TÜRKİYE CUMHURİYETİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA AKUSTİK DEĞİŞİM KOMPLEKSİNİN İNCELENMESİ

NEZAFET ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DANIŞMAN

Prof. Dr. AYÇA ÇİPRUT

2021-İSTANBUL

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA AKUSTİK DEĞİŞİM KOMPLEKSİNİN İNCELENMESİ

NEZAFET ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DANIŞMAN

Prof. Dr. AYÇA ÇİPRUT

2021-İSTANBUL

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmemiş bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Nezafet Öztürk

ÖNSÖZ

Marmara Odyoloji ailesine katıldığım ilk andan itibaren mesleğime farklı bir bakış açısıyla bakmamı sağlayan, eğitim hayatımda ve mesleki hayatımda katkılarını hiç bir zaman esirgemeyen, varlığıyla ve vizyonuyla aydınlandığım, bu tezin her aşamasında çok büyük emeği olan sevgili hocam Sayın Prof. Dr. Ayça Çiprut'a,

Odyoloji kliniğimizdeki yollarımızın çok erken ayrıldığı, tecrübeleriyle ve bilgileriyle desteklerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ufuk Derinsu'ya, Dr. Öğr. Üyesi Atılım Atılgan'a, Dr. Öğr. Üyesi Sıdıka Cesur'a ve Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Yüksel'e,

'Can Global Field Power be an Objective Tool to Assess Cortical Responses to Acoustic Change? A Study with Cochlear Implant Users' adlı çalışma için geliştirdikleri Akustik Değişim Kompleksi testi konuşma uyaranını kullanmamıza izin verdikleri ve paylaştıkları için Sayın Doç Dr. Didem Türkyılmaz ve arkadaşlarına,

Varlıklarıyla yüzümü güldüren ve kliniğimizin dışında da desteklerini her zaman hissetiğim Ody. Fatma Toktaş'a ve Uzm. Ody. Ahsen Kartal'a,

Kliniğimizdeki çalışma arkadaşlarıma, yüksek lisans dönem arkadaşlarıma ve çok sevgili Marmara Odyoloji ailesine,

İhtiyaç duyduğum her an destekleriyle ve güzel düşünceleriyle şanslı hissetmemi sağlayan İstanbulda'ki güzel ailem sevgili Ertuğrul & Güzin Pek'e,

Aldığım kararlarda yanımda olan ve her zaman beni destekleyen, dürüstlüğü, çalışkanlığı ve sevgiyi öğreten, değerli annem ve babam Aysın & Nazif Öztürk'e,

Tüm içtenlikleriyle ve sevgileriyle sarıp sarmalayan Mustafa & Özlet & Defne Kostakoğlu'na,

Değerli desteğini her zaman hissettiğim Halil İbrahim Akar'a,

Sonsuz ve içten teşekkürlerimi sunarım.

Nezafet Öztürk

İÇİNDEKİLER

BEYAN ..... **i**
ÖNSÖZ ..... **ii**
İÇİNDEKİLER ..... **iii**
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ ..... **v**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **vii**
TABLO LİSTESİ ..... **viii**
ÖZET **1**
SUMMARY **2**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **3**
2. GENEL BİLGİLER **6**
2.1. Koklear İmplant 6
2.1.1. Koklear implant teknolojisi **7**
2.2. İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu 10
2.2.1 İNSB'de koklear implantasyon **13**
2.3 Spektral İşitsel İşlemleme Becerisi 15
2.3.1 Koklear implant kullanıcılarında spektral işitsel işlemleme **16**
2.4. İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller 18
2.5. Akustik Değişim Kompleksi 22
2.5.1. Koklear implant kullanıcılarında akustik değişim kompleksi **24**
3. GEREÇ VE YÖNTEM **26**
3.1. Katılımcılar 26
3.2. Yöntem 28
3.3. Odyometrik Değerlendirme ve Konuşma Testleri 28
3.4. Spektral Temporally Modulated Ripple Test 29
3.5. Akustik Değişim Kompleksi Testi 30
3.5.1 Elektrot montajı ve teste hazırlık **30**
3.5.2 Uyaran özellikleri ve kayıt parametreleri **31**
3.5.3. Akustik değişim kompleksi ve işitsel geç kortikal potansiyel sonuçlarının kayıt edilmesi **31**
3.6. İstatistiksel Yöntem 32
4. BULGULAR **33**

4.1. Katılımcıların Yaş Bulgularının Karşılaştırılması 34
4.2. Konuşma Testi Bulguları 35
4.3. Spectral Temporally Modulated Ripple Test Bulguları 36
4.4. Konuşma Testleri ile Spectral Temporal Modulated Ripple Test Arasındaki İlişki 37
4.5. İşitsel Geç Potansiyel Bulguları 38
4.6. Akustik Değişim Kompleksi Bulguları 39
4.7. Konuşma Testleri ile İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller Arasındaki İlişki 40
4.8. SMRT ile İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller Arasındaki İlişki 41
4.9. Ameliyat Yaşı ile Test Sonuçları Arasındaki İlişki 42
4.10. Konuşmayı Alma Testi Zayıf ve İyi Olan Koklear İmplant Kullanıcılarında Test Sonuçlarının Karşılaştırılması 43
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 45
6. KAYNAKLAR 59
7. EKLER 67
7.1. Ek-1: Bilgilendirme ve Onam Formları 67
7.2. Ek-2: Kongre Bildirisi 83

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

KISALTMALAR

ADK: Akustik Değişim Kompleksi

Amp.: Amplitüd

BM: Baziller membran

dB: Desibel

Hz: Hertz

İC: İşitme cihazı

İNSB: İşitsel nöropati spektrum bozukluğu

İUBP: İşitsel uyarılmış beyinsapı potansiyelleri

İUGKP: İşitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeller

Kİ: Koklear İmplant

KF: Karakteristik frekans

Lat.: Latans

MMN: Mismatch Negativity

OAE: Otoakustik Emisyon

RF: Radyo frekansı

RPO: Ripple per octave

SMRT: Spectral Temporally Modulated Ripple Test

SNİK: Sensörinöral işitme kayıplı

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

s.s.: Standart Sapma

Ve ark.: Ve arkadaşları

SİMGELER

±: Artı-eksi işareti

%: Yüzde işareti

<: Küçüktür işareti

>: Büyüktür işareti

n: Örneklem sayısı

p: Anlamlılık değeri

r: Korelasyon katsayısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Koklear implantın iç ve dış parçaları 7

Şekil 2. SMRT test ekranı 29

Şekil 3. SMRT örnek sonuç ekranı 30

Şekil 4. İşitsel geç kortikal potansiyeller ve akustik değişim kompleksi yanıtları örneği 32

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Uyaran özellikleri ve kayıt parametreleri 31

Tablo 2. Grupların betimsel istatistik tablosu 33

Tablo 3. Gruplar arası yaş karşılaştırması 34

Tablo 4. Koklear implant kullanıclarında ameliyat yaşının karşılaştırılması 34

Tablo 5. Konuşma tesi sonuçlarının gruplar arasında karşılaştırılması 36

Tablo 6. SMRT sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması 37

Tablo 7. Konuşma testleri ile SMRT arasındaki ilişki 37

Tablo 8. Geç kortikal potansiyel latanslarının gruplar arası karşılaştırılması 38

Tablo 9. Akustik Değişim Kompleksi latanslarının gruplar arası karşılaştırılması... 40

Table 10. Konuşma testleri ile işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeller arasındaki ilişki 41

Table 11. SMRT ile işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeller arasındaki ilişki..... 42

Tablo 12. Ameliyat yaşı ile test sonuçları arasındaki ilişki 43

Tablo 13. Konuşmayı alma testi zayıf ve iyi olan koklear implant kullanıcılarında test sonuçlarının karşılaştırılması 44

ÖZET

Koklear İmplant Kullanıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi

Öğrencinin Adı : Nezafet Öztürk

Danışmanı : Prof. Dr. Ayça Çiprut

Anabilim Dalı : KBB Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı

Amaç : Akustik Değişim Kompleksi (ADK), akustik uyaranın kortikal düzeydeki fark edilebilirliğini ölçmemizi sağlayan olayla ilişkili bir potansiyeldir. Çalışmanın amacı, sensörinöral işitme kaybı (SNİK) ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu (İNSB) olan koklear implant kullanıcılarında ADK'yı güvenilir bir şekilde kaydedilip kaydedilemeyeceğini belirlemek ve koklear implant kullanıcılarında ADK ile konuşma algısı arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem : Çalışmaya sensörinöral işitme kaybı olan 21 Kİ kullanıcısı, İNSB'li 23 Kİ kullanıcısı ve 20 normal işiten birey (7-18 yaş arası) katılmıştır. Spektral çözünürlük kabiliyetleri, Spectral Temporally Modulated Ripple Test (SMRT) kullanılarak değerlendirilmiştir. Sessiz ortamda konuşma ayırt etme kabiliyetleri konuşmayı anlama testi (KAT) ve konuşmayı alma eşiği (KAE) ile değerlendirilmiştir. ADK yanıtları ise konuşma uyaranı (/ui/) kullanılarak kaydedilmiştir.

Bulgular : İNSB grubuyla ve SNİK grupla, normal işiten bireyler karşılaştırıldığında, ADK P1-N1-P2 latansları önemli ölçüde uzamıştır. SMRT ve KAT puanları, SNİK ve İNSB grupları arasında farklılık göstermemiştir, ancak her iki grubun puanları normal işiten katılımcıların puanlarından önemli ölçüde düşük bulunmuştur. ADK yanıtları ve SMRT skorları, SNİK'li hastalar için anlamlı şekilde korelasyon göstermiştir. İşitsel yoksunluk süresi, İNSB grubunda KAT, SMRT ve ADK P1 latansı ile anlamlı olarak ilişki göstermiştir.

Sonuç: ADK Kİ kullanıcılarında güvenilir bir şekilde kaydedilebilmektedir. ADK, SMRT ve KAT sonuçları, Kİ kullanıcıları arasında gözlemlenen konuşma algısındaki bazı farklılıkları açıklamaya yardımcı olabilmektedir.

Anahtar Sözcükler : Koklear implant, spektral çözünürlük, akustik değişim kompleks

SUMMARY

Assessment of Acoustic Change Complex at Cochlear Implant Users

Student Name : Nezafet ÖZTÜRK

Name of Supervisor : Prof. Dr. Ayça ÇİPRUT

Objective : The Acoustic Change Complex (ACC) is an event related potential which provides a measure of stimulus differentiation at the cortical level. The objectives of this study were to determine whether the acoustic change complex could be reliably recorded in cochlear implant recipients with sensorineural hearing loss and auditory neuropathy spectrum disorder (ANSD) and to explore the relationship between ACC and speech perception in cochlear implant users.

Material and methods : 21 CI users with sensorineural hearing loss (SNHL), 23 of CI users with ANSD and 20 normal hearing participants (age range 7-18) took part in the study. Spectral resolution abilities were evaluated by using Spectral Modulated Ripple Test (SMRT) Speech disrimination scores (SDS) were obtained in quiet. The ACC responses were elicited with speech stimuli (/ui/).

Results : ACC P1-N1-P2 latencies were significantly delayed in ANSD group when compared with normal hearing and SNHL groups. SMRT and SDS scores did not differ in SNHL and ANSD groups but they were significantly lower than normal hearing subjects' scores. The ACC and SMRT scores were significantly correlated for patients with SNHL. Duration of auditory deprivation was significantly correlated with SDS, SMRT and ACC P1 latency in ANSD group.

Conclusion : Results indicate that the ACC can be reliably recorded in CI users. ACC, SMRT and SDS results can help to explain some of the variations in speech perception observed among CI users.

Keywords : Cochlear implant, spectral resolution, acoustic change complex

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Koklear implant (Kİ), ileri ve çok ileri derecede sensörinöral işitme kayıplı bireylere cerrahi olarak uygulanan, işitme sinirini doğrudan elektriksel uyarım ile uyaran ve iç kulağın fonksiyonel olarak işlevini yerine getiren protez bir cihazdır (Lenarz (2017).

İleri-çok ileri derecede işitme kayıplı bireylerde korti organı işlevini yerine getirememektedir ya da kısmi olarak yerine getirebilmektedir. Bu derecedeki işitme kaybına sahip bireylerde işitme cihazı ile sesin yükseltilmesi de hasta için yeterli olamamaktadır. Ancak işitme sinirinin doğrudan elektriksel uyaranla aktive edilmesiyle sesin duyulması sağlanabilmektedir. Koklear implantta sesler, elektrik sinyallerine dönüştürülür, işitme siniri doğrudan kokleaya yerleştirilen bir dizi elektrot aracılığıyla uyarılır (Clark, 2004).

Kİ kullanıcılarında; işitsel deprivasyona maruz kalma süreleri, spiral ganglion hücre sayısı, Kİ ameliyatı yaşı, Kİ ameliyatı öncesi işitme cihazı kullanımı, Kİ kullandığı süre içerisinde işitsel rehabilitasyon alması, Kİ öncesi rezidüel işitmenin varlığı gibi pek çok neden hastaların çok geniş skalada konuşma algılama performansı göstermesine sebep olabilmektedir.

Akustik Değişim Kompleksi (ADK) kortikal düzeyde bir testtir ve Kİ kullanıcılarını objektif olarak değerlendirmemize olanak sağlamaktadır (Hoppe ve ark., 2010). ADK, işitsel kortikal uyarılmış bir potansiyeldir ve devam eden (süregelen sesin) bir ses içindeki psikoakustik değişime yanıt olarak ortaya çıkan dalga formudur.

Akustik bir uyaranın sunulmasını takiben işitsel korteksten kaydedilen ADK yanıtları, beyinde bir ses içindeki değişiklikleri tespit edildiğini ve bireyin sesleri ayırt edebilmesi için nöral kapasitesiye sahip olduğunu gösterebilmektedir (Kim, 2015). ADK küçük çocuklarda, normal işiten bireylerde, işitme kaybı olan bireylerde, işitme cihazı ve koklear implant kullanan kişilerde de kaydedilebilmektedir (Kalaiah ve ark., 2017). Ayrıca bireylerde işitsel ayırt etme ve konuşmayı algılama gibi hastanın günlük yaşamını önemli ölçüde etkileyecek kabiliyetleri klinik olarak değerlendirmesi için objektif bir araçtır.

Tüm sesler içerik olarak birden çok frekansa sahiptir. Bu çoklu frekans bilgisinin işitme sistemi tarafından işlenmesi konuşmanın anlaşılması için önemlidir. Konuşma sesleri içerisindeki formantların doğru algılanabilmesi, uyaranın doğru bir şekilde çözümlenmesi sayesinde gerçekleşebilir. Spektral çözümleme becerisi birden çok ses kaynağının bir arada olduğu ortam şartlarında, sesin yerinin veya içeriğinin belirlenmesi gibi beceriler için önemlidir. Sesin bu spektral özelliğinin işlemlenmesi, koklear implant ameliyatı esnasında yerleştirilen elektrotların kokleayı tamamıyla saramaması sebebiyle de sesin spektral özelliklerinin işitme sistemi boyunca yeterince iletilmesine de engel teşkil etmektedir (Irvine ve Malmierca, 2005).

Koklear implant kullanıcılarında, çocuk hastalarda ve işitme cihazı kullanıcısı olan hastalara uygulanabilen ve Justin M. Aronoff ve David M. Landsberger tarafından 2013 yılında geliştirilmiş olan Spectral-temporally Modulated Ripple Test (SMRT) bireylerin spektral çözünürlük becerilerini ölçmemizi sağlayan davranışsal bir testtir (Aronoff ve Landsberger, 2013). Ayrıca yapılan çalışmalarda koklear implantasyon yaşı ve spektral çözünürlük arasındaki pozitif ilişki olduğu, koklear implantlı geçen süre arttıkça konuşmayı ayırt etme becerilerinde ve spektral çözünürlük becerilerinde iyileşme gözlendiği bildirilmiştir (Gifford ve ark., 2018).

SMRT'de uyaranlar frekans alanında amplitüdleri modüle edilmiş uyaranlardır. Bu uyaranların 2'si aynı özellikte referans uyaran, 1'i hedef uyaran olarak adlandırılmaktadır. Hastadan testin koşulu olarak, hedef uyaranı bulması istenmektedir. Hedef uyaran ve referans uyaran arasındaki fark edilebilirlik testin başında kolay iken hasta doğru yanıtı verdikçe zorlaşmaktadır. Referans uyaranların oktav başına 20 dalgalanma (ripple per octav-RPO) yani sabit dalgalanma yoğunluğu mevcuttur ve hedef uyaranın dalgalanma yoğunluğu dinleyici uyaranlar arasında ayrım yapamayana kadar değişerek devam etmektedir.

Çalışmamızın amacı prelingual ileri-çok ileri derecede işitme kayıplı Kİ kullanıcılarının ADK kayıtlarını, SMRT yanıtlarını ve konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmektir.

Bu amaçla çalışmamıza Kİ kullanıcısı 44 hasta ile normal işitmeye sahip 20 hasta dahil edilmiştir. Katılımcıların ADK, SMRT ve konuşmayı ayırt etme becerisi incelenmiştir. Özetle bu çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

- Normal işitmeye sahip katılımcılardan alınan ADK yanıtları, işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanısı almış olan ve ileri-çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı tanısı almış olan Kİ kullanıcılarından alınan ADK arasında fark var mıdır?
- İleri-çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı tanısı almış olan ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanısı almış olan Kİ kullanıcısı hastaların spektral çözünürlük becerileri ve ADK yanıtları arasında bir ilişki var mıdır?
- Tüm katılımcıların ADK yanıtları ve spektral çözünürlük becerileri arasında bir ilişki var mıdır?
- Kİ kullanıcısı olan İNSB'li ve sensörinöral işitme kayıplı hastaların ADK yanıtları ve implantasyon yaşı arasında bir ilişki var mıdır?
- Tüm katılımcılar için spektral çözünürlük becerileri ve konuşmayı anlama becerileri arasında bir ilişki var mı?

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Koklear İmplant

Koklear implantlar, işitme sinirini doğrudan elektriksel uyarım yoluyla uyaran protezlerdir (Krueger ve ark., 2008). Koklear implant (Kİ) ileri-çok ileri derecede işitme kaybı olan ve geleneksel işitme cihazlarından fayda görmeyen hastaların rehabilitasyonu için sıklıkla tercih edilen bir tedavi yöntemidir. Akustik sinyali elektriksel uyaranlara dönüştürerek işitme sinirinin aktivasyonunu sağlar ve iç tüy hücrelerinin eksik olan fonksiyonunu yerine getirir (Clark, 2004). Yani biyolojik mikrofon görevi gören iç tüy hücrelerinin işlevsel olarak yerini almaktadırlar. Böylelikle işitme sinirinin farklı bölümlerinde baziller membran (BM) boyunca frekansların tonotopik temsiliyle doğal işitme sürecini yerine getirmektedirler (Lenarz, 2017). Kİ kullanımı bireylerde özellikle konuşmayı tanıma, alma ve anlama açısından oldukça önemlidir ancak koklear implantasyonun temel faydası her ne kadar konuşma seslerinin anlaşılması olsa da aynı zamanda konuşma dışı akustik uyaranlara (çevresel seslere örneğin doğa ile ilişkili sesler, makine sesleri, müzik gibi vb.) erişimi sağlamaktadır (Reed ve Delhorne, 2005).

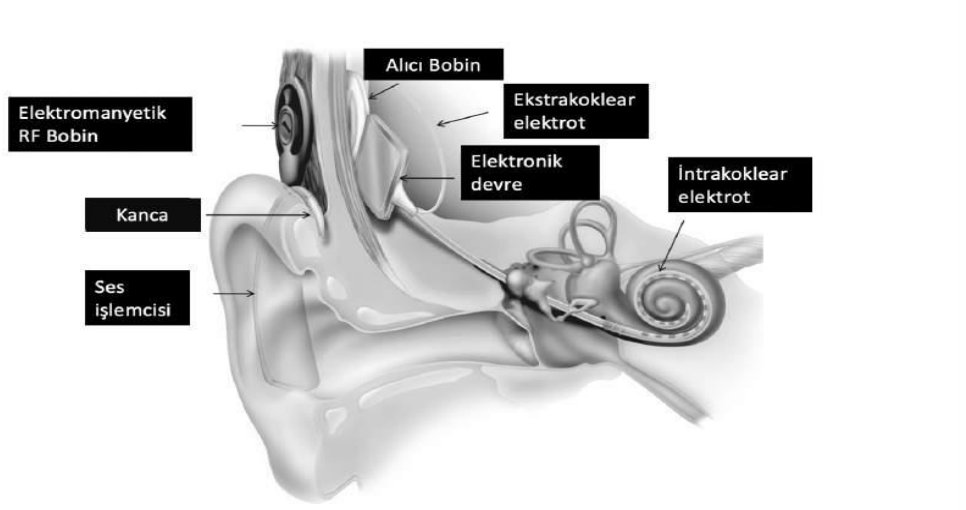
Kİ her ne kadar konuşma uyarınını algılama da önemli bir rol oynasa da özellikle gürültülü konuşma ortamlarında yani spektral bilginin işlemlenmesinde, normal işitmeye sahip bireylerin performasına ulaşamamaktadır (Stickney ve ark., 2004). Koklear implant kullanıcılarında konuşmayı algılama performasına etki etmekte olan frekans seçiciliğinde normal bireylere göre azalma gözlenmiştir (Zhang ve ark., 2019). Kİ kullanıcılarında yapılan anket çalışmaları ve ilişkili test bataryaları göz önüne alındığında yaşam kalitesi skorlarında özellikle konuşmanın anlaşılırlığına dair önemli ölçüde zayıflık gözlenmiştir (Capretta ve Moberly, 2016).

Kİ kullanıcılarının implantlarından elde ettikleri fayda bireysel farklılıklar gösterir; koklear implantasyondan sonra, bazı kullanıcıların arka plan gürültüsünde konuşmayı algılamada yaşadığı zorluk normal işitmeye sahip bireylere yakın olduğu belirtilirken bazı kullanıcların da böyle bir durumda konuşmayı algılamada oldukça zorlandığı bildirilmiştir (Han ve Dimitrijevic, 2020).

Kİ, kullanıcılarında gürültüde konuşmayı algılama, çevresel sesleri ayırt etmede zorluk gibi beceri kısıtlılıklarında yol açmaktadır (Gifford ve ark., 2018). Spektral beceriler ve konuşmanın anlaşırlığı incelendiğinde Kİ kullanıcılarının bir kısmı normal işiten bireylere yakın işitsel performans sergilese bile büyük bir kısmı normal işiten bireylerin işitsel performansını gösterememektedir (Won ve ark., 2007). Bununla birlikte, Kİ kullanıcılarının performansındaki değişkenliğin kaynağı hala bilinmemektedir. Çeşitli araştırmalarla incelenmeye devam etmektedir.

2.1.1. Koklear implant teknolojisi

İleri-çok ileri derecede işitme kaybı olan ve işitsel girdi için akustik amplifikasyonun tek başına yeteri kadar fayda sağlamadığı durumlarda bir tedavi yöntemi olarak kullanılan koklear implant sistemleri günümüzde iki ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan biri çevresel seslerin toplanması, kaydedilmesi ve akustik uyaranların elektriksel sinyal olarak işlenmesini sağlayan dış parça yani harici ses işlemcisidir; diğeri ise bu elektriksel sinyallerin koklea içerisine ulaşmasını sağlayan ve cerrahi yöntemle yerleştiren iç parçadır (Lenarz, 2017).



Şekil 1. Koklear implantın iç ve dış parçaları

(**Kaynak:** Wolfe, J., & Schafer, E. (2014) Programming cochlear implants)

Dış parça mikrofon, ses işlemcisi, batarya ve aktarıcı başlıktan oluşmaktadır. Mikrofon, akustik sinyalleri toplar ve elektrik sinyaline dönüştürür. Ses işlemcisi, gelen akustik sinyali filtrelere bantlar halinde ayırır ve ardından sinyali kullanıcının elektriksel dinamik aralığına sıkıştırır. Her filtrenin çıktısı, kullanıcının ses işlemcisi programındaki veya mapindeki bir elektrota karşılık gelir. Filtrelerin sayısı, implante edilen dizideki fiziksel elektrotların sayısına eşit, daha az (örneğin, hatalı çalışan elektrotlar nedeniyle) veya daha fazla (sanal kanallar olması durumunda) olabilir. Filtrelerin sayısı, implante edilen fiziksel elektrotların sayısına eşit, daha az (örneğin, hatalı çalışan elektrotlar nedeniyle) veya daha fazla (sanal kanallar olması durumunda) olabilir. Pil, ses işlemcileri tek kullanımlık veya yeniden şarj edilebilir pillerle çalıştırılabilir. Başlık, yani aktarıcı bobin ve mıknatıs, işlenen bilgiyi bir radyo frekansı (RF) aktarıcı bobin içeren başlığa bir kablo ile gönderilir. Aktarıcı bobin, işlenmiş bilgiyi cilt boyunca iç parçaya gönderir, merkezdeki bir mıknatıs vasıtasıyla cihazın iç kısmına bağlanır. Aktarıcı bobin doğrudan cihazın iç kısmında bulunan mıknatısın üzerinde karşılıklık gelir manyetik çekim gücü ile birlikte birbirlerine tutunurlar. İç parça, alıcı bobin, mıknatıs, iç elektronik paket, elektrot kablosu, intrakoklear elektrot dizisi ve ekstrakoklear elektrotlardan oluşmaktadır. Alıcı bobin, verici bobinden RF sinyalini alır. Mıknatıs, aktarıcı ve alıcı bobinlerin hizalanmasını ve birbirine tutunmasını sağlamaktadır. Elektronik devre, iletilecek akımın miktarı, iletilme hızını ve hangi elektrotların hangi sırayla uyarılacağı hakkında bilgi içeren RF sinyalinin kodunu çözümlemektedir. Elektrot kablosu, dahili elektronik paketten kokleaya implante edilen ayrı elektrot temas noktalarına akım taşıyan kablodur. İntrakoklear elektrot dizisi, dokuya akımı sağlayan tonotopik olarak düzenlenmiş elektrot bağlantılarını içermektedir (Lenarz, 2017). Firmadan firmaya değişmekle birlikte intrakoklear elektrot dizisi içinde 12 ile 22 arasında elektrot bulunmaktadır ve kokleanın tonotopik yapısını taklit ederek kokleadaki nöronları frekansa spesifik olarak belirleniş olan temas noktalarını elektriksel olarak uyarılması ve bunun sonucunda aksiyon potansiyelleri oluşturması hedeflenmektedir. Bu uyarım esnasında çevresel sesler belirli bir frekans ve şiddet aralığında işlenerek tamamıyla elektriksel olarak iletilmektedir (Carlson, 2020).

Ekstrakoklear elektrotlar, yeni nesil cihazların tümünde monopolar stimülasyon için kullanılan bir veya iki ekstrakoklear elektrot bulunur (Holder ve ark., 2018). Bunlar tipik olarak dahili elektronik paketin kasası üzerinde veya ayrı bir elektrot kablosu üzerinde bulunur (Moore ve Teagle, 2002).

Koklear implant çalışırken, dış parçadaki ses işlemcisi topladığı akustik sinyalleri dijitalleştirir, sıkıştırır, filtreler, kodlar ve iç parçaya iletir. İç parça ise ses işlemcisi tarafından elektriksel ortama aktarılan seslerin koklea içerisindeki elektrot dizisinde yer alan elektrotlara iletilmesini sağlar. İç parça koklea içerisinde elektriksel aktivitenin oluşmasını sağlar. Elektrot temas noktaları da kokleanın tonotopik yapısına uygun olacak şekilde kokleadaki sinir liflerinin belirli bölgelerde belirli frekans aralıklarında elektriksel olarak uyarılması ve aksiyon potansiyellerinin ortaya çıkması sağlamaktadır (Carlson ve ark., 2012). Aksiyon potansiyelleri de bu uyaranın tüm nöran hattı boyunca üst merkezlere iletimini gerçekleştirmektedir. Bu sayede, kokleadaki eksik ve hasarlı tüy hücrelerinin görevi olan akustik uyaranın kodlanması ve iletimi koklear implant sayesinde yerine getirilmiş olur (Clark, 2006).Yani koklear implant tedavisinin amacı, akustik uyaranların kullanıcı tarafından algılanabilmesi için akustik sinire elektriksel impulslar olarak iletilmesidir.

Koklear implanttan sonra işitsel süreçlerin ne derece başarılı olacağı birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler etiyolojik sebeplerden başlayıp koklear implant cerrahisindeki yönteme kadar uzanmaktadır Tedavinin başarılı olabilmesi yüksek oranda rezidüel sinirin sağlamlılığını gerektirir (Messersmith ve ark., 2019). Faktörlerden birisi de implantasyon yaşıdır. 3,5 yaşından önce implantasyona gitmek bireyin yaşıtlarına yakın işitsel beceriler geliştirdiğini göstermiştir (Sharma ve ark., 2002).

2.2. İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu

İşitsel nöropati spektrum bozukluğu, işitsel beyinsapı cevabında dalgaların görülmemesine karşın, koklear mikrofoniklerin ve/veya otoakustik emisyonların mevcudiyeti, konuşmayı ayırt etme puanının odyogramdan beklenmeyecek kadar kötü olması ve akustik reflekslerin gözlenmemesi ile karakterize bir işitme bozukluğudur (Zeng ve ark., 2005).

İşitsel nöropatiye özelliklerine sahip hastaları ilk olarak Hinchcliffe ve ark. (1972), yaptıkları bir çalışmada belirtmiştir (Hinchcliffe ve ark., 1972). 1980'lere gelindiğinde, normal saf ses odyometri işitme eşikleri olan ve işitsel beyin sapı cevabı alınamayan (Worthington ve Peters, 1980), özellikle arka plan gürültüsünde konuşmayı anlamada güçlük çektiğini bildiren ve saf ses odyometri testinde alçak frekanslarda sensörinöral işitme kaybı bildirilen (Soliman, 1987) hastaların görülmesiyle işitsel nöropati hakkında şüpheler artmaya başlamıştır.

1980'lerin sonunda doğru otoakustik emisyonların (OAE'ler) klinik kullanımı ile bu tür odyolojik özelliklere sahip hastaların daha iyi anlaşılması ve tanımlanmasını sağlamaya başlamıştır. Starr ve arkadaşları (1996), otoakustik emisyonların korunduğunu ve işitsel beyin sapı cevaplarının olmadığı veya anormal olarak kaydedildiği bir grup hastada, işitme bozukluğu saptamışlardır. Bununla birlikte ilk defa 'İşitsel Nöropati' terimi 1996 yılında kullanılmıştır (Starr ve ark., 1996). 2001 yılına gelindiğinde ise Berlin ve arkadaşları bu terimin doğru olmadığını ifade etmişler, bu test sonuçlarının işitsel sinirdeki işlev bozukluğunun yeteri kadar kanıtı olmadığını belitrmişleridir. Bu sebeple bu bozukluğun adını 'İşitsel Dissenkroni' olarak isimlendirmeyi uygun bulmuşlardır (Berlin ve ark., 2003). 2008 yılında yapılan Kılavuz Geliştirme Konferansında (The Guidelines Development Conference (2008)) yapılan çalışmalar ışığında işitsel nöropatinin bir spektrum bozukluğu olduğu tespit edilmiştir ve adı 'İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu' (İNSB) olarak güncellenmiştir.

İşitsel nöropati spekturum bozukluğunun altında yatmakta olan bazı perinatal risk faktörleri vardır. Aşırı prematürite doğum (28 haftadan daha kısa süren gebelik), düşük doğum ağırlığı/intrauterin gelişim kısıtlılığı, kernikterus olarak bilinen kan değişimi gerektirecek kadar şiddetli seviyelerde hiperbilirubinemi, hipoksik iskemik ensefalopati/intraventriküler kanama, uzun süreli ventilasyon, anoksi, solunum zorluğu, ototoksik ilaç kullanımı bu risk faktörlerine örnek verilebilir. Bu sebeplerden dolayı, İNSB'li çocukların genellikle çoğunda yenidoğan yoğun bakım ünitesinde kalma öyküsü vardır (Norrix ve Velenovsky, 2014)

İNSB, sendromik ve sendromik olmayan bozukluklar olarak görülebilen genetik faktörlerden (Manchaiah ve ark., 2011) veya mevcut bir sendromun dışında mitkondriyal bozukluklardan (Forli ve ark., 2007) kaynaklanabilmektedir. İNSB sendromlarla ilişkili olabilen ve tek başına (izole) görülebilen genetik anormallikten kaynaklanabilmektedir. İNSB, DFNB9, DFNB59 ve AUNA1 genlerindeki mutasyonların her biri hatalı protein kodlanmasıyla sonuçlanmasından kaynaklanabilir (Del Castillo ve Del Castillo, 2012). Örneğin OTOF geni, otozomal çekinik bir şekilde kalıtılan DFNB9 nonsendromik konjenital işitme kaybından sorumludur. Bu gen, dış saç hücrelerin afferent sinapsında, kalsiyuma bağlı sinaptik vezikül ekzositoz için çok önemli olan otoferlin adı verilen bir proteini kodlar ve duyusal sinyalin iç saç hücrelerinden 8. sinire iletilmesini sağlamaktadır (Beurg ve ark., 2010). DFNB59 geni ise, kokleanın ve vestibüler sistemin tüy hücrelerinde, kokleadaki pillar hücrelerinde, orta beyindeki koklear nukleusun afferent işitsel sistemindeki spiral ganglionlarda ve nöronların hücre gövdelerinde bulunan, pejvakin adı verilen bir proteini kodlar (Del Castillo ve Del Castillo, 2012). Bu proteinlerin hatalı kodlanması İNSB'nin en sık görülen genetik nedenlerinden biridir. Charcot–Marie–Toot hastalığı (duyusal veya motor nöropati-postsinaptik seviyede) (Butinar ve ark., 2008), Leber Kalıtsal Optik Nöropatisi (Ceranic ve Luxon, 2004), Otozomal Dominant Optik Atrofi (Amati-Bonneau ve ark., 2005), Otozomal Resesif Optik Atrofi (Meyer ve ark., 2010), Fredreich Ataksisi (Lopez-Diaz-de-Leon ve ark., 2003), Mohr Tranebjaerg Sendromu (Merchant ve ark., 2001) ve Refsum Hastalığı (Bamiou ve ark., 2003) da İNSB'ye sebep olan sendromik hastalıklara örnek verilebilmektedir. Bunlara ek olarak da idiyopatik nedenlerin bir kısmının da altında yatan genetik etiyolojiye sahip olduğu düşünülmektedir.

İNSB hastalarında lezyonun yeri tam olarak bilinmemektedir. Araştırmalar lezyonun iç tüy hücreleride, iç tüy hücreleri ile spiral ganglion hücreleri arasındaki sinaptik bağlantıda, spiral gangiondaki akustik nöronlarda ve akustik sinirin kendisinde olduğu bildirilmiştir (El-Badry ve McFadden, 2009, Trautwein ve ark., 2000). Bu sebeple İNSB popülasyonu odyolojik ve nörolojik bulgular açısından çeşitlilik göstermektedir.

Bu çeşitlilik sebebiyle İNSB'de klinik prognozun seyrinde ve kritik dönemlerde alınacak kararlarda farklılıklar gözlenmektedir. İNSB'de tanı kriterleri, dış tüy hücrelerinin normal veya normale yakın olması, dış tüy hücrelerinin ve işitme sinirinin işlevsel olmaması veya anormal olmasıyla karakterizedir.

Bu nedenle, İNSB teşhisi için gereken test bataryasında muhakkak koklear tüy hücresi işlevi ve işitme sinirinin işlevini değerlendiren testleri gerekmektedir.

Klinik bulgularda, akustik refleksler İNSB'li bireylerde yoktur veya bazı vakalarda yüksek şiddette gözlenmektedir (Berlin ve ark., 2005). Otoakustik emisyonların bazı vakalarda elde edildiği bazılarında ise zaman içinde kaybolduğu gözlenmektedir. İUBP yanıtları, İNSB'li bireylerde belirgin şekilde anormaldir. İşitsel beyinsapı yanıtları üç farklı şekilde görünebilir. Herhangi bir tepenin olmadığı "düz" bir dalga formu veya ilk tepelerin olduğu (III'e kadar olan dalgalar) ve daha sonraki dalgaların yokluğu; sadece yüksek uyaran şiddetlerinde görünen zayıf senkronize olmuş ancak daha sonraki belirginleşen bir V. dalga görülebilmektedir (Starr ve ark., 2001). Yüksek şiddette klik uyaranla (80-90dB nHL) polarite değişikliğinde koklear mikrofonikler (KM) gözlenmektedir (Lalayants ve ark., 2018, Rance ve ark., 1999).

İNSB'li hastaları saf ton odyometri testiyle değerlendirildiğinde işitme eşikleri belirli bir patern olmaksızın, normal ile çok ileri derecede işitme kaybına kadar değişmektedir. Bunların yanı sıra işitme eşikleri zaman içersinde veya aynı test sırasında fluktasyon gösterebilmektedir. İşitme ise, alçak frekanslarda veya yüksek frekanslarda belirgin bir düşüş ya da düz bir konfigürasyon gösterebilir. Düşük frekanslarda işitme kaybı olan grupta zaman içerisinde yüksek ve orta frekanslarında zamanla düşüş gözlenebilmektedir (Chandan ve Prabhu, 2015).

İşitme eşikleri odyogramda normal işitmeye sahip bir konfigürasyon gösterse de konuşmayı ayırt etme skorlarında belirgin bir düşüş gözlenebilmektedir (Meleca ve ark., 2020). Özellikle arka plan gürültüsü varlığında bu düşüşün daha da belirginleştiği görülmektedir (Rance, 2005). Sebebi bu hasta popülasyonunda, temporal kodlamanın bozulması nedeniyle konuşma algısının da ciddi derecede bozulmasıdır (Trautwein ve ark., 2000).

2.2.1 İNSB'de koklear implantasyon

Uygun amplifikasyona rağmen, İNSB'li bazı hastalarda konuşmayı anlama becerisinde ve sözel/işitsel dil gelişiminde zayıflık görülebilmektedir. Bu hastalar için, davranışsal odyometrik eşiklere bakmaksızın koklear implantasyon için ön değerlendirmeye almakta fayda vardır. Çocuklar için standart koklear implantasyon kriterlerine ek olarak dikkat edilecek bir kaç husus daha vardır. İNSB tanılı bebeklerin bir alt grubunda İNSB'den "iyileşme" dahil olmak üzere işitsel işlevde önemli iyileşme bildirilmiştir. Bu nedenle koklear implantasyon, işitsel test sonuçları (işitsel beyinsapı cevaplarının ve davranışsal eşiklerin bakılması) stabil olana kadar ve İNSB'nin kalıcılığı kesinleşene kadar (işitsel beyinsapı cevabında değişiklik veya iyileşmenin olmadığı) düşünülmemelidir. Koklear implantasyon kararının iki yaşına kadar ertelenmesi uygun olabilmektedir. İşitme siniri işlevselliği, uygun görüntüleme teknolojisi kullanılarak ameliyattan önce alınmalıdır (Buchman ve ark., 2006). Konuşma tanıma yeteneği ve dil gelişiminde yeterli ilerlemeyi göstermeyen İNSB'li çocuklar, odyometrik eşiklere bakılmaksızın koklear implantasyon için aday olarak düşünülmelidir (Rance ve Barker, 2008)

Ortaya çıkan veriler, implantasyon öncesi elektriksel stimülasyon testinin bazı durumlarda Kİ adaylığını belirlemede yararlı olabileceğini düşündürmektedir. Koklear implantlar, işitme sinirini eş zamanlı uyararak işitsel zamansal işlemeyi geliştirme imkanını sunar. Ayrıca, işitsel işlemleme yeteneğine büyük ölçüde bağlı olan konuşma tanıma yeteneği, tipik sensörinöral işitme kaybı ile İNSB'li koklear implant kullanıcılarında konuşmaya tanıma yeteneğine sahip birçok koklear implant kullanıcısında benzerdir (Rance ve Barker, 2008).

Kontorinis ve arkadaşları (2014), Kİ öncesi işitme cihazı (İC) kullanan İNSB tanılı çocukları işitsel performans ölçeği ve dil geliştirme ölçeğiyle değerlendirip, Kİ ameliyatından belirli bir süre sonra tekrar değerlendirdiklerinde İC'nın sınırlı fayda sağladığı Kİ'ın işitsel rehabilitasyonda daha uygun bir seçenek olduğunu belirtmişlerdir (Kontorinis ve ark., 2014).

Hasta grubu çok geniş bir spektrumu içerdiği için Kİ'dan elde edilen fayda İNSB'li hasta grubunda lezyonun yerine göre değişmektedir. İNSB tanısı almış olan hastalar klinik olarak heterojen bir popülasyon olduğu için, Kİ'dan elde ettikleri fayda da çeşitlilik göstermektedir. Koklear implantlar sayesinde özellikle perisinaptik bölgede tutulum söz konusu olduğunda işitme rehabilitasyonu daha etkilidir (De Siati ve ark., 2020).

Kİ tarafından üretilen elektriksel uyarımın, İNSB tanılı olan bireylerdeki spiral ganglionların sinyal iletimindeki bozuklukla karşılaşabilceğinden, İNSB'li bireylerden bir kısmının zayıf Kİ adayları olduğu bilinmektedir (Shearer ve Hansen, 2019). Özellikle İNSB grubunda koklear implantasyon düşünüldüğünde muhakkak genetik araştırmaya gidilmelidir.

İNSB, bir spektrum bozukluğudur. Bu sebeple hem geniş hem de çok heterojen hasta popülasyonu içerir. Patolojinin postsinaptik olduğu durumlarda koklear implanttan faydalanım pek mümkün görünmemektedir. Teagle ve meslektaşları, Kİ'lı ve İNSB tanılı 52 çocuğu izlediğinde, tüm grubun implattan yeteri kadar fayda sağlayamadığını, 'heterojen bir grup olduğu için böyle bir durumla karşılaştıklarını belirtmiştir (Teagle ve ark., 2010)

Walton ve arkadaşları (2008), iç kulak anomalisi olan İNSB'li çocukları iç kulak anomalisi olmayan İNSB çocuklarla koklear implantasyondan 1 yıl sonra karşılaştırdılarında, anomaliye sahip çocukların daha kötü konuşma algısı skorlarına sahip olduklarını bildirmişlerdir (Walton ve ark., 2008)

Dean ve arkadaşları (2013), iç kulakta herhangi bir anomalisi bulunmayan ve işitme cihazından fayda görmeyen İNSB'li 27 çocukta yaptıkları bir araştırmada, "eğitim ve öğretim görenlerin erken yaşta implante edildiğinde Kİ'dan fayda sağladıkları" sonucuna varmışlardır (Dean ve ark., 2013). Ayrıca bu hasta grubundaki uygun adayların koklear implantasyon öncesinde düzenli aralıklarla ve sıkı bir şekilde, kapsamlı işitsel ve genetik testlerle takip edilmesiyle, hastaların implanttan elde ettikleri kazanç doğrultusundaki beklentilerini yakalanabilir. Böylece koklear implanttan kötü performansa sahip olabilecek hastalar operasyon öncesinde tespit edilebilir (Harrison ve ark., 2015)

2.3 Spektral İşitsel İşlemleme Becerisi

Hemen hemen tüm doğal sesler ve insan yapımı ekipmanlar tarafından üretilen sesler bir çok frekanstan oluşur ve bu frekans bilgileri kısa zaman dilimlerinde değişime uğrar, yani karmaşık ve zamanla değişen frekans spektrumlarına sahip olurlar. Spektral bilginin bozulmuş olduğu durumlarda bile işitsel sinyallerden bilgi elde edilebilmesi ve çoğu karmaşık sesin tam algısal değerlendirmesi, spektral algının bozulmamış olmasına bağlıdır (Irvine ve Malmierca, 2005). İnsan işitmesinde spektral bilgilerin işlenmesi, çevresel seslerin işitsel sistemde kodlanması ve daha sonra merkezi işitsel nöral yollarda iletilmesi ilişkili yapılarda kullanımı ve nihayetinde işitsel algısal becerinin sağlanması açısından önem arz etmektedir (Kirk ve ark., 1995).

Kokleadaki baziler membran (BM) üzerindeki her nokta, maksimum şekilde karşılık gelen bir karakteristik frekansa (KF) sahiptir. BM, dış ve orta kulak tarafından iç kulağa iletilen basınç dalgasının gerçek zamanlı spektral analizini gerçekleştirir. Bu analizi yani filtrelemeyi pasif mekanik özelliği sayesinde gerçekleştirir. Bu işlemlerin bir sonucu olarak, her bir iç tüy hücresi, BM'deki bulunduğu noktanın karakteristik frekansına keskin bir şekilde (sharply tuned) ayarlanır. Periferik işitsel sistemde meydana gelen bu mekanik ve sinirsel filtreleme, birey tarafından sergilenen frekans çözümleme yeteneğinin temelini oluşturur.

Her bir tüy hücresini innerve eden işitsel sinir lifi girdi aldığı tüy hücresi ile keskin frekans ayarına sahiptir. Bu nedenle, spektral bilginin merkezi sinir sistemine iletilmesi işitse sinir lifi dizisinin sistem boyunca dağılımıyla oluşur (Patuzzi ve Robertson, 1988).

Çoğu doğal sesin karmaşık frekans spektrumları vardır ve bu sesleri algılanması farklı frekans bantlarındaki bilgilerin entegrasyonunu içerir. Bu entegrasyon, beyine bilgi taşıyan tüm işitsel sinir liflerinin sonlandığı koklear nukleus'ta başlar ve buradan işitsel kortekse kadar uzanan tüm işitsel yolda devam eder.

Bozulmuş spektral bilgi karşısında konuşma algısının bütünlüğü, işitsel algısal deneyimimizin yalnızca akustik sinyalde bulunan spektral ve diğer bilgilerin işlenmesine değil, aynı zamanda bu bilgilerin, temel olarak depolanmış bilgiler açısından yorumlanmasına, yani deneyime bağlıdır.

Spektral çözünürlük, dinleyicinin konuşma gibi karmaşık bir sinyalde frekans bilgilerini ayrıştırma ve kullanma becerisi olarak da tanımlanabilir (Davies-Venn ve Souza, 2014).

2.3.1 Koklear implant kullanıcılarında spektral işitsel işlemleme

Mevcut koklear implant teknolojisi, çoğu kullanıcı için konuşmayı anlamada ve yaşam kalitesinde önemli bir gelişim sağlamaktadır. Koklear implant prosedürlerinde iyileşmeler sağlanmış olsa da, kullanıcıların konuşmayı anlama kabiliyetleri büyük oranda değişkenlik göstermektedir (Firszt ve ark., 2004). Konuşmayı doğru tanıyabilmek, kısmen işitsel sistemin gelen sinyallerin spektral modellerindeki süregelen değişiklikleri algılama yeteneğine bağlıdır.

Normal işitmeye sahip bireylerle karşılaştırıldığında, Kİ kullanıcılarında periferik filtreler çok daha geniştir (Nelson ve ark., 2011) çünkü elektriksel akım koklea boyunca yayılır ve büyük bir işitsel sinir lif demetini uyarır (Kral ve ark., 1998). Bu da zayıf spektral çözünürlükle sonuçlanır ve bir Kİ kullanıcısının konuşmayı çevresel (sinyal karıştırıcı) seslerden ayırmakta zorlanmasına sebep olur (Stickney ve ark., 2004).

Zayıf spektral çözünürlüğün koklear implant kullanıcılarının, konuşmayı anlama yeteneğini sınırlandıran faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir. Elektrot sayısını artırmak ve analiz filtrelerinin bant genişliklerini azaltmak, Kİ işlemcisinin spektral çözünürlüğünü artırmak da maalesef sınırlı fayda sağlamaktadır (Anderson ve ark., 2011).

Bilindiği üzere işitme sinirinin elektriksel uyarımı, akustik uyarıdan farklıdır. Örneğin, akustik uyaran, işitsel sinirin alçak frekans bölgelerinde faza kilitli spontan ateşleme paternleri üretirken, Kİ'daki elektriksel uyarım stratejileri (Litvak ve ark., 2003), eşik üstü 1-2 dB'lik uyaranlar için 800 Hz'e kadar nöronlardaki akımların üstüste binmesine (yayılmasına) (van den Honert ve Stypulkowski, 1984) yani, elektrik pulselarıyla tam olarak senkronizayona giren aksiyon potansiyellerine (van den Honert ve Stypulkowski, 1987) neden olur.

Periferik kodlamadaki bu farklılıklara ek olarak elektriksel uyarının santral işitsel sistemde nöroplastik değişikliklere neden olmaktadır (Kral ve Sharma, 2012).

Bununla birlikte, Kİ kullanıcılarında elektrik stimülasyonu sebebiyle bozulmuş periferik kodlama, merkezi işitsel sistem tarafından spektral ipuçlarının kullanımını sınırlandırmaktadır (Pham ve ark., 2015).

Saoji ve arkadaşları (2009) koklear implant kullanıcılarında spektral çözünürlük becerisini değerlendirmek için yaptıkları bir çalışmada, Kİ kullanıclarında zayıflamış spektral çözünürlük becerisi elde ettiklerini söylemişlerdir. Fakat bunun bireysel farklılıkları tanımlamak için yetersiz olduğunu vurgulamışlardır (Saoji ve ark., 2009).

Konuşmayı anlama, işitme kaybı olan dinleyicilerde işitmeyi değerlendirmek için kullanılan birincil ölçütlerden biri olsa da dinleyicinin işitsel yeteneğiyle değil, aynı zamanda kişinin test olarak değerlendirilen dili ne kadar iyi bildiği ile de ilişkilidir. Değerlendirilen kişi değerlendirme için kullanılan dili konuşmadığında bu bir sorundur. Örneğin, anadili İngilizce olan kişiler, ikinci dil olarak İngilizceyi akıcı bir şekilde konuşan kişilere göre gürültüde konuşmayı daha iyi anlayabilirler. Bu nedenle, çeşitli dilsel deneyimlere ve yeteneklere sahip dinleyicilerin adil bir şekilde değerlendirilmesine ve bunlar arasında karşılaştırmaya izin veren konuşma anlamayı değerlendirebilen dilsel olmayan bir test gereklidir.

Spektral-zamansal Modülasyonlu Dalgalanma Testi (Spectrally Temporal Modulated Ripple Test-SMRT) de dil bilgisine bağlı olmadan spektral becerileri değerlendirebilen bir testtir (Aronoff ve Landsberger, 2013)

SMRT'de dinleyicilerin, oktav başına 20 dalgalanma (ripple per octave-RPO) ile spektral olarak dalgalanan bir uyaranı, daha düşük bir dalgalanma frekansına sahip spektral olarak dalgalı bir uyarıcıdan ayırt etmesi beklenir. Adaptif bir yöntem kullanan SMRT, dinleyicinin 20 RPO'dan ayırt edebileceği en yüksek spektral dalgalanma frekansını ölçer. SMRT'deki performansın, kendi ana dillerinde test edilen Kİ kullanıcıları için konuşmayı anlama ile yüksek oranda ilişkili olduğu bildirilmiştir (Holden ve ark., 2016).

Henry ve arkadaşları (2005), normal işitenlerde, işitme kayıplılarda ve Kİ kullanıcılarında yapmış oldukları çalışmada, spektral dalgalanma çözünürlük becerisiyle hem ünsüz hem de sesli harf tanıma arasında güçlü bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Henry ve ark., 2005)

Won ve arkadaşları (2007), Kİ kullanıclarında yapmış oldukları bir çalışmada gürültüde konuşmayı anlama testi ile spektral dalgalanma ayırt etme testini kullanmışlar ve bu iki test arasında anlamlı derecede korelasyon olduğunu gözlemlemişlerdir. (Won ve ark., 2007). Spektral çözünürlük konuşmayı anlamak için önemlidir bu sebeple spektral çözünürlüğü ölçmek için tasarlanmış test bataryaları, konuşmayı anlama görevleriyle yakından ilişkilidir. (Landsberger ve ark., 2019).

2.4. İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller

İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (İUKP) akustik uyarana cevaben işitsel korteksten ve yakın çevresinden elde edilen nöral yanıtlardır (Hillyard ve Picton, 1978).

Voltajdaki (ölçülen bir dalga olarak gösterilen) her değişiklik, akustik bilginin işlenmesi zaman içinde işitsel yola doğru ilerledikçe farklı nöral alanların aktivasyonuna karşılık gelir. İşitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeller eksojen ve endojen olmak üzere iki sınıfa ayrılır (Wastell, 1979).

Eksojen işitsel uyarılmış potansiyeller, bireyin dikkatini gerektirmeyen her koşulda kayıt edilebilen ve uyarana karşı zorunlu olarak meydana gelen cevaplardır.

Endojen işitsel uyarılmış potansiyeller, akustik uyaranın özelliklerine daha az bağlı olmakla birlikte, katılımcının bilişsel durumuna, katılımcının uyarana dikkat edip etmemesine büyük ölçüde bağlıdır.

İşitsel geç potansiyeller (İGP) eksojen kategorisine girmektedir. İGP'ler P1, N1 ve P2 komponentlerinden oluşur ve bu cevaplar P1-N1-P2 kompleksi olarak kaydedilir. P1-N1-P2 kompleksinin ortaya çıkması sesin korteks düzeyinde fark edildiğini gösterir (Hillyard ve Picton, 1978).

P1 komponenti, 40 ila 50 ms aralığında ilk pozitif bileşen olarak meydana gelir. N1 ilk negatif bileşendir, yaklaşık 100 ms'lik bir ortalama latans değeri ile 90 ila 150 ms bölgesinde meydana gelir.

Bunu da 160 ile 200 ms arasında görünen P2 bileşeni olan pozitif dalga izler (Naatanen ve Picton, 1987). P1, birincil işitsel kortekstеki sinaptik aktivitenin, talamo-kortikal projeksiyonlarda ve interkortikal alanlardaki rekürrent aktivitenin bir sonucu olarak tanımlanır (Eggermont ve Ponton, 2003). P1'in nöral jeneratörleri arasında birincil işitsel korteks (Heschl's gyrus), hipokampus, planum temporale ve lateral temporal bölgeler ve subkortikal bölgeler bulunmaktadır (Kisley ve ark., 2003). P1 dalgası, literatürde işitsel kortikal uyarılmış işitsel uyarılmış orta latans cevaplarının Pb veya P50 dalgası olarak da adlandırılmaktadır. Ancak son çalışmalar, P1 ve Pb'nin farklı bileşenler olduğunu göstermiştir (Ponton ve ark., 2002).

Ayrıca yetişkinlerin çocuklara kıyasla P1 bileşeninde daha küçük amplitüde (Ponton ve ark., 2002) ve daha erken latansa (Shafer ve ark., 2015) sahip olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.

N1 dalgası, birincil işitsel korteks ve işitsel asosiasyon alanlarındaki aktif alanların bir kombinasyonu tarafından oluşturulur (Jaaskelainen ve ark., 2004). Bununla birlikte uyaranlar çocuk popülasyonuna daha yavaş uyarım oranında (slow rate) sunulduğunda, yanıtların morfolojisi yetişkin P1–N1–P2 yanıtına daha çok benzemektedir (Wunderlich ve Cone-Wesson, 2006).

P2'nin, birincil işitsel korteks, ikincil korteks ve mezensefalitik retiküler aktivasyon sistemi dahil olmak üzere, birden çok işitsel alanda bulunan bir çok jeneratöre sahip olduğu görülmektedir. Heschl girusun yakınında aktivasyon merkezi olan bir çok fazla kaynaktan üretilmektedir (Crowley ve Colrain, 2004). Akustik uyaran sonucunda elde edilen cevapların latansı ve morfolojisi, işitsel sistemin matürasyonu hakkında bilgi sağlayabilmektedir (Duncan ve ark., 2009).

İşitsel geç potansiyeller, doğal ve sentetik sesli harfler (Martin ve Boothroyd, 1999), heceler (Tremblay ve ark., 2003), kelimeler ve cümleler dahil olmak üzere çeşitli konuşma sinyalleriyle kaydedilebilir.

Konuşma uyaranına cevaben elde edilmiş P1-N1-P2 kompleksi, bireyin konuşma dilini algılaması ve konuşma sinyalinin içindeki akustik yakalayabilmesi açısından daha iyi bir değerlendirme sağladığını düşündürmektedir (Kileny ve ark., 1997).

Konuşma uyaranları, insan iletişimi için temel olan konuşma işlemeyi değerlendirmek için nesnel bir ölçüm aracı olduğundan, araştırma konusu ve klinik uygulama olarak önemli kazanmaya devam etmektedir.

İşitsel geç potansiyeller değerlendirme açısından çok geniş bir hasta grubuna sahiptir. Sensörinöral işitme kayıplarında, tinnitusta, hiperakuzuide, fonksiyonel işitme kayıplarında, öğrenme bozukluklarında, hipertakivitenin eşlik ettiği dikkat dağınıklığında, işitsel işlemle bozukluğunda ve işitsel nöropati spektrum bozukluğında klinik test bataryalarının içinde yer almaktadır.

Mismatch negativity (MMN), ilk olarak 1978 yılında Näätänen ve arkadaşları tarafından keşfedilmiştir. Tıpkı P3 gibi oddball paradigması yani bir dizi sık ve seyrek seslerin oluşturduğu bir paradigma tarafından uyarım sağlanmaktadır. P3'te görüldüğü gibi pozitif tepeli bir dalga formu elde edilmez. Bunun yerine, MMN sık sunulan uyaranlara cevaben elde edilen dalga formunun, seyrek olarak sunulan uyaranlara cevaben elde edilen dalga formundan çıkarılmasıyla elde edilen negatif voltajlı bir dalga formudur. Bu çıkarma prosedürü, iki dalga biçimi arasındaki farkı ve dolayısıyla işitsel sistemin sık ve seyrek uyaranları ayırt edebilme yeteneğini ortaya koymaktadır. MMN, uyaranın başlangıcından sonra 100 ila 300 ms latans bölgesinde meydana gelir ve negatif bir dalga amplitüdü olurak görülmektedir.

MMN yanıtı, beynin frontal-merkezi ve işitsel kortikal bölgelerinden gelen elektrofizyolojik aktiviteden oluşmaktadır. MMN pasif dinleme sırasında elde edildiğinden, geleneksel yöntemlerle test edilmesi zor olan kişilerde ses ayırt etme yeteneklerini belirlemek için kullanılabilmektedir (Naatanen ve ark., 1978).

P300 ilk olarak 1965 yılında Sutton ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (Sutton ve ark., 1965). P300 yani diğer adıyla P3 zaman düzleminde uyaranın başlangıcından sonra 300 msn civarında gözlenir. P3 işitsel uyarılmış **endojen** kortikal cevaplardan biridir. Oddball Paradigmasıyla oluşturulmuş uyaran ile geleneksel olarak kaydedilen P300 yanıtı, genişletilmiş zaman çerçevesi içinde işitsel uyarılmış geç potansiyellerin özel bir bileşenidir. En basit ölçüm koşulunda, bir dizi uyaran içinde rastgele sunulan sık ve seyrek şekilde gönderilen akustik komponentler bulunur.

Katılımcının görev performansına olan güveninin yüksek olduğu yani kolay ayrım görevleri söz konusu olduğunda P3 amplitüdleri daha büyüktür. Uyaranlar için ayrım görevi zorlaştığında amplitüdler azalır (Fitzgerald ve Picton, 1983).

P300 yanıtının varlığı, sık ve seyrek sinyaller arasındaki farkın saptanmasını içeren bilişsel bir sürece bağlı olduğundan, genellikle "bilişsel uyarılmış yanıt" olarak tanımlanır. P300 yanıtının üretilmesinde, aralarında ses, zamansal işitsel işleme, dikkat ve hafızanın özelliklerinin ayırt edilmesi gibi bir dizi bilişsel süreç yer alabilir.

P300 normal işitmeye sahip kişilerde 250 ms kadar erken veya 400 ms kadar geç kaydedilebilir. İşitsel P3 kaynak aldğı yerler, korteks boyunca yaygın bir alana sahiptir ve işitsel korteks, centroparietal korteks, hipokampus ve frontal korteksi içerir (Hillyard ve Picton, 1978).

Bu testlere ek olarak bir de devam eden bir uyarandaki meydana gelen akustik bir değişime cevaben ortaya çıkan kortikal işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyel olan Akustik Değişim Kompleksi (ADK) vardır. Akustik değişim kompleksinde uyaran içideki akustik değişimin büyüklüğünün artmasıyla bağlı olarak amplitüddeki değişim arttığı bildirilmiş, farklı akustik koşulların ADK'nın latansı üzerindeki etkisi literatürde tutarlı bir şekilde rapor edilmemiştir (Martin ve Boothroyd, 2000).

ADK, ünsüz-ünlü heceler de dahil olmak üzere, karmaşık bir tondan gürültü uyaranına veya kombinasyon sesli uyaranlara kadar farklı uyaran türleri ile kaydedilebilir. İkinci uyaran için ADK' yı kaydetmek, /ui/ sesli harf kombinasyonudur. Bununla birlikte uyaran, beklenen latans sürelerinde P1, N1 ve P2 dalgalarıyla erken başlangıçlı işitel geç potansiyeli meydana getirir ve bunu yaklaşık 400 ms sonra /u/'dan /i/'ye akustik geçişten kaynaklanan, P1-N1-P2 görünüşüne benzeyen başka bir dalga formu takip eder (Martin ve ark., 2010).

MMN ve P300'ün test süresi açısından dezavantajlı olması nedeniyle, Akustik Değişim Kompleksi (ADK) işitsel ayırt etmeyi araştırmada başka bir yöntem olarak büyük ilgi görmüştür. ADK hakkında detaylı bilgi ilerleyen bölümlerde verilecektir.

Genel olarak, mevcut olduğunda, P1–N1–P2 kompleksi, bir konuşma uyaranının işitsel korteks düzeyinde kodlandığını gösterir; ADK, bir konuşma sinyali içindeki değişikliğin işitsel korteks düzeyinde kodlandığını belirtir; MMN, konuşma sesleri dizisindeki bir değişikliğin ön-dikkat seviyelerinde işlendiğini gösterir; ve P3 bu değişikliğe bilinçli olarak dikkat edildiğini gösterir (Martin ve ark., 2008).

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller özellikle, beyin plastisitesinin elektrofizyolojiksel değerlendirilmesi ve işitsel bozukluklara yönelik müdahalenin klinik seyri için önemlidir. Gelişmekte olan literatür ile birlikte işitsel uyarılmış geç latanslarının bileşenlerindeki değişiklikler işitme cihazları ve koklear implantasyon ile müdahalede önemli rol oynamaktadır.

2.5. Akustik Değişim Kompleksi

Akustik Değişim Kompleksi (ADK), süregelen bir sesteki örneğin konuşma gibi devam eden bir uyarandaki meydana gelen bir değişime cevaben ortaya çıkan kortikal uyarılmış işitsel potansiyeldir (Martin ve Boothroyd, 1999). ADK esasen geleneksel başlangıçlı uyarılmış P1, N1 ve P2 dalgalarını izleyen ikinci bir İGP dalga biçimi olarak görünür. Güvenilir bir şekilde kaydedilen ADK dalga formu, uyaran başlangıcına (onset), uyaranın bitişine (offset) ve devam eden uyarandaki değişikliklere verilen çoklu tepkilerden oluşur (Martin ve ark., 2008).

Konuşma uyaranları ile ilgili ilk olarak ADK bir ünsüzden bir hecedeki sesli harfe geçişe tepki olarak kaydedilmiştir (Kaukoranta ve ark., 1987). ADK terimi ise ilk defa Ostroff tarafından 1998 yılında tanımlanmıştır. Ostroff ve arkadaşları normal işitmeye sahip olan yetişkinlerde doğal olarak üretilen üç konuşma uyaranına (/s/, /ei/ ve /sei/) karşın yanıt olarak kortikal potansiyeller kaydetmiştir. Konuşma hecesi /sei/ uyaranına karşın elde edilen yanıtın, sırasıyla /s/ ve /ei/ fonemlerinin başlangıçları tarafından üretilen örtüşen iki ayrı başlangıçlı P1-N1-P2 yanıtının ortaya çıktığı bulunmuştur. Bu nedenle, zamanla değişen çoklu konuşma dalga biçimlerine yönelik bu potansiyelin, bir hece içindeki konuşma sinyallerinin akustik özelliklerindeki bir değişikliği yansıtabileceğini öne sürmüşlerdir (Ostroff ve ark., 1998).

Martin ve arkadaşları 2010 yılında normal işitmeye sahip çocuklarda, /ui/ uyaranı kullanarak yaptıkları çalışmada ADK'nın P1-N1-P2 kompleksi 550 ila 700 msn meydana geldiği bildirmiştir (Martin ve ark., 2010).

ADK, amplitüd değişikliklerine yanıt olarak da kaydedilebilmektedir. Martin ve Boothroyd (2000), genlik tespitinin davranışsal eşiklerinden biraz daha yüksek olarak ölçülen, ortada +2 ve -3 dB'lik amplitüd değişikliği içeren /uu/ uyaranlarına karşın ADK yanıtlarını kaydetmişlerdir.

Uyaran amplitüdündeki artışlarla daha belirgin dalga yanıtları gözlemişler dahası, uyarandaki spektral ve amplitüd değişiklikleriyle birlikte elde ettikleri amplitüd artışlarının, sadece spektral değişikliklere elde edilen yanıtlara kıyasla daha büyük amplitüdlü ADK yanıtları elde edebilmesine olanak sağladığını gözlemişlerdir (Martin ve Boothroyd, 2000).

ADK yanıtlarının mevcut olması, beynin kortikal düzeyde, bir konuşma sesinde değişiklik(ler) tespit ettiğini ve hastanın sesleri ayırt etmek için nöral kapasiteye sahip olduğunu gösterir. Bu nedenle, ADK konuşmayı ayırt etme kapasitesinin bir göstergesi olabileceğini düşünülmüştür (Martin ve ark., 2008).

ADK, bebeklerde ve test edilmesi zor popülasyonlarda konuşma algılama yeteneklerini değerlendirmek için bir klinik test aracı olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Chen ve Small, 2015).

ADK, dikkat yokluğunda işitsel ayırt etme kapasitesi ölçmeyi sağladığından MMN'ye benzemektedir. Ancak, ADK çok daha büyük bir amplitüd oranına (daha yüksek sinyal-gürültü oranı) sahiptir ve daha az uyaran sayısı ile elde edilebilmektedir. Martin ve Boothroyd (1999), ADK'nın ortalama amplitüdünün MMN'den daha büyük olduğunu bildirmiş ve ADK'nin daha hassas bir ayrım indeksi sağladığı sonucuna varmıştır (Martin ve Boothroyd, 1999).

ADK'nın MMN ve P300 gibi testlere kıyasla daha büyük sinyal-gürültü oranına sahip olması, özellikle pediatrik popülasyona uygulanması konusunda daha tercih edilebilir hale getirir. Ayrıca ADK'nın bir diğer önemli özelliği, yetişkinlerde doğal konuşma uyaranlarına karşı mükemmel test-tekrar test güvenilirliğine sahip olduğunun gösterilmesidir (Martin ve ark., 2008).

Ayrıca literatürde, sesin şiddetindeki değişikliklere (Harris ve ark., 2007) boşluk sürelerinin arasında oluşturulmuş temporal ipuçlarına (Atcherson ve ark., 2009) ve sesin başlangıç zamanındaki değişikliklerle (Tremblay ve ark., 2002) ADK yanıtlarının elde edildiği belirtilmiştir.

2.5.1. Koklear implant kullanıcılarında akustik değişim kompleksi

ADK yanıtları yalnızca normal işitmeye sahip bireylerden değil aynı zamanda işitme kayıplı olan, işitme cihazı ve koklear implant kullanan bireylerden de güvenilir bir şekilde kaydedilebilir (Kim, 2015). Böylece implantasyondan sonra bireyin işitsel işlemlemesinin gelişimi, işitsel uyaranı fark etmesi ve ayırt etmesi hakkında bilgi verebilmektedir.

Yetişkinlerde, konuşmayla uyarılmış olay ilişkili potansiyeller implantasyondan sonra P1-N1-P2 kompleksi, MMN ve P3 yanıtları dahil olmak üzere nöral aktivitedeki değişiklikleri izlemek için de kullanılmaktadır (Purdy ve ark., 2001).

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller, Kİ kullanan bireylerde operasyondan sonraki süreçte akustik uyaranın işlenmesi, işitsel sistemin gelişiminin izlenmesi ve rehabilitasyon sürecinin planlaması konusunda önemli bir rol oynamaktadır.

Friesen ve Tremblay (2006), Kİ kullanan sekiz yetişkin ile yaptıkları ADK çalışmasında, doğal olarak üretilen konuşma sesleri kullanmışlardır. ADK, Kİ kullanıclarında güvenilir bir şekilde kaydedilebilmiştir.Doğal olarak üretilen konuşma farklı konuşma fonemlerinin her biri farklı ADK yanıtları gözlemelerini sağlamıştır (Friesen ve Tremblay, 2006)

ADK, hasta popülasyonları açısından ayırıcı hassas bir ölçüm aracı ve ayrıca klinik kullanım için daha faydalı olabilmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma İzni ve Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Yüksek Lisans tezi olarak yapılmış olup, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyonu tarafından 04.12.2020 tarihinde 09.2020.964 protokol kodu ile çalışma izni alınmıştır (Ek-1). Bütün katılımcılar ve ebeveynleri gönüllülük esasına dayalı o bilgilendirilmiş olup gönüllü onay formu imzalamışlardır.

Çalışma Yeri

Çalışma Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı Kliniği'nde yürütülmüştür.

3.1. Katılımcılar

Çalışmamıza prelingual işitme kayıplı 7-18 yaş arasıda 44 koklear implant (Kİ) kullanıcısı (18 kadın, 26 erkek) ve 20 normal işitmeye sahip (9 kadın,11 erkek) birey dahil edilmiştir. Prelingual işitme kayıplı grup 4 yaşından önce bilateral ileri/çok ileri derecede işitme kaybı tanısı almış olan bireyleri kapsamaktadır. Ayrıca bu prelingual işitme kayıplı 44 Kİ kullanıcısı bireyin 23'ü implant ameliyatından önce İNSB tanısı almıştır. Koklear implant kullanıclarından 43'ü Nucleus marka (37 kişi CI 24RE/CA model, 2 kişi CI 24R (CS) Nucleus 24 Contour model, 2 kişi CI 422/straight model, 1 kişi CI 512/CA model ve 1 kişi CI 24M model) ve 1'i ise Medel marka (SONATA T100) model koklear implant kullanmaktadır.

Kontrol grubu için araştırmaya dahil olma kriterler:

- Akustik immitansmetri ile yapılan değerlendirmede tip A timpanogram bulgusuna sahip olmak.
- Otoakustik emisyon testlerinde tüm frekanslarda emisyonların mevcut olması
- 250 Hz-8000 Hz frekansları arasındaki işitme eşiklerinin 25 dB HL'in üzerinde olmaması
- 7-18 yaş aralığında olmak

- Teste katılımı etkileyebilecek herhangi bir fiziksel veya zihinsel rahatsızlığın bulunmaması.

Deney grubu için araştırmaya dahil olma kriterleri:

- Prelingual dönemde (4 yaş ve öncesi) ileri/çok ileri derecede işitme kaybı tanısı nedeniyle koklear implant kullanımına başlamış olmak.
- 7-18 yaş aralığında olmak
- Teste katılımı etkileyebilecek herhangi bir fiziksel veya zihinsel rahatsızlığın bulunmaması.
- Serbest alanda yapılan ölçümde 250-8000 Hz frekansları arasındaki koklear implantlı eşiklerinin 20 dB SPL ila 40 dB SPL arasında olması

Araştırmada hariç tutulma kriterleri:

- Koklear implantı düzensiz kullanıyor olmak.
- İleri/çok ileri derecede işitme kaybının tanısı ile koklear implantasyon arasında 4 yıldan fazla fark olması.
- 7-18 yaş aralığında olmamak.
- Testleri uygulamaya engel bir zihinsel, fiziksel veya nörolojik soruna sahip olmak.

3.2. Yöntem

Çalışmaya dahil edilen tüm gruplara konuşma testleri, SMRT bataryası ve ADK testi uygulandı. Kİ kullanıcısı katılımcılar tüm testlerde tek kulaklarındaki implantlarıyla test edildiler. Test bataryaları aşağıdaki başlıklarda ayrıntılı biçimde anlatılacaktır.

3.3. Odyometrik Değerlendirme ve Konuşma Testleri

Normal işitmeye sahip bireyler (kontrol grubu) saf ses odyometri testi Interacoustic Clinical Audiometer AC 40 cihazı kullanılarak, akustik immitansmetri testi Interacoustic İmpedance Audiometer AT 235 cihazı kullanılarak ve otoakustik emisyon testi için de distortion product otoacoustic emison (DPOAE) ILO OAE system cihazı (EZ-Screen/ILOv6 version 6.41.0.0 yazılımı) kullanılarak uygulanmıştır. Çalışmaya dahil olan normal işitmeye sahip bireylere Marmara Üniversitesi üç heceli pediatrik konuşma listesiyle konuşmayı alma ve Marmara Üniversitesi tek heceli konuşma listelesiyle konuşmayı anlama testi yapılmıştır.

Kontrol grubundan işitme eşikleri 250 Hz ve 8000 Hz arasındaki işitme eşikleri 25 dB HL'in altında olan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir.

Kİ kullanıcısı hastaların serbest sahada warble ton uyaran ile koklear implantlı eşikleri saptanmıştır. Ardından Marmara Üniversitesi üç heceli pediatrik konuşma listesiyle konuşmayı alma ve Marmara Üniversitesi tek heceli konuşma listelesiyle konuşmayı anlama testi yapılmıştır.

Üç heceli kelime listesi ile tüm katılımcıların konuşmayı alma eşiği (KAE) belirlenmiş olup bu veriler çalışmaya dahil edilmiştir. Daha sonra katılımcıların, tek heceli kelime listeleriyle konuşmayı anlama testi (KAT) skorları belirlenmiş olup bu veriler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.4. Spektral Temporally Modulated Ripple Test

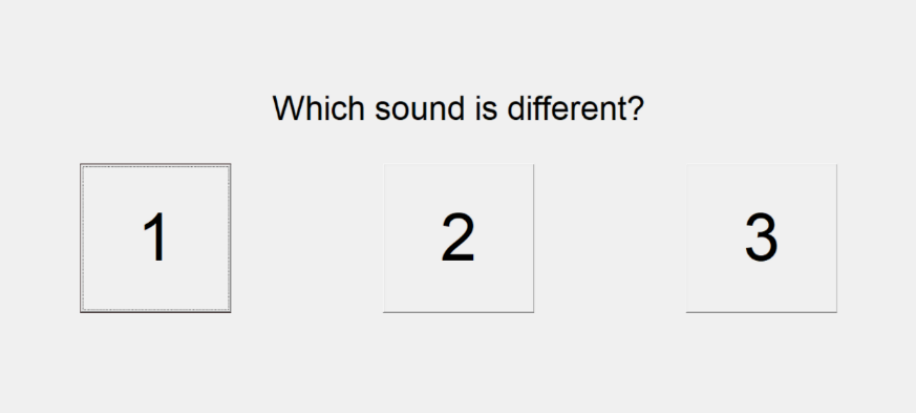
Spektral çözünürlük becerileri tüm katılımcılarda Spektral Temporally Modulated Ripple Test (SMRT) ile değerlendirilmiştir. SMRT araştırma amacı ile kullanılan bilgisayar üzerindeki bir yazılım modülü aracılığıyla uygulanmıştır.

Tüm katılımcılara test serbest alanda JBL Control One (JBL, Harman International ABD) hoparlör ile 0 derece açıyla ve 1 metre uzaklıktan uygulanmıştır. Uyaran ses seviyesi 70 dB SPL (A) şiddetine ayarlanmıştır.

Bu test içinde her basamakta katılımcıya 3 uyaran sunulmuştur. Bu uyaranların frekans düzleminde amplitüdleri modüle edilmiştir. Uyaranlar 100 ila 6400 Hz arasında bir oktavın her 1/33.333'üne denk olan, 202 eşit genlikli saf ton sesten oluşan, harmonik olmayan kompleks seslerdir. Her bir uyaran 500 ms uzunluktadır.

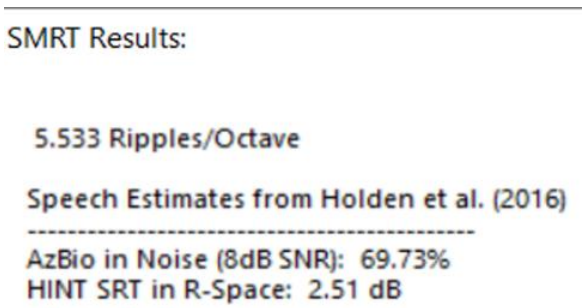
Bu uyaranların 2'si aynı özellikte referans uyaran, 1'i hedef uyaran olarak adlandırılmaktadır. Katılımcıdan testin koşulu olarak, hedef uyaranı bulması istenmiştir. Hedef uyaran ve referans uyaran arasındaki fark edilebilirlik testin başlangıcında kolay iken hasta doğru yanıtı verdikçe zorlaşmaktadır**.** Katılımcı hedef uyaranı seçerken herhangi bir şekilde ipucu verilmemiştir ve pekiştireç içeren ifadeler kullanılmamıştır. Teste başlamadan önce bir kez deneme oturumu yapılmıştır.

Test ekran arayüzünde sırasıyla gönderilen 1., 2. ve 3. uyaranı temsil eden işaretler bulunmaktadır (Şekil 2.). Test esnasında hangi uyaran gönderilmekte ise o uyaranın simgesi mavi renkle vurgulanmaktadır.



Şekil 2. SMRT test ekranı

Test ortalama 4 dakika sürmektedir fakat zayıf spektral çözünürlük becerisine sahip olan katılımcılarda test daha kısa sürede sonlanmaktadır. Testin sonunda katılımcı tarafından fark edilebilen oktav başına düşen spektral dalgalanma sayısı bilgisayar ekranında test programının arayüzünde belirlenmektedir. **(Şekil 3.)**



Şekil 3. SMRT örnek sonuç ekranı

3.5. Akustik Değişim Kompleksi Testi

3.5.1 Elektrot montajı ve teste hazırlık

Katılımcılarda elektrofizyolojik ölçüm yapmak amacıyla, yüzey elektrot kullanılmıştır. Ölçüm elektrotları alın (Fz - toprak), verteks (Cz - pozitif) ve tek kulak memesi (A1 veya A2 - ölçülen kulak için negatif) şeklinde yerleştirilmiş, elektrot temas impedanslarının her bir elektrot için 3 kΩ'un altında olması elektrotlar arası impedansın 2 kΩ'dan az olması ve arka plan miyojenik gürültünün ortadan kaldırılabilmesi için hastaların sakin ve hareketsiz bir şekilde olmaları istenmiştir. Bu test basamağında Kİ kullanıcılarının test edilen taraftaki implantları takılı ve açık konumda tutulmuştur

Elektriksel artefaktları azaltmak için, referans elektrot olarak kontralateral mastoidin Kİ kullanıcılarının işitel uyarılmış potansiyeller için en iyi referanslardan biri olduğu kabul edilmektedir (He ve ark., 2012). Bu sebeple katılımcılara kontralateral kayıt yöntemi uygulanmıştır.

3.5.2 Uyaran özellikleri ve kayıt parametreleri

ADK incelemesi için Intelligent Hearing System Smart EP Evoked Potential Acquisiton System Software Manual Version 5.40 (Intelligent Hearing Systems, Florida, USA) kullanılmıştır. Serbest sahada hastanın tam karşısından (0 derece açıyla), hastaya 1 m uzaklıktan hoparlör ile uyaran sunulmuştur.

Bu çalışmada tüm katılımcılara 70 dB nHL şiddetinde konuşma bilgisi içeren 800 msn uzunluğunda /ui/ uyaranı kullanılmıştır (Turkyilmaz ve ark.,2013). Uyaran özellikleri ve kayıt parametreleri Tablo 1 de gösterilmiştir.

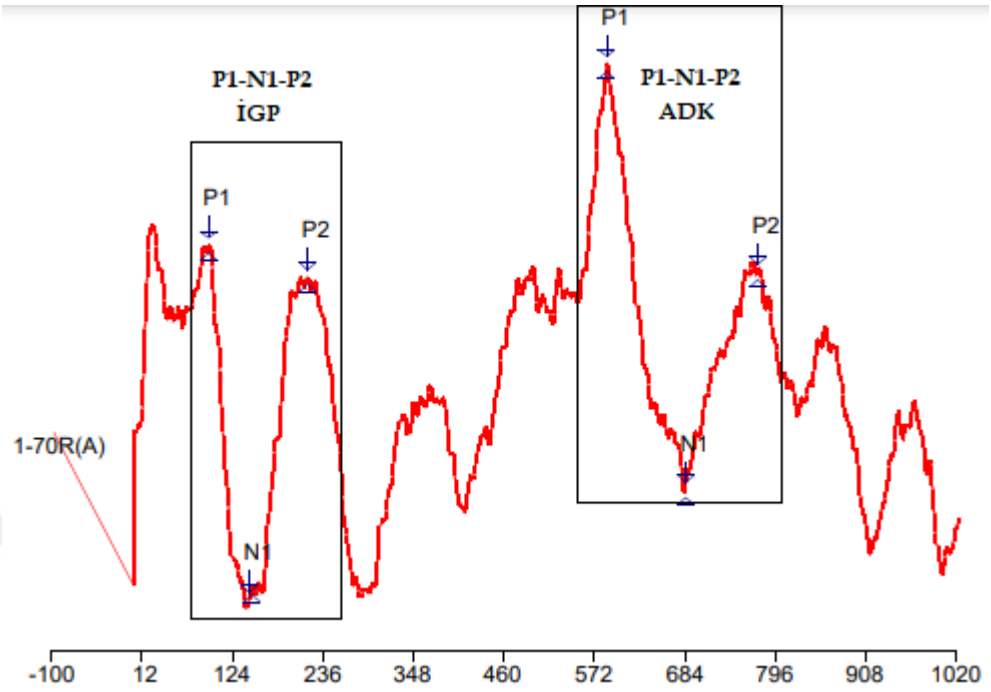
Tablo 1. Uyaran özellikleri ve kayıt parametreleri

Uyaran tipi	Konuşma uyaranı /ui/
Uyaran süresi	800 msn
Uyaranlar arası süre	200 msn
Uyaran tekrar oranı	0,44/sn
Şiddet	70 dB nHL
Uyaran modu	Binaural
Zaman penceresi	-100-1020 msn
Sinyal averajlama	40
Filtre	0,1 Hz-30 Hz
Eelektrot yerleşimi	Cz, A1/A2 ve alın
Artifakt dışlama	+/- 100 µV

3.5.3. Akustik değişim kompleksi ve işitsel geç kortikal potansiyel sonuçlarının kayıt edilmesi

Aynı zaman penceresinde içerinde hem akustik değişim kompleks yanıtları hem de işitsel geç kortkal potansiyel yanıtları kaydedilmiştir. Her bir test 3 kere kayıt edilmiş ve her bir katılımcı için kaydedilen 3 trasenin ortalaması alınmıştır. Çalışmaya katılan İNSB tanılı Kİ kullanıcısı bir katılımcıdan alınan ortalama dalga Şekil 4'de gösterilmiştir.

Şekil 4. İşitsel geç kortikal potansiyeller ve akustik değişim kompleksi yanıtları örneği



3.6. İstatistiksel Yöntem

Verilerin istatistiksel analizi için IBM SPSS 22.0 programı kullanılmıştır.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin test sonuçlarının istatistiksel olarak normal dağılım uygunluğu Kolmogorov Smirnov Testi ile değerlendirilmiştir. Veriler normal dağılım gösterdiği için parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Test sonuçlarının gruplar arasındaki karşılaştırmaları için ANOVA ve Bağımsız T Testi kullanılmıştır. Konuşma testleri ile işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeller arasındaki ilişki ve Kİ kullanıcılarının ameliyat yaşı ile test sonuçları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon analizi ile incelenmiştir. İstatistiksel anlamlılık için p değeri <0,05 olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bütün katılımcıların sayısı, tüm test sonuçlarının ortalaması, standart sapma (s.s.), minimum ve maksimum değerleri (Tablo 2.) sunulmuştur.

Tablo 2. Grupların betimsel istatistik tablosu

		n	Ort±s.s.	Minimum	Maksimum
Normal	**KAE (dB)**	20	14,750±3,024	10,00	25,00
	KAT (%)	20	94,000±4,205	88,00	100,00
	SMRT(RPO)	20	6,510±1,130	4,233	8,533
	P1 (msn)	20	76,053±14,726	57,75	125,13
	N1 (msn)	20	126,62±43,199	100,10	262,35
	P2 (msn)	20	179,67±53,589	136,40	346,50
	ADK P1(msn)	20	554,83±44,290	410,85	633,60
	ADK N1(msn)	20	656,67±64,558	500,50	744,43
	ADK P2(msn)	20	729,49±69,414	584,38	816,48
SNİK Kİ	**KAE (dB)**	21	28,810±5,896	15,00	35,00
	KAT (%)	21	81,143±12,721	60,00	100,00
	SMRT(RPO)	21	3,738±1,195	1,400	6,500
	P1 (msn)	21	105,93±30,585	73,700	181,23
	N1 (msn)	21	173,95±48,504	109,73	265,10
	P2 (msn)	20	246,95±63,685	168,30	335,23
	ADK P1(msn)	21	593,47±18,360	559,08	631,95
	ADK N1(msn)	21	684,25±32,510	629,20	766,98
	ADK P2(msn)	20	776,58±56,270	702,08	878,35
İNSB Kİ	**KAE (dB)**	23	31,739±7,168	20,00	40,00
	KAT (%)	23	74,261±20,461	20,00	100,00
	SMRT(RPO)	20	3,220±1,480	0,600	5,867
	P1(msn)	23	139,46±37,807	88,830	240,07
	N1(msn)	23	226,30±48,182	122,38	295,90
	P2(msn)	23	310,31±51,163	213,68	394,07
	ADK P1(msn)	23	605,83±45,935	539,55	741,13
	ADK N1(msn)	23	699,59±39,970	613,25	802,73
	ADK P2(msn)	23	780,64±48,594	682,28	870,10

4.1. Katılımcıların Yaş Bulgularının Karşılaştırılması

Yaş bakımından gruplar arasında Bağımsız T testi ile karşılaştırma yapılmıştır ve Tablo 3'de sunulmuştur. Gruplar arasında yaş açısıdan istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p=0,716).

Tablo 3. Gruplar arası yaş karşılaştırması

		n	Ortalama ±standart sapma	p
Yaş	**Normal**	20	11,506±3,526	0,716
	Sensörinöral	21	11,584±3,468	
	İNSB	23	12,383±4,608	

Sensörinöral işitme kayıplı (4,548±3,251) ve İNSB'li (4,508±3,878) koklear implant kullanıcılarında implantasyon yaş ortalamaları istatistiksel olarak Anova testi ile karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında anlamlı bir faklılık bulunmamıştır (p=0,971).

Koklear implant kullanıcılarının ameliyat yaşları Anova testi ile istatistiksel olarak incelendiğinde SNİK'li ve İNSB'li Kİ kullanıcılarının ameliyat yaşları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ve Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. Koklear implant kullanıclarında ameliyat yaşının karşılaştırılması

		n	Ortalama ±standart sapma	p
Ameliyat Yaşı	**Sensörinöral**	21	4,5481±3,251	0,971
	İNSB	23	4,5083±3,878	

Gruplar arasında ameliyat yaşı açısıdan istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (p=0,971).

4.2. Konuşma Testi Bulguları

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında konuşmayı anlama testi uygulanmıştır. Gruplar arasında konuşmayı alma eşiği (KAE) ve Konuşmayı Anlama testi (KAT) sonuçları ANOVA test yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında KAE ($p<0,0001$) ve KAT ($p=0,0002$) sonuçları istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Normal işitenler ve sensörinöral kayıplı koklear implant kullanıcıları Bağımsız T Test Yöntemi ile karşılaştırıldığında KAE sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,0001$). Normal işitenler ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında KAE sonuçları Bağımsız T Testi yöntemi ile karşılatırıldığında araslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,001$) bulunmuştur. İNSB'li ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcıları Bağımsız T Testi yöntemi ile karşılaştırıldığında KAE sonuçları arasında arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında KAE sonuçları normal işiten bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. İNSB'li bireylerin KAE sonuçları normal işiten ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarına göre daha yüksek elde edilmiştir (Tablo 4).

Normal işitenler ve sensörinöral kayıplı koklear implant kullanıcılarında KAT sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,05$). Normal işitenler ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında KAT sonuçları arasında arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,001$) bulunmuştur. İNSB'li ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında KAT sonuçları arasında arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında KAT sonuçları normal işiten bireylere göre daha düşük bulunmuştur. İNSB'li bireylerin KAT sonuçları normal işiten ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarına göre daha düşük elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Konuşma tesi sonuçlarının gruplar arasında karşılaştırılması

		n	Ortalama ±standart sapma	p
KAE	**Normal**	20	14,750±3,024	<0,001**
	Sensörinöral	21	28,810±5,896	
	Normal	20	14,750±3,024	<0,001***
	İNSB	23	31,739±168	
	Sensörinöral	21	28,810±5,896	>0,05
	İNSB	23	31,739±168	
KAT	**Normal**	20	94,000±4,205	<0,05*
	Sensörinöral	21	81,143±12,721	
	Normal	20	94,000±4,205	<0,001***
	İNSB	23	74,261±20,461	
	Sensörinöral	21	81,143±12,721	>0,05
	İNSB	23	74,261±20,461	

4.3. Spectral Temporally Modulated Ripple Test Bulguları

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında SMRT uygulanmıştır. Gruplar arasında SMRT sonuçları ANOVA test yöntemi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 6). SMRT sonuçları gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,0001$).

Normal işitenler ve sensörinöral kayıplı koklear implant kullanıcılarında SMRT sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,001$). Normal işitenler ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında SMRT sonuçları arasında arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,001$) bulunmuştur.

İNSB'li ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında SMRT sonuçları arasında arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 6. SMRT sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması

		n	Ortalama ±standart sapma	p
SMRT	**Normal**	20	6,510±1,130	<0,001**
	Sensörinöral	21	3,738±1,195	
	Normal	20	6,510±1,130	<0,001***
	İNSB	20	3,220±1,480	
	Sensörinöral	21	3,738±1,195	>0,05
	İNSB	20	3,220±1,480	

4.4. Konuşma Testleri ile Spectral Temporal Modulated Ripple Test Arasındaki İlişki

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında KAE ve KAT sonuçları ile SMRT sonuçları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon analizi ile araştırılmıştır (Tablo 7). Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında ve normal işiten bireylerde test sonuçları arasında ilişki gözlenmemiştir. İNSB'li koklear implant kullanıcılarının SMRT sonucu ile KAT skoru (r= ,698; p= 0,01) arasında orta dereceli pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Tablo 7. Konuşma testleri ile SMRT arasındaki ilişki

		KAE	KAT
Normal SMRT	n	20	20
	Korelasyon katsayısı (r)	-,339	,434
	p	,144	,056
Sensörinöral Kİ SMRT	n	21	21
	Korelasyon katsayısı (r)	-,004	,028
	p	,986	,903
İNSB Kİ SMRT	n	20	20
	Korelasyon katsayısı (r)	-,009	,698**
	p	,971	**,001**

4.5. İşitsel Geç Potansiyel Bulguları

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında geç kortikal potansiyel kayıtları alınmıştır. Gruplar arasında geç kortikal potansiyel latansları ANOVA analiz yöntemi ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında P1, N1 ve P2 latanslarında istatistiksel olarak anlamlı (p<0,0001) farklılık bulunmuştur. Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında geç kortikal potansiyel latansları normal işiten bireylere göre daha uzun bulunmuştur. İNSB'li bireylerin geç kortikal potansiyel latansları normal işiten ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarına göre daha uzun elde edilmiştir (Tablo 8). Gruplar arasında P1 amplitüdlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,4080)

Tablo 8. Geç kortikal potansiyel latanslarının gruplar arası karşılaştırılması

		n	Ortalama ±standart sapma	p
P1 Latans (msn)	**Normal**	20	76,053±14,726	<0,01**
	Sensörinöral	21	105,93±30,585	
	Normal	20	76,053±14,726	<0,001***
	İNSB	23	139,46±37,807	
	Sensörinöral	21	105,93±30,585	<0,01**
	İNSB	23	139,46±37,807	
N1 Latans (msn)	**Normal**	20	126,62±43,199	<0,01*
	Sensörinöral	21	173,95±48,504	
	Normal	20	126,62±43,199	<0,001***
	İNSB	23	226,30±49,182	
	Sensörinöral	21	173,95±48,504	<0,01**
	İNSB	23	226,30±49,182	
P2 Latans (msn)	**Normal**	20	179,67±53,589	<0,01**
	Sensörinöral	21	246,95±63,685	
	Normal	20	179,67±53,589	<0,001***
	İNSB	23	310,31±51,163	
	Sensörinöral	21	246,95±63,685	<0,01**
	İNSB	23	310,31±51,163	

4.6. Akustik Değişim Kompleksi Bulguları

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında akustik değişim kompleksi kayıtları alınmıştır. Gruplar arasında akustik değişim kompleksi latansları ANOVA analiz yöntemi ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında akustik değişim kompleksi P1 ($p=0,0002$), N1 ($p=0,0149$) ve P2 ($p=0,0106$) latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Normal işitenler ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında P1 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,01$) bulunmuştur. Normal işitenler ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında P1 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,001$) saptanmıştır. Sensörinöral işitme kayıplı ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında P1 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p>0,05$) gözlenmemiştir.

Normal işitenler ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında N1 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,05$) saptanmıştır. Normal işitmeye sahip bireyler ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcıları arasında; İNSB'li ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında N1 latanlsarı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Normal işitenler ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında P2 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,05$) bulunmuştur. Normal işitenler ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında P2 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,05$) saptanmıştır. Sensörinöral işitme kayıplı ve İNSB'li koklear implant kullanıcılarında P2 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında akustik değişim kompleksi latansları normal işiten bireylere göre daha uzun bulunmuştur. İNSB'li bireylerin akustik değişim kompleksi latansları normal işiten ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarına göre daha uzun elde edilmiştir (Tablo 9).

Gruplar arasında akustik değişim kompleksi ANOVA analiz yöntemi ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında P1 amplitüdlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,4631).

Tablo 9. Akustik Değişim Kompleksi latanslarının gruplar arası karşılaştırılması

		n	Ortalama ±standart sapma	p
ADK P1 Latans (msn)	**Normal**	20	554,83±44,290	<0,01**
	Sensörinöral	21	593,47±18,360	
	Normal	20	554,83±44,290	<0,001***
	İNSB	23	605,83±45,935	
	Sensörinöral	21	593,47±18,360	>0,05
	İNSB	23	605,83±45,935	
ADK N1 Latans (msn)	**Normal**	20	656,67±64,558	>0,05
	Sensörinöral	21	684,25±32,510	
	Normal	20	656,67±64,558	<0,05*
	İNSB	23	699,59±39,870	
	Sensörinöral	21	684,25±32,510	>0,05
	İNSB	23	699,59±39,870	
ADK P2 Latans (msn)	**Normal**	20	729,49±69,414	<0,05*
	Sensörinöral	20	776,58±56,270	
	Normal	20	729,49±69,414	<0,05*
	İNSB	23	780,64±48,594	
	Sensörinöral	20	776,58±56,270	>0,05
	İNSB	23	780,64±48,594	

4.7. Konuşma Testleri ile İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller Arasındaki İlişki

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcıları ile KAE ve KAT sonuçları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon analizi araştırılmıştır (Tablo 10). Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında KAE ile ADK P2 latansı arasında orta düzeyde pozitif ilişki (r=,581; p=0,07) bulunmuştur. İNSB'li koklear implant kullanıcılarında KAT ile P1 latans (r= ,636; p=0,01) ve N1 latans (r=-,556; p=0,06) arasında orta düzeyde negatif ilişki gözlenmiştir.

Table 10. Konuşma testleri ile işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeller arasındaki ilişki

			P1 Latans	N1 Latans	P2 Latans	ADK P1 Latans	ADK N1 Latans	ADK P2 Latans
Normal	**KAE**	n	20	20	20	20	20	20
		Korelasyon katsayısı (r)	-,377	-,237	-,224	,310	,208	,218
		p	,081	,315	,342	,184	,380	,356
	KAT	n	20	20	20	20	20	20
		Korelasyon katsayısı (r)	-,033	,355	,281	,192	,289	,360
		p	,890	,125	,230	,419	,217	,119
Sensörinöral Kİ	**KAE**	n	21	21	20	21	21	20
		Korelasyon katsayısı (r)	-,155	-,277	-,207	-,062	-,254	**,581****
		p	,502	,225	,381	,789	,266	**,007**
	KAT	n	21	21	20	21	21	20
		Korelasyon katsayısı (r)	,008	,183	,185	,099	,060	-,190
		p	,973	,426	,435	,670	,797	,422
İNSB Kİ	**KAE**	n	23	23	23	23	23	23
		Korelasyon katsayısı (r)	,243	,278	,238	-,222	-,215	-,274
		p	,263	,198	,275	,308	,324	,206
	KAT	n	23	23	23	23	23	23
		Korelasyon katsayısı (r)	**-,636***	**-,556***	-,071	-,024	,062	,221
		p	**,001**	**,006**	,749	,914	,778	,311

4.8. SMRT ile İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller Arasındaki İlişki

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı (SNİK) ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında SMRT sonuçları ve İUKP sonuçları arasındaki ilişki araştırılmıştır (Tablo 11). Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında SMRT ile ADK N1 latansı arasında orta düzeyde negatif ilişki (r= -,599; p=0, **,**004) bulunmuştur.

Sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarında SMRT ile ADK P2 latansı arasında orta düzeyde negatif ilişki (r= -,560; p= 0,010) bulunmuştur. İNSB'li koklear implant kullanıcılarında SMRT sonucu ile geç kortikal P1 latans (r= -,495; p=0,026) arasında zayıf düzeyde negatif ilişki gözlenmiştir. İNSB'li koklear implant kullanıcılarında SMRT sonucu ile geç kortikal P1 amplitüdü (r= ,514; p=0,020) arasında orta düzeyde pozitif ilişki gözlenmiştir.

Table 11. SMRT ile işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeller arasındaki ilişki

		P1 Lat.	**N1 Lat.**	**P2 Lat.**	**P1 Amp.**	**ADK P1 Lat.**	**ADK N1 Lat.**	**ADK P2 Lat.**	**ADK P1 Amp.**
Normal SMRT	n	20	20	20	20	20	20	20	20
	Korelasyon katsayısı (r)	-,105	,156	,157	,001	,064	,120	-,560	-,251
	p	,661	,510	,510	,997	,789	,613	,815	,286
SNİK Kİ SMRT	n	21	21	20	21	21	21	20	21
	Korelasyon katsayısı (r)	-,316	-,318	-,303	-,184	-,419	-,599**	-,560*	-,395
	p	,502	,225	,381	,424	,058	**,004**	**,010**	,077
İNSB Kİ SMRT	n	20	20	20	20	20	20	20	20
	Korelasyon katsayısı (r)	-,495*	-,357	,165	,514*	,079	-,025	,191	,286
	p	**,026**	,123	,487	**,020**	,740	,918	,421	,222

4.9. Ameliyat Yaşı ile Test Sonuçları Arasındaki İlişki

Sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarının ameliyat yaşı ile test sonuçları arasındaki ilişki Pearson Korelasyon analizi ile araştırılmıştır (Tablo 12). İNSB'li koklear implant kullanıcılarında ameliyat yaşı ile KAT (r=-,796; p=0,000) arasında yüksek düzeyde negatif; ameliyat yaşı ile SMRT (r=-,652; p=0,02) arasında orta düzeyde negatif ve ameliyat yaşı ile P1 latansı (r=,643; p=0,01) arasında orta düzeyde pozitif ilişki gözlenmiştir.

Tablo 12. Ameliyat yaşı ile test sonuçları arasındaki ilişki

		n	Korelasyon Katsayısı	p
Sensörinöral Kİ	KAT	21	-,316	,164
	SMRT	21	-,217	,346
	P1 Latans	21	,344	,126
	ADK P1 Latans	21	,056	,823
	ADK P2 Latans	20	,250	,288
İNSB Kİ	KAT	23	-,796**	**,000**
	SMRT	20	-,652**	**,002**
	P1 Latans	23	,643**	**,001**
	ADK P1 Latans	23	-,042	,850
	ADKP2 Latans	23	-,215	,325

4.10. Konuşmayı Alma Testi Zayıf ve İyi Olan Koklear İmplant Kullanıcılarında Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında konuşmayı alma test sonucu iyi ve zayıf olan hastaların test sonuçları Bağımsız T Testi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 13). Konuşmayı alma testi sonucu %80 ve üzerinde olan hastalar iyi performans; %80 altında olan hastalar zayıf performans gösterenler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. İNSB'li koklear implant kullanıcılarında konuşmayı alma testinde iyi (2,303±1,198) ve zayıf (4,136±1,149) performans gösteren hastaların SMRT sonuçlarında arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık (p=0,003) bulunmuştur.

Tablo 13. Konuşmayı alma testi zayıf ve iyi olan koklear implant kullanıcılarında test sonuçlarının karşılaştırılması

		KAT Performans	n	Ortalama ±standart sapma	p
Sensörinöral	SMRT (RPO)	Zayıf	12	3,738±1,235	,998
		İyi	9	3,737±1,212	
	ADK P1 Latans (msn)	Zayıf	12	592,747±15,339	,842
		İyi	9	594,428±22,746	
	ADK P2 Latans (msn)	Zayıf	12	771,794±60,549	,654
		İyi	8	783,551±52,297	
İNSB	SMRT (RPO)	Zayıf	10	4,136±1,149	**,003***
		İyi	10	2,303±1,198	
	ADK P1 Latans (msn)	Zayıf	11	603,429±47,842	,817
		İyi	12	608,024±46,133	
	ADK P2 Latans (msn)	Zayıf	11	793,908±57,103	,218
		İyi	12	768,483±37,697	

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı Kİ kullanıcılarını ve normal işitmeye sahip bireyleri günlük hayatta iletişimin temeli olan konuşmayı anlamada ve ayırt etmede ne ölçüde yakalayabildiği, elektrofizyolojik test bataryaları olaran geç kortikal potansiyel ve akustik değişim kompleksi ile psikoaskustik test bataryası olan SMRT ile hem de davranışsal odyometrik testler olan konuşmayı alma ve konuşmayı anlama testleriyle ilişkisini incelemektir.

Konuşma Testleri

Çalışmamızda yapmış olduğumuz konuşma testleriyle İNSB'li ve SNİK tanılı Kİ kullanıcısı her iki grubun normal işiten bireylere göre konuşmayı alma ve tanıma becerilerinde zayıf kabiliyet gösterdiği, ancak Kİ kullanıcısı bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Tüm Kİ kullanıcısı katılımcıların tanılandıkları andan itibaren düzenli aralıklarla ve test bataryalarıyla sıkı bir şekilde takip edilmiş olsalar da gözardı edilemez bir işitsel deprivasyon sürelerinin olması, koklear implantın son teknolojilerle destleklesine rağmen kokleanın fizyolojik çalışma presibini yakalayamaması ve ameliyat esnasında elektrotun yerleşimi gibi bir çok faktör sebebiyle normal işiten yaşıtlarını yakalamada zorluk yaşadığını görmekteyiz.

Prelingual 34 koklear implant kullanıcısında fonetik dengeli konuşma testleri ile yapılan bir çalışmanın sonucunda, kelime skorları implant kullanım süresi ile pozitif ve implantasyon yaşı ile negatif korelasyon göstermişir (Fryauf-Bertschy ve ark., 1997). Çalışmamızda ameliyat yaşı ile test sonuçları arasındaki ilişikiyi istatistiksel olarak incelendiğinde, İNSB tanılı Kİ kullanıcsı bireylerin ameliyat yaşı arttıkça daha düşük KAT skorları elde edildiği bulunmuştur. Bu da İNSB'li bireylerin Kİ açısından değerlendirirken sensörinöral işitme kayıplı yaşıtlarına göre (implantasyon açısından uygun adayları için) daha erken operasyona gitmeyi düşündürebilmektedir.

Rance ve Barker (2008), İNSB ve SNİK tanısı almış olup Kİ kullanıcısı olan bir grup çocuk hastayı açık uçlu kelime testi ile değerlendirdiklerinde, İNSB tanılı çocukların yalnızca bir tanesi dışında geri kalan hepsi SNİK tanılı Kİ kullanıcılarıyla benzer performansa sahip olduğunu belirtmişlerdir. Kötü performansa sahip olan hastanın Kİ öncesi İC kullandığı süre içerinde takip edildiğinde de İC performansının zayıf olduğu hatta implant için uygun bir aday olmadığını, elektriksel uyaranla yapılan işitsel beyinsapı yanıtlarında da yanıt alınamadığını belirtmişlerdir (Rance ve Barker, 2008).

2 yaş öncesinde koklear implant kullanmaya başlamış prelingual işitme kayıplı 6 Kİ kullanıcısı çocukta yapılan açık uçlu cümle tanıma testinde, kelime tanıma puanlarının ortalama %50 'nin üzerinde olduğu bulunmuştur. Ayrıca daha küçük yaşta implante edilen çocuklar daha iyi skorlara sahip olmuşlardır (Nikolopoulos ve ark., 1999).

Çalışmamızda İNSB'li Kİ kullanıcısı bireyleri ve sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıcısı bireyleri karşılaştırdığımızda, İNSB'li bireylerin sonuçlarında her ne kadar daha fazla düşüş gözlense de, bu her iki gruptaki bireylerin konuşmayı alma ve tanıma becerilerinde aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ortaya konmuştur. Bu istatistiksel olarak anlamlılık göstermeyen düşüş aslında İNSB tanılı Kİ kullanıcısı grubun heterojen bir dağılıma sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bir çok test sayesinde İNSB'li hastayı tanılamak ve hastanın tedavisin planlanmak mümkün olsa da patolojnin yerini kesin bir şekilde saptanamaması konuşmayı anlama skorlarlarındaki bu heterojen dağılıma sebep olmaktadır.

Daha önce yapılmış olan çalışmalarda da İNSB'li Kİ kullanıcısı bireylerin konuşma algısı becerilerinde değişken sonuçlar gözlendiği bildirilmiştir (Breneman ve ark., 2012, Gibson ve Sanli, 2007)

Erken implantasyon, henüz maturasyonu tamamlanmamış olan beyni uyarır ve bu nedenle işitsel girdiye ve daha büyük işitsel kapasiteye daha açık olmasını sağlamaktadır (Sharma ve ark., 2002). Çalışmamızda Kİ kullanıcısı bu iki grubun ortalama koklear implantasyon yaşları ve test yaşları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu da hastalar arasındaki maturasyonel farklılığı minimalize ederek hastaların maturasyonel açıdan yaş olarak benzer koşullarda test edilmesine olanak sağlamıştır.

Ching ve arkadaşları (2013), sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu olan çocukları dil, konuşma ve psikososyal açıdan değerlendirerek yaptıkları bir çalışmada, Kİ ve İC kullanan İNSB'li çocukların performansının sensörinöral işitme kayıplı çocuklardan önemli ölçüde farklı olmadığını ortaya koymuşlardır (Ching ve ark., 2013).

Breneman ve arkadaşları Kİ kullanan İNSB'li çocukların sonuçlarını uzun vadeli olarak incelediklerinde implante edilen SNİK'li çocukların konuşmayı anlama pek de farklı olmadığını ortaya koymuştur (Breneman ve ark., 2012).

Çalışmamızda yukarıda bahsi geçen litertürlere paralel olarak koklear implant açısından uygun aday olarak tespit edilen İNSB'li bireylerin implantasyon yaşı açısından sensörinöral işitme kayıplı bireyleri yakaladığında en az onlar kadar konuşmayı alma ve anlama becerilerine sahip olabiliği ortaya konmuştur.

SMRT

Çalışmamızda sadece 3 İNSB'li Kİ kullanıcısı testi öğrenemedikleri için SMRT protokülünü tamamlayamamışlardır, bu 3 katılımcı dışındaki bütün katılımcılar SMRT protokolünü başarı ile tamamlayabilmiştir.

Landsberger ve arkadaşları (2018), normal işitmeye sahip 20 normal ve 20 koklear implantlı çocuğu SMRT testi ile değerlendirmiştir. Koklear implantlı grubun ortalama SMRT skoru 3.06 RPO olarak bulmuştur. Normal işitmeye sahip grubun da ortalama SMRT skorunu 8.42± 2.08 RPO bulmuştur (Landsberger ve ark., 2018).

DiNino ve Arenberg'in 11-17 yaşları arasında 12 koklear implant kullanıcısı ve 8-17 yaşları arasında normal işiten 34 katılımcıyla yaptıkları çalışmada koklear implant kullanıcılarının ortalama SMRT skoru 2.9±1.9 RPO, normal işiten çocukların ortalama SMRT skoru ise 8.6±1.34 RPO elde edilmiştir (DiNino ve Arenberg, 2018).

Jeddi ve arkadaşları (2019), yaptıkları 75 prelingual sensörioral işitme kayıplı 8-12 yaş arasındaki Kİ kullanıcısı çocuklarda ortalama SMRT değerini 2.18±0.97 RPO bulmuştur (Jeddi ve ark., 2019).

Yukarıda bahsi geçen literatüre paralel olarak alışmamızda normal işitmeye sahip 20 katılımcıda ortalama SMRT sonuçları 6,510±1,130 RPO ve sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıcısı 20 katılımcıda ortalama SMRT sonuçları 3,738±1,195 RPO olarak bulunmuştur ve yukarıda bahsetmiş olduğumuz literatür ile benzerlik göstermiştir.

Daha önceki yapılan çalışmaları incelediğimizde İNSB'li Kİ kullanıcısı gruba ayrıca SMRT testi yapıldığına rastlanmamıştır. Çalışmamızda literatüre ek olarak İNSB tanılı Kİ kullanıcısı 20 katılımcıda ortalama SMRT sonuçları 3,220±1,480 RPO olarak bulunmuştur. İNSB'li hasta grubunun SNİK'li hasta grubundan istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir.

Spektral çözünürlük becerisinin konuşmayı anlama becerisiyle yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Her iki Kİ kullanıcısı grup çalışmamızda hem konuşma testlerindeki performansları hem de SMRT performansları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemesi aynı görüşteki literatüre katkı sağlamıştır**.** Örneğin Drennan ve arkadaşları (2014), yirmi sekiz Kİ kullanıcısında yaptıkları spektral ayırt etme görevi gibi konuşma dışı psikofiziksel spektral çözünürlük testlerinin koklear implant kullanıclarında konuşmayı tanıma performansı yakından ile ilişkili olduğunu belirtirmiştir (Drennan ve ark., 2014). Ayrıca çalışmamızda Kİ kullanıclarını %80'in altında (zayıf) ve %80'in üstünde (iyi) konuşmayı anlama testi skorlarına sahip olanlar olmak üzere iki gruba ayırdığımızda, İNSB'li Kİ kullanıcılarından zayıf konuşmayı anlama testi performansı gösterenlerinin aynı zaman da düşük SMRT sonuçlarına sahip olduğunu ortaya konmuştur. Bu da Drennan ve arkadaşlarının (2014) yapmış olduğu çalışmaya paralel sonuçlar elde ettiğimizi göstermektedir.

İNSB'li hasta grubu patolojinin yeri açısından çeşitli gösteren geniş bir popülasyon olması konuşma algılarındaki zayıflığın spektral çözünürlüğe doğruda etki edebildiğini göstermektedir. Messersmith ve arkadaşlarının (2019) belirttiğini gibi Kİ kullanıcısının hem içsel hem de dışsal çok sayıda faktörün, koklear implant ile ameliyat sonrası performansı direkt olarak etkilediği görülmektedir (Messersmith ve ark., 2019).

Kİ kullanıcısı sensörinöral işitme kayıplı ve İNSB tanılı bireylerin ortalama SMRT skorları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. Kİ kullanıcısı bu iki grubun ortalama koklear implantasyon yaşları ve testteki katılımcıların ortalama yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemesi, Kİ kullanıcısı İNSB'li bireyler implantasyon yaşı açısından sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıcısı bireyleri yakaladığında spektral çözünürlük becerilerinde de yakın sonuçlar göstermiştir. Fakat çalışmamızda İNSB'li Kİ kullanıclarının ameliyat yaşı ile SMRT skorları istatistiksel olarak incelendiğimizde ameliyat yaşı arttıkça SMRT sonuçlarında düşüş gözlendiğini ortaya koymaktadır. Bu da İNSB'li grup her ne kadar sensörinöral işitme kayıplı grubu ameliyat yaşı olarak yakalasa da spektral çözünürlük becerisi açısından (deprivasyon süresinden) daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Bu sebeple İNSB tanılı ve koklear implant açısından uygun aday olan hastaların daha erken implant tatbiki gündeme gelmelidir.

İşitsel Geç Potansiyeller

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında işitsel geç potansiyel kayıtları alınmıştır. Gruplar arasında işitsel geç potansiyel latansları karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında P1, N1 ve P2 latanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Osterhammel ve arkadaşları (1973) yaptığı bir çalışmada normal işitmeye sahip olan ve kooperasyonu düşük olan popülasyonlarda konuşma algısını değerlendirmek için P1-N1-P2 kompleksini kullanmanın önemli avantajlarının katılımcının teste katılıp katılmadığına bakılmaksızın elde edilebilmesi, elde edilen dalga amplitüdünün belirgin olması, kolayca elde edilmesi ve güvenilir bir şekilde bireylerde kaydedilmesi olduğunu belirtmişlerdir (Osterhammel ve ark., 1973).

Ponton ve arkadaşlarının (2002), normal işiten çocuklarda yapılan bir çalışmada P1'in yanı sıra N1'in latansının da yaşla birlikte sistematik olarak azaldığı bildirilmiştir (Ponton ve ark., 2002). Bizim çalışmamızda katılımcların test yaşları ve ameliyat yaşlarının yakın olması nedeniyle bu fark gözlenmemiştir.

Çalışmamızdaki normal işitmeye sahip bireylerin P1-N1-P2 bileşenlerinin ortalama dalga latansları ve sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıcılarının P1-N1-P2 ortalama dalga latansları, Martin ve arkadaşlarının (2010) /ui/ konuşma uyaranı kullanarak yaptığı çalışmayla benzer bulunmuştur. (Martin ve ark., 2010).

Sharma ve arkadaşları (2005), işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyelerle yaptığı bir çalışmada P1 latansını işitsel maturasyon ile direkt ilişkilendirmiştir (Sharma ve ark., 2005). Bizim çalışmamızda tüm grupların ortalama test yaşı ve işitme kayıplı Kİ kullanıcısı grubun ortalama ameliyat yaşı sürelerinin istatiksel olarak anlamlı farklılık göstermemesi, Kİ kullanıcılarının deprivasyon sürelerinin benzer olması, tanılanma zamanlarından itibaren sık aralıklarla ve düzenli olarak takip edilmiş olmaları, kendi yaş gruplarındaki normallere göre işitsel kortikal maturasyonu değerlendirmemize olanak sağlamıştır.Fakat İNSB'li Kİ katılımcılarda ameliyat yaşı ile P1 latansı arasındaki ilişkiyi incelediğimizde, İNSB'li grubun ameliyat yaşı arttıkça P1 latansında önemli derecede gecikme meydana geldiği bulunmuştur. Bu grup tanılandıktan itibaren her ne kadar hasas bir şekilde takip edilse de Kİ kullanıcısı SNİK'li gruba göre ameliyat yaşından (yani deprivasyon süresinden) daha önemli ölçüde etkilenmekte olduğunu ortaya koymuştur.

Rance arkadaşları (2002) işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı çocuklarda yaptıları bir işitseluyarılmış geç potansiyel çalışmasında zayıf konuşma algısını, geç kortikal potansiyellerin yokluğu ile ilişkilendirmiştir. Konuşma algısı daha iyi olan çocukların tepkileri latans süresinde normalken, konuşma algısı zayıf olan İNSB'li çocuklarda geç kortikal potansiyeller gözlenmemiştir. Konuşma algılama becerileriyle, işitsel uyarılmış geç potansiyellerin arasında doğrudan bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir (Rance ve ark., 2002).

Alveranga ve arkadaşlarının (2012), İNSB tanılı 4 ile 11 yaş arasındaki 14 koklear implant kullanıcısı çocukla /ba/ uyaranı kullanarak yaptıkları işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyel bir çalışmada P1 bileşeninin Kİ kullanıcısı İNSB'li çocuklarda işitsel kortikal gelişimin bir belirtci olduğunu ve P1 komponentinin konuşmayı algılama gibi davranışsal işitsel becerilerle ilişkilendirilebildiğini; P1 komponentinin latansındaki değişimi işitsel deprivasyon süresiyle ilişkilendirilebileceğini öne sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda da İNSB'li Kİ kullanıcılarında P1 ve N1 bileşenlerinin latansları arttıkça KAT testi skorlarında önemli bir düşüşün gözlenmesi, işitsel kortikal yanıtların gecikmesinin Alveranga ve arkadaşlarının (2012) ve Rance ve arkadaşlarının (2002) yaptıkları çalışmaya benzer olarak İNSB'li grupta konuşmayı algılama perfomansında düşüş gözlenebileceğine işaret etmektedir (Alvarenga ve ark., 2012, Rance ve ark., 2002).

Sadece SNİK'li Kİ kullanıcısı bir katılımcıda P2 komponentinin elde edilemediği görmekteyiz. Bu katılımcının çalışmamızdaki Kİ kullanıcılarına göre daha geç Kİ ameliyat yaşına (14,22 yaş) sahip olduğu görülmektedir. P2 yanıtının elde edilememesi işitsel maturasyondaki gecikmeyle ilişkilendirebileceği düşünülmüştür Şartları sağlayan işitmeyi kayıplı Kİ kullanıcısı hastamız her ne kadar sıkı bir şekilde takip edilmiş ve testlerle yakından incelenmiş olsa da, daha erken implantasyona gidilebilseydi, normal işitmeye sahip yaşıtlarını işitsel maturasyon açıdan daha erken yakalayıp belki de normale gruba yakın P2 yanıtı gösterilebilirdi.

Sarankumar ve arkadaşları (2018), İNSB olan çocuklarda koklear implantasyon sonrası faydalanım sonuçlarını ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan yaşa uygun kontrolleri ile işitsel performans, konuşma anlaşılırlığı ve işitsel entegrasyon ölçekleriyle ve İGP'leriyle karşılaştırmıştır. Koklear implantasyonun İNSB'li çocuklar ile ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan çocuklar arasında karşılaştırılabilir faydalar gösterdiğine dikkat çekmişlerdir.

İGP’lerin, Kİ'yi takiben İNSB'li çocuklarda kortikal olgunluğu objektif olarak değerlendirmede yararlı bir araç olduğunu vurgulamışlardır. P1 komponentinin latansı ile konuşma anlaşılırlığı ölçekleri arasında negatif bir korelasyon elde etmişlerdir. Konuşmayı ayırt etme gibi testlerin kortikal maturasyonu tespit etmede objektif bir test olmasına rağmen İGP’in bu konuda daha nesnel bir değerlendime sağladığını bildirmişlerdir (Sarankumar ve ark., 2018)

Aynı yaştaki normal işiten çocuklara kıyasla Kİ kullanıcısı bireylerinin daha küçük P1 amplitüdlerine (Kral ve Sharma, 2012) ve daha uzun P1 (Eggermont ve Ponton, 2003) latasına sahip olduğu bildirilmektedir.

Çalışmamızda testlere katılan tüm grupların yaş ortalaması istatistiksel açısından anlamlı fark göstermemiştir. Bu sebeple gruplar arası P1 amplitüdlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığını düşündürmüştür.

Çalışmamızda İNSB’li Kİ kullanıclarında P1 latansının SMRT skorlarıyla istatistiksel olarak ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu da bize SMRT skorları düştükçe P1 latansının geciktiğini göstermektedir. Bu da bize İNSB’li grupta işitsel maturasyonun gecikmesinin spektral çözünürlük becerisini etkilediğini düşündürmektedir.

Yapılan bir çalışmada implantasyon öncesi işitme cihazı kullanan çocuklarda implantasyon üzerinden belirli bir süre geçmesine rağmen N1 yanıtları elde edilmediği görülmüştür. Her ne kadar belli bir süre işitme cihazı kullansalar da N1’in yokluğunu, işitme cihazının koklear implantasyon kadar güçlü bir uyaran sağlamadığına yormuşlardır (Eggermont ve Ponton, 2003). Çalışmamızda tüm Kİ kullanıcısı hastalarda N1 yanıtı elde edilmiştir bu da işitsel maturasyonel dönemi zamanında yakalayabildiklerini düşündürmektedir.

Bizim çalışamızda işitsel nöropati spektrum bozukluğu olan Kİ kullanıcılarının olduğu grupta P1-N1-P2 komponentlerinin ortalama dalga latanslarının hem normal gruba hem de sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıcısı gruba göre istatiksel olarak da geç elde edildiği görülmüştür.

Ayrıca İNSB'li hasta grubu Kİ ameliyatından önce her ne kadar İC kullansa da elde ettikleri fayda sensörinöral işitme kaybına sahip olan hasta grubunu yakalayamamaktadır. Bunun sebebi İNSB'li hasta grubunun lezyonun yeri açısından heterojen olmasıdır. Dolayısıyla kimi İNSB'li implant kullanıcısı işitme cihazından fayda sağlarken pek çoğu SNİK'li İC kullanıcısının performansını yakalayamamaktadır. Bu da her ne kadar her iki Kİ kullanıcısı grubun ameliyat yaşları ve ortalama yaşları yaklaşık olarak aynı olsa da İNSB'li Kİ kullanıcısı grubun daha heterojen işitsel deprivasyan süresi geçirebildiğini ve dolayısıyla İGP yanıtlarının, SNİK'li Kİ kullanıclarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzamasına sebep olabileceğini düşündürebilmektedir.

Ponton ve arkadaşları koklear implant kullanıcılarında yaptığı çalışmalarda koklear implant kullanıclarında işitsel deprivasyon süresinin (Ponton ve ark., 1999) kortikal yanıtları izlemedeki matürasyon süresine (Ponton ve Eggermont, 2001) etki ettiğini ileri sürmüştür.

Karşılaştırdığımızda da sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarının yaşa uygun İNSB tanılı Kİ kullanıcılarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha erken P1-N1-P2 latansları elde edilmiştir. Bu da bize İNSB'li hastalar ne kadar sensörinöral işitme kayıplı yaşıtları kadar ortalama deprivasyon süresini açısından avantajlı olsalar da üçüncü basamak birimlere daha erken yönlendirildiğinde ve bu merkezlerde daha erken implantasyona gideebildiğinde aynı yaştaki sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıcılarını yakalayabilceği düşünülmüştür. Tabi bunlarının yanı sıra İNSB'li grubun patoloji açısından lokasyonun yerinin tam olarak tespit edilemediğini gözardı etmemekte fayda vardır.

Akustik Değişim Kompleksi

Normal işiten bireylerde, sensörinöral işitme kayıplı ve işitsel nöropati spektrum bozukluğu tanılı koklear implant kullanıcılarında akustik değişim kompleksi kayıtları alınmıştır. Gruplar arasında akustik değişim kompleksi P1, N1 ve P2 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Gruplar arasında akustik değişim kompleksi ADK P1 amplitüdlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Çalışmamızda normal işiten bireylerin ADK P1ve ADK P2 latansları istatistiksel olarak değerlendiriliğinde sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarına göre daha erken elde elde edildiği bulunmuştur. Normal işitmeye sahip bireyler ve sensörinöral işitme kayıplı koklear implant kullanıcıları arasında ADK N1 latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuç sensörinöral işitme kayıplı bireylerin işitsel olarak elektriksel stimülasyonla geçirdiği süreyle işitsel kortikal aktivasyonunun artmasını sağladığını ve normal işiten yaşıtlarını yakalayabileceğini konusunda umut verici olmuştur.

Vonck ve arkadaşları (2019), normal işitmeye sahip 12 bireyde, frekansın büyüklük, hız ve yön değişikenlikleriyle ADK yanıtları elde etmişlerdir. ADK N1 amplitüdü ve latansının, bu değişkenlerden etkilendiğini bildirmişlerdir. ADK N1 değişkenlerinin her ikisi de frekans değişiminin hem hızından hem de yönünden önemli ölçüde etkilenmiştir. Daha büyük amplitüdlü ve daha erken latansa sahip ADK N1 pikleri, frekans değişikliğinin büyüklüğü ve hızı artırılarak elde edilebildiğinin önemine dikkat çekmişlerdir (Vonck ve ark., 2019).

Tremblay ve Friesen (2006), Kİ kullanıcısı 8 hastada /si/ ve /ʃi/ gibi farklı iki konuşma fonemleri kullanrak ADK yanıtlarını inceledikleri bir çalışmada, /ʃi/ fonemiyle elde edikleri ADK latanslarının /si/ fonemi ile elde ettikleri ADK latanslarından önemli ölçüde daha erken olduğunu bildirmişlerdir. Kİ kullanıcılarının konuşma heceleri gibi doğal ve karmaşık sinyallerin merkezi işitsel sistemdeki işlevselliğini ADK yanıtları ile kaydedilebildiğine dikkat çekmişlerdir (Friesen ve Tremblay, 2006).

Martin ve arkadaşlarının 2010 yılında 6 ila 9 yaşlarında normal işitmeye sahip çocuklarda, /ui/ uyaranı kullanarak yaptığı çalışmada ADK'nın P1-N1-P2 kompleksi 550 ila 700 msn meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca Kİ kullanıcılarının konuşma heceleri gibi doğal ve karmaşık sinyallerin merkezi işitsel sistemdeki işlevselliğini ADK yanıtları ile kaydedilebildiğine dikkat çekmişlerdir.

Çalışmamızda da normal işitmeye sahip bireylerin olduğu kontrol grubunda ADK P1-N1-P2 komponenterinin ortalama dalga latansları, Martin ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmaya benzer olarak elde edilmiştir. (Martin ve ark., 2010).

Ponton ve arkadaşları (1999), koklear implantlı küçük çocuklarda işitsel sistem plastisitesini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Koklear implant kullanan çocukların, normal işiten akranlarına göre gelişimini tamamlamamış ve daha geç latanslı yanıtlara sahip olduklarını bulmuşlardır. Maturasyon derecesi işitsel yoksunlukla geçen süre ile yıl açısından orantılı bulmuşlardır, bu da merkezi işitsel sistemin uyarılma olmadan tam olarak olgunlaşmadığını düşündürmüştür. Elektrik stimülasyonu yoluyla sesin iletilmesi normal maturasyon sürecini geri getirebildiği için, işitme sisteminin deprivasyon süresindeki düşüşün plastisite kapasitesini koruduğu sonucuna varmışlardır (Ponton ve ark., 1999).

Çalışmamızda İNSB'li koklear implant kullanıcılarından elde edilen ADK P1-N1-P2 latansları; normal işiten bireylere göre daha uzun bulunmuştur ve sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıcsı bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir.

Her iki koklear implant kullanıcısı grubun ortalama aynı işitsel deprivasyon süresine sahip olması ve her iki test edilen grubun ortalama yaşlarının istatistisel olarak farklılık göstermemesi ve ADK latansları arasında istatiksel olarak anlamı bir fark olmaması İNSB'li bireylerin elektriksel stimulasyonla geçirdiği süre arttıkça konuşma sesinin kortikal seviyede işlenmesinde sensörinöral işitme kayıplı yaşıtlarını yakalayabildiğini düşündürmüştür.

Çalışmamızda yalnızda SNİK'li Kİ kullanıcısı bir hastada ADK P2 yanıtlarını elde edilememiştir. Yine aynı hastada işitsel geç P2 latansı da gözlenmemiştir. Bu durumu hastanın diğer tüm katılımcılara daha daha geç implant ameliyatı (14,22 yaş) olduğu görülmektedir.

He ver arkadaşları (2014), İNSB'li Kİ kullanıclarında elektriksel uyaran kullanarak (doğrudan koklear implantı uyararak) elde ettikleri ADK (eADK) yanıtlarını incelemişlerdir. Ayırca katılımcılara uyguladıkları konuşma testleri ile eADK yanıtlarını karşılaştırdıklarında dikkate değer bir korelasyon gözlemlemişleridir. İNSB'li Kİ kullanıcılarında eADK yanıtları gözlense dahi, kötü konuşma performansının görülmesinin İNSB'ye sebep olan nörol mekanizmalarınların rolü olduğunu düşünmüşlerdir. Daha kötü konuşma performansına sahip olan İNSB'li Kİ kullanıcılarının koklear implantın çalışma mekanizmasındaki temel yapıtaşı olan elektriksel uyarandan fayda görseler dahi, iyi konuşma performansı gösteren İNSB'li Kİ kullanıcılarına göre daha kısıtlı bir nöral aktivasyonlarının/senkronizasyonlarının olduğuna dikkat çekmişlerdir (He ve ark., 2014)

Han ve arkadaşlarının (2020), ADK uyaranının içideki amplitüd modülasyonlarını değiştirerek yaptıkları bir çalışmada; Kİ kullanıcılarının normal işiten bireylere göre daha uzun latansı bir ADK N1 komponentine sahip olduklarını; zayıf konuşmayı anlama performansı gösteren Kİ kullanıcılarının iyi konuşma anlama performansı gösteren Kİ kullanıcılarına göre daha uzun ADK N1 latansına sahip olduğunu bildirmişlerdir (Han ve Dimitrijevic, 2020). Çalışmamızda da sensörinöral işitme kayıplı grupta konuşmayı alma eşiği ve ADK P2 latansı incelendiğinde istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Konuşmayı alma eşiği arttıkça ADK'nın P2 latansında dikkate değer gecikme meydana gelmiştir. Çalışmamız Han ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışmaya ek olarak ADK'nın P2 komponentinin de Kİ kullanıcılarında konuşmayı anlama becerisiyle ilişkilendirilebileceğini koymuştur.

Ayrıca çalışmamızda sensörinöral işitme kayıplı Kİ kullanıclarının ortalama ADK latansları ve SMRT yanıtları istatistiksel olarak incelendiğinde, ADK N1 ve ADK P2 latanslarında artma meydana geldikçe SMRT skorlarında önemli bir düşüş meydana geldiği gözlenmiştir. Bu da bize maturasyonel gecikmenin spektral çözünürlükle ilişkili olabileceğini düşündürmüştür. Belki de de her iki Kİ grup daha çok hasta sayısı ile incelendiğinde bu çeşitli test bataryaları arasındaki ve dolayısıyla işitsel becerileri arasındaki ilişki daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyulabilecektir.

Sonuç ve Öneriler

ADK geliştirilmekte olan bir test aracıdır. ADK tekniğinin umut vaat ettiği klinik popülasyon, bebekler ve küçük çocuklar, özellikle işitme kaybı olan ve eşik üstü testlerde davranışsal testlerde neticeye sahip olamadığımız çocuklardır. Ayrıca, iyi bir sinyal-gürültü oranına sahip bir yanıtı kaydetmek için nispeten az sayıda uyaran yeterli olmaktadır. Bu çalışmada test edilen 7-18 yaşındakilerde başarıyla uygulanabilmesi gelecek araştırmalar için iyiye işarettir.

Koklear implantlı çocuklarda, işitsel uyarılmış geç kortikal potansiyeler aynı zamanda işitsel bilgilerin yeniden kazanılmasından sonra işitsel sistem plastisitesini ve rehabilitasyon etkinliğini incelemek için kullanılabilmektedir (Kral ve Sharma, 2012).

Literatürü incelediğimizde Akustik Değişim Kompleksi'nin, koklear implant kullanıcılarının serbest alanda konuşma uyaranı kullanılarak incelendiği çalışmaların sınırlı sayıda görmekteyiz. İNSB'li Kİ kullancılarında ise yine aynı şekilde serbest alandan akustik konuşma uyaranı ile incelendiği herhangi bir çalışmaya hiç rastlamadık. Bu açıdan ADK'nın İNSB'li Kİ kullanılarında incelenmesi açısından çalışmamız ilktir.

İNSB'li bireylerde ADK ile ilgili yapılan daha önceki bir çalışmada uyaranın spektral özelliği değiştirilerek (Dimitrijevic ve ark., 2011) elde edilen ADK P1-N1-P2 komponentinin elde edildiğini bilinmektedir. Fakat doğrudan spektral ayırt etme becerisi ile karşılaştırılmadığını görmekteyiz. Bu doğrultuda çalışmamız SMRT ile ADK testinin koklear implant kullanıcılarında birlikte incelenmiş olduğu ilk çalışmadır. Ayrıca spektral çözünürlük becerisi de doğrudan konuşmayı anlama becerisi ile ilişkilendirilmekte olduğundan çalışmamızda, hem konuşmayı alma eşiği hem de konuşmayı tanıma testi ile gruplarımızı inceledik. Böylelikle hem spektral çözünürlük becerisi, hem konuşmayı anlama becerisi hem de konuşma uyarınıyla elde edilen ADK yanıtları arasındaki ilişkiyi ortaya koyabildik. Sonuçlar bize özellikle İNSB grubu Kİ kullanıcılarının işitsel deprivasyon süresi açısından sensörinöral işitme kayıplı gruba göre daha çok etkilediğini göstermiştir. Çünkü İNSB'li grup her ne kadar SBİK'li grup ile aynı işitsel deprivasyon süresine sahip olsa da implantasyon öncesi işitme cihazından sağladıkları fayda SNİK'li grubu yakalayamamaktadır

Çalışmamız Kİ çocuklarda birincil işitsel korteksin normal işitmeye sahip bireylerdeki kadar olgunlaşmamış olduğunu göstermektedir; periferik ve merkezi işitsel yollar boyunca iletim ve sinaptik gecikmeler daha uzun hale geldiğini ve işitsel yoksunluk dönemlerinden sonra nöron senkronizasyonunun zayıfladığına işaret etmektedir.

Genel olarak baktığımızda İNSB'de lezyonun yeri tam olarak bilinemektedir. Ancak implantasyon sonrası İNSB'li bireylerin Kİ'dan sağladığı fayda bir çok testle ortaya koyulabilmektedir. İNSB'de özellikle patolojinin tutulumu presinaptik olduğunda hastanın Kİ'den fayda sağlamasının daha kuvvetle muhtemel olduğu literatürde bildirilmiştir (Harrison ve ark., 2015).

Gelecekte ADK kullanılarak elde edilen bilgiler, daha iyi danışmanlık ve rehabilitasyondaki gelişme için bilgi sağlayabilmektedir.

Dahl ve arkadaşlarının (2013) Avustralya'da yapılmış geniş bir kohort çalışmasına dahil edilen, çocuklukta ileri çok-ileri derecede işitme kaybı teşhisi konan 451 bireyde (44'ünde İNSB mevcut) koklear implantasyondaki gecikmenin konuşma-dil ve sosyal beceriler üzerine önemli bir etkisi olduğunu gösterdi. Tüm çocuklarda 3 yaşından önce amplifikasyona gidildiği belirtilse bile, sonuçlar koklear implant adayı olan İNSB'li çocuklarda işitsel yoksunluğun süresi arttıkça konuşmayı anlama becerilerinde zayıflığa sebep olduğunu göstermiştir (Dahl ve ark., 2013)

Harrison ve arkadaşları (2013), İNSB'li çocuklara koklear implantla için müdahale için hassas sürenin yaklaşık 2 yıl olduğunu bildirmektedir (Harrison ve ark., 2015).

İNSB grubunun sonuçları incelendiğinde, İNSB hastalarının heterojen bir grup olduğu önünde bulundurulmalıdır. Hastalar Kİ öncesinde sıkı aralıklarla takip edilerek implantasyon kararları alınmış olsa da İNSB de patolojinin yerine kesin bir şekilde işaret edilememekte ve bu sebeple patolojinin etkisinin netleştirilmesi zaman zaman zorlaşmaktadır. Ancak şunu söyleyebiliriz ki İNSB'nin bu kendine has durumu hastaların sonuçlarında açık bir şekilde çeşitliliğe sebebiyet vermektedir.

6. KAYNAKLAR

Alvarenga KF, Amorim RB, Agostinho-Pesse RS, Costa OA, Nascimento LT, Bevilacqua MC. Speech perception and cortical auditory evoked potentials in cochlear implant users with auditory neuropathy spectrum disorders. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2012;76 (9): 1332-1338.

Amati-Bonneau P, Guichet A, Olichon A, Chevrollier A, Viala F, Miot S, et al. OPA1 R445H mutation in optic atrophy associated with sensorineural deafness. Ann Neurol. 2005;58 (6): 958-963.

Anderson ES, Nelson DA, Kreft H, Nelson PB, Oxenham AJ. Comparing spatial tuning curves, spectral ripple resolution, and speech perception in cochlear implant users. J Acoust Soc Am. 2011;130 (1): 364-375.

Aronoff JM, Landsberger DM. The development of a modified spectral ripple test. The Journal of the Acoustical Society of America. 2013;134 (2): EL217-EL222.

Atcherson SR, Gould HJ, Mendel MI, Ethington CA. Auditory N1 component to gaps in continuous narrowband noises. Ear Hear. 2009;30 (6): 687-695.

Bamiou DE, Spraggs PR, Gibberd FB, Sidey MC, Luxon LM. Hearing loss in adult Refsum's disease. Clin Otolaryngol Allied Sci. 2003;28 (3): 227-230.

Berlin CI, Hood L, Morlet T, Rose K, Brashears S. Auditory neuropathy/dys-synchrony: diagnosis and management. Ment Retard Dev Disabil Res Rev. 2003;9 (4): 225-231.

Berlin CI, Hood LJ, Morlet T, Wilensky D, St John P, Montgomery E, et al. Absent or elevated middle ear muscle reflexes in the presence of normal otoacoustic emissions: a universal finding in 136 cases of auditory neuropathy/dys-synchrony. J Am Acad Audiol. 2005;16 (8): 546-553.

Beurg M, Michalski N, Safieddine S, Bouleau Y, Schneggenburger R, Chapman ER, et al. Control of exocytosis by synaptotagmins and otoferlin in auditory hair cells. J Neurosci. 2010;30 (40): 13281-13290.

Breneman AI, Gifford RH, Dejong MD. Cochlear implantation in children with auditory neuropathy spectrum disorder: long-term outcomes. J Am Acad Audiol. 2012;23 (1): 5-17.

Buchman CA, Roush PA, Teagle HF, Brown CJ, Zdanski CJ, Grose JH. Auditory neuropathy characteristics in children with cochlear nerve deficiency. Ear Hear. 2006;27 (4): 399-408.

Butinar D, Starr A, Zidar J, Koutsou P, Christodoulou K. Auditory nerve is affected in one of two different point mutations of the neurofilament light gene. Clin Neurophysiol. 2008;119 (2): 367-375.

Capretta NR, Moberly AC. Does quality of life depend on speech recognition performance for adult cochlear implant users? Laryngoscope. 2016;126 (3): 699-706.

Carlson ML. Cochlear Implantation in Adults. N Engl J Med. 2020;382 (16): 1531-1542.

Carlson ML, Driscoll CL, Gifford RH, McMenomey SO. Cochlear implantation: current and future device options. Otolaryngol Clin North Am. 2012;45 (1): 221-248.

Ceranic B, Luxon LM. Progressive auditory neuropathy in patients with Leber's hereditary optic neuropathy. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2004;75 (4): 626-630.

Chandan HS, Prabhu P. Audiological changes over time in adolescents and young adults with auditory neuropathy spectrum disorder. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2015;272 (7): 1801-1807.

Chen KH, Small SA. Elicitation of the Acoustic Change Complex to Long-Duration Speech Stimuli in Four-Month-Old Infants. Int J Otolaryngol. 2015;2015: 562030.

Ching TY, Day J, Dillon H, Gardner-Berry K, Hou S, Seeto M, et al. Impact of the presence of auditory neuropathy spectrum disorder (ANSD) on outcomes of children at three years of age. Int J Audiol. 2013;52 Suppl 2: S55-64.

Clark G. Cochlear implants. Speech processing in the auditory system: Springer; 2004. p. 422-462.

Clark GM. The multiple-channel cochlear implant: the interface between sound and the central nervous system for hearing, speech, and language in deaf people-a personal perspective. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2006;361 (1469): 791-810.

Crowley KE, Colrain IM. A review of the evidence for P2 being an independent component process: age, sleep and modality. Clin Neurophysiol. 2004;115 (4): 732-744.

Dahl HH, Ching TY, Hutchison W, Hou S, Seeto M, Sjahalam-King J. Etiology and audiological outcomes at 3 years for 364 children in Australia. PLoS One. 2013;8 (3): e59624.

Davies-Venn E, Souza P. The role of spectral resolution, working memory, and audibility in explaining variance in susceptibility to temporal envelope distortion. J Am Acad Audiol. 2014;25 (6): 592-604.

De Siati RD, Rosenzweig F, Gersdorff G, Gregoire A, Rombaux P, Deggouj N. Auditory Neuropathy Spectrum Disorders: From Diagnosis to Treatment: Literature Review and Case Reports. J Clin Med. 2020;9 (4).

Dean C, Felder G, Kim AH. Analysis of speech perception outcomes among patients receiving cochlear implants with auditory neuropathy spectrum disorder. Otol Neurotol. 2013;34 (9): 1610-1614.

Del Castillo FJ, Del Castillo I. Genetics of isolated auditory neuropathies. Front Biosci (Landmark Ed). 2012;17: 1251-1265.

Dimitrijevic A, Starr A, Bhatt S, Michalewski HJ, Zeng FG, Pratt H. Auditory cortical N100 in pre- and post-synaptic auditory neuropathy to frequency or intensity changes of continuous tones. Clin Neurophysiol. 2011;122 (3): 594-604.

DiNino M, Arenberg JG. Age-Related Performance on Vowel Identification and the Spectral-temporally Modulated Ripple Test in Children With Normal Hearing and With Cochlear Implants. Trends Hear. 2018;22: 2331216518770959.

Drennan WR, Anderson ES, Won JH, Rubinstein JT. Validation of a clinical assessment of spectral-ripple resolution for cochlear implant users. Ear Hear. 2014;35 (3): e92-98.

Duncan CC, Barry RJ, Connolly JF, Fischer C, Michie PT, Naatanen R, et al. Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. Clin Neurophysiol. 2009;120 (11): 1883-1908.

Eggermont JJ, Ponton CW. Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. Acta Otolaryngol. 2003;123 (2): 249-252.

El-Badry MM, McFadden SL. Evaluation of inner hair cell and nerve fiber loss as sufficient pathologies underlying auditory neuropathy. Hear Res. 2009;255 (1-2): 84-90.

Firszt JB, Holden LK, Skinner MW, Tobey EA, Peterson A, Gaggl W, et al. Recognition of speech presented at soft to loud levels by adult cochlear implant recipients of three cochlear implant systems. Ear Hear. 2004;25 (4): 375-387.

Fitzgerald PG, Picton TW. Event-related potentials recorded during the discrimination of improbable stimuli. Biol Psychol. 1983;17 (4): 241-276.

Forli F, Passetti S, Mancuso M, Seccia V, Siciliano G, Nesti C, et al. Mitochondrial syndromic sensorineural hearing loss. Biosci Rep. 2007;27 (1-3): 113-123.

Friesen LM, Tremblay KL. Acoustic change complexes recorded in adult cochlear implant listeners. Ear Hear. 2006;27 (6): 678-685.

Fryauf-Bertschy H, Tyler RS, Kelsay DM, Gantz BJ, Woodworth GG. Cochlear implant use by prelingually deafened children: the influences of age at implant and length of device use. J Speech Lang Hear Res. 1997;40 (1): 183-199.

Gibson WP, Sanli H. Auditory neuropathy: an update. Ear Hear. 2007;28 (2 Suppl): 102S-106S.

Gifford RH, Noble JH, Camarata SM, Sunderhaus LW, Dwyer RT, Dawant BM, et al. The Relationship Between Spectral Modulation Detection and Speech Recognition: Adult Versus Pediatric Cochlear Implant Recipients. Trends Hear. 2018;22: 2331216518771176.

Han JH, Dimitrijevic A. Acoustic Change Responses to Amplitude Modulation in Cochlear Implant Users: Relationships to Speech Perception. Front Neurosci. 2020;14: 124.

Harris KC, Mills JH, Dubno JR. Electrophysiologic correlates of intensity discrimination in cortical evoked potentials of younger and older adults. Hear Res. 2007;228 (1-2): 58-68.

Harrison RV, Gordon KA, Papsin BC, Negandhi J, James AL. Auditory neuropathy spectrum disorder (ANSD) and cochlear implantation. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2015;79 (12): 1980-1987.

He S, Grose JH, Buchman CA. Auditory discrimination: the relationship between psychophysical and electrophysiological measures. Int J Audiol. 2012;51 (10): 771-782.

He S, Grose JH, Teagle HF, Buchman CA. Objective measures of electrode discrimination with electrically evoked auditory change complex and speech-

perception abilities in children with auditory neuropathy spectrum disorder. Ear Hear. 2014;35 (3): e63-74.

Henry BA, Turner CW, Behrens A. Spectral peak resolution and speech recognition in quiet: normal hearing, hearing impaired, and cochlear implant listeners. J Acoust Soc Am. 2005;118 (2): 1111-1121.

Hillyard SA, Picton TW. On and off components in the auditory evoked potential. Percept Psychophys. 1978;24 (5): 391-398.

Hinchcliffe R, Osuntokun BO, Adeuja AO. Hearing levels in Nigerian ataxic neuropathy. Audiology. 1972;11 (3): 218-230.

Holden LK, Firszt JB, Reeder RM, Uchanski RM, Dwyer NY, Holden TA. Factors Affecting Outcomes in Cochlear Implant Recipients Implanted With a Perimodiolar Electrode Array Located in Scala Tympani. Otol Neurotol. 2016;37 (10): 1662-1668.

Holder JT, Kessler DM, Noble JH, Gifford RH, Labadie RF. Prevalence of Extracochlear Electrodes: Computerized Tomography Scans, Cochlear Implant Maps, and Operative Reports. Otol Neurotol. 2018;39 (5): e325-e331.

Hoppe U, Wohlberedt T, Danilkina G, Hessel H. Acoustic change complex in cochlear implant subjects in comparison with psychoacoustic measures. Cochlear Implants Int. 2010;11 Suppl 1: 426-430.

Irvine DR, Malmierca MS. Auditory spectral processing: An overview. International Review of Neurobiology. 2005;70: 1-6.

Jaaskelainen IP, Ahveninen J, Bonmassar G, Dale AM, Ilmoniemi RJ, Levanen S, et al. Human posterior auditory cortex gates novel sounds to consciousness. Proc Natl Acad Sci U S A. 2004;101 (17): 6809-6814.

Jeddi Z, Lotfi Y, Moossavi A, Bakhshi E, Hashemi SB. Correlation between Auditory Spectral Resolution and Speech Perception in Children with Cochlear Implants. Iran J Med Sci. 2019;44 (5): 382-389.

Kalaiah M, Jude A, Malayil V. Effect of inter-stimulus interval on the acoustic change complex elicited with tone-complex and speech stimuli. Indian Journal of Otology. 2017;23 (2): 83-88.

Kaukoranta E, Hari R, Lounasmaa OV. Responses of the human auditory cortex to vowel onset after fricative consonants. Exp Brain Res. 1987;69 (1): 19-23.

Kileny PR, Boerst A, Zwolan T. Cognitive evoked potentials to speech and tonal stimuli in children with implants. Otolaryngol Head Neck Surg. 1997;117 (3 Pt 1): 161-169.

Kim JR. Acoustic Change Complex: Clinical Implications. J Audiol Otol. 2015;19 (3): 120-124.

Kirk KI, Pisoni DB, Sommers MS, Young M, Evanson C. New directions for assessing speech perception in persons with sensory aids. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. 1995;166: 300-303.

Kisley MA, Olincy A, Robbins E, Polk SD, Adler LE, Waldo MC, et al. Sensory gating impairment associated with schizophrenia persists into REM sleep. Psychophysiology. 2003;40 (1): 29-38.

Kontorinis G, Lloyd SK, Henderson L, Jayewardene-Aston D, Milward K, Bruce IA, et al. Cochlear implantation in children with auditory neuropathy spectrum disorders. Cochlear Implants Int. 2014;15 Suppl 1: S51-54.

Kral A, Hartmann R, Mortazavi D, Klinke R. Spatial resolution of cochlear implants: the electrical field and excitation of auditory afferents. Hear Res. 1998;121 (1-2): 11-28.

Kral A, Sharma A. Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. Trends Neurosci. 2012;35 (2): 111-122.

Krueger B, Joseph G, Rost U, Strau-Schier A, Lenarz T, Buechner A. Performance Groups in Adult Cochlear Implant Users: Speech Perception Results From 1984 Until Today. Otology & Neurotology. 2008;29 (4): 509-512.

Lalayants MR, Brazhkina NB, Geptner EN, Kruglov AV, Barrlyak VV, Tavartkiladze GA. [Auditory evoked potentials in children with auditory neuropathy spectrum disorder]. Vestn Otorinolaringol. 2018;83 (4): 15-20.

Landsberger DM, Padilla M, Martinez AS, Eisenberg LS. Spectral-Temporal Modulated Ripple Discrimination by Children With Cochlear Implants. Ear Hear. 2018;39 (1): 60-68.

Landsberger DM, Stupak N, Aronoff JM. Spectral-temporally modulated ripple test Lite for computeRless Measurement (SLRM): A Nonlinguistic Test for Audiology Clinics. Ear Hear. 2019;40 (5): 1253-1255.

Lenarz T. Cochlear implant–state of the art. Laryngo-rhino-otologie. 2017;96 (S 01): S123-S151.

Litvak LM, Smith ZM, Delgutte B, Eddington DK. Desynchronization of electrically evoked auditory-nerve activity by high-frequency pulse trains of long duration. J Acoust Soc Am. 2003;114 (4 Pt 1): 2066-2078.

Lopez-Diaz-de-Leon E, Silva-Rojas A, Ysunza A, Amavisca R, Rivera R. Auditory neuropathy in Friedreich ataxia. A report of two cases. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2003;67 (6): 641-648.

Manchaiah VK, Zhao F, Danesh AA, Duprey R. The genetic basis of auditory neuropathy spectrum disorder (ANSD). Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2011;75 (2): 151-158.

Martin BA, Boothroyd A. Cortical, auditory, event-related potentials in response to periodic and aperiodic stimuli with the same spectral envelope. Ear Hear. 1999;20 (1): 33-44.

Martin BA, Boothroyd A. Cortical, auditory, evoked potentials in response to changes of spectrum and amplitude. J Acoust Soc Am. 2000;107 (4): 2155-2161.

Martin BA, Boothroyd A, Ali D, Leach-Berth T. Stimulus presentation strategies for eliciting the acoustic change complex: increasing efficiency. Ear Hear. 2010;31 (3): 356-366.

Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. Ear Hear. 2008;29 (3): 285-313.

Meleca JB, Stillitano G, Lee MY, Lyle W, Carol Liu YC, Anne S. Outcomes of audiometric testing in children with auditory neuropathy spectrum disorder. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2020;129: 109757.

Merchant SN, McKenna MJ, Nadol JB, Jr., Kristiansen AG, Tropitzsch A, Lindal S, et al. Temporal bone histopathologic and genetic studies in Mohr-Tranebjaerg syndrome (DFN-1). Otol Neurotol. 2001;22 (4): 506-511.

Messersmith JJ, Entwisle L, Warren S, Scott M. Clinical Practice Guidelines: Cochlear Implants. J Am Acad Audiol. 2019;30 (10): 827-844.

Meyer E, Michaelides M, Tee LJ, Robson AG, Rahman F, Pasha S, et al. Nonsense mutation in TMEM126A causing autosomal recessive optic atrophy and auditory neuropathy. Mol Vis. 2010;16: 650-664.

Moore JA, Teagle HF. An Introduction to Cochlear Implant Technology, Activation, and Programming. Lang Speech Hear Serv Sch. 2002;33 (3): 153-161.

Naatanen R, Gaillard AW, Mantysalo S. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. Acta Psychol (Amst). 1978;42 (4): 313-329.

Naatanen R, Picton T. The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of the component structure. Psychophysiology. 1987;24 (4): 375-425.

Nelson DA, Kreft HA, Anderson ES, Donaldson GS. Spatial tuning curves from apical, middle, and basal electrodes in cochlear implant users. J Acoust Soc Am. 2011;129 (6): 3916-3933.

Nikolopoulos TP, O'Donoghue GM, Archbold S. Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. Laryngoscope. 1999;109 (4): 595-599.

Norrix LW, Velenovsky DS. Auditory neuropathy spectrum disorder: a review. J Speech Lang Hear Res. 2014;57 (4): 1564-1576.

Osterhammel PA, Davis H, Wier CC, Hirsh SK. Adult auditory evoked vertex potentials in sleep. Audiology. 1973;12 (2): 116-128.

Ostroff JM, Martin BA, Boothroyd A. Cortical evoked response to acoustic change within a syllable. Ear Hear. 1998;19 (4): 290-297.

Patuzzi R, Robertson D. Tuning in the mammalian cochlea. Physiol Rev. 1988;68 (4): 1009-1082.

Pham CQ, Bremen P, Shen W, Yang SM, Middlebrooks JC, Zeng FG, et al. Central Auditory Processing of Temporal and Spectral-Variance Cues in Cochlear Implant Listeners. PLoS One. 2015;10 (7): e0132423.

Ponton C, Eggermont JJ, Khosla D, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: separating auditory evoked potentials by dipole source modeling. Clin Neurophysiol. 2002;113 (3): 407-420.

Ponton CW, Eggermont JJ. Of kittens and kids: altered cortical maturation following profound deafness and cochlear implant use. Audiol Neurootol. 2001;6 (6): 363-380.

Ponton CW, Moore JK, Eggermont JJ. Prolonged deafness limits auditory system developmental plasticity: evidence from an evoked potentials study in children with cochlear implants. Scand Audiol Suppl. 1999;51: 13-22.

Purdy SC, Kelly AS, Thorne PR. Auditory evoked potentials as measures of plasticity in humans. Audiol Neurootol. 2001;6 (4): 211-215.

Rance G. Auditory neuropathy/dys-synchrony and its perceptual consequences. Trends Amplif. 2005;9 (1): 1-43.

Rance G, Barker EJ. Speech perception in children with auditory neuropathy/dyssynchrony managed with either hearing AIDS or cochlear implants. Otol Neurotol. 2008;29 (2): 179-182.

Rance G, Beer DE, Cone-Wesson B, Shepherd RK, Dowell RC, King AM, et al. Clinical findings for a group of infants and young children with auditory neuropathy. Ear Hear. 1999;20 (3): 238-252.

Rance G, Cone-Wesson B, Wunderlich J, Dowell R. Speech perception and cortical event related potentials in children with auditory neuropathy. Ear Hear. 2002;23 (3): 239-253.

Reed CM, Delhorne LA. Reception of environmental sounds through cochlear implants. Ear Hear. 2005;26 (1): 48-61.

Saoji AA, Litvak L, Spahr AJ, Eddins DA. Spectral modulation detection and vowel and consonant identifications in cochlear implant listeners. J Acoust Soc Am. 2009;126 (3): 955-958.

Sarankumar T, Arumugam SV, Goyal S, Chauhan N, Kumari A, Kameswaran M. Outcomes of Cochlear Implantation in Auditory Neuropathy Spectrum Disorder and the Role of Cortical Auditory Evoked Potentials in Benefit Evaluation. Turk Arch Otorhinolaryngol. 2018;56 (1): 15-20.

Shafer VL, Yu YH, Wagner M. Maturation of cortical auditory evoked potentials (CAEPs) to speech recorded from frontocentral and temporal sites: three months to eight years of age. Int J Psychophysiol. 2015;95 (2): 77-93.

Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. Neuroreport. 2002;13 (10): 1365-1368.

Sharma A, Martin K, Roland P, Bauer P, Sweeney MH, Gilley P, et al. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. J Am Acad Audiol. 2005;16 (8): 564-573.

Shearer AE, Hansen MR. Auditory synaptopathy, auditory neuropathy, and cochlear implantation. Laryngoscope Investig Otolaryngol. 2019;4 (4): 429-440.

Soliman SM. Low-frequency sensorineural hearing loss: a syndrome. Audiology. 1987;26 (6): 332-338.

Starr A, Picton TW, Sininger Y, Hood LJ, Berlin CI. Auditory neuropathy. Brain. 1996;119 (Pt 3): 741-753.

Starr A, Sininger Y, Nguyen T, Michalewski HJ, Oba S, Abdala C. Cochlear receptor (microphonic and summating potentials, otoacoustic emissions) and auditory pathway (auditory brain stem potentials) activity in auditory neuropathy. Ear Hear. 2001;22 (2): 91-99.

Stickney GS, Zeng FG, Litovsky R, Assmann P. Cochlear implant speech recognition with speech maskers. J Acoust Soc Am. 2004;116 (2): 1081-1091.

Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. Science. 1965;150 (3700): 1187-1188.

Teagle HF, Roush PA, Woodard JS, Hatch DR, Zdanski CJ, Buss E, et al. Cochlear implantation in children with auditory neuropathy spectrum disorder. Ear Hear. 2010;31 (3): 325-335.

Trautwein PG, Sininger YS, Nelson R. Cochlear implantation of auditory neuropathy. J Am Acad Audiol. 2000;11 (6): 309-315.

Tremblay KL, Friesen L, Martin BA, Wright R. Test-retest reliability of cortical evoked potentials using naturally produced speech sounds. Ear Hear. 2003;24 (3): 225-232.

Tremblay KL, Piskosz M, Souza P. Aging alters the neural representation of speech cues. Neuroreport. 2002;13 (15): 1865-1870.

van den Honert C, Stypulkowski PH. Physiological properties of the electrically stimulated auditory nerve. II. Single fiber recordings. Hear Res. 1984;14 (3): 225-243.

van den Honert C, Stypulkowski PH. Temporal response patterns of single auditory nerve fibers elicited by periodic electrical stimuli. Hear Res. 1987;29 (2-3): 207-222.

Vonck BMD, Lammers MJW, van der Waals M, van Zanten GA, Versnel H. Cortical Auditory Evoked Potentials in Response to Frequency Changes with Varied Magnitude, Rate, and Direction. J Assoc Res Otolaryngol. 2019;20 (5): 489-498.

Walton J, Gibson WP, Sanli H, Prelog K. Predicting cochlear implant outcomes in children with auditory neuropathy. Otol Neurotol. 2008;29 (3): 302-309.

Wastell DG. On the independence of P300 and the CNV: a short critique of the principal components analysis of Donchin et al. (1975). Biol Psychol. 1979;9 (3): 171-188.

Won JH, Drennan WR, Rubinstein JT. Spectral-ripple resolution correlates with speech reception in noise in cochlear implant users. J Assoc Res Otolaryngol. 2007;8 (3): 384-392.

Worthington DW, Peters JF. Quantifiable hearing and no ABR: paradox or error? Ear Hear. 1980;1 (5): 281-285.

Wunderlich JL, Cone-Wesson BK. Maturation of CAEP in infants and children: a review. Hear Res. 2006;212 (1-2): 212-223.

Zeng FG, Kong YY, Michalewski HJ, Starr A. Perceptual consequences of disrupted auditory nerve activity. J Neurophysiol. 2005;93 (6): 3050-3063.

Zhang F, Underwood G, McGuire K, Liang C, Moore DR, Fu QJ. Frequency change detection and speech perception in cochlear implant users. Hear Res. 2019;379: 12-20.

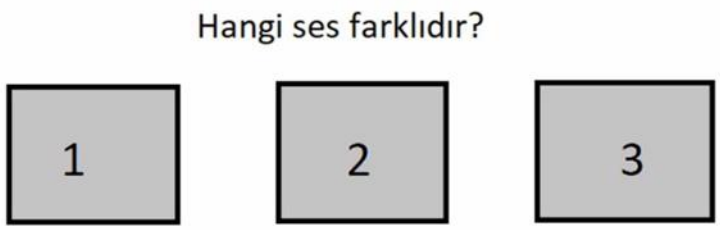
7. EKLER

7.1. Ek-1: Bilgilendirme ve Onam Formları

ÇOCUKLAR İÇİN SÖZEL BİLGİ ve ONAM FORMU
(Sağlıklı Kontrol Grubu 7-12 yaş)

Sevgili Kardeşim,

Benim adım Odyolog Nezafet Öztürk. Senin yaşlarında olup da işitme kaybına sahip koklear implant kullanan (Koklear implant:biyonik kulak olarak da bilinen hasarlı kulağın görevini yerine getiren elektronik bir tıbbi cihaz) çocuklarda bir araştırma yapıyoruz.
Amacımız, koklear implant kullanan çocukların konuşmayı ayırdetmeleriyle ilgili bilgi elde etmek. Bu araştırmayı sürdürebilmek için hasta çocukların yanı sıra onların yaşlarına yakın olan sağlıklı çocukları da araştırmaya katmamız gerekiyor.
Sana bu çalışma içerisinde sesleri ayırdetmenle ilgili iki ayrı test yapacağız. İlk testte bilgisayar ekranından duyduğun 3 sesten hangisinin diğer 2'sinden farklı olduğunu söylemen istenecektir. Bu test içinde 3 kere ard arda ses duyacaksın bu seslerden iki tanesi aynı olacak diğeri ise farklı olacak senden bu seslerden hangisinin farklı olduğunu bulmanı istiyoruz. Bu test de yaklaşık 4 dakika sürecektir.



Şekil 1: Bilgisayar üzerinden uygulanan SMRT yazılımının kullanıcı arayüzü.

İkinci testte ise bilgisayar ekranından 15 dakika boyunca çizgi film izlemen istenecektir. Sen çizgi filmini izlerken biz senden test için kayıt alacağız. Yanıtları elde etmek için alnını, bir kulağını ve başının üstündeki saçlı kısımdan küçük bir alanı jel yardımı ile sileceğiz. Daha sonra sildiğimiz kısımlara elektrot yapıştıracağız. Bu işlemler sırasında canını yakacak bir durum söz konusu olmayacaktır. Bu sırada tam karşından olmak üzere (1 metre uzaklıktan) hoparlörden konuşma sesi gelecek senden isteğim bu esnada önünde açık olan çizgi filmi izlemen, biz de bu esnada test için gerekli olan kaydı alacağız. Bu test yaklaşık 15 dakika sürecektir.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adını ve değerlendirme sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.
Eğer bu çalışmaya katılırsan hasta çocukların daha güvenilir ve başarılı bir şekilde tanı almasına ve tedavi edilmesine katkı sağlamış olacaksın.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılmaman için onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve baban ile konuşabilirsin. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin

durumda da klinik çalışanlarımız tüm işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.
Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve mail 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: **Tarih:**

Çalışmamıza katılmayı kabul ediyorsan aşağıdaki boş bırakılan yere EVET, kabul etmiyorsan HAYIR yazmanı istiyoruz.

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası: Tarih:

Araştırıcının adı, soyadı, ünvanı:
Adres :
Tel:
İmza: Tarih:

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

(Sağlıklı Kontrol Grubu 7-12 yaş)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün (çocuğun) Adı-Soyadı:

Tarih:

Çalışmamıza katılmayı kabul ediyorsan aşağıdaki boş bırakılan yere EVET, kabul etmiyorsan HAYIR yazmanı istiyoruz.

Velisinin Adı-Soyadı:

Telefon No:

Velisinin imzası:

Adres:

ARAŞTIRMACININ ADI: Nezafet Öztürk

GÖREVİ: Odyolog, Araştırmacı

ADRES: Marmara Üniversitesi Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı

TELEFON:

İMZA:

DANIŞMANIN ADI: Ayça ÇİPRUT

GÖREVİ: Profesör, Sorumlu Danışman

TEL:

AİLELER İÇİN GÖNÜLLÜ ONAM FORMU
(Sağlıklı Kontrol Grubu 7-12 yaş)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla çocuğumun **"Koklear İmplant Kullananıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi"** isimli klinik araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmasını kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-Soyadı: Telefon No:

Tarih: Adres:

İmza:

Araştırma ile ilgili sorularınız için araştırmacıların iletişim bilgileri aşağıdadır:

Danışman Öğretim Üyesi: Prof.Dr. Ayşe Ayça ÇİPRUT

Tel:

Araştırmacı: Odyolog Nezafet Öztürk

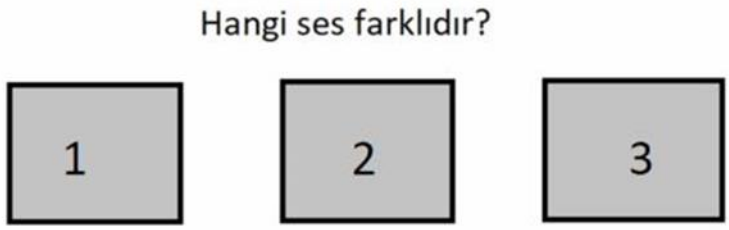
Tel:

ÇOCUKLAR İÇİN SÖZEL BİLGİ ve ONAM FORMU

(Hasta Grubu 7-12 yaş)

Sevgili Kardeşim,

Benim adım Odyolog Nezafet Öztürk. Senin yaşlarında olup tıpkı senin gibi koklear implant kullanan (Koklear implant:biyonik kulak olarak da bilinen hasarlı kulağın görevini yerine getiren elektronik bir tıbbi cihaz) çocuklarda bir araştırma yapıyoruz.
Amacımız, koklear implant kullanan çocukların konuşmayı ayırdetmeleriyle ilgili bilgi elde etmek. Bu araştırmayı sürdürebilmek için hasta çocukların yanı sıra onların yaşlarına yakın olan sağlıklı çocukları da araştırmaya katmamız gerekiyor.
Sana bu çalışma içerisinde sesleri ayırdetmenle ilgili iki ayrı test yapacağız. İlk testte bilgisayar ekranından duyduğun 3 sesten hangisinin diğer 2'sinden farklı olduğunu söylemen istenecektir. Bu test içinde 3 kere ard arda ses duyacaksın bu seslerden iki tanesi aynı olacak diğeri ise farklı olacak senden bu seslerden hangisinin farklı olduğunu bulmanı istiyoruz. Bu test de yaklaşık 4 dakika sürecektir.
.



Şekil 1: Bilgisayar üzerinden uygulanan SMRT yazılımının kullanıcı arayüzü.

İkinci testte ise bilgisayar ekranından 15 dakika boyunca çizgi film izlemen istenecektir. Sen çizgi filmini izlerken biz senden test için kayıt alacağız. Yanıtları elde etmek için alnını, bir kulağını ve başının üstündeki saçlı kısımdan küçük bir alanı jel yardımı ile sileceğiz. Daha sonra sildiğimiz kısımlara elektrot yapıştıracağız. Bu işlemler sırasında canını yakacak bir durum söz konusu olmayacaktır. Bu sırada tam karşından olmak üzere (1 metre uzaklıktan) hoparlörden konuşma sesi gelecek senden isteğim bu esnada önünde açık olan çizgi filmi izlemen, biz de bu esnada test için gerekli olan kaydı alacağız. Bu test yaklaşık 15 dakika sürecektir.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adını ve değerlendirme sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.
Eğer bu çalışmaya katılırsan hasta çocukların daha güvenilir ve başarılı bir şekilde tanı almasına ve tedavi edilmesine katkı sağlamış olacaksın.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılmaman için onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve baban ile konuşabilirsin. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin

durumda da klinik çalışanlarımız tüm işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.
Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve mail 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: **Tarih:**

Çalışmamıza katılmayı kabul ediyorsan aşağıdaki boş bırakılan yere EVET, kabul etmiyorsan HAYIR yazmanı istiyoruz.

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası: Tarih:

Araştırıcının adı, soyadı, ünvanı:
Adres :
Tel:
İmza: Tarih:

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

(Hasta Grubu 7-12 yaş)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-Soyadı: **Tarih:**

Çalışmamıza katılmayı kabul ediyorsan aşağıdaki boş bırakılan yere EVET, kabul etmiyorsan HAYIR yazmanı istiyoruz.

Velisinin Adı-Soyadı:

Telefon No:

Velisinin imzası:

Adres:

ARAŞTIRMACININ ADI: Nezafet Öztürk

GÖREVİ: Odyolog, Sorumlu Araştırmacı

ADRES: Marmara Üniversitesi Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı

TELEFON:

İMZA:

DANIŞMANIN ADI: Ayça ÇİPRUT

GÖREVİ: Profesör, Sorumlu Danışman

TEL:

AİLELER İÇİN GÖNÜLLÜ ONAM FORMU
(Hasta Grubu 7-12 yaş)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla çocuğumun **"Koklear İmplant Kullananıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi"** isimli klinik araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmasını kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-Soyadı: Telefon No:

Tarih: Adres:

İmza:

Araştırma ile ilgili sorularınız için araştırmacıların iletişim bilgileri aşağıdadır:

Danışman Öğretim Üyesi: Prof.Dr. Ayşe Ayça ÇİPRUT

Tel:

Araştırmacı: Odyolog Nezafet Öztürk

Tel:

GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU

(Sağlıklı Kontrol Grubu 12-18 yaş)

Normal işitme eşiklerine sahip olan çocukların, koklear implant kullanan çocukların değerlendirilmesini amaçlayan "Koklear İmplant Kullanıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi" isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın ve bu bilgileri ailenizle ve/veya doktorunuzla tartışın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Bu çalışmayla katılımcıların Akustik Değişim Kompleksi (ADK)y anıtları, Spectral-temporally Modulation Transfer Function (SMRT) yanıtları ve konuşmayı ayırt etme becerileri incelenecektir. **SMRT testinde size hoparlörden 2 tanesi aynı 1 tanesi farklı olan 3 ses sunulacaktır. Sizden farklı olanı işaretlemeniz istenecektir. ADK testinde ise yine size hoparlörden ses sunululacaktır. O esnada sizden sadece önünüzdeki laptopta açık olan alt yazılı filmi izlemenizi istiyoruz**. Toplamda sizinle beraber 60 katılımcı çalışmada yer alacaktır. Araştırmamızda kliniğimizde rutin olarak yapılan işitme testlerinden geçeceksiniz. Bu testin herhangi bir girişimsel yönü yoktur. Sadece sesleri dinleyecek ve yanıt vereceksiniz.

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirseniz bu yazılı olarak bilgilendirilmiş olduğunuz form imzalanmak için size verilecektir. Aynı şekilde çalışmayı yürüten araştırmacı, araştırma şartları gereği sizi çalışma dışı bırakabilir. Rutin testler ve araştırma testleri toplamda 60 dakika sürmektedir. Çalışma sağlık açısından herhangi bir risk taşımamaktadır.

Çalışmamıza katılarak koklear implant kullanıcılarında akustik değişim kompleksi ve spektral çözünürlük becerileri ve konuşmayı anlama becerileri arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yardımcı olarak ülkemizde ve dünyada işitme biliminin gelişmesine katkıda bulunacaksınız. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluğunuz bulunmamaktadır.

Araştırmacı kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır. Kimlik bilgileriniz çalışma boyunca araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir, ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Çalışma ile ilgili bir sorununuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI: Nezafet Öztürk

GÖREVİ: Odyolog, Yüksek Lisans Öğrencisi

TELEFON:

GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

(Sağlıklı Kontrol Grubu 12-18 yaş)

Sayın Dr. Ayça Çiprut tarafından Marmara Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniği'nde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim.

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

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi amacıyla araştırmacı tarafından araştırmadan çıkartılabileceğimi de biliyorum. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğimi biliyorum.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dr. Ayça Çiprut'u dan arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalamış bulunduğum bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

(Sağlıklı Kontrol Grubu 12-18 yaş)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı, İmzası, Adresi

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin adı-soyadı, imzası, adresi

Açıklamaları yapan araştırmacının adı-soyadı, imzası

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin adı-soyadı, imzası, görevi

AİLELER İÇİN GÖNÜLLÜ ONAM FORMU
(Sağlıklı Kontrol Grubu 12-18)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla çocuğumun **"Koklear İmplant Kullananıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi"** isimli klinik araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmasını kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-Soyadı: Telefon No:

Tarih: Adres:

İmza:

Araştırma ile ilgili sorularınız için araştırmacıların iletişim bilgileri aşağıdadır:

Danışman Öğretim Üyesi: Prof.Dr. Ayşe Ayça ÇİPRUT

Tel:

Araştırmacı: Odyolog Nezafet Öztürk

Tel:

GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU

(Hasta Grubu 12-18 yaş)

Normal işitme eşiklerine sahip olan çocukların ve koklear implant kullanan çocukların değerlendirilmesini amaçlayan "Koklear İmplant Kullanıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi" isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın ve bu bilgileri ailenizle ve/veya doktorunuzla tartışın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Bu çalışmayla katılımcıların Akustik Değişim Kompleksi yanıtları, Spectral-temporally Modulation Transfer Function (SMRT) yanıtları ve konuşmayı ayırt etme becerileri incelenecektir. **SMRT testinde size hoparlörden 2 tanesi aynı 1 tanesi farklı olan 3 ses sunulacaktır. Sizden farklı olanı işaretlemeniz istenecektir. ADK testinde ise yine size hoparlörden ses sunululacaktır. O esnada sizden sadece önünüzdeki laptopta açık olan alt yazılı filmi izlemenizi istiyoruz**. Toplamda sizinle birlikte 60 katılımcı çalışmada yer alacaktır. Araştırmamızda kliniğimizde rutin olarak yapılan işitme testlerinden geçeceksiniz. Bu testin herhangi bir girişimsel yönü yoktur. Sadece sesleri dinleyecek ve yanıt vereceksiniz.

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirseniz bu yazılı olarak bilgilendirilmiş olduğunuz form imzalanmak için size verilecektir. Aynı şekilde çalışmayı yürüten araştırmacı, araştırma şartları gereği sizi çalışma dışı bırakabilir. Rutin testler ve araştırma testleri toplamda 60 dakika sürmektedir. Çalışma sağlık açısından herhangi bir risk taşımamaktadır.

Çalışmamıza katılarak koklear implant kullanıcılarında akustik değişim kompleksi ve spektral çözünürlük becerileri ve konuşmayı anlama becerileri arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yardımcı olarak ülkemizde ve dünyada işitme biliminin gelişmesine katkıda bulunacaksınız. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluğunuz bulunmamaktadır.

Araştırmacı kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır. Kimlik bilgileriniz çalışma boyunca araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir, ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Çalışma ile ilgili bir sorununuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI: Nezafet Öztürk

GÖREVİ: Odyolog, Yüksek Lisans Öğrencisi

TELEFON:

GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

(Hasta Grubu 12-18 yaş)

Sayın Dr. Ayça Çiprut tarafından Marmara Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniği'nde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim.

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

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi amacıyla araştırmacı tarafından araştırmadan çıkartılabileceğimi de biliyorum. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğimi biliyorum.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dr. Ayça Çiprut'u ı'dan arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalamış bulunduğum bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

(Hasta Grubu 12-18 yaş)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı, İmzası, Adresi

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin adı-soyadı, imzası, adresi

Açıklamaları yapan araştırmacının adı-soyadı, imzası

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin adı-soyadı, imzası, görevi

AİLELER İÇİN GÖNÜLLÜ ONAM FORMU
(Hasta Grubu 12-18 yaş)

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla çocuğumun **"Koklear İmplant Kullananıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi"** isimli klinik araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmasını kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-Soyadı: Telefon No:

Tarih: Adres:

İmza:

Araştırma ile ilgili sorularınız için araştırmacıların iletişim bilgileri aşağıdadır:

Danışman Öğretim Üyesi: Prof.Dr. Ayşe Ayça ÇİPRUT

Tel:

Araştırmacı: Odyolog Nezafet Öztürk ( )

Tel:

7.2. Ek-2: Kongre Bildirisi



MARMARA
ODYOLOJİ GÜNLERİ

2021

SÖZLÜ BİLDİRİ OTURUMU
10.04.2021

OTURUM BAŞKANLARI
Dr. Öğr Üyesi Gül Ölçek, Uzm. Ody Seda Öztürk

S1. Mustafa Yüksel: Genç Yetişkinlerde Müzik ve Duyguların Değerlendirilmesi

S2. Nurten Şeyma Aygün, Şule Kaya, Banu Baş, Hüsniye Kaya, Rahime Sena Yılmaz, Özkan Baraz, Zehra Tok, Fatih Arda Çelik, Huriye Acun: Covid-19'da Farklı İllerdeki İşitme Kayıplı Çocuk Annelerinin Algılanan Stres Düzeyinin Belirlenmesi

S3. Nilüfer Bal, Erol Şentürk: Pediyatrik Posterior Semisirküler Kanal Dehisansı: Olgu Sunumu

S4. Gülfidan Eşme, Ayça Çiprut: Marmara Üniversitesi BAHA Sonuçlarımız

S5. Nezafet Öztürk, Ayça Çiprut: Koklear İmplant Kullanıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi

S6. Hüsna Yoktan, Ayça Çiprut: İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu: 2 Olgu

S7. Ahsen Kartal, Merve Meral, Ümit Can Çetinkaya, Şengül Terlemez : COVID-19 Pandemi Sürecinde Odyoloji Öğrencilerinin Mesleğe Karşı Tutumlarının İncelenmesi

S8. Fatma Toktaş, Ayça Çiprut: DiGeorge Sendromu: Olgu Sunumu

MARMARA
ODYOLOJİ GÜNLERİ

2021

S5 - Koklear İmplant Kullanıcılarında Akustik Değişim Kompleksinin İncelenmesi

Nezafet Öztürk [1], Ayşe Ayça Çiprut[2]

[1]Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları

[2]Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB A.B.D. Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı

Giriş ve Amaç: Akustik Değişim Kompleksi (ADK), kortikal uyanımış bir potansiyeldir; devam eden (süregelen sesin) bir ses içindeki akustik değişime yanıt olarak ortaya çıkan dalga formudur. Elde edilen ADK yanıtları, beyinde; bir ses içindeki değişiklikleri tespit edildiğini ve hastanın sesleri ayırt edebilmesi için nöral kapasitesiye sahip olduğunu gösterebilmektedir. Bu çalışmada normal işitmeye sahip katılımcılardan alınan ADK, konuşmayı alma eşiği(KAE), konuşmayı anlama testi (KAT) ve Spectrally Modulated RippleTest (SMRT) yanıtlarının, Kİ (koklear implant) kullanan prelingual sensörinöral işitme kaybı ve İNSB (işitsel nöropati spektrum bozukluğu) tanılı bireylerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 7-18 yaş arası normal işitmeye sahip 20 katılımcı, Kİ kullanıcısı olan 44 katılımcı; 23 Kİ kullanıcısı pre-op İNSB tanılı olmakla birlikte, 21 Kİ kullanıcısı hasta pre-op çok ileri derecede sensörinöral tipte işitme kaybı tanılı olan katılımcılar dahil edilmiştir. Tüm katılımcılara saf ses odyometri testi, konuşma testleri, ADK testi ve SMRT testi yapılmıştır. KI kullanıcılarına serbest alanda koklear implantlı işitme eşikleri ve konuşma testlerinin uygulanmıştır.

Bulgular: İNSB'li KI kullanıcılarında, normal işitmeye sahip bireylere göre; Kortikal Uyarılmış Geç Potansiyellerin latanslarında uzama, ADK komponentlerinin latasnlarında uzama, SMRT skorlarında düşüş KAE eşiklerinde ve KAT skorlarında düşüş gözlenmiştir.

Tartışma/Sonuç: Özellikler İNSB'li Kİ kullanıcılarının rehabilitasyonu planlanırken işitsel ayırt etme kapasitenin prelingual Kİ kullanıcılarına göre daha zayıf olduğu göz önünde bulundurularak rehabilitasyonları planlanabilir.

Anahtar Kelimeler: akustik değişim kompleksi, işitsel nöropati spektrum bozukluğu, koklear implant, spektral çözünürlük