T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOCUKLARDA ARDIŞIK KOKLEAR İMPLANT UYGULAMASININ İLK KOKLEAR İMPLANT UYGULANAN KULAKTAKİ EN RAHAT DUYMA SEVİYESİ, İMPEDANS VE ELEKTRİKSEL UYARIMLI BİRLEŞİK AKSİYON POTANSİYELİ ÖLÇÜM SONUÇLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlyas ÖZDEMİR

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2019

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇOCUKLARDA ARDIŞIK KOKLEAR İMPLANT UYGULAMASININ İLK KOKLEAR İMPLANT UYGULANAN KULAKTAKİ EN RAHAT DUYMA SEVİYESİ, İMPEDANS VE ELEKTRİKSEL UYARIMLI BİRLEŞİK AKSİYON POTANSİYELİ ÖLÇÜM SONUÇLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlyas ÖZDEMİR

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2019

T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Çocuklarda Ardışık Koklear İmplant uygulamasının İlk koklear İmplant uygulanan Kulaktaki En Rahat Duyma Seviyesi, İmpedans ve Elektriksel Uyarımlı Birleşik Aksiyon Potansiyeli Ölçüm Sonuçlarına Etkisinin Araştırılması

İlyas ÖZDEMİR

Yüksek Lisans Tezi

20.03.2019

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Kazım BOZDEMİR

Tez Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Kazım BOZDEMİR

Doç. Dr. Banu MÜJDECİ

Prof. Dr. Seyra ERBEK

Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Doç. Dr. Ender Şimşek

Enstitü Müdürü

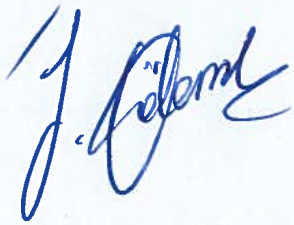
Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

20-03-2019

İlyas ÖZDEMİR



TEŞEKKÜR

Odyoloji yüksek lisans eğitimim süresince her konuda bilgi deneyimlerini ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Kazım BOZDEMİR'e, araştırmamda olumlu ve yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren Doç. Dr. Banu MÜJDECİ'ye,

Çalışmamda hastalarını almamda yardımcı olup destek veren Doç. Dr. Mehti ŞALVIZ' a ve değerli arkadaşım Uzm. Ody. Gülçin Çakmak DERELİ 'ye,

Odyoloji ile tanışmamda, destek ve yardımlarını hiçbir zaman eksik etmeyen Sayın Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ'e

Birlikte çalışmaktan mutlu olduğum, çalışmam boyunca sorularımı cevapsız bırakmayan ve zaman gözetmeksizin yardımlarını esirgemeyen Ody. Türkan Özlem BAYÜLGEN'e,

Çalışmamı bitirmem için manevi desteklerini esirgemeyen sevgili dostlarım, Uzm. Ody. Muammer GÜLTEKİN, Uzm. Ody. Özlem BİDAV, Uzm. Ody. Derya ŞAHİN ve Uzm. Ody. Leyla TATLI'ya

Dönem arkadaşım ve halen akademik desteğe ihtiyaç duyduğumda danıştığım Uzm. Ody. Ahmet Yasin SARIGÜL'e

Beni ben yapan sevgisini ve desteklerini eksik etmeyen, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim aileme, aldığım her kararda beni destekleyen, sevgisi ve enerjisi ile bana güç veren hayat yoldaşım Kıymetlim'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iii**
ABSTRACT ..... **iv**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **vii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BİLGİLER **3**
2.1. Koklear İmplant 3
2.1.1. Dış Parçalar 4
2.1.2. İç parçalar 6
2.2. Koklear İmplant Süreci 6
2.2.1. Koklear İmplant Adayının Değerlendirilmesi 7
2.2.1.1. Tıbbi Değerlendirme 8
2.2.1.2. Odyolojik Değerlendirme 8
2.2.1.3. Dil ve Konuşma Becerilerinin Değerlendirilmesi 8
2.2.1.4. Radyolojik Değerlendirme 9
2.2.1.5. Psikolojik Değerlendirme 9
2.2.1.6. Koklear İmplanttan Ebeveynlerin Beklentileri 10
2.2.2. Koklear İmplant SUT Kriterleri 11
2.2.3. Koklear İmplant Cerrahisi 11
2.2.4. Konuşma İşlemcisinin Programlanması (Fitting) 11
2.2.4.1. Telemetrik Ölçümler 13
3. MATERYAL VE YÖNTEM **17**
3.1. Bireyler 17
3.2. Yöntem 18
3.2.1. İmpedans Ölçümü 19
3.2.2. ECAP Ölçümü 19
3.2.3. En rahat duyma ses (M) seviyesi 19
3.3. İstatistiksel Analiz 20
4. BULGULAR **21**
5. TARTIŞMA **33**

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 40
7. KAYNAKLAR 42
8. EKLER 51
EK-1. Proje Onay Belgesi 51
EK-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu 52
EK-3. Bilimsel Araştırma Bilgi Toplama Formu 53
EK-4. Sağlık Uygulama Tebliği 54
EK-5. Özgeçmiş 56

ÖZET

Çocuklarda Ardışık Koklear İmplant Uygulamasının İlk Koklear İmplant Uygulanan Kulaktaki En Rahat Duyma Seviyesi, İmpedans Ve Elektriksel Uyarımlı Birleşik Aksiyon Potansiyeli Ölçüm Sonuçlarına Etkisinin Araştırılması

Bu çalışmanın amacı, ardışık bilateral koklear implantlı çocuklarda ikinci koklear implant uygulamasının ilk koklear implantın impedans, en rahat duyma seviyesi ve elektriksel uyarımlı birleşik aksiyon potansiyeli ölçüm sonuçlarına etkisini tespit etmektir.

Bu çalışma 12 kız (%40) ve 18 erkek (%60) olmak üzere toplam 30 çocuk ile yapılmıştır. Çocukların yaşları 15 ay ile 144 ay arasında değişmektedir. Çalışmaya en az 3 ay süre ile ilk koklear implant kullanım sonrası karşı kulağına koklear implant uygulanan çocuklar alınmıştır. Tüm çocukların ikinci koklear implantları açık ve kapalı iken impedans, ECAP ve M seviyeleri değerlendirilmiştir.

Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 den alınan impedans, ECAP ve M bulgularına göre ikinci koklear implant kapalı iken birinci koklear implantın impedans, ECAP ve M seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcut değildir ($p>0.05$). İkinci koklear implant aktive edildiğinde ise birinci implantın impedans ölçümlerinde sadece 1. ayda, ECAP ve M seviyelerinde ise 1. ay, 3. ay ve 6. ayda kapalı konumdaki ölçümleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).

Ardışık koklear implant uygulamasında ikinci koklear implant kapalı olduğunda Kİ2 ameliyatı öncesindeki değerleri ile karşılaştırıldığında birinci koklear implantın impedans, ECAP ve M seviyelerinde herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Fakat ikinci koklear implantın aktive edilmesi ile birinci koklear implantta impedans, ECAP ve M seviyelerinde değişiklikler olmaktadır. İkinci koklear implant aktive edildikten sonra hem birinci koklear implantın hem de ikinci koklear implatın impedans değerleri, ECAP, M seviyeleri ve dinamik ranjın kontrol edilmesi hastanın işitsel performansı açısından gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Ardışık koklear implant, İmpedans, ECAP, M seviyesi

ABSTRACT

Investigation of the Effect of Sequential Cochlear Implant Application on the Most Comfy Sensory Level, Impedance and Electrical Compound Action Potential Measurement Results in the first Cochlear Implant in Children

The aim of this study was to investigate the effect of second cochlear implant application on the first cochlear implant application in consecutive cochlear implant applications in terms of impedance, the most comfortable hearing level and electrical compound action potential.

This study was carried out with a total of 30 children (12 girls (40%) and 18 boys (60%). The ages of children change between 15 and 144 months. After the first cochlear implant, the children who received cochlear implants for at least 3 months were included in the study. Impedance, ECAP and M levels were evaluated while the second cochlear implants of all children were open and closed.

When the second cochlear implant was activated, impedance measurements of the first implant were statistically significant only at 1 month. When the second cochlear implant was activated, a statistically significant difference was found at the 1st month, 3rd month and 6th month of ECAP and M levels of the first implant ($p < 0.05$).

There is no change in impedance, ECAP and M levels of the first cochlear implant compared to the values before the CI2 operation when the second cochlear implant is closed in a sequential cochlear implant. However, with the activation of the second cochlear implant, changes in impedance, ECAP and M levels occur in the first cochlear implant. After the activation of the second cochlear implant, the control of both the first cochlear implant and the second cochlear implant impedance values, ECAP, M levels and the dynamic range are necessary for the patient's auditory performance.

Keywords: Sequential cochlear implant, Impedance, ECAP, M level

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABR : İşitsel Beyin Sapı Cevapları (Auditory Brainstem Response)
ACE : Advanced Combination Encoder
APR : Auara Palberal Reflex
ART : Auditory Nerve Response Telemetry
ASSR : Auditory Steady State Response
BT : Bilgisayarlı Tomografi
C : Rahat Duyma Seviyesi (Loud But Comfort)
CAP : Birleşik Aksiyon Potansyeli (Compound Action Potantial)
CIS : Continuous Interleaved Sampling
CPI-3 : Computer Programming Interface-3
CU : Charge Unit
ECAP : Elektriksel Uyarımlı Birleşik Aksiyon Potansiyeli (Electrically Evoked Compound Action Potantial)
KBB : Kulak Burun Boğaz
Kİ : Koklear İmplant
Kİ1 : İlk koklear İmplant Takılan Kulak
Kİ2 : İkinci Koklear İmplant Takılan Kulak
M : En Rahat Duyma Eişiği (Maximum Comfort Level)
MR : Manyetik Rezonans
NRI : Neural Response Imaging
NRT : Sinir Cevap Ölçümü (Neural Response Telemetry)
OAE : Otoakustik Emisyon
SPEAK : Spektral Peak
SUT : Sağlık Uygulama Tebliği
SW : SoundWave
T : En Az Duyma Eşiği (Threshold Level)
TEDİL : Türkçe Erken Dil Gelişim Testi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Koklear implantın iç ve dış parçası. 4
Şekil 2.2. Koklear implantın yerleşimi. 6
Şekil 2.3. Advanced bionics SW3.1 bilateral programlama ekranı. 13
Şekil 2.4. Advanced bionics SW3.1 impedans telemetri ekranı. 15
Şekil 2.5. Advanced bionics SW3.1 NRI telemetri ekranı. 16
Şekil 4.1. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay, 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı İken Kİ1'e ait tekrarlı impedans ölçümü ortalama±SS grafiği. 22
Şekil 4.2. Kİ2 açık ve kapalı 1. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçümü ortalama±SS. 24
Şekil 4.3. Kİ2 açık ve kapalı 3. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçümü ortalama±SS. 24
Şekil 4.4. Kİ2 açık ve kapalı 6. ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçümü ortalama±SS. 24
Şekil 4.5. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e ait tekrarlı tNRI ölçümü ortalama±SS grafiği. 26
Şekil 4.6. Kİ2 açık ve kapalı 1. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçümü ortalama±SS. 28
Şekil 4.7. Kİ2 açık ve kapalı 3. Ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçümü ortalama±SS. 28
Şekil 4.8. Kİ2 açık ve kapalı 6. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçümü ortalama±SS. 28
Şekil 4.9. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e Ait tekrarlı M seviyesi ölçümü ortalama±SS grafiği. 30
Şekil 4.10. Kİ2 açık ve kapalı 1. ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçümü ortalama±SS. 32
Şekil 4.11. Kİ2 açık ve kapalı 3. ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçümü ortalama±SS. 32
Şekil 4.12. Kİ2 açık ve kapalı 3. ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçümü ortalama±SS. 32

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Kullanıcıların demografik özellikleri. 17
Tablo 4.1. Kİ2 cerrahi öncesi ve sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e ait tekrarlı impedans ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması..... 21
Tablo 4.2. Kİ2 açık ve kapalı iken 1. ay, 3.a y ve 6. ayda Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması. 22
Tablo 4.3. Kİ2 cerrahi öncesi ve sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı İken Kİ1'e ait tekrarlı tNRI ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması. 25
Tablo 4.4. Kİ2 açık ve kapalı iken 1. Ay, 3.Ay ve 6. ayda Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması..... 26
Tablo 4.5. Kİ2 cerrahi öncesi ve sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e ait tekrarlı M seviyesi ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.... 29
Tablo 4.6. Kİ2 açık ve kapalı iken 1. ay, 3. ay ve 6. ayda Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması. 30

1. GİRİŞ

Çevreyle iletişimi sağlayan en önemli duyu organlarımızdan biri olan işitmenin yokluğu sadece dil ve eğitim alanlarında değil; ruhsal, ekonomik ve sosyal alanda da birçok sorunlara yol açar. İşitme cihazıyla rehabilite edilebilecek boyuttaki bir kaybın bile zaman zaman kişilerin toplumdan izolasyonuna ve iş gücü kaybına yol açabildiği bilinmekteyken, işitmenin tam kaybı veya hiç gelişmemiş olmasının çok büyük sorunların başlangıcı olduğu bilinmektedir. Koklear implant (Kİ), seçilmiş hasta gruplarında, ileri – çok ileri derecede bilateral işitme kaybı olan kişilerin işitme ve konuşma yetisini kazandıracak etkinliğe ulaşmasına önemli katkı sağlamıştır (1, 2).

Kİ ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan ve konvansiyonel işitme cihazından fayda göremeyen hastalarda işitmenin geri kazanılmasını sağlamak amacı ile tasarlanmış bir işitme protezidir. İşitme cihazından farklı olarak akustik uyaranı şiddetlendirmek yoluyla değil, dijital ses enerjisini, elektrik sinyallerine dönüştüren ve elektrik sinyallerini kokleaya aktaran ve seslerin bu şekilde algılanmasını sağlayan elektronik bir cihazdır (3).

Kİ sonrası hastaların implanttan optimum faydalanmaları için bir takım elektrofizyolojik ve psikoakustik ölçümlerden yararlanılmaktadır. Bu ölçümlerden en önemlisi, işitme siniri üzerinde bir birikmiş aksiyon potansiyeli (compound action potential - CAP) oluşturup oluşturmadığımızı anlamamıza yol açan işitme sinir cevaplarıdır. Elektrik uyarana cevap olarak elde edildiğinde Elektriksel Uyarımlı Birleşik Aksiyon Potansiyeli (Evoked Compound Action Potential-ECAP) şeklinde adlandırılır. Kİ' li hastalarda ECAP, Neural Response Telemetry (NRT) (sinir cevap ölçümü) test yöntemleri Kİ sistemini aktive ederek yazılım platformu aracılığı ile ölçülür. Kİ üretici firmalar, programlama için objektif olabilecek bir yöntem tanımlamıştır. İşitme sinir cevapları aynı zamanda hastanın implantının programlanmasında klinisyene yol göstermektedir (4).

Özellikle en az ve en rahat duyma seviyesi belirlenemeyen hastalarda bu değer Kİ programlamasında klinisyene fikir veren önemli bir bulgudur. Kİ kullanıcılarında dinamik alan yani en düşük duyma seviyesi ile en rahat duyma seviyesi arasındaki aralık hastanın koklear implanttan sağladığı yarar konusunda önemli bir bulgudur. Bu

nedenle elektrotlara özgü olarak en az duyma eşiği (T seviyesi) ve en rahat duyma seviyesi (M) belirlenmektedir. Uygun aralıkta olmayan dinamik aralık hastanın işitme kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (5).

Ayrıca her implant programlama sırasında elektrotların ve koklear sıvının oluşturduğu toplam direnç ölçülür. Buna da impedans ölçümü olarak adlandırılır (6). Elektrotlar arası impedans uyumsuzluğu koklear implantın çalışmasını olumsuz yönde etkileyebilir.

Elektromanyetik etkilenme sonrası işitme sinir cevaplarında ortaya çıkabilecek değişikler hasta takibini önemli ölçüde etkileyebilecek bir parametredir. Çalışmamızda elektromanyetik etkinin nöral cevaplar üzerine etkisi, elektromanyetik etkinin kullanıcıların psikoakustik cevapları üzerine etkisinin olup olmadığı ve elektromanyetik etkinin elektroakustik parametreler üzerine etkisinin olup olmadığı ortaya konacaktır. Bu amaçla çalışmamızın amacı ardışık bilateral Kİ uygulaması sonrasında ikinci uygulanan koklear implantın ilk uygulanan koklear implantın impedans, ECAP ve M seviyesi değerleri üzerine etkisini araştırmaktır. Elde edilen tüm veriler hastanın fitting takibi konusunda klinisyenlere önemli katkılar sağlayacaktır.

Ho: Ardışık bilateral Kİ uygulaması sonrasında ikinci uygulanan Kİ, ilk uygulanan koklear implantın impedans, ECAP ve M seviyelerinde değişikliğe neden olmaz.

H1: Ardışık bilateral Kİ uygulaması sonrasında ikinci uygulanan Kİ, ilk uygulanan koklear implantın impedans, ECAP ve M seviyelerinde değişikliğe neden olur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Koklear İmplant

Kİ, akustik ses enerjisini, elektrik sinyallerine dönüştürüp bunu doğrudan kokleaya ileterek, kullanıcının sesleri algılanmasını sağlayan elektronik bir cihazdır. Bu cihazlar bilateral, ileri-çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan ve geleneksel işitme cihazlarından çok az veya fayda sağlayamayan hastalara uygulanır (7, 8, 9).

Kİ cerrahisinin ve cihaz maliyetinin yüksek olması, ülkemizde özel durumlar haricinde Kİ ameliyatları tek taraflı uygulanmaktadır. Fakat normal işitmenin binaural sağlanması, iki kulağında Kİ kullanan hastalarda yapılan çalışma sonuçları tek taraflı Kİ hastalarda alınan verimden fazla olması bilaterak Kİ uygulamasını gündeme getirmiştir (10). Kasım 2016' da sağlık uygulama tebliğinde (SUT) yapılan değişiklik ile Kİ kriterlerine uyan 12-48 ay arası çocuklarda eş zamanlı veya ardışık olarak bilateral Kİ uygulanmaya başlanmıştır (11).

Binaural işitme her iki kulağın normal işitmeye sahip olması, bilateral işitme kayıplı; iki kulağında da işitme cihazı, bir kulağında işitme cihazı karşı kulağında Kİ cihazı veya iki taraflı Kİ cihazı ile işitsel bilginin iki kulağa gelen bilgiyi birleştirmesi ve santral işitsel sisteme iletmesi ile sağlanır (12).

Binaural işitsel sistem her iki kulaktan alınan sesleri; zaman, şiddet ve spektral özellikleri ile karşılaştırarak işlemler. İşlemlemenin sonucunda; binaural summation (binaural artım), binaural squelch (gürültünün baskılanması), başın gölge etkisi ve ses yönü tayin etme becerileleri ortaya çıkmaktadır (13, 14, 15, 16). Binaural artım etkisi ile sessiz ve gürültülü ortamlarda konuşma algısı artmaktadır. Her iki kulatan alınan ses sinyalleri gürültünün baskılanma etkisinden faydalanılarak daha yüksek sinyal gürültü oranı ile işlenenir ve hedef konuşma ön plana çıkmaktadır (14).

Konuşma esnasında uzaysal ve mekânsal işitme becerileri arka plan gürültüsünü maskeler. Mekânsal işitme küçük ipuçlarının ve daha çok binaural ipuçlarının varlığına bağlıdır. İki kulağa gelen işitsel girdilerin entegrasyonu ile lateralizasyon (yön) ve lokalizasyon (yer) yapılmaktadır. Hem seslerin duyulma zamanı hem de şiddet olarak kulaklar arasındaki farklılıkları yakalamak için binaural işitmenin olması gerekmektedir (17).

Gürültüde konuşmaların daha iyi ayırt edilmesi, ses kalitesi binaural işitmenin avantajlarıdır. Bilateral işitme kayıplarında bilateral Kİ uygulanması önerilmektedir (18).

2.2. Koklear İmplantın Genel Özellikleri

Kİ dış ve iç parçalar olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Koklear implantın iç ve dış parçası.

2.1.1. Dış Parçalar

Alıcı mikrofon, konuşma sinyal işlemcisi ve dış anten olmak üzere 3 parçadan oluşmaktadır.

Alıcı mikrofon: Alıcı mikrofon akustik bilgiyi elektriksel sinyallere dönüştürür ve konuşma işlemcisine (speech processor) aktarır.

Konuşma sinyal işlemcisi (Speech processor): Konuşma sinyal işlemcisi sinyali kodlar, amplifiye eder ve iç kulağın uyarılması için uygun hale getirir. Elektriksel uyarı daha sonra aktarıcı bobine iletilir (19).

İşlemcileri programlamak için konuşma stratejileri kullanılır. Stratejiler ses dalgalarını elektriksel pulslara dönüştüren kodlardır. Stratejiler genel olarak işitme sisteminin 3 temel özelliğinden yararlanırlar. Bunlar; spektral kodlama, temporal kodlama ve şiddet kodlamadır.

1. **Spektral kodlama:** İşitme sistemi kokleadan itibaren işitsel kortekse kadar tonotopik organizasyon özelliğine sahiptir. Çok kanallı implantlarda kanal sayısının fazlalaştırılması ile kokleadaki tonotopik organizasyon bilgisi oluşturulmaktadır.

2. **Temporal kodlama (Zamansal özelliklerin kodlanması):** Gelen uyarının zamansal ipuçları uyarım hızı ve elektrotların uyarın sırası ile belirlenir.

3. **Şiddet kodlama:** Uyaranın akım genişliği ve akım yüksekliğinin toplamı konuşmanın şiddeti hakkında bilgi verir.

Konuşma sinyal işlemcilerinin stratejileri Spectral Peak (SPEAK), Continuous Interleaved Sampling (CIS) ve Advanced Combination Encoder (ACE) olmak üzere 3 tanedir.

a) **Spectral Peak (SPEAK):** Alınan akustik bilgi 250 Hz- 10 kHz arasında 20 frekans bandına ayrılır. Spekral analize bağlı olarak en yüksek enerjiye sahip 6-8 elektrot (maxima) elektriksel uyarım için kullanılır. Uyarım hızı sabittir (250 Hz).

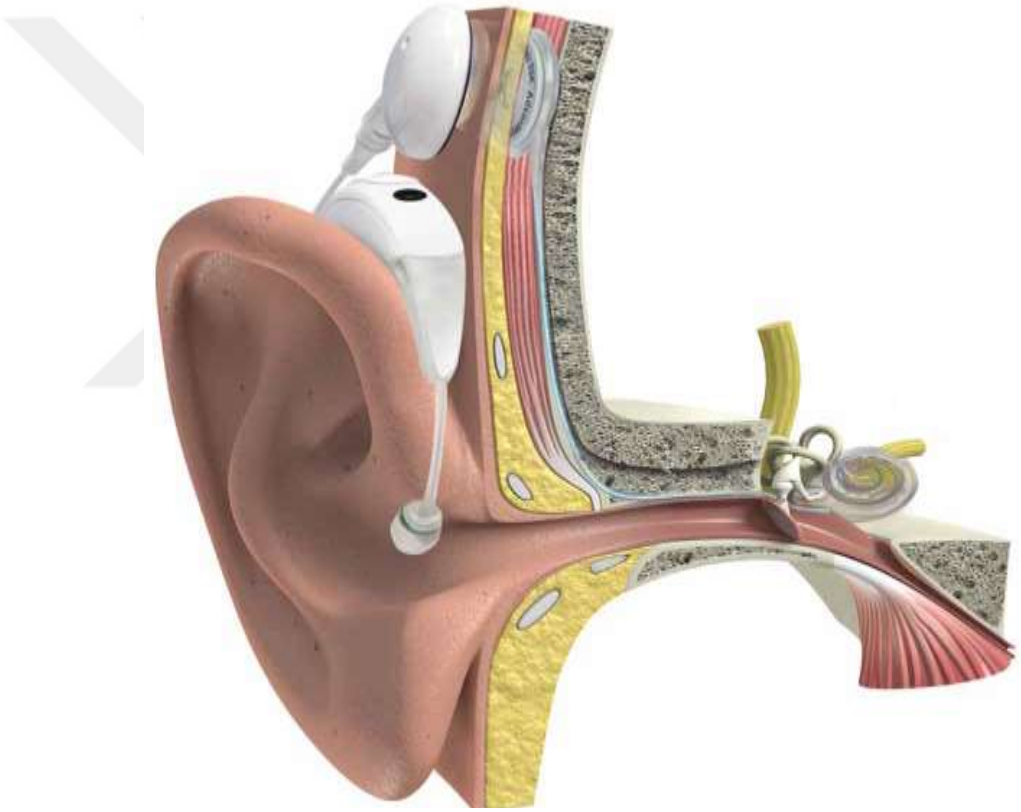
b) **Continuous Interleaved Sampling (CIS):** Gelen akustik bilginin bütün temporal özellikleri kullanılır. CIS stratejisinde yüksek uyarım hızı önemli bir değişkendir. Eş zamanlı olmayan uyarım, sabit olarak önceden belirlenen 6 ve daha fazla elektrot üzerinden gerçekleştirilir.

c) **Advanced Combination Encoder (ACE):** Spektral ve temporal ipuçları birlikte işlenmektedir. Akustik bilgi 22 filtre bandına ayrılır ve en yüksek enerjiye sahip 8- 12 bölgesi seçilir. SPEAK ve CIS kombinasyonu gibi çalışır (19, 20).

Dış anten: Elektriksel uyarıyı iç antene aktaran bölümdür. Konuşma işlemcisi tarafından oluşturulan sinyaller radyo frekans dalgaları ile içeriye aktarılmaktadır. Dış anten ve alıcı-uyarıcı (receiver) arasında bulunan mıknatıs bağlantısı ile bilgi aktarımı sağlanır. Bu şekilde koklear implantın dış parçası da sabit bir şekilde durur.

2.1.2. İç parçalar

İç anten, alıcı-uyarıcı (receiver) ve elektrot demeti olmak üzere 3 parçası vardır. İç anten, dış antenden gelen sinyalleri alıcı-uyarıcıya (reciever) iletir. Receiver sinyalleri alır, kodlarını çözer ve iç kulağa yerleştirilen elektrotlara aktarır. Elektrot demeti ise iç kulak içerisine değişik şekillerde yerleştirilebilmektedir. Kokleanın yuvarlak pencereye yakın bölümüne (ekstrakoklear) veya skala timpaniye (intrakoklear) yerleştirilebilir. En çok skala timpaniye yerleşim tercih edilmektedir. Bu sayede elektrotlar koklea boyunca yerleşen işitsel nöron uçlarına en yakın hale gelmiş olur (19, 20, 21).



Şekil 2.2. Koklear implantın yerleşimi.

2.2. Koklear İmplant Süreci

Koklear implantta ebeveynlerin beklentilerinin önemli olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ebeveylerin beklentilerinin yanında Kİ uygulamasının bir süreç olduğu da unutulmamalıdır. Tek taraflı olarak uygulanan koklear implanta karar verme ile başlayan sürecin implantın aktive edildiği hatta eğitime devam edildiği

zamana kadar geçen sürede ailelere ve uzmanlara çok önemli görevler düşmektedir. Son zamanlarda hem eş zamanlı hem de ardışık olarak uygulanabilen bilateral Kİ uygulamalarında ailelere ve uzmanlara daha fazla görev düşmektedir.

Yapılan araştırmalar ailelerin Kİ sürecinin içinde ortaya çıkan farklı gereksinimleri Kİ ekibi içerisinde yer alan uzmanlar tarafından ayrıntılı bir şekilde karşılandığında ebeveynlerin stres düzeyinin azaldığını, aldıkları karara ilişkin güvenlerinin ve sürece katılımları arttığını göstermektedir (22, 23, 24).

2.2.1. Koklear İmplant Adayının Değerlendirilmesi

Aday değerlendirmesi koklear implantın en önemli basamaklarından birisidir. Özellikle odyolojik değerlendirmede çapraz kontrol testlerinin (cross-check prensibi) yapılması gerekmektedir. Özellikle işitsel nöropati gibi zor vakalarda elde edilen bulguların gözden geçirilmesi ve doğru karar verilmesi için yapılan testlerin sonuçlarının birbirlerini desteklemesi son derece önemlidir. Doğru tanılama ile yapılacak işlemler ile de daha fazla başarı sağlanabilecektir. Bu bağlamda ailenin beklentileri de bu yönde olacaktır (25, 26, 27).

Kİ adayının değerlendirme ekibinde pek çok uzman bulunmaktadır. Bunlar; KBB hekimi, Radyolog, Dil ve konuşma bozuklukları uzmanı, Odyolog, Nörolog, Psikolog, Psikiyatrist, İşitme Engelliler Öğretmeni ve Sosyal Hizmet Uzmanıdır (28). Günümüzde Kİ sürecinin aday değerlendirmesinde; adayın genel sağlık durumu, iç kulağın anatomik yapısı, iç kulağın elektrot yerleştirmek için uygunluğu, işitme cihazı ile fonksiyonel kazancı, ailenin koklear implantın aktive edilmesinden sonra eğitimlerini devam ettirmek için uygunluğu ve koklear implantın işitme cihazına göre kazanç durumu sorgulanmaktadır (29, 30).

Bu soruların cevapları Kİ ekibi tarafından değerlendirilmeli ve ebeveynler Kİ sonrası çocuğun takip edilmesi açısından önemli bir görev üstlenmelidir. Randevuların takip edilmesi önemli bir durumdur ve ebeveynlere ekonomik olarak yük getirmektedir. Bu yük bilateral Kİ uygulamalarında daha da artacaktır. Aday değerlendirme aşaması ve değerlendirme ölçütleri hakkında doğru bir bilgilendirme, ebeveynin kaygısını azaltarak süreç üzerinde kontrol sağlamasına yardımcı olacaktır.

Kİ adayı değerlendirilirken aşağıdaki aşamaların uygulanması gerekmektedir (24, 27, 28). Bunlar;

- Tıbbi değerlendirme
- Odyolojik değerlendirme
- Dil ve konuşma becerilerinin değerlendirilmesi
- Radyolojik değerlendirme
- Psikolojik değerlendirme
- Koklear implanttan ebeveynlerin beklentileridir.

2.2.1.1. Tıbbi Değerlendirme

Bu değerlendirme işitme kaybının başlama zamanı, sebepleri, ek hastalık olup olmadığı ve adayın genel sağlığı hakkında ayrıntılı hikâye alınmasıyla başlamaktadır. Otolojik açıdan aday, genel sağlığı olumsuz etkileyen dış kulak ve orta kulak enfeksiyonları açısından değerlendirilmektedir (27, 28, 31).

2.2.1.2. Odyolojik Değerlendirme

Odyolojik değerlendirme koklear implanta karar vermede en önemli basamaklardan birini oluşturmaktadır. Odyolojik incelemede Otoakustik Emisyon (OAE), İşitsel Beyin Sapı Cevapları (Auditory Brainstem Response; ABR), Auditory Steady State Response (ASSR), immitansmetrik inceleme, akustik refleks testleri gibi elektrofizyolojik ve objektif testlerin yanı sıra serbest alan testleri de yapılmalıdır. Serbest sahada işitme cihazlı ve işitme cihazsız eşikler elde edilerek adayların işitme kaybı derecesi ve işitme cihazından sağladıkları fayda değerlendirilmektedir (26). Odyolojik değerlendirme sürecinde işitsel algı ve konuşma testleri de yapılarak koklear implantın yararı ortaya koyulmalıdır (27).

2.2.1.3. Dil ve Konuşma Becerilerinin Değerlendirilmesi

Dil becerilerinin değerlendirilmesi Odyolog, Dil ve Konuşma Bozuklukları Uzmanı tarafından yapılmaktadır. Değerlendirmede alıcı ve ifade edici dilin ayrı ayrı değerlendirmesi yapılmaktadır (30). Bunun için Türkçe Erken Dil Gelişim Testi (TEDİL) gibi standardize testler kullanılmaktadır. Dil değerlendirmesi odyolojik

değerlendirmenin bir parçasıdır. Dil değerlendirmesinde Kİ adayı yaşı, dil testi sonuçları ve iletişim becerilerinin birbiriyle olan ilişkisi açısından bireysel olarak değerlendirilmektedir (27, 32). SUT'a göre Kİ adayının kronolojik yaşı ile dil yaşı arasında 4 yıldan fazla fark olmaması gerekmektedir. Örneğin 6 yaşındaki bir adayın dil yaşının en az 2 olması gerekmektedir. Konuşma gelişiminin 4 yaşında tamamlandığı varsayıldığında dil yaşı 4 olan bütün adayların kronolojik yaşına bakılmaksızın Kİ uygulanabilmektedir.

2.2.1.4. Radyolojik Değerlendirme

Radyolojik incelemenin deneyimli bir radyolog ve KBB hekimi tarafından yapılması gerekmektedir. Kİ uygulamalarından önce Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans (MR) istenmektedir. BT ile iç kulak ve temporal kemik, MR ile de sekizinci kranial sinir (işitme siniri) hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Bu nedenle bu tekniğin Kİ uygulamasından önce yapılması gerekmektedir. Radyolojik inceleme bilateral Kİ uygulamaları için de son derece önemlidir (27, 31).

2.2.1.5. Psikolojik Değerlendirme

Çocuğun gelişimiyle ilgili bir sorun düşünüldüğünde, adaylar ileri değerlendirme için psikiyatriste veya nöroloğa yönlendirilmektedir. Kİ adayının psikolojik, bilişsel ve genel gelişimi, uzman psikologlar tarafından değerlendirilmektedir. Ek problemi olan adayların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Tek ya da çoklu engele sahip adayların Kİ sonrasında alacağı eğitim açısından da değerlendirilmesi son derece önemlidir. Odyolog, özel eğitim uzmanı ve dil konuşma terapisti ile eğitimlerine devam edecek durumda olmayan adayların Kİ açısından uygun olmadığı vurgulanmalıdır. Psikolog ayrıca ailenin beklentilerini, sürece hazır oluş düzeyini de saptamaya çalışır. Merkezde uzman psikolog olmadığında psikolojik değerlendirme psikiyatrist tarafından yürütülmektedir (30).

Kİ adayının değerlendirilmesinin yanında, ebeveynlerin de koklear implanttan beklenti açısından değerlendirilmesi gerekmektedir (31).

2.2.1.6. Koklear İmplanttan Ebeveynlerin Beklentileri

Kİ sürecinin seyrini belirleyen en önemli faktörlerden biri de ebeveynlerin beklentileridir (33). Kİ sürecinin sağlıklı bir şekilde devam etmesi için ebeveynlerin katılımı gerekmekte ve bu katılımda da ebeveyn beklentileri oldukça belirleyici olmaktadır. Kİ adayı değerlendirilirken ebeveylerin gerçekçi beklentilerin sürecin daha verimli bir şekilde işlemesini sağlamaktadır (24, 30, 34).

Koklear implantta beklenti ve bilgilendirme önemli bir yer tutmaktadır. Başlangıçta ebeveyn beklentilerinin belirsiz olduğu yani ebeveylerin Kİ uygulamasında beklenileri hakkında çok fazla bilgi sahibi olmadığı bildirilmiştir. Bundan dolayı uzmanların, bilgilendirme ve danışmanlık vasıtasıyla ebeveynlerin beklentilerini yapılandırmasına yönelik rehberlik etmesi gerekli bir durumdur (35, 36). Bilgilendirmenin yapılması Kİ sürecini de olumlu etkilemektedir (24, 37).

Ebeveynlerin beklentilerinin karşılanması için uzmanlar tarafından rehberlik edilmesi gerekmektedir. Bu süreç uzmanlar tarafından yapılmadığında, ebeveynlerin sürece katılımları olumsuz etkilenmektedir. Duygusal olarak etkilenen ebeveynler ciddi hayal kırıklığı yaşamakta çocuklarının gelişimi hakkında umutsuzluğa düşmektedirler (35).

Kİ uygulamalarında ebeveynler çocuğun gelişiminde kilit rol oynamaktadır. Ebeveynin eğitim kısmında rol alması onların hem duygusal olarak tatmin olmasını hem de beklentilerinin gerçekleşmesi için önemli adımların atılmasını sağlamış olacaktır (36, 38).

Kİ kullanımından önce işitme kayıplı çocukların işitme cihazı deneyimi olmaktadır. İleri ve çok ileri derecede işitme kayıplı çocuklarda işitme cihazından sağlanan fayda sınırlı olmaktadır. Yapılan bir çalışmada ebeveynlerin koklear implantı işitme cihazlarından oldukça ayrışan bir biçimde, çocuklarına normal bir hayat sürdürebileceği yüksek teknolojili bir cihaz olarak anladıklarını ortaya koymuştur (23).

Ebeveynler koklear implatın aktive edilmesinden sonra çocuğun konuşmaya başlayacağını düşünmektedirler. Ailelere koklear implantın cerrahi olarak iç kulağa uygulanan bir elektrot dizini olduğu ve koklear implantın aktive edilmesinden sonra

yoğun bir eğitim sonunda çocuğun gelişim aşmalarında ilerleme olacağı bildirilmelidir. Kİ ameliyatı sonrası aileler işitme kaybı ile ilgili sorunun hemen çözüleceğini düşünmektedirler (23, 35, 39). Bunun uygun bir şekilde aileye anlatılması gerekmektedir.

2.2.2. Koklear İmplant SUT Kriterleri

Ülkemizde sağlık bakanlığı işitsel implantlar komisyonu ile Kİ cerrahisi uygun adaylarda ve bilateral ileri ve çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan işitme cihazından fayda sağlayamayan, SUT kriterlerine uyan kişilerde bedel kurum tarafından karşılanmaktadır (EK4), (40).

2.2.3. Koklear İmplant Cerrahisi

Genel anestezi altında tek ya da eş zamanlı olarak iki kulağa uygulanabilen Kİ cerrahisinde farklı cilt insizyonları tarif edilmiş olsa da en sık kulak arkası mini-insizyonlar kullanılmaktadır. Cerrahide standard mastoidektomi ve posterior timpanotomi ile yuvarlak pencere veya nişi tanınmaktadır. Koklear implantın alıcı-uyarıcı parçası temporooksipital bölgede kafatası kemiği üzerine açılan bir yuvaya ve periosta yerleştirilmektedir. Bu yerleşimde fiksasyonlu ve fiksasyonsuz teknikler kullanılabilmektedir ve koklear implantın modeline göre toprak (ball) elektrot temporal adele içine veya altına yerleştirilmektedir. Uyarıcı elektrodun kokleada skala timpani içerisine yerleştirilmesi ve perilenf sıvısı ile temas etmesi gerekir. Bunu sağlayabilmek için promontoryumun kokleostomisi ya da yuvarlak pencere yaklaşımı tercih edilmektedir. Yuvarlak pencerenin anterior-inferiorundan uygulanan kokleostomide pencerinin kemik nişi turlanır ve membran iğne ile delinerek elektrot skala timpani içerisine yerleştirilir (41).

2.2.4. Konuşma İşlemcisinin Programlanması (Fitting)

Koklear implantın aktive edilemesi implant yatağında yeterli iyileşme sağlanmasından sonra yaklaşık olarak 4-6. haftada yapılmaktadır (42).

İlk programlama da kliniklere göre değişiklik göstermektedir ve cerrahi sonrası üçüncü günden itibaren programlama yapılabilir. Yetişkinlerde hastanın kendisine, bebek ve çocuklarda aileye ilk programlamada yapılacaklar hakkında bilgi verilir. Dış işlemciye ait parçalar bir bütün halinde hazırlandıktan sonra iç parça üzerine yerleştirilen konuşma işlemcisinin programlanmasına başlanır (43).

Telemetrik ölçümler ile fonksiyon gören ve açık elektrodlar tespit edilir. Yapılan ölçümler ile elektrotlar arasında kısa devrenin olup olmadığı ve elektrotların dirençleri belirlenir. Elektrodlar hakkında sağlanan bilginin ardından bilgisayara bağlanan konuşma ses işlemcisine farklı elektrotlardan kokleaya uyarımlar gönderilir. Gönderilen bu uyarımlar farklı frekanslarda ve şiddette sesler oluşturur ve ez duyulan ses ile en rahat duyulan ses arasında dinamik ranj oluşturulur. Yapılan ayarlama sonunda farklı uyarımlar ile oluşturulan seslerin şiddetleri arasındaki korelasyon konuşma ses işlemcisine yüklenir. Yüklenen bu bilgiler, işlemci ve Kİ tarafından günlük seslerin rahat ve yararlı bir şekilde duyulmasını sağlayacaktır. Dinamik olarak ayarlanan her elektrotun diğer elektrotlar ile olan frekans ve şiddet ilişkileri belirlenmektedir (44).

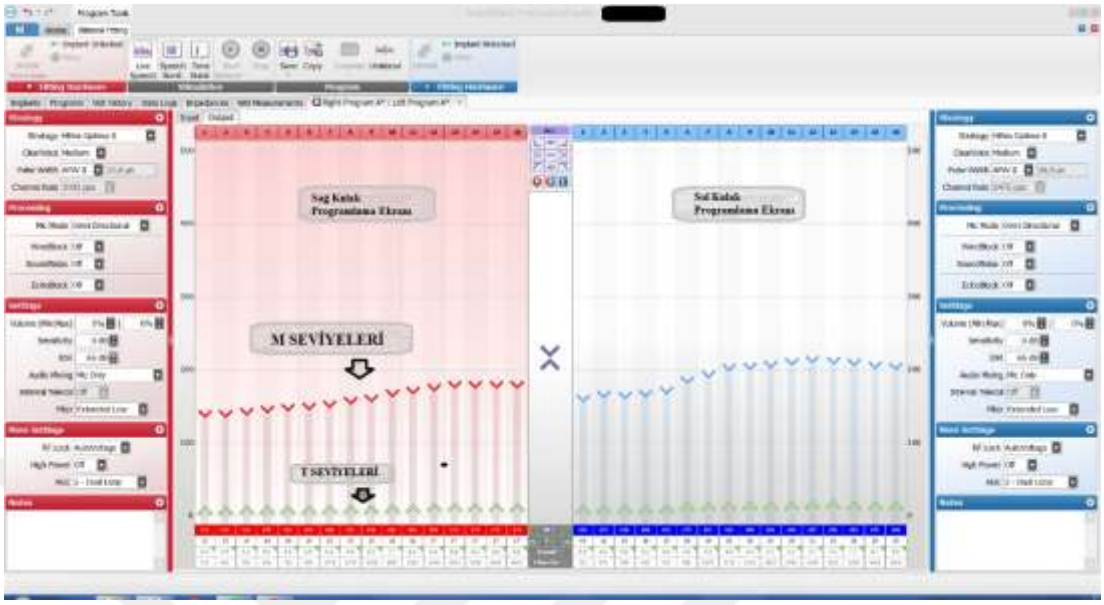
Programlama, tüm elektrodlar için en uygun dinamik işitme aralığının saptanmasını içermektedir. Dinamik aralık T seviyesi (Threshold Level) ve MCL seviyeleri (Maximum Comfortable Level) arasında yer alır. T seviyesi eşik düzeyini ifade eder ve işitme duyarlılığını oluşturan en düşük akım miktarıdır. En rahat dinlenebilen maksimum düzey de MCL'dir.

Programın aşamaları; T ve MCL seviyelerini belirlenmesi, Sweep sayısının belirlenmesi, balans ve canlı sese tepkinin değerlendirilmesini içerir.

Sweep bir tarama testidir ve özellikle C (loud but comfortable level) seviyesi için yapılmalıdır. Bunun için farklı yüzdeler kullanılmalıdır. Elektrod uyarımları apikalden bazala veya bazaldan apikale doğru ardışık yapılır. Kİ kullanıcısının her bir elektrotta uyarı şiddetini karşılaştırması istenir ve rahatsız olduğu uyarıya sahip olan elektrot belirlenerek diğer elektrodlarla eşitlenir.

Balans testi ise 2 elektrotun MCL düzeyindeki uyarı şiddetlerinin karşılaştırmasıdır ve referans elektrot ile test elektrotu arasında yapılır. Bu adımlar

sonucunda yapılan program üzerinde kullanıcının istemlerine göre düzenlemeler yapılmaktadır (44).



Şekil 2.3. Advanced bionics SW3.1 bilateral programlama ekranı.

2.2.4.1. Telemetrik Ölçümler

Telemetrik ölçümler; impedans ölçümü ve elektriksel uyarılmış birleşik aksiyon potansiyellerini (Electrically Compound Action Potantials-ECAP) içerir.

İmpedans Ölçümü

İmpedans ölçümü ile intrakoklear alanda ortaya çıkan değişimler hakkında daha ayrıntılı bilgi edinilmektedir. Belli bir ortam içinden geçen elektrik akımının akışa gösterdiği direnç impedanstır. Kİ fonksiyonunu değerlendirmek ve implanta gidecek akımı belirleyebilmek için ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası her implant programlanmasından önce impedans ölçümü yapılır. Akım, gerilim, uyaran genişliği, elektrot yüzeyinin belirli özellikleri ve ortamın niteliği bir dokudan elektrik akımının geçişini etkilemektedir. Bir elektrotun impedansı elektrotun elektriksel durumunu ve bitişik doku ortamını göstermektedir (45).

İntrakoklear elektrot empedansının 1 kΩ'dan büyük ve 20 kΩ'dan küçük olması gerekmektedir. Aşırı düşük impedanslı bir elektrot kısa devre (short circuit),

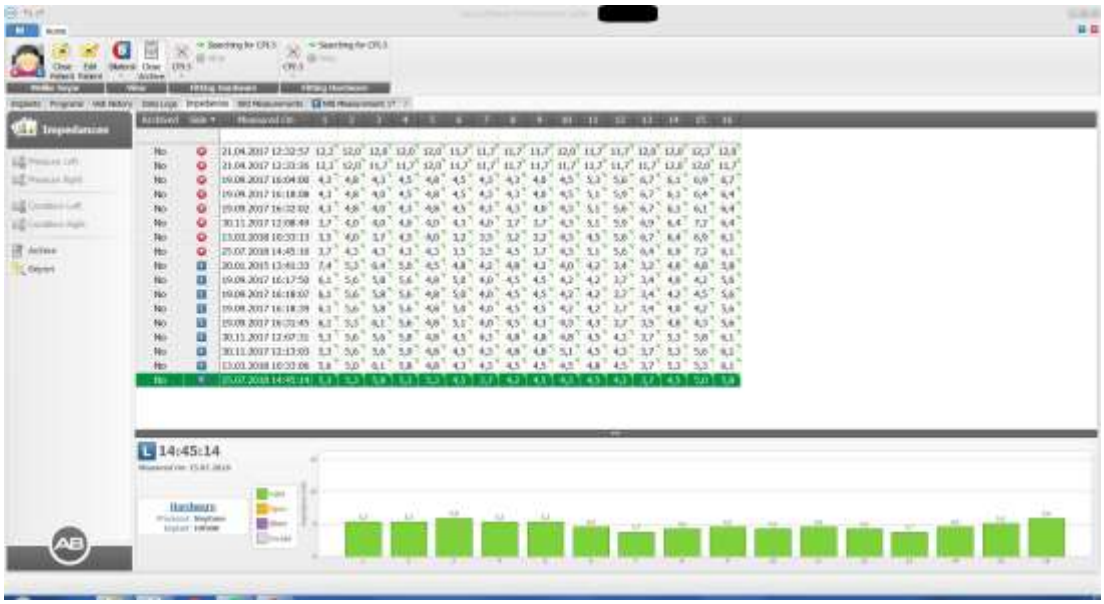
aşırı yüksek impedanslı bir elektrot ise açık devre (open circuit) olarak adlandırılır. Kısa devre, bir devredeki iki nokta arasında düşük rezistansın bulunmasıdır. Kısa devre koklear anomali, birbirine temas eden intrakoklear elektrotlar, yağlı kimyasallar ya da mastoid kavitede aşırı tuzlu kimyasallarla temas halindeki elektrotlarda görülür (45).

Açık devre elektrodlar ise koklear ossifikasyonda ve elektrotla doku arasında hava kabarcıkları veya protein oluşumunda görülmektedir. Ayrıca kırılmalar ve çatlaklar nedeniyle de açık devre elektrot oluşabilir. Böyle durumlarda elektrot aktivasyon dışı bırakılmalıdır. Her elektrotun impedans değeri ile elektrot impedanslarının morfolojisi ve zamanla farklılık gösteren impedans değişimlerini gözlemlenmelidir.

Kİ aktivasyonu sonrasında 10 kΩ ve 20 kΩ arası yüksek impedans değerleri elektrot bağlantısı etrafındaki doku oluşumu ve hava kabarcıklarından dolayı normal olarak kabul edilebilir. Bu değerler Kİ kullanımının başlaması ile azalır ve elektriksel stimülasyonun ilk birkaç haftasında sabit hale gelir. Fakat dalgalanmalar uzun sürerse hasta medikal değerlendirme için KBB hekimine yönlendirilmelidir. Bu durumda ayrıca ithalatçı firma da bilgilendirilmelidir. Uzun zaman kullanılmayan implantlarda da elektrot impedanslarının artması normaldir ve kullanım başladıktan sonra normale dönmesi beklenir.

İmpedansta dalgalanmaların birçok nedeni vardır. Bunlar; elektrot dizisinin zamanla yer değiştirmesi, kokleada oluşabilecek osifikasyon ve fibröz dokudur. Stenver’s x ışını veya bilgisayarlı tomografi ile, kokleanın anatomisi ve elektrot yerleşimindeki değişiklikleri değerlendirilebilir. Ayrıca ergenlik, hamilelik, menapoz ve hormon tedavisi sırasındaki hormon seviyelerindeki değişiklikler elektrot impedansında değişikliğe neden olabilir (45).

Yüksek impedans değerleri sesin kalitesini bozarken fasiyal sinir uyarımına veya işitsel olmayan algıya neden olabilir. Anormal elektrot impedansı, yetersiz ses algısı, seste ani değişimler ve potansiyel rahatsızlık hissine neden olur.



Şekil 2.4. Advanced bionics SW3.1 impedans telemetri ekranı.

Elektriksel Uyarılmış Birleşik Aksiyon Potansiyelleri (Electrically Compound Action Potantials-ECAP)

Akustik ya da elektrik uyaran kullanılarak elde edilebilen Bileşik Aksiyon Potansiyeli (Compound Action Potential-CAP) belirli bir grup spiral ganglion hücresinin senkronize aktivitesi sonucu oluşur.

Compound Action Potential elektriksel uyarım gönderilerek kaydedildiği için ECAP adını almıştır. Kİ uyarılması ile spiral ganglionlardaki sinir fibrilleri ateşlenerek aksiyon potensiyeleri oluşturulmaktadır. İntrakoklear elektrodlardan amplifiye olan sinyaller yardımıyla aksiyon potansiyelleri kaydedilir ve bu işleme telemetri adı verilmektedir.

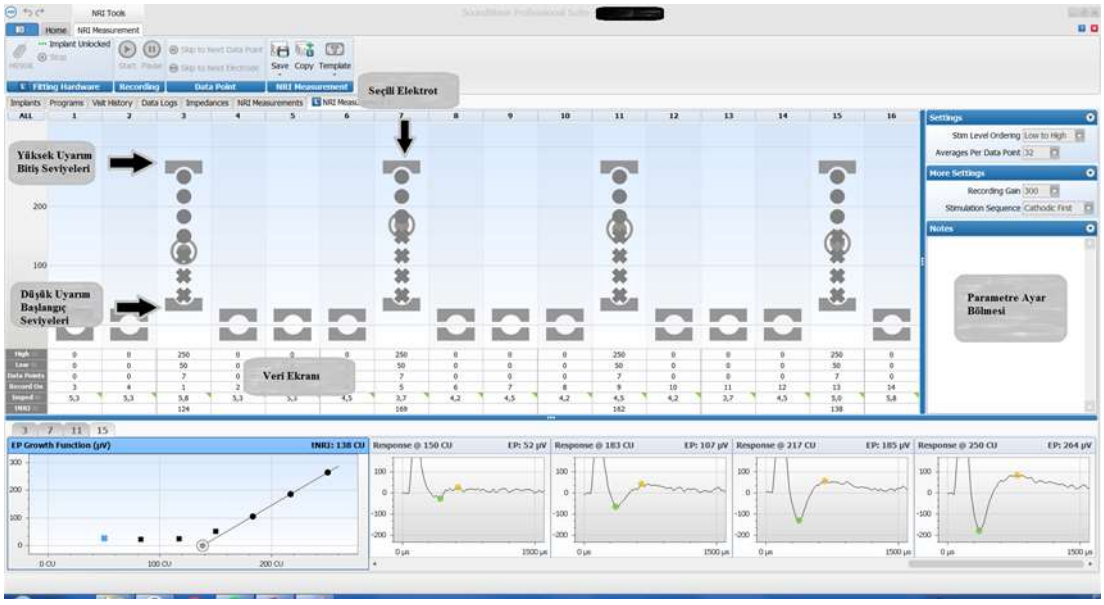
Kayıt elektrodunun etkisi, uyaran elektrot ile pozisyonu nedeniyle daha fazla önem taşımaktadır ve kayıt elektrot uyarım gönderilen elektroda çok yakın olmasında artefakt oluşmaktadır. Ayrıca uyarılan sinir hücresi sayısı ve kayıt elektrodun yerleşimi, kaydedilen yanıtları etkileyebilir. Bunun için uyarılan elektrottan iki elektrot sonrasında seçilmiş kayıt elektrodu ile en uygun yanıtın elde edildiği bildirilmiştir (46).

Seçilen elektrot üzerinden uyaran gönderilir ve uyaran elektrodunun apekse doğru iki elektrod sonrasından telemetri sistemiyle nöral yanıtlar kaydedilir. Elde

edilen yanıtın görsel olarak seçilebilmesi için elektriksel kirlilikten temizlenmiş olması gerekmektedir. Elektriksel kirliliği ortadan kaldırmak için çıkarma yöntemi veya polarite değişikliği yapılır. ECAP ölçümleri negatif (N1) ve pozitif (P2) tepeyle tanımlanır. Araştırmalar N1'in 0.2-0.5 msn P2'in 0.5-0.8 msn arasında olduğunu göstermektedir (47, 48, 49). ECAP amplitüdü negatif ve pozitif tepe arasındaki mesafe olarak tanımlanır. Elde edilen negatif ile pozitif tepeler arasında farkın gözlendiği en düşük amplitüd ECAP eşiği olarak kabul edilir.

Kİ üretimi yapan firmalar programlama için objektif olabilecek bir yöntem tanımlamıştır. Bunlar NRI (Neural Response Imaging, Advanced Bionics Corporation) ve ART (AuditoryNerve Response Telemetry, Med-El Corporation), NRT (Neural Response Telemetry, Cochlear Corporation)'dir. Firmalar kendine özgü yazılım sistemlerini kullanarak otomatik tarama yaparak daha pratik ve kısa sürede hesaplamaktadır (1).

Advanced Bionics (AB) ses işlemcileri Soundvawe 3.1 yazılım platform aracılığı ile programlanabilir. Computer Programming Interface-3 (CPI-3) AB marka ses işlemcilerinin SW 3.1 yyazılımı ile bağlantısını sağlayan arayüz cihazıdır. SW 3.1 platformunda uyarım seviyeleri Charge Units (CU) olarak ölçülür. CU, uyarıcı akım genliği, darbe genişliği ve firma tarafından belirlenen sabitin (k;0,013) ürünüdür (50).



Şekil 2.5. Advanced bionics SW3.1 NRI telemetri ekranı.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak yapıldı. Çalışma için vakalar Yeni Yüzyıl Üniversitesi Gazi Osman Paşa Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniğinde, Ocak-Temmuz 2018 Tarihleri arasında değerlendirildi. Çalışma Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi 2017/25 araştırma kodu ile 17.01.2018 tarihinde 34 nolu etik kurul izni alındı (Ek 1).

3.1. Bireyler

Bu çalışmaya 12 kız (%40) ve 18 erkek (%60) 1, 10 yaş arasında toplam 30 çocuk dahil edildi. Çalışmaya katılan çocukların ilk ameliyat olma yaş ortalaması 1.9±1.0, karşı kulak ameliyat olma yaş ortalaması 4.8±1.9, ilk ameliyat yaşı ile karşı kulak ameliyat yaşları arasındaki fark ortalama 2.8±1.5 olarak bulundu. Kİ kullanıcılarının 7'si (%23.3) ilk ameliyatı sol kulaktan, 23'ü (%76.7) ise ilk ameliyatı sağ kulaktan olmuşlardı (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Kullanıcıların demografik özellikleri.

		Min-Max.	**Ortalama±SS**
İlk ameliyat yaşı		1-5 yaş	1.9±1.00
İkinci ameliyat yaşı		2-10 yaş	4.8±1.90
İki ameliyat yaşları arası fark		1-8 yaş	2.8±1.50
Cinsiyet, n (%)	Kız		12 (%40)
	Erkek		18 (%60)
İlk ameliyat kulağı, n (%)	Sağ		23 (%76.70)
	Sol		7 (%23.30)

SS: Standart Sapma

Çalışmanın başında Advanced Bionics HIRES90K Advantage Midscala ve HIRES90K Advantage 1J model ile ameliyat edilen 1-12 yaş aralığında 32 Kİ kullanıcısı çalışmaya katıldı. Bunlardan 2' si HIRES90K Advantage Midscala, 30' u HIRES90K Advantage 1J model implant kullanıcısıydı. HIRES90K Advantage Midscala kullanıcıları katılımcı sayısı az olduğu için çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya aynı model implant kullanan HIRES90K Advantage 1J kullanıcısı 30 hasta dahil edildi.

Bireylerin çalışmaya dâhil edilme kriterleri;

- En az 3 ay tek taraflı düzenli Kİ kullanıcı olmak
- Birinci Kİ elektrot İmpedans değerlerinin 1-30kΩ arasında olması
- 1-10 yaş aralığında olan Kİ kullanıcısı olmak
- Nörolojik ve mental bozukluk öyküsü olmaması
- Menenjit öyküsü olmaması
- İç kulak anomalisi olmamasıdır.

3.2. Yöntem

Advanced Bionics (AB) marka Kİ kullanıcılarının işlemcilerini CPI-3 portu bilgisayara bağlayarak parametreler Kİ sonrası odyolojik takipte rutin kullanılan SoundWave 3.1 yazılımı aracılığıyla elde edildi. 16 elektrot dizinine sahip Hires90k 1J model implantlı kullanıcıların apikalden 3. Elektrot (E3), medialden 7. Elektrot (E7) ve 11. Elektrot (E11), bazaldan 15. Elektrot (E15) test elektrotları olarak değerlendirmeye alındı.

Kontralateral kulağına Kİ ameliyatı olmadan önce kullanmakta olduğu koklear implantındaki test elektrotlarında tNRI, İmpedans ölçümleri ve M seviyeleri kayıt edildi.

İkinci Kİ takılan kulak (Kİ2) ameliyattanda 1 ay sonra; Kİ2 aktifleştirilmeden önce, ilk Kİ takılan kulaktaki test elektrotlarında; tNRI, impedans ölçümleri alınarak, M seviye programlaması yapıldı. Aynı seansta ikinci Kİ takılan kulaktaki ses işlemcisi, Kİ1 kapalı iken programlanarak aktif hale getirildi. Kİ2' ye canlı ses verilirken Kİ1' de tNRI, impedans ölçümleri ve M seviye programlaması yapıldı, test elektrotlarındaki sonuçlar kayıt edildi.

3. ve 6. ayda iki kulağa ait olan ses işlemcileri programlanmak üzere bilgisayara bağlandı. İkinci koklear implantlı kulağa ses işlemcisini takmadan önce Kİ1' den tNRI, impedans ölçümleri alınarak, M seviye programlaması yapıldı, daha sonra Kİ2' ye ait ses işlemcisi Kİ1 kapalı iken ses programlaması yapıldı ve canlı ses

açıkken Kİ1'den tNRI, impedans ölçümleri ve M seviye programlaması yapıldı, test elektrotlarındaki sonuçlar kayıt edildi.

3.2.1. İmpedans Ölçümü

SoundWave 3.1 yazılımı aracılığı ile tüm elektrotlarda İmpedans değerleri ölçüldü. Katılımcıların Kİ1' de E3, E7, E11, E15. impedans değerleri ikinci taraf konuşma ses işlemcisi açık ve kapalıyken ölçülerek sonraki kontrollerinde test elektrotlarında elde edilen değerlerin ortalamaları ile karşılaştırıldı.

3.2.2. ECAP Ölçümü

Her programlama seansında rutin olarak ikinci taraf konuşma ses işlemcisi açık ve kapalıyken birinci taraf test elektrotları için ECAP ölçümü yapıldı. Her bir test elektrotudunun spiral gangliyonlarda birleşik aksiyon potansiyeli oluşturduğu eşik değer sinir cevapları (tNRI) kaydedildi.

Test elektrotlarında 50 – 300 CU arası uyarım seviyeleri arasında oluşan birleşik aksiyon potansiyelinin, seçilen 5 noktada ilk oluşan NRI cevabı ile son oluşan NRI cevabı arasında regrasyon çizgisinin eğimi ile belirlenen tNRI değerleri kayıt altına alındı. Katılımcıların Kİ1 E3, E7, E11, E15. tNRI değerleri Kİ2 konuşma ses işlemcisi açık ve kapalıyken ölçülerek sonraki kontrollerinde test elektrotlarında elde edilen değerlerin ortalamaları ile karşılaştırıldı.

3.2.3. En rahat duyma ses (M) seviyesi

Elektrot impedans ve tNRI değerleri dikkate alınarak speech-burst ve tone burst uyarımla belirlenen M seviyeleri davranım gözlem, pediatrik loudness skala aracılığı ile canlı seste kontrol edilerek belirlendi. Belirlenen M seviyelerinin test elektrotlarındaki değerleri kayıt altına alındı.

Kİ2 ses işlemcisi için aynı yöntemle M seviyeleri belirlendi ve Kİ2 için değerler kaydedildi.

Canlı seste eş zamanlı uyarımında Kİ2 M seviyeleri sabit bırakılarak Kİ1 M seviyeleri kullanıcının rahatsız olmayacağı, Aurapalpebral Reflexin (APR)

gözlenmediği seviyede programlandı. Programlama sonrası Kİ1' e ait M seviyelerinin referans elektrottaki son değerleri kaydedilerek Kİ2 kapalı iken kaydedilen değerler ile karşılaştırıldı.

M seviyelerinin belirlenmesinde objektif yöntemler göz önünde bulundurulsa da hasta ve klinisyene bağlı olarak değişkenler düşünülerek çalışma da ki tüm katılımcıların programlanması tek bir tecrübeli odyolog tarafından yapıldı.

3.3. İstatistiksel Analiz

Araştırma sonuçlarının istatistiksel analizinde SPSS 25.0 paket programı kullanıldı. Hastalara ait demografik ve klinik özellikler için tanımlayıcı istatistikler; kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, nicel değişkenler için ise ortalama, ortanca, standart sapma, minimum ve maksimum şeklinde özetlendi. Tekrarlı ölçümler arası karşılaştırmalar tekrarlı ölçümlerde ANOVA ile (Repeated Measures ANOVA), bağımlı iki grup (ölçüm) arası karşılaştırmalar ise bağımlı gruplarda Student t testi (Paired t test) ile yapıldı.

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde anlamlılık düzeyi p değeri 0,05 olarak alındı (p=0,05).

4. BULGULAR

Kİ2 cerrahisi öncesi Kİ1'den alınan impedans ölçüm ortalamaları ve Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı iken 1.ay, 3.ay ve 6.ay Kİ1'e ait tekrarlı impedans ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05), (Tablo 4.1, Şekil 4.1).

Tablo 4.1. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e ait tekrarlı impedans ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.

Kİ1 İmpedans Değerleri (Kİ2 Kapalı)

İmpedans Değişkenler	Kİ2 cerrahi Öncesi	Kİ2 Cerrahi Sonrası1. Ay	Kİ2 Cerrahi Sonrası 3. Ay	Kİ2 Cerrahi Sonrası 6.Ay	F*	p Değeri
Kİ1 E3	5.01±1.63	5.05±1.58	5.02±1.83	5.07±1.80	0.074	0.894
Kİ1 E7	5.43±1.91	5.35±1.77	5.28±1.67	5.30±1.82	1.177	0.311
Kİ1 E11	5.35±1.99	5.18±1.84	5.25±2.11	5.32±2.08	0.540	0.562
Kİ1 E15	6.99±3.40	7.04±3.41	7.14±3.40	7.19±3.34	0.995	0.383

* Tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi uygulanmıştır.

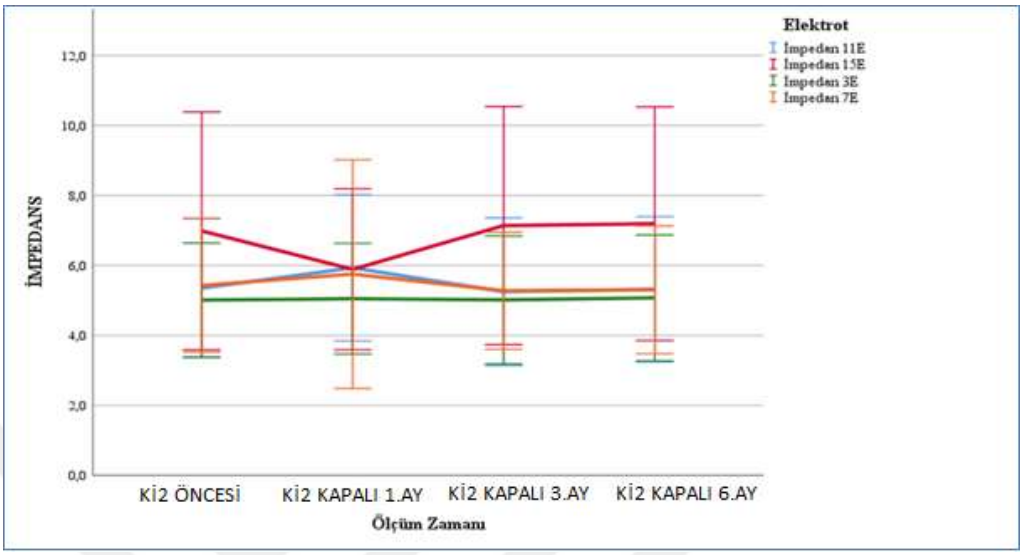
E3 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.01±1.63, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.05±1.58, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.02±1.83, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.07± .8, Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.894).

E7 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.43±1.91, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.35±1.77, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.28±1.67, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.30±1.82, Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.311).

E11 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.35±1.99, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.18±1.84, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.25±2.11, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 5.32±2.08, Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.562).

E15 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 6.99±3.4, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 7.04±3.41, Kİ2 cerrahi

sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 7.14±3.4, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları 7.19±3.34, Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.383).



Şekil 4.1. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay, 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı İken Kİ1'e ait tekrarlı impedans ölçümü ortalama±SS grafiği.

Kİ2 cerrahi sonrası; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları ile Kİ2 açıkken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). 3. Ay ve 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0.05$), (Tablo 4.2, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4).

Tablo 4.2. Kİ2 açık ve kapalı iken 1. ay, 3.a y ve 6. ayda Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.

İmpedans Değişkenler	Kİ2 Kapalı İken Kİ1 Ölçümleri	Kİ2 Açık İken Kİ1 Ölçümleri	t*	p Değeri
1. ay Kİ1 E3	5.05 ± 1.58	4.97 ± 1.58	2.477	**0.019**
1. ay Kİ1 E7	5.35 ± 1.77	5.30 ± 1.72	1.267	**0.015**
1. ay Kİ1 E11	5.18 ± 1.84	5.10 ± 1.84	2.308	**0.028**
1. ay Kİ1 E15	7.04 ± 3.41	6.95 ± 3.40	3.203	**0.003**
3. ay Kİ1 E3	5.02 ± 1.83	5.02 ± 1.81	-0.130	0.897
3. ay Kİ1 E7	5.28 ± 1.67	5.27 ± 1.72	0.189	0.851
3. ay Kİ1 E11	5.25 ± 2.11	5.19 ± 1.92	0.942	0.354
3. ay Kİ1 E15	7.14 ± 3.40	7.01 ± 3.33	1.882	0.070
6. ay Kİ1 E3	5.07 ± 1.80	5.10 ± 1.72	-0.583	0.564
6. ay Kİ1 E7	5.30 ± 1.82	5.27 ± 1.75	1.134	0.266
6. ay Kİ1 E11	5.32 ± 2.08	5.26 ± 2.02	1.635	0.113
6. ay Kİ1 E15	7.19 ± 3.34	7.15 ± 3.32	0.734	0.469

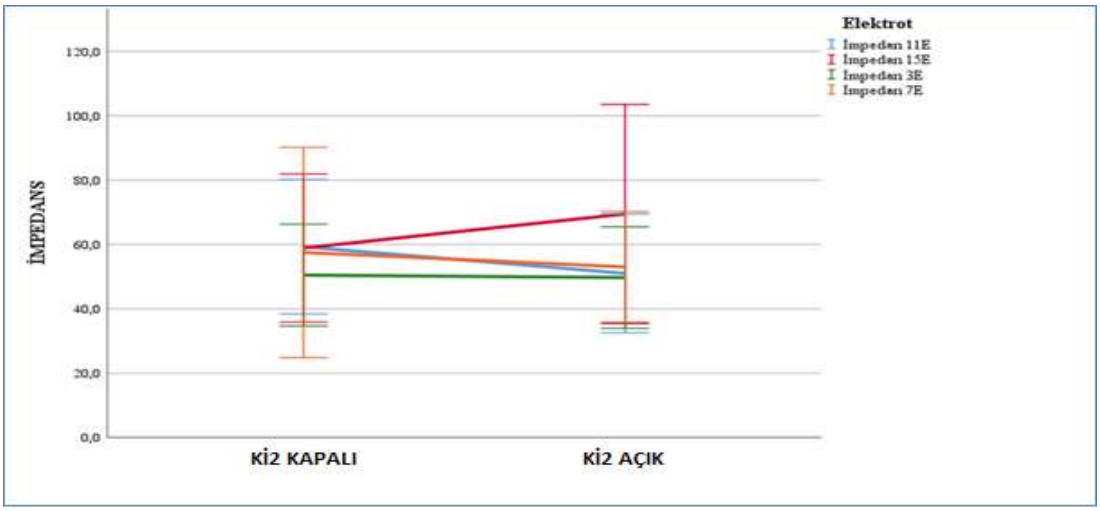
* Bağımlı gruplarda (ölçümlerde) student t testi

E3 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.05 ± 1.58) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (4.97 ± 1.58) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı 1. Ayda düşüş saptandı (p=0,019). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.02 ± 1.83) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.02 ± 1.81) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.897). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.07 ± 1.80) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.10 ± 1.72) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.564).

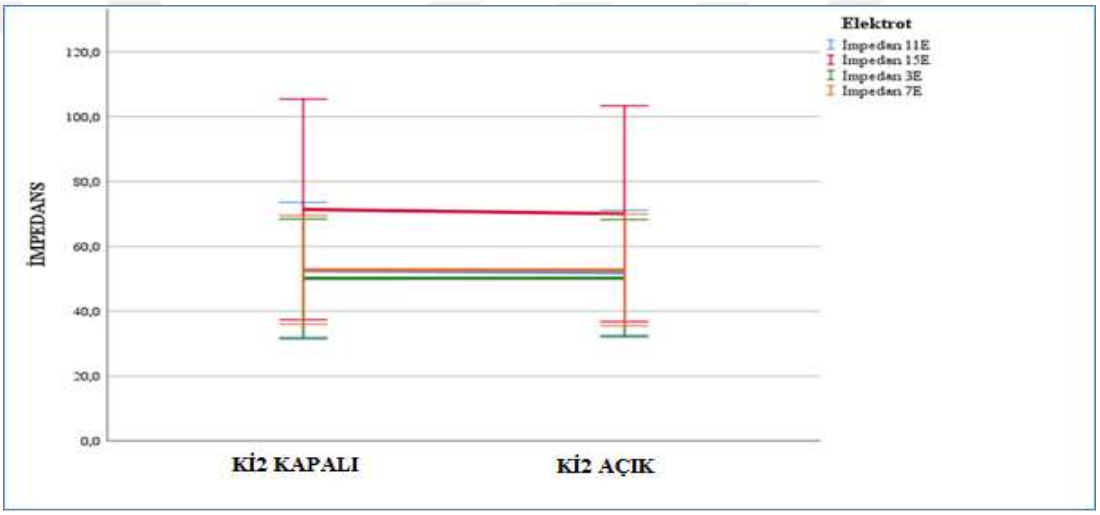
E7 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.35 ± 1.77) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.30 ± 1.72) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş elde edildi (p=0,015). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.28 ± 1.67) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.27 ± 1.72) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.851). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.30 ± 1.82) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.27 ± 1.75) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.266).

E11 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.18 ± 1.84) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.10 ± 1.84) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş gözlendi (p=0.028). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.25 ± 2.11) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.19 ± 1.92) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.354). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.32 ± 2.08) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (5.26 ± 2.02) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.113).

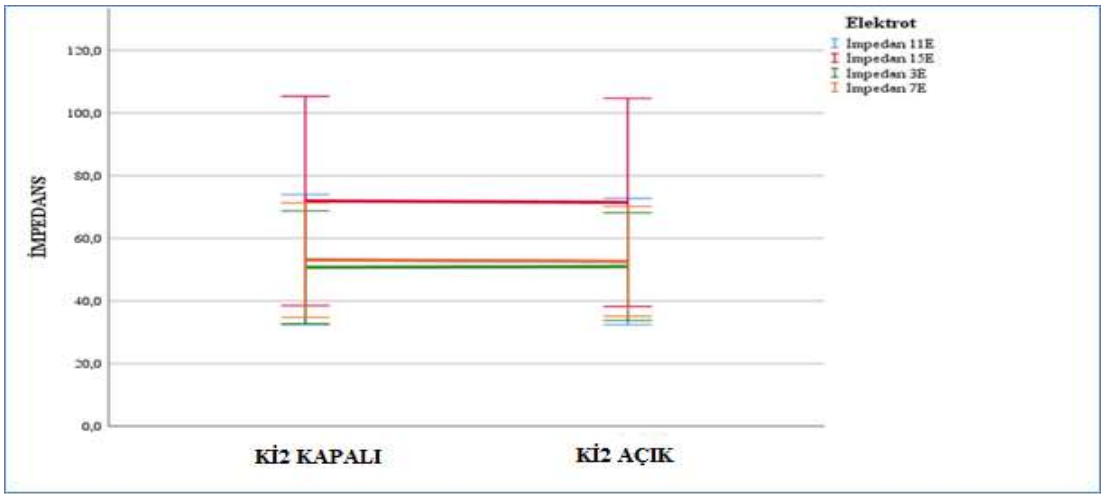
E15 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (7.04 ± 3.41) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (6.95 ± 3.40) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş gözlendi (p=0.003). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (7.14 ± 3.40) ile Kİ2 açık iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (7.01 ± 3.33) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.070). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (7.19 ± 3.34) ile Kİ2 açık Kİ1 impedans ölçüm ortalaması (7.15 ± 3.32) arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.469).



Şekil 4.2. Kİ2 açık ve kapalı 1. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçümü ortalama±SS.



Şekil 4.3. Kİ2 açık ve kapalı 3. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçümü ortalama±SS.



Şekil 4.4. Kİ2 açık ve kapalı 6. ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 impedans ölçümü ortalama±SS.

Kİ2 cerrahisi öncesi Kİ1'den alınan tNRI ölçüm ortalamaları ve Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı iken 1.ay, 3.ay ve 6.ay Kİ1'e ait tekrarlı tNRI ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05) (Tablo 4.3, Şekil 4.5).

Tablo 4.3. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı İken Kİ1'e ait tekrarlı tNRI ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.

Kİ1 tNRI Değerleri (Kİ2 Kapalı)

tNRI Değişkenler	Kİ2 cerrahi Öncesi	Kİ2 Cerrahi Sonrası 1. Ay	Kİ2 Cerrahi Sonrası 3. Ay	Kİ2 Cerrahi Sonrası 6.Ay	F*	p Değeri
Kİ1 E3	130.33±32.50	139.93±30.20	135.37 ± 26.93	144.63±31.50	2.894	0.063
Kİ1 E7	161.27±42.40	168.73±36.00	166.07 ± 37.69	161.83±30.50	0.592	0.600
Kİ1 E11	165.40±39.90	168.47±28.20	174.00 ± 30.65	172.00±31.10	0.997	0.382
Kİ1 E15	146.60±58.60	147.70±47.30	151.00 ± 66.93	152.37±59.40	0.146	0.893

* Tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi uygulanmıştır.

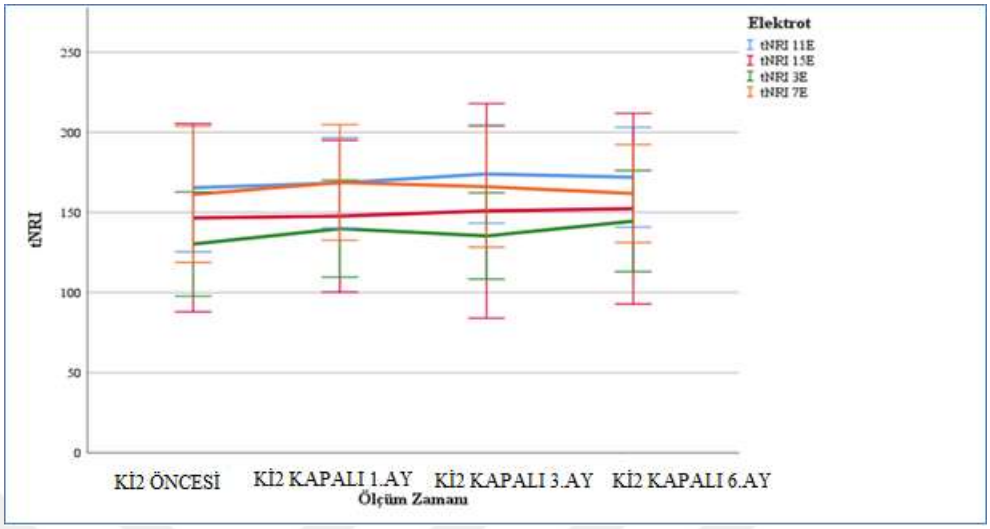
E3 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 130.33±32.5, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 139.93±30.2, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 135.37 ± 26.93, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 144.63±31, Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.063).

E7 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 161.27±42.4, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 168.73±36.0, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 166.07 ± 37.69, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 161.83±30.5, Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.600).

E11 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 165.40 ± 39.9, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 168.47 ± 28.2, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 174.00 ± 30.65, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 172.00±31.1, Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.382).

E15 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 146.60 ± 58.6, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 147.70 ± 47.3, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 151.00 ± 66.93, Kİ2

cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları 152.37±59.4, Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.893).



Şekil 4.5. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e ait tekrarlı tNRI ölçümü ortalama±SS grafiği.

Kİ2 cerrahi sonrası; 1. Ay 3. Ay ve 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptandı (p<0.05) (Tablo 4.4, Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8).

Tablo 4.4. Kİ2 açık ve kapalı iken 1. Ay, 3.Ay ve 6. ayda Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.

tNRI Değişkenler	Kİ2 Kapalı İken Kİ1 Ölçümleri	Kİ2 Açık İken Kİ1 Ölçümleri	t*	p değeri
1. ay Kİ1 E3	139.93 ± 30.23	120.00 ± 34.37	3.478	**0.002**
1. ay Kİ1 E7	168.73 ± 36.02	149.80 ± 42.64	2.254	**0.032**
1. ay Kİ1 E11	168.47 ± 28.21	144.40 ± 41.33	3.463	**0.002**
1. ay Kİ1 E15	147.70 ± 47.32	129.67 ± 63.65	2.295	**0.029**
3. ay Kİ1 E3	135.37 ± 26.93	113.80 ± 33.81	3.555	**0.001**
3. ay Kİ1 E7	166.07 ± 37.69	145.13 ± 45.92	2.817	**0.009**
3. ay Kİ1 E11	174.00 ± 30.65	136.60 ± 58.22	3.977	**<0.001**
3. ay Kİ1 E15	151.00 ± 66.93	112.47 ± 53.08	3.176	**0.004**
6. ay Kİ1 E3	144.63 ± 31.57	118.43 ± 34.86	3.818	**0.001**
6. ay Kİ1 E7	161.83 ± 30.54	138.40 ± 40.26	2.578	**0.015**
6. ay Kİ1 E11	172.00 ± 31.12	158.80 ± 43.33	1.788	**0.044**
6. ay Kİ1 E15	152.37 ± 59.47	116.67 ± 56.95	2.445	**0.021**

* Bağımlı gruplarda (ölçümlerde) student t testi

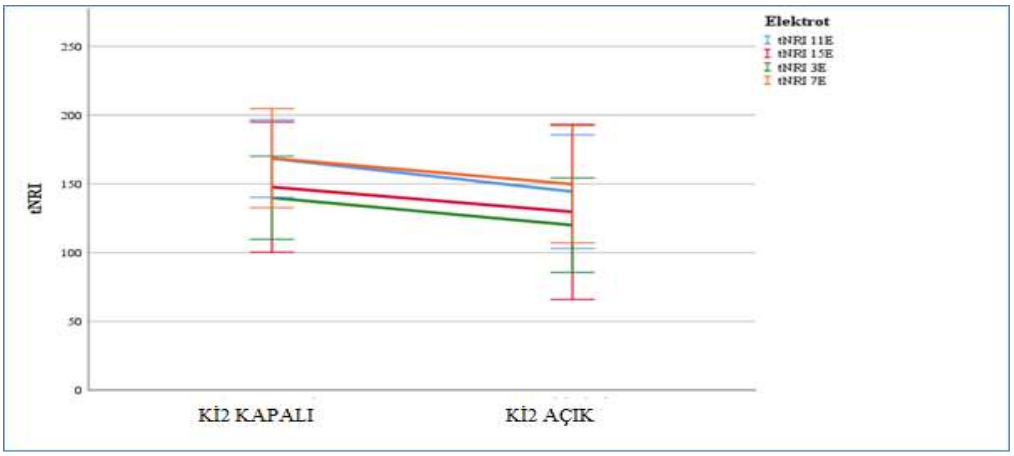
E3 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (139.93 ± 30.23) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (120 ± 34.37) arasında fark gözlenmiş

olup anlamlı düşüş elde edildi (p=0,002). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (135.37 ± 26.93) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (113.8 ± 33.81) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=0.001). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (144.63 ± 31.57) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (118.43 ± 34.86) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş gözlendi (p=0.001).

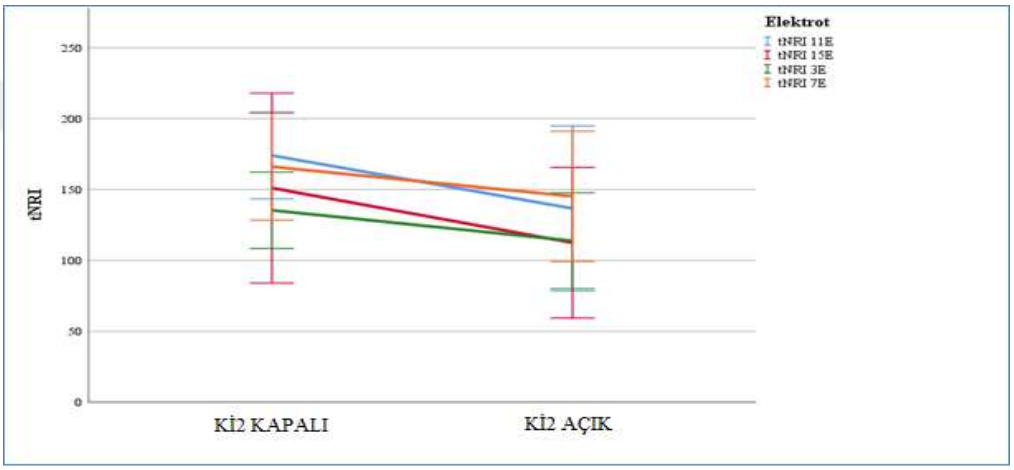
E7 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (168.73 ± 36.02) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (149.8 ± 42.64) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=0.032). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (166.07 ± 37.69) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (145.13 ± 45.92) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=0.009). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (161.83 ± 30.54) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (138.4 ± 40.26) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş gözlendi (p=0.015).

E11 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (168.47 ± 28.21) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (144.4 ± 41.33) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=0.002). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (174.0 ± 30.65) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (136.6 ± 58.22) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (172.0 ± 31.12) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (158.8 ± 43.33) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş elde edildi (p=0.044).

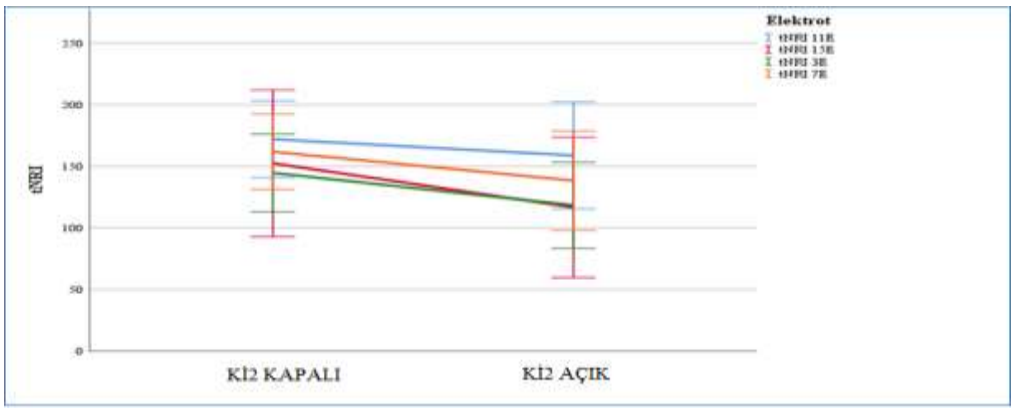
E15 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (147.7 ± 47.32) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (129.67 ± 63.65) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş elde edildi (p=0.029). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (151.0 ± 66.93) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (112.47 ± 53.08) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=0.004). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (172.0 ± 31.12) ile Kİ2 açık iken Kİ1 tNRI ölçüm ortalaması (116.67 ± 56.95) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş elde edildi (p=0.021).



Şekil 4.6. Kİ2 açık ve kapalı 1. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçümü ortalama±SS.



Şekil 4.7. Kİ2 açık ve kapalı 3. Ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçümü ortalama±SS.



Şekil 4.8. Kİ2 açık ve kapalı 6. Ay Kİ1'e Ait E3, E7, E11 ve E15 tNRI ölçümü ortalama±SS.

Kİ2 cerrahisi öncesi Kİ1'den alınan M Seviyesi ölçüm ortalamaları ve Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı iken 1.ay, 3.ay ve 6.ay Kİ1'e ait tekrarlı M Seviyesi ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05) (Tablo 4.5, Şekil 4.9).

Tablo 4.5. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e ait tekrarlı M seviyesi ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.

Kİ1 M Değerleri (Kİ2 Kapalı)

M Seviyesi Değişkenler	Kİ2 cerrahi Öncesi	Kİ2 Cerrahi Sonrası 1. Ay	Kİ2 Cerrahi Sonrası 3. Ay	Kİ2 Cerrahi Sonrası 6.Ay	F*	p Değeri
Kİ1 E3	187.8±62.92	187.8±62.92	187.63±64.46	188.23±58.09	0.036	0.955
Kİ1 E7	197.57±64.24	194.23±66.71	196.43±68.81	197.6 ± 60.29	0.473	0.621
Kİ1 E11	212.73±56.87	212.73±56.87	210.43±61.84	212.33±53.16	0.416	0.633
Kİ1 E15	228.47±61.27	228.47±61.27	227.3±65.06	229.87±57.93	0.396	0.667

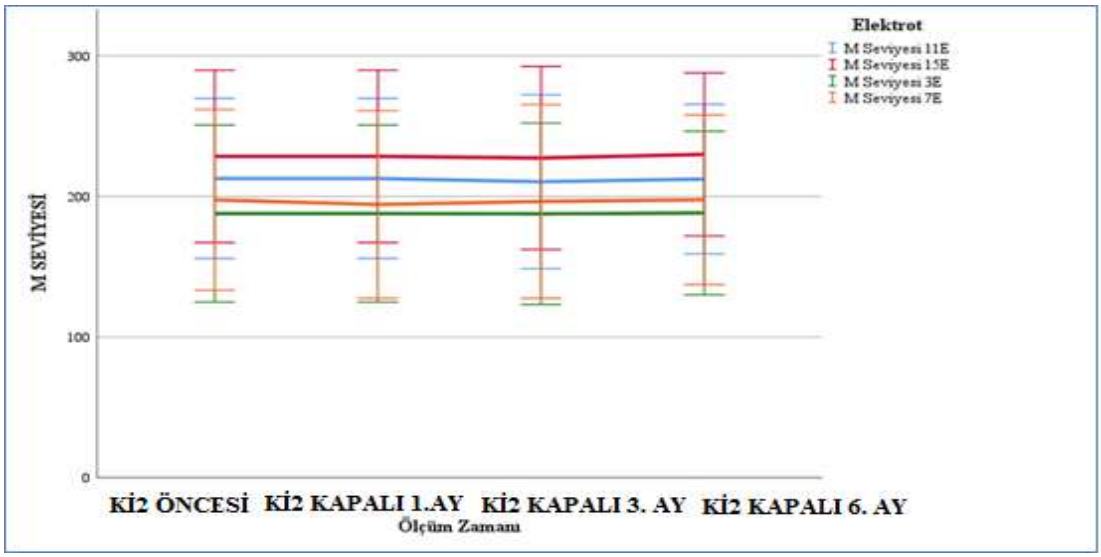
* Tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi uygulanmıştır.

E3 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalamaları 187.8±62.92, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 187.8±62.92, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 187.63±64.46, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 188.23±58.09, Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.955).

E7 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalamaları 197.57±64.24, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 194.23±66.71, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 196.43±68.81, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 197.6 ± 60.29, Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.621).

E11 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalamaları 212.73±56.87, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 212.73±56.87, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 210.43±61.84, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 212.33±53.16, Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.633).

E15 için; Kİ2 cerrahi öncesi Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalamaları 228.47±61.27, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 1.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 228.47±61.27, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 3.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 227.3±65.06, Kİ2 cerrahi sonrası Kİ2 kapalı 6.ayda Kİ1 M Seviyesi ortalamaları 229.87±57.93, Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0.667).



Şekil 4.9. Kİ2 cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 1.ay 3.ay ve 6.aylarda Kİ2 kapalı iken Kİ1'e Ait tekrarlı M seviyesi ölçümü ortalama±SS grafiği.

Kİ2 cerrahi sonrası; 1. Ay 3. Ay ve 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalamaları ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$) (Tablo 4.6, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12).

Tablo 4.6. Kİ2 açık ve kapalı iken 1. ay, 3. ay ve 6. ayda Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçüm ortalamalarının karşılaştırılması.

M Seviyesi Değişkenler	Kİ2 Kapalı İken Kİ1 Ölçümleri	Kİ2 Açık İken Kİ1 Ölçümleri	t*	p Değeri
1. ay Kİ1 E3	187.80 ± 62.92	153.73 ± 60.53	14.534	**<0.001**
1. ay Kİ1 E7	194.23 ± 66.71	163.57 ± 62.96	7.064	**<0.001**
1. ay Kİ1 E11	212.73 ± 56.87	178.53 ± 57.06	13.937	**<0.001**
1. ay Kİ1 E15	228.47 ± 61.27	194.93 ± 60.65	11.853	**<0.001**
3. ay Kİ1 E3	187.63 ± 64.46	155.70 ± 58.36	7.491	**<0.001**
3. ay Kİ1 E7	196.43 ± 68.81	164.53 ± 62.83	7.442	**<0.001**
3. ay Kİ1 E11	210.43 ± 61.84	175.33 ± 58.34	6.653	**<0.001**
3. ay Kİ1 E15	227.30 ± 65.06	195.23 ± 58.98	7.689	**<0.001**
6. ay Kİ1 E3	188.23 ± 58.09	160.20 ± 53.63	10.851	**<0.001**
6. ay Kİ1 E7	197.60 ± 60.29	173.30 ± 56.74	7.154	**<0.001**
6. ay Kİ1 E11	212.33 ± 53.16	188.17 ± 50.76	6.924	**<0.001**
6. ay Kİ1 E15	229.87 ± 57.93	205.40 ± 52.44	7.452	**<0.001**

* Bağımlı gruplarda (ölçümlerde) student t testi

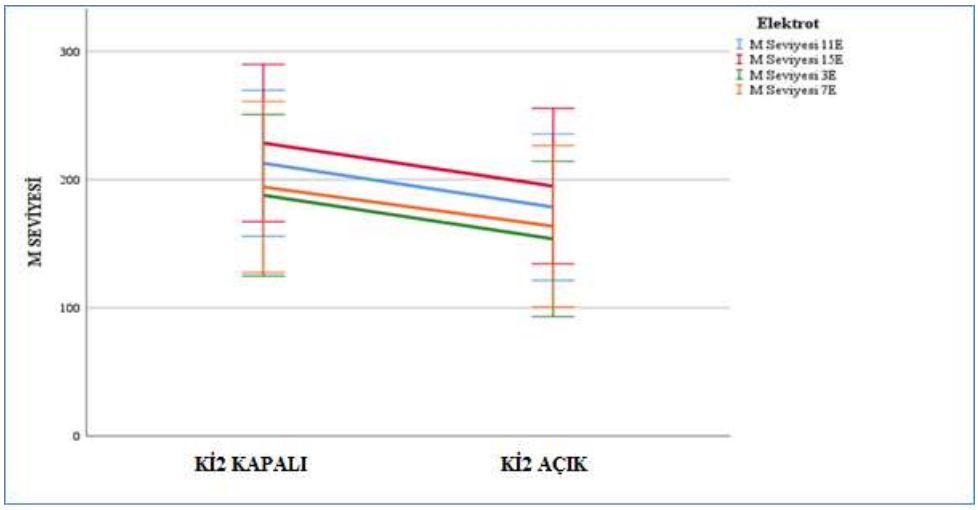
E3 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (187.8 ± 62.92) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (153.73 ± 60.53) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (187.63 ± 64.46) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm

ortalaması (155.70 ± 58.36) arasında fark elde edildi ve anlamlı düşüş gözlendi (p=<0.001). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (188.23 ± 58.09) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (160.2 ± 53.63) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş elde edildi (p=<0.001).

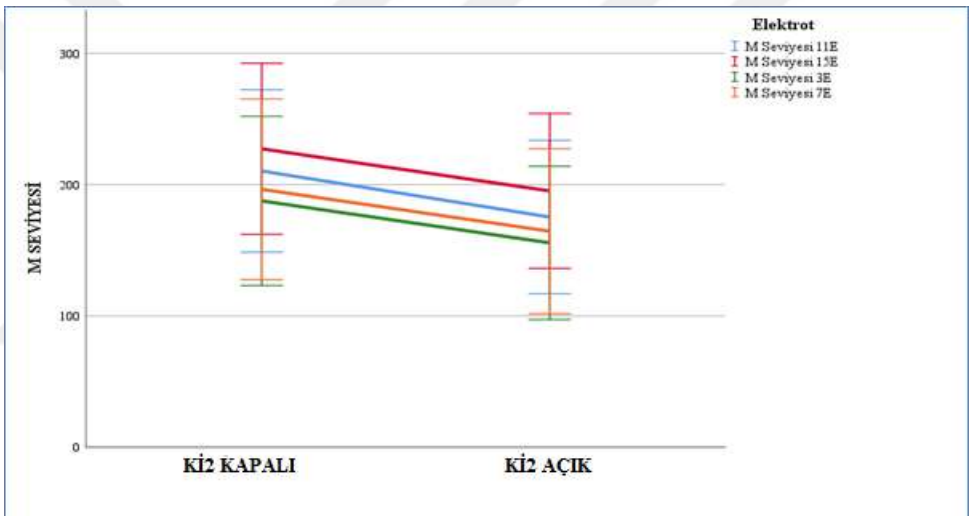
E7 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (194.23 ± 66.71) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (163.57 ± 62.96) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (196.43 ± 68.81) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (164.53 ± 62.83) arasında fark elde edildi ve anlamlı düşüş gözlendi (p=<0.001). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (197.6 ± 60.29) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (173.3 ± 56.74) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001).

E11 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (212.73 ± 56.87) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (178.53 ± 57.06) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (210.43 ± 61.84) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (175.33 ± 58.34) arasında fark elde edildi ve anlamlı düşüş gözlendi (p=<0.001). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (212.33 ± 53.16) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (188.17 ± 50.76) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001).

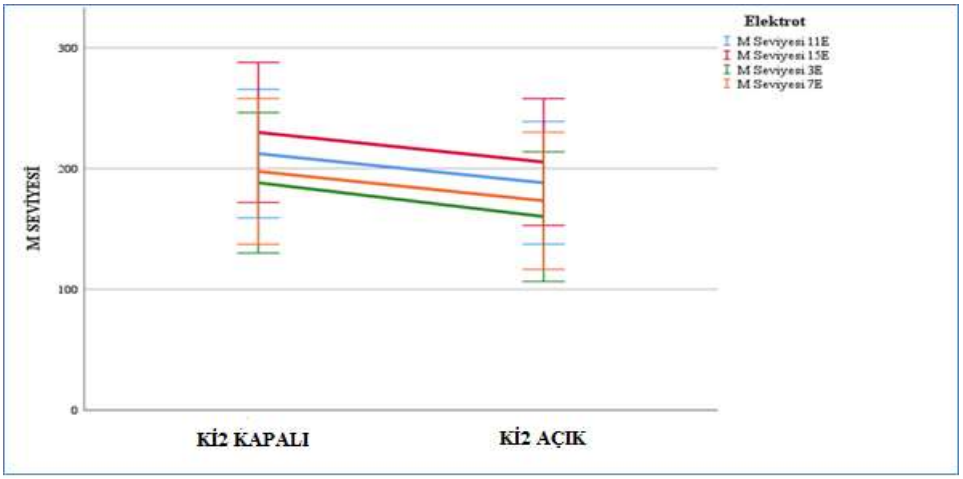
E15 için; 1. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (228.47 ± 61.27) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (194.93 ± 60.65) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001). 3. ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (227.3 ± 65.06) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (195.23 ± 58.98) arasında fark elde edildi ve anlamlı düşüş gözlendi (p=<0.001). 6. Ayda Kİ2 kapalı iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (229.87 ± 57.93) ile Kİ2 açık iken Kİ1 M Seviyesi ölçüm ortalaması (205.4 ± 52.44) arasında fark gözlenmiş olup anlamlı düşüş saptandı (p=<0.001).



Şekil 4.10. Kİ2 açık ve kapalı 1. ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçümü ortalama±SS.



Şekil 4.11. Kİ2 açık ve kapalı 3. ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçümü ortalama±SS.



Şekil 4.12. Kİ2 açık ve kapalı 3. ay Kİ1'e ait E3, E7, E11 ve E15 M seviyesi ölçümü ortalama±SS.

5. TARTIŞMA

İleri ve çok ileri derecede işitme kayıplı çocuk ve yetişkinler için koklear implantlar uzun yıllardır güvenli bir şekilde kullanılmaktadır. Tek taraflı yapılan koklear implantlar son zamanlarda bilateral olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bilateral koklear implantlı bireylerin sesin yönünü belirleme ve konuşmayı algılama performansları tek taraflı Kİ kullanıcılarına göre daha yüksek bulunmuştur (51, 52). Bilateral Kİ kullanan çocukların konuşma ve dil becerilerinin tek taraflı Kİ kullanıcılarına göre daha hızlı bir şekilde geliştiği belirlenmiştir. Ayrıca çocuklara işitme kaybı tanısı konulduktan sonra bilateral koklear implantasyon, mümkün olabildiği kadarıyla erken ve eşzamanlı önerilmektedir (52, 53). Bilateral Kİ uygulamasının yararlarını gösteren çok sayıda çalışma yapılmıştır (51, 53, 54, 55, 56, 57).

De Raeve ve ark. yaptıkları çalışmada bilateral Kİ kullanıcıları için bir dizi avantaj bildirmiştir. Bu avantajlar; serbest alan işitme eşikleri tek taraflı Kİ'li işitme eşiklerine göre daha iyi elde edilmektedir. Gürültüde konuşma algısının daha iyi olması ve 18-24 ay arasında ortak ilgi oluşumunun sağlanmasıdır. Ayrıca bilateral Kİ kullanıcılarında görme ya da görsel ipucu olmadan iletişim kurabilme yeteneği daha iyi gelişmektedir (57).

Yapılan çalışmalara bakıldığında bilateral Kİ hem tek taraflı koklear implanta göre hem de bimodal işitmeye göre daha iyi sonuçlar vermektedir (58). Son zamanlarda ülkemizde de uygulanmaya başlayan bilateral Kİ ile yüz güldürücü sonuçların alındığı görülmektedir.

Kİ2 cerahisi öncesinde elde edilen Kİ1'e ait impedans, tNRI ve M seviyeleri ile Kİ2 cerrahisi sonrasında Kİ2' nin kapalı olduğu durumlarda Kİ1' e ait impedans, tNRI ve M seviyeleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$).

Koklear implantta implantın fonksiyonu ve stabilitesi açısından impedans ölçümleri yapılmaktadır. İmpedans değerleri ile elektrodun koklea içerisindeki yerleşimi hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Açık devre (open circuit) ya da kısa devre (short circuit) varsa impedans ölçümleri ile tespit edilebilmektedir. Xi ve ark. (59)'ı elekrotlardaki değişimin ilk 2-4 ay içerisinde olduğunu, Hughes ve ark. (60)'ı ise elektrotların 6-8. aylar arasında stabil hale geldiğini belirtmektedir. Henkin ve ark. (61)'ı ise ilk 3 ay içerisine elektrod impedanslarının stabil hale geldiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda diğer implanttan bağımsız olarak ilk takılan implantın impedans değerlerinin zamana bağlı olarak değişim göstermemesi ve impedans değerlerinin stabil olması literatürle uyumlu olarak tespit edildi. Zadrozniak ve ark. (62)'ı ilk fitting sırasında impedans değerlerinde artış olduğunu belirtmiştir. Bunu da elektrotların etrafındaki fibröz doku tabakası, protein eksudasyonu ve inflamatuvar değişikliklere bağlamışlardır. Bu gibi değişimlerin koklear impantasyon sonrasında olabileceği, ilk fittingden sonra impedans değerlerinin azaldığı ve stabil kaldığı bildirilmiştir. İmpedans değerlerindeki bu değişimler ise elektriksel uyarımın kokleada yaptığı ters etki ile açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmamızda elde edilen impedans değerleri açısından ilk gün ve sonraki değerler arasında istatistiksel olarak bir fark olmaması implantla beraber inflamatuar minimal değişikliklerin olması ile yorumlanmıştır. Petrov ve ark. (63)'ı ise genelde impedansların fittingin 10. gününden itibaren düşme eğiliminde olduğu ve ilk fittingden sonra 6 ay içerisinde referans elektrotlardaki impedans değerinin önemli ölçüde stabil hale geldiğini belirtmiştir. Ayrıca Dorman ve ark. (64)'ı açık ve kapalı elektrotların impedans değerlerini karşılaştırmıştır. Araştırmacılar; akım taşıyan elektrotların ilk 1 yıl içinde impedans değerlerinin azaldığını, akım taşımayan elektrotlarda ise 24-36 ay arasında impedans değerinde önemli bir artış olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızdaki elektrotların impedans değerlerinin zamanla değişmemesi elde etmiş olduğumuz değerlerin bu çalışmayla da uyumlu olduğunu göstermektedir.

Yaptığımız çalışmada Kİ2 kapalı iken Kİ1 impedans ölçümlerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Elde edilen veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcut değildir. Bu durum uzun süreli kullanımdan dolayı impedans değerlerinin stabil olduğunu göstermektedir. Fakat Kİ2 aktive edildikten sonra 1. ay ölçümlerinde impedans değerleri arasında Kİ2 kapalı ve açık durumda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. Üçüncü ay ve altıncı ay ölçümlerinde ise herhangi bir fark olmadığı gözlendi. Bu sonuçlara göre Kİ2'nin aktive edilmesinden dolayı Kİ1'in impedans değerlerinin etkilendiği ve bu durumun 3. aydan sonra stabil hale geldiği gözlenmiştir. Bundan dolayı impedans değerlerindeki değişim 6-8 aya kadar uzamayacağı düşünülmektedir. İkinci implant açıldığında kapalı impedans değerlerine göre birinci ay implant impedans değerlerindeki azalma, erken dönemde doku stabilleşmesi gerçekleşene kadar karşılıklı elektromanyetik etkilenmeye sistemin açık olduğunu göstermektedir. 1. Ayın sonunda impedans değerlerinde değişme olmaması

implant çevresindeki inflamasyonun azalması ve dokusal stabilitenin artması şeklinde yorumlanmıştır. Bilateral ardışık implant uygulamalarında impedansın zamanla stabil hale gelmesi çevre dokulara implantın uyum sağlaması için zaman ihtiyaç olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Literatürde tek taraflı implant impedans değerlerininin ilk 6 ay sonrası stabilleşmesi (60) ardışık bilateral uygulamalardaki impedans değerlerinin zamanla beraber stabilleştiği şeklinde yorumlandı.

Yaptığımız çalışmada değerlendirdiğimiz parametrelerden biri de tNRI değerleridir. tNRI değerleri özellikle davranışsal olarak Kİ fittinginin yapılamadığı durumlarda kullanılmaktadır. Özellikle küçük çocukların fittinginde tNRI değerlerinden yararlanılarak optimum fitting koşulları oluşturulmaya çalışılmaktadır. Raghunandhan ve ark. (65)'ı yaptıkları çalışmada tNRI ile M seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar bulmuşlardır. Özellikle çocuklarda davranışsal eşiklerin elde edilmesi bazı durumlarda zor olabilmektedir. Bu durumlarda tNRI ile eşik seviyesi (M seviyesi) belirlenebilmektedir. Dinamik ranjın ve M seviyesinin doğru tespit edilmesi koklear implanttan sağlanan faydayı artırmaktadır.

Jeon ve ark. (66)'ı yaptıkları çalışmada ECAP eşikleri ile T, C ve M seviyeleri arasında orta derecede korelasyon bulmuşlardır ve en iyi korelasyonu ECAP ile apikaldeki elektrodların M seviyeleri arasında kayıt etmişlerdir. Bu sonuçları konuşma uyaranından ziyade tone burst uyaranlar ile elde etmişlerdir. Bu sonuçların klinisyenlere elektrofizyolojik ölçümlerde Advanced Bionics Kİ kullanıcılarının davranışsal dinamik aralık ölçümleri için kolaylık sağlayacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda Han ve arkadaşları (67) M seviyelerini tNRI eşiklerinden 32 CU, Jeon ve arkadaşları (66) ise 23 CU yüksek bulmuşlardır. Her iki çalışmada da benzerlik olmasına rağmen ECAP ve M seviyeleri arasında direkt bir korelasyon rapor etmemişlerdir. Çalışmamızda ikinci yapılan implant kapalı iken 6. ayda M seviyesi tNRI seviyesinden 3. elektrot için 42 CU, 7. elektrot için 35 CU, 11. elektrot için 29 CU, 15.elektrot için 88 CU yüksek bulundu. Bu yönüyle çalışmamız literatürle uyumlu görünmektedir. İkinci implant açıkken M seviyesi ve tNRI seviyesi arasındaki farka yönelik literatürde bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda ikinci implant açıkken 6. ayda M seviyesi tNRI seviyesinden 3. elektrot için 44 CU, 7. elektrot için 36 CU, 11. elektrot için 40 CU, 15.elektrot için 78 CU yüksek bulundu. Elde etmiş olduğumuz bu bulgular literatürde ilk kez araştırılması açısından önemlidir.

Ortalama olarak, ECAP eşikleri M seviyesi eşik değerlerine yakın kaydedilmektedir. Ancak koklea içindeki stimülasyonun yeri apikalden bazala doğru hareket ettikçe ECAP eşikleri artma eğilimindedir (66). Stimülasyon yeri koklea bazalına doğru ilerledikçe daha yüksek ECAP eşikleri elde edildiği farklı marka ve model implantlarda da ortaya konmuştur (67, 68, 69, 70, 71). Benzer şekilde Salloum ve ark. (72)'ı da ilk implantın ECAP değerlerini yüksek olarak bulmuşlardır. Bu farklılıklar, kokleanın kavisli olmasından ya da kullanılan yarım bantlı elektrotlardan kaynaklanabilir. Yeni nesil koklear implantlardaki full bant ve straight elektrod vasıtasıyla modiolusa ve işitsel nöronlara daha yakın yerleşim odaklanmış stimülasyonu sağlamaktadır ve bunun sonucu olarak da Kİ2'lerden düşük seviyelerde eşik değerleri alınmaktadır (73).

Hem yaptığımız çalışmada hem de literatürde 2. Ameliyat sonrası Kİ1'in tNRI değerlerinin yüksek elde edilmesi Kİ fittingi için son derece önemlidir. Kİ2 açık iken Kİ1' e ait tNRI değerlerinin düşük elde edilmesi davranışsal eşikleri belirlenemeyen hastalarda tNRI' ın M seviyesi tespitinde kullanılması nedeniyle dikkat edilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Çalışmamızda ECAP eşikleri ikinci implant kapalı iken 7. elektrotta 3. elektora göre daha yüksek, 11. elektrottada 7. elektrottan daha yüksektir. Bu yönüyle çalışmamızda ECAP eşikleri açısından bazala doğru ilerledikçe eşiklerin artması literatürle uyumludur. Çalışmamızda 15. elektrotta ECAP eşiklerinin düşük olması literatürden farklı bir bulgu olarak göze çarpmaktadır. Bu durumun uygulanan ameliyat tekniğinden kaynaklanabileceği düşünülmekle beraber 15. elektrota özgü bir durum olabileceği de düşünülmüştür. Çalışmamızda tercih edilen elektrotların daha apikalindeki elektrotların ECAP eşiklerinin değerlendirilmesinin 15 elektrota özgü bir durum olup olmadığı sorusuna yanıt olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bundan sonraki çalışmalarda çok süre alsa da tüm elektrotların değerlendirilmesinin daha sağlıklı bir yaklaşım olabileceği düşünülmektedir

Yaptığımız çalışmada 3. elektrod (E3), 7. elektrod (E7), 11. elektrod (E11) ve 15. elektrod (E15) değerlendirilmiştir. Bazal, medial ve apikal bölgeden ölçümler alınmıştır. tNRI ölçümlerinde Kİ2 kapalı olduğunda tüm elektrodların cerrahi öncesi, 1. ay, 3. ay ve 6. ay ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Kİ2 aktive edilip tNRI ölçümleri 1. ay, 3. ay ve 6. ayda tekrar yapılmıştır. Kİ2 kapalı ve aktive edildiğinde elde edilen tNRI sonuçları karşılaştırıldığında tüm elektrodlar için

1. ay, 3. ay ve 6. ay ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı azalma bulundu. Elde edilen verilere göre Kİ2 aktive iken tüm elektrodlarda tNRI eşiklerinde düşme gözlendi. Örneğin; E3 için Kİ2 kapalı iken tNRI değeri 139.93±30.23 iken, aktive edildiğinde 120.0±34.37 olarak elde edilmiştir. Bu düşüş tüm elektrodlar için 1. ay, 3. ay ve 6. ay ölçümleri için geçerlidir. İkinci implant açıkken tNRI değerlerindeki bu azalma literatüre katkı anlamında ilk defa ortaya konulan bir bulgudur. Bu durum ikinci implant açıkken doğal ortamın sağlamış olduğu sesin, bir aksiyon potansiyeli oluşturmada etkisinin olduğu şeklinde yorumlanmıştır. İkinci implantın açıkken tNRI değerlerindeki düşme, biriken işitsel etkinin birleşik aksiyon potansiyeli üzerindeki etkisi olabileceğini düşündürmüştür. Doğal işitme ortamının birleşmiş aksiyon potansiyeli üzerine etkisi dışında her iki taraftan giden uyaranların işitsel çaprazlaşan yolların etkisi ile daha güçlü bir aksiyon potansiyeli oluşturabileceği de çıkan bulgular neticesinde düşünülmüştür. Daha güçlü birleşmiş aksiyon potansiyelinin tNRI eşiklerini de düşürebileceği şeklinde yorumlanmıştır. Tam olarak işitsel çaprazlaşma bölgesi anatomik lokalizasyonun altında olduğu düşünülen CAP (ABR de I ve II dalga bölgeleri) işitsel çaprazlaşma ile direkt bir anatomik ilişki kurulmasa da işitsel çaprazlaşmanın birçok alanda rol oynaması CAP eşiklerinin düşmesine neden olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Fakat tNRI ölçümlerinde apikal ve bazal elektrodlardan elde edilen değerler sıralı bir şeklide artma ve azalma eğiliminde değildir. Heterojen bir dağılım göstermektedir. Yani apikalde düşük, bazalda yüksek şeklinde değildir. Yapılan çalışmalarda apikalde elektrodun daha dar bir bölgeye ve spiral ganglionlara daha yakın yerleşmesi sonucu daha düşük ECAP sonuçları elde edilmiştir. Kokleanın apikali bazala göre daha dardır ve bu bölgede bazal membran geniştir. Bundan dolayı da apikal bölgedeki elektrot dizini modiolusa daha fazla yaklaşmaktadır (60, 74, 75). Ayrıca Geier ve Norton (76) apikal bölgedeki nöral sağ kalımın buna neden olduğunu belirtmiştir.

Van Wermeskerken ve ark. (77) ardışık olarak implante edilmiş 25 hastanın elektriksel uyarılmış bileşik aksiyon potansiyellerini (ECAP) inceledikleri çalışmalarında, intra-operative ölçümlerde hasta başına başarı oranını %97.4 olarak bulmuşlardır. Cafarelli ve ark. (78)'ı tarafından yapılan çok merkezli bir çalışmada ise yine yüksek bir hasta başına başarı oranı (%87) bildirilmiştir. Ancak, bu çok merkezli çalışmada hasta başına 20 elektrot çifti yerine sadece 5 test edilmiştir ve çok sayıda

hasta analizden çıkarılmıştır. Van Wermeskerken ve ark. (77)'nın yaptığı çalışmada sadece 5 elektrod değerlendirildiğinde ise hasta başına başarı oranı %68'dir. Bizim çalışmamızda ECAP cevapları olan hastalar çalışmaya dahil edildiği için böyle bir karşılaştırma yapma olanağı bulunmamaktadır. Elektrot bazında yapmış olduğumuz değerlendirmede ise çalışmaya aldığımız tüm hastalarda değerlendirmeye alınan elektrotların hepsinde de cevap görülmesi elektrotlar arasında bir uyumsuzluk, bir kısa devre olmadığını göstermesi açısından önemli olduğu düşünülmüştür.

Henkin ve ark. (61)'ı yaptıkları çalışmada Kİ kullanan çocukların ilk 3 ayında eşik seviyelerinin (T level), en rahat duyma seviyelerinin (Mseviyesi) ve dinamik alanlarının önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Üçüncü aydan itibaren ise eşik seviyeleri, en rahat duyma seviyeleri ve dinamik aralıklarının stabil hale geldiği belirtilmiştir (61). T seviyelerinin yükselmesi aynı çalışmada koklea içerisindeki anatomik ve fizyolojik değişimlere bağlanmıştır. Anatomik olarak fibröz doku ve kemik büyümesinin implantasyon sonrası ilk dönemde ortaya çıktığı gösterilmiştir (79). Henkin ve ark. (61)'ı Clarion Kİ kullanan çocuklarda hem T hem de M seviyelerinde koklear segmentler arasında anlamlı olmayan farkların sebebini elektrot dizileri ve stimülasyon modu arasındaki farkların bir yansımasına bağlamışlardır. Telmesani ve Said (80) 25 Nucleus 24 kullanıcısı çocuğun fitting zamanı ve 12 ay boyunca T ve C seviyelerini değerlendirdikleri çalışmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır. Fakat T ve C seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artış olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ikinci implant aktif olmadan zamana bağlı olarak M seviyeleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu sonuç literatürde Telmesani ve Said'in (80) çalışması ile uyumluluk göstermektedir.

Çalışmamızda da bilateral Kİ kullanıcılarının en rahat dinleme (M level) seviyeleri değerlendirilerek hastaların konforlu kullanımı için fitting algoritmaları oluşturulmaya çalışılmıştır. Kİ2 kapalı olduğunda 2. kulak cerrahi öncesi, 1. ay, 3. ay ve 6.ay ölçüm sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiş olması M seviyelerinin stabil hale geldiğini göstermektedir. Kİ2 aktive edildiğinde ise M seviyelerinde düşüşler gözlenmiş ve tüm ölçümler için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Kİ2'nin aktive edilmesi ile binaural işitme

sağlanmış ve M seviyelerinde düşüş gözlenmiştir. M seviyelerindeki düşüş bilateral Kİ ile işitme yolunun daha verimli hale geldiğini, muhtemelen sinir gruplarının daha hızlı ve daha fazla senkronizasyona bağlanabilir. Caldas ve ark. (81) bilateral implantlı çocuklarda periferik işitme yollarının senkronize iki taraflı gelişiminin gösterilmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu aktiviteye bağlı süreçlerin muhtemelen sinaptik ağların artmasından kaynaklabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda ikinci implant sonrası ikinci implant aktif iken birinci implantın tNRI ve M değerlerinde azalma olması literatür açısından önemli bir bulgudur. M değerlerindeki azalmanın nörofizyolojik olarak tNRI değerlerindeki azalma ile açıklanabilir olması ardışık bilateral uygulamalarında Kİ fittingi açısından kullanılabilir bir sonuçtur. ECAP ve M seviyesi gibi fitting sırasında yönlendirici parametrelerin bilateral ardışık uygulama ile nasıl değişime uğradığının bilinmesi, fitting algoritmalarının oluşturulmasında önemli bir katkı sağlayacaktır. Avrupada bilateral uygulamaların daha çok aynı seansta uygulanması, ardışık uygulamalar sonrası elektrofizyolojik değişiklikler hakkında kısıtlı bir bilgi olmasına neden olmaktadır. Ülkemizde bilateral uygulamaya geçilmesi ile önemli sayıda yapılan ardışık bilateral uygulama sonrası ulaşılan bu elektrofizyolojik değişimlerin bilinmesi klinisyenlere fitting sırasında önemli kolaylıklar sağlayacaktır. Aynı zamanda hastalar açısından daha iyi programlama sonuçlarının ortaya çıkması açısından elde edilen sonuçlarımız önemli olabilir. Sonuç olarak, bilateral koklear implantın fittinginin doğru bir şekilde yapılması implanttan sağlanan faydayı artıracaktır. Yaptığımız çalışmada impedans, tNRI ve M seviyeleri tespit edilmiş ve bilateral ardışık Kİ uygulamalarındaki değişimler ortaya konmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Bilateral ardışık Kİ uygulamalarında ikinci implant aktif hale gelmeden, zaman içinde birinci implanta ait impedans, tNRI ve M seviyeleri değerlendirildiğinde anlamlı değişiklikler gözlenmedi.

2. Bilateral ardışık Kİ uygulamalarında ikinci implant aktif hale geldiğinde birinci implanttan elde edilen tNRI ve M değerleri ikinci implant aktif hale gelmeden elde edilen tNRI ve M değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı oranda daha düşük elde edildi.

3. Bilateral ardışık Kİ uygulamalarında ikinci implant aktif hale geldiğinde birinci implanttan elde edilen impedans değerleri ikinci implant aktif hale gelmeden elde edilen impedans sadece 1. Ayda istatistiksel olarak anlamlı oranda daha düşük elde edildi.

4. Bilateral ardışık Kİ uygulamalarında tNRI ve M seviyesi gibi fitting sırasında yönlendirici parametrelerin bilateral ardışık uygulama ile nasıl değişime uğradığının bilinmesi fitting algoritmalarının oluşturulmasında önemli bir katkı sağlayacaktır.

5. Bilateral ardışık Kİ uygulamalrında İkinci implantın aktive edilmesi ile binaural işitme sağlanmış ve tNRI ve M seviyelerinde düşüş gözlenmiştir. Bu seviyelerindeki düşüş bilateral Kİ ile işitme yolunun daha verimli hale gelmesi ile nöral grupların daha hızlı ve daha fazla senkronizasyona bağlanabilir.

6. Avrupada bilateral uygulamaların aynı seansta daha çok uygulanması ardışık uygulamalar sonrası elektrofizyolojik değişiklikler hakkında kısıtlı bir bilgi olmasına neden olmaktadır. Ülkemizde bilateral uygulamaya geçilmesi ile önemli sayıda yapılan ardışık bilateral uygulama sonrası ulaşılan bu elektrofizyolojik değişimlerin bilinmesi klinisyenlere fitting sırasında önemli kolaylıklar sağlayacaktır.

7. Ardışık implant uygulaması ülkemizde yaygın bir uygulama olduğundan elde edilen elektrofizyolojik ve elektroakustik değerler eş zamanlı implant

uygulamasında elde edilen değerlerle karşılaştırılması çalışmanın bir sonraki ayağı olarak önerilir.

8. Ardışık implant uygulamaları ile elde ettiğimiz çalışma veriler eş zamanlı implant uygulamaları için bir kaynak teşkil edebilir.

9. Elde etmiş olduğumuz verilerle ardışık implant uygulamaları sonrası ortaya çıkabilecek yaşam kalitesindeki değişimlerin ilişkilendirilmesi bundan sonraki çalışmalar için önerilir.

10. Ardışık implant uygulamasının hasta ve yakınları üzerindeki psikososyal etkisinin araştırılmasında çalışma verilerimiz bundan sonraki çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Pfingst BE, Franck KH, Xu L, Bauer EM and Zwolan TA. Effects of electrode configuration and place of stimulation on speech perception with cochlear prostheses, *J Assoc Res Otolaryngol*, 2001, 2: 87-103.

2. Shin YJ, Fraysse B, Deguine O, Vales O, Laborde ML and Bouccara D. Benefits of cochlear implantation in elderly patients, *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2002, 122: 602-6.

3. Kiefer J, Von IC and Reimer B. Results of cochlear implantation in patients with severe to profound hearing loss – implications for patient selection, *Audiology*, 1998, 37: 382-395.

4. Wolfe J, Schafer EC. *Programming Cochlear Implants,* 1st ed. San Diego CA, Plural Publishing, 2010, 24-25.

5. Sparreboom M, Snik AF, Mylanus EA. Sequential bilateral cochlear implantation in children quality of life, *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012, 138 (2): 134-141.

6. Sipahi S. Koklear İmplantlarda İmpedans, T ve C Değerlerinin Yıllara Göre Değişimi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, Ankara: Başkent Üniversitrsi, 2012.

7. Todt I, Utca J, Karimi D, Ernst A, Mittmann P. Cochlear implant electrode sealing techniques and related intracochlear pressure changes, *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017, 46 (1): 40.

8. Van Hoesel RJ. Contrasting benefits from contralateral implants and hearing aids in cochlear implant users, *Hear Res*., 2012, 288: 100–113.

9. Luxford WM, Surgery For Cochlear Implantation. In: Brackmann DE, Shelton C, Arriaga MA (eds). *Otologic Surgery*, 1 st ed. Philadelphia, W B Saunders Campany, 1994: 426–36.

10. Olgun Y, Güneri EA. Bilateral Koklear İmplantasyon. İçinde: Önerci M, Yiğit Ö (editörler). *Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisinde Güncel Yaklaşımlar-Koklear İmplantasyon,* 4. Baskı. Ankara, Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi, 2015: 235-236.

11. Otçu B. Ardışık Bilateral Koklear İmplant Uygulanan Çocuk Hastalarda Elektrofizyolojik Değişikliklerin İncelenmesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 2018.

12. Erdem BK. Unilateral, Bimodal Ve Bilateral Koklear İmplant Kullanıcılarında Konuşma, Uzaysal Algı Ve İşitme Kalitesinin Değerlendirilmesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, 2018.

13. Chan JCY, Freed DJ, Vermiglio AJ, Soli SD. Evaluation of binaural functions in bilateral cochlear implant users, *International Journal of Audiology*, 2008, 47 (6): 296- 310.

14. Dunn CC, Tyler RS, Witt SA. Benefit of wearing a hearing aid on the unimplanted ear in adult users of cochlear implant, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2005, 48 (3): 668- 680.

15. Advanced Bionics Corporation Scientific Papers. Hearing with two ears: technical advances for bilateral cochlear implantation. https://advancedbionics.com/content/dam/advancedbionics/Documents/Global/en_ce/Professional/Technical-Reports/Bilateral-Cochlear-Implants/AB_Tech_Advances_for_BilateralJ_Coclear_Implantation_article.pdf. 15 Ocak 2019.

16. Lusting LR, Wackym A. Bilateral cochlear implantation, *Operative Techniques in Otolaryngology*, 2005, 16 (2): 125-130.

17. Litovsky RY, Gordon K. Bilateral cochlear implants in children: Effects of auditory experience and deprivation on auditory perception, *Hear Research*, 2016, 338: 76-87.

18. Summerfield AQ, Lovett RE, Bellenger H, Batten G. Estimates of the cost-effectiveness of pediatric bilateral cochlear implantation, *Ear Hear,* 2010, 31: 611-624.

19. Wilson BS, Dorman MF. Cochlear implants: Current designs and future possibilities, *Rehabil Res Dev.*, 2008, 45 (5): 695-730.

20. Öğüt F, Engin EZ. Koklear İmplantlar ve Konuşma İşlemcisi Stratejileri. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci*, 2006, 2 (10): 7-14.

21. Akyıldız N. *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi,* 1. Baskı. Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998: 22-61, 77-101.

22. Hyde M, Punch R, Komesaroff L. A Comparison of the anticipated benefits and received outcomes of pediatric cochlear implantation: Parental perspectives, *American Annals of the Deaf*, 2010, 155 (3): 322-338.

23. Peñaranda A, Suarez RM, Nino NM, Aparicio ML, Garcia JM, Baron C. Parents' narratives on cochlear implantation, *Cochlear Implants International,* 2011, 12 (3): 147-156.

24. Zaidman-Zait A, Jamieson JR. Providing web-based support for families of infants and young children with established disabilities, *Infant &Young Children*, 2007, 20 (1): 11-25.

25. Gökdoğan Ç. Preoperative audiological assessment and postoperative follow up in cochlear ımplant candidates, *Türkiye Klinikleri J ENT Special Topics,* 2012, 5(11): 27-32.

26. Hall JW III. Crosscheck principle in pediatric audiology today: A 40-Year perspective, *J Audiol Otol*., 2016, 20 (2): 59-67.

27. Zwolan TA. Cochlear Implants. In: Katz J (ed). *Handbook of Clinical Audiology,* 6th ed. USA, Lippincott Williams&Wilkins, 2009: 912-934.

28. Sennaroğlu G, Koklear İmplantasyon Öncesi Ve Sonrası Odyolojik Değerlendirme ve Takip. İçinde: Gündüz M, Karabulut H. (editörler). *Odyolojide*

Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar. 1. Baskı. Ankara, Nobel Tıp Kitabevi, 2015: 499-503.

29. American Speech and Hearing Association. http://www.asha.org/. 10 Mayıs 2017.

30. Edwards LC. Children with cochlear implants and complex needs: A review of outcome research and psychological practice, *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 2007, 12 (3): 258-268.

31. Sennaroğlu L. Koklear implantasyon. İçinde: Koç C (editör). *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Ve Baş Boyun Cerrahisi*, Ankara, Turgut Yayıncılık, 2004: 403-414.

32. May-Mederake B. Early intervention and assessment of speech and language development in young children with cochlear implants, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2012, 76 (7): 939-46.

33. Nikolopoulos TP, Lloyd H, Archbold S, O'Donoghue GM. Pediatric cochlear implantation: The parents' perspective, *Archives of Otolaryngology: Head and Neck Surgery*, 2001, 127 (4): 363-367.

34. Fadda S. Psychological aspects when counseling families who have children with cochlear implants, *The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, 2011, 24 (1): 104-106.

35. Weisel A, Most T, Michael R. Mothers' stress and expectations as a function of time since child's cochlear implantation, *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 2007, 12 (1): 55-64.

36. Zaidman-Zait A, Jamieson JR. Providing web-based support for families of infants and young children with established disabilities, *Infant &Young Children*, 2007, 20 (1): 11-25.

37. Punch R, Hyde M. Social participation of children and adolescents with cochlear implants: A qualitative analysis of parent, teacher, and child interviews, *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 2011, 6 (3): 432-456.

38. DesJardin J. Family empowerment: Supporting language development in young children who are deaf or hard of hearing, *Volta Review*, 2006, 106 (3): 275-298.

39. Luterman D. Counselling families of children with hearing loss and special needs, *The Volta Review*, 2004, 104 (4): 215-220.

40. Türkiye Cumhuriyeti Sosyal Güvenlik Kurumu Sağlık Uygulama Tebliği, T.C. Resmi Gazete, Sayı:30673, 1 Şubat 2019.

41. Bayazıt Y. İşitme İmplantları. İçinde: Gündüz M, Karabulut H. (editörler). *Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar*, 1. Baskı. Ankara, Nobel Tıp Kitabevi, 2015: 365.

42. Clark GM, Cowan RSC, Dowel RC. *Cochlear İmplantation For İnfants And Children*, 1st ed. San Diego, Singular Publishing Group inc, 1997: 156.

43. Sennaroğlu G, Koklear İmplantasyon Öncesi Ve Sonrası Odyolojik Değerlendirme ve Takip. İçinde: Gündüz M, Karabulut H. (editörler). *Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar,* 1. Baskı. Ankara, Nobel Tıp Kitabevi, 2015: 487.

44. Sennaroğlu L, Sennaroğlu G, Yücel Esra. Koklear İmplantasyon. İçinde: Koç C (editör). *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*, Ankara, Turgut Yayıncılık, 2004, Sayfa: 326-338.

45. Gülalpoğlu Z. Koklear İmplant Kullanıcılarında Değişen Empedans Telemetri Değerlerinin Boylamsal Olarak Retrospektif Değerlendirilmesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, 2012.

46. Bayrak S. İç Kulak Anomalisiz Koklear İmplantlı Çocuklarda Elektriksel Uyarılmış İşitsel Beyinsapı Potansiyelleri Ve İşitsel Aksiyon Potansiyellerinin Karşılaştırılması, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, İzmir: Dokuz Eylül, 2012.

47. Abbas PJ, Brown CJ, Shallop JK, Friszt JB, Hughes ML, Hong SH. Summary of results using the nucleus CI24m ımplant to record the electrically evoked compound action potential, *Ear Hearing*, 1999; 20 (3): 45-59.

48. Cullington H. Preliminary neural response telemetry results, *British Journal of Audiology*, 2000; 34: 131-140.

49. Brown CJ, Abbas PJ, Gantz B. Preliminary experience with Neural Response Telemetry in the Nucleus CI24M cochlear implant, *The American Journal of Otology*, 1998, 19: 320-327.

50. Wolfe J, Schafer EC, *Programming Cochlear Implants*, 2end ed. San Diego CA, Plural Publishing, 2015: 129-139.

51. Sparreboom M, Leeuw AR, Snik AF, Mylanus EA. Sequential bilateral cochlear implantation in children: Parents' perspective and device use, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2012, 76 (3): 339-44.

52. Cevizci R, Bayazıt YA. Bilateral cochlear ımplantation, *Türkiye Klinikleri J E.N.T.-Special* Topics, 2015, 8 (2): 5-82.

53. Boons T, Brokx JP, Frijns JH. Effect of pediatric bilateral cochlear implantation on language development, *Arch Pediatr Adolesc Med.*, 2012, 166: 28-34.

54. Grieco CT, Litovsky R, Werner L. Using the observer-based psychophysicalprocedure to assess localization acuity in toddlers who use bilateral cochlear ımplants, *Otol Neurotol*, 2008, 29 (2): 235-239.

55. Asp F, Eskilsson G, Berninger E. Horizontal sound localization in children with bilateral cochlear implants: effects of auditory experience and age at implantation *Otol Neurotol*, 2011, 32 (4): 64-558.

56. Wie OB. Language development in children after receiving bilateral cochlear implants between 5 and 18 months, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2010, 74 (11): 66-1258.

57. De Raeve L, Vermeulen A, Snik A. Verbal cognition in deaf children using cochlear implants: Effect of unilateral and bilateral stimulation, *Audiol Neurootol*, 2015, 20 (4): 6-261.

58. Laszig R, Aschendorff A, Stecker M. Benefits of bilateral electrical stimulation with the nucleus cochlear implant in adults: 6-month postoperative results, *Otol Neurotol* 2004, 25 (6): 958-968.

59. Xi X, Han D, Huang D, Yang W, Hong M. A longitudinal study of electrode impedance in nucleus 24M cochlear implant users, *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*, 2003, 17 (10): 5-593.

60. Hughes ML, Vander Werff KR, Brown CJ. A longitudinal study of electrode impedance, the electrically evoked compound action potential, and behavioral measures in nucleus 24 cochlear implant users, *Ear Hear*, 2001, 22(6): 86-471.

61. Henkin Y, Kaplan-Neeman R, Kronenberg J, Migirov L, Hildesheimer M, Muchnik C. A longitudinal study of electrical stimulation levels and electrode impedance in children using the Clarion cochlear implant, *Acta Otolaryngol*, 2006, 126 (6): 6-581.

62. Zadrozniak M, Szymański M, Siwiec H, Broda T. Impedance changes in cochlear implant users, *Otolaryngol Pol.*, 2011, 65 (3): 7-214.

63. Petrov SM, Shchukina AA. Monitoring of implant electrode impedance, *Vestn Otorinolaringol*, 2011, (2): 2-30.

64. Dorman MF, Smith LM, Dankowski K, McCandless G, Parkin JL. Long-term measures of electrode impedance and auditory thresholds for the Ineraid cochlear implant, *J Speech Hear Res.*, 1992, 35 (5): 30-1126.

65. Raghunandhan S, Ravikumar A, Kameswaran M, Mandke K, Ranjith R. Electrophysiological correlates of behavioral comfort levels in cochlear ımplantees: A prospective study, *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.*, 2015, 67 (3): 22-210.

66. Jeon EK, Brown CJ, Etler CP, O'Brien S, Chiou LK, Abbas PJ. Comparison of electrically evoked compound action potential thresholds and loudness estimates for the stimuli used to program the Advanced Bionics cochlear implant, *J Am Acad Audiol.*, 2010, 21 (1): 16-27.

67. Han DM, Chen XQ, Zhao XT, et al. Comparisons between neural response imaging thresholds, electrically evoked auditory reflex thresholds and most comfortable loudness levels in CII bionic ear users with HiResolution sound processing strategies, *Acta Otolaryngol*, 2005, 125 (7): 732–735.

68. Akın I, Kuran G, Saka C, Vural M. Preliminary results on correlation between neural response imaging and 'most comfortable levels' in cochlear implantation, *J Laryngol Otol.*, a2006, 120 (4): 261–265.

69. Wolfe J, Kasulis H. Relationships among objective measures and speech perception in adult users of the HiResolution Bionic Ear., *Cochlear Implants Int.*, 2008, 9 (2): 70–81.

70. Brown CJ, Hughes ML, Luk B, Abbas PJ, Wolaver A, Gervais J. The relationship between EAP and EABR thresholds and levels used to program the nucleus 24 speech processor: Data from adults, *Ear Hear*, 2000, 21 (2): 151–163.

71. Hughes ML, Brown CJ, Abbas PJ, Wolaver AA, Gervais JP. Comparison of EAP thresholds with MAP levels in the nucleus 24 cochlear implant: Data from children, *Ear Hear*, 2000, 21 (2): 164–174.

72. Salloum CA, Valero J, Wong DD, Papsin BC, van Hoesel R, Gordon KA. Lateralization of interimplant timing and level differences in children who use bilateral cochlear implants, *Ear Hear*, 2010, 31 (4): 441-56.

73. Gordon KA, Chaikof MH, Salloum C, Goulding G, Papsin B. Toward a method for programming balanced bilateral cochlear implant stimulation levels in children, *Cochlear Implants Int.*, 2012, 13 (4): 220-7.

74. Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. Toward a battery of behavioral and objective measures to achieve optimal cochlear implant stimulation levels in children, *Ear Hear*, 2004, 25 (5): 447-63.

75. Henkin Y, Kaplan-Neeman R, Muchnik C, Kronenberg J, Hildesheimer M. Changes over time in the psycho-electric parameters in children with cochlear implants, *Int J Aud.*, 2003, 42: 274-8.

76. Geier LL, Norton SJ. The effects of limiting the number of Nucleus 22 cochlear implant electrodes programmed on speech perception, *Ear Hear*, 1992, 13: 340-8.

77. Wermeskerken GK, Olphen AF, Zanten GA. A comparison of intra- versus post-operatively acquired electrically evoked compound action potentials, *Int J Audiol*, 2006, 45 (10): 589-94.

78. Cafarelli Dees D, Dillier N, Lai WK, et al. Normative findings of electrically evoked compound action potential measurements using the neural response telemetry of the Nucleus CI24M cochlear implant system, *Audiol Neurootol*, 2005, 10 (2): 105-16.

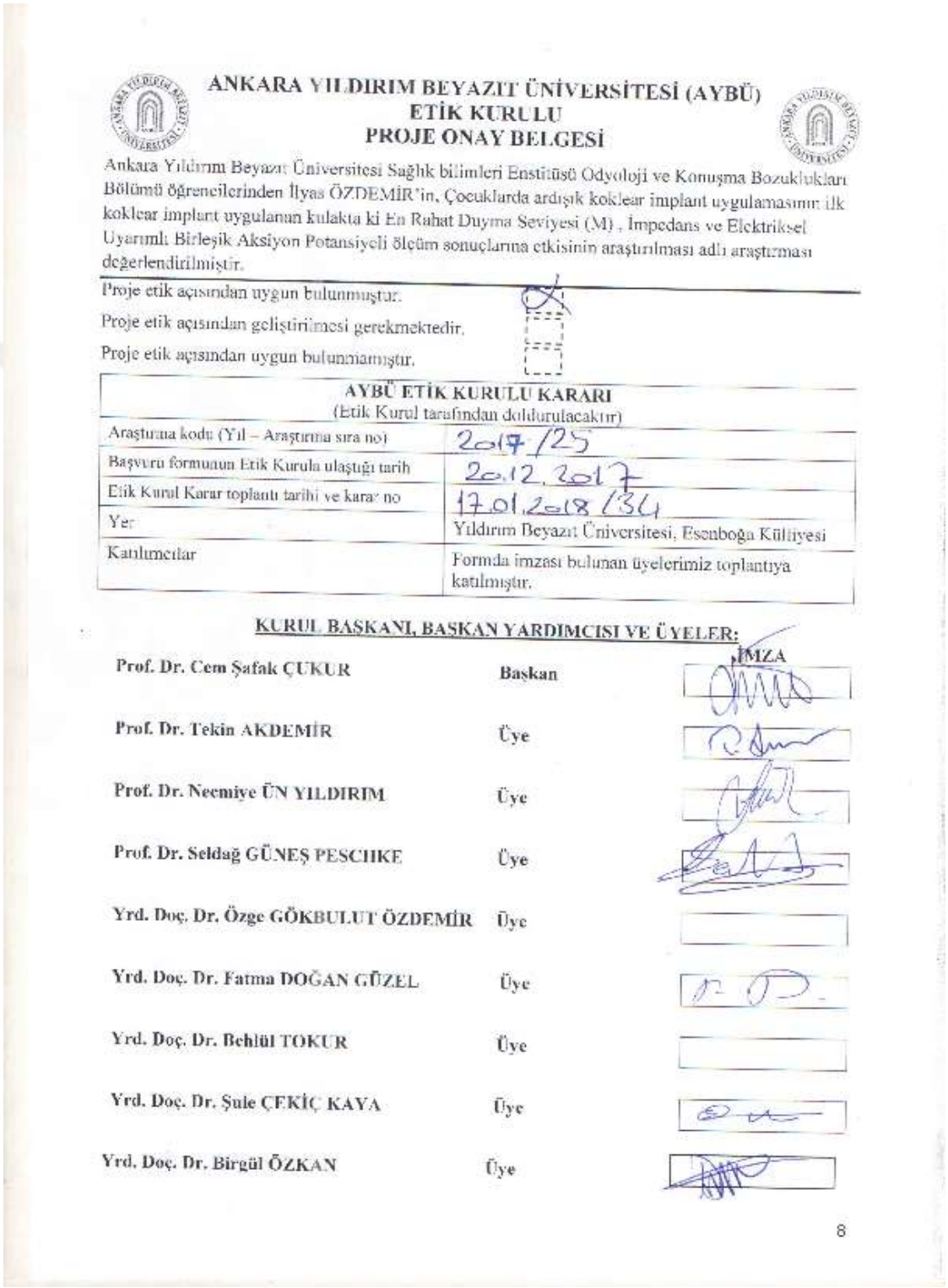
79. Kawano A, Seldon HL, Clark GM, Ramsden RT, Raine CH. Intracochlear factors contributing to psychophysical percepts following cochlear implantation, *Acta Otolaryngol* (Stockh), 1998, 118: 313-26.

80. Telmesani LM, Said NM. Electrically evoked compound action potential (ECAP) in cochlear implant children: Changes in auditory nerve response in first year of cochlear implant use, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2016, 82: 28-33.

81. Caldas FF, Cardoso C, Barreto M, et. al. Analysis of electrically evoked compound action potential of the auditory nerve in children with bilateral cochlear implants, *Braz J Otorhinolaryngol*, 2016, 82 (2): 123-30.

8. EKLER

EK 1. Proje Onay Belgesi



ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ (AYBÜ)
ETİK KURULU
PROJE ONAY BELGESİ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bölümü öğrencilerinden İlyas ÖZDEMİR'in, Çocuklarda ardışık koklear implant uygulamasının ilk koklear implant uygulanan kulakta ki En Rahat Duyma Seviyesi (M) , İmpedans ve Elektriksel Uyarımlı Birleşik Aksiyon Potansiyeli ölçüm sonuçlarına etkisinin araştırılması adlı araştırması değerlendirilmiştir.

Proje etik açısından uygun bulunmuştur.	X
Proje etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir.	
Proje etik açısından uygun bulunmamıştır.	

AYBÜ ETİK KURULU KARARI (Etik Kurul tarafından doldurulacaktır)	
Araştırma kodu (Yıl – Araştırma sıra no)	2017/125
Başvuru formunun Etik Kurula ulaştığı tarih	20.12.2017
Etik Kurul Karar toplantı tarihi ve karar no	17.01.2018/134
Yer	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Esenboğa Kütüphanesi
Katılımcılar	Formda imzası bulunan üyelerimiz toplantıya katılmıştır.

KURUL BAŞKANI, BAŞKAN YARDIMCISI VE ÜYELER:

		İMZA
Prof. Dr. Cem Şafak ÇUKUR	Başkan	
Prof. Dr. Tekin AKDEMİR	Üye	
Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM	Üye	
Prof. Dr. Seldağ GÜNEŞ PESCHKE	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Özge GÖKBULUT ÖZDEMİR	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Fatma DOĞAN GÜZEL	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Behlül TOKUR	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Şule ÇEKİÇ KAYA	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Birgül ÖZKAN	Üye	

8

EK 2. Bilgilendirilmiş Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi **İlyas ÖZDEMİR** tarafından yürütülen "**Çocuklarda ardışık koklear implant uygulamasının ilk koklear implant uygulanan kulakta ki en rahat duyma seviyesi (M) , impedans ve elektriksel uyarımlı birleşik aksiyon potansiyeli ölçüm sonuçlarına etkisinin araştırılması**" başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. Araştırmayla İlgili Bilgiler:

a. Araştırmanın Amacı: Koklear implantta işitme sinirinin uyarılması elektromanyetik yolla olduğundan karşı kulağa takılan ikinci implant sonrası elektromanyetik etki ilk takılan implanta ait En Rahat Duyma Seviyesi (M), İmpedans, Elektriksel Uyarımlı Birleşika Aksiyon Potansiyeli Bulgular üzerinde bir etki oluşturmakta mıdır?

b. Araştırmanın İçeriği: Elektrofizyolojik ölçümler

Araştırmanın Nedeni: ☐ Bilimsel araştırma ☒ Tez çalışması

c. Araştırmanın Öngörülen Süresi: 6ay

d. Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı:30

e. Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): T.C. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Özel Gaziosmanpaşa Hastanesi

2. Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağını anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin;
Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

Araştırmacının
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

EGEBAYEK Form 2
Y.T. / REV. : 01.2013/ 00

EK 3. Bilimsel Araştırma Bilgi Toplama Formu

BİLİMSEL ARAŞTIRMA BİLGİ TOPLAMA FORMU

Araştırma Konusu: Çocuklarda ardışık koklear implant uygulamasının ilk koklear implant uygulanan kulakta ki En Rahat Duyma Seviyesi (M) , İmpedans ve Elektriksel Uyarımlı Birleşik Aksiyon Potansiyeli ölçüm sonuçlarına etkisinin araştırılması

Danışman Öğretim Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Kazım BOZDEMİR
Araştırmacı: Uzm. Ody. Öğr. İlyas ÖZDEMİR

Katılımcının Adı Soyadı	
Doğum Tarihi	
İlk Ameliyat Tarihi	
İlk Ameliyat Olunan Kulak	
Kullanılan implant	
Kullanılan İşlemci	
İkinci Ameliyat Tarihi	
Kullanılan İmplant	
Kullanılan İşlemci	
İşlemciyi Ortalama Günlük Kullanım Süresi	
Cihazını takmayı kendisi istiyor mu?	
Ek Engeli Var Mı?	
İşitme Kaybı Tanısı Nedir?	

EK 4. Sağlık Uygulama Tebliği

SOSYAL GÜVENLİK KURUMU SAĞLIK UYGULAMA TEBLİĞİ

3.3.36.B- Koklear İmplant

(1) Koklear implant, bilateral ileri-çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan ve işitme cihazından yarar görmeyen veya Sağlık Bakanlığı İşitsel İmplantlar Bilimsel Danışma Komisyonu tarafından koklear implant yerleştirilmesi uygun görülen kişilerde uygulanması halinde Kurumca bedeli karşılanır.

(2) En az 3 (üç) aylık süre ile binaural işitme cihazı kullanımından fayda görmediği sağlık kurulu raporunda belirtilmelidir.

(3) Aşağıdaki kriterlerden en az birisine haiz olduğu sağlık kurulu raporu ile belgelenen kişilerde Kurumca bedeli karşılanır:

a) Alıcı ve/veya ifade edici dil yaşı ile kronolojik yaş arasında 4 (dört) yıldan daha az fark olması veya alıcı ve/veya ifade edici dili 4 (dört) yaş ve üstü olması (4-18 yaş, kronolojik yaşa bakılmaksızın),

b) Post-lingual işitme kaybı olması.

(4) Sağlık kurulu raporu, aynı resmi sağlık kurumunda çalışan 3 (üç) kulak burun boğaz hastalıkları uzman hekimi tarafından düzenlenir. Rapor ekinde aynı resmi sağlık kurumunda görevli 1 (bir) odyolog tarafından yapılan odyolojik değerlendirme sonuç belgesi ve 1 (bir) psikolog veya 1 (bir) dil konuşma terapisti tarafından yapılan değerlendirme sonuç belgesi bulunmalıdır.

(5) Elektrod yerleşimini sağlayacak kadar iç kulak gelişiminin olduğu ve koklear sinirin varlığı yüksek çözünürlükte bilgisayarlı tomografi ve/veya manyetik rezonans görüntüleme raporu ile gösterilmelidir.

(6) Menenjit sonrası oluşan işitme kayıplarında, koklear implantasyon kriterlerine uygun olması şartıyla, 3 (üç) aylık süre ile binaural işitme cihazı kullanımından fayda görmeme kuralı aranmaksızın, sağlık kurulu raporu ile belgelendirilmesi halinde Kurumca bedeli karşılanır.

(7) İşitsel nöropati tanısı alan olgularda; en az 6 (altı) ay süreyle işitme rehabilitasyonu ve eğitiminden fayda görmediğinin odyolojik değerlendirme ve sağlık kurulu raporu ile belgelendirilmesi halinde Kurumca bedeli karşılanır.

(8) Eş zamanlı veya ardışık bilateral koklear implant uygulaması kriterleri sağlık kurulu raporunda belirtilmesi kaydıyla aşağıdaki gibidir.

a) Koklear implantsyon kriterlerini karşılayan 12-48 ay arası çocuklar,

b) Yaş sınırı aranmaksızın post-lingual dönemde gelişen menenjit sonrası odyolojik kriterlere haiz ileri derecede sensörinöral işitme kayıpları,

c) 48 ayın üzerindeki hastalarda (48 aylık olanlar hariç) ileri derecede sensörinöral işitme kaybına eşlik eden bilateral körlük.

(9) Koklear implant uygulaması sonrası gelişen enfeksiyon, kolesteatom, tümör nedeniyle koklear implantın iç parçasının işlevselliğini yitirmesi durumunda, süre aranmaksızın bu durumun sağlık kurulu raporu ile belgelendirilmesi halinde sadece cerrahi olarak yerleştirilen iç parçanın bedeli Kurumca karşılanır.

(10) Koklear implantın, 12 (oniki) ayın altındaki hastalara uygulanması halinde Kurumca bedeli karşılanmaz.

(Mülga: RG- 01/02/2019- 30673/ 6 md. Yürürlük: 12/02/2019)

~~**(11) Koklear implant, cihaz ve aksesuarlar işlem bedeline dahil olarak Kurumca karşılanır.**~~

(12) Odyolojik değerlendirme; odyometrik inceleme, timpanometri, stapes refleks eşiği testi, klinik otoakustik emisyon testi, ABR testleri ile yapılır. Koklear implantın uygulanmasında aşağıdaki odyolojik kriterler dikkate alınır.

a) 2 (iki) yaş üstü çocuklarda ve erişkinlerde bilateral 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'lerdeki işitme eşikleri ortalamasının 80 dB'den daha kötü olması veya bir kulakta 70 dB ve daha kötü, karşı kulakta 90 dB ve daha kötü, konuşmayı ayırt etme testi yapılabilen hastalarda konuşmayı ayırt etme skorunun %30'un altında olması gereklidir.

b) 2 (iki) yaş ve altı çocuklarda, bilateral 90 dB HL'den daha fazla sensörinöral işitme kaybının olması gereklidir.

(13) Koklear implant asgari çanta içeriği; konuşma işlemcisi, transmitter, 12 adet 675 p düğme pil, şarj edilebilir pil ünitesi, 3 adet şarj edilebilir pil ve şarj cihazı (şarj edilebilir pilleri standart üretiminde olmayanlar için 150 adet 675 p düğme pil ya da şarj edilebilir özel veya AAA pil (4 adet)), ara kablo, yedek ara kablo (3 adet), yedek mıknatıs, konuşma işlemcisi test cihazı, nem alma ve kurutma kiti, temizleme apereyi, dış parça taşıma çantası veya kutusu, günlük kullanım çantası, Türkçe kullanım kılavuzu, pil tutucu veya yuvası (2 adet) ile yedek pil yuvası kapağı (işlemci içinde olanlarda aranmaz), yedek kulak kancası (cihazda kullanımı gerekmiyorsa istenmez), yedek kulak kancası pini (cihazda kullanımı gerekmiyorsa istenmez), pin çıkarma aleti (pini olmayan cihazlarda istenmez), tornavida (cihazda kullanımı gerekmiyorsa istenmez), uzaktan kumanda (cihazın kullanımı için gerekli değil ise istenmez).

EK 5. Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı	: İlyas ÖZDEMİR
Doğum tarihi	: 09.10.1988
Doğum yeri	: Ankara
Medeni hali	: Evli
Uyruğu	: T.C. Vatandaşı
Adres	: Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Anabilim Dalı, Ankara
Tel	: 0505 922 0441
Faks	:
E-mail	: ilyasozdemir27@gmail.com
EĞİTİM	
Lise	: Başkent Lisesi
Lisans	: Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Yüksek lisans	: Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Anabilim Dalı
YABANCI DİL BİLGİSİ	
İngilizce	: Orta Düzey
ÜYE OLUNAN MESLEKİ KURULUŞLAR	