek ses içermediğinden herhangi bir risk bulunmamaktadır.

Çalışmamız sonucunda ; ana dili Türkçe olan, İşitme cihazı ve koklear implant beraber kullanan bireyler (Bimodal kullanıcılar) ve tek kulağında koklear implant kullanan bireylerin (unilateral kullanıcılar) , sesin vokal karakteristiklerini anlama ve değişiklikleri ayırt etme becerisini ; farklı arka plan gürültüsü varlığında konuşmayı ayırt etme becerilerinin normal işiten akranlarına göre karşılaştırılmasının yapılması hedeflenmektedir .

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz. Onayınızı çektiginizde herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmayacaksınız.

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu ve görevlendireceği bir uzman tarafından Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Odyoloji Ünitesinde bir çalışmanın yapılacağı belirtilerek bu çalışma ile ilgili aşağıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir çalışmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu çalışmaya katılırsam odyolog ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizli kalacağına, bu çalışma sırası ve sonrasında da büyük bu konuya bir özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Çalışma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

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

Çalışma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaşıldığında herhangi bir saatte KBB Hekimi Prof. Dr.Gonca Sennaroğlu’nu H.Ü. Odyoloji Bölümünü numaralı telefondan arayabileceğimi biliyorum. Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çalışmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için çalışmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından çalışma dışı tutulabilirim. Çalışma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

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

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllü

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Gönüllü ile görüşen odvolog

Adı soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:



ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ ÇOCUK (8-12 YAŞ) GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Kontrol Grubu İçin :

Odyoloğun açıklaması;

Kardeşim,

Benim adım Uzm.Ody.Gizem Babaoglu . Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, işitme kayıplı bireylerde işitsel bilginin içerdiği ses işleme becerisini ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı algısını be değerlendirilmek istenmesidir. Bu gereke ile ortak olarak çalıştığımız Groningen Üniversitesi'nde bilgisayar tabanlı bir değerlendirme programı geliştirilmiştir. Bu program görsel ve işitsel uyaranlar içeren bir animasyona benzemektedir. Çeşitli konuşmalar ve yönergeler sunulmakta, ekrandaki resim seçeneği ile cevap verilmesi istenmektedir. Hoparlörden veya kulaklıktan duyulan cümle ve konuşmaların ve yönergelerin bilgisayar ekranında yer alan resimlere dokunarak tespiti ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmemiz ise H.Ü. Odyoloji Bölümü ve Kliniği'nde gerçekleştirilecektir.

Araştırmayı ben ve başka bazı arkadaşlarım ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senden bilgisayardan kulaklık ile dinleme yaparak duyduğun cümlelerin yanıtını bilgisayar ekranındaki resimlere dokunarak göstermeni isteyeceğiz. Sesleri yandaki bu iki hoparlörden duyacaksın. Resimler ise bilgisayar ekranında olacak. Bu değerlendirmeyi yapmak, bilgisayardan animasyon film izlemek kadar basit fakat başlamadan önce nasıl yapacağın ile ilgili bilgileri sana vereceğiz, sormak istediğin soru olursa sen de sorabilirsin.

Çalışmamızda bu değerlendirmenin Türkçe konuşan, normal işitmeye sahip çocuk ve yetişkinlere uygulanarak referans değerlerin elde edilmesini ve uygulanabilirliğini araştırıyoruz.

Bu çalışmada 8-12 yaş arası normal işiten çocuklar ile beraber çalışmayı planlıyoruz. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacı arkadaşlarımıza da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz, fakat araştırmamızın sonucunu yayınladığımızda bile senin adını ve kim olduğunu söylemeyeceğiz.

Bu çalışmaya ayıracağımız süre toplam 40 dakikadır. Bu süre içerisinde dinlenebilirsin, mola verebilirsin, yorulduğunu veya sıkıldığını düşündüğünde bize iletmen yeterli olacaktır.

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 herhangi bir nedenle ya da herhangi bir neden olmadan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar değerlendirme ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Eğer bizim çalışmamıza katılmak istersen, ilerleyen süreçte bu isteğinin değiştiğini düşünürsek aileni hemen bilgilendireceğiz.

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

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Görüşme Tanığı

Adı Soyadı:

İmzası:

Tarih:

Araştıracının adı, soyadı, ünvanı:

Adres :

Tel:

İmza:

Tarih:

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ ÇOCUK (8-12 YAŞ) GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Çalışma Grubu İçin :

Odyoloğun açıklaması;

Kardeşim,

Benim adım Uzm.Ody.Gizem Babaoglu . Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, işitme kayıplı bireylerde işitsel bilginin içerdiği ses işleme becerisini ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı algısını be değerlendirilmek istenmesidir. Bu gerekçe ile ortak olarak çalıştığımız Groningen Üniversitesi'nde bilgisayar tabanlı bir değerlendirme programı geliştirilmiştir. Bu program görsel ve işitsel uyaranlar içeren bir animasyona benzetmektedir. Çeşitli konuşmalar ve yönergeler sunulmakta, ekrandaki resim seçeneği ile cevap verilmesi istenmektedir. Hoparlörden veya kulaklıktan duyulan cümle ve konuşmaların ve yönergelerin bilgisayar ekranında yer alan resimlere dokunarak tespiti ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmemiz ise H.Ü. Odyoloji Bölümü ve Kliniği'nde gerçekleştirilecektir.

Araştırmayı ben ve başka bazı arkadaşlarım ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senden bilgisayardan hoparlör ile dinleme yaparak duyduğun cümlelerin yanıtını bilgisayar ekranındaki resimlere dokunarak göstermeni isteyeceğiz. Sesleri yandaki bu iki hoparlörden duyacaksın. Resimler ise bilgisayar ekranında olacak. Bu değerlendirmeye başlamadan önce senin işitme cihazının/ koklear implantının hiç bir ayarını değiştirmeyeceğiz. Bu değerlendirmeyi yapmak, bilgisayardan animasyon film izlemek kadar basit fakat başlamadan önce nasıl yapacağın ile ilgili bilgileri sana vereceğiz, sormak istediğin soru olursa sen de sorabilirsin.

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

Bu çalışmaya ayıracağımız süre toplam 30 dakikadır. Bu süre içerisinde dinlenebilirsin, mola verebilirsin, yorulduğunu veya sıkıldığını düşündüğünde bize iletmen yeterli olacaktır.

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 herhangi bir nedenle ya da herhangi bir neden olmadan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar değerlendirme ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Eğer bizim çalışmamıza katılmak istersen, ilerleyen süreçte bu isteğinin değiştiğini düşünürsek aileni hemen bilgilendireceğiz.

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

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Görüşme Tanığı

Adı Soyadı:

İmzası:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı:

Adres :

Tel:

İmza:

Tarih:

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ ÇOCUK (13-17 YAŞ) GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Kontrol Grubu İçin :

Odyoloğun açıklaması;

Kardeşim,

Benim adım Uzm.Ody.Gizem Babaoglu . Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, işitme kayıplı bireylerde işitsel bilginin içerdiği ses işleme becerisini ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı algısını be değerlendirilmek istenmesidir. Bu gerekçe ile ortak olarak çalıştığımız Groningen Üniversitesi'nde bilgisayar tabanlı bir değerlendirme programı geliştirilmiştir. Bu program görsel ve işitsel uyaranlar içeren bir animasyona benzetmektedir. Çeşitli konuşmalar ve yönergeler sunulmakta, ekrandaki resim seçeneği ile cevap verilmesi istenmektedir. Hoparlörden veya kulaklıktan duyulan cümle ve konuşmaların ve yönergelerin bilgisayar ekranında yer alan resimlere dokunarak tespiti ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmemiz ise H.Ü. Odyoloji Bölümü ve Kliniği'nde gerçekleştirilecektir.

Araştırmayı ben ve başka bazı arkadaşlarım ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senden bilgisayardan kulaklık ile dinleme yaparak duyduğun cümlelerin yanıtını bilgisayar ekranındaki resimlere dokunarak göstermeni isteyeceğiz. Sesleri yandaki bu iki hoparlörden duyacaksın. Resimler ise bilgisayar ekranında olacak. Bu değerlendirmeyi yapmak, bilgisayardan animasyon film izlemek kadar basit fakat başlamadan önce nasıl yapacağın ile ilgili bilgileri sana vereceğiz, sormak istediğin soru olursa sen de sorabilirsin.

Çalışmamızda bu değerlendirmenin Türkçe konuşan, normal işitmeye sahip çocuk ve yetişkinlere uygulanarak referans değerlerin elde edilmesini ve uygulanabilirliğini araştırıyoruz. Bu nedenle 13-17 yaş arası normal işiten çocuklar ile beraber çalışmayı planlıyoruz. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacı arkadaşlarımıza da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz, fakat araştırmamızın sonucunu yayınladığımızda bile senin adını ve kim olduğunu söylemeyeceğiz.

Bu çalışmaya ayıracağımız süre toplam 30 dakikadır. Bu süre içerisinde dinlenebilirsin, mola verebilirsin, yorulduğunu veya sıkıldığını düşündüğünde bize iletmen yeterli olacaktır.

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 seni yargılamaz. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan herhangi bir nedenle ya da herhangi bir neden olmadan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar değerlendirme ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Eğer bizim çalışmamıza katılmak istersen, ilerleyen süreçte bu isteğinin değiştiğini düşünürsek seni ve aileni hemen bilgilendireceğiz.

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

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih

Görüşme Tanığı

Adı Soyadı:

İmzası:

Tarih

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı:

Adres :

Tel:

İmza:

Tarih

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ ÇOCUK (13-17 YAŞ) GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Çalışma Grubu İçin :

Odyoloğun açıklaması;

Kardeşim,

Benim adım Uzm.Ody.Gizem Babaoglu . Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, işitme kayıplı bireylerde işitsel bilginin içerdiği ses işleme becerisini ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı algısını be değerlendirilmek istenmesidir. Bu gerekçe ile ortak olarak çalıştığımız Groningen Üniversitesi'nde bilgisayar tabanlı bir değerlendirme programı geliştirilmiştir. Bu program görsel ve işitsel uyaranlar içeren bir animasyona benzetmektedir. Çeşitli konuşmalar ve yönergeler sunulmakta, ekrandaki resim seçeneği ile cevap verilmesi istenmektedir. Hoparlörden veya kulaktan duyulan cümle ve konuşmaların ve yönergelerin bilgisayar ekranında yer alan resimlere dokunarak tespiti ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmemiz ise H.Ü. Odyoloji Bölümü ve Kliniği'nde gerçekleştirilecektir.

Araştırmayı ben ve başka bazı arkadaşlarım ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senden bilgisayardan hoparlör ile dinleme yaparak duyduğun cümlelerin yanıtını bilgisayar ekranındaki resimlere dokunarak göstermeni isteyeceğiz. Sesleri yandaki bu iki hoparlörden duyacaksın. Resimler ise bilgisayar ekranında olacak. Bu değerlendirmeye başlamadan önce senin işitme cihazının/ koklear implantının hiç bir ayarını değiştirmeyeceğiz. Bu değerlendirmeyi yapmak, bilgisayardan animasyon film izlemek kadar basit fakat başlamadan önce nasıl yapacağın ile ilgili bilgileri sana vereceğiz, sormak istediğin soru olursa sen de sorabilirsin.

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

Bu çalışmaya ayıracağımız süre toplam 30 dakikadır. Bu süre içerisinde dinlenebilirsin, mola verebilirsin, yorulduğunu veya sıkıldığını düşündüğünde bize iletmen yeterli olacaktır.

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 onaylasalar bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve sen istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse seni yargılamaz. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan herhangi bir nedenle ya da herhangi bir neden olmadan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar değerlendirme ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Eğer bizim çalışmamıza katılmak istersen, ilerleyen süreçte bu isteğinin değiştiğini düşünürsek seni ve aileni hemen bilgilendireceğiz.

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

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Görüşme Tanığı

Adı Soyadı:

İmzası:

Tarih

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı:

Adres :

Tel:

İmza:

Tarih

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN EBEVEYN RIZA FORMU

Odyoloğun açıklaması;

Sayın ebeveyn,

“Koklear İmplant Kullanıcılarında Bimodal Stimulasyon ile sağlanan Binaural İşitmenin Avantajları” isimli yeni bir araştırma yapmaktayız.

isimli yeni bir araştırma yapmaktayız. Çocuğunuzun da bu araştırmaya katılmasını öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta çocuğunuz serbesttir. Çalışmaya katılım, gönüllülük esasına dayalıdır.

Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra çocuğunuzun araştırmaya katılmasını isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, işitme kayıplı bireylerde işitsel bilginin içerdiği ses işleme becerisini ve arka plan gürültü varlığında konuşmayı algısını be değerlendirilmek istenmesidir. Bu gerekçe ile ortak olarak çalıştığımız Groningen Üniversitesi’nde bilgisayar tabanlı bir değerlendirme programı geliştirilmiştir. Bu program görsel ve işitsel uyaranlar içeren bir animasyona benzemektedir. Çeşitli konuşmalar ve yönergeler sunulmakta, ekrandaki resim seçeneği ile cevap verilmesi istenmektedir. Hoparlörden veya kulaklıktan duyulan cümle ve konuşmaların ve yönergelerin bilgisayar ekranında yer alan resimlere dokunarak tespiti ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmemiz ise H.Ü. Odyoloji Bölümü ve Kliniği’nde gerçekleştirilecektir.

. Bu çalışmada Türkçe konuşan, işitme cihazı ve/veya koklear implant kullanan çocuk ve yetişkinlere geliştirilen bilgisayar tabanlı değerlendirme programı ile değerlendirme yapmak, işitilen konuşmaların arka planında yer alan duygu, ima gibi iletişimi etkileyen özelliklerin de tespitinin işitme cihazı ve koklear implant kullanan kişilerce nasıl yapıldığını gözlemek amacındayız. Edinilen yanıtların karşılaştırılması amacı ile normal işiten yetişkinlere de aynı program ile değerlendirme yapılarak referans değerler elde ederek sonuçların karşılaştırılacaktır

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Prof. DrGonca SENNAROĞLU veya onun görevlendireceği bir araştırmacı tarafından çocuğunuz değerlendirilecek ve bulgular kaydedilecektir. Bu çalışmaya çocuğunuzun ayracağı süre toplamda 30 dakikadır. Bu çalışmaya katılması için sizden veya çocuğunuzdan herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığımız için size veya çocuğunuza ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Çocuğunuzla ilgili bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, katılımcı merkez Groningen Üniversitesi /Hollanda, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Çalışmamızda kullanılacak olan program sadece değerlendirme amacı taşımaktadır; öncesinde ve sonrasında tedavi programı içermemektedir. Değerlendirme programı kulaklık veya hoparlör aracılığıyla, en rahat duyma seviyesinde sunulacaktır. Hiçbir patlamalı, ani, yüksek ses içermediğinden herhangi bir risk bulunmamaktadır.

Çalışmamız sonucunda; ana dili Türkçe olan, İşitme cihazı ve koklear implant beraber kullanan bireyler (Bimodal kullanıcılar) ve tek kulağında koklear implant kullanan bireylerin (unilateral kullanıcılar) , sesin vokal karakteristiklerini anlama ve değişiklikleri ayırt etme becerisini ; farklı arka plan gürültüsü varlığında konuşmayı ayırt etme becerilerinin normal işiten akranlarına göre karşılaştırılmasının yapılması hedeflenmektedir .

Bu çalışmaya katılmayı çocuğunuz ve siz reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahibsiniz. Onayınızı çektiğinizde herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmayacaksınız.

(Ebeveyn Beyanı)

Sayın Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu veya görevlerdindirdiği bir uzman tarafından Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Odyoloji Ünitesinde bir çalışmanın yapılacağı belirtilerek bu çalışma ile ilgili aşağıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir çalışmaya çocuğum “katılımcı” olarak davet edildi.

Eğer çocuğum bu çalışmaya katılırsa odyolog ile arasında kalması gereken bilgilerin gizli kalacağına, bu çalışma sırası ve sonrasında da bu konuya büyük bir özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Çalışma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında çocuğumun kişisel bilgilerinin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

İster doğrudan ister dolaylı olsun çalışma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence bana ve çocuğuma verildi (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğiz).

Çalışma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaşıldığında; herhangi bir saatte, Gonca Sennaroğlu’nu H.Ü. Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı’nı veya numaralı telefondan arayabileceğimi biliyorum. Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çocuğum çalışmadan çekilebilir (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için çocuğumun çalışmadan çekileceğini önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuna herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından çocuğum çalışma dışı tutulabilir. Çalışma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına çocuğum ve ben girmiyoruz. Çocuğuma ve bana bir ödeme yapılmayacaktır.

Çocuğum bu araştırmaya katılmak zorunda değil ve katılmayabilir. Araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değil. Eğer katılmayı reddederse, bu durumun tıbbi bakımına ve araştırmacı ile olan ilişkisine herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çocuğum, kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” olarak yer alma kararını aldı. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyor.

- Çocuğumun bu çalışmaya tabi tutulmasına ve testle ilgili yapılacak tüm işlemleri kabul ediyorum.
- Çalışma ile ilgili detaylı bilgiler tarafıma verildi. Buna rağmen çocuğumun bu çalışmaya katılmasını kabul etmiyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Cocuk üzerinde velayet hakkına sahip olanlardan en az birinin adı soyadı, imzası:

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

Gönüllü ile görüşen odvolog

Adı soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Katılımcının Beyanı

Prof. Dr. Gonca Sennaroglu tarafından;

‘Koklear İmplant Kullanıcılarında Bimodal Stimulasyon ile sağlanan Binaural İşitmenin Avantajları’ isimli çalışma hakkında bana bilgi verildi. Araştırmanın amacı, uygulama biçimi ve tıbbi bilgilendirme ile ilgili gizliliğin sağlanacağı konusunda yeterli açıklama yapıldı. Eğer bu araştırmaya katılırsam bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Araştırma ile ilgili sorularım için Prof. Dr.Gonca Sennaroglu ile temas edeceğim bana bildirildi. İstedğim zaman araştırmadan çekilebileceğimi biliyorum. Araştırmaya katılımımın tamamen gönüllü olduğu, katılmam ya da katılıp daha sonra araştırmadan çekildiğim durumda bu durumdan hiçbir şekilde etkilenmeyeceğim belirtildi. Bu çalışmaya kendi gönüllü onayım vardır.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen odyolog

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza:

Bu çalışmada elde edilecek kendimle ilgili bilgileri,

Öğrenmek istiyorum ()

Öğrenmek istemiyorum ()



9. ÖZGEÇMİŞ

