CEYDA KANAK	KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA CROS CİHAZI UYGULAMASI VE İŞİTSEL KORTİKAL CEVAPLAR ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	İSTANBUL,2019

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA CROS CİHAZI UYGULAMASI VE İŞİTSEL KORTİKAL CEVAPLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

CEYDA KANAK

DANIŞMAN
PROF. DR. AHMET ATAŞ

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ, DİL VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İSTANBUL-2019

Bu çalışma 25.06.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji, Dil ve Konuşma Bozuklukları Tezli Yüksek Lisans Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Prof. Dr. Ahmet ATAŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Tıp Fakültesi

Doç. Dr. Zahra POLAT
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Sağlık Bilimleri Fakültesi

Doç. Dr. Sezer KÜLEKÇİ
İstanbul Aydın Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi

BEYAN

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

Ceyda Kanak



İTHAF

Her zaman desteklerini ve bana olan inançlarını hissettiğim
canım Annem'e ve Babam'a,
ve
ilham kaynağım olan Farah'a
ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında emeklerini ve sabrını esirgemeyen, her zaman yanımda olan tez danışmanım bölüm başkanımız saygıdeğer hocam Prof. Dr.Ahmet Ataş'a,

Yardımlarından dolayı değerli hocam, bölüm başkan yardımcımız Doç. Dr. Zahra Polat'a,

İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, KBB-Odyoloji Bölümü'ndeki tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma,

Tezim süresince yanımda olan ve beni destekleyen başta Pınar Turhan olmak üzere tüm Advanced Bionics Ailesi'ne içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI ..... İİ
BEYAN ..... İİİ
İTHAF ..... İV
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER ..... Vİ
TABLOLAR LİSTESİ ..... Vİİİ
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... İX
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ ..... Xİ
ÖZET ..... Xİİ
ABSTRACT ..... Xİİİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 2
2.1. İşitme Sistemi 2
2.1.1. Santral İşitme Sistemi 2
2.1.1.1. İşitsel Santral Sistemin Çıkan (Ascending) Yolları 3
2.1.1.2. İşitsel Santral Sistemin İnen (Descending) Yolları 8
2.2. Binaural ve Monaural İşitme 9
2.3. CROS İşitme Cihazları 12
2.4. Koklear İmplant Sistemi 14
2.4.1. Phonak Naida Link™ CROS 18
2.5. Koklear İmplant ve Objektif Değerlendirme Yöntemleri 22
2.5.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller 22
2.5.1.1. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ve Ölçümü 24
3. GEREÇ VE YÖNTEM 27
3.1. Katılımcılar 27
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri 28
3.1.2. Çalışmadan Dışlanma Kriterleri 28
3.2. Yöntem 28
3.2.1. Bilgi Formu 28
3.2.2. Odyolojik Değerlendirme 29
3.2.2.1. Saf Ses Odyometrik Değerlendirme 29

3.2.2.2. Serbest Alan Odyometrik Değerlendirme 29
3.2.2.3. Konuşma Odyometrisi Değerlendirmesi 29
3.2.2.4. Eşik Optimizasyonu ve CROS Cihazın Aktivasyonu 30
3.2.2.5. İşitsel Uyarılmış Kortikal Cevap Odyometresi 30
3.3. İstatistiksel Yöntem 33
4. BULGULAR 34
4.1. Serbest Alan Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması 34
4.2. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyellerin Karşılaştırılması 35
4.3. Korelasyon Analizleri 40
5. TARTIŞMA 46
KAYNAKLAR 53
FORMLAR 60
ETİK KURUL KARARI 67
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI 68
ÖZGEÇMİŞ 69

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Unilateral koklear implant hastalarında farklı binaural etki seçeneklerinin geri dönütleri, avantajları ve dezavantajları 11
Tablo 3.1: Katılımcıların Demografik Bilgileri 27
Tablo 4.1: Katılımcıların yaş, cinsiyet ve implantlı kulak yönü 34
Tablo 4.2: İUKP cevapları latanslarına ait ortalama, standart sapma ve p değerleri 36
Tablo 4.3: İUKP cevapları amplitüd ortalamaları, standart sapma ve p değerleri 38
Tablo 4.4: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevapları latans korelasyon tablosu 42
Tablo 4.5: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevapları amplitüd korelasyon tablosu 44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Santral İşitme Sistemi İnen ve Çıkan Yollar 2
Şekil 2.2: İşitsel Santral Sistemi Çıkan Yollar 3
Şekil 2.3: İşitsel Yollardaki Yapıların Şematik Gösterimi 5
Şekil 2.4: İşitsel Korteks ve Yapıları 6
Şekil 2.5: Başın Gölge Etkisi Diyagramı 10
Şekil 2.6: BiCROS İşitme Cihazı Ses Aktarım Diyagramı 12
Şekil 2.7: Kİ ve CROS simülasyonu için oluşturulan sistem 13
Şekil 2.8: Koklear İmplantasyon ve Yerleşimi 14
Şekil 2.9: Koklear İmplant Sisteminin Anatomik Yerleşimi 15
Şekil 2.10: Koklear İmplant Teknolojisinin Zaman İçerisindeki Gelişimi 16
Şekil 2.11: Koklear implant iç parçası 16
Şekil 2.12: Advanced Bionics Naída CI Q 70/90 Ses İşlemcisi 17
Şekil 2.13: Phonak Naída Link™ CROS Cihazı ve Komponentleri 18
Şekil 2.14: HIBAN Teknolojisi Ses Aktarım İllüstrasyonu 19
Şekil 2.15: SoundWave 3.1™ CROS eşleştirme görseli 20
Şekil 2.16: SoundWave 3.1™ CROS Aktivasyon İkonu 20
Şekil 2.17: İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin latans ve amplitüd grafiği 23
Şekil 2.18: İUKP bileşenleri P1-N1-P2 24
Şekil 2.19: Normal İşitme ve Kİ'lı P1 Dalga Formu Örneği 25
Şekil 2.20: Elektrot Konfigürayonunun Gösterimi 25
Şekil 3.1: SoundWave™ 3.1 Programlama Ekranı 30
Şekil 3.2: HEARLab® Cortical Auditory Evoked Potential Analyzer 30
Şekil 3.3: HEARLab® ACA 1.0 kalibrasyon penceresi 31
Şekil 3.4: Test odası yerleşim similasyonu 31
Şekil 3.5: Test sırasında hasta ve hoparlör pozisyonu 32
Şekil 3.6: HEARLab® ACA 1.0 aksiyon penceresi 33
Şekil 4.1: Serbest Alan İşitme Eşikleri ve Konuşma Testi Sonuç Grafiği 35
Şekil 4.2: /m/ uyaranı İUKP cevapları latans ortalamalarına ilişkin grafik 36
Şekil 4.3: /t/ uyaranı İUKP cevapları latans ortalamalarına ilişkin grafik 37
Şekil 4.4: : /g/ uyaranı İUKP cevapları latans ortalamalarına ilişkin grafik 37
Şekil 4.5: Yaş ve Kİ+CROS'lu İUKP cevapları korelasyon grafikleri 41

Şekil 4.6: İşitme kaybının meydana geldiği yaş ile Kİ+CROS'lu /g/ uyaranının P1 amplitüdü korelasyon grafiği 41
Şekil 4.7: İşitme cihazı kullanım süresi ile Kİ+CROS'lu /m/ uyaranının N1 amplitüdü korelasyon grafiği 41
Şekil 4.8: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevap latanslarına ait korelasyon grafikleri 43
Şekil 4.9: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevap amplitüdlerine ait korelasyon grafikleri ... 45

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

İK: İşitme Kaybı

Kİ: Koklear İmplant

İC: İşitme Cihazı

CROS: Kontralateral Sinyal Yönlendirme Cihazı

SSO: Saf Ses Ortalaması

İUKP: İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyel

İUP: İşitsel Uyarılmış Potansiyel

KAE: Konuşmayı Anlama Eşiği

KAS: Konuşmayı Ayırt Etme Skoru

AB: Advanced Bionics

CN: Koklear Nukleus

ICC: Contralateral Inferior Colliculus-Kontralateral İnferior Kollikulus

MGB: Medial Geniculate Body-Medial Genikulat Body

SOC: Superior Olivary Complex-Superior Olivary Kompleks

AI: Primary Auditory Cortex-Primer İşitsel Korteks

AII: Secondary Auditory Cortex-Sekonder İşitsel Korteks

DTH: Dış Tüy Hücreleri

İTH: İç Tüy Hücreleri

ÖZET

Kanak, C. (2019). Koklear İmplant Kullanıcılarında CROS Cihazı Uygulaması ve İşitsel Kortikal Cevaplar Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Odyoloji, Dil ve Konuşma Bozuklukları Programı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Bu çalışmanın amacı, unilateral (tek taraflı) koklear implant (Kİ) kullanıcılarında kontralateral sinyal yönlendirme (CROS) sisteminin işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller üzerindeki etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmamıza, unilateral koklear implant kullanıcısı olan 19 yetişkin katılımcı dahil edilmiştir. Çalışmamızda yapılan odyometrik değerlendirmeler, sadece Kİ ve Kİ-CROS kombinasyonu olmak üzere iki farklı koşulda gerçekleştrilmiştir. Çalışmamızda gerçekleştirilen ölçümlerde, unilateral Kİ ve Kİ+CROS kullanımı sırasında elde edilen İUKP cevapları karşılaştırılmıştır. İUKP'ler gerçekleşebilecek işitsel korteks aktivitelerindeki değişimleri tespit etmek amacıyla kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmelerin sonucunda, sadece Kİ ve Kİ-CROS kombinasyonu ile elde edilen İUKP latans değerlerinde CROS kullanımı lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Elde edilen İUKP cevaplarının, kaynak bölgeleri ve özellikleri göz önüne alındığında CROS cihazın işitsel farkındalığı arttırıcı etkisi olduğu ve kognitif düzeyde değişiklikler meydana getirdiği düşünülmektedir. Çalışmamızın sonuçları, unilateral koklear implant kullanıcısı olan bireylerin CROS cihazından fayda sağlayabileceklerini desteklemektedir. Çalışmamızda elde edilen İUKP verileri göz önüne alındığında, CROS cihazının işitsel sistem üzerinde nispeten psödobinaural etkiler oluşturması nedeniyle hastalara önerilebilecek bir alternatif olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızın, unilateral Kİ kullanıcısı bireylerde CROS cihazı uygulaması ile İUKP cevaplarının değerlendirilmesi açısından yapılan ilk çalışma olması sebebiyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Koklear İmplant, CROS, İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller, Kontra-lateral Sinyal Yönlendirme

ABSTRACT

Kanak, C. (2019). Assessment of Cortical Auditory Evoked Responses in Unilateral Cochlear Implant Users with CROS Device. İstanbul University-Cerrahpasa, Institute of Graduate Studies, Programme of Audiology, Speech and Language Disorders. Master Thesis. Istanbul.

The aim of this study was to evaluate the effect of contralateral routing of signal (CROS) system on cortical auditory evoked potentials (CAEPs) in unilateral cochlear implant (CI) users. Nineteen adult participants who were unilateral cochlear implant users were included in the study. In our study, audiometric evaluations were performed in two different conditions. These conditions were that useing CI only or CI-CROS combination. In our study, CAEPs obtained during the use of unilateral CI and CI-CROS were compared. CAEPs were used to detect changes in auditory cortex activities that could ocur with CROS device. As a result of the evaluations, a significant difference was found in favor of CROS in the CAEPs latency values. According to characteristics of CAEPs responses, we could suggest that the CROS device has done an increase auditory awareness effect and changes in cognitive abilities positively. The results of our study support that the individuals with unilateral cochlear implant can benefit from the CROS device. Also considering the CAEPs data in our study, the CROS device may be recommended to patients due to it has the pseudobinaural effect on the auditory system. Our study is the first study to evaluate the CAEPs by using CROS device in unilateral CI users by now. We were thought that this study will contribute to the literature.

Key Words: Cochlear Implant, CROS, Cortical Auditory Evoked Potential, Contralateral Routing of Signal

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Koklear implant (Kİ), konuşma anlama yeteneğinin tekrar kazandırılması için ileri/çok ileri derecede işitme kaybı olan bireylerde intrakoklear elektrod üzerindeki kontakt noktaları kullanılarak kokleanın uzunluğu boyunca yerleşik olan spiral ganglion hücrelerini uyarmak için yaklaşık 30 yıldır kullanılan bir protezdir (Saoji ve Litvak 2010).

Tek taraflı işitme kaybının neden olduğu dinleme sorunları ve bu sorunlar için gerekli telafi mekanizmalarının eksikliğinden dolayı, tek taraflı işitme kaybı ile işitme cihazı kullanıcıları için konuşmayı anlamayı geliştirmenin yolu, sinyallerin kontra-lateral sinyal yönlendirme (Contralateral Rooting of Signals, CROS) cihazının kullanımı ile mümkündür (Harford ve Barry 1965).

CROS sisteminde tek taraflı işitme kaybı olan bireylerin kötü kulağına gelen sesler ek bir mikrofon ile toplanarak işitme cihazı kullanılan kulağa iletilir. İşitme cihazı ile daha iyi işitmenin sağlandığı kulakta işitme her iki taraftan gelen sinyallerin karışımı ile sağlanır (Ericson ve ark. 1988; Taal ve ark. 2016).

Bilateral işitme kaybına sahip olan unilateral koklear implant kullanıcıları için gürültüde konuşmayı anlamak zorlayıcı bir koşuldur. CROS cihazların unilateral koklear implant kullanıcıları için gürültülü ortam koşullarında avantaj sağladığı ortaya konulmuştur (Taal ve ark. 2016).

Tek taraflı işitme kaybı olan kullanıcılar için işitme cihazları ile sağlanan bu fayda, son dönem teknolojik gelişmeler sayesinde koklear implant cihazları için de sağlanabilir hale gelmiştir. CROS sistemi, bilateral koklear implantın mümkün olmadığı tek taraflı koklear implant kullanıcıları için potansiyel bir tedaviyi temsil etmektedir. CROS cihaz mikrofonu, implante olmayan kulaktaki sinyali alır ve bu sinyalleri implante kulağa kablosuz olarak iletir. Böylece implante olmayan ve işitmenin sağlanamadığı kulaktan alınan sinyaller başın gölge etkisinin olumsuzluklarından etkilenmeden koklear implant ile işiten kulağa iletilebilir (Arweiler ve ark. 2014).

Çalışmamızda unilateral koklear implant kullanıcısı olan ve kontralateral kulaklarında işitme cihazından fayda sağlayamayan bireylerin CROS sistemi uygulaması ile bu yeni teknolojinin işitme ve kullanıcılar üzerindeki etkilerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

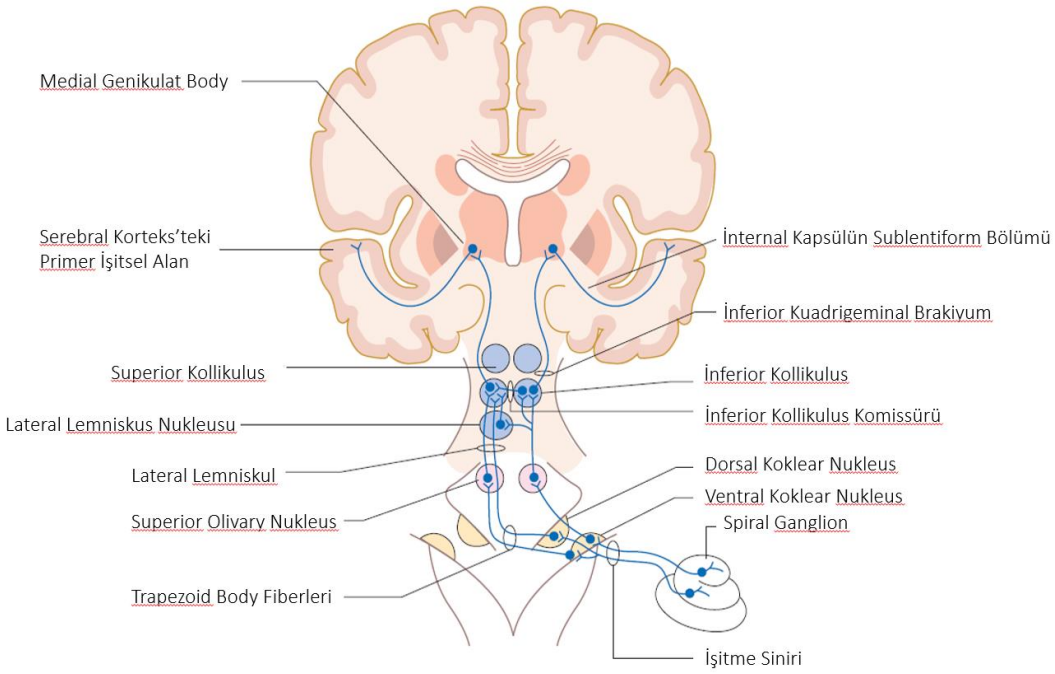
2.1. İşitme Sistemi

İnsan işitme sistemi oldukça kompleks bir yapıdan oluşmaktatır. 20 Hz ile 20 kHz arasındaki seslere karşı duyarlıdır. İşitme sistemi, periferik ve merkezi işitme sistemi olmak üzere ikiye ayrılır.

Periferik işitme sistemini dış kulak, orta kulak, iç kulak ve işitme siniri (n. vestibulocochlearis) oluştururken; merkezi işitme sitemini Koklear Nukleus'lardan başlayarak, Serebral Korteks'te Heschel Gyrus seviyesinde sonlandığı kabul edilen nöroanatomik yapılar oluşturmaktadır. (Møller, 2006)

2.1.1. Santral İşitme Sistemi

Santral işitme sistemi; işitsel sinir nukleus'u ile primer işitsel serebral korteks arasında bulunan ve sesin işlemlenmesi için farklı fonksiyonlar yerine getiren yapılardan meydana gelmektedir. Şekil 2.1'de gösterilen ve bu sistemi oluşturan, çıkan (ascending) ve inen (descending) sinir yolları karmaşık bağlantılar oluşmaktadır (Purves ve ark, 2018).

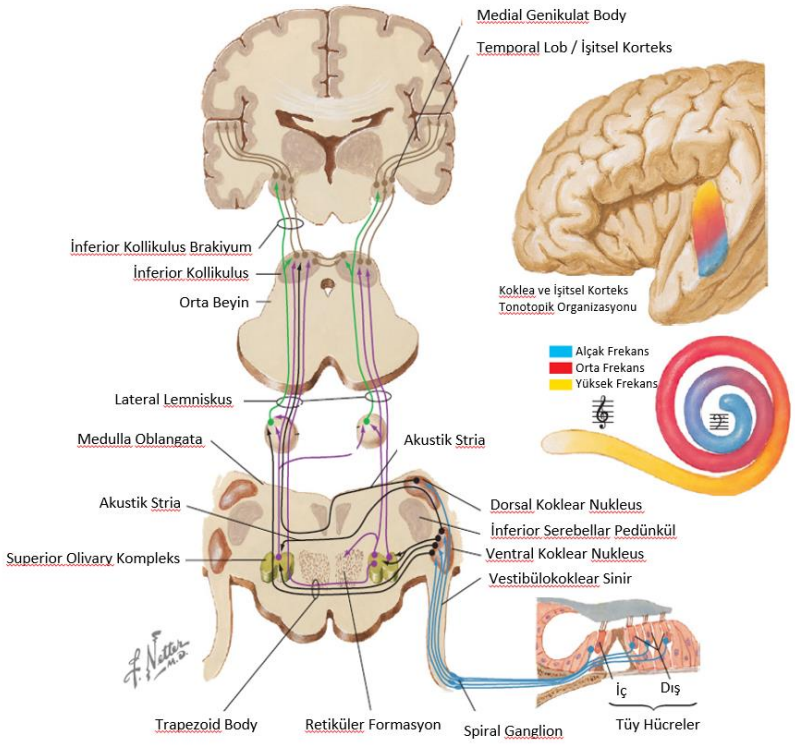


Şekil 2.1: Santral İşitme Sistemi İnen ve Çıkan Yollar

(Baars ve Gage, 2013)

2.1.1.1. İşitsel Santral Sistemin Çıkan (Ascending) Yolları

İşitsel santral sistemin çıkan (ascending) yollarının, işitsel sinir nükleus ile primer işitsel serebral korteks arasındaki yapıdan oluştuğu bilinmektedir. Bu yapılar, koklear nukleus (CN), kontralateral inferior kollikulus (ICC), Superior Olivary Kompleks (SOC), lateral lemniscus (LL) ve medial genikulat body (medial geniculate body-MGB) olarak isimlendirilir (Møller, 2006). Şekil 2.2'de İşitsel santral sistemin çıkan (ascending) yollarının diğer komponentleri gösterilmektedir.



Şekil 2.2: İşitsel Santral Sistemi Çıkan Yollar

(Netter, 2010)

CN, dorsal koklear nukleus (DCN) ve ventral koklear nukleus (VCN) olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. VCN ise kendi içerisinde anteroventral koklear nukleus (AVCN) ve posteroventral koklear nukleus (PVCN) adı verilen iki bölgeden oluşmaktadır (Gelfand, 2010).

VCN'de, her iki kulağa gelen uyaranlar şiddet ve zaman yönünden karşılaştırılır. Elde edilen bilgiler binaural ses lokalizasyonu için kullanılır. Bu yol, binaural ses için lokalizasyon yoludur. Anteroventral koklear nukleus (AVCN) olarak bilinen bölüme

binaural ses lokalizasyonu ve inervasyonları için akustik bilgi (şiddet ve zamanlama) taşımaktadır. AVCN'nin bir sonraki basamakta yaptığı projeksiyonlar sesin çeşitli bilgilerini taşır. PVCN, AVCN'ye göre daha komplekstir. Sahip olduğu hücreler ve özellikleri sayesinde dorsal ses lokalizasyonunu ve sesin tanımlanmasını sağlamaktadır (Pickles, 2012).

DCN, daha çok kontralateral Lateral Lemniscus'a ve İnferior Colliculus'a ana bağlantılar sağlamaktadır. Bu yol temel olarak ses tanımlamada rol oynayan kompleks işitsel uyaranların analiz edildiği yoldur (Pickles, 2012).

İşitme siniri ile CN arasındaki bağlantı sadece ipsilateral iken bu nukleuslar ile daha üst düzeylerdeki nöral yapılar arasındaki bağlantı hem ipsilateral hem de kontralateral olarak kurulmuştur.

CN'ye ulaşan fiberler, kokleanın farklı bölgelerinden gelir ve farklı frekanslara ayrılmıştır. Bu durum inerve ettikleri nöronların frekans karakteristiklerinin düzenlenmesine, frekans haritalandırmasına (tonotopi) neden olur. Alçak frekanslar anterior ve ventral kısımda, yüksek frekanslar posterior ve dorsal kısımda yer almaktadır (Nayagam ve ark, 2011).

CN, koklear sinirden aldığı bilgiyi hem ipsilateral yollarla ipsilateral SOC'e ya da LL'ye, hem de çok sayıda ayrışmış yollar ve çaprazlaşmalarla kontralateral SOC'e, LL'ye ve IC'ye iletir.

CN'un SOC'a yapmış olduğu projeksiyonlar, sesin her iki kulağa ulaşma zamanını ve şiddetini karşılaştırmaktadır. Trapezoid body, her iki kulaktaki uyaran şiddetlerinin karşılaştırıldığı kontralateral lateral süperior olive bağlantı sağlanan pathway üzerinde bir duraktır. Binaural ses lokalizasyonu için bu bölgede yapılan zamanlama ve şiddet bilgisinin işlenmesi önemlidir (Pickles, 2012).

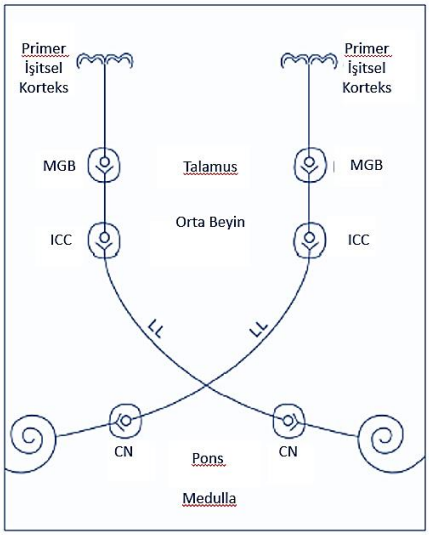
SOC, işitsel uyaranlarla gelen bilgilerin entegrasyonunda önemli rol oynar. Binaural bilgiler, superior olivary kompleksin içinde bütünleştirilmektedir. SOC, Medial Superior Oliver ve Lateral Superior Oliver'e olmak üzere iki ayrı bölümde incelenebilir. Medial Superior Oliver sesin her iki kulağa varış zamanını, Lateral Superior Oliver ise her iki kulağa ulaşan sesin şiddetini karşılaştırmak için özelleşmiştir (ten Donkelaar ve Kaga, 2011).

Medial superior oliver nukleustan çıkan aksonlar, alçak frekans ve horizontal ses lokalizasyonu ile ilgili bilgiyi ipsilateral lateral lemniskus yolu ile inferior kollikulus'a iletir. Lateral superior oliver nukleustan çıkan aksonlar ise yüksek frekans ve horizontal ses lokalizasyonu ile ilgili bilgiyi lateral lemniskus'tan geçerek inferior kollikulus'a iletir.

Santral işitsel sistemdeki liflerin bir kısmı lateral lemniscustan direkt IC'ye geçerken, bazıları lateral lemniscusun nukleuslarında snaps yaptıktan sonra IC'ye ulaşırlar (Pickles, 2012).

SOC'den çıkan aksonların büyük kısmı yoldaki bir sonraki basamak olan ipsilateral lateral lemniskus ya da kontralateral lateral lemniskus yoluyla orta beyne ulaşmaktadır.

LL, beyinsapı nusleuslarını orta beyindeki inferior kollikulus'a (IC) bağlayan yol olarak tanımlanabilmektedir. Şekil 2.3'te işitsel yolların major komponent lokasyonları gösterilmiştir.



Şekil 2.3: İşitsel Yollardaki Yapıların Şematik Gösterimi

(Møller, 2006)

Dorsal (DNLL), ventral (VNLL) ve olmak üzere iki majör lateral lemniskus nukleusu olduğu düşünülmektedir. DNLL'nin lokalizasyon bilgisinin kesinliği arttırıcı olarak görev yaptığı bildirilmektedir. VNLL'nin ise superior olivary kompleksin nukleuslarından kayda değer bilgiler almadığından dolayı monoaural ses tanımlamasının bir parçası olduğu düşünülmektedir (Pickles, 2012).

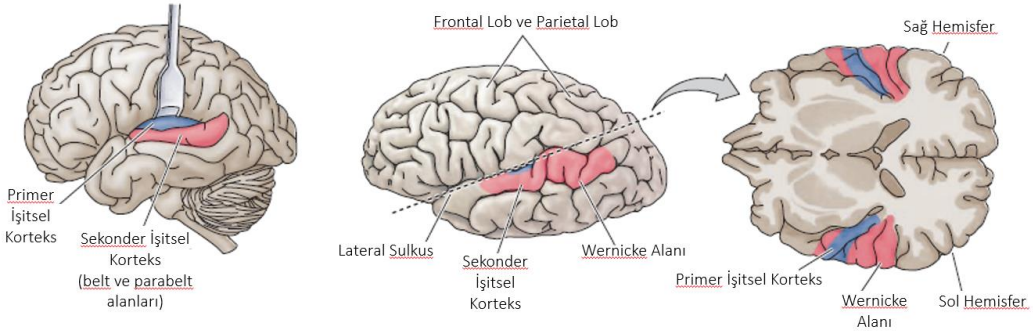
IC, beyinsapındaki işitme çekirdeklerinden çıkan yolun esas alıcı istasyonu olmakla birlikte işitsel işlemlemenin refleks bölgesidir. Ses tanımlama ve lokalizasyon bilgilerinin toplandığı primer yerdir (Pickles, 2012).

IC; santral, eksternal ve dorsal olmak üzere üç nukleustan oluşmaktadır. Santral nukleus, inferior kollikulus'un ana çekirdeğidir. Direkt olarak dorsal ve ventral koklear nukleustan, ipsilateral ve kontralateral superior olivary kompleksten ve lateral lemniscus'un dorsal çekirdeğinden projeksiyonlar alır. Bu projeksiyonların hepsi lateral lemniscus'tan geçerek, IC'un satral nukleusunda bir araya getirilir ve işitsel algı için seslerin fiziksel özelliklerini işler (Pickles, 2012).

IC'nin diğer iki nukleusunun fonksiyonları net olarak bilinmemektedir. Ancak kedilerde yapılan çalışmalar, santral ve perisantral nukleusların, kafa ve vücudun işitsel uyaranlara yönlendirilmesi gibi akustik-motor fonksiyonlarda rol oynadığını ortaya koymaktadır (ten Donkelaar ve Kaga, 2011).

MGB, işitsel sistemin talamus seviyesindeki yapısıdır. Ventral (vMGB), medial (mMGB) ve dorsal (dMGB) olmak üzere 3 temel alt bölüme sahip olduğu bilinmektedir (Devlin, 2006). MGB' nin ventral kısmı, temporal lobun işitsel uyarıyı kabul eden alanına direkt bilgiyi gönderir. Medial kısım, temporal lobun diğer bölgelerine gönderir, ve dorsal kısım ise bilgiyi serebrumun assosiyasyon bölgelerine gönderir (ten Donkelaar ve Kaga, 2011).

Santral işitme sisteminin son ve en önemli durağı işitsel kortekstir. Şekil 2.4'te işitsel korteksi oluşturan serebral yapılar gösterilmektedir.



Şekil 2.4: İşitsel Korteks ve Yapıları

(Purves ve ark, 2018)

MGB'nin primer işitsel korteks ile yaptığı bağlantılarla frekans çözünürlülüğünü keskinleştirdiği, duygusal ses diskriminasyonu ve lokalizasyonunu sağladığı bilinmektedir. Bununlar birlikte işitilen cümledeki kelimelerin tahmin edilmesi için önemli olan, işitsel dikkati ve hafızayı da arttırmaktadır (Bartlett, 2013). Aynı zamanda MGB, korku mekanizmasının kontrolünü sağlayan amigdala ile yaptığı bağlantılar sayesinde korku çağrıştıran uyarılarla tepkilerin oluşmasını sağlar (Pickles, 2012).

Primer İşitsel Korteks (AI) serebral korteksin temporal lobunda Heschl's gyrus'ta bulunur. Primer İşitsel Korteks çoğunlukla AI alanı olarak bilinmekte ve klasik Broadmann sınıflandırmasına göre 41. bölgeye karşılık gelir. Diğer primer duyu merkezlerinde olduğu gibi, kolumnar organizasyonu sayesinde aynı frekanstaki seslere hassas nöronlar izofrekans kolonları oluşturur. Buna göre; rostal kısım yüksek frekanslı seslere, kaudal kısım ise düşük frekanslı seslere duyarlıdır. Primer işitme merkezi core, belt ve parabelt olmak üzere üç bölümden meydana gelir. Core alanları, Belt alanlarına göre seslerin frekans, şiddet ve uzaysal konum gibi özelliklerine daha hassastır. Belt alanları gürültüye karşılık saf seslere oranla daha fazla aktivasyon gösterirler. Belt alanlarını Core alanlarından ayıran özellikleri daha kompleks uyaranları işlemek için özelleşmiş fonksiyonlara sahip olmalarıdır (Pickles, 2012).

Planum Temporale; temporal lobun superior yüzündeki nispeten düz olan alandır ve transverse Heschl's Gyrus'un hemen arkasında yer alır. Sağ eli dominant olan kişilerde asimetrik ve sol temporal lobta daha geniştir. İşitilen sesleri anlamak ve anlamı korumakta görevli olduğu düşünülmektedir.

Sekonder İşitsel Korteks, AII alanı olarak bilinir ve klasik Broadmann sınıflandırmasına göre 42. bölgeye karşılık gelir. İşitsel assosiasyon korteksi olarak da adlandırılabilen AII, temporal gyrus'un posterior transvers ve superior kısımlarından oluşur ve AI alanının büyük bir kısmını bir kuçak gibi çevreler (Baars ve Gage, 2013).

Her iki beyin hemisferindeki kortikal sahaları birbirine bağlayan liflere komissüral lifler denir.İki hemisferdeki işitsel korteksleri birbirine bağlayan en önemli lif olan Corpus Callosum; sterofonik işitme , sesin lokalize edilebilmesi ve iki kulağa ulaşan seslerin imajının oluşturulması açısından önemlidir (Gelfand, 2016).

İşitsel Korteksin ilişkili olduğu diğer bölgeler Wernicke ve Broca alanlarıdır. Dominant temporal lobun superior temporal gyrusunun posterior bölümünde yer alan Wernice alanı, lisanın (dil) algılanmasında görevli olan ana alandır. Yorum, tanıma, anlama, işitsel bilgiyi kaydetme, değerlendirme ve işitsel hafıza gibi işlem/beceriler bu alanda yapılır. Bu işlemler sonrasında edinilen bilgiler Fasciculus Arcuata yoluyla Broca alanına gönderilir. İfadeye ilişkin lisanın ana bölgesi olan Broca alanı konuşmanın motor merkezidir ve dominant hemisferdeki aktiftir.

2.1.1.2. İşitsel Santral Sistemin İnen (Descending) Yolları

İşitsel santral sistemin inen yollarının çeşitli fonksiyonları vardır. Belirli bir frekanstaki işitsel hedeflere dikkat vermek ve dikkat için bir filtreleme yapmak, gürültülü ortamdaki işitsel uyaranın maskelenmesini engellemek, akustik travmadan korunmak ve kulaklararası koklear hassasiyet düzeylerini dengelemek gibi işlemler bu inen yollar sayesinde gerçekleştirilmektedir (Pickles, 2012).

Corti organından işitsel kortekse giden yollara paralel olarak, ters yönde çalışan ve korteksten iletileri taşıyan kesintisiz bir nöron zinciri vardır. Bu inen yolların son bağlantısını dorsal olivari nuklei'den köken alan Rasmussen olivokoklear demeti oluşturmaktadır (ten Donkelaar ve Kaga, 2011). Bu kesintisiz yolun fonksiyonu bazı seslerin baskılanarak dikkatin belli bir sese yoğunlaştırılmasını sağlamaktır (Gelfand, 2016).

2.2. Binaural ve Monaural İşitme

Binaural işitme, tüm santral işitme sistemindeki yapıların görev aldığı, her iki kulaktan gelen seslerin birleştirilerek anlamlı hale getirilmesini sağlayan bir fonksiyondur. Özellikle bir sesin lokalizasyonunu belirlemekte kullanılan zaman ve şiddet bilgisinin edinilmesi için binaural işitme çok önemlidir. İşitme sistemindeki nöronlar her iki kulaktan gelen akustik sinyaller arasındaki interaural zaman farkına (ITO) ve interaural şiddet farkına (ILD) duyarlıdır. Bu nedenle birkaç derecelik sapma ile sesin geldiği yön doğru olarak saptanabilir (Arndt ve ark, 2014).

Horizontal düzlemdeki ses iki kulakta şiddet ve zaman yönünden değerlendirilmektedir. Sesin frekans özelliği binaural işitme ile yapılan karşılaştırmalarda önemli rol oynamaktadır. Sesin her iki kulağa ulaşma sürelerindeki fark en belirgin alçak frekanslarda ortaya çıkarken, sesin şiddeti ile ilgili fark en iyi yüksek frekanslı seslerde gözlenir (Pickles, 2012).

Binaural işitme, sadece sesin yönünü anlamada değil, arka plan gürültüsünde spesifik seslere dikkat etmede de önemlidir. Binaural işitme, dinleyiciye ortamda bulunan birkaç sesten birini seçebilme ve diğer sesleri baskılayabilme olanağı sağlar. Buna baskılama/supresyon etkisi denir. Örneğin; bir kulakta gürültü varken diğer kulaktaki konuşma ayırt edilebilir.

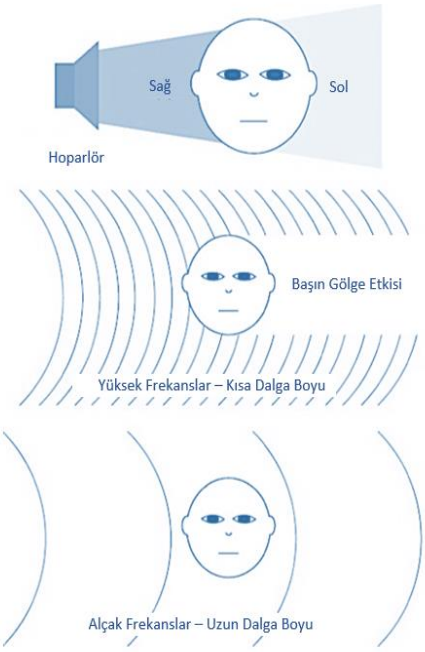
Bu durum üç boyutlu işitsel çevre oluşturmamızı ve istediğimiz seslere dikkat etmemizi sağlar. Santral işitme sistemindeki inhibitör yan bantlarla uyaranların zayıf tarafları baskılanarak güçlü kısımları ön plana çıkarılır (Arndt ve ark, 2014).

Monaural işitme, işitsel ipucunun her iki kulaktan sağlanamamasıdır. İşitsel girdilerin yalnızca bir kulaktan alınabilmesi; lokalizasyon, dinleme ve dikkat gibi pek çok beceriyi olumsuz yönde etkilemektedir.

İyi olan kulağın ses kaynağından uzakta olduğu durumlar göz önüne alındığında, başın gölge etkisi nedeniyle dinleme zorlaşmaktadır. Başın şekli ve kütlesi, ses dalgalarının kontralateral kulağa geçişi sırasında absorbe edilmesine neden olmaktadır (Arndt ve ark, 2014). Bu etki, yüksek frekanslar için daha belirgindir, çünkü alçak frekanslar, yansıtılmak veya absorbe edilmek yerine, daha uzun dalga boyları nedeniyle kafatasının diğer tarafına geçebilmektedir.

Her iki kulağa aynı anda sunulan bir sesin yönünün belirlenmesi için iki kulak arasında 3 dB şiddet farkı olması gerekmektedir. Monaural işitmesi olan kişilerin bu şiddet farkını ayırt edememeleri lokalizasyon becerisinin ciddi anlamda etkilenmesine neden olmaktadır (Arndt ve ark, 2014).

Başın gölge etkisi yaklaşık olarak 1500 Hz'den büyük olan ve daha yüksek olan frekansları etkilemektedir (Gelfand, 2016). Şekil 2.5'te frekansa spesifik olarak başın gölge etkisi diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 2.5: Başın Gölge Etkisi Diyagramı

(Gelfand, 2016)

Aynı zamanda işitsel ipucunun her iki kulaktan sağlanamaması, santral işitsel sistemin baskılama, sumasyon ve susturma etkilerinden yararlanamamasına yol açmaktadır. Bu durum bireyin arka plan gürültüsünde seslere dikkat etmede zorlanmasına ve daha çok dinleme eforu harcamasına sebep olmaktadır.

Son yıllardaki teknolojik ilerlemeler ve merkezi sinir sistem hakkındaki bilgilerin artması ile bilateral işitme kaybına optimal çözümler sunulmaktadır. Unilateral Kİ için binaural etki sağlamak amacı ile farklı seçenekler mevcuttur. Bu seçeneklerin avantajlar ve dezavantajları Tablo 2.1'de bulunmaktadır (Guevara ve ark, 2015).

Tablo 2.1: Unilateral koklear implant hastalarında farklı binaural etki seçeneklerinin geri dönütleri, avantajları ve dezavantajları

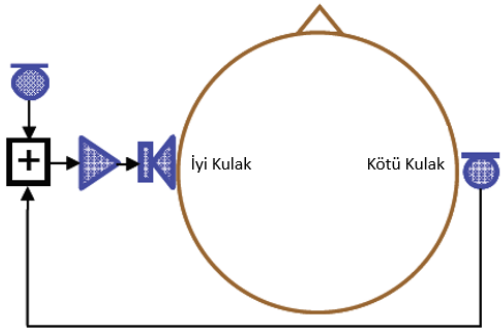
	Bilateral koklear implant	**Binaural koklear implant**	**Koklear implant ve konvansiyonel kontralateral işitme cihazı**	**Kontralateral işitsel beyin sapı implantı**
Tanımlama	2 alıcı/uyarıcı ile her iki kokleanın uyarımı	Tek işlemci ile her iki kokleanın uyarımı	Bimodal uyarım	İşitsel beyin sapı çekirdeklerinin uyarımı
Avantajları	"Daha iyi" kulağın İmplante edildiğinden emin olunması Sessizlikte ve gürültülü ortamlarda artmış uzaysal lokalizasyon ve konuşma algısı	"Daha iyi" kulağın İmplante edildiğinden emin olunması Bir işlemci ile her iki kokleanın uyarımı, teoride interaural farklılıkların detaylı kodlanmasını iyileştirir. Bilateral implantasyondan daha düşük maliyete sahip ve bilateral implanttan daha iyi binaural etkiler sağlar.	İşitsel alanı genişleterek, rezidüel işitmeye bağlı olarak konuşmayı anlama ve uzaysal lokasyon için yarar sağlar. Non-invaziv Kalıcı akustik ve işitsel uyarım	Tip II nörofibramatozis, temporal kemik fraktürü ya da nörinom, vestibüler nörotomi cerrahisine veya ilerlemiş kazanılmış koklear deformitelere (ossifiye menenjit, otospongiosis, otoimmün hastalık) sekonder koklear sinir lezyonlarını içeren Kİ yapılamayan patolojilerde binaural işitmeyi restore eder.
Dezavantajlar	1 veya 2 basamaklı cerrahi gerektirir. Maliyet Bilateral vestibüler lezyon riski Gelecekteki olası tedaviler için koklea korunamaz.	Sadece ilk koklear implantasyonda önerilebilir ve eşzamanlı prosedür gerektirir, elektrot dizisini kafa derisinin altına kontralateral olarak yerleştirmek için ek bir adım gerektirir. Bilateral vestibüler lezyon riski Gelecekteki olası tedaviler için koklea korunamaz.	2 (elektriksel ve akustik) sinyalin santral entegrasyonundaki zorluk Sadece rezidüel işitme durumunda yapılabilir.	Cerrahi risk

2.3. CROS İşitme Cihazları

Sensörinöral işitme kaybı, iç kulağın veya santral işitme sisteminin ilgili yapılarının zarar görmesi nedeniyle meydana gelen işitme kaybı için yapılan tanımlamadır. Sensörinöral işitme kaybı, etkilenen kulağa göre; unilateral ve bilateral olarak sınıflandırılabilir.

Unilateral işitme kaybı, sadece tek kulağın etkilenmesi sonucunda görülen işitme kaybıdır. Unilateral işitme kaybının bir kişinin hayatı üzerindeki etkileri, kesinlikle bilateral işitme kaybının meydana getirdiği zararlar kadar belirgin değildir. Ancak tek taraflı işitme kaybı olan kişilerin yalnızca monaural işitme gerçekleştirebildikleri düşünüldüğünde, günlük dinleme ortamlarında zorlandıkları söylenebilmektedir.

Unilateral çok ileri derecede işitme kaybı için bilateral kontralateral sinyalin yönlendirilmesi (Bi-CROS) cihazlarının amplifikasyon seçeneği olarak sunulduğu bilinmektedir. Şekil 2.6'da BiCROS işitme cihazının ses aktarım diyagramı gösterilmektedir.



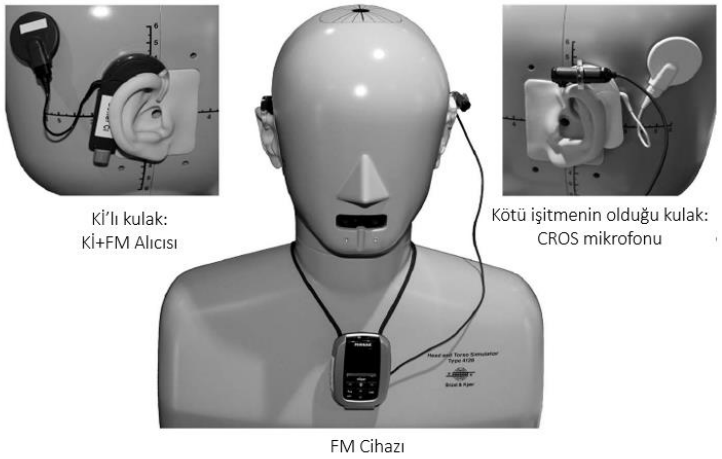
Şekil 2.6: BiCROS İşitme Cihazı Ses Aktarım Diyagramı

(Dillon, 2012)

Diyagramda da görüldüğü üzere, Bi-CROS cihazlar iki parçadan meydana gelir. Kötü kulakta bulunan cihazın mikrofonuna gelen sesler toplanarak iyi kulakta bulunan cihaza kablosuz olarak aktarılır.

Sistemin bir gereği olarak CROS cihazlar ile sadece iyi kulaktan sağlanan işitme tek taraflı işitme kaybı için çözüm olarak sunulsa da, kullanıcılara binaural işitmenin faydalarını sağlayamamaktadır. Çünkü yönlendirilen sinyaller iyi olan kulağın işitsel yolları ile kortekse iletilmektedir (Dillon, 2012).

CROS cihazlar unilateral Kİ'lı bireyler için de kullanımaktadır. Bazı araştırmacılar Şekil 2.7'de görüldüğü gibi oluşturdukları çeşitli düzenekler ile CROS cihazın unilateral Kİ'lı bireyler için faydalarını araştırmışlardır.



Şekil 2.7: Kİ ve CROS simülasyonu için oluşturulan sistem (Wimmer ve ark, 2017)

Unilateral koklear implant kullanıcıları için CROS çözümünü savunan araştırmacılar monaural işitmenin 3 etkisi üzerinde durmaktadır.

1. "Başın Gölge" etkisi: Koklear implanta kontralateral olan işitsel yarım alanın kaybıdır. Bu etki, 4 ile 7 dB'lik işitme kaybına neden olan en önemli faktördür. Bu durum uygun olmayan bir sinyal-gürültü oranı oluşturur. Bu fenomen özellikle yüksek frekanslarda 20 dB'lik kayıp ile belirgindir; alçak frekanslar daha az etkilenir (3-6 dB).
2. "Kokteyl Parti (squelch)" etkisinin olmaması: Horizontal düzlemde iki uyaran birbirinden farklı olduğunda, arka plan gürültüsünden konuşmanın ayırt edilmesidir. Normal işiten bireylerde, atenüasyon belirli testlerde, ortalama 3 dB'dir. Binaural işitmede, interaural zaman ve şiddet farkı, entegrasyonu iyileştirir ve işitsel kortekste akustik sinyali arttırır. Bu durum, başın gölge etkisinden çok daha büyük ve daha karmaşık bir merkezi entegrasyon gerektirir: kontralateral koklear implantlar binaural işitmeyi sağladığında, squelch etkisi hemen düzelmez ve yeniden oluşması birkaç ay veya yılı alabilir.

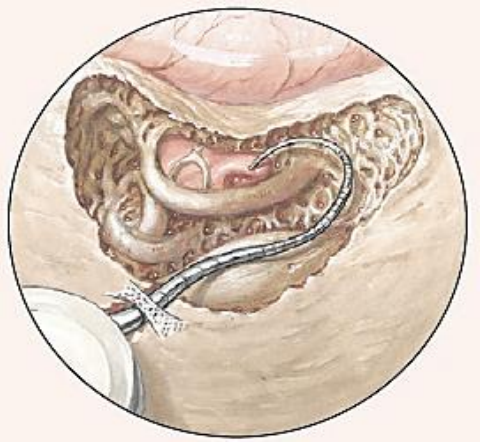
3. Sumasyon etkisinin yokluğu: Her iki kulaktan alınan sinyalin toplam etkisi. Sumasyon etkisinin restorasyonu içinde karmaşık santral entegrasyon gereklidir ve bilateral koklear implantlı hastalar için 1.5-2.9 dB'lik orta derecede yarar sağlamaktadır. Sumasyon etkisinin yokluğu frekans ve şiddet farklılıklarına duyarlılığı arttırır. Bu durum sessizlik ve gürültüde konuşma algısında iyileşme sağlar (Guevara ve ark., 2015)

CROS cihazı unilateral Kİ kullanıcıları için psödobinaural işitme sağlamaktadır (Guevara ve ark, 2015). Yapılan çalışmalar ile CROS cihazların faydalarının ortaya konması sonucunda endüstriyel olarak bu cihazların üretilmesi gündeme gelmiştir (Arora ve ark, 2013).

2.4. Koklear İmplant Sistemi

İç kulak ya da işitme sinirlerindeki patolojilerinden kaynaklanan ve her iki kulağı etkileyen işitme kayıplarına bilateral sensorinöral işitme kaybı denir. Bilateral sensorinöral işitme kaybı olan hastalar için ise işitme kaybının derecesine göre farklı amplifikasyon çözümleri sunulmaktadır. İleri ve çok ileri derecedeki işitme kaybı için koklear implant önemli bir amplifikasyon çözümüdür.

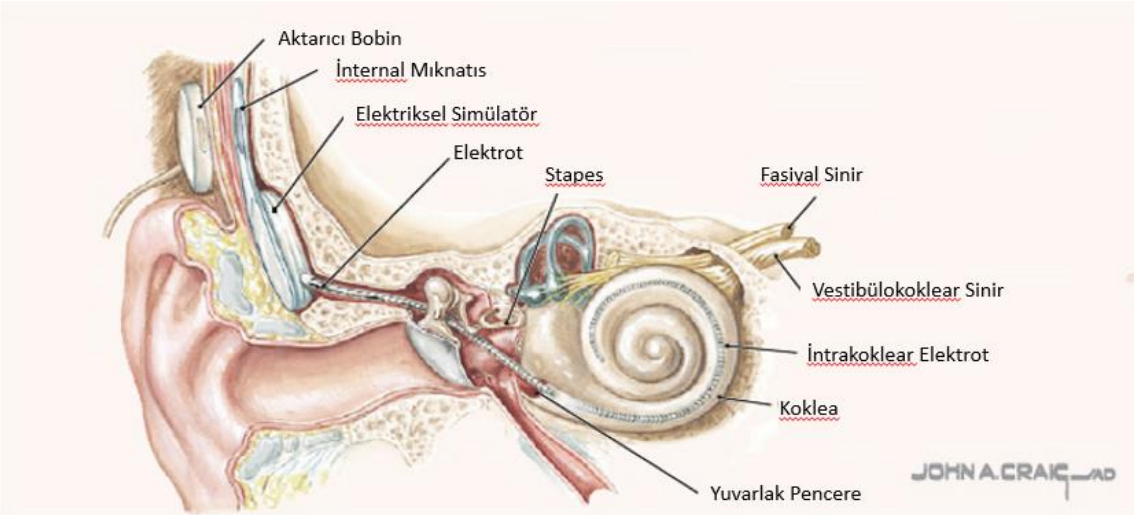
Koklear implantlar, kokleaya implante edilmiş bir akım kaynağı ve bir elektrot dizisi içeren elektronik cihazlardır. Şekil 2.8'de koklear implant sisteminin implantasyon ameliyatı ile yerleştirildiği anatomik bölge şematize edilmiştir.



Şekil 2.8: Koklear İmplantasyon ve Yerleşimi

(Netter, 2010)

Koklear implant sistemi ile iletilen elektrik akımı sağlam olan işitsel sinir liflerinin doğrudan uyarılması yoluyla işitme merkezlerine bilgi sağlamak için kullanılır (Clark, 2003). Şekil 2.9'da koklear implant sisteminin anatomik yerleşimi gösterilmektedir.



Şekil 2.9: Koklear İmplant Sisteminin Anatomik Yerleşimi

(Netter, 2010)

Koklear implantasyon, 1980'lerin ilk yarısından itibaren ileri ve çok ileri derecede sensorinöral işitme kaybı olan bireylere çözüm olarak sunulmaktadır. Ancak günümüzde ileri derecede işitme kayıplarında koklear implant uygulamasının faydalarının ortaya konulmasıyla çok daha geniş endikasyonlar kabul edilmiştir. Yüksek frekanslarda daha iyi işitme, daha iyi konuşmayı anlama becerisi ve daha geniş işitsel dinamik aralık sağlanması ve akustik *feedback* problemi olmaması gibi potansiyel faydaları göz önüne alındığında, koklear implantlar ileri/çok ileri derecede sensorinöral işitme kaybı olan hastalar için çok önemlidir.

Kİ, ilk olarak Dr. William House tarafından tanıtılmıştır. Erken dönemde sadece tek bir elektrot ve basit işlemleme stratejileri kullanılırken, günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak birden fazla elektrot kullanılmasıyla ses işlemcisinden elde edilen sinyallerin daha iyi işlenmesi, konuşmayı ayırt etme konusunda büyük gelişmeler sağlamıştır. Birden fazla elektrot kullanılması, koklea'nın farklı kısımlarını ve böylece farklı işitsel sinir liflerinin, spesifik frekans bantlarında üretilen elektrik sinyalleriyle uyarılmasını mümkün kılmıştır (Møller, 2006). Bunlara ek olarak, günümüzde fiziksel kanallar ile oluşturulan akım yönlendirme teknikleriyle sanal kanallar oluşturulması,

hastalara çok daha gelişmiş ses işlemleme stratejileri kullanabilme olanağı sunmuştur. Şekil 2.10'da koklear implant teknolojisinin ve uygulamasının zaman içerisindeki gelişiminin diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 2.10: Koklear İmplant Teknolojisinin Zaman İçerisindeki Gelişimi

Koklear implant sistemleri iç ve dış parça olmak üzere iki ana parçadan oluşmaktadır. Ses işlemcisi olan dış parçanın mikrofonuna gelen seslerin aktarıcı bobin yardımı ile iç parçaya elektromanyetik dalgalar halinde iletilmesi sağlanmaktadır. Sistem içerisinde dönüştürülen elektriksel sinyaller intrakoklear elektrotlar sayesinde işitme sinirinin uyarmaktadır.

Cerrahi ile yerleştirilen koklear implant iç parçası; alıcı (receiver), elektriksel simülatör ve elektrot dizisi olmak üzere üç komponentten oluşmaktadır. Şekil 2.11'de koklear implant iç parçası görülebilmektedir.



Şekil 2.11: Koklear implant iç parçası

1. Alıcı (Receiver), 2. Elektriksel Simülatör, 3. Elektrot Dizisi

(www.advancedbionics.com)

Alıcı, temporal kemiğe cerrahi olarak gömülüdür. Elektrot dizisi koklea'nın yuvarlak penceresine yerleştirilir ve koklear labirentten ilerleyerek modiolusun etrafını saracak şekilde konumlanır. Dış parçadan iç parçadaki alıcı'ya ulaşan sinyaller elektriksel simülatör sayesinde işlemlenir ve daha sonra bu sinyalleri elektrot dizideki uygun elektrotlara iletilir (Stach, 2010).

Şekil 2.12'de gösterilen koklear implant dış parçası; mikrofon, aktarıcı bobin, ses işlemcisi ve batarya olmak üzere dört ana bileşenden oluşmaktadır. Mikrofona ulaşan ses amplifikatör ile dijital sinyallere dönüştürülür. Dijitalize edilen ses sinyalleri iç parçaya iletilmek üzere aktarıcı bobin'e gönderilir. Aktarıcı bobin, sistem içerisindeki ses sinyallerini elektromanyetik sinyaller halinde cilt altındaki alıcı'ya iletir (Stach, 2010).



Şekil 2.12: Advanced Bionics Naída CI Q 70/90 Ses İşlemcisi

1. Mikrofon , 2. Ses İşlemcisi, 3. Aktarıcı Bobin, 4. Batarya

(www.advancedbionics.com)

Son 20 yılda, koklear implant tasarımındaki teknolojik gelişmeler, koklear implant kullanıcısı olan bireyler için önemli kazanımlar sağlamıştır (ASHA). Özellikle binaural işitmenin öneminden dolayı birbirleri ile haberleşebilen cihazlar son dönem koklear implant mikrofon teknolojisi için önemli bir adımdır.

2.4.1. Phonak Naida Link™ CROS

CROS cihazı ikinci bir koklear implant olamayan ve kontralateral kulaklarında işitme cihazından fayda göremeyen kişiler için tasarlanmıştır.

Phonak Naida Link™ CROS cihazı İsviçre, Stäfa'da bulunan Sonova AG tarafından geliştirilmiştir. Naída Link CROS cihazı, ikinci bir koklear implant çözümü bulunmayan bireyler için geliştirilmiştir.

Naída Link CROS, unilateral koklear implant kullanıcıları için, her iki yönden gelen ses bilgisi farkındalığının gelişmesine yardımcı olma, başın gölge etkisini ortadan kaldırma, gürültüde daha iyi işitme performansı sağlama ve kişide daha az engellilik hissi oluşturma gibi avantajlar sağlamaktadır (Advanced Bionics AG, 2017).

Şekil 2.13'te Phonak Naída Link™ CROS Cihazı ve komponentleri gösterilmektedir.



Şekil 2.13: Phonak Naída Link™ CROS Cihazı ve Komponentleri

1. Phonak CROS Demo Hook 2. Mikrofon koruyuculu mikrofon girişi 3.Sessize alma işlevi için basılan buton 4.Batarya bölmesi

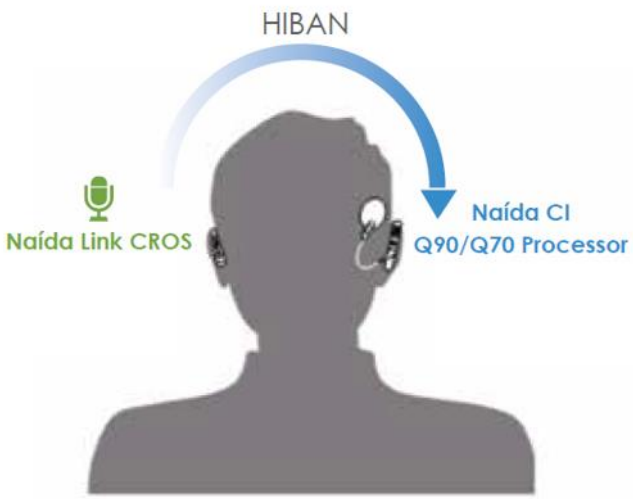
(www.advancedbionics.com)

Phonak Naída Link CROS, kontralateral kulakta ileri/çok ileri derecede işitme kaybı olan, tek taraflı koklear implant kullanıcısı bireyler için özel olarak üretilmiştir. Daha önce Şekil 2.12'de gösterilen AB Naída CI ses işlemcisine (Q70 veya Q90) kablosuz olarak bağlanabilmesini sağlayan bir Phonak teknolojisine sahiptir. Bu teknoloji, düşük güç tüketimi ile gerçek zamanlı olarak mikrofonlardan giriş yapan tüm ses sinyallarinin kulaktan kulağa akışını sağlar. Ancak CROS cihazının teknik olarak BiCROS çözümü olsa da bir işitme cihazı olmadığı ve akustik ses girişini yükseltmediği bilinmelidir (Advanced Bionics AG, 2017).

Naída Link™ CROS, mikrofon giriş sinyalini AB Naída CI ses işlemcisine aktarır. Naída Link CROS'un akustik çıkışı yoktur. CROS cihaz ses sinyallerini alır ve implante olmayan kulak tarafından gelen sesleri kablosuz ağ (wireless) teknolojisi kullanarak duyulabilir hale getirilir (Vaden ve Hambrick, 2018).

Kısa mesafeden ses iletmek (1 metre veya daha az) ve verileri kontrol etmek için tasarlanmış bir sistem olan HiBAN (Hearing İnstrument Body Area Network) teknolojisi, bir ses işlemcisinin başka bir ses işlemcisine ses sinyalinin iletilmesine izin verir. HiBAN teknolojisi 10.6 MHz taşıyıcı frekansı kullanmaktadır (Wolfe ve Schafer, 2015).

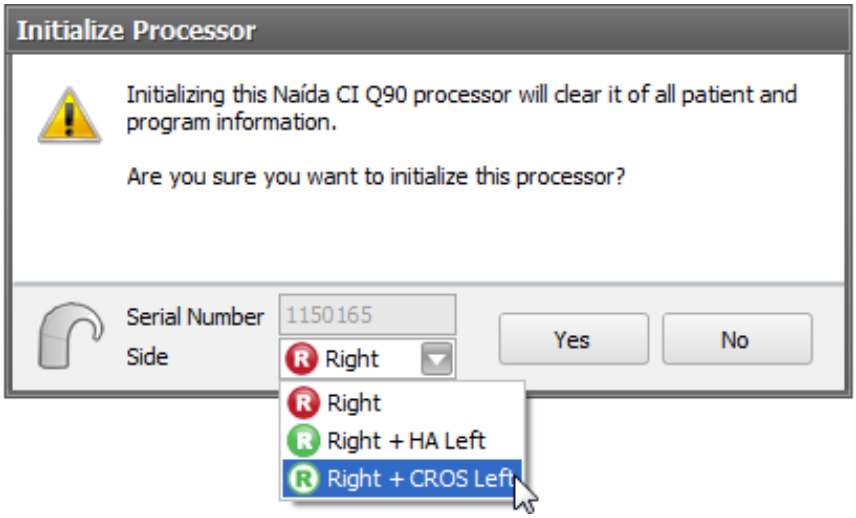
Şekil 2.13'te CROS cihazın Naida CI ses işlemcisi'ne HIBAN teknolojisi ile ses aktarımının illüstrasyonu gösterilmektedir.



Şekil 2.14: HIBAN Teknolojisi Ses Aktarım İllüstrasyonu

(www.advancedbionics.com)

Phonak Naida Link CROS ve AB Naida CI arasındaki mikrofon modu bağlantısı SoundWave 3.1 yazılımından aktif edilmesi ile otomatik olarak sağlanır. Şekil 2.14'te gösterilen, CROS cihazının kullanımına başlamak için yapılan Naida CI işlemcisini CROS cihazıyla eşleştirme işlemi SoundWave ™ 3.1 veya daha yeni bir sürüm ile mümkündür.

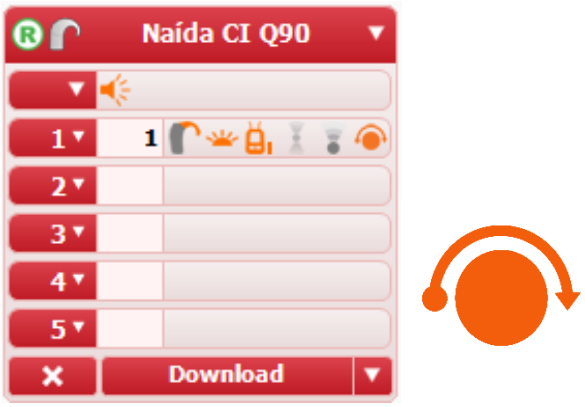


Şekil 2.15: SoundWave 3.1™ CROS eşleştirme görseli

(SoundWave ™ 3.1, Advanced Bionics, LLC)

CROS cihazının implant ses işlemcisi ile bağlantı sağlayabilmesi için en az 15cm(6inç) yakınlıkta olması gerekmektedir (Advanced Bionics AG, 2017).

CROS cihazının kullanımı için herhangi bir fitting yapılması gerekmemektedir. Eşleştirme işlemi sonrasında program kayıt panelinden gerçekleştirilen aktivasyon kullanıma başlanması için yeterlidir. Şekil 2.15'te gösterilen CROS aktivasyon ikonu işaretlenerek cihazın aktivasyonu kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 2.16: SoundWave 3.1™ CROS Aktivasyon İkonu

(SoundWave ™ 3.1, Advanced Bionics, LLC)

Naída Link CROS kullanıldığında, yalnızca tek taraflı implant kullanımına kıyasla daha etkin dinleme sağlanabilir. Sinyal kaynağının konumundan bağımsız olarak sağlanabilen işitme implant kullanıcısı olan bireylerin ses kaynağına yönelme ihtiyacını

azaltmaktadır. Başın gölge etkisinin ortadan kaldırılmasını sağlayan bu çözüm ses sinyallerinde kayıp olmaksızın işitmenin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

Naída Link CROS kullanımı, gürültülü ortamlarda konuşmayı daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için her iki cihazdaki mikrofonlardan elde edilen bilgilerin birleşimini kullanan Phonak Binaural VoiceStream Teknolojisine erişilebilmesini sağlar. Binaural VoiceStream Teknolojisi olan StereoZoom özelliğinin kullanımı gerçekleştirilebilir (Advanced Bionics AG, 2017).

CROS kullanıcılara gerçek binaural işitmeyi sağlayamasa bile anatomik ya da fonksiyonel nedenlerle ikinci bir koklear implanta sahip olamayan kişiler için psödoobinaural etki sağlayan bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalar kullanıcılar için daha az dinleme eforu ve gürültüde daha iyi konuşma algısı sağladığını bildirmektedir (Guevara ve ark., 2015).

2.5. Koklear İmplant ve Objektif Değerlendirme Yöntemleri

Objektif ölçümler, fizyolojik (nöral) ve fizyolojik olmayan (örn; amplifikasyonun fonksiyonelliği) alanlarda klinisyene bilgi sağlamaktadır. Objektif yöntemler,

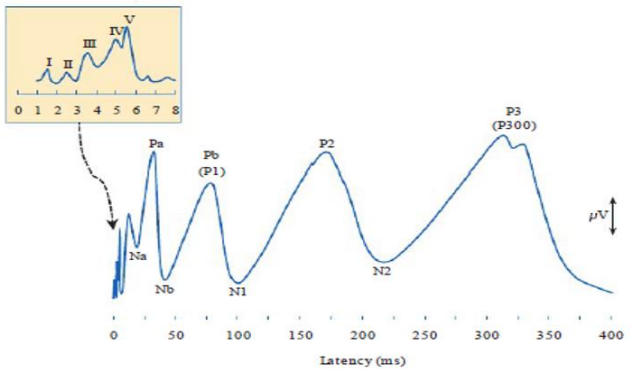
1. Cihazın fonksiyonlarının değerlendirilmesi,
2. İşlevsel olmayan elektrotların belirlenmesi,
3. İşitsel yolların fonksiyon ve bütünlüğünün değerlendirilmesi,
4. Potansiyel değişiklikleri zaman içerisinde izleyebilmek için nöral fonksiyonların belirlenmesi,
5. Koklear implant ses işlemcisinin programlanmasında elde edilen verilerin yol gösterici olması,
6. Farklı uyaranlar için ayırt etme becerilerinin değerlendirilmesi ve
7. İşitsel sistemin plastisitesinin değerlendirilmesi gibi pek çok sebeple kullanılabilmektedir.

İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP)'in koklear implant değerlendirmelerinde kullanılabilmesi için öncelikle hasarlı işitsel sistemin sınırlılıklarını, elektriksel stimülasyona verilen tepkilerin akustik stimülasyona göre nasıl olduğunu ve işitme sistemine stimülasyon sağlayan cihazın farklılıkları olduğunu bilinmelidir (Hughes, 2012).

2.5.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP), işitsel sistemin, iç kulaktan işitme korteksine kadar olan bölgelerinin, ses ile uyarılması sonucunda elde edilen cevaplardır. İUP, beynin akustik uyarana verdiği tepkinin ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Elde edilen cevaplar kulak, işitme siniri ve beynin işitsel bölgelerini kapsamaktadır. İşitsel uyarılmış potansiyellerin latans, amplitüd ve morfolojisi işitsel sistemin olgunlaşması hakkında bilgi sağlayabilmektedir (Liang ve ark. 2017). Koklear implant kullanıcılarında İUP'ler işitsel bilgiyi yeniden kazandıktan sonra işitsel sistem plastisitesini ve rehabilitasyon etkinliğini incelemek için de kullanılmaktadır (Sharma, 2012).

İUP'ler, uyaran verildikten sonra çıkış zamanlarına göre erken, orta ve geç latanslar olarak sınıflandırılmaktadır. Şekil 2.16'da İUP'lerin diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 2.17: İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin latans ve amplitüd grafiği (Gelfand, 2016)

Çalışmamızda geç latans cevapları olan işitsel uyarılmış kortikal cevapları incelenmiştir. Geç latans cevapları (Late Latency Response-LLR), akustik uyaranın verilmesinden sonra ortaya çıkan ve işitsel korteksten köken alan cevaplardır.

İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (İUKP) dalga formunun morfolojisi; yaş, dikkat, uyku durumu, uyaran parametresi ve kayıt için kullanılan elektrotların konumu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Wunderlich ve ark 2006, Sharma ve Dorman 2006). Tüm bu faktörler aynı zamanda testin uygulanması sırasındaki güçlükler olarak karşımıza çıkabilmektedir.

Geç latans cevaplarının en önemli özelliklerinden biri, dikkat veya uyku gibi bilinç durumlarından etkilenmeleridir. İUKP'ler bilinç durumlarına duyarlı olması sebebiyle uyanık ve koopere hastalar için daha uygun ve sınırlandırılmış bir değerlendirme yöntemidir. (Gelfand, 2016)

Bu dezavantajına rağmen davranışsal işitme eşiklerine benzer sonuçlar göstermeleri ve objektif bir değerlendirme imkanı sunmaları açısından önemlidir (Sharma, 2009).

İUKP'ler, bir sinyalin duyulup duyulmadığı konusunda klinisyenle iletişim kuramayan veya bu konuda isteksiz olan hastalar üzerinde kullanılabilir. Hasta grubunu henüz dil gelişimi olmayan bebek ve küçük çocuklar oluşturmaktadır. Buna ek olarak, ek engelli bireyler ve yapılan testlere koopere olmayan yetişkinlerde de

uygulanabilmektedir. Aynı zamanda seçilmiş olan amplifikasyonun faydalarının ortaya konulması için de kullanılabilmektedir.

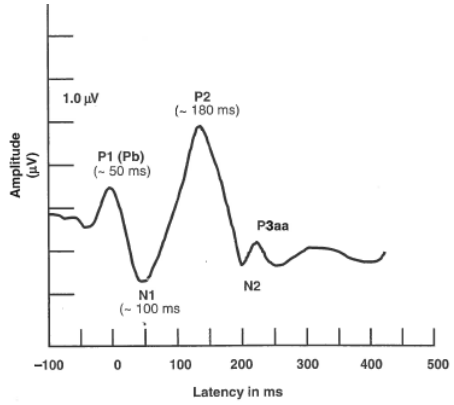
İUKP'ler, klinik odyologlar için Kİ faydalanımını belirlemek amacıyla hızlı ve güvenilir bir prosedür olabilmektedir (McNeill, 2009).

Ancak unutulmamalıdır ki; İUKP cevapları kendi başına işitmeyi değerlendirmek için yeterli değildir. Odyolojik test bataryasındaki diğer test ve gözlem araçlarıyla birlikte kullanıldığında işitmenin duyarlılığı hakkında geçerli bir değerlendirme yapılabilir. Bu nedenle objektif testlerden elde edilen sonuçlar her zaman davranış testlerinden elde edilen sonuçlarla birlikte yorumlanmalıdır.

2.5.1.1. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ve Ölçümü

Normal işitmeye sahip olan yetişkinlerde İUKP'ler yaklaşık olarak 50-200 ms'de meydana gelen üç ana tepeden oluşmaktadır. Bunlar P1-N1-P2 olarak adlandırılmaktadır (Wunderlich ve Cone-Wesson, 2006).

Literatürdeki bazı kaynaklarda, N2 dalgası da İUKP'lerin bileşenleri arasında gösterilmektedir (Martin ve Clark, 2012). Şekil 2.17'de İUKP ana bileşenleri gösterilmektedir.

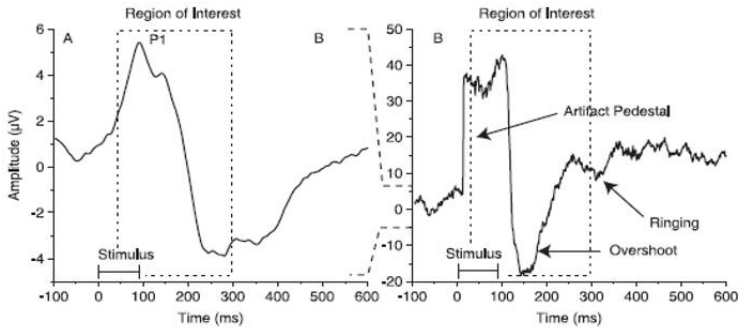


Şekil 2.18: İUKP bileşenleri P1-N1-P2

(Gelfand, 2016)

İUKP komponentlerinin latans aralıkları; yaklaşık 50 ms'de bir pozitif tepe (P1), yaklaşık 80 ila 100 ms'de bir büyük negatif tepe (N1), yaklaşık 180-200 ms'de ikinci bir pozitif tepe (P2) ve 220-270 ms'de negatif bir tepe (N2) olarak bilinmektedir (Kumar ve ark, 2015). P1 dalgası genel olarak orta cevabın son tepesi (Pb) olarak kabul edilmektedir.

Koklear implantlı bireyler için kullanılan İUKP değerlendirmesi sırasındaki en büyük engel koklear implanttan kaynaklanan artifaktın İUP dalga morfolojisini etkilemesidir (Sharma, 2006). Artifakt problemi sebebiyle İUKP komponentlerinin belirlenmesi güçleşmektedir. Şekil 2.19'da normal işitme ve Kİ ile elde edilen İUKP'in P1 dalga formları gösterilmiştir.

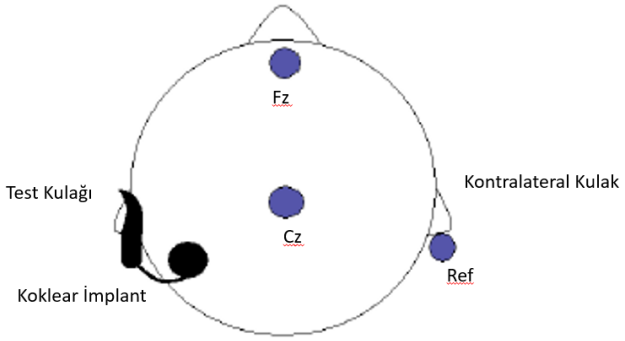


Şekil 2.19: Normal İşitme ve Kİ'lı P1 Dalga Formu Örneği

A. Normal İşitme , B. Koklear İmplant

(Gilley ve ark, 2006)

İUKP ölçümleri için HEARLab® sisteminde kayıt için Referans, Fz (ground) ve Cz olamak üzere üç elektrot kullanılmaktadır. Şekil 2.20'de Kİ kullanıcıları için İUKP ölçümlerideki elektrot yerleşimi gösterilmektedir.



Şekil 2.20: Elektrot Konfigürayonunun Gösterimi

(Lin, 2011)

Literatürde, İUKP'in kayıt edilmesi sırasında Kİ'ın meydana getirdiği elektriksel artifaktın ölenebilmesi için bazı yöntemlerden söz edilmektedir. Tek kanallı kayıt sistemi kullanılırken uygulanabilinecek en etkili klinik yaklaşım, Kİ'ın kontralateral mastoid bölgesine yerleştirilen Referans elektrodu ile kayıt alınmasıdır.

İUKP'in jenerasyon bölgeleri tam olarak bilinememektedir. İUKP'in anatomik dayanakları hakkındaki belirsizlik monaural stimulasyon ile beynin aynı tarafından mı karşı tarafından mı ya da her iki tarafından mı cevap alındığının net olarak bilinmemesinden kaynaklanmaktadır (Hall, 2015).

İUKP cevaplarının kaynakları hakkında literatürde birden fazla çalışma mevcuttur. P1 cevaplarının işitsel asossiasyon korteksi ve talamo-kortikal projeksiyonlar tarafından domine edildiği düşünülmektedir. Bazı çalışmalarda P1 cevabının nöral kaynaklarının planum temporale, hipokampus ve lateral temporal korteks olduğu yönünde kanıtlar sunulmuştur (Martin ve ark., 2007). Eggermont ve Ponton'a (2003) göre; P1, primer işitsel kortekste sinaptik aktivite, talamo-kortikal projeksiyonlar ve intrakortikal tekrarlayan aktiviteler hakkında bilgi vermektedir.

N1-P2 kompleksi, çocukluk yaşlarında geniş P1 tepesinden ayrılarak olarak ortaya çıkmaktadır (Sharma ve ark, 2015). N1 ve P2 bileşenleri, kortikal-kortikal devreler, talamo-kortikal yollar ve sekonder işitsel korteks gibi işitsel kortikal işlemenin yüksek seviyelerini yansıtmaktadır (Kral ve Sharma, 2013). N1'in primer ve sekonder işitsel korteksler ile spesifik olmayan modalite alanlarındaki çeşitli bölgelerden kaynaklandığı kabul edilmiştir (Martin ve ark., 2007). N1'in oluşumunda işitsel girdinin tespiti ve ayırt edilmesi gibi becerilerin etkili olduğu düşünülmektedir. N1, ses uyaranına gösterilen dikkat ile yakından ilişkilidir.

P2'nin oluşumunda etkin olan bölgeler spesifik olarak bilinmese de kaynağının primer ve işitsel korteksin yanı sıra Heschl's gyrus yakınlarında olduğu düşünülmektedir. P2 bileşenine destek sağladığı muhtemel olan işitsel korteks yapıları: planum temporale ve işitsel asosiasyon (Broadmann 22. alan) bölgeleridir (Hall, 2015). P2'nin işlevsel olarak, işitsel yolun daha önceki yapıları tarafından taşınan uyaranların incelenmesinde ve yüksek dereceli analizdeki rolünü savunmaktadır (Ponton ve ark, 2000).

.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji, Dil ve Konuşma Bozuklukları Bölümü'nde Haziran-Aralık 2018 tarihleri arasında yürütüldü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 01.06.2018 tarih, 93777809-604.01.01-1793 sayı numaralı etik kurul onayı ile yapıldı. Bütün katılımcılara gönüllülük esasına dayalı olarak "Bilgilendirilmiş Onam Formu" imzalatıldı (EK 1).

3.1. Katılımcılar

Çalışmamıza; 18-38 yaşları arasında 10 kadın ve 9 erkek olmak üzere unilateral koklear implant kullanıcısı 19 birey dahil edildi. Katılımcıların demografik ve odyolojik bilgileri Tablo 3-1'de verildi.

Tablo 3.1: Katılımcıların Demografik Bilgileri

n	Cinsiyet	Yaş (ay)	Etiyoloji	İK Dönemi (Dil Gelişimi)	İmplant Yönü	Kİ Kullanım Süresi (ay)	İşitme Yoksunluğu (ay)
1	E	308	Kızamık	Prelingual	Sağ	48	8
2	K	434	Kabakulak	Postlingual	Sağ	36	134
3	K	449	Ateşli Hastalık	Postlingual	Sağ	109	136
4	E	411	Enfeksiyon	Postlingual	Sağ	130	113
5	K	232	İdiopatik	Prelingual	Sağ	34	6
6	E	267	Menenjit	Prelingual	Sağ	231	18
7	K	416	Travma	Prelingual	Sağ	59	63
8	K	250	İdiopatik	Postlingual	Sol	35	41
9	E	221	Enfeksiyon	Prelingual	Sağ	140	15
10	E	413	İdiopatik	Postlingual	Sağ	59	5
11	E	245	Ateşli Hastalık	Prelingual	Sağ	172	43
12	K	221	Genetik	Prelingual	Sağ	157	4
13	E	277	İdiopatik	Prelingual	Sol	204	25
14	K	315	Genetik	Prelingual	Sol	131	28
15	K	422	İdiopatik	Postlingual	Sağ	27	281
16	K	463	Travma	Postlingual	Sağ	180	0
17	K	455	İdiopatik	Prelingual	Sol	30	41
18	E	221	Genetik	Prelingual	Sağ	43	48
19	E	423	İdiopatik	Postlingual	Sağ	19	75

Kİ: Koklear İmplant, İK: İşitme Kaybı

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Bilateral çok ileri derecede sensorinöral işitme kaybına sahip, unilateral koklear implant kullanıcı olmak,
- 18-45 yaş arasında olmak,
- En az 1 yıldır koklear implant kullanıyor olmak,
- Koklear implant ile 30 dB HL ve daha iyi saf ses işitme eşiklerine sahip olmak,
- İşitme kaybı dışında ek bir patolojiye sahip olmamak.

3.1.2. Çalışmadan Dışlanma Kriterleri

- Çalışmaya alınma kriterlerine uygun olmayan bireyler çalışma dışı bırakıldı.

3.2. Yöntem

Çalışmamıza yaşları 18 yaş 5ay ile 38 yaş 7 ay (yaş ortalaması 28 yaş 3 ay ± 7,88) arasında değişen Advanced Bionics, Naida CI Q70 ses işlemcisi kullanıcısı 10 kadın, 9 erkek toplam 19 kişi dahil edildi. Katılımcılara Advanced Bionics koklear implant firmasından ve koklear implant ameliyatı yapan merkezlerden ulaşıldı ve seçim kriterlerine uygun ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireyler araştırmaya alındı.

Araştırma dizaynında kullanıcılar için implante olmayan kulaklarında kontralateral kablosuz bağlantı sağlayan bir işitme cihazının (Naida Link CROS, Phonak Hearing Systems, Switzerland) olduğu ikinci bir dinleme durumu oluşturuldu ve katılımcıların CROS cihaza alışması için en az 1 saatlik süre verildi. CROS cihaz öncesi ve sonrası katılımcıların değerlendirmeleri yapıldı.

Değerlendirmede; katılımcılara ait öykü formu dolduruldu, cihazlı ve cihazsız saf ses odyometrik testler yapıldı, konuşma odyometrisi ve işitsel uyarılmış kortikal cevaplara bakıldı.

3.2.1. Bilgi Formu

Katılımcılara ait bilgilerin yer aldığı bilgi formu araştırmacı tarafından oluşturuldu ve araştırmacı tarafından dolduruldu (EK2).

3.2.2. Odyolojik Değerlendirme

3.2.2.1. Saf Ses Odyometrik Değerlendirme

Uygulanan odyometrik testler Otometrics MADSEN Astera^2 (GN Otometrics, USA) çift kanallı, bilgisayar tabanlı, klinik odyometre cihazı ile IAC (Industrial Acoustic Company, İngiltere) standartlarındaki sessiz kabinde yapıldı. İlk oturumda katılımcıların cihazsız hava yolu işitme eşikleri insert kulaklıklar (Insert Earphone, GN Otometrics A/S, Denmark) kullanılarak, kemik yolu işitme eşikleri ise kemik vibratör (Radioear B 71, Audiometer Allé 1 5500 Middelfart, Denmark) ile değerlendirildi. Hava yolu işitme eşiklerine 125-8000 Hz frekanslarında, kemik yolu işitme eşiklerine 500-4000 Hz frekanslarında bakıldı. Saf ses ortalaması olarak 500-4000 Hz frekans aralığındaki eşiklerin ortalaması kullanıldı.

3.2.2.2. Serbest Alan Odyometrik Değerlendirme

İkinci oturumda serbest alanda Kİ ve Kİ+CROS ölçümleri gerçekleştirildi. Önce vakaların sadece Kİ'li işitme eşikleri belirlendi. Sonrasında implante olmayan kulağa CROS işitme cihazı uygulaması yapıldı ve katılımcılara Kİ+CROS kombinasyonu ile en az 1 saat geçirmeleri gerektiği belirtildi. Kİ+CROS deneyiminin ardından serbest alan odyometri testleri tekrar edildi. Kİ+CROS'lu serbest alan eşikleri ve ortalamaları belirlendi.

İUKP ölçümleri yapılmadan önce, katılımcıların koklear implant sisteminden sağladıkları saf ses kazançlarının çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun olup olmadığı kontrol edildi.

3.2.2.3. Konuşma Odyometrisi Değerlendirmesi

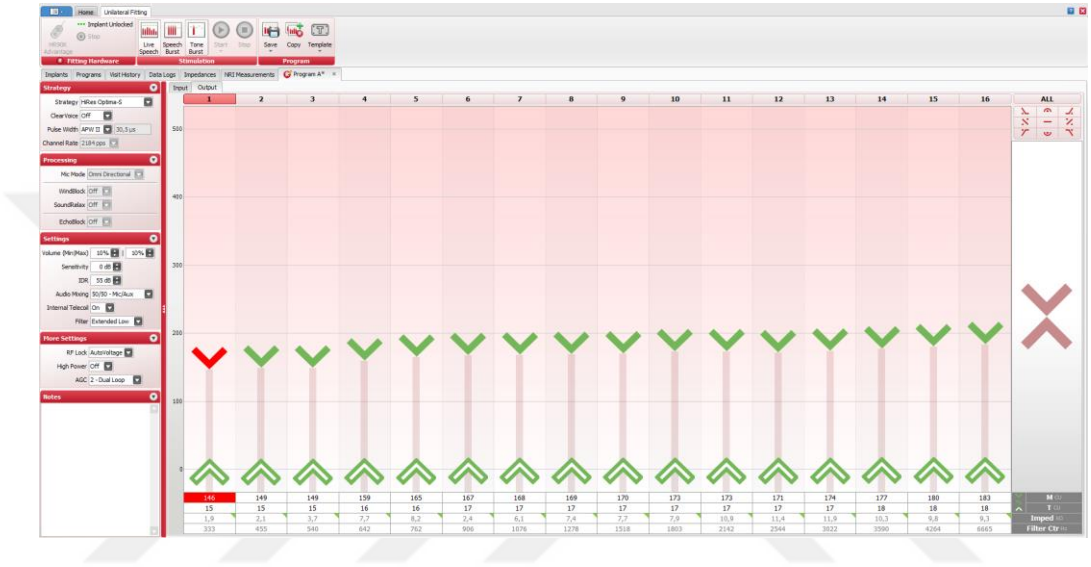
Odyometrik değerlendirmeye dahil edilen konuşma testleri, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı Odyoloji, Dil ve Konuşma Bozuklukları Bölümü'nde aktif olarak kullanılan Türkçe fonetik dengeli, kelime listeleri kullanılarak yapıldı. Konuşmayı Anlama Eşiği (Speech Reception Threshold Test- SRT) Testi üç heceli kelime listeleri ile, Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (Speech Discrimination Score- SDS) Testi tek heceli kelime listeleri ile değerlendirildi.

Konuşma odyometrisi için uygulanan testler canlı ses ile taşıyıcı cümle kullanılarak gerçekleştirildi.

3.2.2.4. Eşik Optimizasyonu ve CROS Cihazın Aktivasyonu

Katılımcıların koklear implant iç parça ve ses işlemcilerinin kontrolü ve CROS cihazının aktivasyonu SoundWave™ 3.1 yazılımı ile yapıldı.

İhtiyacı olan katılımcıların koklear implant kazançları SoundWave™ 3.1 yazılımı kullanılarak optimal eşik düzeyinde olacak şekilde ayarlandı. Şekil 3.1'de SoundWave™ 3.1 programlama ekranı gösterilmektedir.



Şekil 3.1: SoundWave™ 3.1 Programlama Ekranı

3.2.2.5. İşitsel Uyarılmış Kortikal Cevap Odyometresi

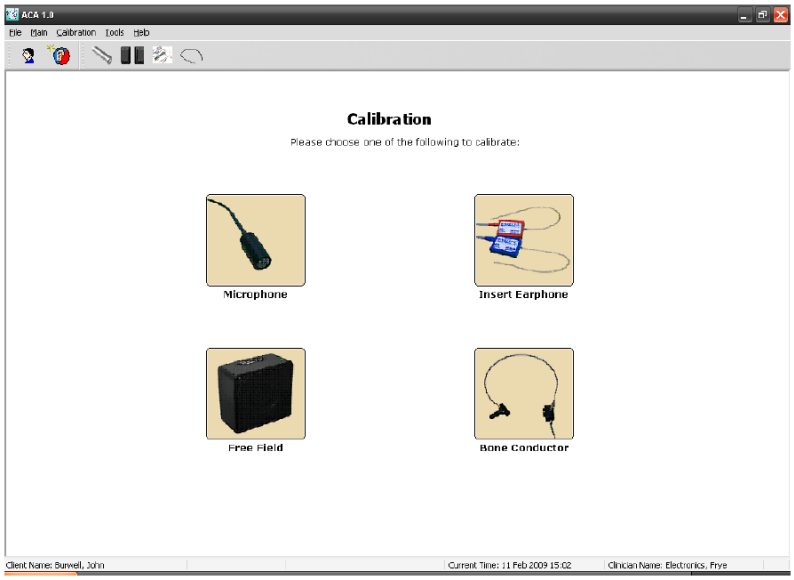
Katılımcıların İUKP ölçümleri HEARLab System (Frye Electronics, Tigard, OR, USA) cihazının ACA modülü kullanılarak yapıldı. Kİ ve Kİ+CROS koşullarında işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller kayıt edildi. Şekil 3.2'de testlerin uygulanması sırasında kullanılan HEARLab® Cortical Auditory Evoked Potential Analyzer cihazı gösterilmektedir.



Şekil 3.2: HEARLab® Cortical Auditory Evoked Potential Analyzer

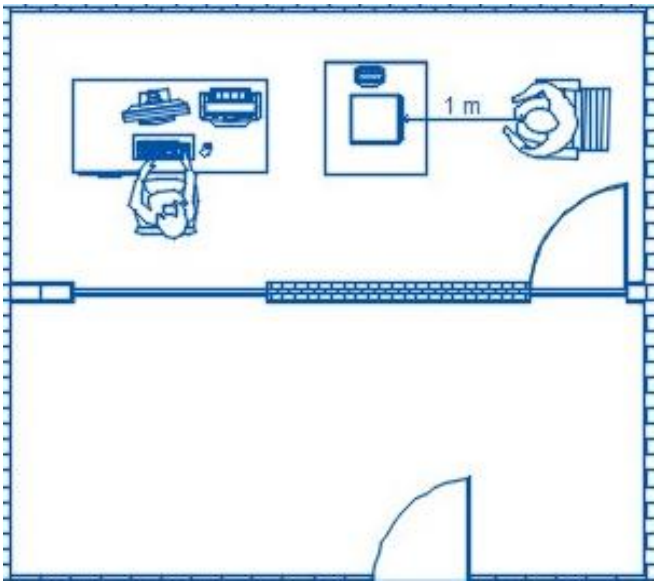
(DOCUMENTS/BROCHURES/MISC/NALhearlab.indd)

Katılımcılara sunulan uyaran seviyelerinin doğru olduğundan ve elde edilen değerlendirme sonuçlarının güvenilir olduğundan emin olmak için herhangi bir değerlendirme yapılmadan önce otomatik serbest alan kalibrasyonu yapıldı. Şekil 3.3'te HEARLab® ACA 1.0 kalibrasyon penceresi gösterilmektedir.

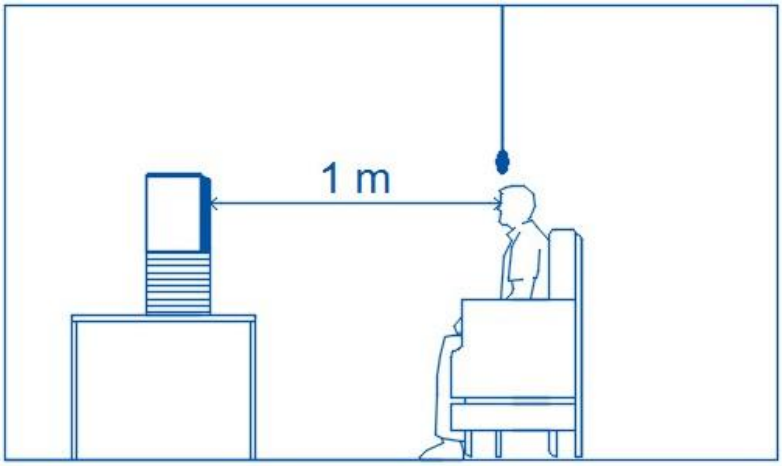


Şekil 3.3: HEARLab® ACA 1.0 kalibrasyon penceresi

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyellerin ölçümünde; /m/, /t/, /g/ konuşma uyaranları hastaya 0º ve 1 metre uzaklıkta pozisyonlandırılmış bir hoparlörden iletildi. Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te test odasının yerleşimi ve hasta pozisyonu gösterilmektedir.



Şekil 3.4: Test odası yerleşim similasyonu

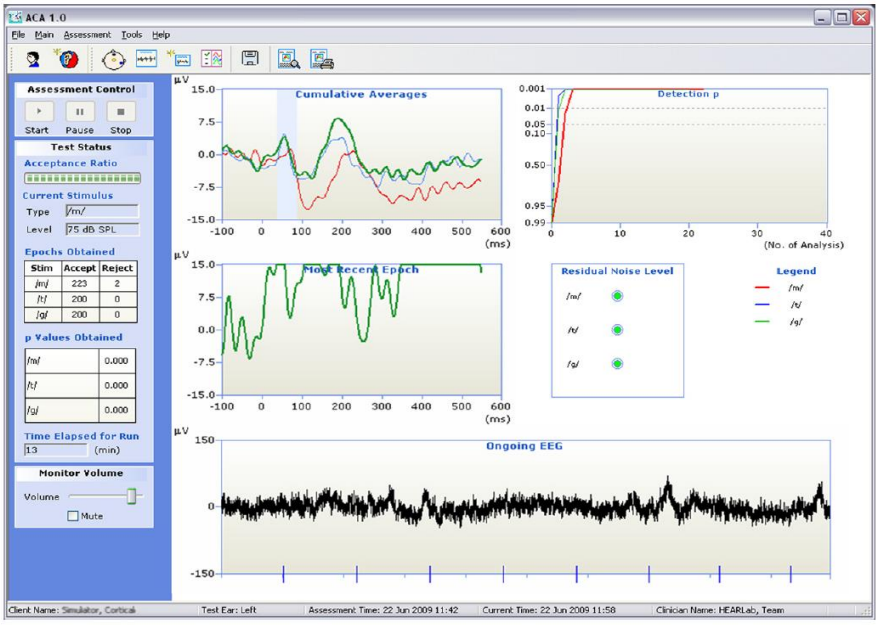


Şekil 3.5: Test sırasında hasta ve hoparlör pozisyonu

İUKP ölçümleri de sadece Kİ ve Kİ+CROS kombinasyonu olmak üzere iki kez yapıldı.

Test uyaranları olan /m/, /t/, /g/ ünsüzleri; sırasıyla düşük (250-500Hz), orta (0.8-1.6 kHz) ve yüksek (2-8 kHz) frekansları temsil ettiği için kortikal düzeydeki işitmenin genel ipuçlarını elde etmekte kullanılmaktadır. Bu konuşma uyaranları (/m/ 30msn, /t/ 21msn, /g/ 30 msn), birçok işitme cihazının kompresyon devrelerini aktif edecek kadar uzun bir sunum süresine sahiptir. İşitme cihazı ve/veya koklear implant kullanıcısı hastaların İUKP değerlendirmesinde ACA modülü kullanılmaktadır. uyaranlar 55, 65 veya 75 dB SPL'de ve hoparlör ile hastaya iletilmektedir.

HEARLab® cihazı otomatik analiz yaparak her ses uyaranı için gerçek zamanlı İUKP dalga latans ve amplitüd değerleri hesaplamaktadır. Alınan İUKP kayıtları sonrasında P1, N1 ve P2 değerleri manuel olarak belirlenmektedir. Şekil 3.6'da test sırasında kullanılan HearLab® ACA 1.0 aksiyon penceresi görülmektedir.



Şekil 3.6: HEARLab® ACA 1.0 aksiyon penceresi

Çalışmamızda, kayıt için kullanılan elektrotlar; alın, verteks ve koklear implant sistemi kullanılan kulağın kontralateral mastoid bölgesine yerleştirildi. Elektrot yerleşimi öncesinde, cilt temizliği EEG jeli ile yapıldı. Yerleşim sonrasında elektrot impedanslarının 5 Kohm'un altında olmasına dikkat edildi. İUKP ölçümleri yapılırken uyaran seviyesi 65 dB SPL olarak belirlendi.

3.3. İstatistiksel Yöntem

Araştırmamızda verilerin istatistiksel analizi için *IBM SPSS Version 21 for Windows* programı kullanıldı.

Tanımlayıcı istatistikler; kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sayısal değişkenler için ortalama ve standart sapma (X±SS) olarak verildi. Yapılan farklı ölçümlerin test skorlarının karşılaştırması için non-parametrik testler olan Wilcoxon Signed Ranks Test ve Mann-Whitney U Test kullanıldı. İki sürekli değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek için Spearman Korelasyon Testi kullanıldı.

İstatistiksel alfa anlamlılık derecesi "$p<0,05$" olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Unilateral koklear implant kullanıcılarında, CROS sistemi uygulamasının değerlendirildiği çalışmamıza, dahil edilen 19 bireye ait veriler aşağıda sunulmuştur.

Katılımcıların 10'u (%53) kadın ve 9'u (%47) erkektir. 15 (%79) katılımcı koklear implantını sağ kulakta kullanırken; 4'ü (%21) sol kulakta kullanmaktadır. Katılımcıların yaş, cinsiyet ve implantlı kulak yönü ile ilgili bilgiler Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Katılımcıların yaş, cinsiyet ve implantlı kulak yönü

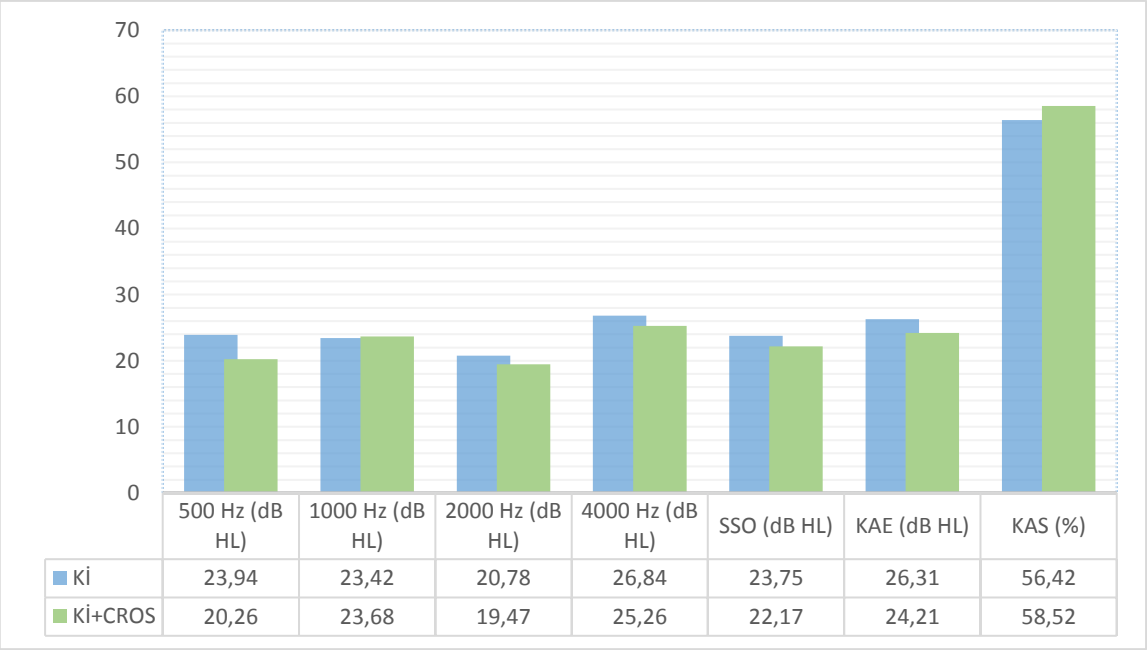
		n	**%**			**n**	**%**
Cinsiyet	Kadın	10	%53	İmplantlı Kulak Yönü	Sağ	15	%79
	Erkek	9	%47		Sol	4	%21
Yaş (ort. ± SS)	28 yaş 3 ay ± 7,88						

İşitme kaybının meydana geldiği yaş 0 ile 345 ay (71,73 ± 91,57) arasında, işitme kaybı süresi 68 ile 443 ay (267,57 ± 83,85) arasında değişkenlik göstermektedir. Katılımcıların 11'i (%58) prelingual, 8'i (%42) postlingual işitme kayıplıdır.

İşitme kaybı tanısından sonra amplifikasyon desteği olmadan geçirilen süre 0 ile 281 ay (53.6±67.7) arasındadır. İC kullanım süreleri ise 4 ay ile 372 ay (ort 101.7±99.72) arasında değişmektedir. Kİ olma yaşı 31 ay ile 397 ay (207.78±129.51) arasında değişkenlik göstermektedir. Kİ kullanım süresi ise 27 ay ile 231 ay arasında ortalama 109.84 ±66.2 ay'dır.

4.1. Serbest Alan Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması

Sadece Kİ ve Kİ+CROS uygulamaları için serbest alan odyometrisi kullanılarak; 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'te saf ses eşikleri, saf ses eşik ortalamaları (SSO), konuşmayı alma eşikleri (KAE), konuşmayı ayırt etme skorları (KAS) değerlendirilmiştir. Şekil 4.1'de elde edilen Serbest Alan İşitme Eşikleri ve Konuşma Testi Sonuçlarının ortalamaları ve standart sapma değerleri ile verilerin şematize edilmiş hali gösterilmiştir.



	500 Hz (dB HL)	1000 Hz (dB HL)	2000 Hz (dB HL)	4000 Hz (dB HL)	SSO (dB HL)	KAE (dB HL)	KAS (%)
Kİ	23,94	23,42	20,78	26,84	23,75	26,31	56,42
Kİ+CROS	20,26	23,68	19,47	25,26	22,17	24,21	58,52
p	**<0.001****	<0.796	<0.190	<0.190	**<0.02***	**<0.021***	<0.088

Wilcoxon Signed Ranks Test, *p<0.05, **p<0.01

Şekil 4.1: Serbest Alan İşitme Eşikleri ve Konuşma Testi Sonuç Grafiği

Kİ+CROS ile elde edilen saf ses ortalamaları (p<0.02) 500 Hz saf ses eşikleri (p<0.001) ve konuşmayı alma eşikleri (p<0.021) Kİ'ye göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük elde edilmiştir. Her iki durum için konuşmayı ayırt etme skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p< .088).

4.2. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyellerin Karşılaştırılması

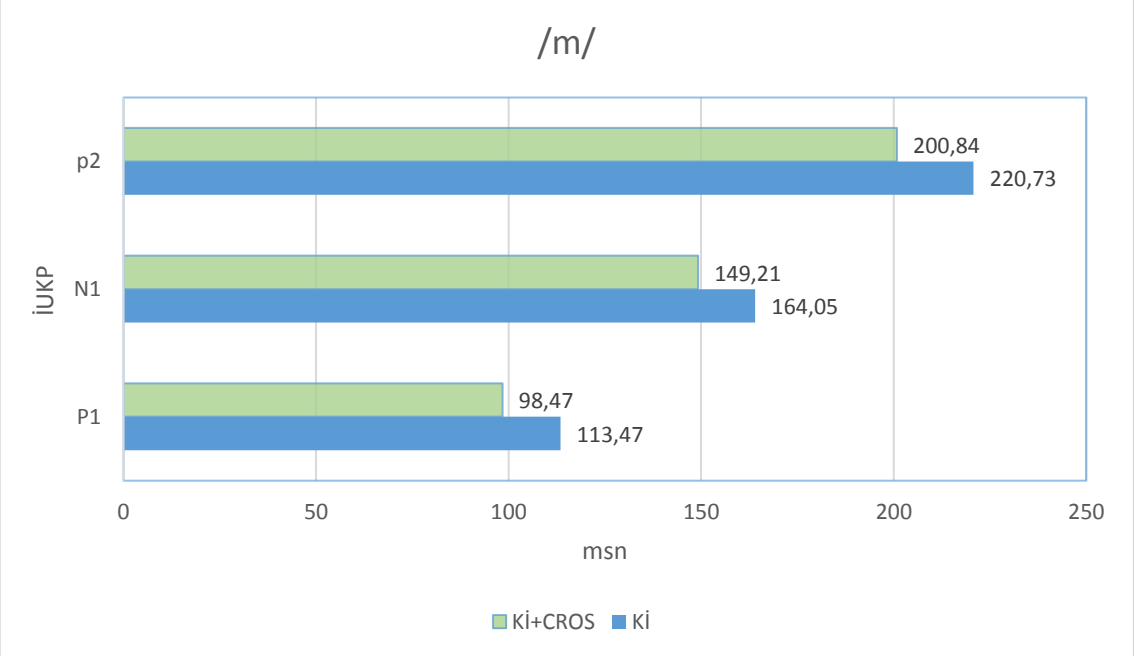
Çalışmamızda, Kİ ve Kİ+CROS'lu olarak /m/, /t/, /g/ uyaranları ile elde edilen cevapların latans değerlerinin ortalama, standart sapma ve anlamlılık düzeyleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: İUKP cevapları latanslarına ait ortalama, standart sapma ve p değerleri

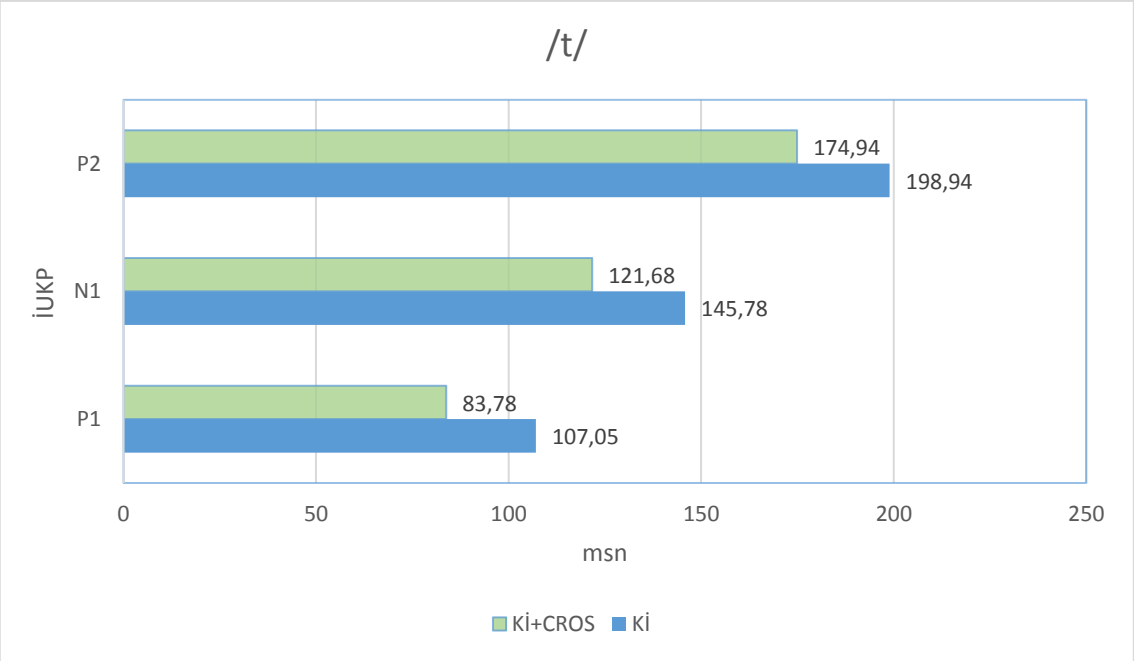
Latans (msn)		n	Kİ	Kİ+CROS	p
/m/	P1	19	113,47 ± 48,56	98,47 ± 28,47	**0,018***
	N1	19	164,05 ± 50,69	149,21 ± 35,04	**0,008****
	P2	19	220,73 ± 42,41	200,84 ± 30,56	**0,005****
/t/	P1	19	107,05 ± 29,71	83,78 ± 26,38	**0,000****
	N1	19	145,78 ± 39,30	121,68 ± 30,15	**0,001****
	P2	19	198,94 ± 37,60	174,94 ± 34,56	**0,01***
/g/	P1	19	96,26 ± 33,63	80,31 ± 22,62	**0,003****
	N1	19	144,68 ± 42,44	117,26 ± 18,74	**0,003****
	P2	19	201,00 ± 41,40	174,57 ± 26,90	**0,011***

Wilcoxon Signed Ranks Test, *p<0.05, **p<0.01

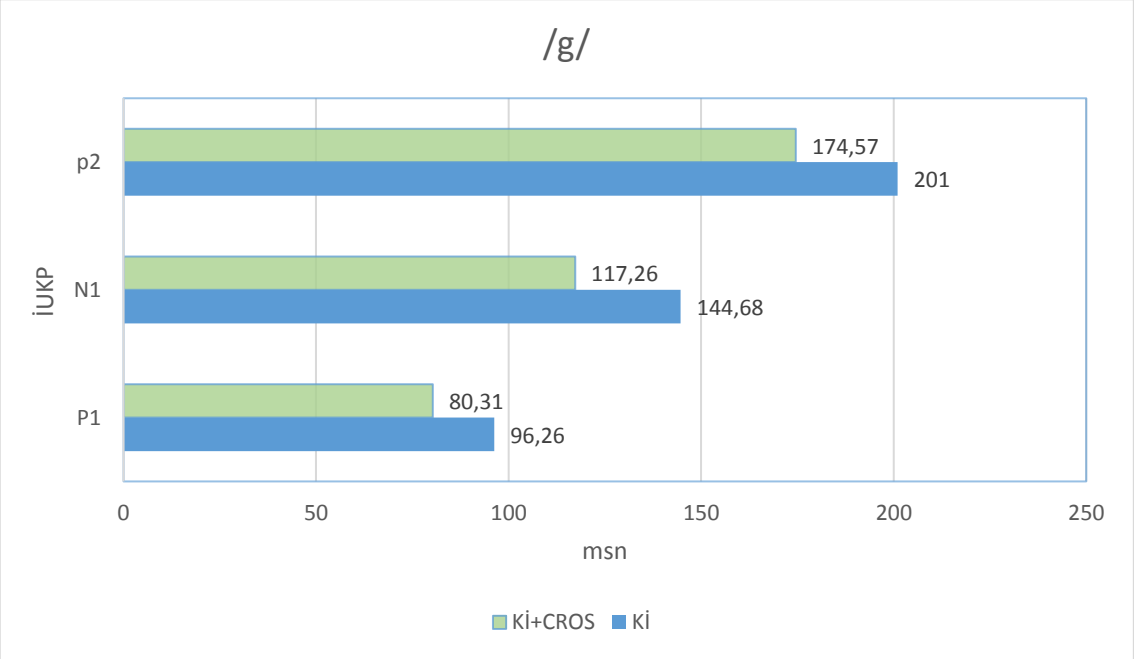
İUKP'in /m/, /t/, /g/ uyaranları için elde edilen latans ortalamalarına ilişkin grafikler Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te yer almaktadır.



Şekil 4.2: /m/ uyaranı İUKP cevapları latans ortalamalarına ilişkin grafik



Şekil 4.3: /t/ uyaranı İUKP cevapları latans ortalamalarına ilişkin grafik



Şekil 4.4: : /g/ uyaranı İUKP cevapları latans ortalamalarına ilişkin grafik

Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP değerlendirmesinde elde edilen latans verilerine göre, Kİ ve CROS birlikte kullanıldığında 3 uyaran tipi ile P1, N1 ve P2 latans süreleri istatistiksel olarak anlamlı derecede kısalmıştır.

Kİ ve Kİ+CROS'lu olarak İUKP'nin /m/, /t/, /g/ uyaranları için elde edilen amplitüd değerlerine ait ortalama, standart sapma ve anlamlılık düzeyleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

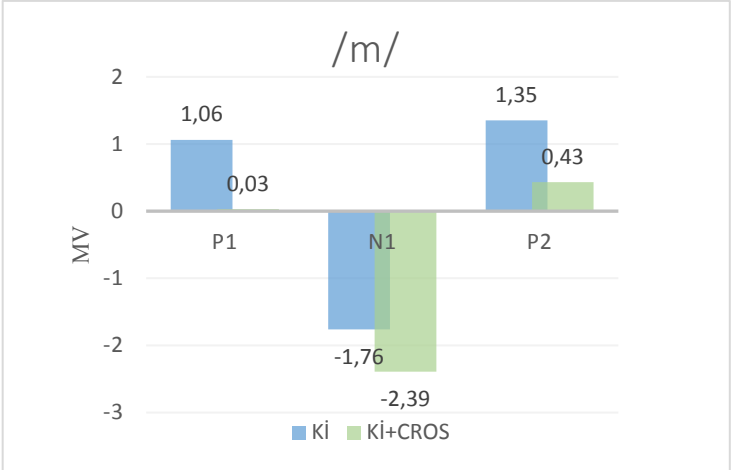
Tablo 4.3: İUKP cevapları amplitüd ortalamaları, standart sapma ve p değerleri

Amplitüd (µV)		n	Kİ	Kİ+CROS	p
/m/	**P1**	**19**	1.06 ± 1.43	0.03 ± 2.32	**0,02***
	N1	**19**	-1.76 ± 1.68	-2.39 ± 1.79	0,22
	P2	**19**	1.35 ± 2.10	0.43 ± 1.32	0,08
/t/	**P1**	**19**	0.43 ± 1.32	0.6784 ± 1.71	0,24
	N1	**19**	-1.28 ± 1.99	-1.86 ± 1.01	0,22
	P2	**19**	2.37 ± 2.07	1.12 ± 1.98	**0,013***
/g/	**P1**	**19**	1.28 ± 1.93	0.82 1.83	0,13
	N1	**19**	-1.13 ± 2.15	-1.71 ± 1.51	0,08
	P2	**19**	2.44 ± 2.00	1.82 ± 2.02	0,12

Wilcoxon Signed Ranks Test, *p<0.05, **p<0.01

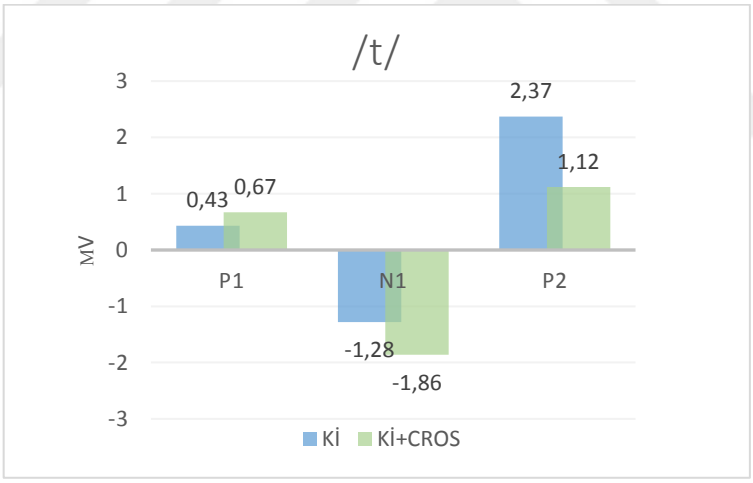
Çalışmamızda Kİ+CROS'lu ve sadece Kİ'lı ile elde edilen amplitüd ortalamalarına ilişkin grafikler, sırası ile /m/, /t/, /g/ uyaranları için Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'te yer almaktadır.

Kİ ve Kİ+CROS ile amplitud değerleri karşılaştırıldığında /m/ uyaranı için P1 amplitüdü, sadece Kİ'lı durumda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha büyük elde edilmiştir (p<0,02). Bununla birlikte, N1 ve P2 amplitüdlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (N1 için p=0,22) (P2 için p=0,08).



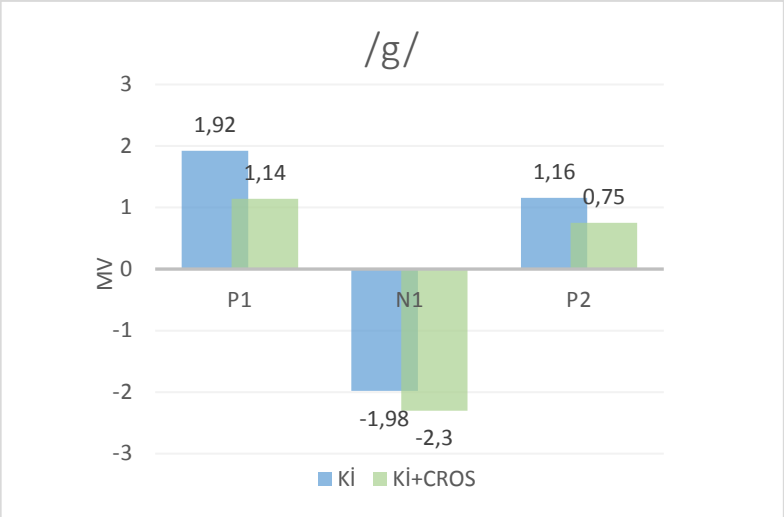
Şekil 4.5: İUKP /m/ uyaranı için amplitüd ortalamaları grafiği

/t/ uyaranı ile elde edilen amplitüd değerlerinde, sadece Kİ'li durum için P2 amplitüdlerinin daha büyük olduğu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,013$). Ancak, P1 ve N1 amplitüdlerinde istatistiksel olarak anlamlılık elde edilmemiştir (P1 için $p=0,123$), (N1 için $p=0,08$).



Şekil 4.6: İUKP /t/ uyaranı için amplitüd ortalamaları grafiği

/g/ uyaranı ile yapılan İUKP değerlendirmesinde, Kİ ve Kİ+CROS durumları için P1, N1 ve P2 amplitüdleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (P1 için $p=0,13$), (N1 için $p=0,08$), (P2 için $p=0,12$).

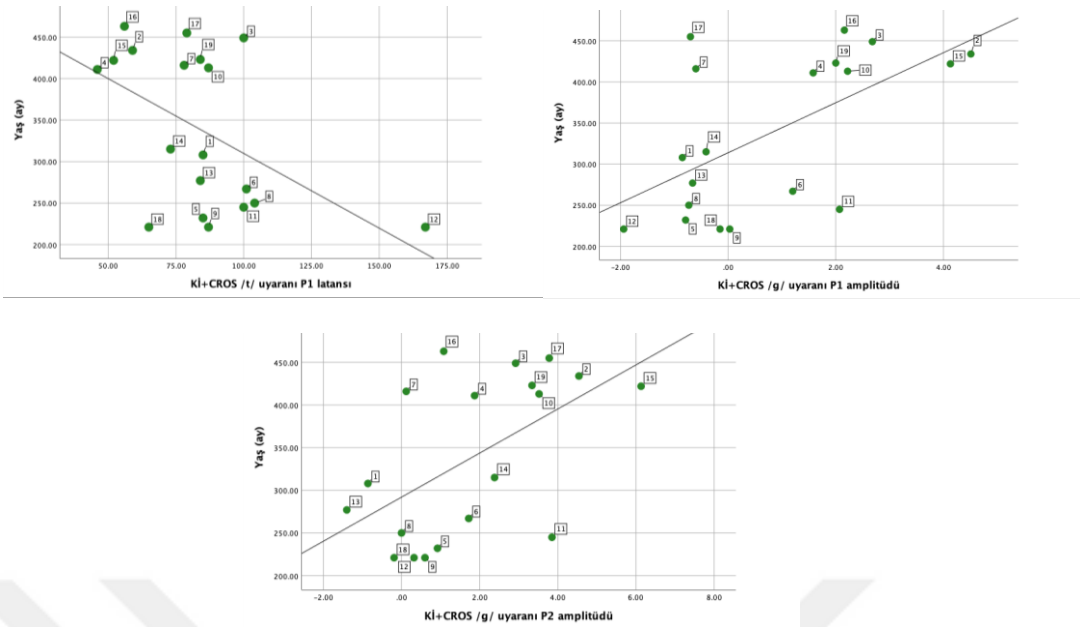


Şekil 4.7: İUKP /g/ uyaranı için amplitüd ortalamaları grafiği

4.3. Korelasyon Analizleri

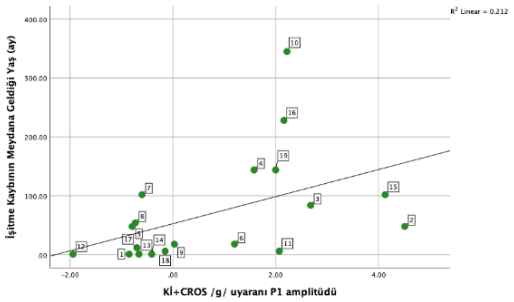
Çalışmamızda /m/, /t/, /g/ uyaranları ile elde edilen kortikal potansiyellerin; kronolojik yaş, işitme kaybının meydana geldiği yaş, işitsel deprivasyon süresi, koklear implant olma yaşı, koklear implant kullanım süresi, işitme cihazı kullanım süresi gibi değişkenler ile korelasyonu incelenmiştir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda; katılımcıların yaşları ile /t/ uyaranı P1 latansı arasında Kİ+CROS durumu için orta şiddette negatif yönlü (p=0,038, r=-%47); /g/ uyaranı P1 ve P2 amplitüdleri arasında orta şiddette pozitif yönlü (p=0,021 r=%52, p=0,021 r=%52) korelasyon elde edilirken, yaş ile /m/ uyaranı arasında korelasyon bulunmamıştır. Katılımcıların yaşlarına ve İUKP cevaplarına ait korelasyon sonuçlarına ilişkin grafikler Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

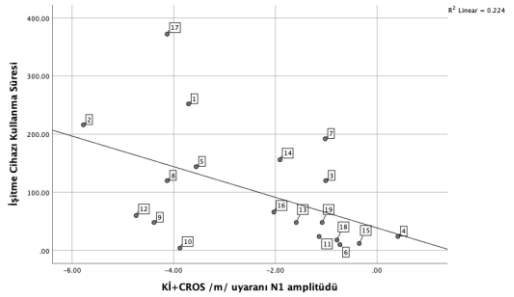


Şekil 4.5: Yaş ve Kİ+CROS'lu İUKP cevapları korelasyon grafikleri

İşitme kaybının meydana geldiği yaş ile Kİ+CROS'lu /g/ uyaranının P1 amplitüdü arasında orta şiddette pozitif yönde korelasyon bulunmuştur (p=0,008 r=%58). İşitme cihazı kullanım süresi ile Kİ+CROS'lu /m/ uyaranı N1 amplitüdü arasında ise orta şiddette ters yönde korelasyon bulunmuştur (p=0,033 r=-%49).



Şekil 4.6: İşitme kaybının meydana geldiği yaş ile Kİ+CROS'lu /g/ uyaranının P1 amplitüdü korelasyon grafiği



Şekil 4.7: İşitme cihazı kullanım süresi ile Kİ+CROS'lu /m/ uyaranının N1 amplitüdü korelasyon grafiği

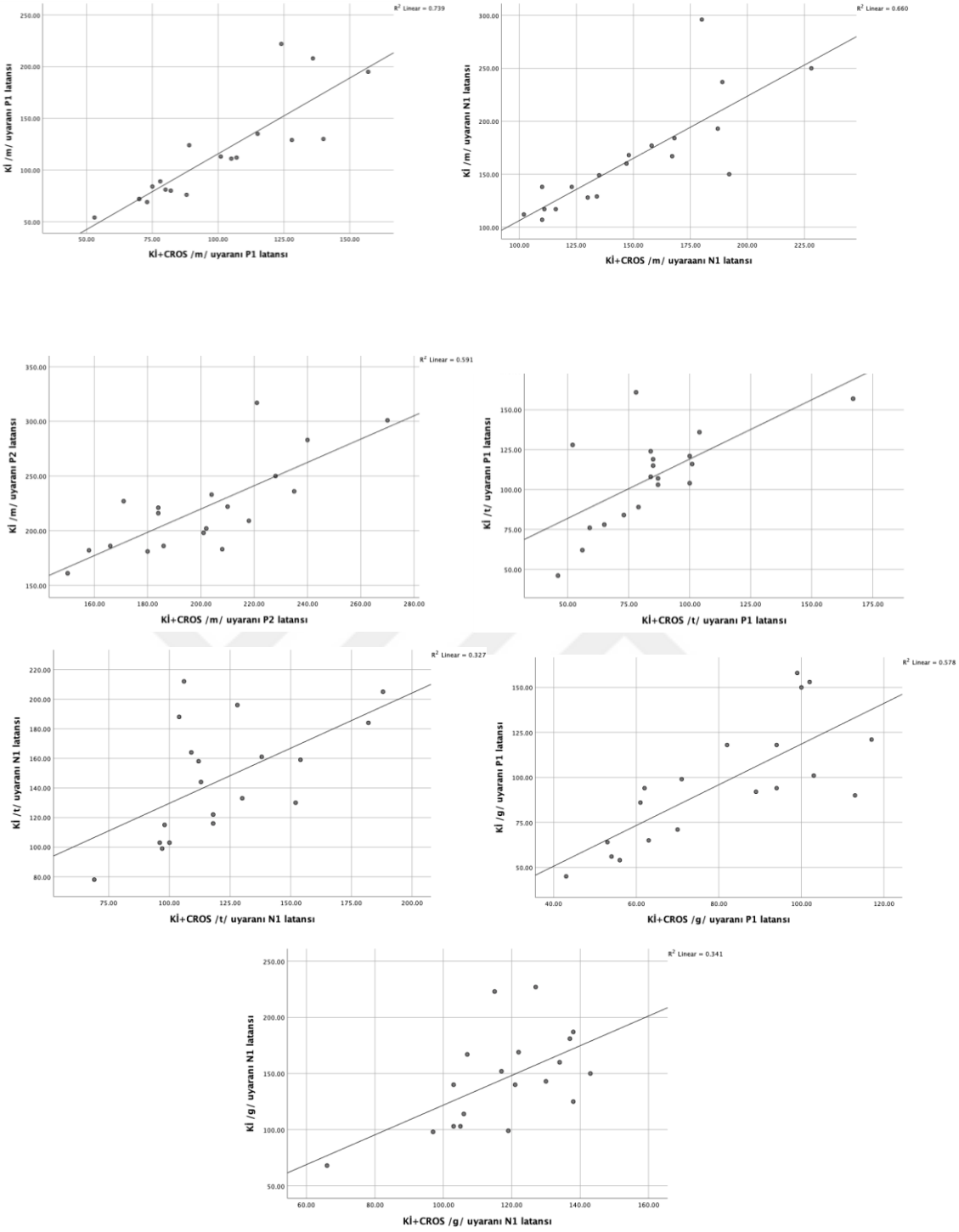
İUKP cevaplarının uyarana göre Kİ ve Kİ+CROS'lu latans ve amplitüd korelasyon verilerine ait tablolar EK 3'te sunulmuştur. Bununla birlikte, /m/, /t/ ve /g/ uyaranları ile Kİ ve Kİ+CROS koşullarındaki İUKP cevaplarının latans ve amplitüd korelasyon analizlerine ait verilere ilişkin bilgiler Tablo 4.4 ve 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevapları latans korelasyon tablosu

Kİ / Kİ+CROS			/m/			/t/			/g/		
			P1	N1	P2	P1	N1	P2	P1	N1	P2
/m/	P1	r	**.912****	.912**	.753**	0,090	-0,033	-0,146	0,229	0,256	0,004
		p	**0,000**	0,000	0,000	0,714	0,892	0,550	0,346	0,291	0,989
	N1	r	.798**	**.883****	.766**	0,340	0,248	0,025	0,407	0,439	0,121
		p	0,000	**0,000**	0,000	0,154	0,306	0,917	0,084	0,060	0,621
	P2	r	.700**	.721**	**.767****	0,146	-0,001	0,045	0,347	0,242	0,134
		p	0,001	0,000	**0,000**	0,551	0,996	0,855	0,146	0,317	0,584
/t/	P1	r	-0,073	0,165	0,067	**.535***	.619**	0,250	.480*	.587**	0,205
		p	0,767	0,500	0,786	**0,018**	0,005	0,301	0,038	0,008	0,399
	N1	r	-0,007	0,182	0,079	.509*	**.574***	0,302	.522*	.699**	0,222
		p	0,977	0,456	0,746	0,026	**0,010**	0,208	0,022	0,001	0,361
	P2	r	-0,147	0,017	0,080	0,222	0,454	0,273	0,362	.471*	0,233
		p	0,549	0,946	0,744	0,362	0,051	0,258	0,128	0,042	0,337
/g/	P1	r	0,084	0,257	0,145	.571*	.521*	0,089	**.790****	.673**	.603**
		p	0,733	0,287	0,553	0,011	0,022	0,718	**0,000**	0,002	0,006
	N1	r	0,084	0,310	0,189	0,442	.523*	0,060	.741**	**.579****	.463*
		p	0,733	0,196	0,438	0,058	0,021	0,807	0,000	**0,009**	0,046
	P2	r	0,082	0,307	0,202	.475*	.499*	0,103	.721**	.536*	0,393
		p	0,740	0,201	0,407	0,040	0,030	0,674	0,000	0,018	0,096

Spearman's rho Correlation Test , *p<0,05, r: Correlation Coefficient

/m/ uyaranı ile yapılan değerlendirmede Kİ'lı P1, N1, P2 latansları ile Kİ+CROS'lu P1, N1 ve P2 latansları arasında pozitif yönde çok yüksek derecede korelasyon bulunmuşur. /t/ ve /g/ uyaranları için Kİ ve Kİ+CROS'lu P1 ve N1 latansları arasında pozitif yönlü korelasyon bulunurken, aynı uyaranlar ile P2 latansları arasında korelasyon bulunamamıştır. İUKP cevaplarının latanslarına ait korelasyon grafikleri Şekil 4.8'de verilmiştir.



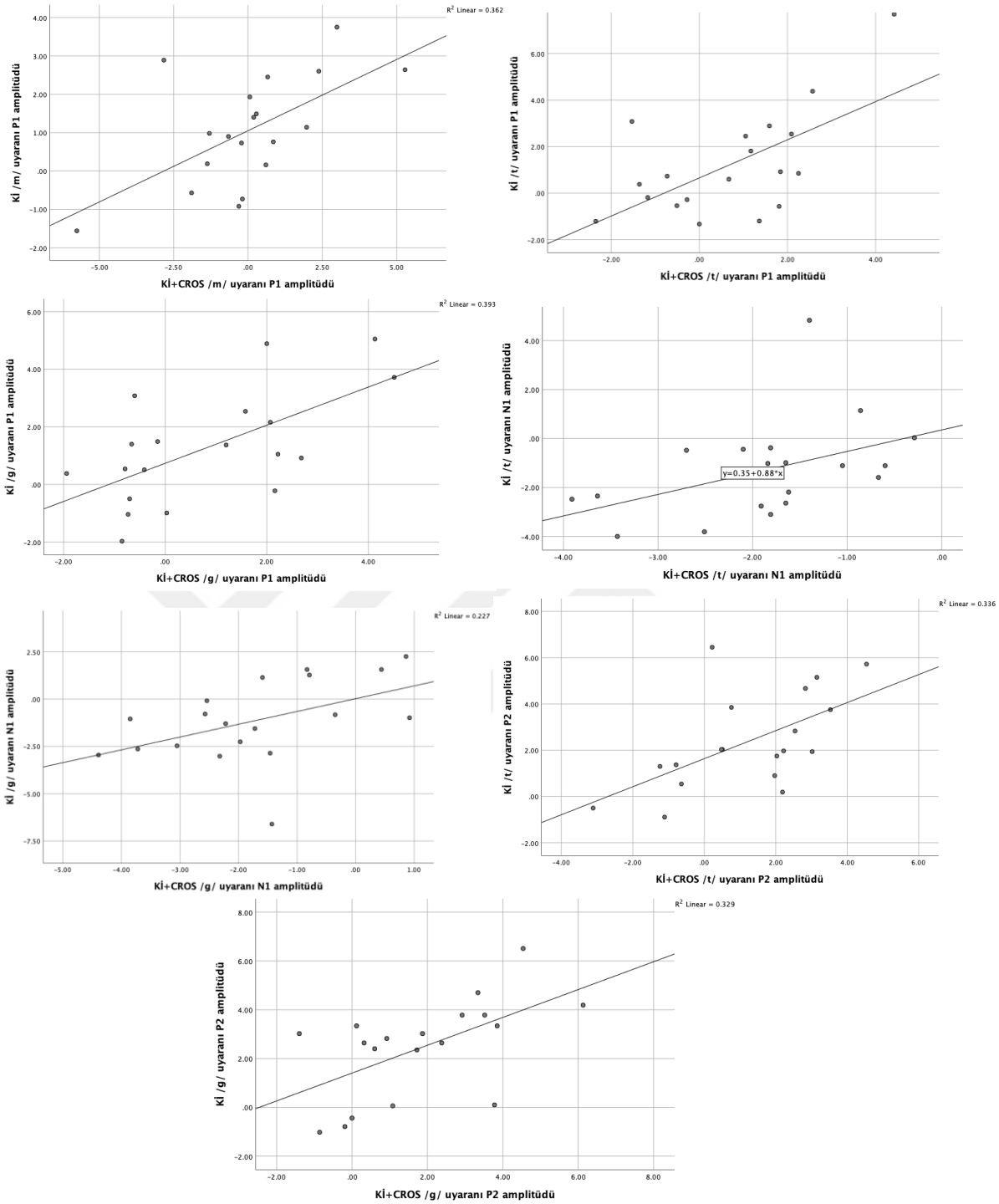
Şekil 4.8: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevap latanslarına ait korelasyon grafikleri

Tablo 4.5: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevapları amplitüd korelasyon tablosu

Kİ / Kİ+CROS			/m/			/t/			/g/		
			P1	N1	P2	P1	N1	P2	P1	N1	P2
/m/	P1	r	**.544***	*0,295*	0,086	0,442	0,077	0,347	0,444	0,064	0,152
		p	**0,016**	*0,221*	0,726	0,058	0,753	0,146	0,057	0,794	0,534
	N1	r	0,419	0,419	0,242	0,275	0,076	0,198	.572*	0,148	0,170
		p	0,074	0,074	0,318	0,255	0,759	0,418	0,010	0,544	0,487
	P2	r	0,271	0,194	0,349	0,111	-0,169	0,223	0,344	0,011	0,186
		p	0,261	0,426	0,144	0,652	0,489	0,359	0,149	0,963	0,447
/t/	P1	r	.540*	0,367	0,219	**.481***	0,163	.555*	.565*	0,221	.505*
		p	0,017	0,123	0,367	**0,037**	0,504	0,014	0,012	0,363	0,027
	N1	r	0,372	0,376	0,241	.459*	**.476***	0,351	.493*	0,374	0,356
		p	0,117	0,113	0,321	0,048	**0,039**	0,140	0,032	0,115	0,135
	P2	r	0,309	0,316	0,196	0,175	-0,013	**.596****	0,316	0,024	0,220
		p	0,198	0,188	0,420	0,473	0,957	**0,007**	0,188	0,923	0,366
/g/	P1	r	0,391	0,316	0,289	0,265	0,051	.557*	**.581****	0,287	.637**
		p	0,098	0,188	0,229	0,273	0,836	0,013	**0,009**	0,234	0,003
	N1	r	0,200	0,049	0,002	0,193	0,115	0,193	0,346	**.512***	.483*
		p	0,412	0,842	0,994	0,429	0,639	0,428	0,147	**0,025**	0,036
	P2	r	0,149	-0,058	0,284	0,242	-0,018	0,430	0,446	.464*	**.640****
		p	0,542	0,814	0,238	0,318	0,940	0,066	0,056	0,045	**0,003**

Spearman's rho Correlation Test , *p<0,05, r: Correlation Coefficient

Kİ ve Kİ+CROS varlığındaki İUKP amplitüdleri korelasyon analizinde, P1 amplitüdleri arasında orta derecede pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur. /m/ ve /t uyaranları arasında P1 amplitüdlerinde orta derecede pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur. Kİ ve Kİ+CROS'lu /t/ ve /g/ uyaranları için N1, P2 amplitüdlerinde orta derecede pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur. İUKP cevaplarının amplitüd korelasyonuna ait grafikler Şekil 4.9'da gösterilmektedir.



Şekil 4.9: Kİ ve Kİ+CROS'lu İUKP cevap amplitüdlerine ait korelasyon grafikleri

5. TARTIŞMA

Binaural (çift kulaktan sağlanan) işitmenin monaural (tek kulaktan sağlanan) işitmeye göre santral işitme sistemi üzerinde daha avantajlı olduğu bilinmektedir. Monaural işitme, çocuklarda ve yetişkinlerde farklı olumsuz etkiler gösterse de, her iki grup için günlük hayattaki zorlu dinleme koşullarında kısıtlamalara neden olmaktadır. (von Loon ve arkadaşları, 2014).

Monaural işitme sahibi olan bireyler için, binaural işitmeyi gerçekleştirebilmek işitme alanının genişlemesini sağlamaktadır. Binaural işitme, bireylere gürültülü ortamlarda daha iyi dinleme performansı sağlamaktadır. Binaural işitmenin avantajları sayesinde, yakın zamanda özellikle ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan çocuk popülasyonu için bilateral koklear implantasyon çözüm standardı haline gelmiştir. Bilateral koklear implant kullanımı, unilateral koklear implant kullanımına göre daha iyi konuşmayı anlamayı sağlamasına rağmen yetişkinler için unilateral koklear implantasyon daha yaygın bir yaklaşımdır (Kurien ve ark. 2018).

Bilateral koklear implantasyon, tıbbi ya da kişisel sebeplerin yanı sıra finansal nedenlerden dolayı da unilateral koklear implantlı bireyler için her zaman uygulanamayabilir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün (2003) raporuna göre ilk koklear implantasyonun ikincisine göre çok daha yüksek maliyet-fayda analizi elde edilmesine rağmen ikinci koklear implantasyonun işitme açısından olumlu etkileri yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Ancak günümüzde birçok ülkede, sağlık harcamaları açısından karşılaşılan ekonomik gerçeklikler unilateral uygulamaların devam etmesine yol açmaktadır.

Koklear implant kullanıcılarının kontralateral kulaklarındaki işitme cihazı ile sağlanan bimodal uyarım gürültüde konuşmayı anlama ve müzik algısı açısından avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle, koklear implant kullanıcısı olan bireylerin kontralateral kulaklarında işitme cihazından faydalanabilecek rezidüel işitmenin olması halinde bimodal uygulama tavsiye edilmektedir (Dillon, 2012).

Koklear implantlı bireylerin mevcut amplifikasyon seçeneklerinden sağladıkları faydaların belirlenmesi için objektif ve subjektif pek çok yöntem kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar ile koklear implant ile elde edilen davranışsal işitme eşiklerin işitsel uyarılmış potansiyeller gibi objektif yöntemlerden elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu

bildirilmiştir (Munro ve ark, 2011). Bu nedenle İUKP ölçümleri özellikle çocuklarda yapılan Kİ uygulamaları ile elde faydayı objektif olarak klinisyene sunabilen bir yöntemdir (Hall, 2015). Kİ kullanıcılarında İUKP ölçümleri işitsel bilgiyi yeniden kazandıktan sonra işitsel sistem plastisitesini ve rehabilitasyon etkinliğini incelemek için kullanılmaktadır (Sharma, 2012).

Çalışmamızda, CROS cihazının unilateral koklear implant kullanıcı olan bireylerin işitsel uyarılmış kortikal potansiyellerin (İUKP) cevapları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Contralateral Routing of Signal (CROS) cihazı; unilateral koklear implant kullanımında, ikinci bir koklear implant kullanması ya da bimodal işitmeden faydalanması mümkün olmayan bireyler için yeni bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmamızda gerçekleştirilen ölçümlerde, unilateral Kİ ve Kİ+CROS kullanımı sırasında elde edilen İUKP cevaplarının latans değerleri karşılaştırılmıştır.

Yaptığımız çalışma sonucunda, İUKP cevapları /m/ uyaranı P1 latans ortalaması unilateral Kİ kullanımı ile 113 msn'de elde edilirken, CROS kullanımı ile 98 msn'de elde edilmiştir. İUKP cevapları /m/ uyaranı P1 latans ortalamalarının karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farkın mevcut olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). İUKP cevapları /t/ uyaranı varlığında ölçüldüğünde P1 latans ortalaması Kİ için 107 msn bulunurken, Kİ+CROS için 84 msn olarak bulunmuştur. /t/ uyaranı ile yapılan İUKP ölçümlerdeki P1 latans ortalamalarına bakıldığında, Kİ+CROS kullanımı ile istatistiksel olarak anlamlı olan daha kısa latans değerleri tespit edilmiştir ($p<0,001$). /g/ uyaranı ile elde edilen İUKP cevapları incelendiğinde, P1 latans ortalamaları Kİ'lı 96 msn iken, Kİ+CROS'lu 80 msn olarak bulunmuştur. /g/ uyaranı ile elde edilen Kİ+CROS'lu P1 latans ortalamaları Kİ'lı duruma göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde kısalmış olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Literatürde İUKP cevapların P1 bileşeni ile ilgili yapılan çalışmalarında, P1 latansının kısalmasının işitsel korteks içindeki gelişmiş sinaptik bağlantılar, azalmış refrakter periyotları ve işitsel stimülasyonun sonucunda miyelinasyondaki iyileşmeler gibi değişikliklerden kaynaklandığı gösterilmiştir (Eggermont ve Ponton, 2003). Çalışmamızda CROS kullanımı ile tüm uyaran tipleri için daha kısa latans değerleri bulunmasının işitsel korteksteki artan sinaptik aktiviteyi işaret ettiği düşünülmektedir.

Çalışmamızda, İUKP cevapları /m/ uyaranı N1 latans ortalaması unilateral Kİ kullanımı ile 164 msn'de elde edilirken, CROS kullanımı ile 149 msn'de elde edilmiştir. İUKP cevapları /m/ uyaranı N1 latans ortalamalarının karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farkın mevcut olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). İUKP cevapları /t/ uyaranı varlığında ölçüldüğünde N1 latans ortalaması Kİ+CROS için 122 msn bulunurken, Kİ için 146 msn olarak bulunmuştur. /t/ uyaranı ile yapılan İUKP ölçümlerdeki N1 latans ortalamalarına bakıldığında, Kİ+CROS kullanımı ile istatistiksel olarak anlamlı olan daha kısa latans değerleri tespit edilmiştir ($p<0,001$). Yine, İUKP cevaplarından /g/ uyaranı ile elde edilen N1 latans ortalamaları sadece Kİ'lı durumda 145 msn bulunurken, Kİ+CROS'lu durumda 117 msn olarak bulunmuştur. /g/ uyaranı ile elde edilen N1 latans ortalamaları incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farkın mevcut olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Literatürde İUKP cevapların N1 bileşeni ile ilgili yapılan çalışmalarda, N1 latansı dikkat ile ilişkilendirilmiştir (Hall, 2015). Aynı zamanda, işitsel girdinin tespiti ve ayırt edilmesi gibi kognitif faktörlerden de etkilendiği bildirilmiştir (Martin ve ark, 2007). Çalışmamızda elde edilen N1 latanslarının CROS cihazı kullanımı ile kısalmasının ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Yine yaptığımız çalışmada; İUKP cevaplarından /m/ uyaranı ile elde edilen P2 latans ortalamaları incelendiğinde Kİ'lı 221 msn olarak bulunurken, Kİ+CROS'lu 201 msn olarak bulunmuştur. /m/ uyaranı ile elde edilen P2 latans ortalamaları incelendiğinde latans ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttur ($p<0,05$). İUKP cevapları /t/ uyaranı varlığında ölçüldüğünde P2 latans ortalaması Kİ için 199 msn bulunurken, Kİ+CROS için 175 msn olarak bulunmuştur. /t/ uyaranı ile yapılan İUKP ölçümlerdeki P2 latans ortalamalarına bakıldığında, elde edilen latans değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılık göstermektedir ($p<0,05$). /g/ uyaranı ile elde edilen P2 latans ortalaması unilateral Kİ kullanımı ile 201 msn'de bulunurken, CROS kullanımı ile 175 msn'de bulunmuştur. İUKP cevapları /g/ uyaranı P2 latans ortalamalarının karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farkın mevcut olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Literatüre bakıldığında, İUKP cevapları P2 bileşeni işitsel yollar ile korteks düzeyine taşınan işitsel uyaranların incelenmesi ve analiz edilmesi ile ilişkilendirilmiştir (Ponton ve ark, 2000). Çalışmamızda, CROS kullanımı ile elde edilen kısalmış latans

değerlerinin psödobinaural etki sayesinde assosiasyon bölgelerinde gerçekleştirilen değerlendirmelerin daha hızlı gerçekleştirilmesi sonucunda olabileceği düşünülmektedir.

Elde edilen İUKP cevaplarının, kaynak bölgeleri ve özellikleri göz önüne alındığında CROS cihazın işitsel farkındalığı arttırıcı etkisi olduğu ve kognitif düzeyde olumlu değişiklikler meydana getirdiği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda, CROS cihazların psödobinaural bir etkiye neden olduğu bilinmektedir (Guevara ve ark., 2015). Unilateral koklear implant kullanıcılarında CROS cihazının binaural işitmenin yararlarından bazılarını deneyimleme, tek taraflı işitme ile ilgili stres ve yorgunluğu azaltma gibi fırsatlar sunduğu bildirilmiştir (Arora ve ark, 2013; von Loon ve ark., 2014; Guevara ve ark., 2015; Ernst ve ark., 2018, Kurien ve ark, 2018). Çalışmamızda elde edilen İUKP cevapları latans bulguları, CROS cihazı ile yapılan diğer çalışmaları destekler niteliktedir. Literatürde CROS cihaz kullanımında psödobinaural etkiden söz edilmesine rağmen, çalışmamızda elde edilen latans bulguları bu etkinin gerçek olduğu yönünde önemli bir bulgudur.

Yaptığımız değerlendirmelerde, CROS cihaz kullanımında işitme eşiklerinin (1, 2 ve 4 kHz'de) genel olarak değişmediği tespit edilmiştir ($p>0,05$). Yapılan diğer çalışmalarda, CROS cihazının ek akustik girdi sağlamadığı ve amplifikasyon için kullanılabilecek bir işitme cihazı olmadığı gösterilmiştir (Arora ve ark, 2013). Bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmamız sonucunda, 500 Hz'de elde edilen işitme eşikleri CROS kullanımı lehine istatistiksel olarak anlamlı derecede iyi bulunmuştur ($p<0,001$). Bununla birlikte, İUKP cevaplarının /m/ uyaranı P1 amplitüd değerlerine bakıldığında CROS kullanımı ile daha büyük amplitüdler elde edilmiştir ($p<0,05$). Çalışmamızda elde ettiğimiz 500 Hz işitme eşikleri ile /m/ uyaranı P1 cevap amplitüdlerinin birbirlerini destekleyen sonuçlar olduğu düşünülmektedir. Murali ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan bir çalışmada; İUKP cevaplarında /m/ uyaranı için elde edilen amplitüdlerin diğer uyaran çeşitlerine göre daha büyük olduğu bulunmuştur. Bu durumun kokleanın apikal bölgesindeki elektrotların nöral dokulara daha yakın olmasına ya da ses işlemcisinin kazanç seviyelerinin daha iyi olmasına bağlı olabileceği bildirilmiştir.

İUKP'lerin cevap amplitüdlerinin işitme eşiği ve dikkat durumlarından etkilendiği bilinmektedir (Lin, 2011). İUKP cevaplarına /t/ uyaran ile bakıldığında P2 amplitüdü Kİ kullanımı lehine istatistiksel olarak anlamlı derecede daha büyük elde

edilmiştir ($p<0,05$). Bu durumun 1000 Hz'de elde edilen Kİ'lı işitme eşikleri ortalamasının Kİ+CROS'lu eşik ortalamasından istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da daha iyi bulunması olduğu düşünülmektedir ($p=0,79$).

Başın gölge etkisinin ortadan kalkması birey tarafından hemen algılanan ve çok az merkezi entegrasyon gerektiren bir beceridir. Ancak bu beceri ile ilgili progresyon 6 - 12 ay boyunca devam etmektedir (Guevara ve ark, 2015). Çalışmamızda elde edilen amplitüd sonuçlarının tamamının istatistiksel olarak anlamlı bulunamama sebebinin CROS cihazı kullanım süresinin yeterli olmaması olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda, İUKP cevaplarının latans ve amplitüd korelasyon incelemesi yapılmıştır. Yapılan bu incelemeye göre Kİ'lı ve Kİ+CROS'lu P1, N1 ve P2 latanslarının kendi içerisinde pozitif yönlü korelasyon gösterdiği bulunmuştur ($p<0,05$). Bu korelasyonun, CROS cihazı ile sağlanan ses aktarımının monaural işitsel yollar ile kortekse ulaştırılmasından kaynaklanabileceğini düşünülmüştür.

Çalışmamızda yaş ile İUKP cevapları latans ve amplitüd korelasyon sonuçlarına göre; yaş ile birlikte artan amplitüd ve kısalan latans verileri elde edilmiştir. Çalışmamız ile literatürde yapılan İUKP cevaplarının işitsel maturasyon ile ilişkilendirildiği çalışmalar uyumluluk göstermektedir (Sharma, 2002).

Yapılan bir çalışmada, Ernst ve arkadaşları (2018) tarafından Kİ'lı 10 kişiye Oldenburg Matriks Cümle Testi uygulanmıştır. Bu çalışmada, CROS ile Kİ kombinasyonunun gürültü varlığında konuşmayı anlama skorlarında sadece Kİ kullanımına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağladığı gösterilmiştir.

von Loon ve arkadaşları (2014) CROS cihazının gürültüde konuşmayı ayırt etme üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirmiştir. Ancak yapılan çalışmada, CROS kullanımı sırasında performansın iyileşmesi ya da kötüleşmesi açısından gürültü kaynağının konumu çok önemli olduğunu vurgulanmıştır. Guevara ve arkadaşları (2015), CROS yönünden gelen gürültünün varolan performansta düşüşe neden olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamız sırasında deneme fırsatı sunulan katılımcılara CROS cihazı hakkındaki görüşleri ve cihazı kullanmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Çalışmamızda lokalizasyon becerisi ile ilgili bir değerlendirme yapılmamış olmasına rağmen katılımcılarımızın çoğu ses sinyallerinin hangi yönden geldiğini daha kolay anlayabildiklerini ve fayda sağladıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların 14'ü (%79)

cihazı kullanmak istediğini, 5'i (%21) ise cihazı kullanmak konusunda kararsız kaldığını bildirmiştir. Çalışma sonrasında, katılımcılardan 3'ü bireysel kullanım için CROS cihazı satın almıştır. Guevara ve arkadaşları (2015), CROS kullanımı sonrasında The Bern Benefit in Single Sided Deafness (BBSS) anketi uygulanarak katılımcıların öznel geribildirimleri hakkında bilgi toplanmıştır. Anket içeriğinde katılımclara 10 soru yöneltilmiştir. Anket sonuçlarına bakıldığında katılımcılardan alınan olumlu cevaplar da CROS cihazının öznel faydasını göstermektedir.

Arora ve arkadaşları (2013) tarafından CROS cihazı bilateral koklear implantasyon ile aynı faydaları sağlamasa bile, non invaziv ve başın gölge etkisini ortadan kaldıran bir çözüm olduğu ve hastalara önerilebilinecek için alternatif olabileceği bildirilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz İUKP cevapları latans bulgularına göre; CROS cihazının koklear implant kullanıcıları için zorlu dinleme koşullarına yardımcı ve dinleme performansı açısından uygun çözüm olarak sunulabileceği düşünülmüştür.

Literatüre bakıldığında CROS ile yapılan çalışmalarda cihazın kullanım süresi olarak 30 dakika ile 1 ay arasında değişkenlik gösteren zaman aralıklarının tercih edildiği görülmüştür (Kurien ve ark. 2018; Weder ve ark. 2015). Çalışmamızda İUKP ölçümleri öncesinde kullanıcılara CROS cihazı aktivasyonu sonrasında 1 saat kadar kısa bir deneme süre tanınabilmiştir. CROS cihazların çalışmanın yapıldığı dönemde Türkiye'de satışının olmaması ve çalışmanın yürütülebilmesi için kısıtlı sayıda cihaz olması gibi durumlardan dolayı çalışmadaki deneme süresini bir saat ile sınırlandırılması gereği doğmuştur. Ancak bir saatlik sürenin farkındalık için etkin olsa bile işitme sistemi üzerindeki etkilerinin görülmesi açısından yeterli olmayabileceği göz ardı edilmemelidir. İUKP cevap amplitüdlerinde daha anlamlı bulgular elde edilmesinin uzun süreli CROS kullanımı ile sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamıza dahil edilen örneklem grubunun küçüklüğü ve CROS kullanım süresinin kısalığı nedeniyle gelecekteki çalışmalarda hem yetişkin hem de çocuk popülasyonunda daha uzun süreli CROS kullanımı ile elde edilecek verilerin literatüre katkı sağlayacağı açıktır.

Çalışmamızın, unilateral Kİ kullanıcısı bireylerde CROS cihazı uygulaması ile İUKP cevaplarının değerlendirilmesi açısından yapılan ilk çalışma olması sebebiyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bilateral koklear implantasyon, bilateral ileri ve çok-ileri derecede işitme kaybı olan kişiler için altın standart olarak devam etse de çalışmamızda elde edilen İUKP verileri göz önüne alındığında, CROS cihazının işitsel sistem üzerinde nispeten psödobinaural etkiler oluşturması nedeniyle hastalara önerilebilecek bir alternatif olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ackroyd, M. A. (2006). The psychoacoustics of binaural hearing. International Journal of Audiology, 45:S25-33, Erişim 11.12.2018, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16938772

Advanced Bionics AG (2017). Phonak Naída™ Link CROS Solution Quick Reference Guide, Advanced Bionics-Stäfa, Switzerland, Erişim 23.05.2019

Advanced Bionics AG (2017). Bilateral Hearing for Unilateral AB Cochlear Implant Recipients Phonak Naída Link™ CROS Solution , Clinical Research, Advanced Bionics-Valencia, California, USA, Erişim 23.05.2019

Arweiler, I., Taal, C., Briaire, J., Boyle, P. J., Frijns, J. (2014). Measured and predicted speech intelligibility with a CROS device for unilateral CI users, Association for Research in Otolaryngology 37th MidWinter Meeting, Erişim 20.10.2018

Baars, B. J., Gage, N. M. (2013). Sound, speech, and music perception. Fundamentals of Cognitive Neuroscience: A Beginner's Guide, 1:7;177-211, Elsevier Inc.-New York, USA, Erişim 02.05.2019

Baldwin, C. L. (2012). Auditory Pattern Perception: The Auditory Processing System. Auditory Cognition and Human Performance Research and Applications, 1:3, 31-52, Taylor & Francis Group, Erişim 15.10.2018

Bartlett, E. L. (2013). The organization and physiology of the auditory thalamus and its role in processing acoustic features important for speech perception. Brain Lang.; 126(1): 29–48, Erişim 12.12.2018, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23725661

Basura, G. J., Eapen, R., Buchman, C. A. (2009). Bilateral cochlear implantation: current concepts, indications, and results. Laryngoscope 119(12):2395-2401, Erişim 30.01.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19894280

Briaire, J. J., Taal, C. H., van Barneveld D. C. P. B. M., Soede, W., Stronks, H. C. ve Frijns, J. H. M. (2017). Contralateral routing of signals can improve speech understanding in noise in unilateral cochlear implant users. European Symposium Pediatric Cochlear Implant, Lisbon, Portugal, Erişim 16.09.2018

Bronkhorst, A. W. ve Plomp, R. (1988). The effect of head-induced interaural time and level differences on speech intelligibility in noise. J Acoust Soc Am 83:1508-1516, Erişim 23.04.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3372866

Chang, S. A., Tyler, R. S., Dunn, C. C., Ji, H., Witt, S. A., Gantz, B. ve Hansen, M. (2010). Performance over time in adults with simultaneous bilateral cochlear implants. Journal of the American Academy of Audiology 21(1):35-43, Erişim 17.04.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2850211/

Cooper, N. P. (2004). Compression in the Peripheral Auditory System, Compression: From Cochlea to Cochlear İmplants, 6:2, 18-19, Springer-Verlag, New York Inc., USA, Erişim 17.08.2018

Diez, A., Todt, I., Ernst, A. ve Battmer, R. (2017). Evaluation of a wireless CROS device with the Naída Q90 sound processor. European Symposium Pediatric Cochlear Implant, Lisbon, Portugal. Erişim 24.05.2019

Dillon, H. (2012). Binaural and Bilateral Considerations in Hearing Aid Fitting. Hearing Aids, 2:15;430-468, Boomerang Press-Turramurra, Australia, Erişim 11.11.2018

Dillon H. (2012). CROS, Bone-Conduction and Implanted Hearing Aids. Hearing Aids, 2:15;513-536, Boomerang Press-Turramurra, Australia, Erişim 11.11.2018

Dillon H. (2012). Special Hearing Aid Issues For Children. Hearing Aids, 2:15;439-512, Boomerang Press-Turramurra, Australia, Erişim 11.11.2018

Dunn, C. C., Tyler, R.S., Witt, S., Ji, H. ve Gantz, B. J. (2012). Sequential bilateral cochlear implantation: speech perception and localization pre- and post-second cochlear implantation. American Journal of Audiology 21(2):181-189, Erişim 19.05.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22846635

Eggermont, J. J. ve Ponton, C. W. (2013). Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. Acta Otolaryngol, 123(2):249-52, Erişim 23.04.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12701751

Ericson, H., Svard, I., Hogset, O., Devert, G. ve Ekstrom, L. (1988). Contralateral routing of Signals in Unilateral Hearing Impairment, A Better Method of Fitting. Scandinavian Audiology, 17:2, 111-116, Erişim 12.04.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3187373

Gelfand, S. A. (2016). Anatomy and Physiology of the Auditory System. Essentials of Audiology, 4:2, 30-67, Thieme- New York, USA, Erişim 13.03.2019

Goldstein, E. B. (2010). Sound, the Auditory System, and Pitch. Sensation and Perception, 8:11;257-286, Cengage Learning Pacific Grove-Wadsworth, USA, Erişim 24.02.2019

Harford, E. ve Barry, J. (1965). A Rehabilitative Approach to the Problem of Unilateral Hearing Impairment: The Contralateral Routing of Signals (CROS). Journal of Speech and Hearing Disorders, Vol. 30, 121-138, Erişim 30.04.2019, https://pubs.asha.org/doi/10.1044/jshd.3002.121

Hall, J. W. (2015). Auditory Late Response (ALR). eHandbook of Auditory Evoked Responses-Principles, Procedures & Protocols, 1:11, James W. Hall III-Florida, USA, Erişim 23.09.2018

Hansen, J. T. (2010. Netter's clinical anatomy. Elsevier Inc.-Philadelphia, USA, Erişim 23.08.2018

Hawley, M. L., Litovsky, R. Y. ve Colburn, H. S. (1999). Speech intelligibility and localization in a multi-source environment. J Acoust Soc Am 105(6):3436-3448, Erişim 06.02.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10380667

HearWorks Pty Ltd (2016). HEARLab System-Maintenance Manual. HEARLab, Frye Electronics, Inc. USA, Erişim 12.05.2019

Hughes, M. L. (2012). The Basics of a Cochlear Implant. Objective Measures in Cochlear Implants.1:1, 3-27, Plural Publishing Inc.-San Diego, USA, Erişim 10.11.2018

Kral, A. ve Sharma, A. (2012). Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. Trends Neuroscience, 35:111–22, Erişim 12.05.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22104561

Kumar, P., Kumar, Sanju H., Bohra, V. ve Khanna, A. (2015). Speech-Evoked Cortikal Potentials in Normal-Hearing Children and Adults Using Three Phonemes. Journal of Hearing Science, 5:2, Erişim 24.04.2019, https://scholar.google.com.tr/scholar?q=Speech-Evoked+Cortical+Potentials+in+Normal-Hearing+Children+and+Adults+Using+Three+Phonemes.+Journal+of+Hearing+Science,&hl=tr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart

Liang, M., Liu, J., Zhang, J., Wang, J., Chen, Y., Cai, Y., Chen, L. ve Zheng, Y. (2017). Effect of Different References on Auditory-Evoked Potentials in Children with Cochlear Implants. Front. Neurosci., 11:670, Erişim 23.05.2019, https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2017.00670/full

Luntz, M., Egra-Dagan, D., Attias, J., Yehudai, N., Most, T. ve Shpak T. (2014). From hearing with a cochlear implant and a contralateral hearing aid (CI/HA) to hearing with two cochlear implants (CI/CI): a within-subject design comparison. Otology

and Neurotology, 35(10):1682-1690. Erişim 04.04.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25275862

Martin, F. N. ve Clark, J. G. (2012). Physiological Tests of the Auditory System. Introduction of Audiology, 11:7;181-183, Pearson Education, Inc.- New Jersey, USA, Erişim 12.03.2019

McNeill, C., Sharma, M. ve Purdy, S. C. (2009). Are cortical auditory evoked potentials useful in the clinical assessment of adults with cochlear implants. Cochlear Implants International 10(S1), 78–84, Wiley InterScience, Erişim 12.02.2019

Møller, A. R. (2006). Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications. Cochlear and Brainstem Implants. Adv Otorhinolaryngol., 64:66–88, Karger, Basel, Erişim 11.03.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16891837

Møller, A. R. (2006). Anatomy of the Ear. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, 2:1, 3-16, Elsevier Inc. California, USA, Erişim 14.05.2019

Møller, A. R. (2006). Sound Conduction to the Cochlea. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, 2:2, 19-32, Elsevier Inc. California, USA, Erişim 14.05.2019

Møller, A. R. (2006). Physiology of the Cochlea. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, 2:3, 41-56, Elsevier Inc. California, USA, Erişim 14.05.2019

Møller, A. R. (2006). Anatomy of the Auditory Nervous System. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, 2:5, 75-89, Elsevier Inc. California, USA, Erişim 14.05.2019

Møller, A. R. (2006). Evoked Potentials from the Nervous System. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, 2:7, 165-177, Elsevier Inc. California, USA, Erişim 14.05.2019

Møller, A. R. (2006). Cochlear and Brainstem Implants. Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System, 2:11, 267-277, Elsevier Inc. California, USA, Erişim 14.05.2019

Mosnier, I., Flament, J., Amar-Haziza, D., Mathias, N. ve Sterkers, O. (2017). Use of a Contralateral Routing Of Signals (CROS) system in bilaterally deaf recipients

with unilateral cochlear implant. 13th European Symposium on Pediatric Cochlear Implants, Lisbon, Erişim 11.03.2019

Nayagam, B. A., Muniak, M. A. ve Ryugo, D. K. (2011). The spiral ganglion: connecting the peripheral and central auditory systems. Hear Res.; 278:2–20, Erişim 10.03.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21530629

Pickles, J. O. (2012). The Subcortical Nuclei. An Introduction to the Physiology of Hearing, 4:6; 157-173, Emerald Group Publishing Limited, United Kingdom, Erişim 14.02.2019

Pickles, J. O. (2012). Sensorineural hearing loss. An Introduction to the Physiology of Hearing, 4:10; 319-351, Emerald Group Publishing Limited, United Kingdom, Erişim 14.02.2019

Reeder, R. M., Firszt, J. B., Holden, L. K. ve Strube, M. J. (2014). A longitudinal study in adults with sequential bilateral cochlear implants: time course for individual ear and bilateral performance. Journal of Speech Language and Hearing Research 57(3):1108-1126, Erişim 05.02.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4057980/

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A-S., Mooney, R. D., Platt, M. L. ve White, L. E. (2018). The Auditory System. Neuroscience, 6:13; 281-304, Oxford University Press- Massachusetts, England, Erişim 30.09.2018

Rosowski, J. J. (1994). Outer and Middle Ears. Springer Handbook of Auditory Research, 172–247. Erişim 11.01.2019

Saoji, A. A. ve Litvak, L. M.(2010). Use of “Phantom Electrode” Technique to Extend the Range of Pitches Available Through a Cochlear Implant. Ear & Hearing, 31(5):693-701. Erişim 19.12.2018, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20467321

Scanlon, V. C. ve Sanders, T. (2007). The Senses. Essentials of Anatomy and Physiology, 5:9;196-220, F. A. Davis Company-Philadelphia, USA, Erişim 07.08.2018

Sharma, A., Kraus, N. McGee, T. J. ve Nicol, T. G. (1997). Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 104:540–545, Erişim 09.01.2019

Sharma, A., Glick, H., Deeves, E. ve Duncan, E. (2015). The P1 biomarker for assessing cortical maturation in pediatric hearing loss: a review. Otorinolaringologia, 65(4): 103–114. Erişim 12.03.2019, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27688594

Schnupp, J., Nelken, I. ve King, A. (2011). The Ear. Auditory Neuroscience Making Sense of Sound, 1:2; 88-92, The MIT Press Cambridge, Massachusetts-London, England, Erişim 21.01.2019

Schuenke, M., Schulte, E. ve Schumacher, U. (2010). Head and Neuroanatomy. Atlas of Anatomy, Thieme-Stuttgart, Germany, Erişim 05.05.2019

Sonova International (2017). Phonak NaídaTM Link CROS Product information. Sonova-Stäfa, Switzerland, Erişim 12.05.2019, https://www.sonova.com/en

Stach, B. A. (2010). The Nature of Hearing. Clinical Audiology: An Introduction, 2:2;61-72, Delmar Cengage Learning-New York, USA, Erişim 03.03.2019

Stach, B. A. (2010). The Audiologist's Treatment Tools: Hearing Instruments. Clinical Audiology: An Introduction, 2:13;606-613, Delmar Cengage Learning-New York, USA, Erişim 03.03.2019

Taal, C. H., vanBarneveld, D. C. P. B. M, Soede, W., Briaire, J. J., Frijns, J. H. M. (2016). Benefit of contralateral routing of signals for unilateral cochlear implant users, The Journal of the Acoustical Society of America, 140, 393, Erişim 02.03.2019, https://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/1.4955307

Trussell, L. O. (1999). Synaptic mechanisms for coding timing in auditory neurons. Annu. Rev. Physiol, 61:477-496, Erişim 22.05.2019, https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.physiol.61.1.477

ten Donkelaar, H. J. ve Kaga, K. (2011). The Auditory System. Clinical Neuroanatomy-Brain Circuitry and Its Disorders, 1:7;305-331, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, Erişim 03.02.2019

Vaden, K. ve Hambrick, L. (2018). The Simple Way to Hear More with the Naida Link CROS Solution, Audiology Online, 29837, Erişim 21.12.2018, https://www.audiologyonline.com/audiology-ceus/course/simple-way-to-hear-more-29837

Van Dun, B., Chong-White, N. ve Cowan, R. (2016). Cortical auditory evoked potential recordings in cochlear implant users using the clinical HEARLab system. Absolutely Audiology, Erişim 21.04.2019, https://dspace.nal.gov.au/xmlui/bitstream/handle/123456789/739/Van%20Dun%

20B%20Chung%20M%20Chong-White%20N%20Cowan%20R%20and%20Dillon%20H.%20%20Cortical%20auditory%20evoked%20potential%20recordings%20in%20cochlear%20implant%20users%20using%20the%20clinical%20HEARLab%20system.%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Waltzman, S. B. ve Roland, Jr. J. T. (2014). Acoustic and Electric Speech Processing. Cochlear Implants, 3:18; 194-200, Thieme Medical Publishers, Inc.-New York, USA, Erişim 12.03.2019

Waltzman, S. B. ve Roland, Jr. J. T. (2014). Expanding Criteria for the Evaluation of Cochlear Implant Candidates. Cochlear Implants, 3:6; 61-70, Thieme Medical Publishers, Inc.-New York, USA, Erişim 12.03.2019

Wilson, B. S.ve Dorman, M. F. (2008). Cochlear implants: a remarkable past and a brilliant future. Hearing Res. 242: 3–21. Erişim 15.06.2018, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18616994

Wilson, B. S. (2015). Getting a decent (but sparse) signal to the brain for users of cochlear implants. Hear Res. 322: 24–38. Erişim 24.09.2018, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25500178

Wolfe, J. ve Schafer, E. C. (2015). Programming Advanced Bionics Cochlear Implants. Programming Cochlear Implants, 2:4;154-157, Plural Publishing, Inc – San Diego, USA, Erişim 29.04.2019

https://advancedbionics.com/ca/en/screencast/naida-link-cros.html

https://advancedbionics.com/ca/en/home/professionals/training-library.html

FORMLAR

Ek 1: Bilgilendirilmiş Onam Formu

Koklear İmplant Kullanıcılarında CROS Cihazı Uygulaması ve İşitsel Kortikal Cevaplar Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi
Bilgilendirilmiş Onam Formu

Çalışmamızın amacı ve gerekçesi koklear implant kullanıcılarına Contralateral Routing of Signal (CROS) cihaz uygulaması ile kullanıcıların işitmeleri üzerindeki etkilerin incelenmesi ve çalışmadan elde edilen bilgiler ile tek taraflı koklear implantlı kişilerde CROS cihaz kullanımının faydalarının ortaya konulmasıdır.

Uygulanacak İşlemler:

Çalışmamız klinik bir araştırmadır. Araştırmada herhangi bir tedavi uygulanmayacaktır. Araştırmamızda, koklear implant kullanıcılarında CROS uygulanması ve gerçekleşirilen uygulamanın işitsel kortikal yanıtlara olan etkisi değerlendirilmektedir. Katılımcılar ile görüşmeler aynı gün içerisinde birden fazla seansta yapılacaktır. Her test öncesinde katılımcıya ne yapması gerektiği testteki standart yönerge doğrultusunda anlatılacaktır.

Risk:

Araştırmanın hiçbir deneysel kısmı bulunmamaktadır. Araştırmada maruz kalacağınız herhangi bir risk ya da rahatsızlık bulunmamaktadır. Araştırmamızda yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır; ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün testler için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili test sonuçları da gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilecektir. Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacak, araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz. Araştırmayla veya araştırma yöntemiyle ilgili bir değişiklik olduğunda bu durum katılımcılara veya yasal temsilcilerine zamanında iletilerek, bilgilendirilecektir. Herhangi bir konuda sorunuz olursa aşağıda belirtilen iletişim numaralarına ulaşabilirsiniz.

Tel: Ceyda KANAK 05356461420

Ek 1: Bilgilendirilmiş Onam Formu (devam)

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait test sonuçlarının gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı Adı Soyadı	**Açıklamaları Yapan Adı Soyadı:**
(Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin adı-soyadı)	
Tarih:	**Tarih:**
Tel:	**Tel:**
İmza:	**İmza:**

Ek 2: Katılımcı Anamnez Formu

Koklear İmplant Kullanıcılarında CROS Uygulanması ve İşitsel Kortikal Cevaplar Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi

Tez Çalışması

Anamnez Formu

Adı-Soyadı: _____ Tarih :_____

Doğum Tarihi / Yaş: _____ Cinsiyet:_____

İşitme Kaybı Yaşı: _____

İşitme Kaybı Etiyolojisi: _____

Koklear İmplant Yaşı: _____

Koklear İmplant Kulak Yönü: _____

Kullanılan İmplant (Ses İşlemcisi) Modeli: _____

Daha önce işitme cihazı deneyiminiz var mı ? Evet _____ Hayır _____

Lütfen sizin için uygun olan tercihi yapınız.

_____ Naida Link CROS cihazı kullanmak İSTEMİYORUM.

_____ Naida Link CROS cihazı kullanmak için hazır değilim ama olumsuz düşünmüyorum.

_____ Naida Link CROS cihazı kullanmak İSTİYORUM.

Ek 3: Kİ latans ve amplitüd

Kİ'lı İUKP latans korelasyon tablosu

Kİ Latans			/m/			/t/			/g/		
			P1	N1	P2	P1	N1	P2	P1	N1	P2
/m/	P1	r	-	.899**	.687**	-0,062	0,046	*-0,218*	*0,061*	*0,012*	*0,016*
		p	-	0,000	0,001	0,800	0,853	0,370	0,804	0,962	0,949
	N1	r	.899**	-	.730**	0,097	0,169	-0,095	0,176	0,201	0,197
		p	0,000	-	0,000	0,691	0,490	0,699	0,472	0,410	0,419
	P2	r	.687**	.730**	-	-0,018	0,015	-0,007	0,087	0,083	0,218
		p	0,001	0,000	-	0,940	0,952	0,977	0,723	0,737	0,371
/t/	P1	r	-0,062	0,097	-0,018	-	.928**	.766**	.588**	.648**	.619**
		p	0,800	0,691	0,940	-	0,000	0,000	0,008	0,003	0,005
	N1	r	0,046	0,169	0,015	.928**	-	.801**	.592**	.608**	.522*
		p	0,853	0,490	0,952	0,000	-	0,000	0,008	0,006	0,022
	P2	r	-0,218	-0,095	-0,007	.766**	.801**	-	.521*	.612**	.516*
		p	0,370	0,699	0,977	0,000	0,000	-	0,022	0,005	0,024
/g/	P1	r	0,061	0,176	0,087	.588**	.592**	.521*	-	.850**	.782**
		p	0,804	0,472	0,723	0,008	0,008	0,022	-	0,000	0,000
	N1	r	0,012	0,201	0,083	.648**	.608**	.612**	.850**	-	.905**
		p	0,962	0,410	0,737	0,003	0,006	0,005	0,000	-	0,000
	P2	r	0,016	0,197	0,218	.619**	.522*	.516*	.782**	.905**	-
		p	0,949	0,419	0,371	0,005	0,022	0,024	0,000	0,000	-

Spearman's rho Correlation Test , *p<0,05, r: Correlation Coefficient

Tablo 4.5'te görüldüğü gibi tüm uyaranlar göz önüne alındığında, aynı uyaranlar için Kİ'lı P1 ile N1 latansları arasında pozitif çok yüksek derecede korelasyon bulunmuşur. Yine aynı uyaranlar için Kİ'lı P1 ile P2 latansları arasında pozitif yönlü /m/ uyaranı için yüksek, /t/ ve /g/ uyaranları için çok yüksek derecede korelasyon bulunmuştur.

Kİ'lı N1 ile P2 latansları arasında ise m/ uyaranı için yüksek, /t/ ve /g/ uyaranları için çok yüksek derecede pozitif yönlü korelasyonlar tespit edilmiştir.

Kİ'lı İUKP amplitüd korelasyon tablosu

Kİ Amplitüd			/m/			/t/			/g/		
			P1	N1	P2	P1	N1	P2	P1	N1	P2
/m/	P1	r	-	.756**	.700**	.691**	0,335	.639**	.740**	0,409	0,446
		p	-	0,000	0,001	0,001	0,161	0,003	0,000	0,082	0,055
	N1	r	.756**	-	.675**	0,398	0,248	0,352	.633**	0,268	0,395
		p	0,000	-	0,002	0,091	0,305	0,140	0,004	0,268	0,094
	P2	r	.700**	.675**	-	0,421	0,297	.599**	.735**	.484*	.543*
		p	0,001	0,002	-	0,073	0,216	0,007	0,000	0,036	0,016
/t/	P1	r	.691**	0,398	0,421	-	.758**	.700**	.670**	.610**	.465*
		p	0,001	0,091	0,073	-	0,000	0,001	0,002	0,006	0,045
	N1	r	0,335	0,248	0,297	.758**	-	0,403	0,446	.626**	0,255
		p	0,161	0,305	0,216	0,000	-	0,087	0,056	0,004	0,291
	P2	r	.639**	0,352	.599**	.681**	0,403	-	.685**	0,368	.502*
		p	0,003	0,140	0,007	0,001	0,087	-	0,001	0,121	0,029
/g/	P1	r	.740**	.633**	.735**	.670**	0,446	.685**	-	.713**	.757**
		p	0,000	0,004	0,000	0,002	0,056	0,001	-	0,001	0,000
	N1	r	0,409	0,268	.484*	.610**	.626**	0,368	.713**	-	.740**
		p	0,082	0,268	0,036	0,006	0,004	0,121	0,001	-	0,000
	P2	r	0,446	0,395	.543*	.465*	0,255	.502*	.757**	.740**	-
		p	0,055	0,094	0,016	0,045	0,291	0,029	0,000	0,000	-

Spearman's rho Correlation Test , *p<0,05, r: Correlation Coefficient

Tablo 4.7'de görüldüğü gibi, aynı uyaranlar için Kİ'lı P1 amplitüdü ile N1 ve P2 amplitüdleri arasında pozitif çok yüksek derecede korelasyon bulunmuştur. Yine N1 ile P2 amplitüdleri arasında /m/ uyaranı için orta derecede ve /g/ uyaranı için çok yüksek derecede pozitif yönde korelasyon bulunmuştur. Bununla birlikte; /t/ uyaranında amplitüd açısından herhangi bir korelasyon bulunamamıştır.

Kİ varlığında P1 amplitüdleri farklı uyaranlar arasında değerlendirildiğinde; /m/ uyaranı ile /t/ ve /g/ uyaranları arasında yüksek derecede pozitif yönlü korelasyon görülmüştür. N1 amplitüdleri açısından sadece /t/ ve /g/ uyaranları arasında yüksek şiddette pozitif yönlü korelasyondan söz edilebilmektedir. P2 amplitüdleri için ise /m/ ile /t/ ve /g/ uyaranları arasında orta şiddette pozitif yönlü korelasyondan bahsedilemektedir. Bununla birlikte P2 amplitüdleri için /t/ ile /g/ uyaranları arasında orta şiddette pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur.

Ek 4: Kİ+CROS'lu latans ve amplitüd korelasyon tablosu

Kİ+CROS'lu latans korelasyon tablosu

Kİ+CROS Latans			/m/			/t/			/g/		
			P1	N1	P2	P1	N1	P2	P1	N1	P2
/m/	P1	r	-	.917**	.805**	-0,055	-0,168	-0,183	*0,321*	*0,210*	*0,026*
		p	-	0,000	0,000	0,823	0,493	0,453	0,180	0,388	0,915
	N1	r	.917**	-	.858**	0,152	0,092	-0,178	0,401	0,334	0,103
		p	0,000	-	0,000	0,534	0,707	0,467	0,089	0,162	0,676
	P2	r	.805**	.858**	-	0,065	0,033	-0,265	0,338	0,363	0,269
		p	0,000	0,000	-	0,793	0,892	0,273	0,158	0,126	0,266
/t/	P1	r	-0,055	0,152	0,065	-	.850**	.497*	.609**	.763**	.577**
		p	0,823	0,534	0,793	-	0,000	0,030	0,006	0,000	0,010
	N1	r	-0,168	0,092	0,033	.850**	-	.614**	0,441	.654**	.494*
		p	0,493	0,707	0,892	0,000	-	0,005	0,059	0,002	0,031
	P2	r	-0,183	-0,178	-0,265	.497*	.614**	-	0,159	0,291	0,092
		p	0,453	0,467	0,273	0,030	0,005	-	0,515	0,227	0,708
/g/	P1	r	0,321	0,401	0,338	.609**	0,441	0,159	-	.818**	.673**
		p	0,180	0,089	0,158	0,006	0,059	0,515	-	0,000	0,002
	N1	r	0,210	0,334	0,363	.763**	.654**	0,291	.818**	-	.700**
		p	0,388	0,162	0,126	0,000	0,002	0,227	0,000	-	0,001
	P2	r	0,026	0,103	0,269	.577**	.494*	0,092	.673**	.700**	-
		p	0,915	0,676	0,266	0,010	0,031	0,708	0,002	0,001	-

Spearman's rho Correlation Test , *p<0,05, r: Correlation Coefficient

Tablo 4.6'da görüldüğü gibi aynı uyaranlar için Kİ+CROS'lu P1 ile N1 latansları arasında pozitif ve anlamlı derecede korelasyon bulunmuşur. Yine Kİ+CROS'lu P1 ile P2 arasında /t/ uyaranı için orta, /g/ uyaranı için yüksek ve /m/ uyaranı için çok yüksek pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur. Yine Kİ+CROS'lu N1 ile P2 arasında /t/ ve /g/ uyaranları için yüksek; /m/ uyaranı için ise çok yüksek derecede pozitif yönlü korelasyonlar tespit edilmiştir.

Kİ+CROS'lu İUKP amplitüd korelasyon tablosu

Kİ+CROS Amplitüd			/m/			/t/			/g/		
			P1	N1	P2	P1	N1	P2	P1	N1	P2
/m/	P1	r	-	.789**	0,409	.588**	0,302	0,130	0,347	0,228	0,040
		p	-	0,000	0,082	0,008	0,209	0,596	0,145	0,348	0,870
	N1	r	.789**	-	.486*	0,408	0,357	0,059	0,315	0,164	0,072
		p	0,000	-	0,035	0,083	0,133	0,811	0,189	0,502	0,770
	P2	r	0,409	.486*	-	0,292	0,121	0,176	0,395	0,083	.471*
		p	0,082	0,035	-	0,225	0,621	0,470	0,094	0,737	0,042
/t/	P1	r	.588**	0,408	0,292	-	.579**	.504*	.870**	.556*	.518*
		p	0,008	0,083	0,225	-	0,009	0,028	0,000	0,013	0,023
	N1	r	0,302	0,357	0,121	.579**	-	.468*	.513*	.575*	0,163
		p	0,209	0,133	0,621	0,009	-	0,043	0,025	0,010	0,504
	P2	r	0,130	0,059	0,176	.504*	.468*	-	.623**	0,411	0,323
		p	0,596	0,811	0,470	0,028	0,043	-	0,004	0,081	0,178
/g/	P1	r	0,347	0,315	0,395	.870**	.513*	.623**	-	.653**	.712**
		p	0,145	0,189	0,094	0,000	0,025	0,004	-	0,002	0,001
	N1	r	0,228	0,164	0,083	.556*	.575*	0,411	.653**	-	.563*
		p	0,348	0,502	0,737	0,013	0,010	0,081	0,002	-	0,012
	P2	r	0,040	0,072	.471*	.518*	0,163	0,323	.712**	.563*	-
		p	0,870	0,770	0,042	0,023	0,504	0,178	0,001	0,012	-

Spearman's rho Correlation Test , *p<0,05, r: Correlation Coefficient

Tablo 4.7'de görüldüğü gibi; aynı uyaran tipleri için Kİ+CROS'lu P1 amplitüdleri ile N1 amplitüdleri arasında /m/ uyaranı için çok yüksek derecede, /t/ uyaranı için orta şiddette ve /g/ uyaranları için yüksek şiddette pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur. N1 ile P2 amplitüdleri arasında tüm uyaranlar için orta şiddette pozitif yönde korelasyon bulunmuştur. Bununla birlikte; P1 ile P2 amplitüdleri arasında /g/ uyaranı için çok yüksek şiddette, /t/ uyaranı için de orta şiddette pozitif yönde korelasyon tespit edilmiştir. /m/ uyaranı için P1 ve P2 amplitüdleri arasında korelasyon bulunmamıştır.

Kİ+CROS varlığında P1 amplitüdleri farklı uyaranlar arasında değerlendirildiğinde; /m/ ve /t/ uyaranları için orta şiddette, /t/ ve /g/ uyaranları için çok yüksek düzeyde pozitif yönlü korelasyon görülmüştür. N1 amplitüdleri açısından sadece /t/ ve /g/ uyaranları arasında orta şiddette pozitif yönlü korelasyondan söz edilebilmektedir. P2 amplitüdleri için ise sadece /m/ ve /g/ uyaranları arasında orta şiddette pozitif yönlü korelasyondan bahsedilmektedir.

ETİK KURUL KARARI

İÜC Tarih ve Sayı: 04/07/2018-20841

BE8ACUZ3S

T.C.
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı :83045809-604.01.02-
Konu :Yüksek Lisans Öğrencisi Ceyda Kanak'ın etik kurul kararı A-06

KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi :01.06.2018 tarih, 93777809-604.01.01-1793 sayılı yazı

Anabilim Dalınız öğretim üyesi **Prof.Dr.Ahmet ATAŞ'ın** danışmanlığında **Yüksek Lisans Öğrencisi Ceyda KANAK'ın** yürütücülüğünde **"Koklear İmplant Kullanıcılarında CROS Cihazı Uygulaması ve İşitsel Kortikal Cevaplar Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi"** başlıklıYüksek Lisans Tezi hakkında ilgi yazınız ve ekleri **03 Temmuz 2018** tarihinde toplanan Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulunca müzakere edilmiş olup etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

e-İmzalı
Prof. Dr. Özgür KASAPÇOPUR
Başkan

e-İmzalı
Prof. Dr. Gökhan İPEK
Bölüm Başkanı

NOT: Yönetmelik gereği Sonuç Raporunun Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna iletilmesi gerekmektedir.

EK :
1 dosya elden teslim edilecektir.

Doğrulamak İçin:http://dogrulama.istanbulc.edu.tr/enVision.sorgula/belgedogrulama.aspx?V=BE8ACUZ3S

Ayrıntılı bilgi için irtibat : Güler SOYDANER Dahili : 22300
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Cerrahpaşa Tıp Fakültesi 34303 Cerrahpaşa/ İSTANBUL
Tel : 0 (212) 414 30 00 Faks : 0 (212) 632 00 33
e-posta : ctfpersonel@istanbul.edu.tr Elektronik Ağ : www.istanbulc.edu.tr

K-Q TSE-ISO-EN 9000

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA CROS CİHAZI UYGULAMASI VE İŞİTSEL KORTİKAL CEVAPLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ORIJINALLIK RAPORU

%11	%7	%2	%8
BENZERLIK ENDEKSI	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCI ÖDEVLERI

BIRINCIL KAYNAKLAR

1	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	%1
2	Submitted to Uludag University Öğrenci Ödevi	%1
3	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
4	Submitted to Marmara University Öğrenci Ödevi	%1
5	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1
6	eubam.ege.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	sualti.org İnternet Kaynağı	<%1
8	dspace.trakya.edu.tr	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Ceyda	**Soyadı**	Kanak
Doğ.Yeri	Bursa	**Doğ.Tar.**	25.06.1992
Uyruğu	TC	**TC Kim No**	61714382530
Email	ceydakanak@gmail.com	**Tel**	0 535 646 14 20

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mez. Yılı**
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	İstanbul Üniversitesi Odyoloji Bölümü	2015
Lise	Özel Maltepe Coşkun Fen Lisesi	2010

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	**Kurum**	**Süre (Yıl - Yıl)**
1.	Klinik Odyolog	Advanced Bionics	2015-….
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	**Okuduğunu Anlama***	**Konuşma***	**Yazma***	**KPDS/ÜDS Puanı**	**(Diğer) Puanı**
İngilizce	İyi	İyi	İyi	53	

***Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
ALES Puanı	80	78	72
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	**Kullanma becerisi**
Microsoft Office	Çok İyi

Yayınları/Tebligleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri):