

**T.C TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇOCUKLARDA KOKLEAR İMPLANT
KULLANIM SÜRESİNİN P1 LATANSINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

**HAZIRLAYAN
MUAMMER GÜLTEKİN**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Asuman ERDOĞAN**

ANKARA 2015

**T.C TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇOCUKLARDA KOKLEAR İMPLANT
KULLANIM SÜRESİNİN P1 LATANSINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

**HAZIRLAYAN
MUAMMER GÜLTEKİN**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Asuman ERDOĞAN**

ANKARA 2015

ONAY

Muammer GÜLTEKİN tarafından hazırlanan “*Çocuklarda Koklear İmplant Kullanım Süresinin P1 Latansına Etkisinin İncelenmesi*” başlıklı bu çalışma, **25.06.2015** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Mehmet GÜNDÜZ (Başkan)

Yrd. Doç.Dr. Asuman ERDOĞAN (Danışman)

Doç.Dr. Hayriye KARABULUT

Bilimsel Etik Bildirim Sayfası

Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

-tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,

-görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,

-başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,

-atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,

-kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,

-ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

25.06.2015

MUAMMER GÜLTEKİN

ÖNSÖZ

Odyoloji yüksek lisans eğitimim süresince her konuda bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Asuman ERDOĞAN'a, yüksek lisans öğrenimine başlamamdaki yardımları için ve eğitim süresince bilgi ve akademik deneyimlerini eksik etmeyen Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ'e, eğitimim süresince yardımlarından dolayı Uzm. Ody. Selim ÜNSAL'a, çalışma hayatım boyunca bana her konuda yol gösteren sonsuz sabrı ve anlayışı için Sn. Uzm. Ody. Julie KOŞANER'e, tez çalışmam sırasında yardımlarından dolayı beraber çalıştığımız mesai arkadaşlarım Uzm. Eğt. Ody. Svetlana BAYGUZINA, Uzm. Ody. Laurie BEHAR ve Biomedikal Müh. Kerem GÖNÜLLÜ'ye, eğitimimiz süresince birbirimize her konuda destek olduğumuz ve bana yardımlarından dolayı dönem arkadaşlarım ve sevgili dostlarım Derya ŞAHİN, Leyla TATLI, İlyas ÖZDEMİR ve Özlem BİDAV'a, çalışmam süresince her türlü teknik desteğinden ve yardımlarından dolayı Seçkin GÜLHAN'a, maddi ve manevi desteklerinden dolayı Ersin ORAY'a ve beni ben yapan, sevgisini ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Muammer Gültekin. Çocuklarda Koklear İmplant Kullanım Süresinin P1 Latansına Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2015.

Bu çalışmanın amacı koklear implantasyondan sonra ilk 6 ay boyunca işitsel maturasyonun takip edilmesi, P1 latansının oluşması için gerekli zamanın tespit edilmesi ve normal işiten yaş grupları ile karşılaştırılmasının yapılmasıdır. Çalışma 4 yaş altında 45 MEDEL Sonata^{TI}100 CI ve OPUS2 ses işlemcisi kullanan, ortalama ilk fittingdeki yaşı 25 ay olan ve tekrarlanmış ACA sonuçları alınan kullanıcılardan oluşmaktadır. Koklear implant kullanıcılarının ACA (Aided Cortical Assessment) ölçümleri 55dB SPL şiddetinde /m/, /g/, /t/ konuşma uyarıları ile otomatik olarak Fonix® HEARLab System by Frye ile değerlendirilmiştir. Ölçümler koklear implant ses işlemcisinin ilk fitting seansından itibaren 6 ay boyunca, ilk aktivasyondan 1 hafta sonra, 1 ay, 2 ay, 3 ay, 4 ay, 5 ay ve 6 ay olmak üzere 7 test aralığında gerçekleştirilmiştir. ACA ölçümleri sonrasında her alınan P1 cevabı için 1'er puan verilmiştir, P1 latansları HEARLab'ın belirlediği referans latans ranjının sınırlarında ise birer puan daha verilmiştir. Toplamda 6 puan verilmiştir. Koklear implant kullanan çocuklarının ilk fitting seansından sonra 1 hafta içinde yapılan ölçümlerde elde edilen median ACA skoru 2, birinci ayda 3,5 ikinci ayda 4, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı ayda 5 olarak elde edilmiştir. ACA skoru olarak elde edilen 5, bütün konuşma uyarılarında (/m/g/t/) uygulanan P1 latansının 2 tanesinin normal, 1 tanesinin referans alanın dışında olduğunu göstermektedir. Bu durum /m/ uyarının latansının biraz uzun elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. KI kullanıcılarının ilk aktivasyondan bir ay içinde /m/g/t/ latansları önemli ölçüde kısalmaya başlamıştır. 3-4 ay içinde /g/ ve /t/ latansları normal işiten çocukların latanslarına yaklaşmıştır, /m/ latansının kısalması uzun zaman almaktadır. KI kullanım süresinin 6 ay geçmesiyle ancak normal işiten çocuklara ulaştığı sonucu ortaya çıkmıştır. ACA median skorlarının KI kullanım süresine göre artış göstermesi, P1 latanslarının kısalması, KI kullanıcılarının yeterli konuşma sesine erişiminin olduğunu ve normal işiten yaşlılarıyla benzer işitsel maturasyon gösterdiğini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Yeni Koklear İmplant Kullanıcısı, ACA, eSRT

ABSTRACT

Muammer Gültekin. An Investigation In To The Effect Of Length Of CI Use On P1 Latency In Children, Master Thesis, Ankara, 2015.

The aim of this study was to monitor auditory maturation for six months following cochlear implantation, determine the time required for the formation of the P1 cortical response and to compare the results to their aged-matched peers with normal hearing. This study included 45 MEDEL Sonata^{TI}100 CI and OPUS2 audio processor users, children under the age of 4, with a mean age of 25 months at first fitting and repeated ACA testing. CI users' cortical responses to speech tokens, /m/, /g/ and /t/, presented at 55 dB SPL were checked using the automated Fonix® HEARLab System by Frye. Repeated measurements were taken starting from the first cochlear implant speech processor fitting session until 6 months post-implantation. The test intervals were at 1 week after the first activation, 1 month, 2 months, 3 months, 4 months, 5 months and 6 months until 7 tests were carried out. Following every ACA measurement, points were assigned. One point was given if a P1 response was obtained. If the P1 response fell within the normative latency range as determined by HEARLab, another point was assigned. A maximum total of 6 points were given. The median ACA score obtained after the first cochlear implant fitting session was 2 points, 3.5 points at the first month, 4 points at the second month, and 5 points were obtained at the third, fourth, fifth, and sixth months. For those subjects that obtained an ACA score of 5, responses to all speech stimuli (m/g/t) were present; however, the latency of one response did not fall within the normative reference range, resulting in a score of 5 instead of 6. The aforementioned scenario typically occurred with the /m/ stimulus, as its latency was generally prolonged compared to the other stimuli. The /m/, /g/ and /t/ latencies for the CI users significantly shortened within one month of the initial activation. Within 3-4 months of activation the /g/ and /t/ latencies caught up to the latencies of their normal hearing peers, while the latency of the /m/ stimulus took longer to decrease the /m/ latency of CI users caught up to their normal hearing peers within 6 months of CI use.

Increase in ACA scores, representing shortening of P1 latencies shows that their CI accesses them adequately to sound and allows for auditory maturation similar to that of hearing peers.

Key words: New cochlear implant users, ACA, eSRT

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ve RESİMLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. İşitsel Uyarılmış Geç Potansiyellerin (İUGP) Genel Tanımı.....	4
2.2. Koklear İmplant Nedir.....	5
2.3. Koklear İmplantın Tarihçesi.....	6
2.4. Koklear İmplantların Genel Özellikleri.....	8
2.4.1. Dış Parçalar.....	8
2.4.2. İç (İmplant Edilen) Parçalar.....	9
2.5. Elektrot Tipleri.....	9
2.5.1. Standart Elektrot.....	9
2.5.2. Medium Elektrot.....	10
2.5.3. Compressed Elektrot.....	10
2.5.4. Form Elektrotlar.....	10
2.6. Koklear İmplantın Ayarlanması (Fitting).....	12
2.7. Koklear İmplant Programlanmasında Kullanılan	
Objektif Yöntemler.....	14
2.7.1. eSRT (electrical stapedius reflex threshold) Elektriksel	
Stapes Refleks Eşiği.....	14
2.7.2. Elektrikle Uyarılmış Refleks Eşiği (eSRT) Koklear	
İmplant Programlamada Kullanımı.....	16
2.7.3. Koklear İmplant Programlamada APR	
(Auralpalpebral Reflex) Kullanımı.....	17
2.8. Koklear İmplantlı Çocuklarda Santral İşitsel Gelişimin	
Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller İle Değerlendirilmesi.....	17

2.9. Santral İşitsel Yolların Gelişiminde Hassas Dönemler.....	19
2.10. İmplantasyon Sonrasında Santral İşitsel Yolların Uzunlamasına Gelişimi.....	24
2.11. Önceki Duyma Deneyiminin Koklear İmplantasyon Sonrasında Santral İşitsel Gelişim Üzerindeki Etkisi.....	25
2.12. Erken Dönemde İmplantasyon Sonrasında Santral İşitsel Yolların Uzun Süreli Gelişimi.....	27
2.13. Santral İşitsel Yolların Olgunlaşmasını Biyolojik Göstergesi Olarak P1 Latansı.....	29
2.14. CAEP Dalga Formunda Plastisite ve Yoksunluk İşaretleri.....	30
3. HEARLab.....	32
3.1. ACA Modülü.....	32
3.2. HEARLab İstatistikleri ve Sonuçları Yorumlama.....	34
3.2.1. Sinyal Gürültü Oranı.....	34
3.2.2. Tekrar Sayısı.....	35
3.2.3. İUGP Latansları.....	36
3.3. İUGP Ölçüm Parametreleri.....	37
3.3.1. Transducer.....	37
3.3.2. Konuşma Uyararı.....	37
3.3.3. Polarite.....	38
3.3.4. Uyarılar Arası Süre.....	38
3.3.5. Elektrot Yerleşimi.....	39
3.3.6. ACA Oda Yerleşimi.....	39
4. ÇALIŞMA GRUPLARI VE METOD.....	41
4.1. Çalışma Gruplarının Özellikleri.....	41
4.1.1. Koklear İmplantlı Grubun Özellikleri.....	41
4.1.2. Normal İşiten Grubun Özellikleri.....	45
4.2. Materyal.....	45
4.3 METOD.....	48
4.3.1. Koklear İmplantlı Grup İçin.....	48
4.3.2. Normal İşiten Grup İçin.....	50

5. BULGULAR ve SONUÇLAR.....	56
6. TARTIŞMA.....	101
7. KAYNAKLAR.....	104

KISALTMALAR

Kısaltma	Açık Yazılış
ABR	Auditory Brainstem Response
ACA	Aided Cortical Assessment
APR	Auara Palberal Reflex
CAEP	Cortical Auditory Evoked Potential
CI	Cochlear Implant
CZ	Verteks
DPOAE	Distortion Product Otoacoustic Emission
EcochG	Electrocochleography
ESRT	Electrical Stapes Reflex Threshold
İUGP	İşitsel Uyarılmış Geç Potansiyel
Kİ	Koklear İmplant
KİUGP	Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller
MLR	Middle Latency Response

TABLolar DİZİNİ

TABLO 1: İUGP KAYIT PARAMETRELERİ.....	12
TABLO 2: TANIMLAYICI ÖZELLİKLERİN DAĞILIMI.....	13
TABLO 3: KOKLEAR İMPLANTLI GRUP ÖZELLİKLERİN DAĞILIMI.....	14
TABLO 4: KOKLEAR İMPLANTLI GRUBUN ELEKTROT TİPLERİ DAĞILIMI.....	15
TABLO 5: KOKLEAR İMPLANTLI GRUBUN ETİYOLOJİLERİNİN DAĞILIMI.....	15
TABLO 6: GRUPLARA GÖRE İLK HAFTA M, G, T VE TOPLAM LATANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	18
TABLO 7: GRUPLARA GÖRE 1.AY M, G, T VE TOPLAM LATANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	19
TABLO 8: GRUPLARA GÖRE 2. AY M, G, T VE TOPLAM LATANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	20
TABLO 9: GRUPLARA GÖRE 3. AY M, G, T VE TOPLAM LATANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	21
TABLO 10: GRUPLARA GÖRE 4. AY M, G, T VE TOPLAM LATANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	22
TABLO 11: GRUPLARA GÖRE 5. AY M, G, T VE TOPLAM LATANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	23
TABLO 12: GRUPLARA GÖRE 6. AY M, G, T VE TOPLAM LATANS ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	23
TABLO 13: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 1. HAFTA ÖLÇÜMÜNE GÖRE 1, 2, 3, 4, 5 VE 6. AY M LATANS ÖLÇÜMLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	24
TABLO 14: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA BİRİNCİ HAFTA ÖLÇÜMÜNE GÖRE 1, 2, 3, 4, 5 VE 6. AY G LATANS ÖLÇÜMLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	25
TABLO 15: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA BİRİNCİ HAFTA ÖLÇÜMÜNE GÖRE 1, 2, 3, 4, 5 VE 6. AY T LATANS ÖLÇÜMLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	26

TABLO 16: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA BİRİNCİ HAFTA ÖLÇÜMÜNE GÖRE 1, 2, 3, 4, 5 VE 6. AY ACA SKORLARINDAKİ DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	27
TABLO 17: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA, YAŞLARA GÖRE LATANS ÖLÇÜMLERİ KORELASYONU.....	28
TABLO 18: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA, YAŞLARA GÖRE LATANS ÖLÇÜMLERİ KORELASYONU.....	29
TABLO 19: KI KULLANAN ÇOCUKLARA GÖRE YAPILAN ACA SAYISI.....	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1: İŞİTSEL UYARILMIŞ POTANSİYELLERİN LATANS DEĞERLERİNE GÖRE SIRALANIŞI.....	4
ŞEKİL 2: İUGP KOMPONENTLERİNİN YAŞA BAĞLI MORFOLOJİK DEĞİŞİMİ.....	5
ŞEKİL 3: KOKLEAR İMPLANT SİSTEMİ (WWW.MEDEL.COM.TR'DEN ALINMIŞTIR.).....	6
ŞEKİL 4: KOKLEAR İMPLANT DIŞ VE İÇ PARÇALARI (WWW.MEDEL.COM SİTESİNDEN ALINMIŞTIR.).....	8
ŞEKİL 5: GÜNÜMÜZDE KULLANILAN KOKLEAR İMPLANT ELEKTROT ÇEŞİTLERİ (KLASİK SERİ).....	11
ŞEKİL 6: GÜNÜMÜZDE KULLANILAN KOKLEAR İMPLANT ELEKTROT ÇEŞİTLERİ (FORM ELEKTROTLAR).....	11
ŞEKİL 7: P1 LATANSİNİN İMPLANTASYON YAŞLARINA GÖRE DEĞİŞİMİ.....	18
ŞEKİL 8: ERKEN DÖNEMDE İMPLANT TAKILAN ÇOCUKLAR (3 YAŞTAN ÖNCE) VE GEÇ DÖNEMDE İMPLANT TAKILAN ÇOCUKLAR (6 YAŞTAN SONRA) İÇİN EABR DALGA V LATANSI.....	22
ŞEKİL 9: ERKEN DÖNEMDE VE GEÇ DÖNEMDE İMPLANT TAKILAN ÇOCUKLAR İÇİN P1 LATANSI İÇİN GENEL ORTALAMA DALGA FORMLARI VE ORTALAMA GELİŞİMSEL EĞRİLERİ.....	23
ŞEKİL 10: ERKEN DÖNEM VE GEÇ DÖNEMDE İMPLANT TAKILAN ÇOCUKLAR İÇİN BİR KRONOLOJİK YAŞ FONKSİYONU OLARAK GENEL ORTALAMA DALGA FORMLARI.....	28
ŞEKİL 11:P1 DALGA FORMU ÖRNEKLERİ.....	30
ŞEKİL 12: HEARLAB ÇALIŞMA DİYAGRAMI.....	33
ŞEKİL 13: 65 DB SPL SES ŞİDDET SEVİYESİNDE /M/, /G/, /T/ UYARANLARININ SPEKTRAL ANALİZİ.....	34
ŞEKİL 14: DALGANIN REZİDÜEL GÜRÜLTÜ SEVİYESİ /M/, /G/, /T/ UYARANLARI İÇİN DALGANIN ANLAMLILIK DEĞERİ (P DEĞERİ).....	35

ŞEKİL 15: 2 YAŞ 7 AYLIK KOKLEAR İMPLANTLI ÇOCUĞA AİT P1 DALGASI VE NORMATİF DEĞER ARALIĞI.....	37
ŞEKİL 16: NORMAL İŞİTEN YETİŞKİNE AİT P1-N1-P2 KOMPLEKSİ VE NORMATİF DEĞER ARALIĞI.....	38
ŞEKİL 17: HEARLAB ACA TEK ODA YERLEŞİMİ.....	40
ŞEKİL 18: HEARLAB ACA İKİ ODALI YERLEŞİMİ.....	41
ŞEKİL 19: KOKLEAR İMPLANTLI ÇOCUKLARIN CİNSİYET DAĞILIMLARI.....	45
ŞEKİL 20: ETİYOLOJİLER.....	46
ŞEKİL 21: İMPLANTASYON ÖNCESİ İŞİTME CİHAZI KULLANIM SÜRELERİ.....	47
ŞEKİL 22: ELEKTROT TİPLERİ.....	47
ŞEKİL 23: AKTİF ELEKTROTLAR.....	48
ŞEKİL 24: FİTTİNG METODLARI.....	49
ŞEKİL 25: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNUN CİNSİYET DAĞILIMLARI.....	49
ŞEKİL 26: ACA PUANLAMA CETVELİ.....	51
ŞEKİL 27: ACA SONUÇLARI.....	54
ŞEKİL 28: BİRİNCİ HAFTA M LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	60
ŞEKİL 29: BİRİNCİ HAFTA G LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	60
ŞEKİL 30: BİRİNCİ HAFTA T LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	61
ŞEKİL 31: BİRİNCİ HAFTA ACA SKORLARININ GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	61
ŞEKİL 32: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 1. HAFTA LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	62
ŞEKİL 33: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA 1. HAFTA LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	62
ŞEKİL 34: BİRİNCİ AY M LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	64

ŞEKİL 35: BİRİNCİ AY G LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	64
ŞEKİL 36: BİRİNCİ AY T LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	65
ŞEKİL 37: BİRİNCİ AY ACA SKORLARININ GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	66
ŞEKİL 38: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 1. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	66
ŞEKİL 39: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA 1. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	67
ŞEKİL 40: İKİNCİ AY M LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	68
ŞEKİL 41: İKİNCİ AY G LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	68
ŞEKİL 42: İKİNCİ AY T LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	69
ŞEKİL 43: İKİNCİ AY ACA SKORLARININ GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	69
ŞEKİL 44: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 2. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	70
ŞEKİL 45: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA 2. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	70
ŞEKİL 46: ÜÇÜNCÜ AY M LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	71
ŞEKİL 47: ÜÇÜNCÜ AY G LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	72
ŞEKİL 48: ÜÇÜNCÜ AY T LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	72
ŞEKİL 49: ÜÇÜNCÜ AY ACA SKORLARININ GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	73
ŞEKİL 50: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 3. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	73

ŞEKİL 51: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA 3. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	74
ŞEKİL 52: DÖRDÜNCÜ AY M LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	75
ŞEKİL 53: DÖRDÜNCÜ AY G LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	75
ŞEKİL 54: DÖRDÜNCÜ AY T LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	76
ŞEKİL 55: DÖRDÜNCÜ AY ACA SKORLARININ GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	76
ŞEKİL 56: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 4. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	77
ŞEKİL 57: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA 3. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	77
ŞEKİL 58: BEŞİNCİ AY M LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	79
ŞEKİL 59: BEŞİNCİ AY G LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	79
ŞEKİL 60: BEŞİNCİ AY T LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	80
ŞEKİL 61: BEŞİNCİ AY ACA SKORLARININ GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	80
ŞEKİL 62: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 5. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	81
ŞEKİL 63: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA 5. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	81
ŞEKİL 64: ALTINCI AY M LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	83
ŞEKİL 65: ALTINCI AY G LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	83
ŞEKİL 66: ALTINCI AY T LATANSI ÖLÇÜMLERİNİN GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	84

ŞEKİL 67: ALTINCI AY ACA SKORLARININ GRUPLARA GÖRE DAĞILIMI.....	84
ŞEKİL 68: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA 6. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	85
ŞEKİL 69: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA 6. AY LATANS ÖLÇÜMLERİ DAĞILIMI.....	85
ŞEKİL 70: ORTALAMA LATANS DEĞERLERİNİN ACA ARALIKLARINA GÖRE DAĞILIMI.....	90
ŞEKİL 71: ORTALAMA LATANS DEĞERLERİNİN ACA ARALIKLARINA GÖRE DAĞILIMI VE NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBU İLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	90
ŞEKİL 72: ACA ARALIKLARINA GÖRE M LATANSININ DAĞILIMI.....	91
ŞEKİL 73: ACA ARALIKLARINA GÖRE G LATANSININ DAĞILIMI.....	91
ŞEKİL 74: ACA ARALIKLARINA GÖRE T LATANSININ DAĞILIMI.....	92
ŞEKİL 75: ACA ARALIKLARINA GÖRE ACA SKORLARININ DAĞILIMI.....	92
ŞEKİL 76: KOKLEAR İMPLANTLI GRUPTA, YAŞLARA GÖRE 2. AY M LATANSI ÖLÇÜMLERİ KORELASYONU.....	95
ŞEKİL 77: NORMAL İŞİTEN KONTROL GRUBUNDA, YAŞLARA GÖRE G LATANSI ÖLÇÜMLERİ KORELASYONU.....	96
ŞEKİL 78: ACA BAŞARI YÜZDELERİ.....	98
ŞEKİL 79: YENİDEN FİTTİNG SONRASI TEKRARLANAN ACA BAŞARI YÜZDELERİ.....	98
ŞEKİL 80: /M/ /G/ /T/ UYARANLARI İÇİN BAŞARI YÜZDELERİ.....	99
ŞEKİL 81: /M/ /G/ /T/ UYARANLARI İÇİN DÜZELME ORANI.....	99
ŞEKİL 82: /M/ /G/ /T/ UYARANLARI İÇİN TEKRARLANAN ACA BAŞARI SAYISI.....	100

RESİMLER DİZİNİ

RESİM 1: ESRT ÖLÇÜMÜ İÇİN GEREKLİ EKİPMANLAR.....	15
RESİM 2: ESRT DÜZENEĞİ İÇİN KULLANILAN EKİPMANLAR.....	16
RESİM 3: GSI TYMPSTAR V2 A.İMMİTANSMETRE.....	42
RESİM 4: GSI61 KLİNİK ODYOMETRE.....	43
RESİM 5: FRYE HEARLAB VE DELL BİLGİSAYAR.....	43
RESİM 6: GSI AUDERA.....	44
RESİM 7: MİKROFON TEST ALETİ (MICROPHONE TESTER).....	44
RESİM 8: KONUŞMA İŞLEMCİSİ TEST CİHAZI (SPEECH PROCESSOR TEST DEVICE).....	44
RESİM 9: HEARLAB ACA MODÜLU İUKP KAYIT DÜZENEĞİ.....	53
RESİM10: ELEKTROT YERLEŞİMİ.....	55

1. GİRİŞ

Ülkemizde yenidoğan işitme taramalarının yaygınlaşması işitme kaybıyla dünyaya gelen bebeklerin erken tanılanmasını ve dolayısıyla erken müdahalesini kolaylaştırmıştır. İşitme kayıplı bebeklerin kritik dönemde cihazlandırılması ve zamanında koklear implantasyona yönlendirilmesi dil gelişimleri için hayati önem arz etmektedir.

Bebeklerde ve küçük çocuklarda işitme değerlendirmelerinde olduğu gibi işitme cihazı veya koklear implanttan ne kadar faydalandığını tespit etmek amacıyla da objektif ölçümler kullanılmalıdır.

Küçük yaştaki çocukların koklear implanttan ne kadar faydalandığını ve verilen fitting programlarının ne kadar etkin olduğunu anlamak klinisyenler için oldukça zahmetli olabilmektedir. Bu değerlendirmeler için çeşitli subjektif ve objektif yöntemler kullanılmaktadır.

Subjektif yöntemlerde anne, baba ve öğretmen tarafından doldurulan anketler değerlendirilmekte ve implantlı serbest alan işitme eşikleri tespit edilebilmektedir. Küçük yaştaki koklear implant kullanıcılarının serbest alanda koklear implantlı işitme eşiklerini değerlendirmek için VRA (Görsel Şartlandırma Odyometrisi) tekniği kullanılmaktadır. Bu değerlendirme çocuğun davranışlarını gözlemlemeye dayalı olduğu için ve objektif bir değerlendirme olmadığı için çocukların koklear implanttan ne kadar faydalandığının tespit edilmesi ve fitting programının uygunluğunun anlaşılması için yeterli olmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı subjektif yöntemler ailelerin anketleri objektif dolduramaması ve değerlendirmelerin dezavantajlarının olması nedeniyle yeterli bilgi verememektedir.

Subjektif yöntemlerin dezavantajları nedeniyle işitme cihazı ve koklear implant kullanan bebeklerin ve küçük yaştaki çocukların bu cihazlardan ne kadar faydalandığını tespit etmek amacıyla objektif yöntemler kullanılmaktadır.

Koklear implant kullanan küçük yaştaki çocukların santral işitsel gelişiminin nasıl bir yol izlediğini ve ne kadar bir süre içinde hangi sonuçların elde edileceğini tespit etmek ve bu konuyla ilgili normatif bilgilerin oluşmasını sağlamak amacıyla kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller kullanılabilir.

Kortikal işitsel potansiyeller akustik uyarının sunumunu takiben ilk 50-300 ms'nin içinde ortaya çıkan ve verteksten kaydedilen pozitif ve negatif dalgalar bütünüdür. Normal işiten yeni doğanlarda ortalama P1 latansı yaklaşık 300 ms.'dir. Hayatın ilk 2-3 yılında latansta büyük bir düşüş olmaktadır (3 yaşta yaklaşık 125 ms'ye kadar). Sonra da hayatın ikinci on yılında daha küçük bir düşüş görülmektedir. Normal işiten yetişkinlerdeki (22-25 y) ortalama P1 latansı yaklaşık 60 ms.'dir.

Çalışmamızda küçük yaştaki koklear implant kullanıcılarının koklear implant ile santral işitsel yollarda olgunlaşmanın sağlanıp sağlanmadığını ölçmek için kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller (CAEP) kullanılmıştır.

HEARLab'ın ACA modülünde uygulanmakta olan konuşma sesi kaydından alınmış, dominant enerji spektrumu farklı frekans bantlarında olan, alçak frekans bilgisi taşıyan /m/ (200- 500 Hz) ,orta frekans bilgisi taşıyan /g/ (800-1600 Hz) ve yüksek frekans bilgisi taşıyan /t/ (2000-8000 Hz) olmak üzere 3 farklı konuşma uyarını bulunması frekansa spesifik objektif bir LING testi yapmayı sağlayabilmektedir.

Yapılan araştırmalar, ABR'lere göre İUGP'lerin uyku ve uyanıklık durumunda etkilendiğini göstermektedir. Uyku durumunda elde edilen latanslar artarken amplitüdüleri İUGP komponentlerine göre değişiklik göstermektedir (Hall 2007, Ponton, Eggermont 1996). Bu nedenden dolayı ACA ölçümlerinin bir avantajı olarak test edilen çocuklar uyanık bir şekilde sessizce çizgi film izleyebilmekte veya sessiz bir oyuncak ile oyanabilmektedir. Bu durum yapılan değerlendirmenin kısa sürede tamamlanmasını sağlamaktadır.

Yeni koklear implant kullanmaya başlayan çocuklarda ACA kullanarak işitsel algıyı oluşturabilecek yeterli ses erişiminin sağlanıp sağlanmadığını kontrol edilebilmektedir.

İUGP yaygın kullanılmaması nedeniyle ACA ölçümleri ile KI kullanıcılarından alınan yanıtlar ile elde edilen bilgiler daha sonra yapılacak araştırmalar için bir veritabanı oluşmasını sağlamaktadır.

Normal işiten çocuklardan elde edilen bilgiler HEARLab'ın otomatik olarak yaşa göre belirlediği referans alanının doğruluğunu desteklemek için kullanabilmektedir.

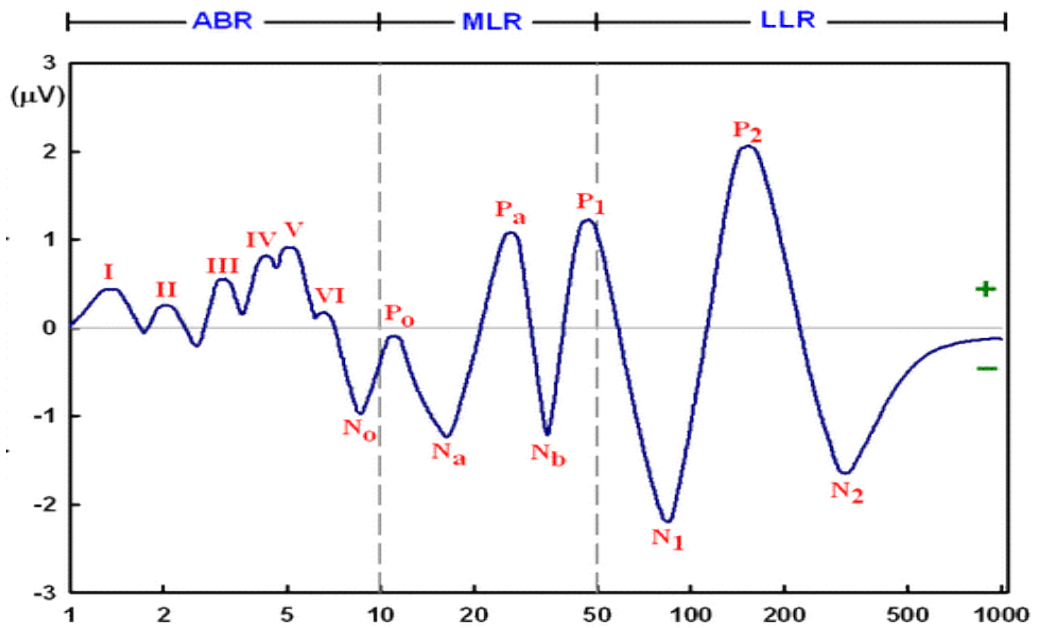
Koklear implant ile birlikte kontralateral kulakta bulunan işitme cihazı ile yapılan ACA ölçümlerinin sonuçlarıyla KI gereksinimini ispatlamak mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmanın amacı 4 yaş ve altındaki koklear implant kullanıcılarının santral işitsel matürasyonunun P1 latansı ile incelenmesi ve erken dönemde uygulanan koklear implantasyon ile normal işiten akranlarının santral işitsel sistemine benzer gelişimleri gösterip göstermediğini araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İşitsel Uyarılmış Geç Potansiyellerin (İUGP) Genel Tanımı

Paul Davis tarafından ilk defa 1939 yılında keşfedilen, EEG kaydının içinde, işitsel uyarana cevap olarak kaydedilen İşitsel Uyarılmış Geç Potansiyeller (İUGP), akustik uyarının sunumunu takiben ilk 50-300 msn içinde ortaya çıkan ve verteksten kaydedilen pozitif ve negatif dalgalar bütünüdür. Normal işitmeye sahip bir yetişkinde, P1 (50-80 msn), N1 (100-150 msn), P2 (150-200 msn) ve N2 (180-250 msn) aralıklarında ortaya çıkmaktadır. (Hall 2007) (Şekil 1).

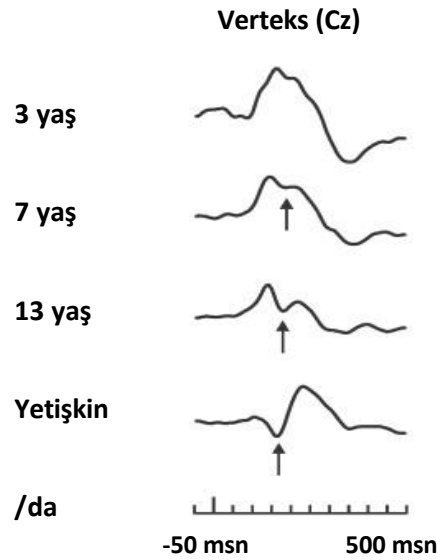


Şekil 1: İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Latans Değerlerine Göre Sıralanışı

(<http://www.audiologieboek.nl/hfm/hfd4/beelden/4-5-2-1.gif>)

İşitsel Uyarılmış Geç Potansiyeller yaşla birlikte latans, amplitüt ve morfolojik olarak farklılaşmaktadır (Picton and Taylor, 2007). P1 dalgası bebeklik döneminde amplitüt açısından en büyük dalga olarak gözlenmekle birlikte yaş ilerledikçe bu pozitif büyük amplitütlü dalga komponenti N1 dalgasının oluşmasıyla

ikiye bölünür ve yetişkindeki P1-N1-P2 trifazik yanıt halini alır (Picton 2007) (Şekil 2).

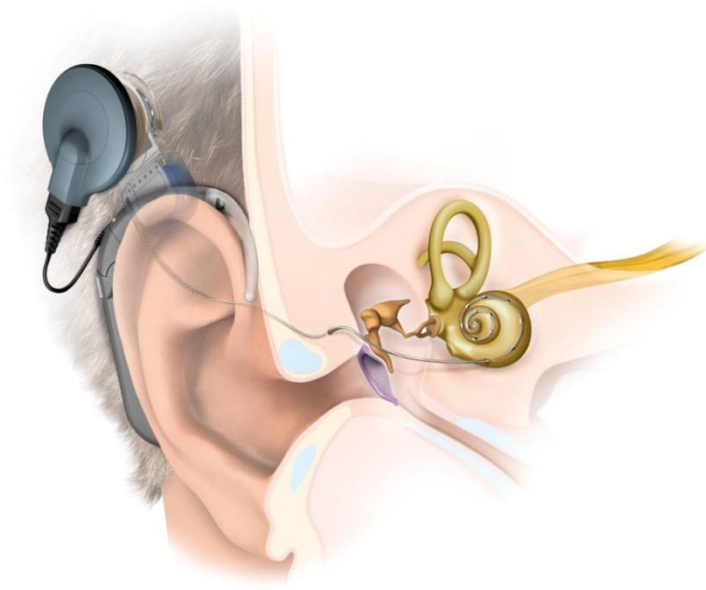


Şekil 2- İUGP Komponentlerinin Yaşa Bağlı Morfolojik Değişimi

(Picton and Taylor (2007). Electrophysiological evaluation of human brain development. *Developmental Neuropsychology*, 31, s.259).

2.2. Koklear İmplant Nedir?

Koklear implant, mekanik ses enerjisini, elektrik sinyallerine dönüştüren ve bunu doğrudan kokleaya aktararak, seslerin algılanmasını sağlayan elektronik bir cihazdır. Bu cihazlar bilateral, ileri-çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan ve konvansiyonel işitme cihazlarından çok az veya hiç yararlanamayan hastalara uygulanmaktadır. Hastaların sağlıklı, mental yönden stabil olmaları ve ameliyat sonrası rehabilitasyon programına devam edip bitirecek motivasyona sahip olmaları aranan en önemli özelliklerdir. Koklear implantlar postlingual işitme kayıplarına da uygulanabilmesine rağmen en önemli endikasyonu konjenital/prelingual işitme kayıplarıdır [39].



Şekil 3:Koklear implant sistemi (www.medel.com.tr'den alınmıştır.)

2.3. Koklear İmplantın Tarihçesi

İlk olarak işitsel sistemi elektriksel olarak stimüle etme girişimi 1790'larda olmuştur, Alessandro Volta her bir kulağına metal çubuklar sokmuş ve bu çubukları 50 Volt akıma bağlamıştır. Volta bu uygulaması sırasında "une recousse dans la tete" olarak tarif ettiği başı çevresinde bir patlama hissi ve çorbanın kaynamasına benzer bir ses duymuştur [79-54].

Djourno ve Eyries 1953'de işitme sinirini direkt olarak uyaran ilk kişilerdir. İşitme kaybı yüksek derecede olan kronik otitli bir hastaya, fasial sinire yönelik dekompresyon yapılırken, bu deneysel işlemi uygulamışlardır. Cerrahiden sonra, hastaya bir primitif sinyal jeneratörü bağlanmış, hasta 'kriket' ya da 'rulet çarkı' sesine benzer sesler duyduğunu ifade etmiştir [46].

Dr. W. House ve Dr. J. Doyle 1961'de skala timpani yolu ile işitme sinirini uyardımayı başarmıştır. Üç yıl sonra Dr. Blair Simmons vestibüle yerleştirdiği elektrot

ile işitme sinirinin modiolar segmentini direk olarak uyararak belli bir derecede tonal ayrımı başarmıştır [46-26-70].

Robin Michelson 1968'de uzun süreli hayvan deneyleri ile elektrodların zararlı etkileri olmadığını belirlemiştir [1-42].

Bu sonuçların cesaretlendirdiği House, bir elektrik mühendisi olan Jack Urban' la birlikte 1972'de ilk ticari olarak elde edilebilir koklear implant ve konuşma işlemcisi olan House 3M single-elektrode implantı geliştirmiştir. Bu implant 1972'den 80'lerin ortasına kadar yüzlerce kişiye uygulandı [46].

Dr. Graeme Clark 1969' da Melbourne Üniversitesi'nde kanal etkileşimlerini azaltacak çok kanallı intrakoklear implantı geliştirerek bu implantın tek kanallı implantlara üstünlüklerini göstermiştir. Günümüzde kanal sayısı 24'e kadar çıkartılabilmektedir. Kanal sayısındaki artışın işitmenin anlaşılabilirliği üzerine etkileri vardır. W. House 1980 yılında çocuklarda ilk kez koklear implant uygulamasını gerçekleştirmiştir. Ülkemizde ise Dr. Bekir Altay tarafından 1987 yılında Eskişehir'de gerçekleştirilmiştir [57].

FDA (Food and Drug Administration) koklear implantların yetişkinlerde kullanımına 1984'te, pediatrik hastalarda kullanımına ise 1990' da onay vermiştir. Diğer bir gelişme, ticari şirketlerin koklear implantlarla ilgilenmeye başlamasıdır, bu şirketlerin implantın üretimi, tamiri ve pazarlanmasına çok büyük katkısı olmuştur.

2.4. Koklear İmplantların Genel Özellikleri

Koklear implant dış ve iç parçalar olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır [76].



Şekil 4: Koklear implant dış ve iç parçaları
(www.medel.com sitesinden alınmıştır.)

2.4.1. Dış Parçalar

Alıcı mikrofon: Akustik bilgileri alarak elektriksel sinyallere dönüştürür ve konuşma işlemcisine aktarır. Mikrofon kulak arkası işitme cihazlara benzer şekilde kulağa takılan sistemin içinde yer almaktadır. Son yıllarda gürültülü ortamlarda anlamayı arttırmak için çift mikrofonlu sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır [46].

Konuşma sinyal işlemcisi (Speech processor): Normal bir kimsede ses sinyalleri kokleada hazırlanır ve kodlanır. Ancak koklear implant kullanan bir kimsede koklea ve tüylü hücreler by-pass edildiği için sinyaller doğrudan işitme sinirine verilmektedir. Konuşma sinyal işlemcisi sinyali kodlayıp amplifiye ederek, iç kulak stimulasyonu için uygun hale getirir. Elektriksel uyarı daha sonra dış antene iletilir.

Dış Anten: Gelen elektriksel uyarıyı deriden iç antene aktarır. Konuşma işlemcisinin oluşturduğu sinyaller dış antenden içeriye radyofrekans dalgaları ile aktarılmaktadır. Dış anten ve temporal kemiğin üzerindeki yuvasında bulunan alıcı-uyarıcı (Receiver) arasında mıknatıs bağlantısı vardır. Bu sayede dış anten kulak arkasında sabitlenir.

2.4.2. İç (İmlante Edilen) Parçalar

İç Anten: Dış antenden gelen sinyalleri alıcı-uyarıcıya (Receiver) iletir.

Alıcı-Uyarıcı (Receiver): Alıcı-uyarıcı bir kontrol kulesi gibi çalışır. Sinyalleri alır, kodlarını çözer ve elektrotlara aktarır. Ayrıca temporal kemik skuamöz parçası içine sıkıca yerleştirilmiş olan magnet parçası, dış anteni manyetik kuvvetle yerinde tutar [45].

Elektrot Demeti: Elektriksel uyarıyı iç kulağa aktarır ve koklea içinde ilgili lokalizasyonun uyarılmasını sağlar. Elektrotlar kokleanın yuvarlak penceresine yakın (ekstrakoklear) veya skala timpani içine (intrakoklear) veya koklear nukleusun yüzeyine yerleştirilebilir. En sık olarak, elektrotlar skala timpaniye yerleştirilir, çünkü elektrotlar bu sayede kokleanın uzunluğu boyunca yerleşimsel nöron dendritlerine en yakın hale gelir [1].

2.5. Elektrot Tipleri;

2.5.1. Standart Elektrot

Uzun koklear kanal uzunlukları için tasarlanmış 31.5mm elektrot dizisidir. 24 adet platin elektrot kontağı içerir. 26.4 mm aktif uyarım ranjına sahiptir. Elektrot ucundaki çapı 0.5mm, sonundaki çapı 1.3mm'dir.

2.5.2. Medium Elektrot

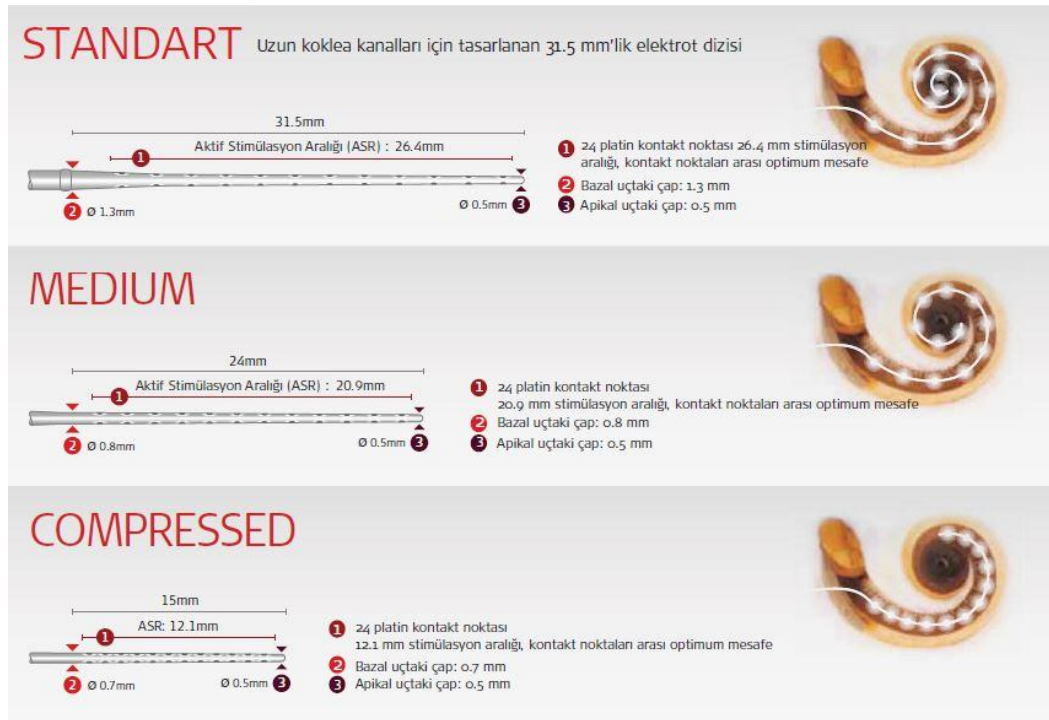
24 mm elektrot dizisi tasarımı ile derin yerleşimin istenmediği durumlarda veya anatomik kısıtlamalar nedeniyle standart elektrodun kullanılmadığı durumlarda tercih edilir. 24 adet platin elektrot kontağı içerir. 20.9mm aktif uyarım ranjına sahiptir. Elektrot ucundaki çapı 0.5mm, sonundaki çapı 0.8 mm'dir.

2.5.3. Compressed Elektrot

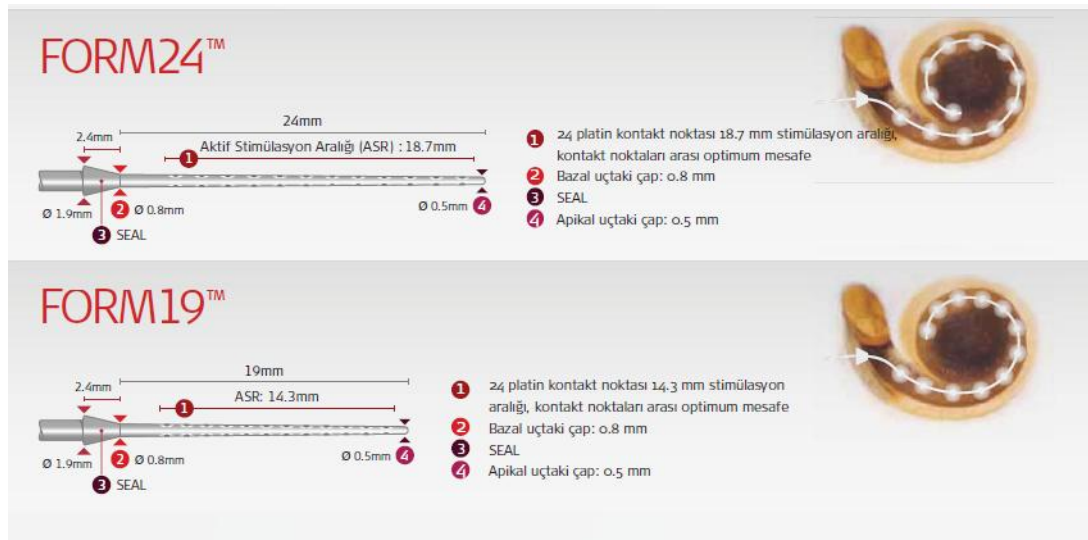
15mm uzunluğu ile kısmen kemikleşmiş kokleaya veya malforme koklealara kullanılan elektrot dizisidir. 24 adet platin elektrot kontağı içerir. 12.1 mm aktif uyarım ranjına sahiptir. Elektrot ucundaki çapı 0.5mm, sonundaki çapı 0,7 mm'dir.

2.5.4. Form Elektrotlar

Malforme koklea ve beyin omurilik sıvısı (BOS) kaçağı beklenen durumlar için özel olarak tasarlanmıştır. Her iki Form elektrot dizisinde (Form19 ve Form24) elektrotlar kokleaya takıldıktan sonra koklear açıklığı kapatmak için bir tıkaca sahiptir.



Şekil 5: Günümüzde kullanılan koklear implant elektrot çeşitleri (klasik seri)



Şekil 6: Günümüzde kullanılan koklear implant elektrot çeşitleri (Form elektrotlar)

2.6. Koklear İmplantın Ayarlanması (Fitting)

Koklear implantın ilk çalıştırılması ve konuşma işlemcisinin ilk programlanması yani 'fitting', yara yerinde yeterli iyileşmenin sağlandığı genellikle operasyondan sonraki 4-6. haftada yapılmaktadır [3].

Telemetrik işlem operasyon sırasında olduğu gibi tekrar edilerek fonksiyon gören elektrotlar belirlenmektedir. Bu işlem sırasında ayrıca elektrotlar arasında kısa devre olup olmadığı ve elektrot dirençleri saptanmaktadır. Konuşma işlemcisi bilgisayara bağlanarak değişik elektrotlardan kokleaya sinyaller gönderilir. Bu sinyaller farklı perdede ve şiddette sesler oluşturur. Hastadan duyduğu bu sesleri en az duyduğu ile en rahat duyduğu arasında sıralaması istenir. Fitting sonunda değişik sinyaller ile bunların meydana getirdiği seslerin şiddeti arasındaki korelasyon konuşma işlemcisine yüklenir. Bu bilgi ileride işlemci ve implant tarafından günlük seslerin, rahat ve yararlı işitmeyi sağlayacak sinyallere dönüştürülebilmesi için kullanılacaktır. Böylece "dinamik işitme ayarı" yapılarak her elektrotun diğer elektrotlar ile olan tizlik ve şiddet ilişkileri de belirlenebilmektedir.

Programlama, her elektrot için en uygun dinamik aralığın belirlenmesidir. Bu dinamik aralık T (threshold level) ve MCL (maximum comfortable level) seviyeleri arasında yer alır. Burada T eşik düzeyi ifade eder ve işitme duyarlılığı oluşturan en düşük akım miktarıdır. En rahat dinlenebilen maksimum düzey de MCL'dir.

Program aşamaları şöyledir:

1. T ve MCL seviyelerini belirlenmesi,
2. Sweep,
3. Balans
4. Canlı sese tepkinin değerlendirilmesi.

Sweep bir tarama testi olup, özellikle C (loud but comfortable level) seviyesi için yapılmalı ve değişik yüzdeler kullanılmalıdır. Elektrotlar apikalden bazale veya bazalden apikale doğru sırayla uyarılır. Kullanıcıdan uyarı şiddetini her elektrot için karşılaştırması istenir. Rahatsız edici uyarıya sahip olan elektrot belirlenerek diğerleriyle eşitlenir.

Balans testi iki elektrotun MC düzeyinde uyarı şiddetinin karşılaştırılmasıdır.

Referans elektrot ile test elektrotu arasında yapılır.

Bu aşamalar sonucunda oluşturulan program üzerinde kullanıcının isteklerine göre değişiklikler yapılabilir [58].

Bu işleme uyum sağlayan yetişkinlerde gerçeğe son derece yakın değerlere ulaşmak kolaylıkla mümkün olabilmektedir. Ancak 2 yaşındaki prelingual işitme kayıplı çocuklarda bazen bu işlem yapan kişiyi yıldırarak derecede güç olabilmektedir. Çocuklarda koklear implant programının yapılması eSRT, eABR ve ART gibi objektif ölçümler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bilgisayar yazılımları ile yapılan bu işlemde eşik ve rahat dinleme seviyesine ait değerlerde değişiklikler (mapping) kolaylıkla yapılabilmektedir. Yetişkin hastalarda hastanın uyumu ve katkıları ile gerçekten de yapılan bu değişiklikler sonucu en iyi konuşmanın anlaşıldığı eşikler elde edilebilmektedir.

Postlingual ve işitmeden yoksunluk süresi kısa olan hastalarda koklear implantasyon ile en iyi sonuçların alınması yanı sıra rehabilitasyon gereksiniminin de çok az olduğu vurgulanmaktadır.

Hastalar için yeni bir tecrübe olan bu farklı sese alışma ve beynin bu sinyalleri etkili bir şekilde algılaması için geçen süre hastadan hastaya farklılık göstermekte ve bazen birkaç ay sürebilmektedir.

Başlangıçta, işlemciye şiddet ayarları farklı dört ayrı program yüklenmekte ve böylece hastaya seçme olanağı sağlanmaktadır. Bu sayede hasta değişik ses ortamlarında en rahat ettiği programı seçme imkânına sahip olacaktır. Genelde konuşma işlemcisinin programlanması ve ince ayarları ilk aylarda birkaç kere, daha sonra yılda 1 kez yapılmaktadır.

Koklear implant uygulandıktan sonraki eğitim programı belirli basamakları içermektedir. Çocuklarda koklear implant sonrası eğitim özellikle prelinguallerde büyük güçlükler göstermektedir. Eğitimin uygulanması ve uygun fittingin sağlanabilmesi deneyimli ekiplerde bile uzun zaman almaktadır.

2.7. Koklear İmplant Programlanmasında Kullanılan Objektif Yöntemler

2.7.1. eSRT (electrical stapedius reflex threshold) Elektriksel Stapes Refleks Eşiği

Küçük yaştaki KI kullanıcıları için uygun bir konuşma işlemcisi programı son derece önemlidir. Konuşma işlemcisinin düzenli kullanılması ve dolayısıyla konuşma seslerine erişim ancak programının uygunluğuna bağlıdır. Programlama her bir aktif elektrodun maksimum konfor seviyesi (MCL) ve eşik seviyesini (THR) kurarak oluşturulur. Küçük çocukların implantasyon öncesi işitsel gelişim ve dil gelişiminin sınırlı veya hiç olmaması nedeniyle fitting seansları sırasında klinisyenlere geri bildirim vermesi mümkün olmamaktadır.

Klinisyenler sübjektif olarak uyarılara karşı çocuğun tepkilerini gözlemleyerek kararlar verebilmektedir fakat sübjektif fitting metotları küçük çocuklar ve aileleri için çok sıkıcı ve rahatsız edici olabilir. Bu nedenlerden dolayı küçük yaştaki çocuklarda konuşma ve dil gelişiminin uygun fittingler sayesinde konuşmaya erişimi ile sağlanacağı için objektif değerlendirmeler oldukça önem taşımaktadır. Objektif ölçümlerin bir yolu stapes refleksidir. Literatür stapes reflekslerinin elektriksel olarak ortaya çıkabileceğini göstermektedir [34].

Yeterince yoğun elektriksel uyarım ile stapes kasının kasılması ortaya çıkmaktadır. Bu kasın kasılması orta kulak kemikçiklerinin sertleşmesine ve orta kulağa geçen enerjinin azalmasına neden olmaktadır. Kompliyanslardaki bu değişim immitansmetre cihazları ile kolaylıkla Ipsi ve Contralateral olarak kaydedilebilir.

İlk defa 1988 yılında 7 deneyimli Nucleus koklear implant kullanıcılarında, tercih ettikleri dinleme seviyelerinde ESRT bulunmuştur [27].

Son zamanlarda yapılan araştırmalar eSRT ve davranışsal MCL arasında yüksek bir korelasyon olduğunu desteklemektedir. ($r = 0.9$) [72-75].

Küçük yaştaki çocuklarda eSRT ölçülmesi ile ilgili bir sorun da eSRT ölçümleri sırasında çocuğun hareketsiz kalmasının gerekli olmasıdır. eSRT ölçümleri, doğal uyku sırasında ölçülebilir. Çok nadir vakalarda hem çocuğun

kooperasyonun olmaması, hem de aurapalpebral refleksin de olmadığı durumlarda orta kulak normal ise eSRT ölçümleri reçetesiz uyku ilacı kullanılarak denenebilir.

Doğal uykusunda uyutulamayan çocuklara tıbbi gözetim altında sedasyon gerekebilir. Sedasyon altında ölçülen refleksler kullanılan anestezik maddeye bağlı olarak eşik üstü seviyelerde bulunabilir. Refleks eşiklerinin artış göstermesi anestezik ajanlarına bağlı olabileceği ileri sürülmüştür [40].



Resim 1:ESRT ölçümü için gerekli ekipmanlar



Resim2: ESRT düzeneği için kullanılan ekipmanlar

2.7.2. Elektrikle Uyarılmış Refleks Eşiği (eSRT) Koklear İmplant Programlamada Kullanımı

Elektriksel uyarım yeterince yoğunsa, (akustikte olduğu gibi) stapes kası kasılabilir. Jerger et al (1986) ESR'lerin eşiği vardır ve saturasyon oluncaya kadar amplitüde artış görülür. Yanıtlar ipsilateral ya da kontralateral olarak kaydedilebilir. eSRT ölçümleri işitsel stimülasyonu doğrulamak ve koklea dışındaki elektrotları belirlemek için intra-operatif olarak ve MCL ayarlamak için post operatif olarak koklear implant kullanıcısının uyarını yüksek algıladığı düzeyde elde edilmek için de kullanılabilir.

eSRT her yaşta koklear implant kullanıcısı için uygun olarak ilk fitting ve takip ayarlarında kullanılabilir. Küçük çocuklarda kullanılması pasif uyum gerektirdiğinden daha zordur. Ölçüm yapılan çocuk hareketsiz durmalı ve ekipmanı takmaya istekli olmalıdır.

Çocuklarda eSRT ölçümünü sorunsuz bir şekilde başlatmak ve devam ettirmek ancak ayar odası çocuğun seveceği gibiyse, uzman ve yardımcısı yeterli deneyime sahipse ve kendine güveniyorsa, işlemlere ve küçük çocuklarla çalışmaya aşınaysa, koklear implant kullanıcıları ve aile implantasyon öncesi bilgi edindiyse ve ebeveynler gerçekçi beklentiye sahipse, çocuk cihaz takmaya, sakin oturmaya ve yabancılarla etkileşime alıştıysa gerçekleştirilebilir.

eSRT ölçümleri Doğal uykuda ve nadir durumlarda sedasyon ile (Dormicum, THR yükseltilir, profil hakkında bilgi verir) yapılabilir. Genelde tek taraflı koklear implant kullanıcılarında opere olmayan kulağa timpanometre probu takılarak ölçüm yapılır.

Bilateral Kİ kullanıcıları için implantlı kulaklarda ters refleks görülebilir. Ters stapes refleksi yine de program profili oluşturmak açısından önemli bilgi sağlar. Orta kulağı en normal olan kulakta ölçüm yapılır. Timpanogram Tip A, As, Ad, C tipi sonuçlarında ölçüm yapılabilir. Negatif basınç 230-250 daPa'dan fazla olduğu orta kulak basınçlarında stapes refleksi elde edilemeyebilir. Stapes refleksi Tip B timpanograma sahip kulaklarda elde edilemediği için bu tip durumlarda eSRT ölçümü gerçekleştirilmez.

eSRT yöntemi ile yapılan koklear implant programlarında performansa dayalı yapılan araştırmalarda 85 Pediatrik PULSAR CI100 OPUS 2 FSP kullanıcısı, 5 yaştan önce implante, 3-4 yıllık Kİ kullanımı olan çocuklarda serbest alanda elde edilen işitme eşiklerinin ortalama olarak 35.4 dB HL olduğu ortaya çıkmıştır [32].

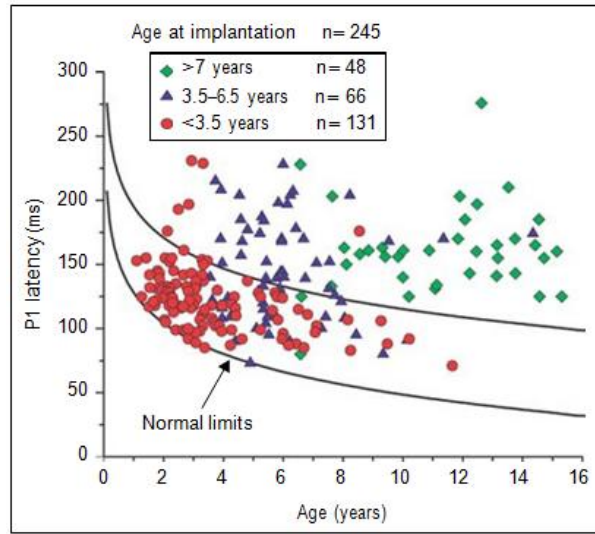
2.7.3. Koklear İmplant Programlamada APR (Aurapalpebral Reflex) Kullanımı

eSRT elde edilmeyen ve subjektif geri bildirim veremeyen çok küçük yaştaki koklear implant kullanan çocuklarda programlama APR kullanılarak objektif olarak yapılabilir. APR küçük yaştaki koklear implant kullanan çocuklarda eSRT seviyelerinde elde edilen MCL seviyelerine yakın uyarımlarda elde edilebilir. Koklear implant kullanıcısının yaşı arttıka APR'nin bazal elektrotlara doğru elde edilmesi güçleşmektedir. APR genellikle eSRT seviyelerinin biraz üstündeki elektriksel uyarımlarla elde edilir. Bu seviyeler çoğu zaman herhangi bir rahatsızlık vermeden elde edilir. Programlamada MCL seviyeleri APR'nin olduğu seviyelerin %7-15 aşağısındaki bir seviyede kaydedilebilir. APR'ye dayanarak elde edilen MCL seviyelerin dezavantajları ise APR elde etmek için genellikle MCL seviyelerin biraz üstüne uyarım göndermek ve APR izlenen KI kullanıcısı çok küçük yaşta ise ve hareketliyse tespit etmek güçleşebilmesi olabilmektedir. APR ile MCL seviyeleri üstünde rahatsız eden fazla uyarımda mümkün olabilir. Bu yüzden ölçüm gerçekleşirken çok dikkatli davranılmalıdır.

2.8. Koklear İmplantlı Çocuklarda Santral İşitsel Gelişimin Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller İle Değerlendirilmesi

İşitsel uyarılmış potansiyeller, santral işitsel yolların tüm düzeylerinde noninvazif olarak kaydedilebilir ve küçük yaştaki çocuklarda işitsel sinir sisteminin gelişimi ve fonksiyonunun objektif olarak değerlendirilmesini sağlar. Örneğin işitsel beyinsapı yanıtı (ABR), işitme sinirindeki ve beyindeki işitsel yapılardaki aktiviteyi

yansıtır. Orta latans yanıtı ve kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller (KİUP) işitsel talamokortikal yolların ve işitme korteksinin fonksiyonunu yansıtır. KİUP'un P1 bileşeni, işitme kayıplı çocuklarda ve koklear implant kullanan çocuklarda santral işitsel olgunlaşmanın kullanışlı bir klinik biyo göstergesi olarak umut vaat etmektedir.



Şekil 7. P1 Latansının İmplantasyon Yaşlarına Göre Değişimi

(Sharma ve Dorman 2006, Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications, Adv Otorhinolaryngol. Basel, Karger, 2006, vol 64, pp 66–88)

Koklear implantlı çocuklarda kronolojik yaşın bir fonksiyonu olarak P1 latansları görülüyor. Fonksiyonlar %95 güven ile normal işiten çocukların güven aralıklarıdır (Ryugo ve ark. 2005). 3.5 yaşından önce implante edilen çocukların (erken implante edilen grup) P1 latansları dairelerle gösteriliyor. 3.5 - 6.5 yaş arasında implante edilen çocukların (orta grup) P1 latansları üçgen olarak gösteriliyor. 7 yaşından sonra implante edilenlerin (geç implante edilen grup) P1 latansları da karolarla gösteriliyor.

Sharma ve Dorman'ın 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında P1 latansını konuşma uyarısı /ba/ kullanarak elde etmişlerdir. P1 küçük çocuklarda kolayca

tanımlanabilen, 100-300 ms latanstaki belirgin pozitif değerdir. P1 işitsel talamik ve kortikal kaynaklar tarafından üretilir [10-38].

(Ponton ve Eggermont 2001) P1 yanıtının yüzey pozitifliğinin "görece derin bir düşüş (kortikal IV ve alt III tabaka) ve yüzeysel bir akım dönüşü" ile tutarlı olduğunu önermektedir. P1'in latansı, çıkan işitsel yollardaki sinaptik transmisyonadaki gecikmelerin ve serebral korteksteki gecikmelerin birikmiş toplamını yansıtmaktadır [8].

P1'in latansındaki değişiklikler bebeklik ve çocukluk esnasında gerçekleşir [60-11].

Normal işiten yenidoğanlarda ortalama P1 latansı yaklaşık 300 ms.'dir. Hayatın ilk 2-3 yılında latansta büyük bir düşüş olur (3 yaşta yaklaşık 125 ms'ye). Sonra da hayatın ikinci on yılında daha küçük bir düşüş görülür. Normal işiten yetişkinlerdeki (22-25 y) ortalama P1 latansı yaklaşık 60 ms.'dir. P1 latansının normal gelişimi için yüzde doksan beş güven aralıkları Sharma ve Dorman'ın 2002 de yaptıkları çalışmada tanımlanmış ve şekil 7 de gösterilmiştir. P1 latansı kronolojik yaşın bir fonksiyonu olarak farklılık gösterdiği için, P1 latansı bebek ve çocuklardaki işitsel yolların olgunlaşma durumunu anlatmada kullanılabilir.

2.9. Santral İşitsel Yolların Gelişiminde Hassas Dönemler

Çocukluğun farklı dönemlerinde koklear implant takılan doğuştan işitme engelli çocuklar üzerinde yapılan çalışmalar insanlarda santral işitsel yolların gelişimine yönelik olarak hassas dönem varlığını ve ilgili zaman sınırlamalarını oluşturulmasını sağlamıştır (Sharma ve Dorman 2006). Şekil 7'de en az 6 ay boyunca koklear implantlar ile işitsel siniri elektriksel stimülasyona maruz kalan 245 doğuştan işitme engelli çocuktan elde edilen CAEP içerisinde P1 tepe değerindeki latanslar gösterilmektedir. P1 latansları 190 normal işiten çocuktan elde edilen P1 latanslarının %95 güven aralığı ile karşılaştırılmıştır. 7 yıldan uzun bir süre sestem mahrum kalan çocuklar (şekil 7) geciken P1 latansları göstermiştir. 3.5-7 yıl arasında mahrumiyet yaşayan çocukların neredeyse yarısı (şekil 7) normal P1 latanslarına sahiptir ve 3.5 yıldan daha kısa yoksunluk yaşan çocukların neredeyse tamamı (şekil 7) normal P1

latansları göstermiştir. Bu sonuçlar önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile tutarlıdır [61-64-66].

Santral işitsel yolların erken dönem çocuklukta yaklaşık 3.5 yıl boyunca en çok plastik olduğuna (işitsel stimülasyona yanıt olarak) işaret etmektedir. Stimülasyon ilgili dönemde tahsis edilirse, P1 latans ve morfolojisi stimülasyon başlangıcını takip eden 3-6 ay arasında yaşa göre normal değerlere ulaşmaktadır. Ancak, stimülasyon 7 yıldan uzun süre tahsis edilmezse, çocuklar implant kullanımından yıllar sonra bile geciken ve anormal P1 yanıtları vermektedir, bu durum işitsel stimülasyona yanıt olarak işitsel yolların plastisitesinin bu yaştan sonra büyük oranda azaldığını göstermektedir [61].

PET görüntüleme çalışmaları hassas dönem için yaş sınırları konusunda önemli sonuçlar elde etmiştir. Lee ve meslektaşlarının çalışması gibi çalışmalar yaklaşık 4 yıllık bir limit tespit etmiştir ve bu sonuçlar yukarıda açıklanan elektrofizyolojik çalışmalar ile büyük oranda tutarlıdır.

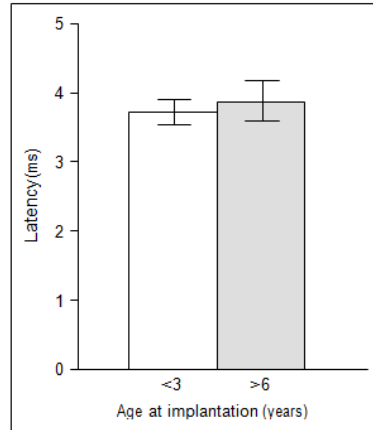
Söz konusu PET görüntüleme çalışmaları prelingual işitme engelli çocuklar ve yetişkinlerin koklear implantasyon öncesi işitsel kortekslerinde dinlenme glikoz metabolizma oranlarına ilişkin kayıtları kullanmıştır ve bu oranları implantasyon sonrası konuşma algılama skorlarıyla ilişkilendirmiştir. İmplantasyon öncesi glikoz metabolizma derecesi işitsel korteksin çapraz modal kullanım derecesinin göstergesi olarak kabul edilmiştir. Bu durumda yıllar süren işitsel deprivasyon nedeniyle işitsel kortekslerin “sessiz” (hipometabolik) olması gerekmektedir. Ancak korteksler diğer kortikal fonksiyonlar tarafından kullanılmış ise, korteksler hipometabolik olmayacaktır. Lee ve ark. 2004 implantasyon öncesi hipometabolizm derecesinin (daha genç deneklerde daha yüksektir) implantasyon sonrası konuşma algılama skorlarıyla pozitif ilişkili olduğunu rapor etmiştir. Genel olarak 4 yaşından önce implant takılan çocuklar implantasyon öncesi işitsel kortekslerde en yüksek hipometabolizm seviyesini gösterirken, bu çocuklar implantasyon sonrasında en yüksek konuşma algılama derecelerini göstermiştir.

Yaş sınırı (4 yıl) Sharma ve ark. 2002 önerdiği santral işitsel yolların en yüksek plastisitesi için 3.5 yıllık sınırla tutarlıdır. Lee'nin verileri aynı zamanda 6.5-7.5 yıl süren yoksunluk sonrasında işitsel kortekslerde anlamlı çapraz modal

reorganizasyon olduğunu öne sürmektedir. Bu bulgu Sharma ve ark. 2002 7 yıl süren işitsel yoksunluk sonrasında artan P1 latansları bulgusuyla tutarlıdır.

Koklear implantlı çocuklarda yapılan diğer çalışmalar da (Eggermont ve Ponton 2003, Gordon ve ark. 2005) hassas dönem konusunda benzer yaş sınırları bulunmuştur. Eggermont ve Ponton 2003 6 yaş altında en az 3 yıllık süre boyunca işitme engelli olan koklear implantlı deneklerde CAEP'te N1 bileşeninin eksik olduğunu tespit etmiştir. Buna dayalı olarak Eggermont ve Ponton 2003 ilgili dönemin kortikal olgunlaşma için ve faydalı konuşma algılamasına ulaşılması için kritik bir zaman dilimi olduğunu ileri sürmüştür. Gordon ve ark. 2005 daha uzun süre (5 yıldan uzun) yoksunluk yaşayan çocuklarda işitsel sistemin, daha kısa (5 yıldan kısa) yoksunluk yaşayan çocuklara kıyasla nöral plastisite (orta latans yanıtlarıyla ölçüldüğü üzere) ekspresyonu konusunda daha düşük potansiyele sahip olduğunu ileri sürmüştür.

Genel olarak normal P1 latansları için kritik yaş sınırları ve konuşma ve dil becerilerinin normal gelişimi için yaş sınırları arasında çarpıcı benzerlikler bulunmaktadır. Manrique 2002, Kirk ve ark. 2002 yılında yaptıkları araştırmalarda 3-4 yaş altında implant takılan çocukların 6-7 yaş sonrasında implant takılan çocuklara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek konuşma algılama skorları ve daha iyi dil becerileri gösterdiğini rapor etmiştir. Bu raporlarla tutarlı olarak, Sharma ve ark. 2003 kliniklerinde yapılan yayınlanmamış gözlemlerin de aynı yaş grubundan normal işiten ve normal P1 latanslarına sahip çocukların grup olarak anormal P1 latanslarına sahip olan çocuklara kıyasla çok heceli sözcüksel yakınlık testinde daha iyi konuşma algılama skorlarına sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, normal P1 latanslarına sahip çocukların tamamı konuşma anlama testlerinde yüksek puanlar almamıştır ve anormal P1 latanslarına sahip çocukların tamamı da aynı testlerde oldukça düşük puanlar almamıştır. Geers'in ifade ettiği üzere, konuşma anlamayı etkileyen, rehabilitasyon miktarı ve türü gibi çok çeşitli faktörler bulunmaktadır. Ancak, P1 latansını sınırlandıran nöral süreçlerin konuşma algısının ardındaki karmaşık işitsel fonksiyonlar üzerinde etki sahibi olması muhtemeldir [20-63].



Şekil 8. Erken dönemde implant takılan çocuklar (3 yaştan önce) ve geç dönemde implant takılan çocuklar (6 yaştan sonra) için EABR dalga V latansı (Sharma ve Dorman 2006, Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications, Adv Otorhinolaryngol. Basel, Karger, 2006, vol 64, pp 66–88)

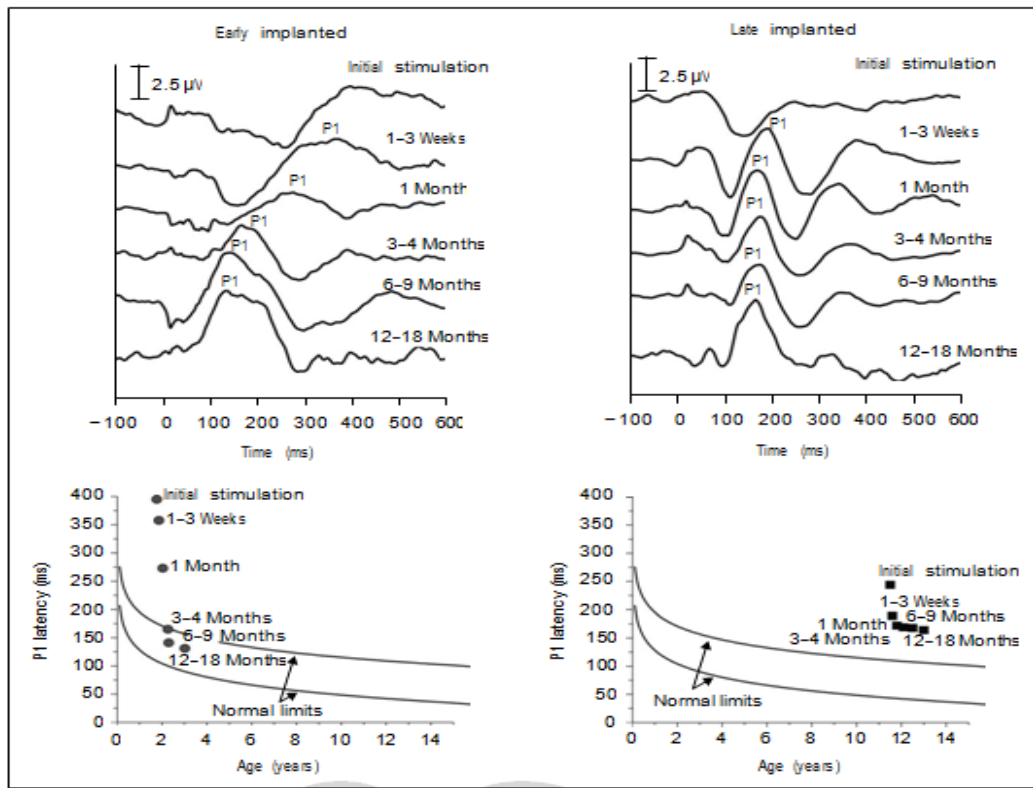
Özetle, insanlarda elektrofizyolojik ve fonksiyonel beyin görüntüleme (PET) verileri erken gelişme döneminde yaklaşık 3.5-4 yıllık bir hassas dönem olduğunu ve bu dönemde santral işitsel sinir sistemi plastisitesinin en yüksek seviyede olduğunu ve bu dönemde tahsis edilen işitsel stimülasyonun nöral plastisite ekspresyonunun sağlanmasında en etkili olduğunu göstermektedir. Stimülasyon başlamadan önce 7 yıldan uzun süre deprivasyon yaşanmışsa, ilgili stimülasyon hali hazırda yeniden düzenlenmiş bir işitsel sinir sistemine verilmektedir.

Gordon ve ark. 2003 çocuklara implant takıldığı yaştan bağımsız olarak koklear implantasyon sonrasında ABR yanıtının hızlı gelişimini rapor etmiştir. Sharma ve Dorman'ın laboratuvarlarında elde edilen veriler (şekil 8) 3 yaşından önce implant takılan çocuklar ve 6 yaş ve sonrasında implant takılan çocuklar arasında ABR tepe V değerinde latans farkı elde etmemiştir. 2-3 yaş arasında implant takılan çocuklar yaşlarına göre normal P1 latansları göstermiştir ve 6 yaşından sonra implant takılan çocuklar da aynı yaş grubundan normal işiten çocuklara kıyasla anormal P1 latansları göstermiştir [71].

Bu çalışmadaki tüm çocuklar en az 1 yıl boyunca implant deneyimine sahiptir. Kritik biçimde, P1 latanslarının bir grup için normal ve diğer grup için

anormal olmasına rağmen, ABR dalga V latansları iki grup arasında farklılık göstermemiştir.

Yukarıda açıklanan (şekil 8) ABR bulguları, hayvan çalışmalarından elde edilen ve erken deprivasyon sonrasında beyin sapı çekirdeklerinde sinaptik terminallerin hızlı alterasyonunu düşündüren son dönem verilerle tutarlı değildir. ABR latans ve morfoloji ölçümleri işitsel girdi yoksunluğunun düşük seviyeli işitsel yol üzerindeki etkilerini ölçmek için uygun olmayabilir.



Şekil 9. Erken dönemde ve geç dönemde implant takılan çocuklar için P1 latansı için genel ortalama dalga formları ve ortalama gelişimsel eğrileri, Normal limitler %95 güven aralığıdır.

(Sharma ve Dorman 2006, Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications, Adv Otorhinolaryngol. Basel, Karger, 2006, vol 64, pp 66–88)

2.10. İmplantasyon Sonrasında Santral İşitsel Yolların Uzunlamasına Gelişimi

Santral işitsel gelişimin kısa hassas dönemi elektrik stimülasyonunun başlangıcından sonra santral işitsel gelişimin erken dönemde ve geç dönemde implant takılan çocuklarda farklı biçimde gerçekleşmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bu hipotez şekil 9 da gösterilen verilerle desteklenmektedir. Hassas dönem öncesinde ve sonrasında implant takılan çocuklarda CAEP morfolojisi ve latans değişimi farklı şekilde işaretlenmiştir [18-30].

İlk stimülasyon anında, erken dönem ve geç dönemde implant takılan çocuklardan alınan CAEP dalga formu büyük erken dönem negatiflik ile dominedir, bu durum gebelik sonrası 25 haftadan önce preterm çocuklar üzerinde yapılan çalışmalarda verilen uzun latans negatif potansiyeline büyük oranda benzemektedir [56-77].

Bu durum benzer şekilde implantasyon sırasında elde edilen CAEP morfolojisi ve latansın stimüle edilmemiş işitsel yol işaretleri olduğunu göstermektedir. Alternatif olarak, erken negatiflik, birincil işitsel yollar bastırıldığında CAEP oluşumunda birincil olmayan işitsel yolların katılımını yansıtabilir [44].

Erken dönemde implant takılan çocuklarda (şekil 9) implantasyon sonrasındaki haftalar ve aylarda P1 latansında büyük ve hızlı bir düşüş ve CAEP morfolojisinde anlamlı değişiklikler görülmektedir. İmplant kullanımının 6-8 ayları içerisinde, P1 latansı ve CAEP morfolojisi yaşa göre normal değerlere ulaşmaktadır (Eggermont ve Ponton 2003 P1 gelişim oranına farklı yorumlar getirmiştir). P1 latansı ve morfolojideki bu hızlı değişimlerin ardındaki nörofizyolojik mekanizmalar net değildir. Hayvan modelleri değişikliklerin iki faktörle ilgili olabileceğini önermektedir: korteksin farklı kortikal katmanları arasındaki desenkronizasyonun giderilmesi ve farklı katmanlar içerisindeki faaliyetin artırılmasıdır[67-35].

CAEP incelemesi santral işitsel gelişim biçiminin erken dönemde implant takılan çocuklar ve geç dönemde implant takılan çocuklar (şekil 9) arasında farklı olduğunu göstermektedir. İşitsel deprivasyonla ilişkili erken negatiflik erken dönemde implant takılan çocuklara kıyasla geç dönemde implant takılan çocuklarda daha kısa latansta meydana gelmektedir. Aynı zamanda implant aktivasyonundan

hemen sonra değerlendirildiğinde P1 latansı erken dönemde implant takılan çocuklara kıyasla geç dönemde implant takılan çocuklarda daha kısadır. Her iki gözlem de stimülasyon yokluğunda bile santral işitsel yolların içsel gelişim gösterdiğine işaret etmektedir.

Geç dönemde implant takılan çocuklar yaygın olarak CAEP polifazik dalga formu morfolojisi göstermektedir, bu durum elektriksel stimülasyon başlangıcından sonra bir yıl kadar devam edebilir. İmplantasyon sonrasında 12. ve 18. aylar arasında kademeli olarak dalga formu morfolojisi tipik P1 bileşenin tek modlu biçimini almaktadır. Ancak P1 latansları stimülasyon başlangıcından sonraki yaklaşık 1 aylık dönemde anlamlı olarak azalmakta ve sonrasında aylar ve yıllar boyunca sabit kalmakta veya çok yavaş değişmektedir. Bu gelişme biçimi erken dönemde implant takılan çocuklardaki hızlı latans değişimine zıttır (şekil 9 da alt panellerin karşılaştırması).

Erken dönemde ve geç dönemde implant takılan çocuklar arasındaki CAEP dalga formu morfolojisindeki değişiklikler dikkate alındığında, P1 olarak tanımladığımız tepe değerinin erken dönemde ve geç dönemde implant takılan gruplarda aynı üreticiye sahip olmaması mümkündür. Bu olasılık çok kanallı kayıtlardan faydalanarak incelemektedir.

Sharma ve Dorman 2006 çalışmalarında birinci, büyük, pozitif bileşen P1'in etiketlenmesinin faydalı olduğunu açıklamıştır, bu durum elektriksel stimülasyon başlangıcından sonra erken dönemde ve geç dönemde implant takılan çocuklar için kortikal aktivite gelişimini niceliksel olarak karşılaştırmalarını sağlamaktadır.

2.11. Önceki Duyma Deneyiminin Koklear İmplantasyon Sonrasında Santral İşitsel Gelişim Üzerindeki Etkisi

İmplantasyonun takıldığı yaş, koklear implantasyon sonrasında elde edilen sonuçları etkileyen tek değişken değildir. Şekil 7'de gösterildiği üzere çocukların yaklaşık yarısının normal P1 latansları gösterdiği ve diğer yarısının gecikmiş P1 latansları gösterdiği bir "orta" yaş aralığı (4-7 yaş arası) bulunmaktadır. Kritik bir şekilde, 4-7 yaş aralığının ikinci yarısında yaşa uygun latanslar deneyimleyen bazı

çocuklar olmuştur. Oh ve ark. 2003 PET'ten faydalanarak 4-7 yaş arasında implant takılan çocuklarda değişken sonuçlar elde etmiştir. Bu durum işitsel kortekslerin yeniden organizasyonunun hem yoksunluk süresinden hem de diğer bir faktörden/faktörlerden etkilendiğini göstermektedir.

Bu faktörlerden birisi bariz bir şekilde işitme deneyimi olabilir. Hassas döneme ilişkin deliller sunan çalışmalar temel olarak doğuştan işitme engelli hayvan ve insan katılımcılar kullanmıştır. Ancak koklear implant takılan çok sayıda çocuk doğuştan olmayan işitme kaybına sahiptir ve implantasyon öncesinde farklı seviyelerde "işitme" deneyimlemiştir. Menenjit nedeniyle işitme kaybı yaşamadan önce normal işiten çocuklar ve kademeli işitme kaybı geçiren (ilk etapta amplifikasyondan faydalanan) çocukların geç dönemde implantasyon sonrasında dahi normal santral işitsel gelişim göstermesi mümkündür. Doğuştan işitme engelli olmayan, koklear implant takılan ve yaşamın farklı zamanlarında işitme kaybı yaşayan popülasyon üzerinde yapılan çalışmalar koklear implantasyon öncesindeki işitme deneyiminin santral işitsel yolların plastisitesini ne ölçüde koruduğunu inceleme fırsatı sunmaktadır.

Sharma ve Dorman yayınlanmamış bir çalışmalarında menenjit sonrasında işitme engeli edinen ve 1.99 ile 14.63 yaş arasında koklear implant takılan 15 çocukta P1 latansını analiz etmişlerdir. 6 yaş öncesinde implant takılan çocukların büyük kısmının (7/10) normal P1 latanslarına sahip olduğunu ve 6 yaş sonrasında implant takılan çocukların hiçbirinin (0/5) normal P1 latanslarına sahip olmadığını tespit etmişler. Ortalama olarak bu çocuklar menenjit tanısı almadan önce 22.5 ay boyunca normal işitmeye sahip olmuştur. Çocuklar ortalama 3.5 yıl implant kullanımından sonra test edilmiştir. Bir vakada 3 yıl boyunca işiten bir çocuk 7.5 yaşında implant takıldıktan sonra anormal P1 latansları göstermiştir. Bu sonuçlar yaşamın erken dönemindeki normal işitme döneminin santral yolların plastisitesinin çocukluk boyunca korunması için yeterli olmadığına işaret etmektedir. Bu sonuçlar normal işitmeye sahip olan ve çocukluğun erken dönemlerinde menenjit nedeniyle işitme engeli edinen çocuklarda konuşma ve dil gelişimi üzerine yapılan çalışmalarla tutarlıdır [48].

Yayınlanmamış diğere bir çalışmada ise implantasyon öncesinde kademeli işitme kaybı tanısı konulan 23 çocuktan elde edilen P1 latanslarını analiz edilmiş. Çocukların büyük çoğunluğu (16/23) implantın takıldığı yaştan bağımsız olarak normal P1 CAEP değeri göstermiştir. Ortalama olarak bu çocukların implantasyon öncesi saf ses ortalama (PTA) limitleri 48 dB HL'dir. Bir vakada, 10 yaşında implant takılan bir çocuk implantasyon sonrasında normal P1 latanslarına sahip olmuştur. Çocukluğunun büyük bir kısmı boyunca cihazlı limitlerinin 28 dB HL olduğuna dikkat edilmelidir. Bu veriler implantasyon öncesindeki işitme deneyimi kalitesinin implantasyon sonrasında santral işitsel gelişimi değiştirebileceğini göstermektedir. Stimülasyon santral işitsel yolların plastisitesini hassas dönem sonrasında da koruyabilir ve implantasyon 7 yaşından sonra yapılırsa dahi iyi sonuç verebilir (konuşma ve dil gelişimi açısından).

İmplantasyon sonrasında konuşma ve dil gelişimindeki başarıyı etkileyen işitsel olmayan faktörler tespit edilmiştir. Bunlardan biri yönetimsel ve görsel-mekansal fonksiyonlar için önemli olan frontoparietal bölgelerdeki artan metabolik aktivitedir [37].

Motor gelişimi, görsel-motor entegrasyonu ve işitsel-görsel algılama görevlerindeki performans da implantasyon sonrasındaki dil ve konuşma sonuçlarıyla pozitif ilişkilidir [2-25].

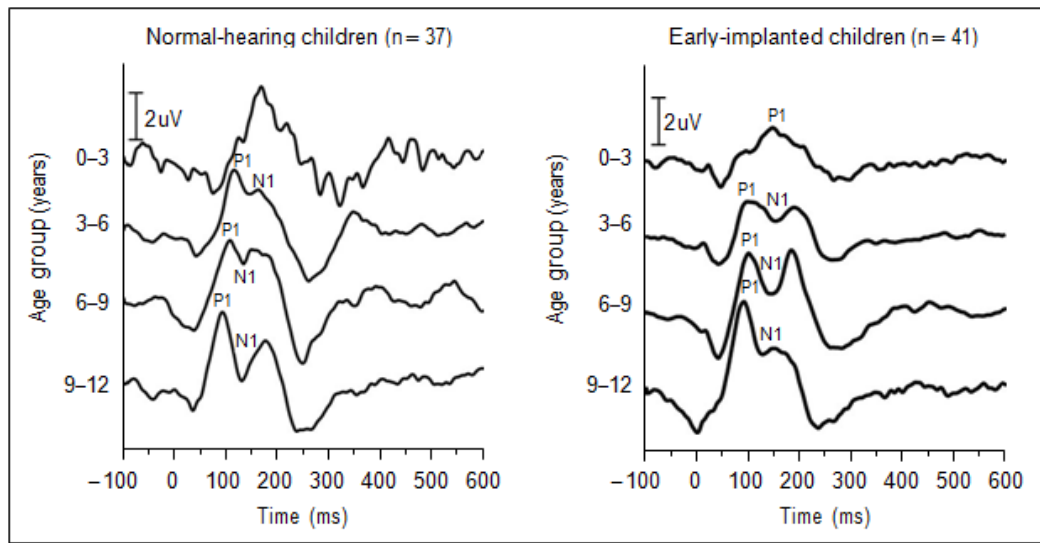
Öte yandan, implantasyon öncesinde "what" yolu adı verilen ventral görsel yoldaki artan metabolik aktivite implantasyon sonrasındaki zayıf sonuçlarla ilişkilidir [39].

2.12. Erken Dönemde İmplantasyon Sonrasında Santral İşitsel Yolların Uzun Süreli Gelişimi

Çocuklara, çocukluğun erken döneminde implant takıldığında, santral işitsel gelişim (CAEP morfolojisi ve P1 latansının gösterdiği üzere) implantasyon sonrasında 3-6 ay içerisinde yaşa uygun hale gelmektedir. Gelişimin zaman içerisinde normal olup olmadığını sorgulamak mantıklı olacaktır. Normal işiten

dinleyicilerde uyarılmış potansiyel latanslar ve morfolojiler en azından yaşamın ilk 20 yılı boyunca değişmektedir [60-50-4].

Sharma ve Dorman yaptıkları çalışmalarda CAEP'in çocukluk yılları boyunca normal latans ve normal morfolojilere sahip olmaya devam edip etmediğini anlamak için erken dönemde implant takılan çocuklarda CAEP kayıtlarından faydalanarak implantasyon sonrasında uzun süre boyunca işitsel fonksiyonların gelişimini incelemiştir.



Şekil 10. Erken dönem ve geç dönemde implant takılan çocuklar için bir kronolojik yaş fonksiyonu olarak genel ortalama dalga formları

(Sharma ve Dorman 2006, Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications, Adv Otorhinolaryngol. Basel, Karger, 2006, vol 64, pp 66–88)

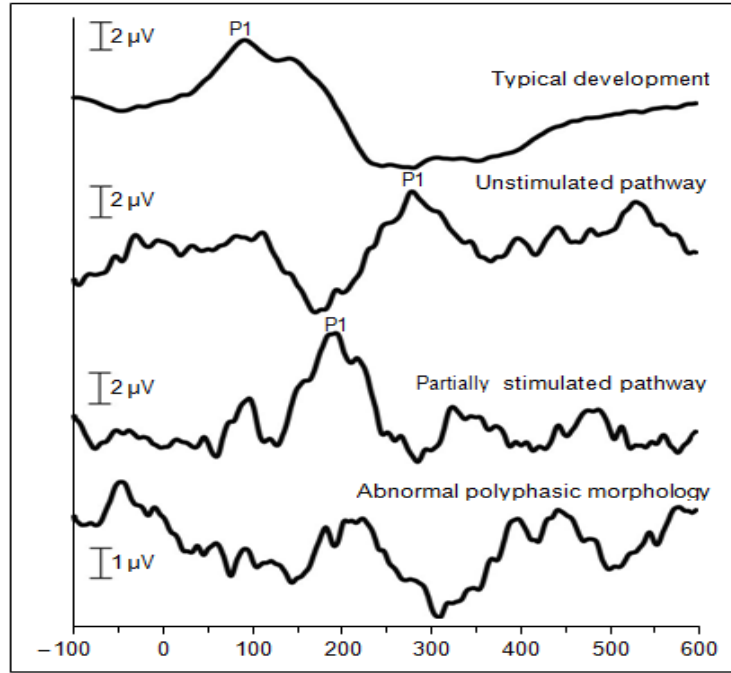
Şekil 10'da Okul öncesi, okul çağı ve gençlik yılları boyunca normal işiten çocuklarda meydana gelen CAEP morfoloji değişimleri gösterilmektedir. Doğumdan 3 yaşına kadar CAEP dalga formu (1 veya 2 uyarıcı oranında elde edilmiştir) P1 bileşeni tarafından baskındır. 3-6 yaşlarında P1 bileşeninin küçük invajinasyonu ortaya çıkmaktadır, bu durum N1 bileşeninin ortaya çıkışına işaret eder. Zaman geçtikçe N1 bileşeni daha sağlam bir hal alır ve 9 yaşına kadar CAEP dalga formunda güvenilir biçimde ayırt edilebilir hale gelir. Çocuklar gençlik ve erken

yetişkinlik dönemlerine girdiğinde, P1 ve N1 bileşenlerinin büyüklüğü değişir ve N1 bileşeni CAEP dalga formunda belirginleşmeye başlar. Şekil 10 da gösterildiği üzere erken dönemde implant takılan çocuklarda CAEP'te N1 bileşeni yaşa bağlı biçimde normal olarak oluşum göstermektedir [12-7].

Bu durumu erken çocukluk döneminde implant takılan çocuklarda santral işitsel yolların zaman içerisinde normal olarak gelişmeye devam ettiğine dair bir gösterge olarak kabul etmişlerdir.

2.13. Santral İşitsel Yolların Olgunlaşmasını Biyolojik Göstergesi Olarak P1Latansı

Sharma ve Dorman'ın 2006 yılındaki çalışmasında erken dönem çocuklukta, bebek ve çocuklarda santral işitsel yolların normal gelişiminin sağlanması için stimülasyonun bir şekilde işitsel sisteme verilmesi gerektiği kısa bir dönemin varlığını ortaya koymuştur. Aynı zamanda, işitme cihazları ve koklear implantlar bebeklik veya erken dönem çocuklukta gecikme olmaksızın mümkün olduğunca erken dönemde kullanılmalıdır. Aynı zamanda işitme cihazları veya implant kullanan çocuklar preverbal olacaktır. Bu nedenle santral işitsel yolların fonksiyonunu normal gelişimini sağlamak için işitme cihazı veya koklear implantın yeterli stimülasyon sağlayıp sağlamadığını değerlendirmek amacıyla kullanılabilen bir ölçüte, bir biyomarköre ihtiyaç vardır. P1 latansı ve CAEP morfolojisinin bu gereksinimi karşıladığı tespit edilmiştir [67].



Şekil 11. P1 dalga formu örnekleri (İşiten bir çocuk (üstte), doğuştan ciddi işitme kaybına sahip küçük yaşta bir çocuk (üstten ikinci), hafif-orta işitme kaybına sahip bir çocuk (üstten üçüncü) ve ciddi işitme kaybına sahip büyük bir çocuk (altta) için P1 dalga formu örnekleri gösterilmektedir.)

(Sharma ve Dorman 2006, Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications, Adv Otorhinolaryngol. Basel, Karger, 2006, vol 64, pp 66–88)

2.14 CAEP Dalga Formunda Plastisite ve Yoksunluk İşaretleri

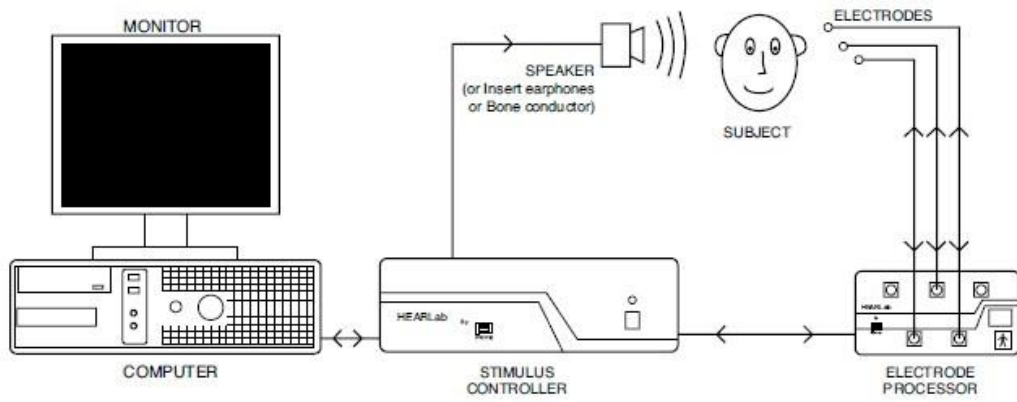
Sharma ve Dorman'ın işitme engelli çocuklarda yaptığı uzunlamasına çalışmalar CAEP dalga formunda tespit edilmesi kolay anormallikler ortaya çıkarmıştır. Şekil 5'te gösterildiği üzere normal işiten küçük çocuktan elde edilen CAEP dalga formu büyük ilk pozitiflik ile dominedir (P1). Bunun aksine ileri-çok ileri derecede işitme kaybı bulunan çocuktan stimülasyon başlangıcından (işitme cihazı veya koklear implant) sonra alınan ilk dalga formları ilk büyük negatiflik ile dominedir. Bu negatifliğin stimüle edilmemiş veya çok az stimüle edilmiş santral işitsel yolun bir özelliği olduğunu düşündürmektedir. Öte yandan, işitme engeli seviyesi daha düşük olan, yani işitsel yolları belirli bir dereceye kadar stimüle

edilmiş olan çocuklar için, dalga formu bir P1 yanıtı ile dominedir, ancak latans daha uzundur (Şekil 5). Daha büyük (5-7 yaştan daha büyük) çocuklarda ve daha büyük ve tek taraflı implant takılan çocukların implant takılmayan kulaklarında, CAEP dalga formları genellikle polifazik morfolojiye sahiptir (şekil 11). Sharma ve Dorman Polifazik morfolojinin deprivasyon nedeniyle anormal gelişen santral işitsel sistemin bir özelliği olduğuna inandıklarını ifade etmişlerdir. Son olarak, işitme kaybının şiddeti nedeniyle herhangi bir yanıt alınamayan çocuklar da bulunmaktadır.

Yukarıda açıklanan CAEP morfolojisi tipik olarak müdahale öncesinde santral yolların olgunluk durumunu yansıtmaktadır. Bebekler ve küçük yaştaki işitme engelli çocuklar akustik veya elektriksel stimülasyon ile uygun biçimde uyarıldıktan sonra, CAEP dalga formu morfolojisi ve latansta meydana gelen ayırt edilebilir değişiklikler santral işitsel gelişimde ilerlemeye işaret etmektedir. İlk stimülasyon sonrasındaki haftalar ve aylarda, CAEP'teki ilk negatiflik latansı azalmakta ve pozitif bileşen (P1) daha açık biçimde tanımlanabilir hale gelmektedir. P1 latansı yaşla birlikte anlamlı biçimde azalmaktadır, tipik olarak stimülasyon sonrasındaki 3-6 ay içerisinde normal değerlere ulaşmaktadır (şekil 9). Daha geç yaşta (5-7 yaştan büyük) birinci veya ikinci koklear implant takılan çocuklarda CAEP dalga formu genellikle ilk stimülasyon sonrasındaki aylarda polifazik yapısını korumaktadır. Bu çocuklarda P1 stimülasyon sonrasındaki ilk aylarda latansta küçük değişiklikler gösterebilir. Ancak, gelecek yıllarda latansta çok az veya sıfır değişiklik yaşanmaktadır (şekil 9).

3. HEARLab

HEARLab, Avusturalya Ulusal Akustik Laboratuvarı (National Acoustic Laboratories NAL) tarafından geliştirilmiş işitsel uyarılmış kortikal potansiyel ölçüm ekipmanıdır. Kulaklık, kemik vibratör ya da serbest alanda yapılacak ölçümler için hoparler kullanılarak test sinyali kişinin kulağına gönderilir. Hastanın başına yerleştirilen elektrodlar yardımıyla kayıt alınır.



Şekil 12: HEARLab çalışma diyagramı

HEARLab, iki farklı modülden oluşmaktadır. Bunlardan biri kişide konuşma uyarısına cevaben oluşan işitsel potansiyellerin değerlendirilebildiği Cihazlı Kortikal Değerlendirme (Aided Cortical Assessment (ACA)), bir diğeri ise farklı frekanslarda ve şiddet düzeylerindeki ton burst uyarıların oluşturduğu potansiyellerin değerlendirilebildiği Kortikal Tonal Değerlendirme (Cortikal Tone Evaluation (CTE)) modülleridir. Bu çalışmada, işitme cihazından sağlanan yararın değerlendirilmesi amaçlandığı için HEARLab ACA modülü kullanılmıştır.

3.1. ACA Modülü

ACA modülü serbest alanda konuşma uyarısı ile İUKP ölçümlerine olanak tanıyarak, yapılan işitme cihazı uygulamasının değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir. Konuşma uyarısının işitme cihazı uygulanan kişi tarafından

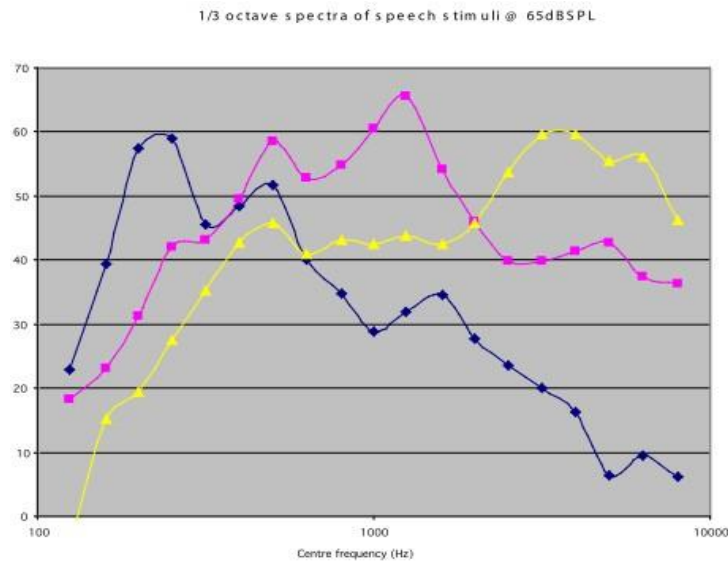
işitilebilir olup olmadığını göstermeyi amaçlamaktadır. Ancak İUKP'nin elde edilememesi uyarının işitilebilir olmadığını doğrudan kanıtı değildir.

ACA modülü;

- Gelişimsel olarak işitme cihazlı/cihazsız davranışsal olarak değerlendirilmeye hazır olmayan kişilerde, İşitme kaybına eşlik eden bir başka bedensel ya da zihinsel engelin olduğu ve davranım odyometrisinin bu nedenle güvenilir olmadığı kişilerde,

- Odyolojik değerlendirme sonuçlarının, saf ses eşikleriyle tutarlı olmadığı bazı durumlarda (otoakustik emisyonun elde edildiği ancak anormal ABR bulgularının elde edilmediği işitsel nöropati spektrum bozukluğu gibi) kullanılabilir.

HEARLab'in ACA modülünde süregelmekte olan konuşma sesi kaydından alınmış, dominant enerji spektrumu farklı frekans bandlarında olan, alçak frekans bilgisi taşıyan /m/ (200- 500 Hz) ,orta frekans bilgisi taşıyan /g/ (800-1600 Hz) ve yüksek frekans bilgisi taşıyan /t/ (2000-8000 Hz) olmak üzere 3 farklı konuşma uyararı bulunmaktadır.



Şekil 13: 65 dB SPL ses şiddet seviyesinde /m/, /g/, /t/ uyarılarının spektral analizi

ACA modülü, ile farklı konuşma uyarılarının farklı şiddet seviyelerinde sunumuna olanak tanımaktadır. 55 dB SPL, hafif günlük konuşma; 65 dB SPL, ortalama (normal) günlük konuşma; 75 dB SPL, yüksek günlük konuşma seslerini temsil ettiği düşünülen 3 farklı konuşma şiddet seviyesi kullanılabilir.

3.2. HEARLab İstatistikleri ve Sonuçları Yorumlama

3.2.1. Sinyal Gürültü Oranı

İşitsel kortikal potansiyellerin kaydı sırasında oluşan gürültü elde edilen istatistiksel analizin güvenilirliğini olumsuz anlamda etkileyebilmektedir. Rezidüel gürültü seviyesi arttıkça, istatistiksel analizin güvenilirliği düşmektedir. İstatistiksel analizin yanı sıra gürültü, dalga morfolojisini de bozmaktadır. Bu nedenle HEARLab'in ACA modülünde rezidüel gürültü seviyesi ölçülmekte ve „rezidüel gürültü trafik ışıkları“ denilen bir gösterge ile monitorize edilebilmektedir.

Rezidüel gürültü seviyesi;

- <3.2 microvolt ise yüksek kaliteli bir kayıt (yeşil ışık)
- 3.2 ile 3.6 microvolt arasında ise orta kaliteli bir kayıt (turuncu ışık)
- >3.6 microvolt ise düşük kaliteli bir kayıt (kırmızı ışık) olduğunu

göstermektedir. (Şekil 4.3.3)

Rezidüel Gürültü Seviyesi

/m/	●
/g/	●
/t/	●

Şekil 14: Dalganın rezidüel gürültü seviyesi /m/, /g/, /t/ uyarıları için Dalganın anlamlılık değeri (p değeri)

ACA modülü ile elde edilen İUKP kayıtlarının gerçek bir işitsel kortikal potansiyel olup olmadığını değerlendirmek için Hotellings T2 analizi kullanılmaktadır. Sonuçlar p değeri olarak ifade edilmektedir. P değeri, bir uyarana cevaben oluşan kortikal potansiyelin gürültüden anlamlı olarak farklı olma olasılığını ifade etmektedir. P değeri < 0.05 ise elde edilen cevap gerçek bir kortikal potansiyel olarak kabul edilmektedir. P değeri 0.05 değerinden ne kadar aşağıya düşerse, elde edilen cevabın İUKP olma kesinliği o derecede artmaktadır. Bu analiz sayesinde kayıt sonrası kayıt yapan kişinin herhangi başka bir işlem yapması ihtiyacı ortadan kalkmaktadır. NAL tarafından yapılan araştırmalar göstermiştir ki; otomatize olarak yapılan bu işlem yoluyla, deneyimli bir uzman tarafından yapılan subjektif değerlendirme kadar hatta kimi zaman daha güvenilir objektif sonuçlar elde edilebilmektedir(Golding and Dillon 2009, Carter et al 2010).

P değeri 0.05'ten büyük olduğu durumlarda mutlaka rezidüel gürültü seviyesi kontrol edilmelidir. Rezidüel gürültü seviyesi böyle durumlarda 3.2 microvolta eşit ya da büyük ise; sesin işitilebilir olmadığı dolayısıyla İUKP'nin elde edilemediği sonucuna doğrudan varılamaz. Ses uyarısına cevaben oluşmuş olan bir İUKP'nin rezidüel gürültü tarafından maskelenebilmektedir. Bu nedenle p değeri ile rezidüel gürültü seviyesi birlikte değerlendirilmelidir.

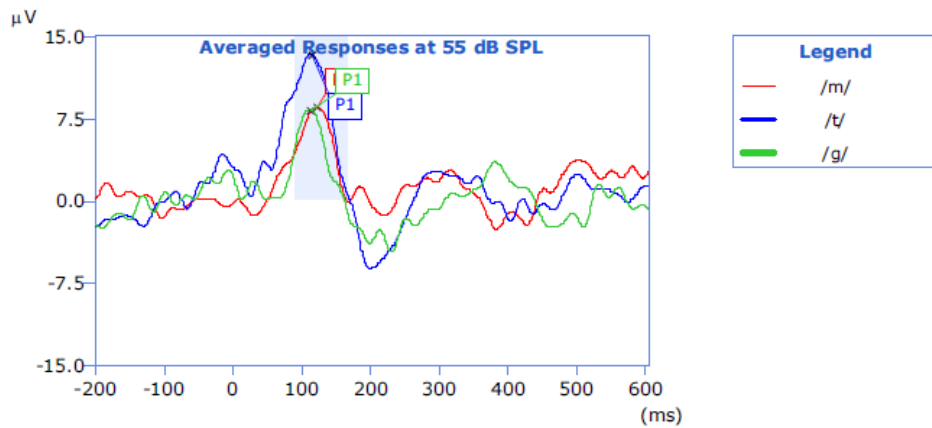
3.2.2. Tekrar Sayısı

Test süresince analiz dışı bırakılmayan tekrar sayısı arttıkça elde edilen dalga formunda iyileşme görülmektedir. Ancak epoch sayısı arttıkça test süresi de uzamaktadır. HEARLab ACA modülü için test epoch sayısı teste başlamadan önceden belirlenebilmekte ve hedeflenen kabul edilen tekrar sayısına ulaşıldığında test otomatik olarak durdurulabilmektedir. Test edilecek kişi eğer test süresince olabildiğince az hareketli olabilecek, dikkati uyanık tutabilecek gibiyse epoch sayısı görece az tutulabilmektedir. Böylece diğer göstergeleri de göz önünde bulundurmak suretiyle güvenilir bir değerlendirmeyi daha kısa sürede yapmak mümkün olabilmektedir.

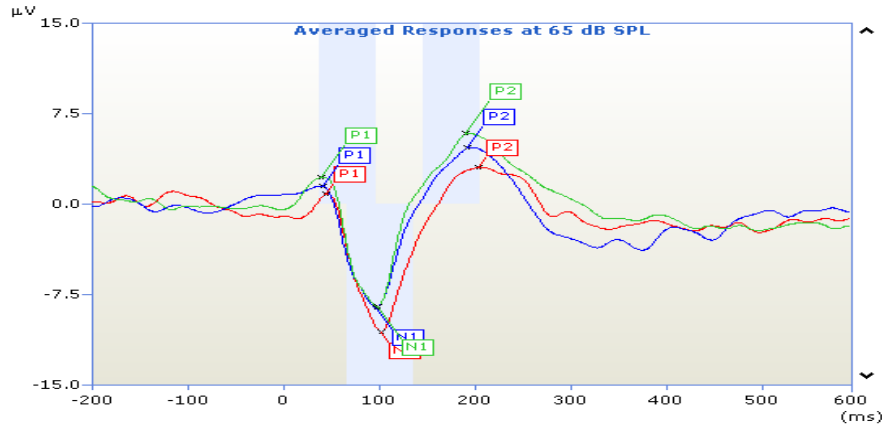
P değeri 0.05'in altında ve de rezidüel gürültü göstergesi yeşil olduğu sürece minimum kaydedilmesi gereken tekrar sayısı gerekliliği yoktur.

3.2.3. İUGP Latansları

HEARLab sistemi kendi sistemi için İUGP latans normlarını, daha önceki yıllarda farklı araştırmacılar tarafından yapılmış olan araştırmaları temel alarak belirlemiştir. Buna göre kayıt alınmaya başlamadan önce test yapılacak kişinin demografik bilgilerine doğum tarihi eklendiğinde otomatik olarak kayıt penceresinde yaş normlarına uygun latans aralığı belirlemektedir. Yetişkinler için İUGP, P1-N1-P2 kompleksi şeklinde (P1, 40-100 msn; N1, 75-150 msn; P2, 150-300 msn) oluşmaktadır(Şekil 4.3.5). Yaş artışıyla birlikte İUGP'nin latans, amplitüt ve morfolojisinde farklılaşmalar meydana gelmektedir. Bebeklerde ve çocuklarda negatif bir dalga (N2) tarafından takip edilen büyük bir pozitif dalga (P1) şeklinde görülen bu kompleks, yaş ilerledikçe N1 dalgasının oluşumuyla yetişkin dönemde görülen P1-N1-P2-N2 halini almaktadır (Şekil 4.3.4). HEARLab sistemi, 15 yaş öncesi normatif değerini tek bir pozitif dalga ve onu takip eden bir negatif dalga şeklinde kabul etmektedir.



Şekil 15: 2 yaş 7 aylık koklear implantlı çocuğa ait P1 dalgası ve normatif değer aralığı



Şekil 16: Normal işiten yetişkine ait P1-N1-P2 kompleksi ve normatif değer aralığı

3.3. İUGP Ölçüm Parametreleri

3.3.1. Transducer

HEARLab ACA modülü hoparlör ile yalnızca serbest alanda değerlendirme yapmaya olanak tanımaktadır. Test edilen kişinin bulunduğu yer ile hoparlör arasındaki ideal uzaklık 7.6 cm (Brown et al 1999) ile 1 m (Simon and Molfese1997) arasında çeşitlilik göstermektedir. Aynı şekilde test edilen kişinin başı ile hoparlör arasındaki açı da farklı çalışmalarda farklılık göstermektedir. Örneğin Brown ve ark. yaptığı bir çalışmada (1999) hoparlör test edilen kulağa 90 derecelik açıyla yerleştirilmiş, Purdy ve ark.(2006) ise bir başka çalışmada iki farklı hoparlör kullanılmış ve bu hoparlörler 45 derecelik açı ile test edilen kişinin iki yanına yerleştirilmiştir.

3.3.2. Konuşma Uyararı

HEARLab ACA modülünde /m/, /g/ ve /t/ olmak üzere 3 farklı konuşma uyararı mevcuttur. Konuşma uyarılarının süreleri sırasıyla 30, 30 ve 20 ms'dir.

Bu 3 konuşma uyarını NAL'da farklı araştırmacılar tarafından normal ve işitme cihazı uygulanmış işitme kayıplı bebeklerde farklı çalışmalarda kullanılmıştır.

3.3.3. Polarite

HEARLab ACA modülünde konuşma uyarını alterne polarite ile sunulmaktadır. İUGP kayıtlarında polaritenin etkisinin kritik olmadığı bilinmektedir. Ancak alterne polaritenin, uyarın artifaktının dalga formu üzerindeki bozucu etkisini azalttığı bilinmektedir (Hall, 2007).

3.3.4. Uyarınlar Arası Süre

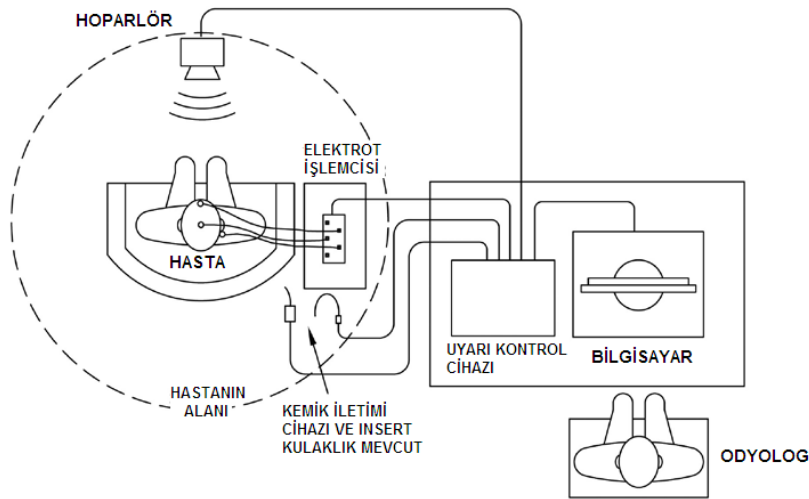
ACA modülünde konuşma uyarını, uyarınlar arası süre (UAS) 1125 msn olacak şekilde sunulmaktadır. UAS süresinde yapılan değişiklikler İUGP komponentlerini doğrudan etkilemektedir. Golding, Purdy ve ark.nın (2006) bebekler üzerinde yaptıkları bir araştırmada konuşma uyarını olarak /m/ ve /t/ uyarınları kullanılmış, bu uyarınların süreleri 79 msn olarak sabitlenmiştir. Uyarın süreleri eşit ve sabit tutularak, UAS süreleri 750 msn'den 1125 msn'ye ve daha sonra 1500 msn'ye çıkarılmıştır. Bebeklerde UAS süreleri arttıkça, İUGP amplitütlerinin de arttığı gözlenmiştir. Ancak UAS süresi 750 msn'den 1125 msn'ye çıkarıldığında görülen amplitüt artışı, 1125 msn'den 1500 msn'ye çıkarıldığında gözlenmemiştir. ISI süresinin, 1500 msn olarak kullanıldığında İUGP komponentleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür. UAS süresinin artışı kayıt süresinin de artışına neden olmaktadır. Bu nedenle ACA modülü için optimal UAS süresini 1125 msn olarak belirtilmiştir.

3.3.5. Elektrot yerleşimi

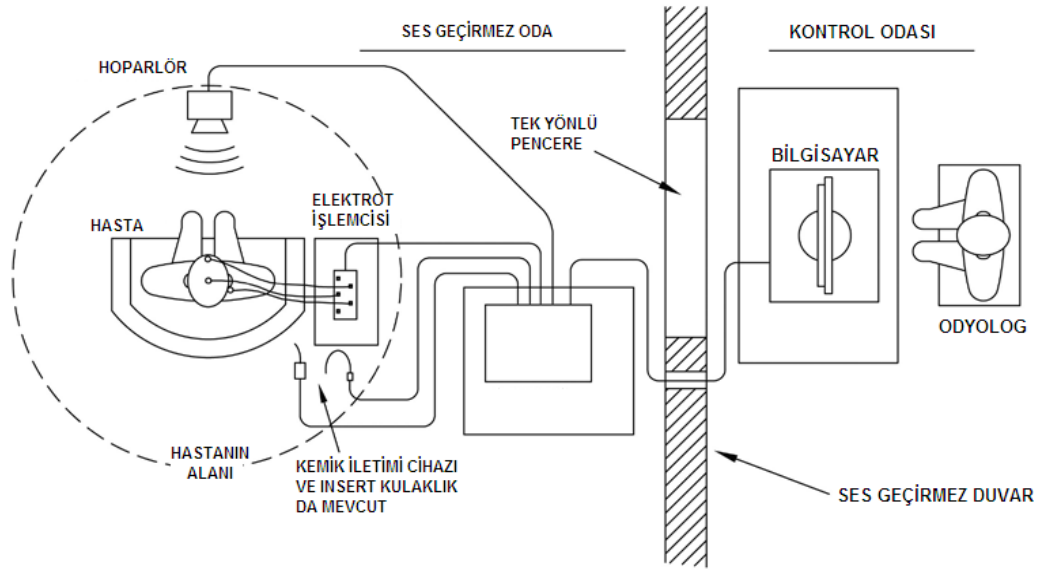
ACA modülünde tek kanallı kayıt sistemi kullanılmaktadır. İUGP için tek kanallı kayıt sisteminin yeterli olduğu bilinmektedir (Roger and Thornton 2007). NAL tarafından 10 yetişkin hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, iki farklı konuşma uyararı kullanılmış ve Cz, C3 ve C4 noktalarına yerleştirilerek kayıt alınmıştır. Bu araştırma sonucunda kafa üzerindeki bu 3 farklı bölgeden alınan cevaplar birbirleriyle karşılaştırıldığında dalga morfolojisi açısından anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (Golding, Dillon et al 2006).

ACA modülü için önerilen elektrot yerleşim; Jasper'ın „Uluslararası10-20 elektrot sistemi“ne göre (1958) aktif elektrot verteks (Cz), referans elektrot kulak lobülüne (A1/A2) ya da mastoid bölgesine (M1/M2) ve ground elektrot alına (FPz) olacak şekildedir.

3.3.6. ACA oda yerleşimi



Şekil 17: HEARLab ACA tek oda yerleşimi



Şekil 18: HEARLab ACA iki odalı yerleşimi

Bu çalışmanın amacı 4 yaş ve altındaki koklear implant kullanıcılarının santral işitsel matürasyonunun işitsel uyarılmış kortikal potansiyeli komponenti olan P1 latansı ile incelenmesi ve erken dönemde uygulanan koklear implantasyon ile normal işiten akranlarının santral işitsel sistemine benzer gelişimleri gösterip göstermediğini araştırmaktır.

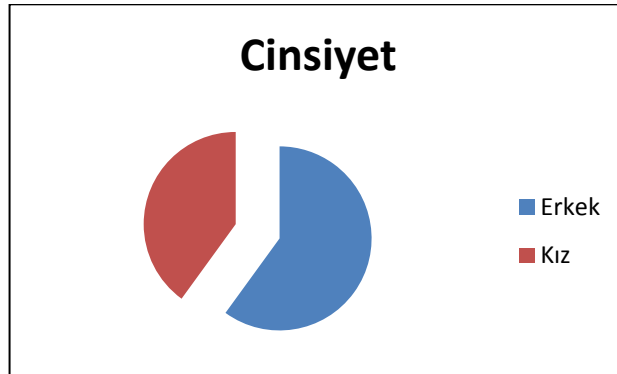
4. ÇALIŞMA GRUPLARI VE METOD

4.1. Çalışma Gruplarının Özellikleri

Çalışma için koklear implant kullanan çocuklar ve kontrol grubu olarak normal işiten çocuklar olmak üzere iki farklı örneklem grubu oluşturulmuştur.

4.1.1 Koklear İmplantlı Grubun Özellikleri;

Bu grup 45 MEDEL SonataTII100 ve OPUS2 ses işlemcisi kullanan çocuklardan oluşmaktadır. Çocukların 18'si kız, 27'si erkektir.



Şekil 19: Koklear İmplantlı Çocukların Cinsiyet Dağılımları

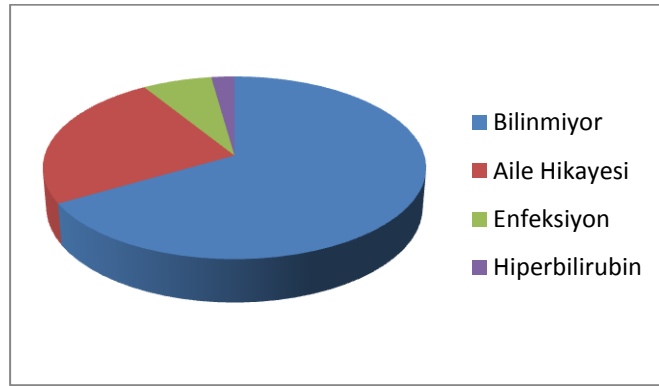
Çalışmaya koklear implantlı, ilk fitting seansında 4 yaşını doldurmamış ve belirgin şekilde ek engeli olmayan çocuklar dahil edilmiştir.

Koklear implant kullanıcılarının ortalama ilk fittingdeki yaşı 25 (en küçük 13 ay ve en büyük 47 ay) aydır.

Koklear implantlı grubun tamamı Bilateral ileri-çok ileri derecede sensorinöral işitme kaybıdır. Koklear implantlı gruba 18 aylıkken işitme kaybı geçirmiş, perilingual bir koklear implant kullanıcısı da dahil edilmiştir.

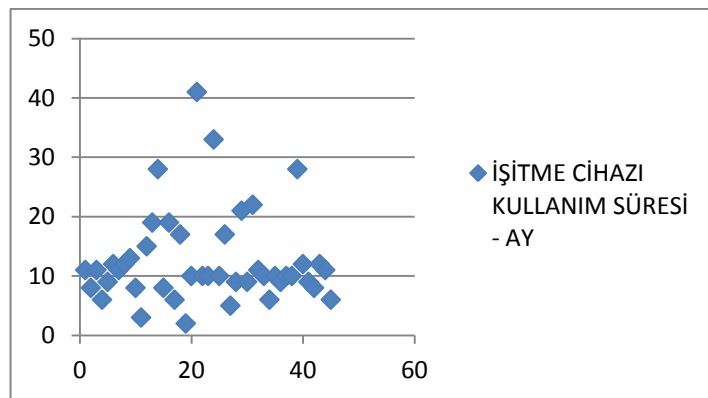
Etiyoloji

Koklear implant kullanıcılarının mevcut dosyaları incelenerek ve ailelerden bilgiler alınarak çocukların etiyolojik dağılımları oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda koklear implant kullanıcılarının etiyolojileri 4 farklı grupta değerlendirilmiştir. İşitme kayıplarının nedenlerine göre koklear implant kullanıcılarının %67'sinin (30 çocuk) işitme kaybının nedeni bilinmiyor (doğuştan), %24'ünde (11 çocuk) aile hikayesi mevcut, %7'si (3 çocuk) enfeksiyon, %2'si (1 çocuk) hiperbilirubine bağlı olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 20: Etiyolojiler

Koklear implantlı grubun tanı yaşları (en küçük 1 ay ve en büyük 24 ay) ortalaması 9 aydır. Her çocuk koklear implantasyon öncesi farklı sürelerde binaural işitme cihazı kullanmıştır.

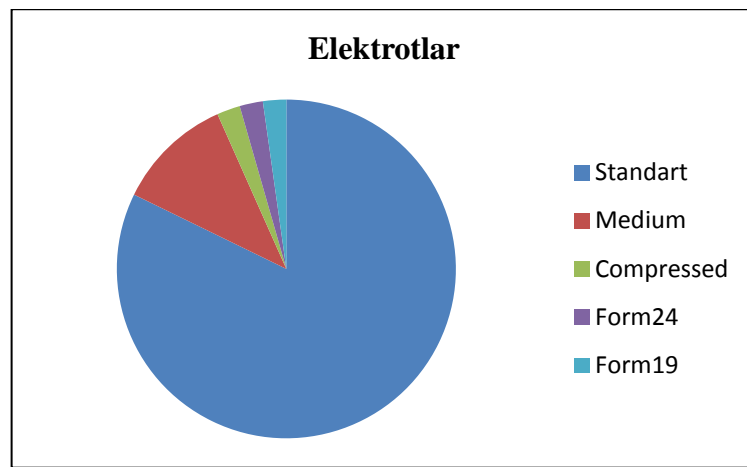


Şekil 21: İmplantasyon Öncesi İşitme Cihazı Kullanım Süreleri

Elektrot Tipleri

Koklear implant kullanıcılarının ilk ayar sırasında hangi elektrot tipini kullandıkları dosyalarına kaydedilmiştir.

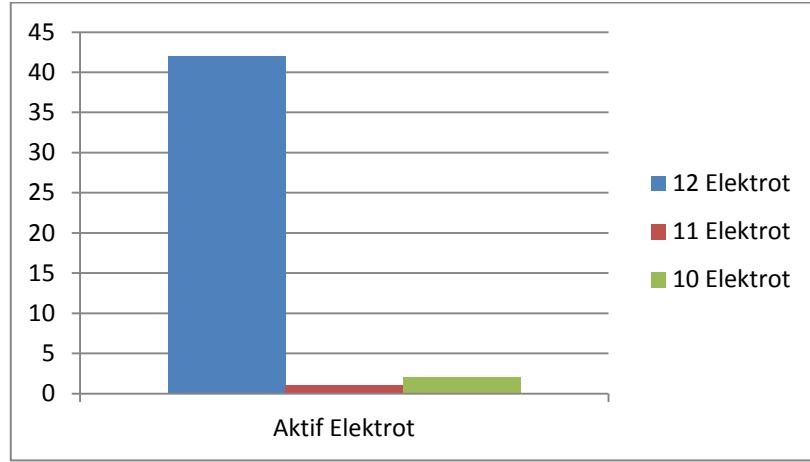
Koklear implantlı gruptaki 45 çocuğun 37 tanesine Standart Elektrot, 5 tanesine Medium Elektrot, 1 tanesine Compressed Elektrot, 1 tanesine Form19 Elektrot ve 1 tanesine de Form24 Elektrot kullanılmıştır.



Şekil 22: Elektrot tipleri

Aktif Elektrot Sayıları

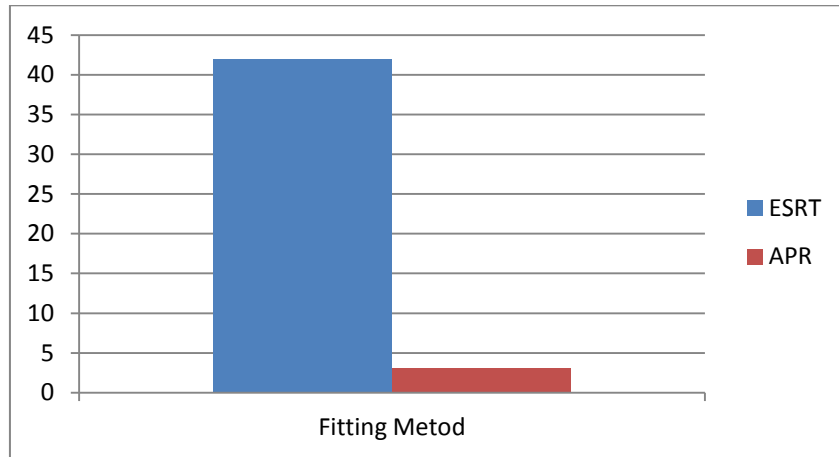
Koklear implant kullanıcılarının 3. fitting seansındaki aktif elektrot sayıları raporlanmıştır. %94'ünün (42 çocuk) tüm elektrotları aktiftir (12/12). %2'si (1 çocuk) 11 aktif elektrot, %4'ü (2 çocuk) 10 aktif elektrot kullanmaktadır.



Şekil 23: Aktif Elektrotlar

Fitting metodları:

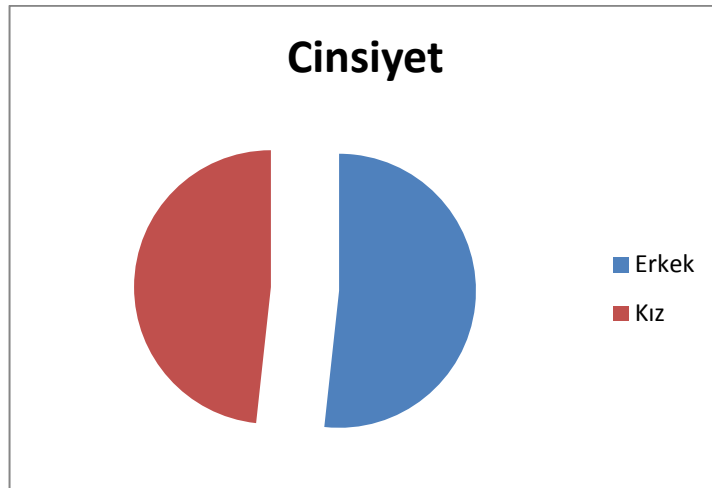
Fitting yapılırken objektif ESRT fitting metodu tercih edilmiştir fakat elektriksel uyarıma karşı stapes refleksi elde edilmeyen çocuklara farklı fitting metodu kullanılmıştır. Koklear implant kullanan çocuklarının %94'ünün (42 çocuk) MCL seviyeleri ESRT ile %6'sının (3 çocuk) APR yöntemi belirlenmiştir.



Şekil 24: Fitting metodları

4.1.2 Normal İşiten Grubun Özellikleri;

Normal işiten gruba yaşları ortalaması 44 ay olan (en küçük 12 ay ve en büyük 95 ay) 14 kız ve 15 erkek olmak üzere toplam 29 normal işiten çocuk dahil edilmiştir.



Şekil 25: Normal İşiten Kontrol Grubunun Cinsiyet Dağılımları

Bu çocuklar genellikle KI kullanıcılarının kardeşleri ve/veya yakınlarından seçilmiştir.

4.2. Materyal

Tez çalışması sırasında aşağıdaki ekipmanlar kullanılmıştır. Odyolojik ekipmanlar Larson Davis System 824 kalibrasyon cihazı ile kalibre edilmiştir.

- 1- GSI Tymptstar V2 A.İmmitansmetre
- 2- GSI61 Klinik Odyometre
- 3- Frye HEARLab ve Dell Bilgisayar
- 4- GSI Audera
- 5- Mikrofon Test Aleti (Microphone Tester)
- 6- Konuşma İşlemcisi Test Cihazı (Speech Processor Test Device)



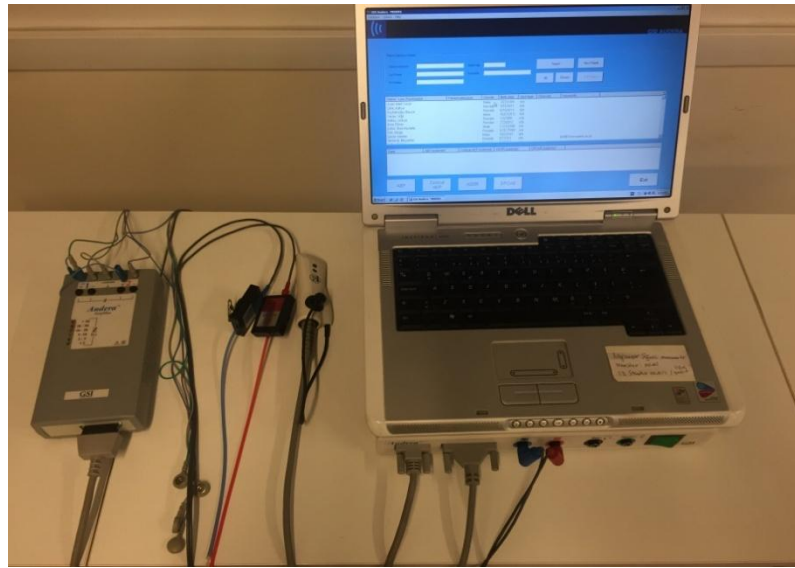
Resim 3: GSI Tymstar V2 A.İmmitansmetre



Resim 4: GSI61 Klinik Odyometre



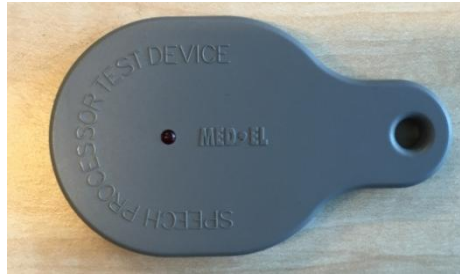
Resim 5: Frye HEARLab ve Dell Bilgisayar



Resim 6: GSI Audera



Resim 7: Mikrofon Test Aleti (Microphone Tester)



Resim 8: Konuşma İşlemcisi Test Cihazı (Speech Processor Test Device)

4.3. METOD

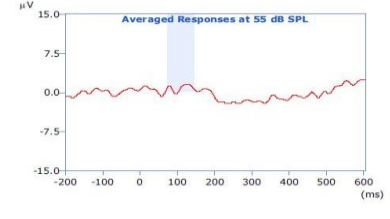
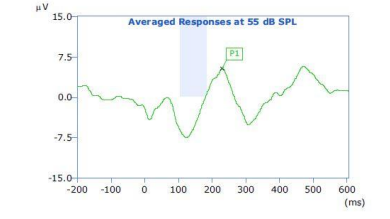
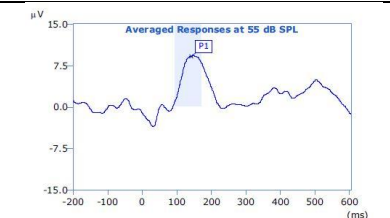
4.3.1. Koklear İmplantlı Grup İçin;

KI kullanıcılarının fitting programları düzenli olarak ilk ayardan sonra 1. ay bitmeden 2. Fitting, 3. ayın sonunda 3. Fitting ve 6. ay sonunda 4. fitting olmak üzere yapılmıştır. Koklear implant kullanıcılarının ses işlemcileri test cihazı (speech processor test device) ve mikrofon kontrol cihazı (microphone tester) ile kontrol edildikten sonra ACA ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Koklear implant kullanıcılarının ACA (Aided Cortical Assessment) ölçümleri 55dB SPL şiddetinde /m/ /g/ /t/ konuşma uyarıları otomatik olarak FRYE HEARLab ile değerlendirilmiştir. Ölçümler koklear implant ses işlemcisinin ilk fitting seansından itibaren 6 ay boyunca, ilk aktivasyondan 1 hafta sonra, 1 ay, 2 ay, 3 ay, 4 ay, 5 ay ve 6 ay olmak

üzere 7 test aralığında gerçekleştirilmiştir. Her koklear implant kullanıcısı her test aralığında bakılamamıştır. Çalışmaya ACA ölçümleri en az 3, en fazla 7 aralıkta yapılan koklear implant kullanıcıları dahil edilmiştir. Bundan dolayı bazı ACA aralıklarında KI fittingi yapılmamıştır. ACA seansları sırasında /m/ /g/ ve /t/ uyarılarında herhangi bir uyarana karşı P1 cevabı elde edilmediği durumlarda koklear implant kullanıcısının fittingi yeniden yapılmış ve elde edilmeyen uyarılarda ACA tekrarlanmıştır. Her gereken ACA tekrarı yapılamamıştır çünkü bazen aileler müsait olamamıştır ve bazen de çocuklarda Tip B timpanogram olduğu için ESRT fitting kontrolü yapılamamıştır. 2. Aralık ve sonrasında yapılan ölçümlerde P1 elde edilemeyen uyarılarda KI kullanıcısının fittingi yeniden yapılmış ve ACA tekrarlanmıştır. Yeniden ayar ve yeniden ACA sadece P1 cevabı elde edilemeyince yapılmıştır. Latans kısalması için KI fitting programında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

ACA seansları sonrasında HEARLab'ın istatistiksel olarak onayladığı P1 cevapları işaretlenere latans değerleri elde edilmiştir.

Her alınan P1 cevabı için uyarılara birer puan verilmiştir. P1 latansları Hearlab'ın belirlediği referans latans ranjı değerleri içinde ise birer puan daha verilmiştir. Toplamda 6 puan verilmiştir. Puanlama sistemi Golding ve ark. 2007 esinlererek Koşaner ve ark. 2014'de yaptıkları çalışmalarda kullandıkları puanlama sistemi dikkate alarak oluşturulmuştur.

GRAFİK	P DEĞERİ	LATANS DEĞERİ	PUAN
	0.775	-	0
	0.011	227	1
	0.004	140	2

Şekil 26: ACA Puanlama Cetveli

Her KI kullanıcısının ölçüldüğü aralıkta toplam ACA puanı kaydedilmiştir. Ayrıca Her alınan P1 latansı /m/ /g/ ve /t/ için ayrıca kaydedilmiştir.

2.Aralıktan sonra elde edilemeyen P1 cevapları için yapılan yeniden fitting programı ile tekrarlanab ACA'larda elde edilen puanlar dahil edilmiştir. Tekrarlanan fitting ve ACA seansları sonra oluşan P1 cevabı latansları çalışmaya dahil edilmiştir.

4.3.2. Normal İşiten Grup İçin;

Yapılan ölçümler sırasında aktif orta kulak problemi ve/veya başka bir otolojik problemi ve ek engel problemi olan çocuklar çalışma grubuna alınmamıştır.

Ölçümlere Akustik İmmittansmetri değerlendirmesi ile başlanmış, herhangi bir patoloji görülmemesi durumunda sırasıyla DPOAE, Serbest alanda VRA (Görsel Şartlandırma Odyometrisi, Oyun Odyometrisi ve İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyel değerlendirmeleriyle devam edilmiştir.

Çocukların işitme eşikleri yaş ve kooperasyonu göz önüne alınarak GSI 61 Klinik odyometre ile serbest alanda VRA (Visual Reinforcement Audiometry), Oyun Odyometrisi (İnsert veya TDH50 kulaklık ile) tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Ölçümler sırasında çocuk ile birlikte aile bireylerinden biri test odasına alınarak değerlendirme yapılmıştır. Çocukların işitme eşiklerini tespit etmek için farklı görsel oyuncaklarla pekiştiriciler artırılmıştır. Oyun odyometrisinde çocuğun sıkılmadan devam etmesi için kullanılan oyuncaklar sürekli değiştirilmiştir. İşitme eşiklerinin güvenilir ve hızlı elde edilebilmesi için test odasına deneyimli başka bir uzman da dahil edilmiştir. Saf ses ortalaması olarak odyogramdaki 500, 1000 ve 2000 Hz eşik ortalaması kabul edilmiştir.

Normal işiten gruptaki çocukların işitme değerlendirmeleri GSI61 Klinik Odyometre kullanılarak yapılmıştır.

A.İmmitansmetri ile timpanogram ve akustik refleks testleri GSI TymptarV2 İmpedansmetre kullanılarak yapılmıştır. DPOAE değerlendirmesi GSI Audera kullanılarak yapılmıştır.

İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller değerlendirmesi Frye HEARLab kullanılarak yapılmıştır.

ACA Kayıt Prosedürü

KI kullanıcıları annesi veya yakınlarından biri ile birlikte test odasına alınmış ve HEARLab İşitsel Uyarılmış Kortikal değerlendirmesi için gerekli hazırlıklar yapılmıştır. Bu hazırlık işlemi sırasıyla;

1. Elektrotların cilt temas direncini düşürmek için cilt temizleme jeli (Nuprep jel) ile elektrot yerleştirilecek bölgelerin temizlenmesi (verteks, sol mastoid ve alın bölgeleri olmak üzere 3 bölge)
2. Tek kullanımlık Ambu Blue Star N elektrotları yerleştirilmesi
3. Elektrot kablolarının takılması
4. Elektrot impedansları ölçülmesi

0-5 k Ω arası iyi impedans (yeşil renk), 5-10 k Ω arası yeterli impedans (sarı renk), 10-15 k Ω arası sınırdaki impedans (turuncu renk) ve 20 k Ω 'dan büyük olan impedans değerleri kötü impedans olarak tanımlanmıştır.

Elektrot Yerleşimi

Elektrot yerleşimi;

- Non inverting elektrot verteks (Cz)
- Inverting elektrot contralateral kulak mastoid (A1)
- Toprak elektrot alın (Fpz) bölgesine yerleştirilerek kayıt alınmıştır.

Elektrot impedanslarının uygun olduğu çocuğa HEARLab İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyel kayıt sistemiyle uyaran verilmiştir.

Hoparlör çocuğun karşısında (0 derece açıyla), hoparlör ile çocuk arasında 1 metre mesafe olacak şekilde konumlandırılmıştır. Test süresince çocuğun dikkati ses çıkarmayan oyuncak, sessiz çizgi film, vb. ile uyanık tutulmaya çalışılmıştır.



Resim 9: HEARLab ACA modülü İUKP kayıt düzeneği

İşitme kayıplı koklear implant kullanan grupta ölçümler yalnızca ses işlemcileri ile yapılmıştır. Karşı kulakta kullandıkları işitme cihazı çıkarılmıştır.

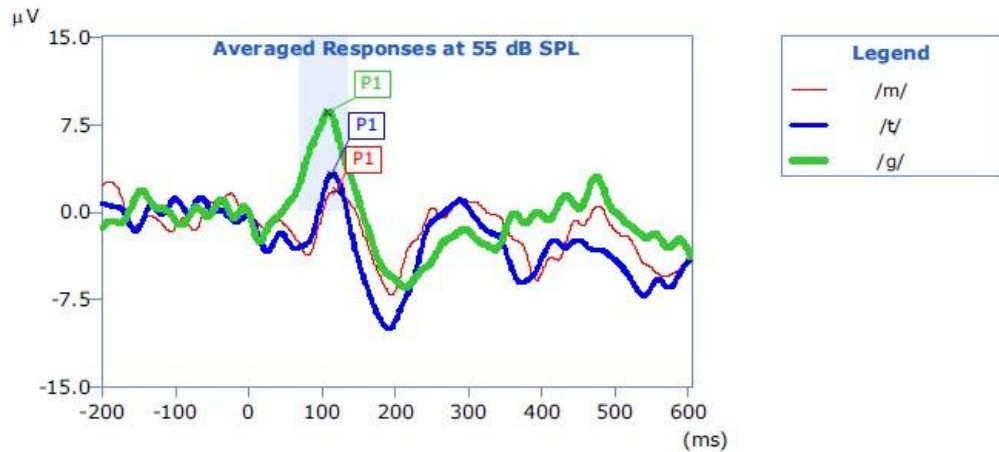
Ölçüm basamakları sırasıyla şöyledir;

HEARLab sisteminin kalibrasyonu günlük olarak, kalibrasyon protokolünde belirtilen şekilde teste başlamadan, çocuk test odasına alınmadan hemen önce yapılmıştır.

Cihazlı (KI ses işlemcisi ile) ölçümde her bir konuşma uyarani için (/m/,/g/,/t/), 55 dB SPL şiddet düzeyinde kayıt alınmıştır.

Her kayıt için ortalama 200 sweep kaydı alınmıştır. Tekrarlanan sweeplerden sonra sinyal gürültü seviyesine göre HEARLab'ın belirlediği cevaplar dikkate alınmıştır.

ACA ölçümleri sonrasında elde edilen cevaplarda P1 latansları manuel işaretlenmiştir. HEARLab sisteminin istatistiksel olarak verdiği cevaplar dikkate alınıp subjektif değerlendirmeler yapılmamıştır.



Şekil 27: ACA sonuçları

Ölçümlerde HEARLab'ın yaptığı otomatik istatistiksel değerlendirme kabul edilmiştir. P1 latansının belirlenmesinde zorlanılan ölçümler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Frye HEARLab sistemi ile gerçekleştirilen ölçümlerde 55dB SPL'de /m/ /g/ ve /t/ uyaraları için elde edilen P1 latanslarına göre ACA puanı verilmiştir. ACA puanları ve latans değerleri her aralıkta kaydedilmiştir.



Resim 10:Elektrot yerleşimi

Elektrot yerleşimi

İUGP kaydından önce her elektrodun cilt elektrot impedansı değerlendirilmiş, referans ve Cz elektrotlarının impedanslarının 5 kOhm'un altında olması koşulu aranmıştır.

İUGP Kayıt Parametreleri

Kayıt sırasında kullanılan parametreler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 1: İUGP Kayıt Parametreleri

Analiz Süresi	-200 msn prestimulus / 600 msn poststimulus
Saniyedeki Uyarın Sayısı	1/ sn
Uyarın Türü	/m/, /g/, /t/
Polarite	Alterne
Şiddet	55 dB SPL
Kayıtlama Filtresi	1-30 Hz
Averajlama	200
Uyarınlar arası süre (UAS)	1125 msn

İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma, medyan, sıklık, oran) yanısıra normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Student t test; normal dağılım göstermeyen değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında Mann Whitney U test kullanıldı. Normal dağılım gösteren parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında Paired sample t test, normal dağılım göstermeyen değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon işaret test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare testi kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Araştırma Etik Kurul Onayı

Bu araştırma, Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından incelenerek etik kurul onayı almıştır.

5. BULGULAR VE SONUÇLAR

Çalışma %43,2 (n=32) kız, %56,8'i (n=42) erkek toplam 74 çocuk ile yapılmıştır. Çalışmaya katılan çocukların yaşları 11 ile 8,10 yıl arasında değişmekte olup, ortalama $3,72 \pm 1,36$ yıl olarak saptanmıştır.

Tablo 2: Tanımlayıcı Özelliklerin Dağılımı

	Koklear İmplantlı Grup		Normal İşiten Kontrol Grubu		p	
	Min-Mak	Ort±Ss	Min-Mak	Ort±Ss		
	Yaş (ay)	13-47	24,66±8,71	12-95		44,41±19,30
	n (%)	n (%)				
Cinsiyet	Kız	18	40,0	14	48,3	^b 0,483
	Erkek	27	60,0	15	51,7	

^aStudent t test

^bPearson ki kare test

Koklear implantlı grubun yaş ortalaması $24,66 \pm 8,71$ iken normal işiten kontrol grubun $44,41 \pm 19,30$ aydır. Grupların yaş dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). Koklear implantlı olguların yaşları anlamlı düzeyde düşüktür.

Koklear implantlı olguların 18'i (%40) kız; 27'si (%60) erkek iken, normal işiten kontrol grubununun 14'ü (%48,3) kız 15'i (%51,7) erkektir. Grupların cinsiyet dağılımları arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 3: Koklear İmplantlı Grup Özelliklerin Dağılımı

		Min-Maks	Ort±Ss
Tanı Yaşı (ay)		1-24	9,23±6,56
İlk Fitting Yaşı (ay)		13-47	24,66±8,70
		n (%)	n (%)
Fitting Metodu	ESRT	42	93,3
	APR	3	6,7

Çalışmaya katılan çocukların ilk fitting yaşı 13 ile 47 ay arasında değişmekte olup, ortalama 24,66±8,70 ay olarak saptanmıştır. Çocukların %93,3'ünün (n=42) fitting metodu ESRT olarak gözlenirken, %6,7'sinin (n=3) fitting metodu APR olarak saptanmıştır.

Tablo 4: Koklear İmplantlı Grubun Elektrot Tipleri Dağılımı

		n (%)	n (%)
Elektrot Tipleri	Standart	37	82,3
	Medium	5	11,1
	Form24	1	2,2
	Form19	1	2,2
	Compressed	1	2,2

Koklear implantlı grupta bulunan olguların %82,3'ünde Standart; %11,1'ine Medium, %2,2'sine Form24; %2,2'sine Form19 ve %2,2'sine ise Compressed elektrot takılmıştır.

Tablo 5: Koklear İmplantlı Grubun Etyolojilerinin Dağılımı

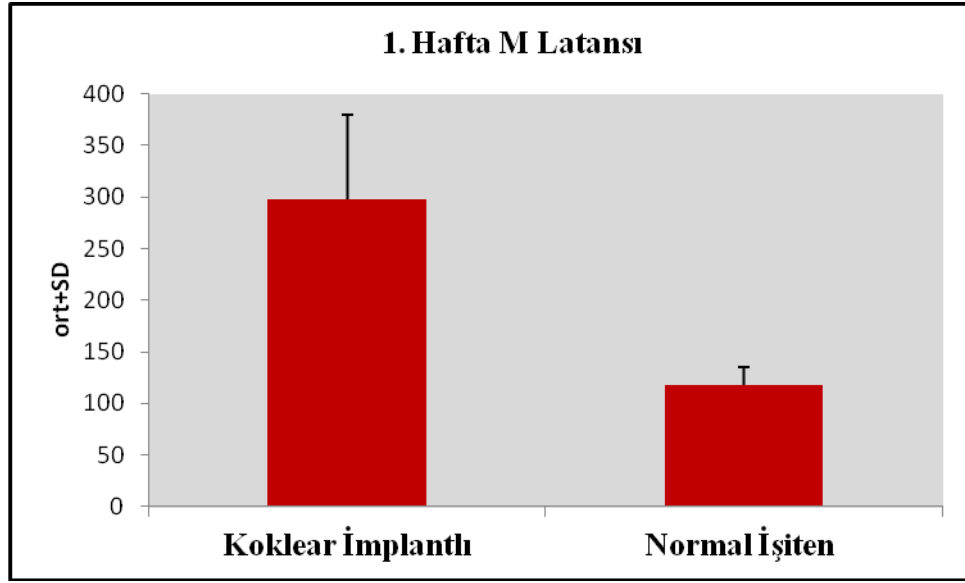
		n (%)	n (%)
Etyoloji	Bilinmiyor	29	64,4
	Enfeksiyon	3	6,7
	Genetik	11	24,4
	Hiperbilirubin	1	2,2
	Perilingual	1	2,2

Etyolojilere göre dağılımlar incelendiğinde; %29’unda etyoloji bilinmezken; %6,7’sinde enfeksiyon; %24,4’ünde Genetik; %2,2’sinde Hiperbilirubin ve %2,2’sinde Perilingual saptanmıştır.

Tablo 6: Gruplara Göre İlk Hafta M, G, T ve Toplam Latans Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

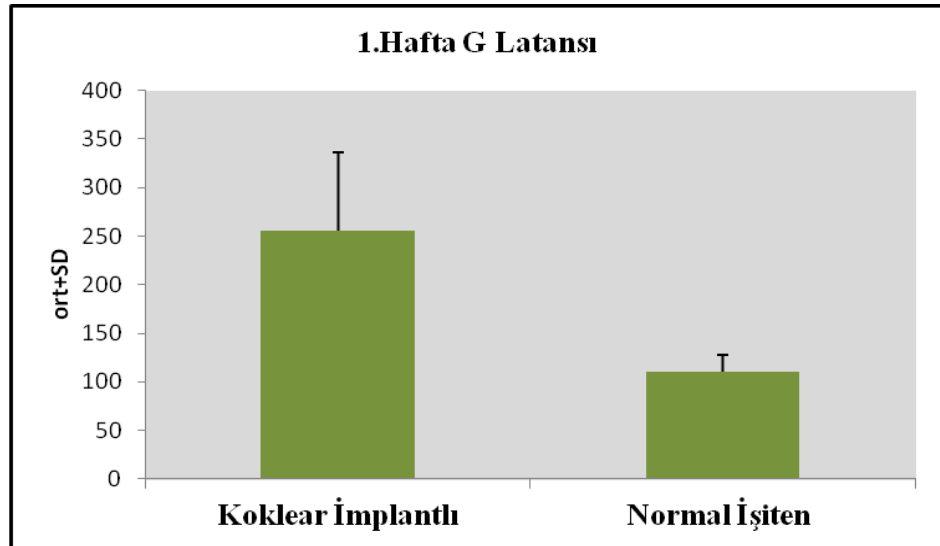
İlk Hafta Ölçümler	n	Koklear İmplantlı	n	Normal İşiten	p
M Latans					
<i>Ort±Ss</i>		297,21±82,89		117,86±17,00	
<i>Min-Max</i>	14	201-494 (280,0)	29	83-154 (120,0)	^a 0,001**
<i>(Medyan)</i>					
G Latans					
<i>Ort±Ss</i>		255,58±80,87		109,72±18,40	
<i>Min-Max</i>	33	103-402 (251,0)	29	75-153 (107,0)	^a 0,001**
<i>(Medyan)</i>					
T Latans					
<i>Ort±Ss</i>		275,24±72,49		112,21±19,90	
<i>Min-Max</i>	37	137-408 (273)	29	77-147 (109,0)	^a 0,001**
<i>(Medyan)</i>					
1.hf ACA Skoru					
<i>Ort±Ss</i>		2,16±1,04		5,90±0,56	
<i>Min-Max</i>	43	0-4 (2,0)	29	3-6 (6,0)	^b 0,001**
<i>(Medyan)</i>					
^a Student-t Test		^b Mann Whitney U Test		**p<0,01	

Koklear implantlı gruptaki çocukların ilk hafta ölçülen M Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır (p=0,001; p<0,01).



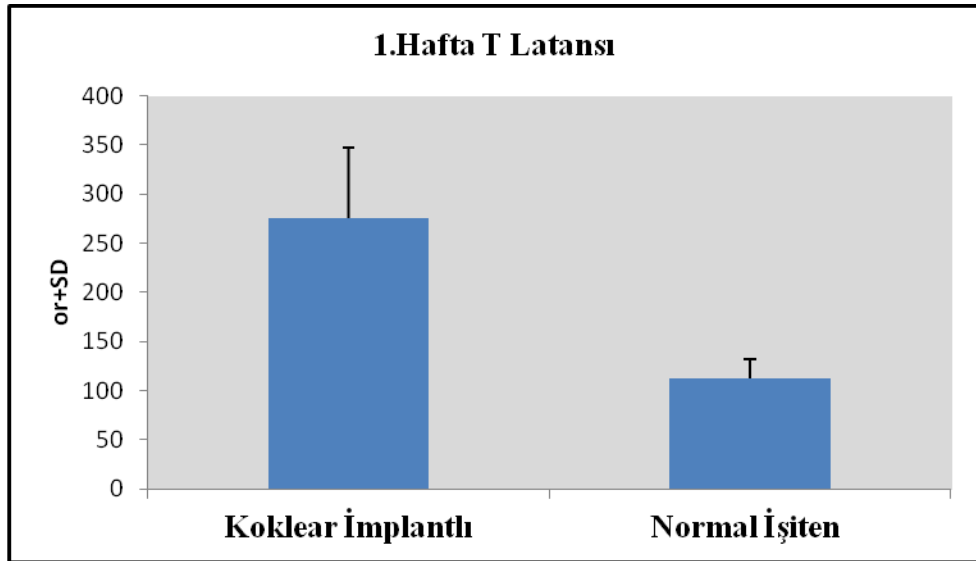
Şekil 28: Birinci Hafta M Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların ilk hafta ölçülen G Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



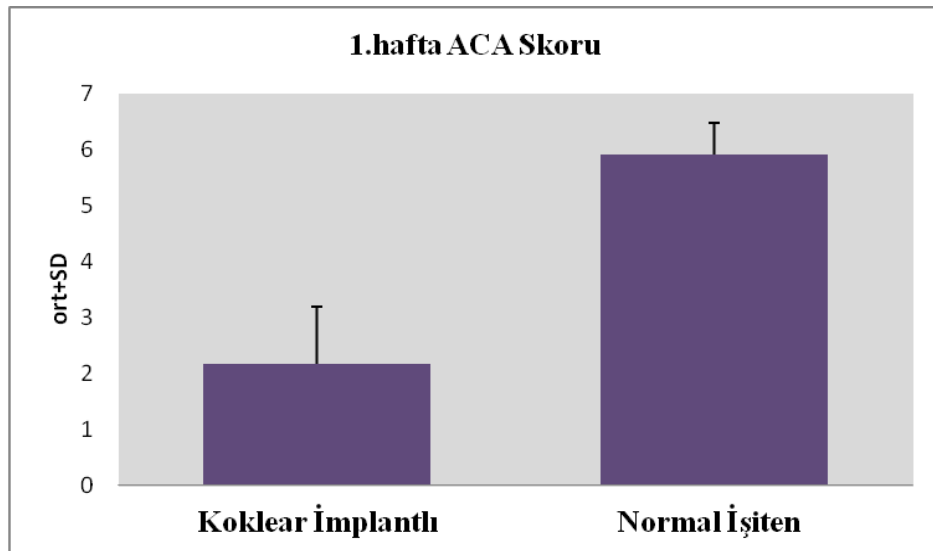
Şekil 29: Birinci Hafta G Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların ilk hafta ölçülen T Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).

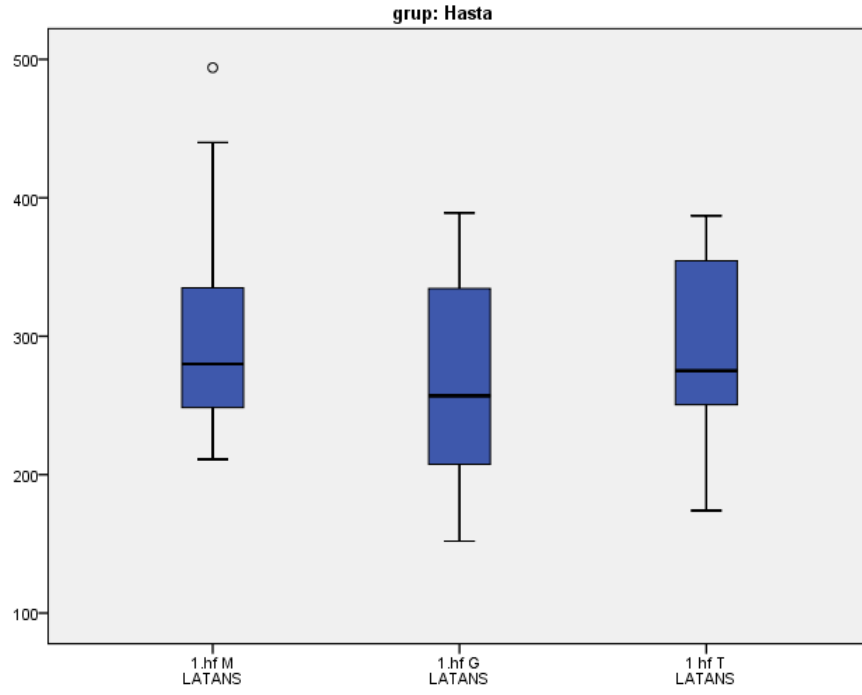


Şekil 30: Birinci Hafta T Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

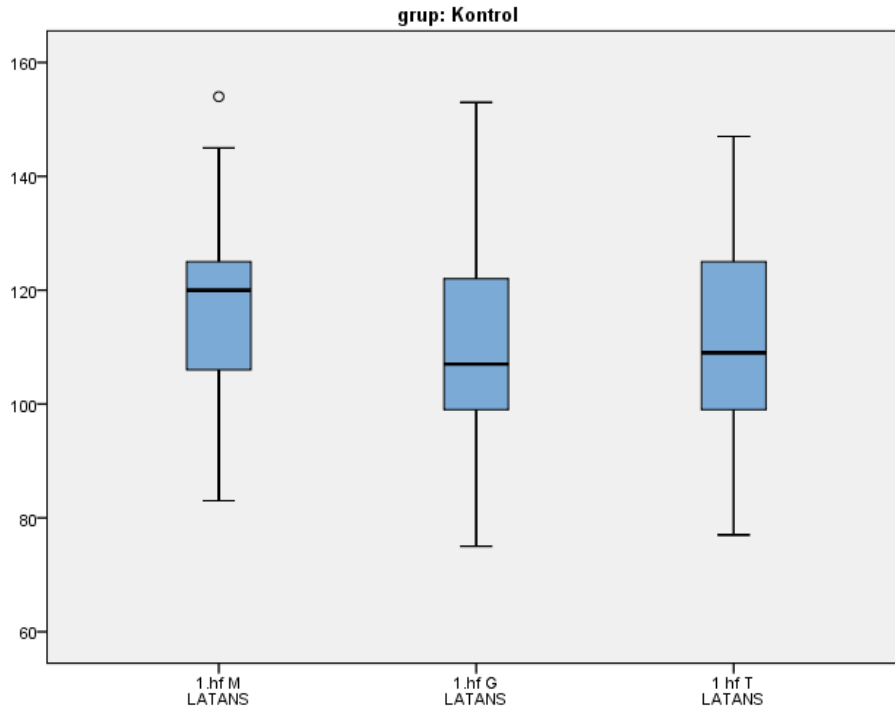
Koklear implantlı gruptaki çocukların ilk hafta ölçülen ACA Skorları, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 31: Birinci Hafta ACA Skorlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 32: Koklear İmplantlı Grupta 1. Hafta Latans Ölçümleri Dağılımı

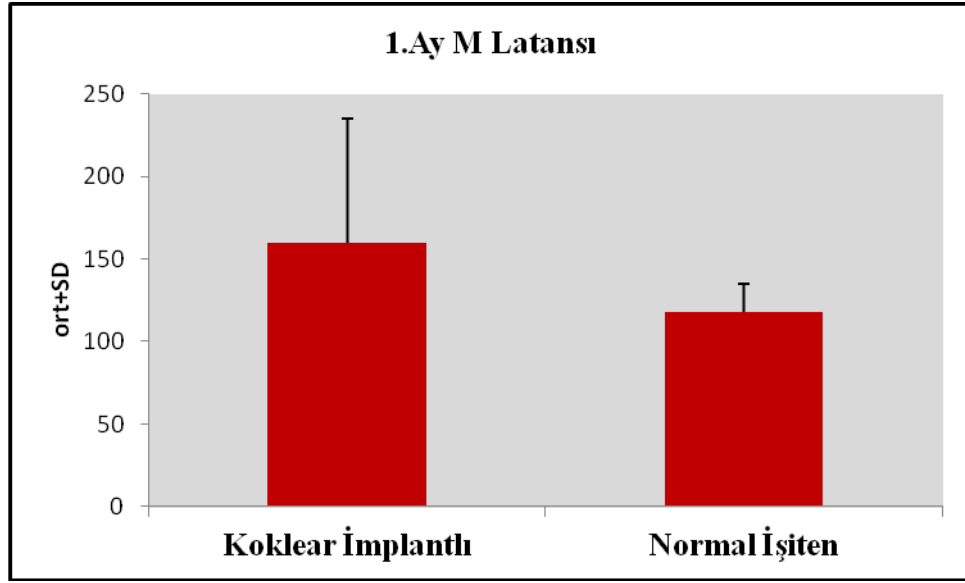


Şekil 33: Normal İşiten Kontrol Grubunda 1. Hafta Latans Ölçümleri Dağılımı

Tablo 7: Gruplara Göre 1.Ay M, G, T ve Toplam Latans Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

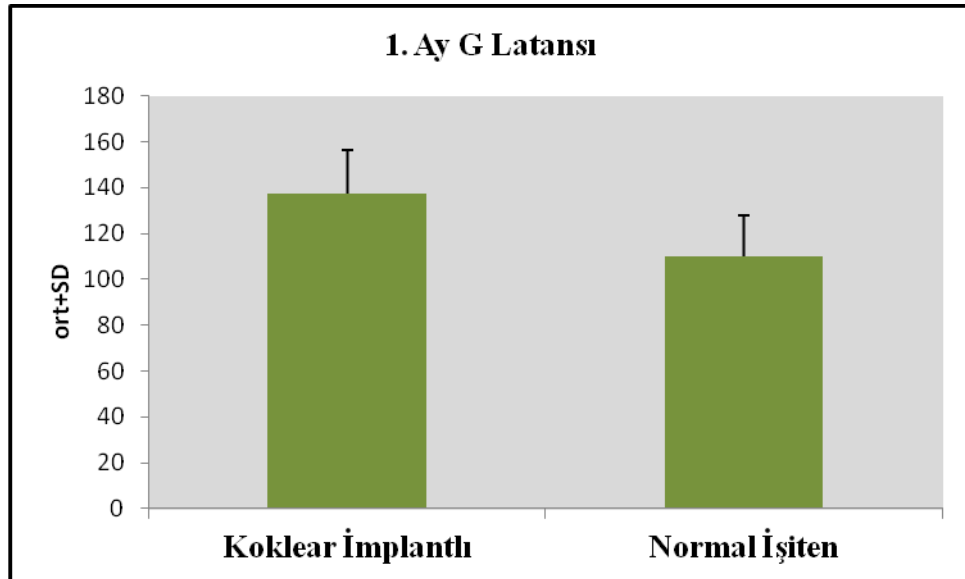
1. Ay Ölçümler	n	Koklear İmplantlı	n	Normal İşiten	p
		<i>Ort±Ss</i>		159,60±75,42	117,86±17,00
M Latans	10	<i>Min-Max</i> (<i>Medyan</i>)	29	4-309 (165,5)	83-154 (120,0)
					^b 0,002**
		<i>Ort±Ss</i>		137,56±18,78	109,72±18,40
G Latans	23	<i>Min-Max</i> (<i>Medyan</i>)	29	111-191 (133,0)	75-153 (107,0)
					^a 0,001**
		<i>Ort±Ss</i>		161,17±45,27	112,21±19,90
T Latans	29	<i>Min-Max</i> (<i>Medyan</i>)	29	121-304 (148)	77-147 (109,0)
					^a 0,001**
		<i>Ort±Ss</i>		3,40±1,49	5,90±0,56
1.ay ACA Skoru	32	<i>Min-Max</i> (<i>Medyan</i>)	29	0-6 (4,0)	3-6 (6,0)
					^b 0,001**
		^a Student-t Test		^b Mann Whitney U Test	**p<0,01

Koklear implantlı gruptaki çocukların 1. ay ölçülen M Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır (p=0,002; p<0,01).



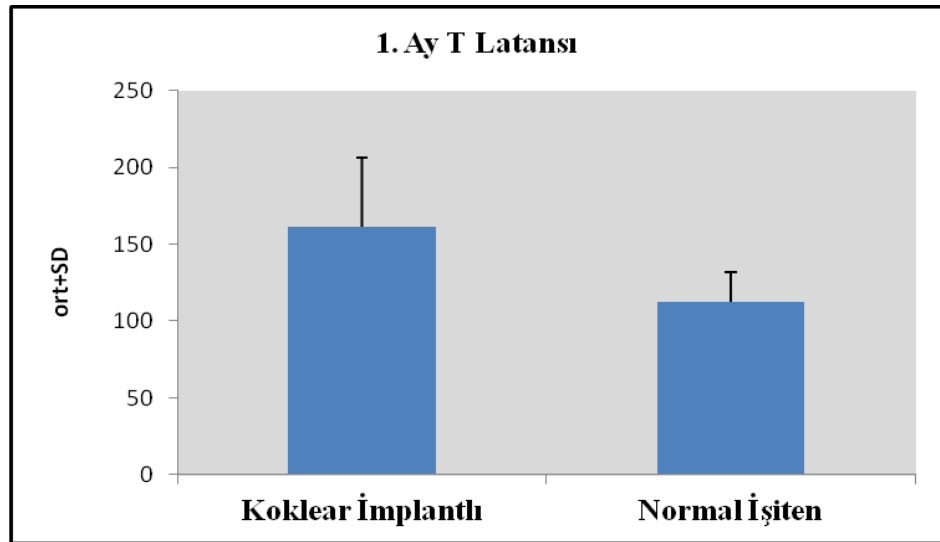
Şekil 34: Birinci Ay M Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların 1. Ay ölçülen G Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



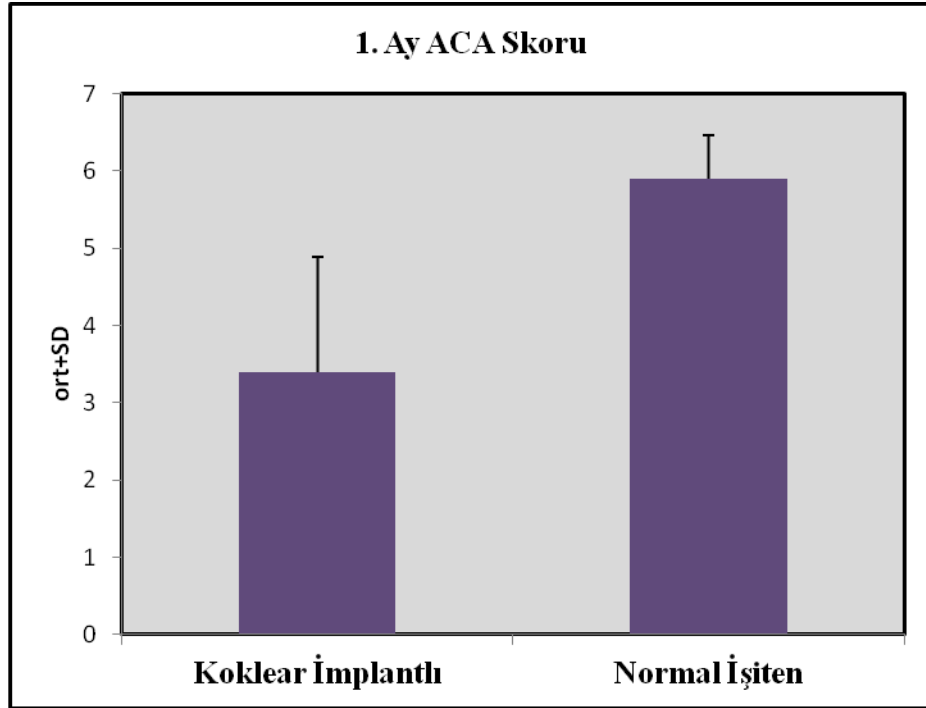
Şekil 35: Birinci Ay G Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların 1. ay ölçülen T Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).

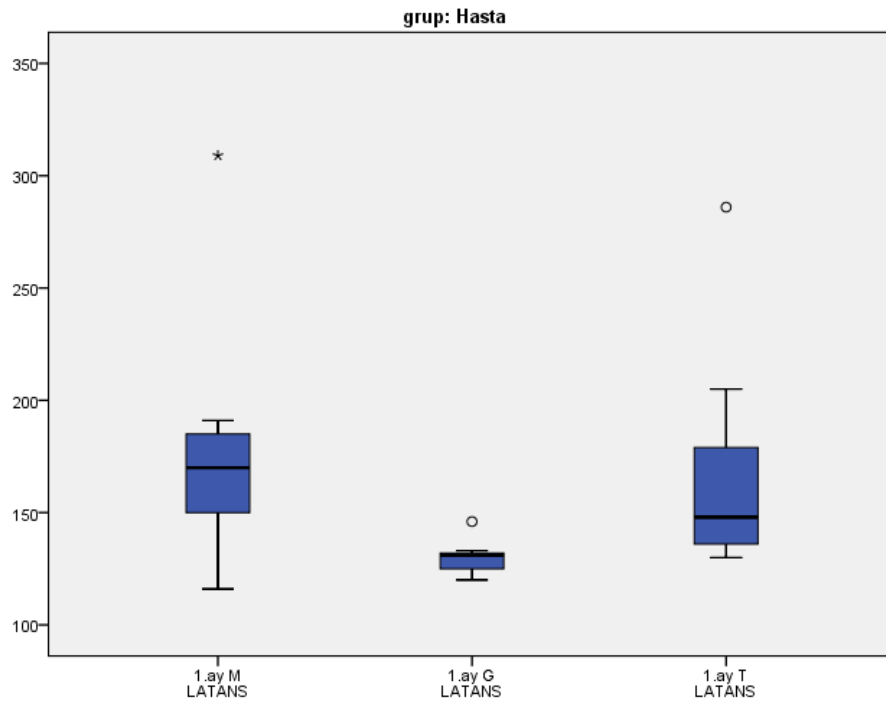


Şekil 36: Birinci Ay T Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

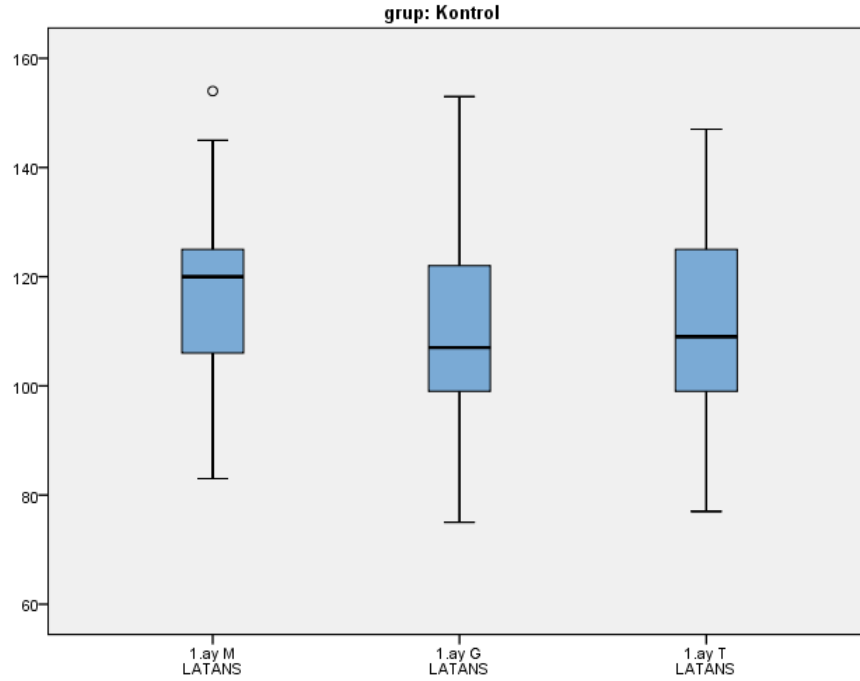
Koklear implantlı gruptaki çocukların 1. ay ölçülen ACA Skorları değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 37: Birinci Ay ACA Skorlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 38: Koklear İmplantlı Grupta 1. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı



Şekil 39: Normal İşiten Kontrol Grubunda 1. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı

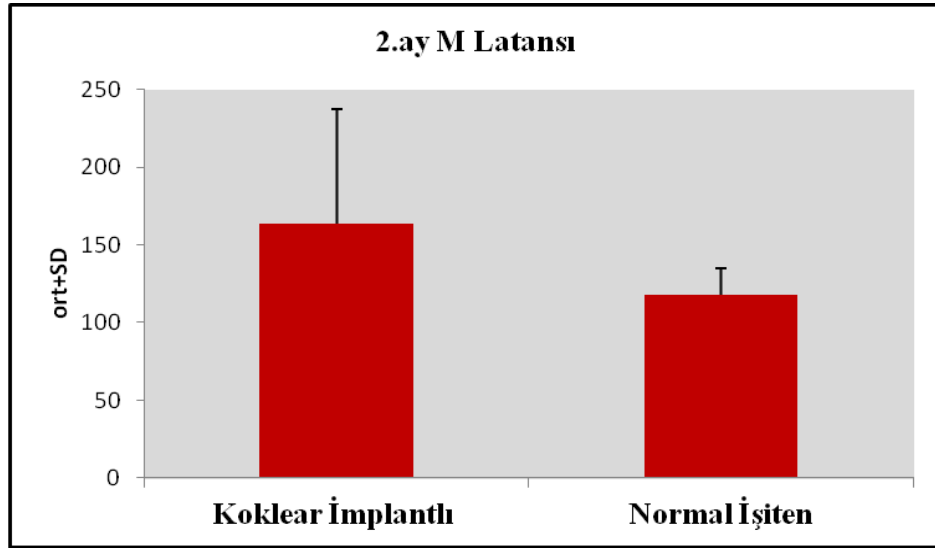
Tablo 8: Gruplara Göre 2. Ay M, G, T ve Toplam Latans Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

2. Ay Ölçümler	n	Koklear İmplantlı	n	Normal İşiten	p
		163,93±73,23		117,86±17,00	
M Latans	14	2-331 (155,5)	29	83-154 (120,0)	^b 0,001**
		128,67±23,20		109,72±18,40	
G Latans	24	96-209 (125,5)	29	75-153 (107,0)	^b 0,001**
		140,08±21,93		112,21±19,90	
T Latans	24	114-218 (138,5)	29	77-147 (109,0)	^b 0,001**
		4,00±1,94		5,90±0,56	
2.ay ACA Skoru	30	0-6 (4)	29	3-6 (6,0)	^b 0,001**

^bMann Whitney U Test

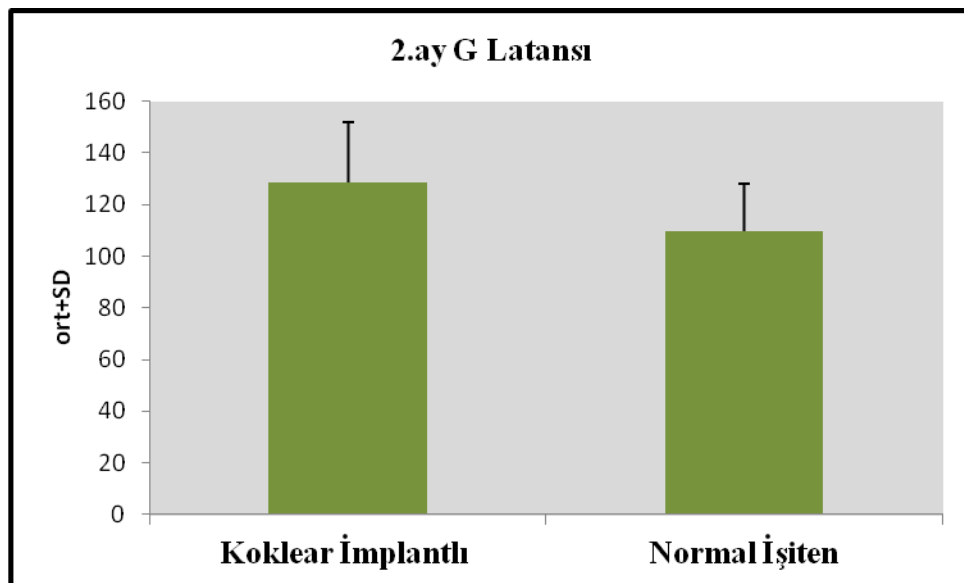
**p<0,01

Koklear implantlı gruptaki çocukların 2. ayda ölçülen M Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,003$; $p<0,01$).



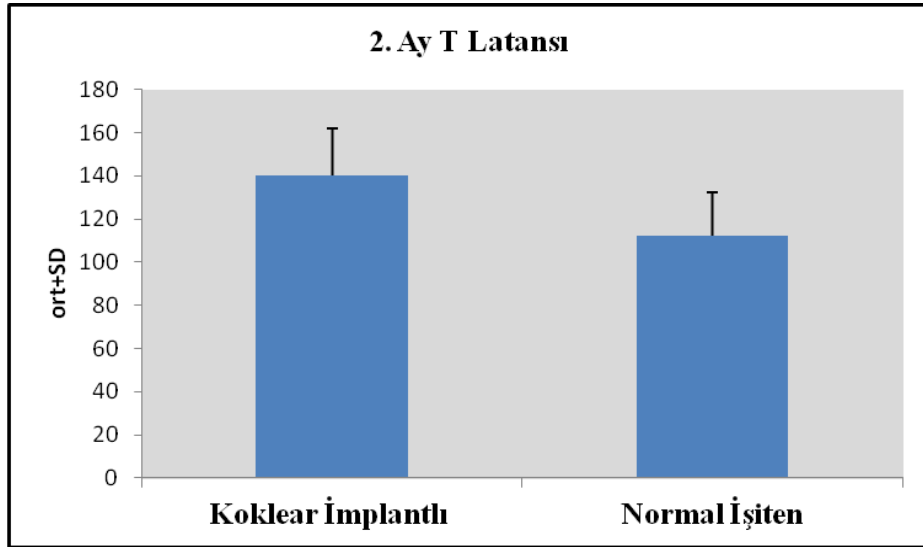
Şekil 40: İkinci Ay M Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların 2. ay ölçülen G Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



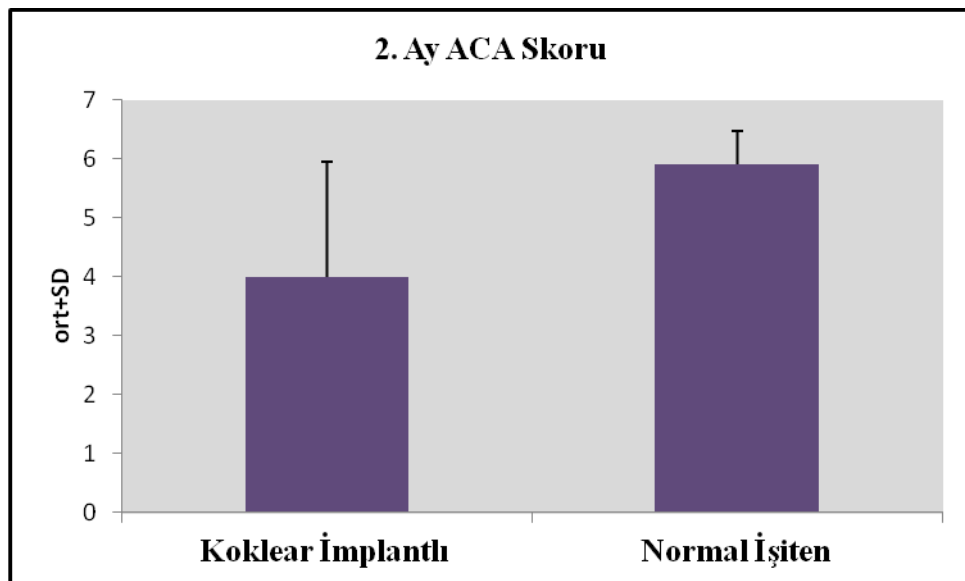
Şekil 41: İkinci Ay G Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların 2. ay ölçülen T Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).

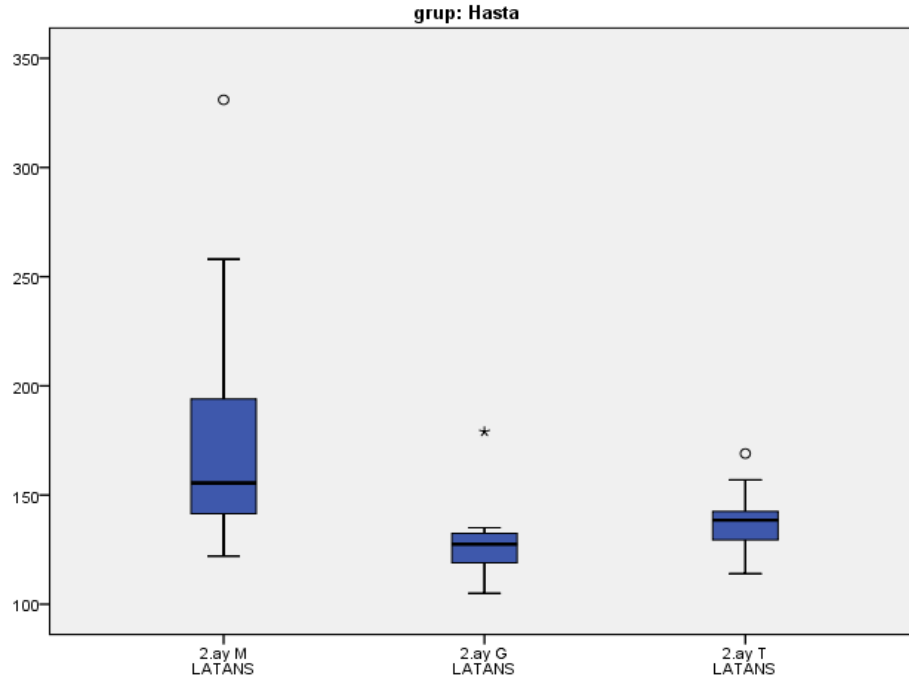


Şekil 42: İkinci Ay T Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

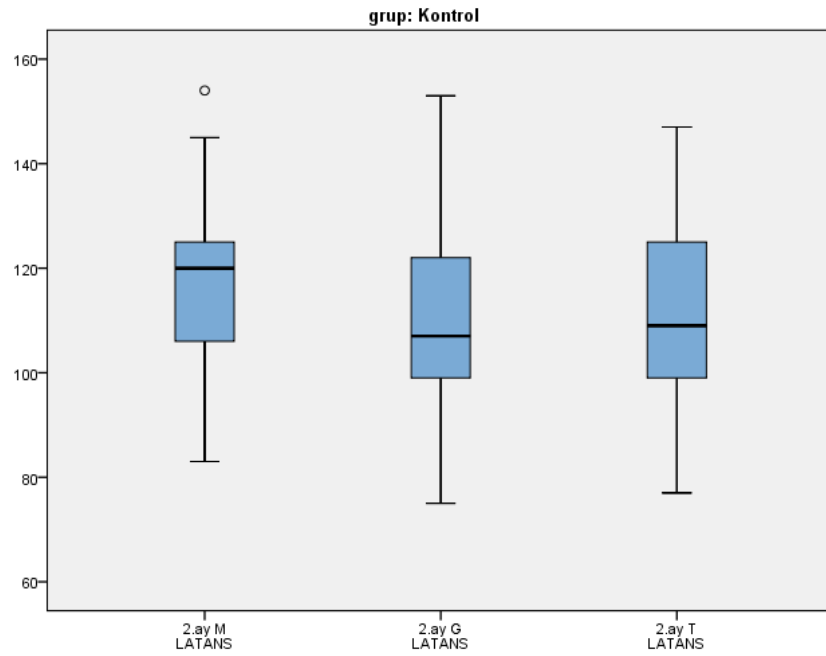
Koklear implantlı gruptaki çocukların 2. ay ölçülen ACA Skorları, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 43: İkinci Ay ACA Skorlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 44: Koklear İmplantlı Grupta 2. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı



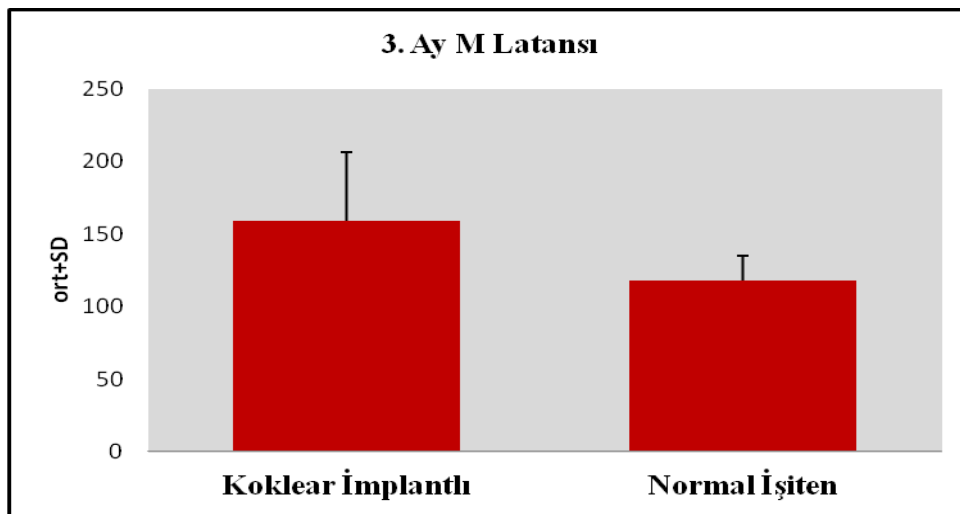
Şekil 45: Normal İşiten Kontrol Grubunda 2. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı

Tablo 9: Gruplara Göre 3. Ay M, G, T ve Toplam Latans Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

3. Ay Ölçümler	n	Koklear İmplantlı	n	Normal İşiten	p
M Latans					
Ort±Ss		159,11±46,88		117,86±17,00	
Min-Max	18		29		^a 0,002**
(Medyan)		100-315 (154,0)		83-154 (120,0)	
G Latans					
Ort±Ss		125,27±20,11		109,72±18,40	
Min-Max	30		29		^a 0,005**
(Medyan)		96-172 (119,5)		75-153 (107,0)	
T Latans					
Ort±Ss		122,03±14,62		112,21±19,90	
Min-Max	31		29		^a 0,032*
(Medyan)		89-162 (122,0)		77-147 (109,0)	
3.ay ACA Skoru					
Ort±Ss		4,78±1,28		5,90±0,56	
Min-Max	32		29		^b 0,001**
(Medyan)		0-6 (5,0)		3-6 (6,0)	

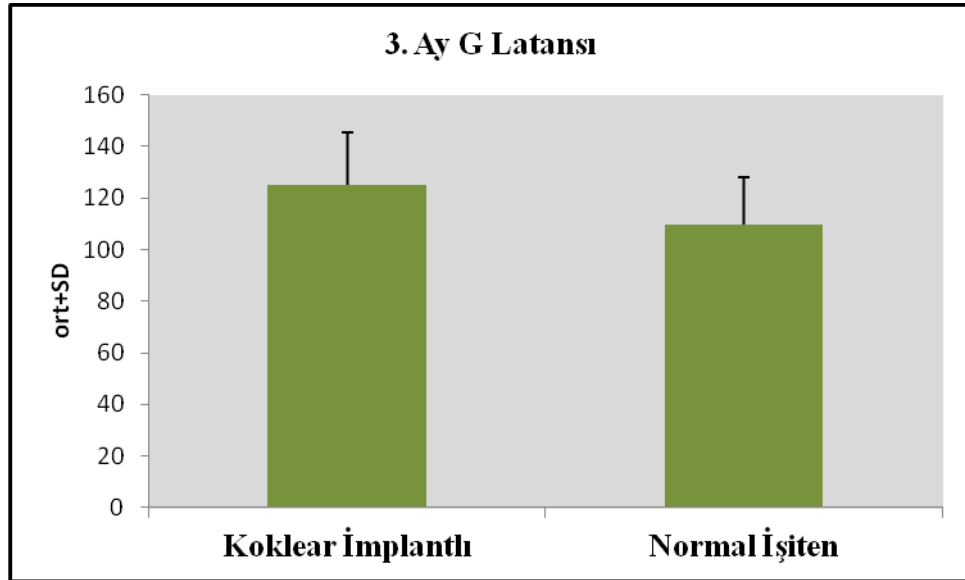
^aStudent-t Test ^bMann Whitney U Test *p<0,05 **p<0,01

Koklear implantlı gruptaki çocukların 3. ay ölçülen M Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır (p=0,002; p<0,01).



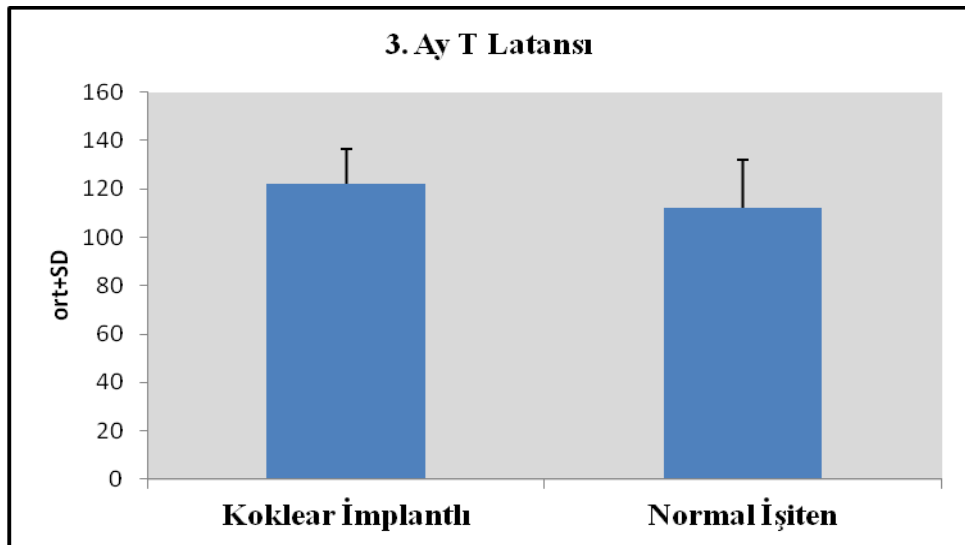
Şekil 46: Üçüncü Ay M Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların 3. ay ölçülen G Latans değeri de, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,005$; $p<0,01$).



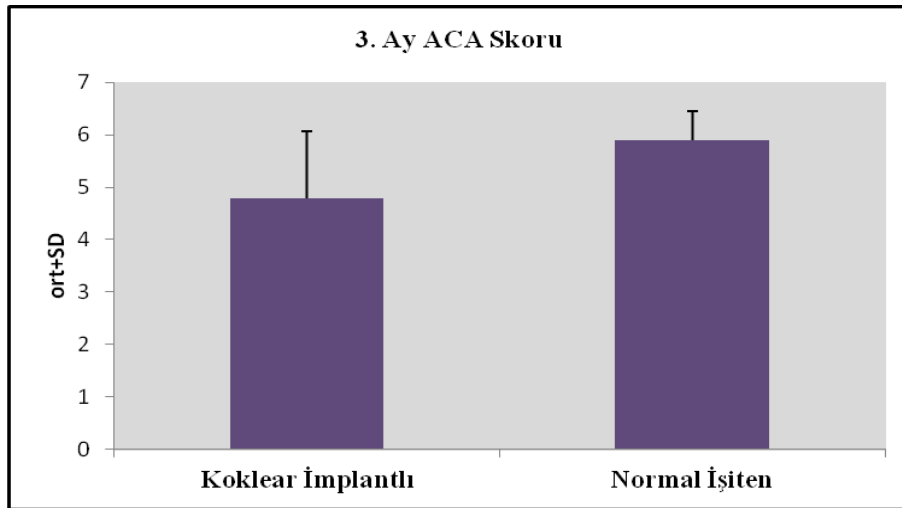
Şekil 47: Üçüncü Ay G Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Koklear implantlı gruptaki çocukların 3. ay ölçülen T Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,032$; $p<0,05$).

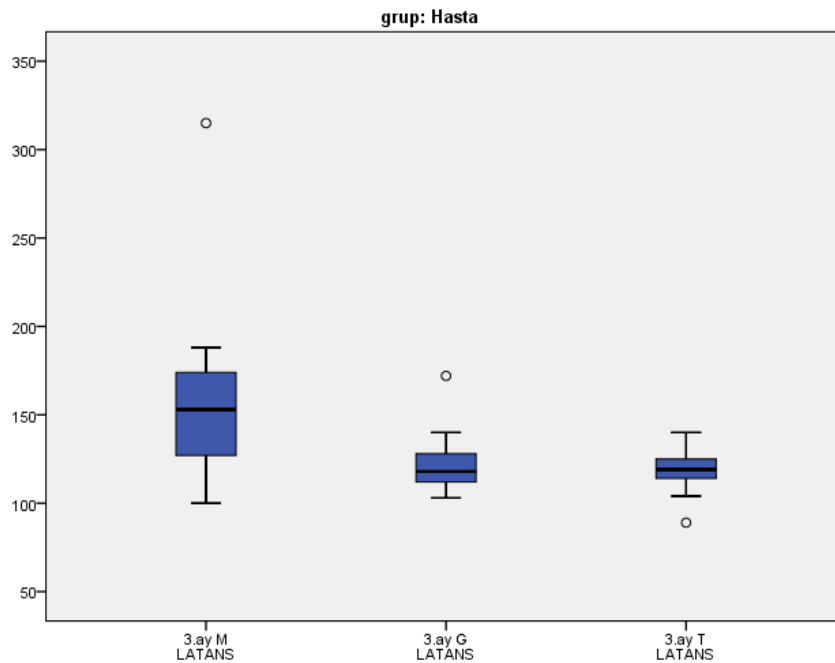


Şekil 48: Üçüncü Ay T Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

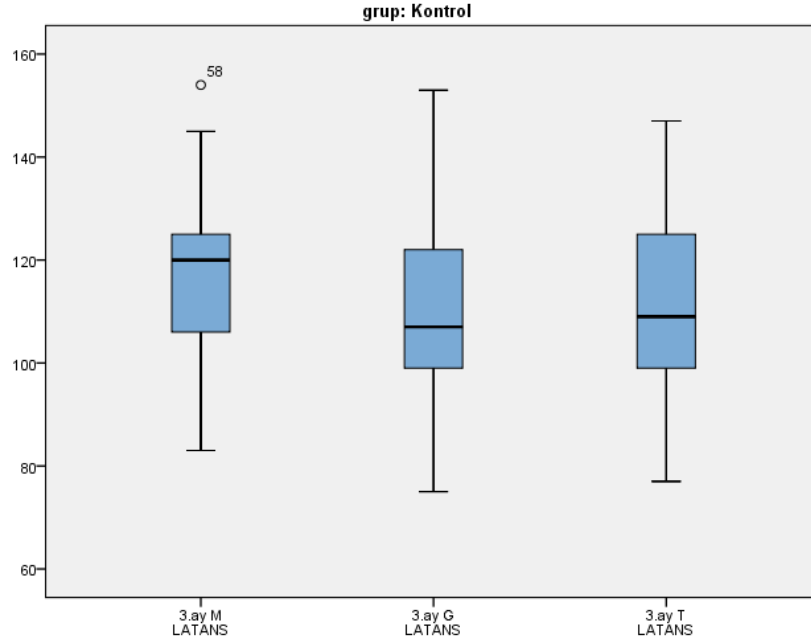
Koklear implantlı gruptaki çocukların 3. ay ölçülen ACA skorları, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 49: Üçüncü Ay ACA Skorlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 50: Koklear İmplantlı Grupta 3. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı



Şekil 51: Normal İşiten Kontrol Grubunda 3. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı

Tablo 10: Gruplara Göre 4. Ay M, G, T ve Toplam Latans Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

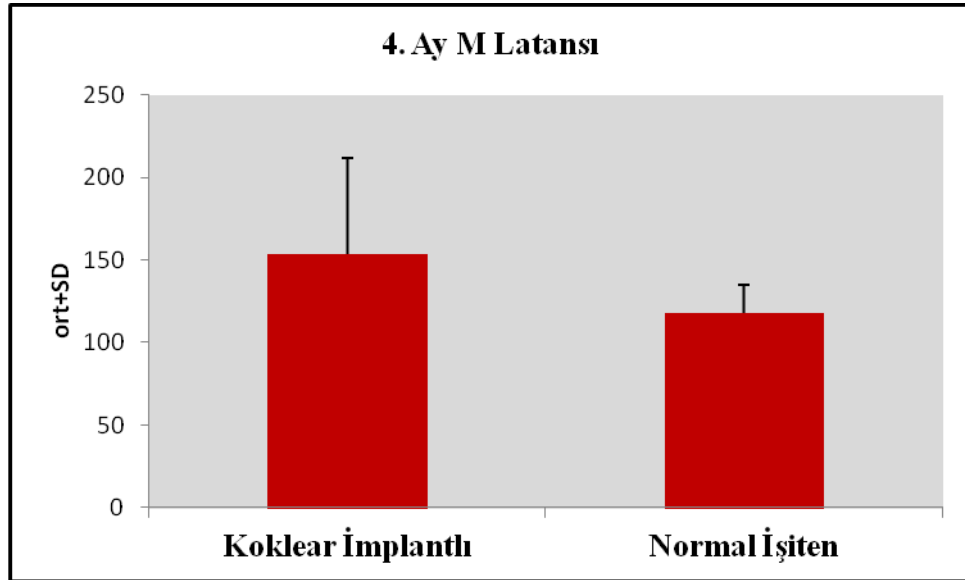
4. Ay Ölçümler	n	Koklear İmplantlı	n	Normal İşitem Kontrol Grubu	p
		Ort±Ss		153,71±57,95	117,86±17,00
M Latans	17	Min-Max	29	102-369 (139,0)	83-154 (120,0)
		(Medyan)			
		Ort±Ss		115,92±18,21	109,72±18,40
G Latans	25	Min-Max	29	78-163 (114,0)	75-153 (107,0)
		(Medyan)			
		Ort±Ss		119,25±11,27	112,21±19,90
T Latans	24	Min-Max	29	94-141 (117,5)	77-147 (109,0)
		(Medyan)			
		Ort±Ss		4,88±1,21	5,90±0,56
4.ay ACA Skoru	26	Min-Max	29	2-6 (5,0)	3-6 (6,0)
		(Medyan)			

^aStudent-t Test

^bMann Whitney U Test

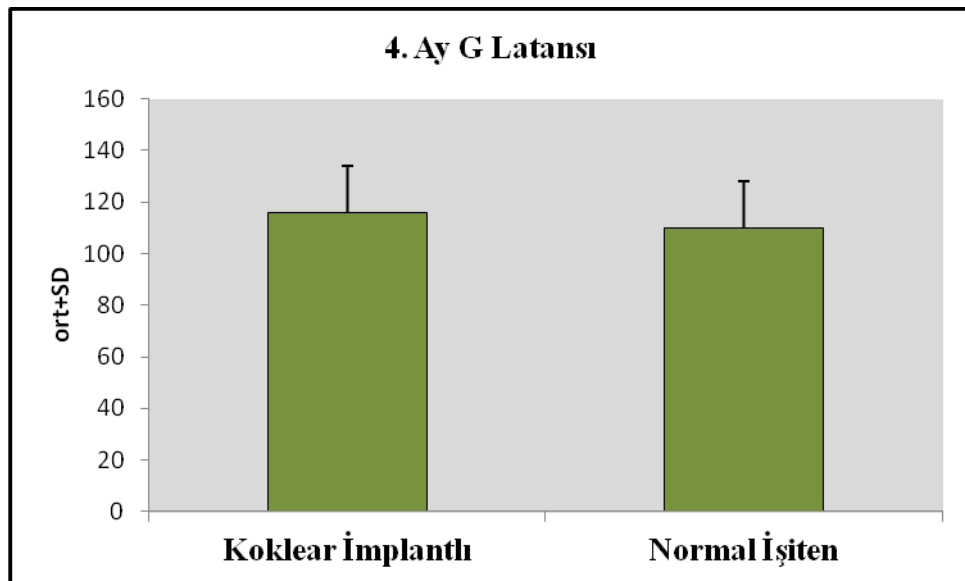
**p<0,01

Koklear implantlı gruptaki çocukların 4. ay ölçülen M Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



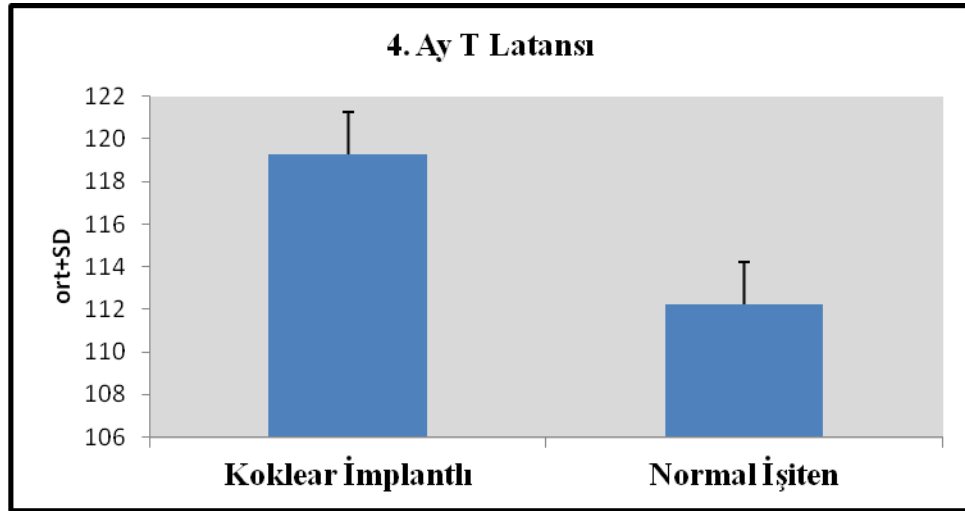
Şekil 52: Dördüncü Ay M Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Gruplara göre çocukların 4. ay ölçülen G Latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



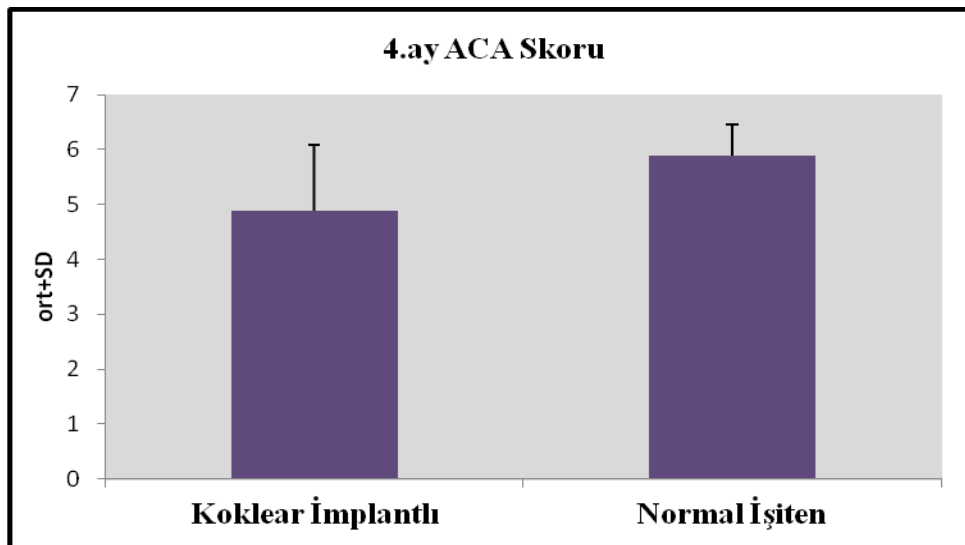
Şekil 53: Dördüncü Ay G Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Gruplara göre çocukların 4. ay ölçülen T Latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

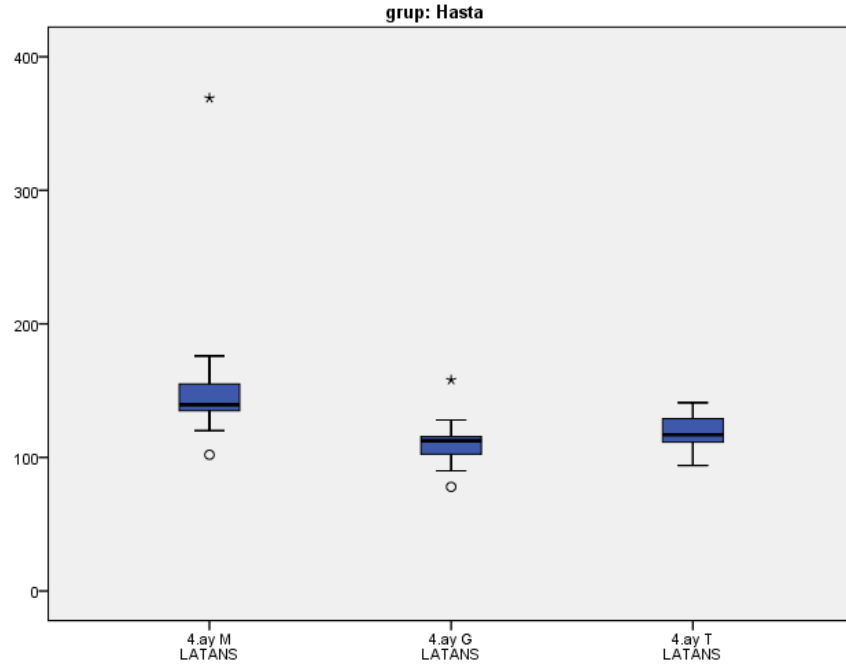


Şekil 54: Dördüncü Ay T Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

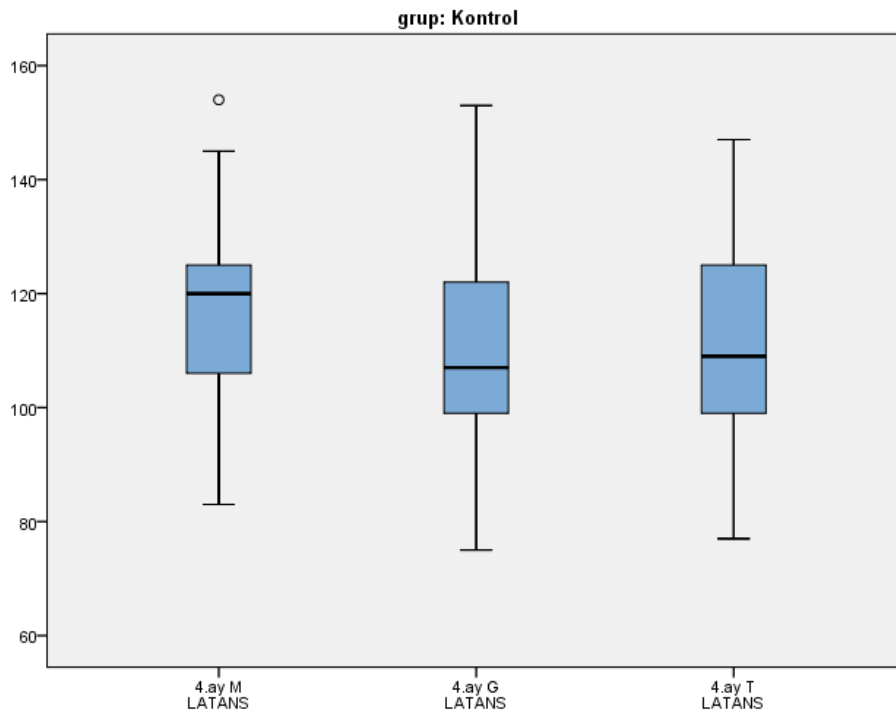
Koklear implantlı gruptaki çocukların 4. ay ölçülen ACA skoru, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 55: Dördüncü Ay ACA Skorlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 56: Koklear İmplantlı Grupta 4. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı



Şekil 57: Normal İşiten Kontrol Grubunda 3. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı

Tablo 11: Gruplara Göre 5. Ay M, G, T ve Toplam Latans Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

5. Ay Ölçümler	n	Koklear İmplantlı	n	Normal İşiten Kontrol Grubu	p
M Latans	Ort±Ss	136,50±32,09		117,86±17,00	^b 0,037*
	Min-Max (Medyan)	109-240 (130,0)	29	83-154 (120,0)	
G Latans	Ort±Ss	112,39±17,11		109,72±18,40	^a 0,595
	Min-Max (Medyan)	94-171 (109,0)	29	75-153 (107,0)	
T Latans	Ort±Ss	117,41±11,24		112,21±19,90	^a 0,244
	Min-Max (Medyan)	96-140 (117,0)	29	77-147 (109,0)	
5.ay ACA Skoru	Ort±Ss	5,09±1,00		5,90±0,56	^b 0,001**
	Min-Max (Medyan)	3-6 (5,0)	29	3-6 (6,0)	

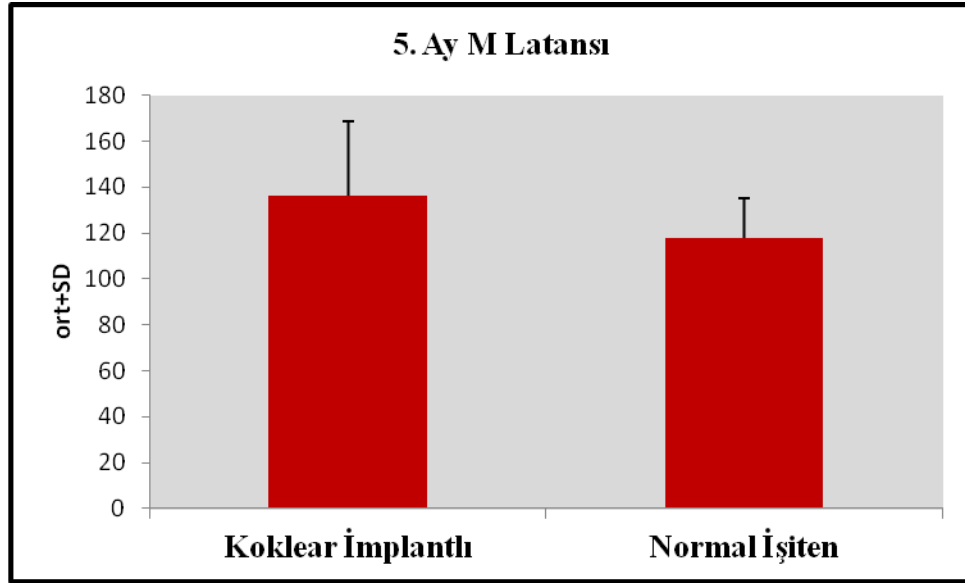
^aStudent-t Test

^bMann Whitney U Test

*p<0,05

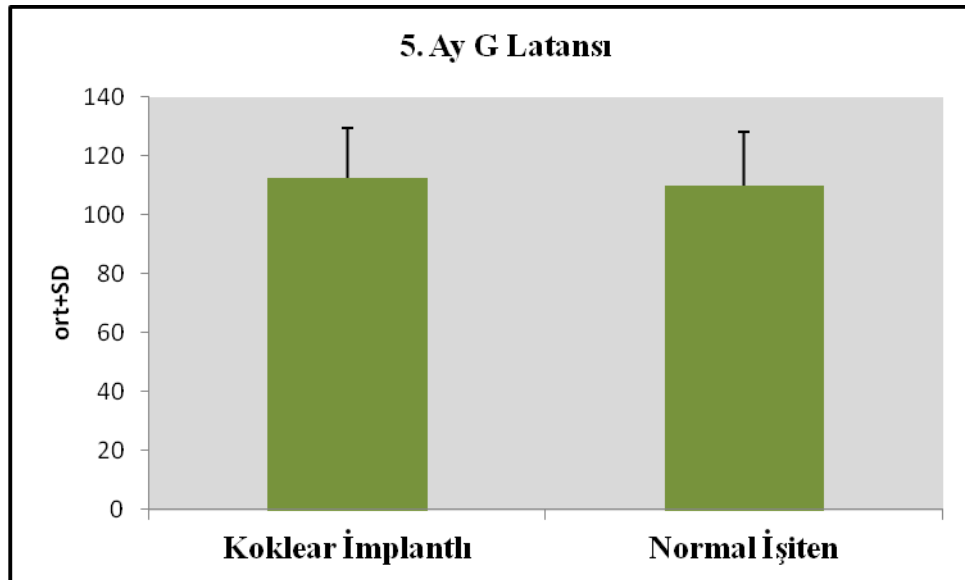
**p<0,0

Koklear implantlı gruptaki çocukların 5. ay ölçülen M Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır (p=0,037; p<0,05).



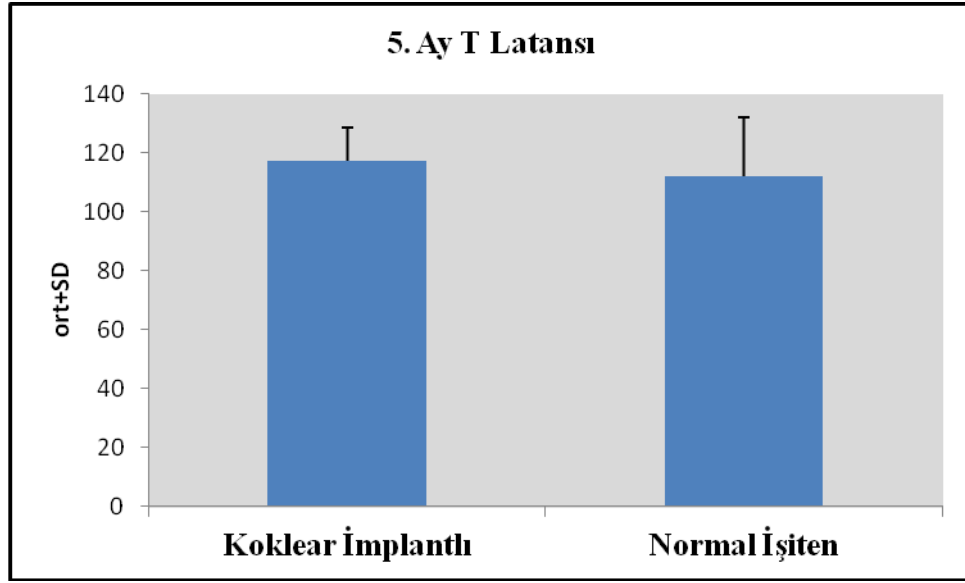
Şekil 58: Beşinci Ay M Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Gruplara göre çocukların 5. ay ölçülen G Latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



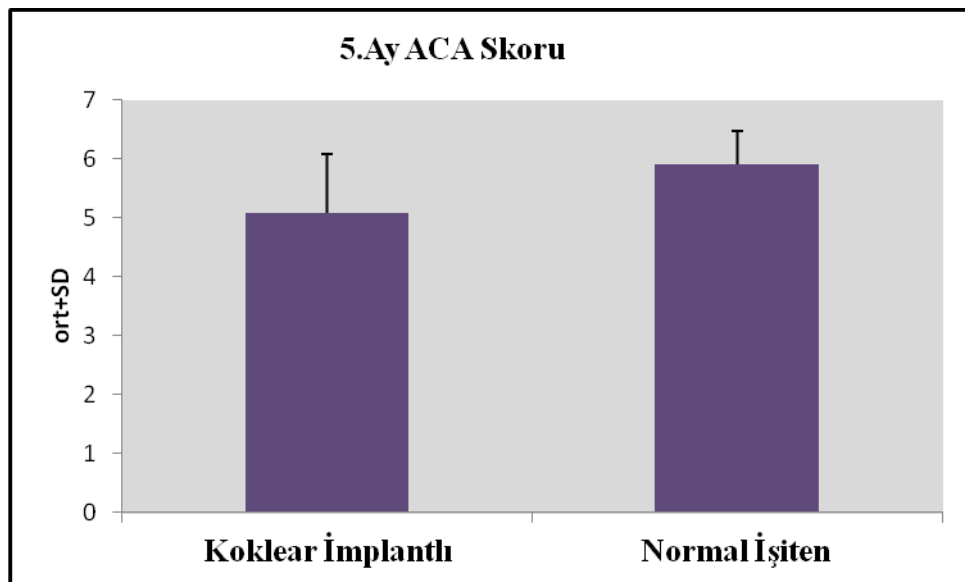
Şekil 59: Beşinci Ay G Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Gruplara göre çocukların 5. ay ölçülen T Latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

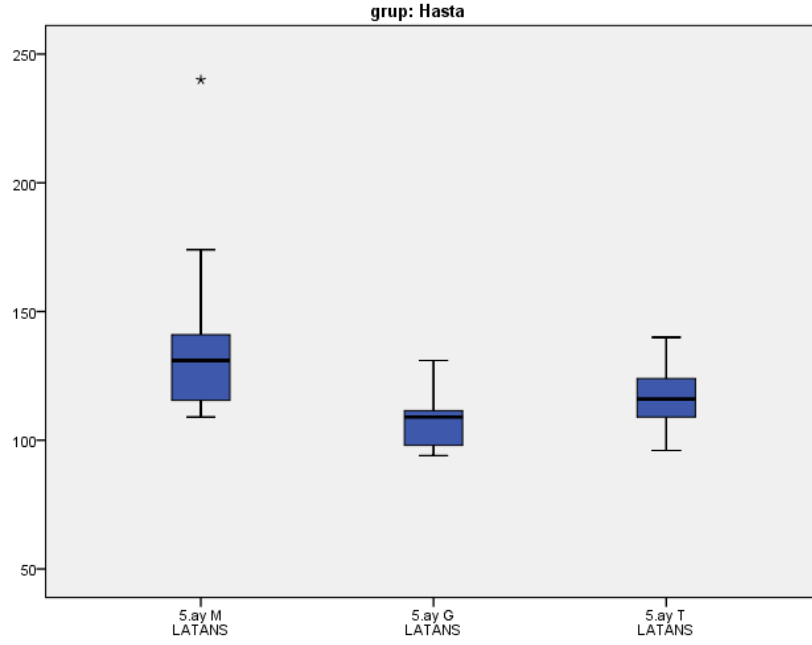


Şekil 60: Beşinci Ay T Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

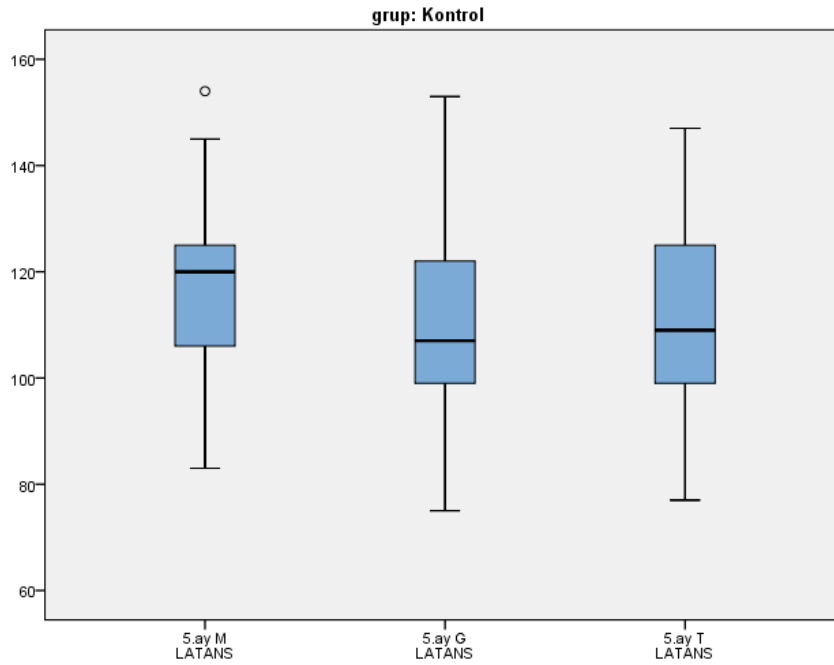
Koklear implantlı gruptaki çocukların 5. ay ölçülen ACA skoru, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 61: Beşinci Ay ACA Skorlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 62: Koklear İmplantlı Grupta 5. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı



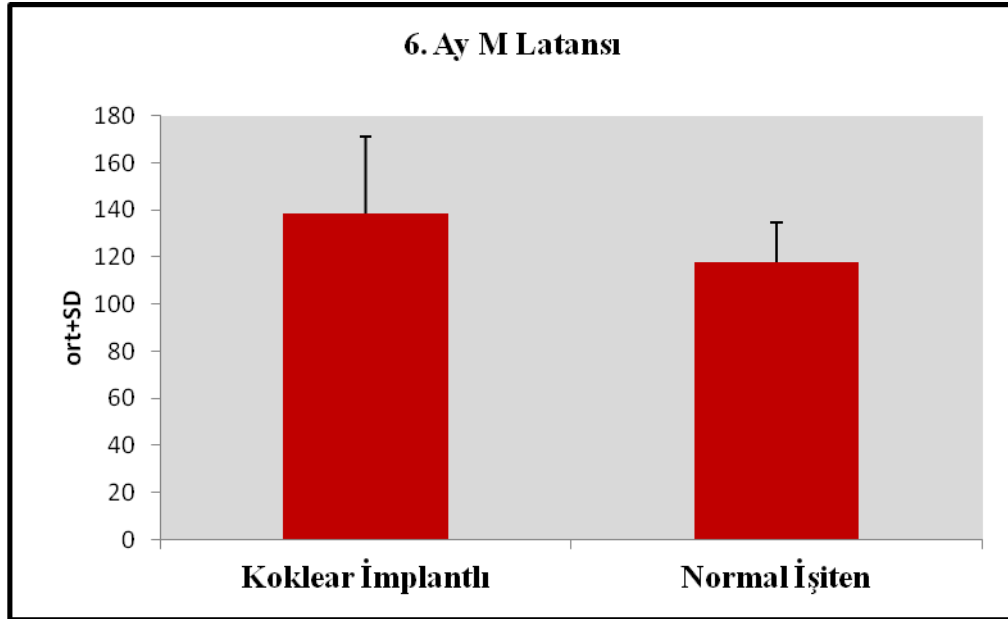
Şekil 63: Normal İşiten Kontrol Grubunda 5. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı

Tablo 12: Gruplara Göre 6. Ay M, G, T ve Toplam Latans Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

6. Ay Ölçümler	n	Koklear İmplantlı	n	Normal İşiten Kontrol Grubu	p
M Latans		138,75±32,27		117,86±17,00	
Ort±Ss					
Min-Max (Medyan)	12	98-223 (132,5)	29	83-154 (120,0)	^b 0,032*
G Latans		109,80±12,61		109,72±18,40	
Ort±Ss					
Min-Max (Medyan)	15	89-134 (107,0)	29	75-153 (107,0)	^a 0,989
T Latans		113,35±32,85		112,21±19,90	
Ort±Ss					
Min-Max (Medyan)	17	11-186 (115,0)	29	77-147 (109,0)	^b 0,374
6.ay ACA Skoru		4,94±1,34		5,90±0,56	
Ort±Ss					
Min-Max (Medyan)	17	1-6 (5,0)	29	3-6 (6,0)	^b 0,001**

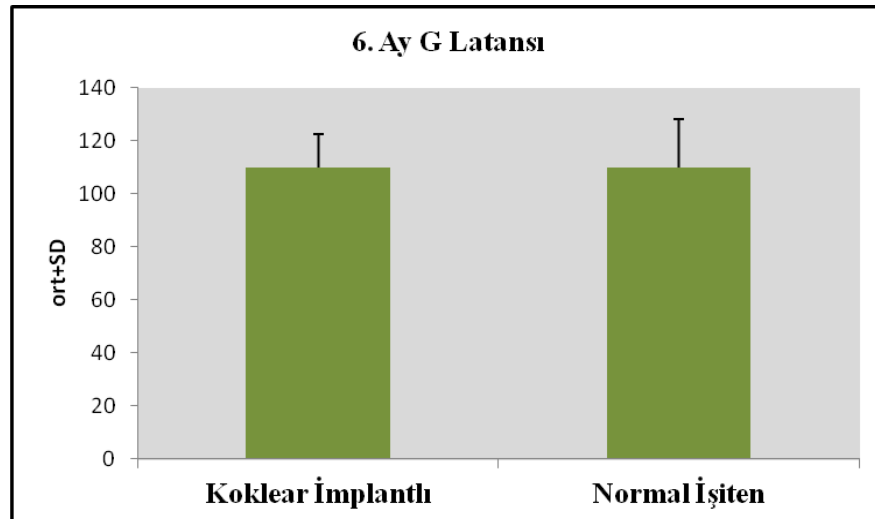
^aStudent-t Test ^bMann Whitney U Test *p<0,05

Koklear implantlı gruptaki çocukların 6. ay ölçülen M Latans değeri, normal işiten kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır (p=0,032; p<0,05).



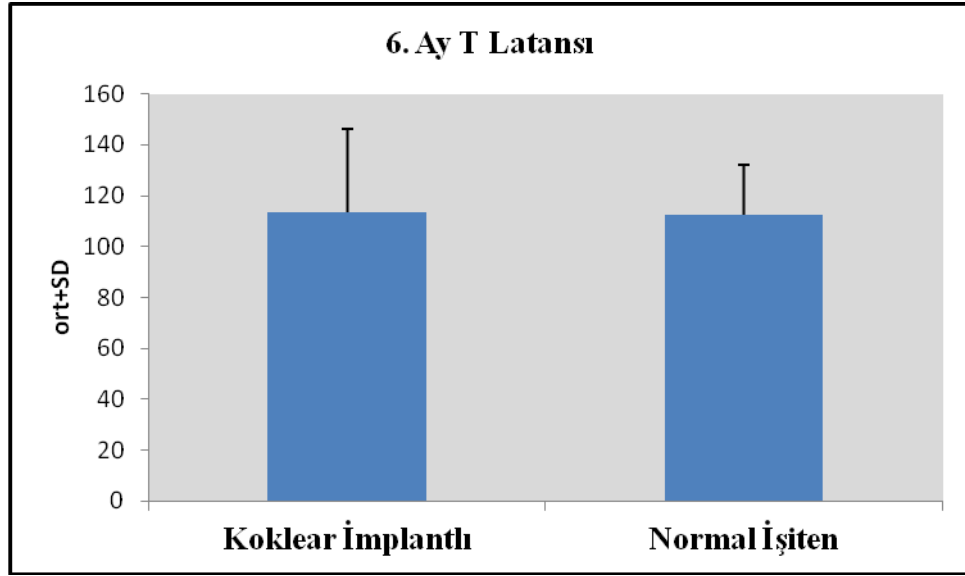
Şekil 64: Altıncı Ay M Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Gruplara göre çocukların 6. ay ölçülen G Latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).



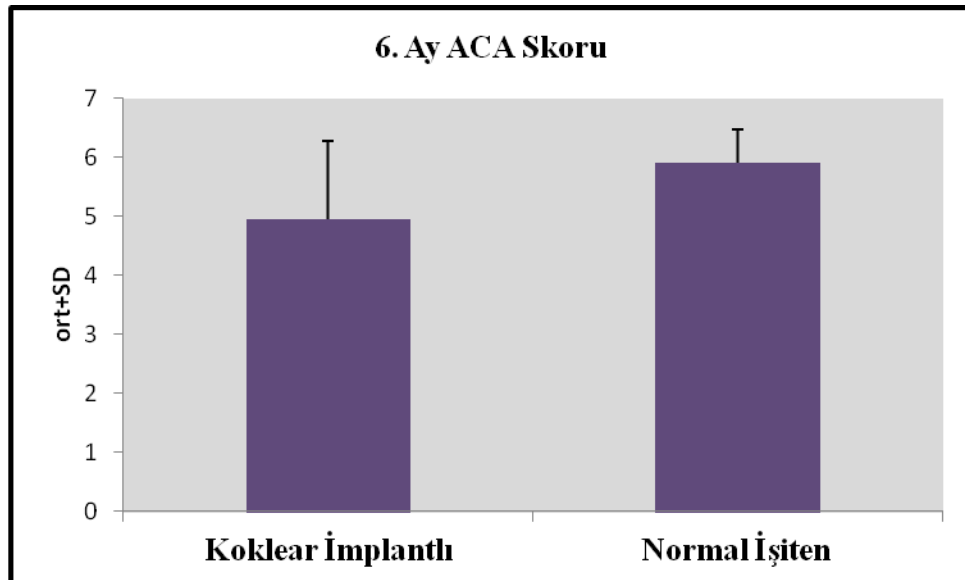
Şekil 65: Altıncı Ay G Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

Gruplara göre çocukların 6. ay ölçülen T Latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

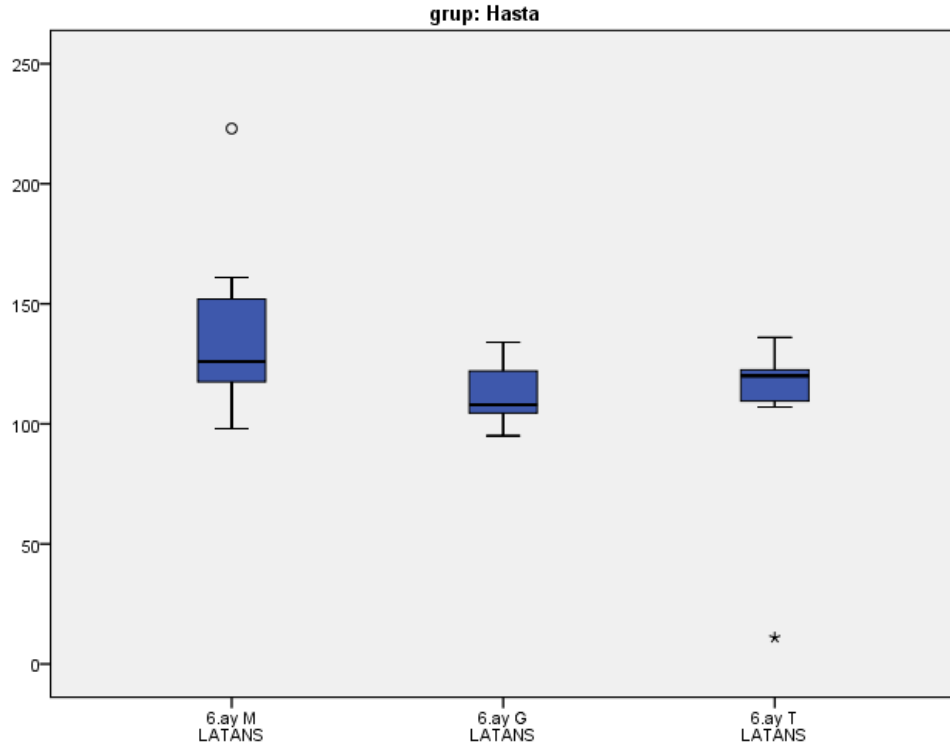


Şekil 66: Altıncı Ay T Latansı Ölçümlerinin Gruplara Göre Dağılımı

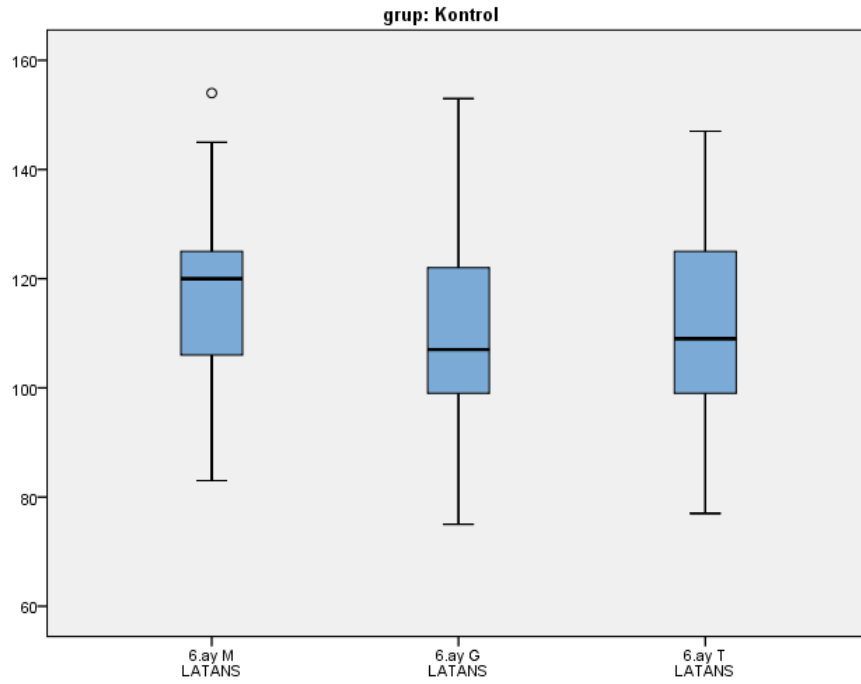
Koklear implantlı gruptaki çocukların 6. ay ölçülen ACA skoru kontrol grubu çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 67: Altıncı Ay ACA Skorlarının Gruplara Göre Dağılımı



Şekil 68: Koklear İmplantlı Grupta 6. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı



Şekil 69: Normal İşiten Kontrol Grubunda 6. Ay Latans Ölçümleri Dağılımı

Koklear İmplantlı Grupta, Takiplere Göre Değerlendirmeler

Tablo 13: Koklear İmplantlı Grupta 1. Hafta Ölçümüne Göre 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. Ay M Latans Ölçümlerindeki Değişimin Değerlendirilmesi

	M Latans		Fark	^c p
	n	Ort±Ss		
1. Hafta	4	306,75±129,04		
1. Ay	4	171,50±25,75	135,25±154,74	0,068
1. Hafta	5	262,80±49,76		
2. Ay	5	159,20±30,10	103,60±35,29	0,043*
1. Hafta	5	323,80±101,88		
3. Ay	5	154,00±27,16	169,80±120,76	0,043*
1. Hafta	5	282,40±92,17		
4. Ay	5	176,40±109,29	106,00±37,92	0,043*
1. Hafta	7	273,71±36,18		
5. Ay	7	147,86±46,03	125,86±14,95	0,018*
1. Hafta	2	262,50±24,75		
6. Ay	2	140,50±20,51	122,00±4,24	-

^cWilcoxon Signed Ranks Test *p<0,05

Çalışmaya katılan çocukların birinci hafta M Latans ölçümüne göre birinci ay M Latans ölçümündeki ortalama 135,25 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte dikkat çekici olarak saptanmıştır (p=0,068; p>0,05).

Çalışmaya katılan çocukların birinci hafta M Latans ölçümüne göre 2. ay M Latans ölçümündeki ortalama 103,60 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,043; p<0,05).

Çalışmaya katılan çocukların birinci hafta M Latans ölçümüne göre 3. ay M Latans ölçümündeki ortalama 169,80 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,043; p<0,05).

Çalışmaya katılan çocukların birinci hafta M Latans ölçümüne göre 4. ay M Latans ölçümündeki ortalama 106,00 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,043; p<0,05).

Çalışmaya katılan çocukların birinci hafta M Latans ölçümüne göre 5. ay M Latans ölçümündeki ortalama 125,86 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,018$; $p<0,05$).

Çalışmaya katılan çocukların birinci hafta M Latans ölçümüne göre 6. ay M Latans ölçümünde ortalama 122,00 birimlik düşüş saptanmıştır.

Tablo 14: Koklear İmplantlı Grupta Birinci Hafta Ölçümüne Göre 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. Ay G Latans Ölçümlerindeki Değişimin Değerlendirilmesi

	G Latans		Fark	p
	n	Ort±Ss		
1. Hafta	17	271,70±67,32	138,17±73,13	^d 0,001**
1. Ay	17	133,53±12,34		
1. Hafta	16	237,00±76,05	108,81±78,87	^c 0,001**
2. Ay	16	128,19±17,07		
1. Hafta	22	258,82±83,86	130,59±90,21	^d 0,001**
3. Ay	22	128,23±22,14		
1. Hafta	17	257,00±76,92	141,94±72,31	^d 0,001**
4. Ay	17	115,06±17,03		
1. Hafta	16	251,56±66,55	140,88±69,70	^d 0,001**
5. Ay	16	110,69±13,11		
1. Hafta	11	280,55±80,73	172,73±83,06	^c 0,003**
6. Ay	11	107,82±13,36		

^cWilcoxon Signed Ranks Test

^dPaired Samples Test ** $p<0,01$

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta G Latans ölçümüne göre 1. ay G Latans ölçümündeki ortalama 138,17 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta G Latans ölçümüne göre 2. ay G Latans ölçümündeki ortalama 108,81 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta G Latans ölçümüne göre 3. ay G Latans ölçümündeki ortalama 130,59 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta G Latans ölçümüne göre 4. ay G Latans ölçümündeki ortalama 141,94 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta G Latans ölçümüne göre 5. ay G Latans ölçümündeki ortalama 140,88 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta G Latans ölçümüne göre 6. ay G Latans ölçümündeki ortalama 172,73 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,003$; $p<0,01$).

Tablo 15: Koklear İmplantlı Grupta Birinci Hafta Ölçümüne Göre 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. Ay T Latans Ölçümlerindeki Değişimin Değerlendirilmesi

	T Latans		Fark	p
	n	Ort±Ss		
1. Hafta	26	279,19±77,20	115,15±88,28	^c 0,001**
1. Ay	26	164,03±46,80		
1. Hafta	18	252,22±78,05	114,00±77,78	^d 0,001**
2. Ay	18	138,22±13,91		
1. Hafta	25	283,16±69,19	159,04±69,58	^d 0,001**
3. Ay	25	124,12±14,12		
1. Hafta	19	294,16±70,10	175,11±68,14	^d 0,001**
4. Ay	19	119,05±10,66		
1. Hafta	17	270,53±67,01	154,18±65,03	^d 0,001**
5. Ay	17	116,35±11,63		
1. Hafta	13	289,54±78,71	175,08±73,15	^c 0,001**
6. Ay	13	114,46±10,42		

^cWilcoxon Signed Ranks Test

^dPaired Samples Test

** $p<0,01$

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta T Latans ölçümüne göre 1. ay T Latans ölçümündeki ortalama 115,15 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

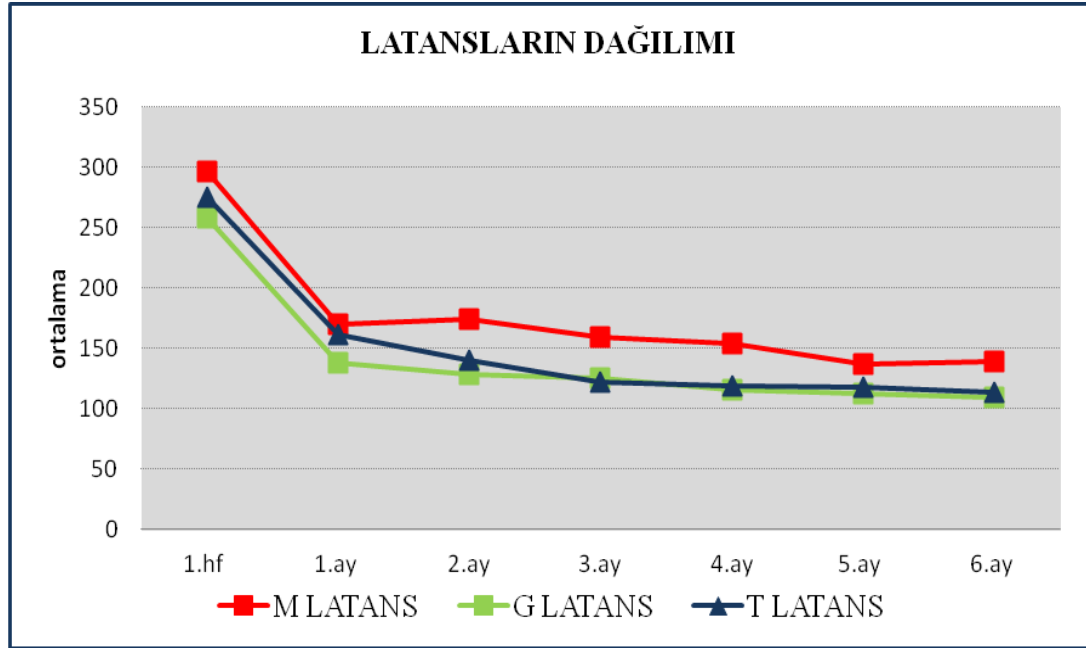
Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta T Latans ölçümüne göre 2. ay T Latans ölçümündeki ortalama 114,00 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta T Latans ölçümüne göre 3. ay T Latans ölçümündeki ortalama 159,04 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

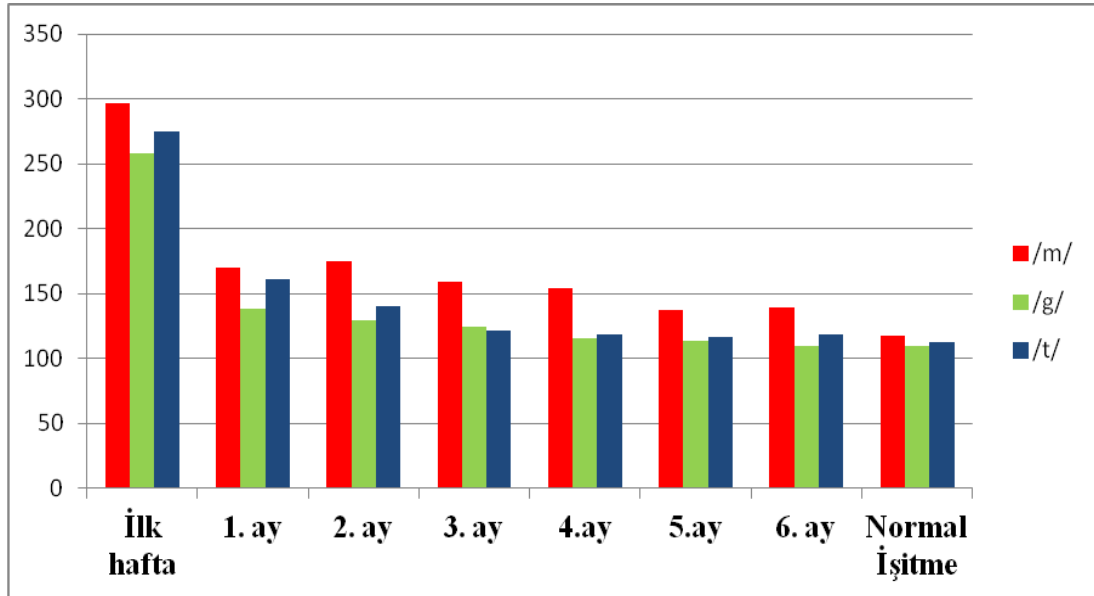
Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta T Latans ölçümüne göre 4. ay T Latans ölçümündeki ortalama 175,11 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta T Latans ölçümüne göre 5. ay T Latans ölçümündeki ortalama 154,18 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

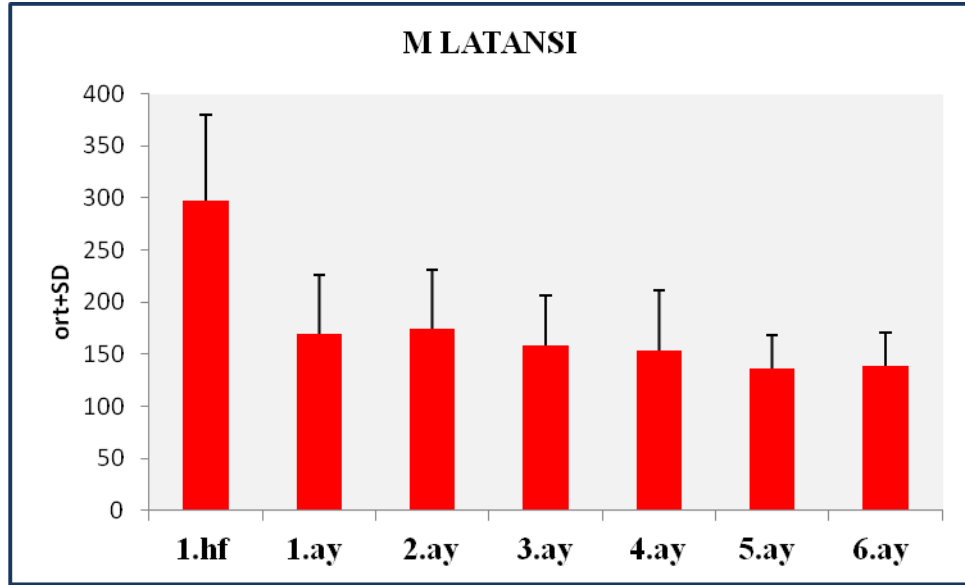
Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta T Latans ölçümüne göre 6. ay T Latans ölçümündeki ortalama 175,08 birimlik düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).



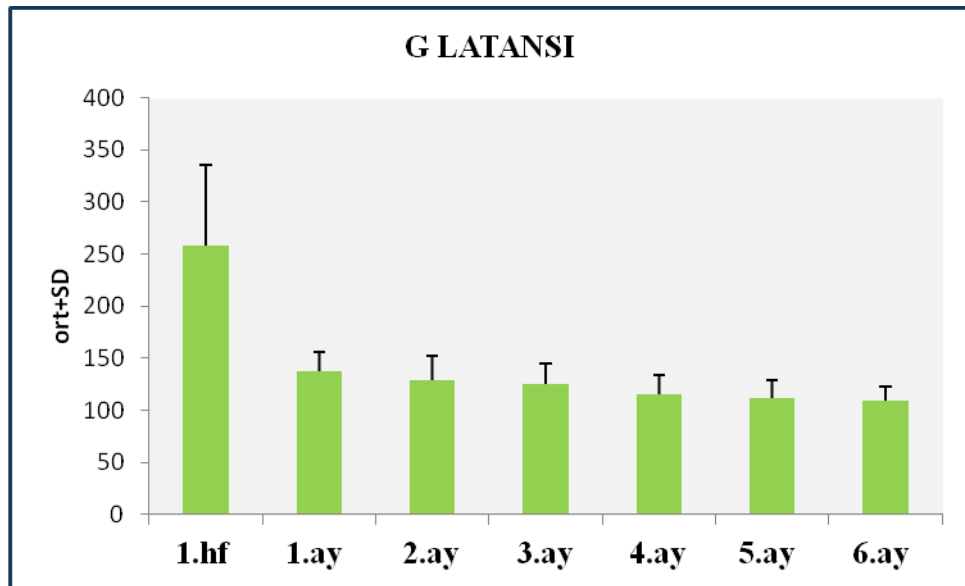
Şekil 70: Ortalama Latans Değerlerinin ACA Aralıklarına Göre Dağılımı



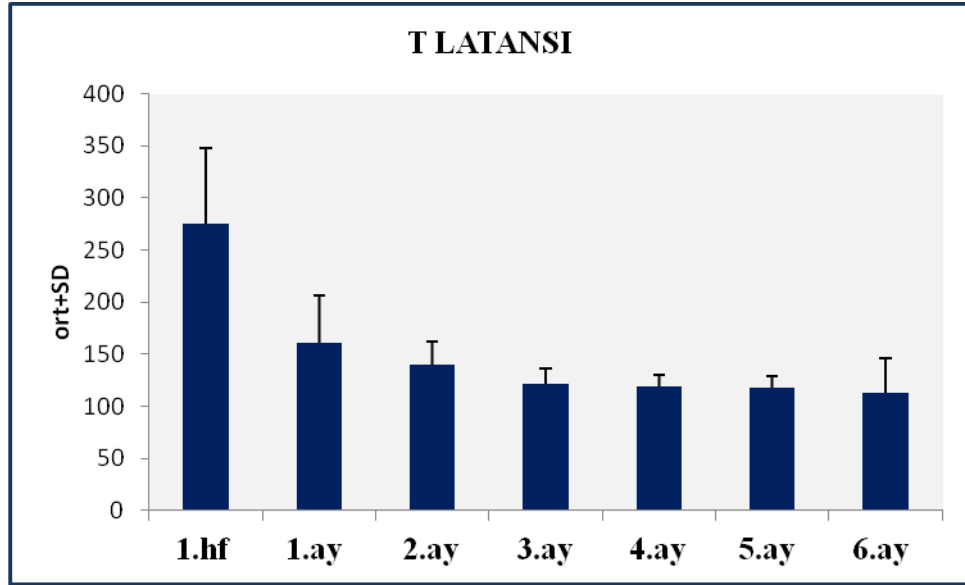
Şekil 71: Ortalama Latans Değerlerinin ACA Aralıklarına Göre Dağılımı ve Normal İşiten Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması



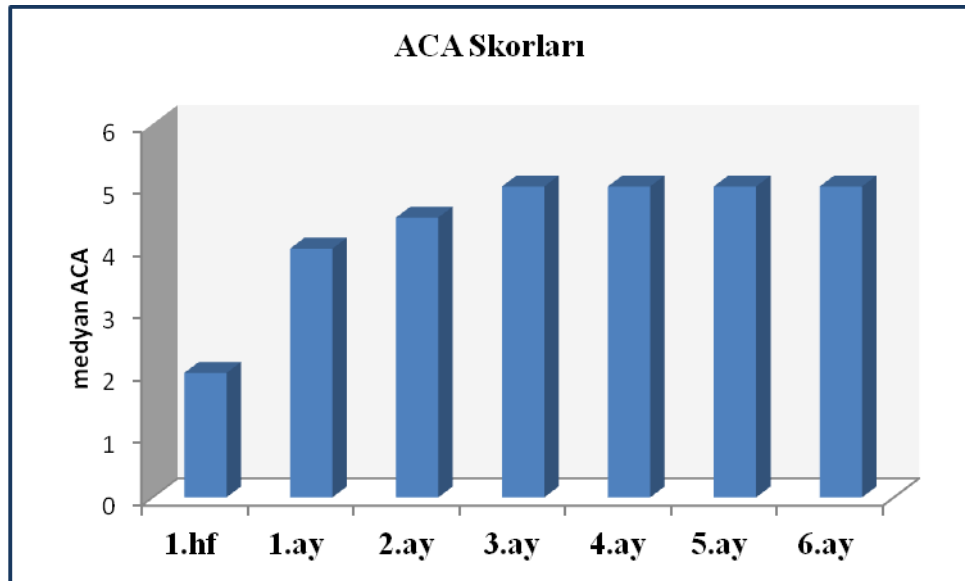
Şekil 72: ACA aralıklarına göre M Latansının Dağılımı



Şekil 73: ACA aralıklarına göre G Latansının Dağılımı



Şekil 74: ACA aralıklarına göre T Latansının Dağılımı



Şekil 75: ACA aralıklarına göre ACA Skorlarının Dağılımı

Tablo 16: Koklear İmplantlı Grupta Birinci Hafta Ölçümüne Göre 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. Ay ACA Skorlarındaki Değişimin Değerlendirilmesi

	ACA Skoları		Fark	^c p
	n	Ort±Ss		
1. Hafta	31	2,16±1,03	-1,32±1,70	0,001**
1. Ay	31	3,48±1,44		
1. Hafta	28	2,03±1,10	-1,86±1,78	0,001**
2. Ay	28	3,89±1,96		
1. Hafta	30	2,17±1,12	-2,57±1,67	0,001**
3. Ay	30	4,73±1,31		
1. Hafta	24	1,96±1,23	-2,87±1,39	0,001**
4. Ay	24	4,83±1,24		
1. Hafta	21	2,14±1,11	-2,85±1,23	0,001**
5. Ay	21	5,00±1,00		
1. Hafta	16	1,87±1,08	-3,00±1,46	0,001**
6. Ay	16	4,87±1,36		

^cWilcoxon Signed Ranks Test **p<0,01

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta ACA skorlarına göre 1. ay ACA Skorlarında ortalama 1,36 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta ACA skorlarına göre 2. ay ACA Skorlarında ortalama 2,37 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta ACA skorlarına göre 3. ay ACA Skorlarında ortalama 2,65 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta ACA skorlarına göre 4. ay ACA Skorlarında ortalama 2,87 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta ACA skorlarına göre 5. ay ACA Skorlarında ortalama 2,85 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Çalışmaya katılan çocukların 1. hafta ACA skorlarına göre 6. ay ACA Skorlarında ortalama 3,00 birimlik artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

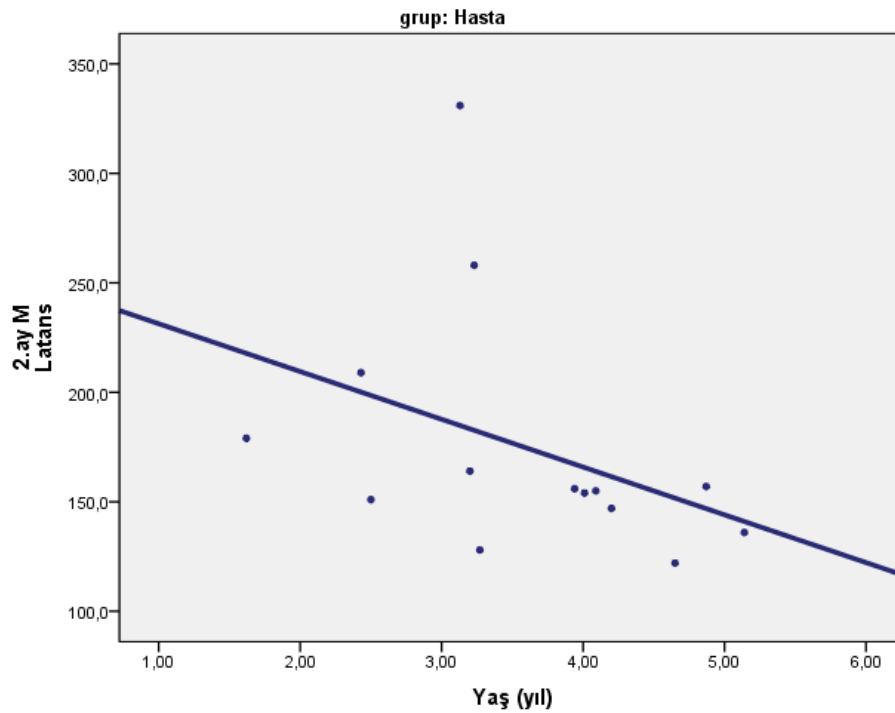
Tablo 17: Koklear İmplantlı Grupta, Yaşlara Göre Latans Ölçümleri Korelasyonu

Koklear İmplantlı Grup		M LATANSI	G LATANSI	T LATANSI
Yaş-Latans				
1.hf	r	-0,100	-0,053	-0,218
	p	0,733	0,768	0,196
	n	14	33	37
1.ay	r	0,358	-0,116	0,176
	p	0,310	0,599	0,361
	n	10	23	29
2.ay	r	-0,600	-0,241	-0,086
	p	0,023*	0,256	0,690
	n	14	24	24
3.ay	r	0,239	-0,202	-0,285
	p	0,340	0,284	0,120
	n	18	30	31
4.ay	r	0,083	-0,038	-0,100
	p	0,750	0,856	0,643
	n	17	25	24
5.ay	r	-0,028	-0,094	-0,183
	p	0,918	0,668	0,416
	n	16	23	22
6.ay	r	-0,014	-0,202	-0,129
	p	0,966	0,470	0,622
	n	12	15	17

r: Spearman korelasyon katsayısı

* $p<0,05$

Takiplerdeki M latans değerleri ile olguların yaşları arasında ilişkiler değerlendirildiğinde, 1.hf ve 1.ay ile yaş arasında anlamlı ilişki saptanmazken ($p>0,05$); 2.ay M latans ölçümleri ile yaş arasında negatif yönde (yaş arttıkça M latans düşmekte) %60 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($r=-0.600$; $p=0.023$, $p<0.05$). Üçüncü ay, 4.ay, 5.ay ve 6.ay M latans ölçümleri ile yaş arasında anlamlı ilişki görülmemektedir ($p>0,05$).



Şekil 76: Koklear İmplantlı Grupta, Yaşlara Göre 2. Ay M Latansı Ölçümleri Korelasyonu

Takiplerdeki G latans değerleri ile olguların yaşları arasında ilişkiler değerlendirildiğinde, 1.hf ve 1.ay, 2.ay, 3.ay, 4.ay, 5.ay ve 6.ay G latans ölçümleri ile yaş arasında anlamlı ilişki görülmemektedir ($p>0,05$).

Takiplerdeki T latans değerleri ile olguların yaşları arasında ilişkiler değerlendirildiğinde yine, 1.hf ve 1.ay, 2.ay, 3.ay, 4.ay, 5.ay ve 6.ay T latans ölçümleri ile yaş arasında anlamlı ilişki görülmemektedir ($p>0,05$).

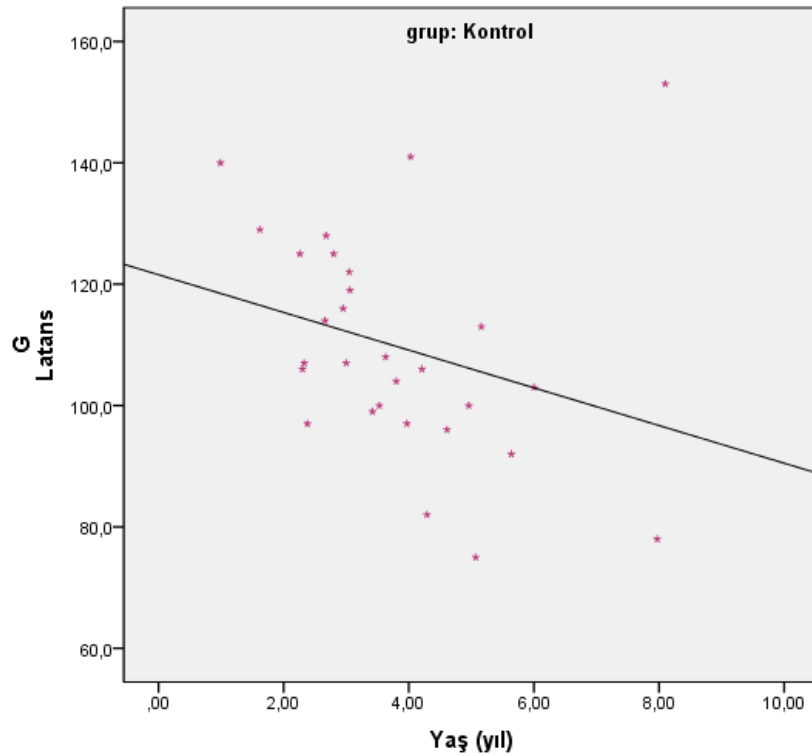
Tablo 18: Normal İşiten Kontrol Grubunda, Yaşlara Göre Latans Ölçümleri Korelasyonu

Yaş-Latans		M LATANS	G LATANS	T LATANS
Kontrol	r	-0,285	-0,463	-0,187
Grup	p	0,134	0,011*	0,332
	n	29	29	29

r:Spearman korelasyon katsayısı

* $p < 0,05$

Normal İşiten kontrol grubu olguların Mve T latans değerleri ile olguların yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmazken ($p > 0,05$); G latans ile yaş arasında negatif yönlü %46,3 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($r = -0,463$; $p = 0,011$; $p < 0,05$).



Şekil 77: Normal İşiten Kontrol Grubunda, Yaşlara Göre G Latansı Ölçümleri Korelasyonu

Koklear implant kullanıcıları grubunda farklı uzunluklarda farklı elektrot tipleri kullanılmıştır. 18 KI kullanıcısı diğer kullanıcılara göre koklear implant kullanım süresinden 8 hafta geçmeden 5 ve 6 ACA puan alarak daha yüksek performans göstermiştir. Bu 18 KI kullanıcısının elektrot tipleri incelendiğinde birbirinden farklı elektrot tipleri kullanıldığından, elektrot tiplerinin ACA puanının değişmesinde etkili olmadığı düşünülmüştür.

Koklear Implantlı çocukların 204 ACA ölçümü gerçekleştirilmiştir. Koklear implantlı çocuklara ilk 6 ay içerisinde median olarak 4 kez ACA yapılmıştır. 1. Aralıktan sonra beklenen P1 cevapları elde edilmeyince kontrol ayar yapıldıktan sonra yeniden 54 ACA ölçümü gerçekleştirilmiştir.

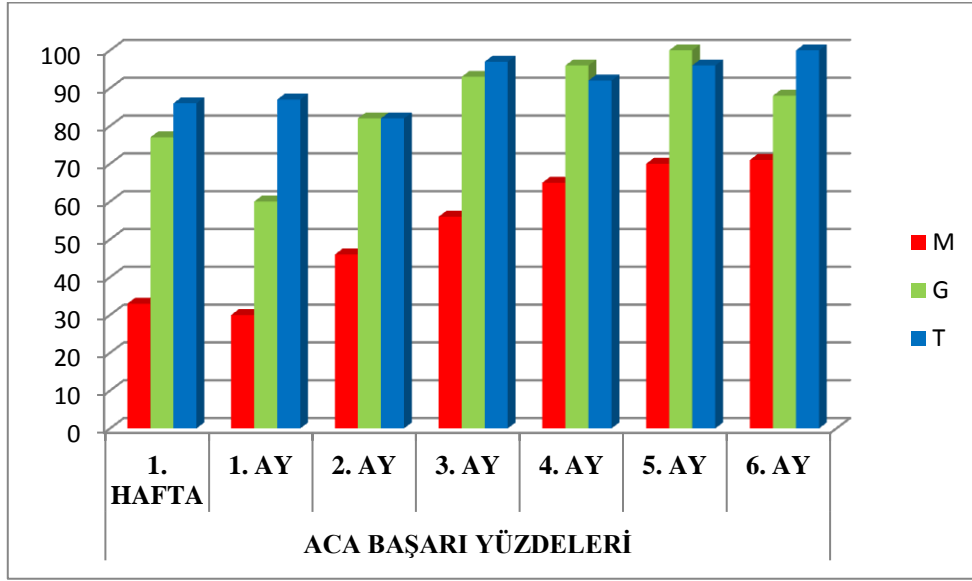
Tablo 19: KI kullanan çocuklara göre yapılan ACA sayısı

KI Kullanıcısı Sayısı	16	8	6	11	4
Yapılan ACA Sayısı	3	4	5	6	7

Normal işiten kontrol grubu çocuklar median olarak 6 ACA puanı almıştır. Normal işiten çocuklarda çalışmaya alınmama kriterleri nedeniyle elenen çocuklar olduğu için 29 çocukta ölçümler sırasında herhangi bir problem yaşanmamıştır.

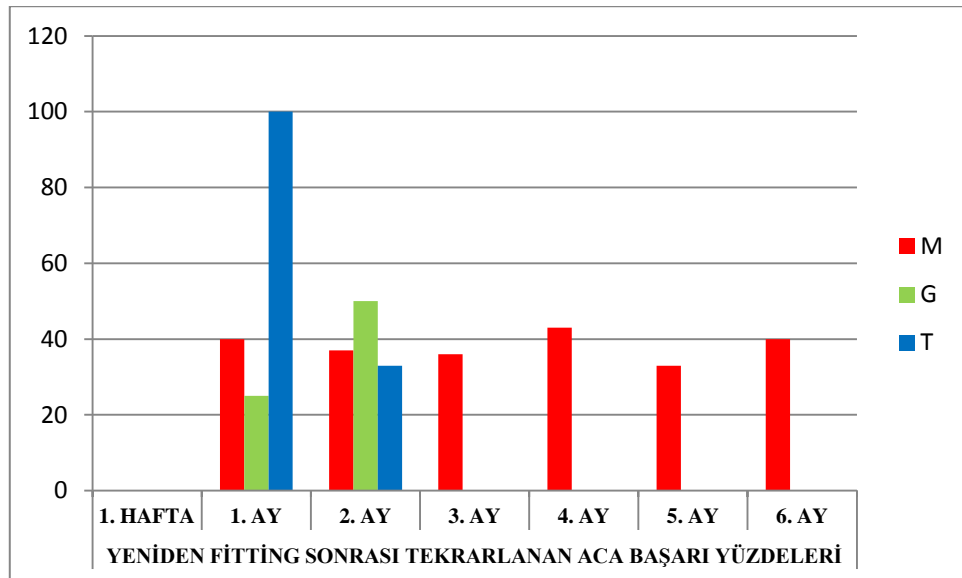
Çalışma sırasında yapılan ACA ölçümlerinde koklear implant kullanıcılarının hiç birinde artifakt gözlenmemiştir, bu durum yapılan fitting programının uygunluğunu ve kullanılan elektriksel uyarımın herhangi bir artifakta neden olmadığını göstermektedir.

ACA başarı yüzdelerini hesaplamak için her aralıktaki ACA ölçümleri toplanıp, elde edilemeyen P1 cevapları çıkarılmış ve alınan P1 cevapları ile yüzde oranları hesaplanmıştır.



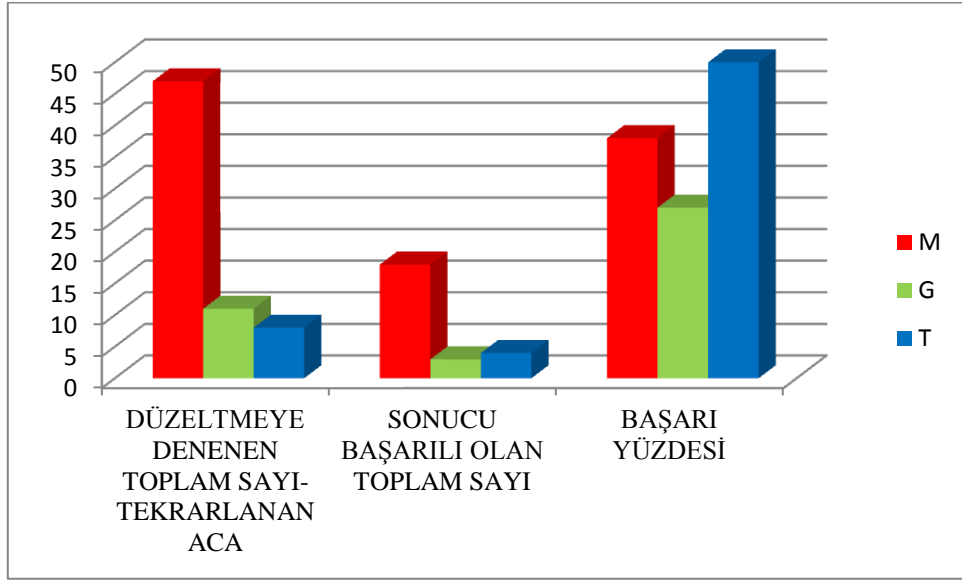
Şekil 78: ACA Başarı yüzdeleri

Yeniden fitting sonrası tekrarlanan ACA sayısı ile elde edilen P1 cevaplarının başarı yüzdeleri hesaplanmıştır.



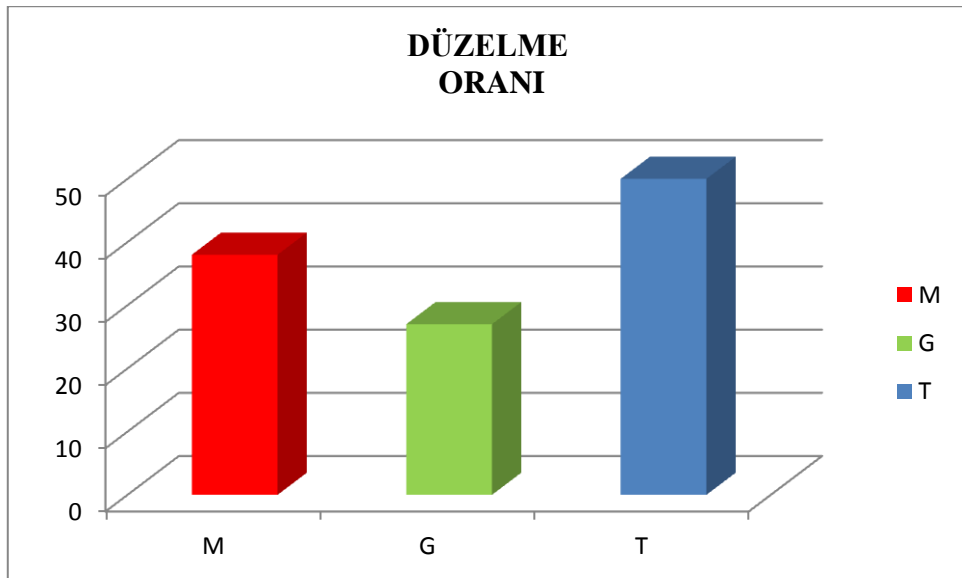
Şekil 79: Yeniden Fitting Sonrası Tekrarlanan ACA Başarı Yüzdeleri

ACA seansları sırasında elde edilmeyen uyarılar için toplam ACA sayısı hesaplanarak, tekrarlanan ACA sonrası elde edilen P1 cevaplarına göre elde edilen başarı yüzdeleri hesaplanmıştır.



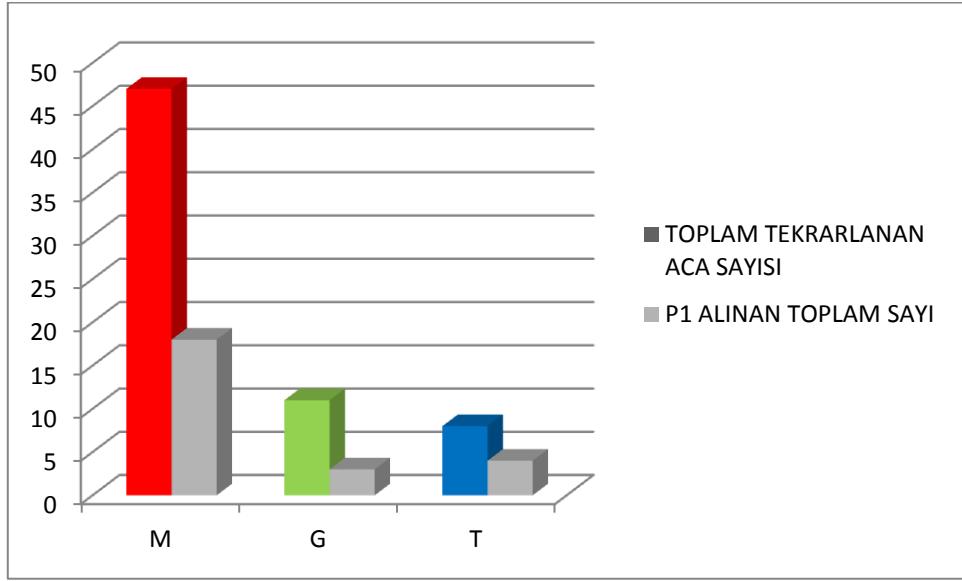
Şekil 80: /m/ /g/ /t/ Uyarınları İçin Başarı Yüzdeleri

Her aralıkta /m/ /g/ /t/ uyarınları için toplam tekrarlanan ACA sayısının yeniden fitting sonrası alınan P1 cevaplarına oranı yüzde olarak hesaplanmıştır.



Şekil 81: /m/ /g/ /t/ Uyarınları İçin Düzeltme Oranı

Şekil 82’de her bir uyarın için ayrı ayrı toplam tekrarlanan ACA sayısının oranının, P1 alınan toplam sayıya oranı, hangi uyarının yeniden fitting yaparak elde edilen başarısını göstermektedir.



Şekil 82: /m/ /g/ /t/ Uyarıların İçin Tekrarlanan ACA Başarı Sayısı

Koklear implant kullanan çocuklarının ilk fitting seansından sonra bir hafta içinde yapılan ölçümlerde elde edilen median ACA skorunun 2, birinci ayda 3.5, ikinci ayda 4, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı ayda 5 olması koklear implantlı çocukların KI kullanım süresinin 3. ve 4. Ayından sonra normal işiten akranlarının latans değerlerine ulaştığını göstermektedir. Koklear implantlı çocukların tamamının işitsel maturasyon için kritik yaş olan 3.5-4 öncesi implantasyon yapıldığı görülmüştür.

ACA skoru olarak elde edilen 5, bütün konuşma uyarılarında (m/g/t) uygulanan P1 latansının 2 tanesinin normal, 1 tanesinin referans alanın dışında olduğunu göstermektedir. Bu durum /m/ uyarının latansının biraz uzun elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. KI kullanıcılarının ilk aktivasyondan bir ay içinde /m/g/t/ latansları önemli ölçüde kısaltmaya başlamıştır. 3-4 ay içinde /g/ ve /t/ latansları normal işiten çocukların latanslarına yaklaşmıştır, /m/ latansının kısaltması uzun zaman almaktadır. KI kullanım süresinin 6 ay geçmesiyle ancak normal işiten çocuklara ulaştığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Normal işiten çocuklardan elde edilen sonuçlarla bu konuda oluşturulacak normatif veritabanına bir ön hazırlık olacağı ve yaşa göre beklenen P1 latansının hesaplanabileceği belirlenmiştir.

ACA ölçümleri ile çocukların işitme cihazı performanslarını santral işitsel sistem maturasyonu üzerinden değerlendirme olanağı sağladığı için implantasyon öncesi işitme cihazı kullanan küçük yaştaki çocukların davranışsal olarak güvenilir biçimde değerlendirilemediği için uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu nedenden dolayı çalışmadaki 45 KI kullanıcısının farklı marka işitme cihazı kullanan 20'sinde KI ses işlemcisi olmadan sadece karşı kulakta işitme cihazı ile 55 dB SPL seviyesinde ACA değerlendirmeleri yapılmıştır. Sadece 3 çocukta bazı P1 cevapları elde edilmiştir. 2 çocukta /m/ ve /t/ latansları geç elde edilirken diğer çocukta /t/ uyarısına karşı P1 cevabı oluşmuştur fakat onunda latansı geç olarak elde edilmiştir. 20 çocuktan toplam 5 ACA puanı ancak elde edilmiştir. Bu durum erken yaşta tanılanıp işitme cihazı kullanan çocukların işitsel maturasyon açısından normal işitmeye sahip akranlarına yetişebilmeleri için kritik dönem geçmeden implantasyon yapılması gerektiğini desteklemektedir.

Bu çalışmanın sonucu, 4 yaş altında koklear implantasyon gerçekleştirilen ve objektif fitting metodu olan eSRT ile fitting programı yapılan KI kullanıcılarının implant kullanım süresinden 3-4 ay sonra santral işitsel maturasyon yönünden normal işiten akranların seviyelerine ulaştığını göstermektedir.

6. TARTIŞMA

Çalışmada 4 yaş altındaki koklear implant kullanıcılarında yapılan ACA ölçümleri ile elde ettiğimiz sonuçlar literatürde yapılan araştırmaları destekler niteliktedir. Sharma ve Dorman (2006) yaptıkları çalışmada en az 6 ay boyunca koklear implantlar ile işitsel siniri elektriksel stimülasyona maruz kalan 245 doğuştan işitme engelli çocuktan elde edilen CAEP içerisinde P1 tepe değerindeki latansları değerlendirmişlerdir. 7 yıldan uzun bir süre sestem mahrum kalan çocuklar geciken P1 latansları göstermiştir. 3.5-7 yıl arasında mahrumiyet yaşayan çocukların yarısı normal P1 latanslarına sahiptir ve 3,5 yıldan daha kısa yoksunluk yaşayan çocukların neredeyse tamamı normal P1 latansları göstermiştir. Bu sonuçlar önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile tutarlıdır ve santral işitsel yolların erken dönem çocuklukta yaklaşık 3.5 yıl boyunca en çok plastik olduğuna (işitsel stimülasyona yanıt olarak) işaret etmektedir.

Stimülasyon ilgili dönemde tahsis edilirse, P1 latans ve morfolojisi stimülasyon başlangıcını takip eden 3-6 ay arasında yaşa göre normal değerlere ulaşmaktadır. Ancak, stimülasyon 7 yıldan uzun süre tahsis edilmezse, çocuklar implant kullanımından yıllar sonra bile geciken ve anormal P1 yanıtları vermektedir, bu durum işitsel stimülasyona yanıt olarak işitsel yolların plastisitesinin bu yaştan sonra büyük oranda azaldığını göstermektedir. (Sharma ve Dorman 2006)

Literatüründe gösterdiği gibi koklear implantasyonun yaşı kritik dönem olan 3.5-4 yaş arası olduğu için çalışma 4 yaş altında çocukların santral işitsel maturasyonu incelenmek üzere planlanmıştır. Daha büyük çocuklarda elde edilen P1 latanslarının çok uzun sürelerde KI kullanılmasına rağmen normal işiten akranlarına ulaşamayacağı için çalışmaya alınmamıştır.

İUKP latans cevapları, santral işitsel sistemin üst düzey fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu cevapların elde edilmesi, sesin işitsel kortekse ulaşip, işlemlendiği ve algılandığı gösterir. İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller, işitme yollarının maturasyonunun değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle P1 latansının yaş ilerledikçe kısılması, işitme yollarını maturasyonunun önemli göstergelerinden biridir. (Sharma et al, 1997; Cunningham et al, 2000, Stapells, 2009; McArthur & Bishop, 2002)

Bu çalışmada koklear implant kullanıcıları ve normal işiten çocuklar karşılaştırılmıştır. İşitsel maturasyonun göstergesi olarak P1 latansının koklear implant kullanıcılarında araştırıldığı bir çalışmada, çocuklarda işitsel deprivasyon süresi uzadıkça P1 latansında artış görüldüğü belirtilmiştir. (Ponton et al, 1996) Literatürün desteklediği çalışmaya dahil edilen çocukların yaşları da dikkate alınarak her iki grup birbirleriyle işitsel uyarılmış kortikal potansiyellerin P1 komponenti kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

P1 latansı normal işiten bir yenidoğanda ortalama 300ms iken yaşamın ilk 2-3 yılında görülen değişim ile birlikte, 3 yaş sonunda ortalama 125 ms'ye düşer. Yaşla birlikte azalmaya devam eden P1 latansı, normal işiten genç bir yetişkinde 60 ms civarındadır. (Sharma & Dorman 2006).

Uyaranın şiddeti arttıkça İUGP komponentlerinin amplitütleri lineer olarak artmakta ve latansları kısalmaktadır (Bak et al 1985). Literatürdeki bu bilgiler doğrultusunda ACA ölçümleri HEARLab ile serbest alanda hafif günlük konuşma şiddeti olarak tanımlanan 55dB SPL seviyesinde gerçekleştirilmiştir. Her denek için aynı şiddet seviyesinde ölçüm gerçekleştirilmiştir.

Kişinin uyku ve uyanıklık durumu erken latanslı işitsel uyarılmış potansiyellerin aksine İUGP'yi belirgin şekilde etkilemektedir. Uyku durumunda elde edilen cevapların latansları artarken, amplitütleri İUGP komponentlerine göre değişiklik göstermektedir (Hall 2007, Ponton, Eggermont 1996). ACA ölçümleri çok küçük yaştaki çocuklara yapıldığı için seanslar öncesi ailelere bu konuda bilgi verilmiştir. Teste başlamadan önce mutlaka çocukların uyku saatleri dışında bir randevu verilmeye çalışılmıştır veya uykusu olan çocuklara test gerçekleştirilmeyip başka bir zamana ertelenmiştir.

Konuşma uyararı, EcochG, ABR ve MLR'nin aksine İUGP cevaplarını ortaya çıkarmak açısından oldukça etkilidir. Yapılan İUGP çalışmalarında doğal ve yapay sesler, heceler ve kelimelerin İUGP'yi ortaya çıkarmak için kullanılabilmesi gösterilmiştir (Kurtzberg 1989, Sharma and Dorman 2000, Trembley et al 2003). Araştırmalarında desteklediği gibi çalışmada HEARLab'ın ACA modülünde kullanılan konuşma sesi kaydından alınmış, dominant enerji spektrumu farklı frekans bantlarında olan, alçak frekans bilgisi taşıyan /m/ (200-500 Hz) ,orta frekans bilgisi taşıyan /g/ (800-1600 Hz) ve yüksek frekans bilgisi

taşıyan /t/ (2000-8000 Hz) olmak üzere 3 farklı konuşma uyararı kullanılmıştır.

Konuşma uyarıları içinde /m/ uyararının diğerlerine göre daha uzun sürede elde edilmesinin nedeninin alçak frekans kullanım süresine bağlı olduğu 6 ayın sonunda KI kullanıcılarının normal işiten akranlarına ancak yetişebildiği ortaya çıkmıştır.

Koklear implantlı grupta yapılan ACA ölçümleri sırasında P1 cevabı elde edilmeyen uyarılar için kullanıcıya tekrar fitting yapılmıştır. Tekrarlanan fittinglerden sonra yapılan ACA ölçümlerinde her zaman başarılı olunamamış, cevap elde edilemeyen P1 yanıtları fitting kontrolü yapılmasına rağmen elde edilememiştir. Bu durumun koklear implant kullanım süresine bağlı olduğunu ve doğru fitting yapılmasına rağmen gerekli kullanım süresinin geçmesi gerektiği için zamana ihtiyaç olduğunu desteklemektedir. Sharma ve Dorman (2006) 3-6 aylık KI kullanımdan sonra normal işiten çocukların latanslarına ulaşılabileceğini belirtmişlerdir.

Her elde edilemeyen P1 cevabında kullanıcının fitting programında değişiklik yapılamamıştır. Objektif ESRT fitting metodu ile yeni fitting yapılmış ve eSRT seviyeleri bazen değişmemiş bazende çocuk daha üst seviyelerde rahatsız olduğu için programda değişiklik yapılamamıştır. Program doğruluğu teyit edildikten sonra ACA tekrarlanmıştır.

Benzer bir araştırmada Sharma ve arkadaşları (2005) 3,5 yaşından küçük 3 çocuğun işitsel uyarılmış kortikal potansiyellerini işitme cihazı denemesinden önce ve sonra incelemişlerdir. Bir çocukta P1 latansı 5 aylık işitme cihazı kullanımıyla beraber normal değerlere ulaşmıştır; bu da çocuğun işitme cihazından yeterli düzeyde amplifikasyon sağladığını göstermektedir (43). Bununla birlikte diğer iki çocukta İUKP morfolojilerinde bir değişiklik görülmemiştir. Koklear implantlıların P1 latansının 3-6 aylık koklear implant kullanımından sonra normal limitlere ulaştığı gösterilmiştir. Böylece yeterli amplifikasyonun ancak implantasyondan sonra olduğu gösterilmiştir ve bu çocuklarda koklear implant kullanımı yararının objektif olarak gösterilmesi sağlanmıştır [69].

Bu çalışmanın normal işiten çocukların P1 latans değerlerinin yaşlarına göre normatif değerler oluşturulmasında bir öncü çalışma olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca KI kullanıcılarından elde edilen sonuçlarda küçük yaşta koklear implant kullanıcılarından beklenen performansın değerlendirilmesinde de kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

- [1] AKYILDIZ, N, Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara, 2002; Cilt II, 590-607.
- [2] BERGESON, T, Pisoni D, Davis R: Development of audiovisual comprehension skills in prelingually deaf children with cochlear implants. *Ear Hear* 2005;26:149–164.
- [3] CLARK, GM, Cowan RSC, Dowel RC. Cochlear implantation for infants and children. San Diego: Singular Publishing Group inc., 1997.
- [4] CUNNINGHAM, J, Nicol T, King C, Zecker S, Kraus N: Effects of noise and cue enhancement on neural responses to speech in auditory midbrain, thalamus and cortex. *Hear Res* 2002;169:97–111.
- [5] DAVIS, H, (1965). Slow cortical responses evoked by acoustic stimuli. *Acta Otolaryngologica*, 59, 179-185.
- [6] DAVIS, H, & Zerlin, S. (1965). Acoustic relations of the human vertex potential. *Journal Acoustical Society of America*, 39, 109-116.
- [7] EGGERMONT, J.J, Ponton, C.W. (2003). Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. *Acta Otolaryngologica* 123:249-252.
- [8] EGGERMONT, JJ, Ponton CW, Don M, Waring MD, Kwong B: Maturational delays in cortical evoked potentials in cochlear implant users. *Acta Otolaryngol* 1997;117:161–163.

- [9] ESKİCİOĞLU, E, 0-6 Yaş Normal İşiten Çocuklar ve Koklear İmplantlı Çocukların İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ile Değerlendirilmesi, Odyoloji Yüksek Lisans Tezi, 2014
- [10] ERWIN, RJ, Buchwald JS: Midlatency auditory evoked responses in the human and the cat model. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl* 1987;40:461–467.
- [11] GILLEY, P, Sharma, A., Dorman, M. F., & Martin, K. (2005). Developmental changes in refractoriness of the cortical auditory evoked potential. *Clinical Neurophysiology*, 116, 648-657.
- [12] GILLEY, PM, Sharma A, Dorman M, Martin K: Developmental changes in refractoriness of the cortical auditory evoked potential. *Clin Neurophysiol* 2005;116:648–657.
- [13] GOLDING, M, Dillon, H., Seymour, J., & Carter, L. (Manuscript in review). The detection of adult Cortical Auditory Evoked Potentials (CAEPs) using an automated statistic and visual detection.
- [14] GOLDING, M., Dillon, H., Seymour, J., Purdy, S. C., & Katsch, R. (2006). Obligatory Cortical Auditory Evoked Potentials (CAEPs) in infants — a five year review. *National Acoustic Laboratories Research & Development Annual Report 2005/2006*. Chatswood, NSW, Australia: Australian Hearing, 15 - 19.
- [15] GOLDING, M, Pearce, W., Seymour, J., Cooper, A., Ching, T. Y. C., & Dillon, H. (2007). The relationship between obligatory cortical auditory evoked potentials (CAEPs) and functional measures in young infants. *Journal American Academy Audiology*, 18, 117-125.
- [16] GOLDING, M, Purdy, S. C., Sharma, M., & Dillon, H. (2006). The effect of stimulus duration and interstimulus interval on cortical responses in infants. *Australian and New Zealand Journal of Audiology*, 28, 122-136.

- [17] GOLDSTEIN, R, & Aldrich, A. M. (1999). Evoked potential audiometry: Fundamentals and Applications. Allyn and Bacon.
- [18] GORDON, K, Papsin B, Harrison R: Effects of cochlear implant use on the electrically evoked middle latency response in children. *Hear Res* 2005;204:78–89.
- [19] GORDON, J. S, Phillips, D. S., Helt, W. J., Konrad-Martin, D., & Fausti, S. A. (2005). Evaluation of insert earphones for high-frequency bedside ototoxicity monitoring. *Journal of Rehabilitation, Research & Development*, 42, 353-362.
- [20] GORDON, KA, Tanaka S, Papsin BC: Atypical cortical responses underlie poor speech perception in children using cochlear implants. *Neuroreport* 2005;16:2041–2045.
- [21] GORDON, K, Papsin B, Harrison R: Activity-dependent developmental plasticity of the auditory brain stem in children who use cochlear implants. *Ear Hear* 2003;24:485–500
- [22] GÜVEN, G, Otomatize İşitsel Kortikal Potansiyel Ölçümünün, İşitme Cihazı Performansini Değerlendirmedeki Yeri, Yüksek Lisans Tezi 2013.
- [23] HALL, J, W. (1992). Handbook of auditory evoked responses. Allyn and Bacon.
- [24] HALL, J, W. (2007). New handbook of auditory evoked responses. Boston: Pearson, Allyn and Bacon.
- [25] HORN, D, Pisoni D, Sanders M, Miyamoto R: Behavioral assessment of prelingually deaf children before cochlear implantation. *Laryngoscope* 2005;115:1603–1611.

- [26] HOUSE, W. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1976; 85(suppl27):1.
- [27] JERGER, J, Oliver T, Chmiel R. Prediction of dynamic range from stapedius reflex in cochlear implant patients. *Ear Hear* 1988; 9: 4-8.
- [28] KANG, E, Lee DS, Kang H, Lee JS, Oh SH, Lee MC, Kim CS: Neural changes associated with speech learning in deaf children following cochlear implantation. *Neuroimage* 2004;22: 1173–1181.
- [29] KATZ, J, *Handbook of Clinical Audiology*; Third Edition. 1985. Williams & Wilkins, Baltimore.
- [30] KIRK, K, Miyamoto R, Lento C, Ying E, O’Neill T, Fears B: Effects of age at implantation in young children. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 2002;189:69–73.
- [31] KIRK, K, Eisenberg L, Martinez A, Hay-McCuthcheon M: Progress Report No. 22, Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Indiana University, 1998.
- [32] KOŞANER, J, Midterm outcomes for Turkish pediatric CI users, oral ppt 8th APSCI 25–28 October 2011, Daegu, Korea
- [33] KOŞANER, J, Bayguzina S, Gültekin M. Adequacy of audio processor programs generated from objective eSRT Method. 8th International Symposium on Objective Measures in Auditory Implants. 15-18th October, 2014 Toronto, Canada.
- [34] KOŞANER, J, Anderson I, Turan, Z, Deibl M, : The Use of ESRT in Fitting Children with Cochlear Implants: *Int. Adv. Otol.* 2009; 5:(1) 62-71

- [35] KRAL, A, Hartmann R, Tillein J, Held S, Klinke R: Congenital auditory deprivation reduces synaptic activity within the auditory cortex in a layer-specific manner. *Cereb Cortex* 2000;10:714–726.
- [36] LEE, DS, Lee JS, Oh SH, Kim SK, Kim JW, Chung JK, Lee MC, Kim CS: Cross-modal plasticity and cochlear implants. *Nature* 2001;409:149–150.
- [37] LEE, HJ, Kang E, Oh SH, Kang H, Lee DS, Lee MC, Kim CS: Preoperative differences of cerebral metabolism relate to the outcome of cochlear implants in congenitally deaf children. *Hear Res* 2004;203:2–9.
- [38] LIEGEOIS-CHAUVEL, C, Musolino A, Badier JM, Marquis P, Chauvel P: Evoked potentials recorded from the auditory cortex in man: evaluation and topography of the middle latency components. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1994;92:204–214.
- [39] LUXFORD, WM, Surgery for Cochlear Implantation. In: Brackmann DE, Shelton C, Arriaga MA, eds, *Otologic Surgery*, Philadelphia:WB. Saunders Company, 1994: 426–36.
- [40] MAKHDOUM, MJ, Snik AF, Stollman MH, de Groot PM, Van den Broek P. The influence of the concentration of volatile anaesthetics on the stapedius reflex determined intraoperatively during cochlear implantation in children. *Am J Otol* 1998; 19: 598-603.
- [41] MANRIQUE, M, Long term results with cochlear implants in children. Paper presented at the 6th European Symposium on Paediatric Cochlear Implantation, Canary Islands, Spain 2002.
- [42] MICHELSON, R, Electrical stimulation of the human cochlea: a preliminary report. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 1971; 93:317.

- [43] MCPHERSON, D. L, (1996). Late Potentials of the Auditory System.
- [44] MØLLER, AR, Rollins PR: The non-classical auditory pathways are involved in hearing in children but not in adults. *Neurosci Lett* 2002;319:41–44.
- [45] NADOL, J, Histological considerations in implant patients. *Arch Otolaryngol*, 1984; 110:160.
- [46] NIPARKO, J, Cochlear implants, auditory brainstem implants, and surgically implantable hearing aids. In: Cummings CW ed. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, St Louis, Missouri, 1998: 2934-71
- [47] OH, SH, Kim CS, Kang EJ, Lee DS, Lee HJ, Chang SO, Ahn SH, Hwang CH, Park HJ, Koo JW: Speech perception after cochlear implantation over a 4-year time period. *Acta Otolaryngol* 2003;123:148–153.
- [48] OSBERGER, MJ, Todd SL, Berry SW, Robbins AM, Miyamoto RT: Effect of age at onset of deafness on children's speech perception abilities with a cochlear implant. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991;100:883–888.
- [49] PONTON, C.W, Don, M., Eggermont, J.J., Waring, M.D., Masuda, A. (1996). Maturation of human cortical auditory function: Differences between normal hearing children and children with cochlear implants. *Ear & Hearing* 17(5):430-437.
- [50] PONTON, C.W, Eggermont, J.J., Kwong, B., & Don, M. (2000). Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clinical Neurophysiology* 111(2):220-236.
- [51] PONTON, CW, Eggermont J: Of kittens and kids: altered cortical maturation following profound deafness and cochlear implant use. *Audiol Neurootol* 2001;6:363–380.

[52] PURDY, S. C, Katsch, R., Dillon, H., Storey, L., Sharma, M., & Agung, K. (2005). Aided cortical auditory evoked potentials for hearing instrument evaluation in infants. In R.Seewald (Ed.), *A sound foundation through early amplification* (Warrenville, IL: Phonak).

[53] PURDY, S. C, Katsch, R., Storey, L., Dillon, H., Agung, K., & Sharma, M. (2006). Obligatory cortical auditory evoked potentials to speech and tonal stimuli in infants and adults with normal hearing. Manuscript submitted for publication.

[54] ROBBINS, AM, Kirk KI, Osberger MJ, et al. Speech intelligibility of implanted children. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*, 1995;166:399–401.

[55] RYUGO, DK, Kretzmer EA, Niparko JK: Restoration of auditory nerve synapses in cats by cochlear implants. *Science* 2005;310:1490–1492.

[56] SALAMY, A, Eggermont JJ, Eldredge L: Neurodevelopment and Auditory Function in Preterm Infants; in Jacobson JT (ed): *Principles and Application in Auditory Evoked Potentials*. Allyn & Bacon, Needham Heights, 1984, pp 287–312.

[57] SENNAROĞLU, L, Koklear İmplantasyon. Koç C (ed): *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*. Ankara: Turgut Yayıncılık, 2004: 403-414.

[58] SENNAROĞLU, L, Sennaroğlu G, Yücel Esra. Koklear İmplantasyon. Çelik O. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi*. İstanbul: Turgut Yayıncılık, 2002: 326-338.

[59] SHARMA, A. (2008).

[60] SHARMA, A, Kraus N, McGee TJ, Nicol TG: Developmental changes in PI and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997;104: 540–546.

- [61] SHARMA, A, Dorman, M. F, & Spahr, A. J. (2002). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear and Hearing*, 23, 532-539.
- [62] SHARMA, A, Michael F. Dorman. Central Auditory Development in Children with Cochlear Implants: Clinical Implications, Møller A (ed): Cochlear and Brainstem Implants. *Adv Otorhinolaryngol*. Basel, Karger, 2006, vol 64, pp 66–88
- [63] SHARMA, A, Tobey E, Dorman M, Bharadwaj S, Martin K, Gilley P, Kunkel F: Central auditory maturation and babbling development in infants with cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:511–516.
- [64] SHARMA, A, Dorman M, Spahr A, Todd NW: Early cochlear implantation allows normal development of central auditory pathways. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111:38–41.
- [65] SHARMA, A, Dorman M, Martin K, Gilley P, Spahr A: Relationship between central auditory development and speech perception ability in cochlear implanted children. 9th Symposium on Cochlear Implants in Children. Washington DC, April 2003.
- [66] SHARMA, A, Donnan M, Spahr A: Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. *Neuroreport* 2002;13:1365–1368.
- [67] SHARMA, A, Dorman M, Kral A: The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hear Res* 2005;203:134–143.
- [68] SHARMA, A, Kraus N, McGee TJ, Nicol TG: Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997;104: 540–546.

- [69] SHARMA, A, Martin K, Roland P, Bauer P, ve ark. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. *J Am Acad Audiol*, (2005) 16(8), 564-573.
- [70] SIMMONS, FB, Electrical stimulation of the auditory nerve in man. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 1966;34:2.
- [71] SPAHR, A, Auditory Brainstem Response in Cochlear Implanted Children. Unpublished Masters Thesis. Arizona State University, 2001
- [72] SPIVAK, LG, & Chute PM. The relationship between electrical acoustic reflex thresholds and behavioural comfort levels in children and adult cochlear implant patients. *Ear Hear* 1994; 15: 184-92.
- [73] STAPELLS, D. R, (2002). Cortical event-related potentials to auditory stimuli. In J.Katz (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 378-406). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- [74] STAPELLS, D. R, & Kurtsberg, D. (1991). Evoked potential assessment of auditory system integrity in infants. *Clinics in Perinatology*, 18, 497-518.
- [75] STEPHAN, K, & Welzl-Muller K. Post-operative stapedius reflex tests with simultaneous loudness scaling in patients supplied with cochlear implants. *Audiology* 2000; 39: 13-8.
- [76] WEBB, RL, Pyman BC, Franz BKH, et al. The surgery of cochlear implantation. In: Clarck GM, Tang YC, Patric JF, eds. *Cochlear Prosthesis*. London: Churchill Livingstone, 1990; 153-79.
- [77] WEITZMAN, L, Graziani L, Duhamel L: Maturation and topography of the auditory evoked response of the prematurely born infant. *Clin Neurophysiol* 1967;23:82-83.

[78] WUNDERLICH, J, Cone-Wesson, B. (2006). Maturation of CAEP in infants and children: A review. *Hearing Research* 212:212-223.

[79] VAN den Broek, P, Cohen N, O'Donoghue G, et al. Cochlear implantation in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 1995;32(Suppl):217-23.