

T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**0-6 Yaş Normal İşiten Çocuklar ve Koklear
İmplantlı Çocukların İşitsel Uyarılmış Kortikal
Potansiyeller ile Değerlendirilmesi**

EMRE ESKİCİOĞLU

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Odyoloji Yüksek Lisans Tezi

İZMİR-2014

DEU.HSI.MSc-2011970045

T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**0-6 Yaş Normal İşiten Çocuklar ve Koklear
İmplantlı Çocukların İşitsel Uyarılmış Kortikal
Potansiyeller ile Değerlendirilmesi**

ODYOLOJİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMRE ESKİCİOĞLU

Danışman Öğretim Üyesi: DOÇ. DR. GÜNAY KIRKIM

Bu araştırma DEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü tarafından 2013 .KB. SAG.
070 '(2013101)' sayı ile desteklenmiştir.

DEU.HSI.MSc-2011970045

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji Yüksek Lisans programı öğrencisi Emre Eskicioğlu'nun "0-6 Yaş Normal İşiten Çocuklar ve Koklear İmplantlı Çocukların İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ile Değerlendirilmesi" konulu Yüksek Lisans tezi 25.07.2014 tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.

Doç.Dr. Günay Kırkım

BASKAN

Prof.Dr. Enis Alpin Güneri

ÜYE

Prof.Dr. Onur Odabaşı

ÜYE

Prof.Dr. Taner Kemal Erdağ

YEDEK ÜYE

Prof.Dr. Cem Bilgen

YEDEK ÜYE

İÇİNDEKİLER

TABLolar DİZİNİ.....	i
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iv
KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	2
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
2.GENEL BİLGİLER	
2.1. İUKP'nin Keşfi ve Kökeni.....	4
2.2. Konuşmayı Öğrenme Süreci.....	6
2.3. İşitme Kayıplı Bebek ve Çocuklarda Erken Amplifikasyonun Önemi.....	7
2.4. İşitme Kayıplı Bebek ve Çocuklarda İşitme Rehabilitasyonu.....	8
2.5. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ve Koklear İmplant.....	8
2.6. Merkezi Sinir Sistemi Gelişiminde Hassas Dönem.....	10
2.7. Geç ve Erken Kokler implantların Karşılaştırılması.....	11
2.8. Kortikal Potansiyeller ve P ₁ Dalgasının Özellikleri.....	12
2.9. İşitsel Maturasyonun Değerlendirilmesinde P ₁ Dalgasının Önemi ve Kortikal Potansiyeller	12
3.GEREÇ ve YÖNTEM	
3.1. Araştırmanın Tipi.....	14
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	14
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	14
3.3.1. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	14
3.3.2. Bireylerin Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri.....	15
3.4. Araştırma Materyali.....	15
3.4.1. Uyarın Özellikleri.....	16
3.4.2. Uyarının Sunumu.....	17

3.4.3. Kayıtlama.....	18
3.5. Araştırma Değişkenleri.....	19
3.6. Veri Toplama Araçları.....	19
3.7. Araştırma Planı.....	19
3.8. Verilerin Değerlendirilmesi.....	19
3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	20
3.10. Etik Kurulu Onayı.....	20
4. BULGULAR.....	21
5. TARTIŞMA.....	34
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
7. KAYNAKLAR.....	41
8. EKLER.....	46

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Normal işiten grupta test edilen bireylerin sayısı ve grupların yaş ortalamaları.....	21
Tablo 2. Koklear implantlı gruba ait bilgiler	22
Tablo 3. “m” konuşma uyarınının 75 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri....	25
Tablo 4. “m”konuşma uyarınının 65 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri...	25
Tablo 5. “m” konuşma uyarınının 55 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri...	25
Tablo 6. “t” konuşma uyarınının 75 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri.....	26
Tablo 7. “t” konuşma uyarınının 65 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri.....	26
Tablo 8. “t” konuşma uyarınının 55 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri.....	27
Tablo 9. “g” konuşma uyarınının 75 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri....	27
Tablo 10. “g” konuşma uyarınının 65 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri...	27
Tablo 11. “g” konuşma uyarınının 55 dB SPL şiddetinde yaşa bağlı P ₁ latans değerleri...	28
Tablo 12. Üç farklı uyarının 3 ayrı şiddette elde edilen P ₁ latansının yaş ile ilişkisi.....	30
Tablo 13. Koklear implantlı bireylerin 65 dB SPL şiddetinde, “m”, “t”, “g” konuşma uyarını ile elde edilen P ₁ dalga latanslarının ortalamaları ve istatistiksel çözümleme sonuçları.....	32

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. İşitme yolunun kokleadan işitsel kortekse kadar gösterimi.....	4
Şekil 2. İşitsel uyarılmış potansiyellerin ortaya çıkış latanslarına göre gösterilmesi.....	6
Şekil 3. Dış, orta ve iç kulağın bölümleri.....	9
Şekil 4. Koklear implantın bölümleri	10
Şekil 5. Erken ve geç implant olmuş çocukların P_1 latansları	11
Şekil 6. Test düzeneği.....	16
Şekil 7. Kalibrasyon Mikrofonu.....	16
Şekil 8. Uyarın Kontrol Ünitesi.....	17
Şekil 9. Serbest Alan Hoparlörü.....	18
Şekil 10. Elektrot Yerleşimi.....	18
Şekil 11. Elektrot İşlemcisi.....	19
Şekil 12. Normal işiten bireyin “m” konuşma uyarını ile 65 dB SPL şiddetindeki P_1 dalgası	23
Şekil 13. Normal işiten bireyin “t” konuşma uyarını ile 65 dB SPL şiddetindeki P_1 dalgası	23
Şekil 14. Normal işiten bireyin “g” konuşma uyarını ile 65 dB SPL şiddetindeki P_1 dalgası	23
Şekil 15. Koklear implantlı bireyin “m” konuşma uyarını ile 75 dB SPL şiddetindeki P_1 dalgası	24

Şekil 16. Koklear implantlı bireyin “t” konuşma uyarını ile 75 dB SPL şiddetindeki P ₁ dalgası	24
Şekil 17. Koklear implantlı bireyin “g” konuşma uyarını ile 75 dB SPL şiddetindeki P ₁ dalgası	24
Şekil 18. Normal işitenlere “m”, “t” , “g” konuşma uyarınının 75, 65 ve 55 dB SPL şiddetinde sunulmasıyla elde edilen P ₁ latansının yaşa bağlı değişimi	29
Şekil 19. Normal işiten bireylerde yaş ve P ₁ dalgası latans değerlerinin regresyon eğrisi	31
Şekil 20. Koklear implant kullanmaya başladıktan sonraki 1., 3. ve 6. ayda bireylerin P ₁ latans değişimleri.....	33
Şekil 21. Normal işiten çocuklardaki P ₁ latanslarının yaşa göre karşılaştırılması.....	39

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tezimin tüm aşamalarında en büyük desteği sağlayan, yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Günay KIRKIM'a, yüksek lisans eğitime katkılarından dolayı Prof. Dr. Bülent ŞERBETÇİOĞLU'na, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Ahmet Ömer İKİZ ve Prof. Dr Enis Alpin GÜNERİ'ye, tezimin her aşamasında bana yardımcı olan Uzman Odyolog Selhan GÜRKAN, Uzman Odyolog Serpil MÜNGAN DURANKAYA'ya, tezimin istatistiksel analizinde büyük yardımı olan Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç.Dr T.Oğuz BAŞOKÇU'ya, katkı ve yardımlarından dolayı Uzman Odyolog Başak MUTLU, odyoloji yüksek lisans öğrencileri, Hande EVİN, Emrah YILDIZ, Gülce KİRAZLI, Fulya KOÇYİĞİT'e, bölüm sekreterimiz Hidayet TERZİ ve Sakine ÖŞÜN'e, son olarak tüm bu süreçte sabır ve özverilerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürler.

Emre Eskicioğlu

Temmuz 2014

KISALTMALAR

İUKP: İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller

İUGP: İşitsel uyarılmış geç potansiyeller

EEG: Elektroensefalografi

SPL: Sound Pressure Level

Ms: Milisaniye

μ V: Microvolt

ÖZET

0-6 Yaş Normal İşiten Ve Koklear İmplantlı Çocukların İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller İle Değerlendirilmesi

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Emre ESKİCİOĞLU

emreeskicioğlu@gmail.com

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller (İUKP), işitsel sinir sistemi hakkında ayrıntılı bilgi veren, girişimsel olmayan objektif bir testtir. Araştırmalar, merkezi sinir sisteminin gelişimi süresince, işitsel sistemin akustik uyarılarla etkileşim süresinin İUKP dalga latanslarını etkilediğini, özellikle P₁ dalgasının işitsel yoksunluğun ve nöral maturasyonun değerlendirilmesinde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada normal işiten çocukların P₁ dalga latanslarının belirlenerek yaşa bağlı latans değişiminin ve normal latans aralığının ortaya konması, koklear implantlı çocukların implantasyon sonrasındaki P₁ dalga latans değişimlerinin değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmada 0-6 yaş arası 6 aylık dönemler halinde 12 gruptan oluşan 60 normal işiten ve aynı yaş aralığındaki 16 koklear implantlı İUKP ile değerlendirildi. 55, 65, 75 dB SPL şiddetindeki “m”, “t”, “g” fonemleri uyaran olarak kullanıldı. Normal işitenlerin bir kez, koklear implantlıların ise implantasyon gerçekleştirildikten sonra dış parçanın takıldığı gün, 1. ay, 3. ay ve 6. ayda İUKP’leri kaydedilerek P₁ dalga latanslarındaki değişim incelendi. Normal işitenlerde Kruskal Wallis varyans analizi uygulanarak yaştaki artışla birlikte P₁ latans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş olduğu belirlendi (p<0,000). Koklear implantlı bireylere tek grupta t testi kullanılarak istatistiksel analiz yapıldı. Dış parçanın kullanılmaya başlandığı gün yapılan ölçümlerde koklear implantlıların tümünün dalga latanslarının normallere göre anlamlı olarak uzun olduğu (p<0,000), 3. ve 6. ayda bu farkın 11 koklear implantlıda ortadan kalktığı, ancak 5’inde farkın ortadan kalmadığı saptandı. Anlamlı farklılığın görüldüğü bu 5 koklear implantlı bireyin öyküleri incelendiğinde, bu bireylerin implantasyon yaşlarının diğerlerine göre anlamlı yüksek olduğu (p<0,000) saptandı. Bu çalışmada, P₁ dalga latansının işitsel yolların gelişimlerinin değerlendirilmesinde biyomarker olarak kullanılabileceği ve koklear implantın etkin programlanmasında klinisyene yol gösterici olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kortikal potansiyeller, maturasyon, koklear implant, normalizasyon

ABSTRACT

Assesment of Auditory Evoked Cortical Potentials in Normal Hearing and Cochlear Implanted Childeren Between 0 and 6 age

Dokuz Eylöl University, Institute of Health Sciences

Department of Otorhinolaryngology

Emre ESKİCİÖĞLU

emreeskicioglu@gmail.com

Auditory evoked cortical potentials (CAEP) is a non-invasive objective test, providing detailed information about the auditory nervous system. In the study the CAEP's 60 individuals with normal hearing, in 12 different groups, all ages between 0-6 years and 16 individuals with cochlear implants at the same age range have been evaluated periodically every 6 months. As stimulus was used an intensity of 55, 65, 75 dB SPL, produced from "m", "t", "g" phonemes. CAEP's for normal hearing individuals have been recorded only once, whereas the cochlear implanted individuals recording have been on the day the implant was inserted, the following 1st month, the 3rd month and the 6th month changes in the P₁ wave latencies were examined. It is recorded by applying Kruskall Wallis analysis variance to those with normal hearing that there is a significant statistical decrease in the P₁ latency values with an increase in the age (p<0.000). Statistical analysis was made on cochlear implanted individuals in a single group by means of a t test. First measurements showed that all cochlear implanted individuals, all their wave latencies regarding to the normals are significantly longer (p <0.000), that this difference was closed by 11 cochlear implanted within 3 and 6 months but by five individuals did not close. Five individuals ages of implantation were significantly higher than the others (p<0.000). P₁ wave latencies can be used as biomarker in evaluation of development of auditory pathways and P₁ wave may be a guide in cochlear implant settings.

Key words: Auditory evoked cortical potentials, cochlear implantation, maturation, normalization

1.GİRİS VE AMAC

İnsanoğlu ilk çağlardan beri etrafında olup bitenleri duyma, düşündüklerini bir başkasına aktarma ihtiyacı hissetmiştir. İletişimin temel iki ögesi olan duyma ve konuşma birbirine bağımlı olaylardır. Özellikle konuşmanın öğrenilmesi sürecinde meydana gelecek herhangi bir tipte işitme kaybı dil gelişim sürecini sekteye uğratabilir. Bu nedenle pediyatrik yaş grubunda tüm işitme unsurlarının normal işlev göstermesi gerekir.

İnsanların sesle buluştuğu ilk organ kulak olmasına rağmen işitmenin algılanması işitsel kortekste gerçekleşir (1). Normal işitme için dış kulaktan işitsel kortekse kadar tüm işitme yolların sorunsuz çalışması gereklidir. Bu yollarda meydana gelebilecek anormallikler sorunun kaynağına ve büyüklüğüne bağılı olarak medikal veya cerrahi tedaviyi gerektirmektedir. Kalıcı işitme kaybının saptanması durumunda ise işitme kaybının derecesine bağılı olarak işitme cihazı veya koklear implant gibi işitmeye yardımcı cihazlar kullanılır.

Pediyatrik yaş grubunda, işitme kaybının tanısında objektif testlerin önemi çok büyüktür. Koklear implant ayarlamalarında ise sıklıkla otomatik algoritmalarından yararlanılır. Bu ayarların ne kadar doğru olduğu, hastaya ne düzeyde yarar sağladığı ve yeterli amplifikasyonun sağlanıp sağlanmadığının değerlendirilmesi ise, serbest alan odyometrisi, dil gelişim testleri ve aileden alınan geri bildirim gibi subjektif değerlendirme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilir. Bu sürecin değerlendirilmesinde son yıllarda kullanılan bir diğer yöntem ise İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (İUKP) testidir. Bu testle işitsel rehabilitasyon sürecine yönelik objektif bilgiler elde edilir.

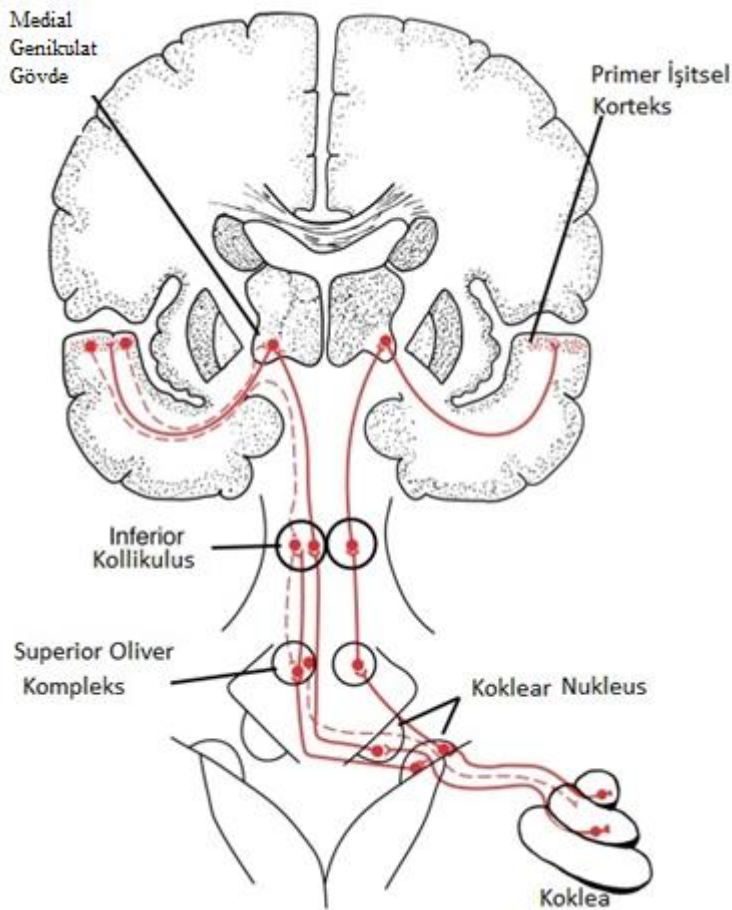
İUKP testinde elde edilen dalgalar buldukları latans ve genlik değerlerine göre isimlendirilir. Bunlar içinde pozitif genlik değere sahip olanlar P_1 , P_2 , P_3 , negatif genlik değere sahip olanlar ise N_1 , N_2 , N_3 dalgaları olarak adlandırılır (1). İUKP ölçümleri ile P_1 dalgasının varlığı veya yokluğu, var ise normatif aralıkta olup olmadığı saptanabilir. Normatif veri çalışmaları yapılmasına rağmen pediyatrik yaş grubunda normatif veri net olarak belirlenmemiştir. Bu nedenle, 0-6 yaş arası normatif verinin oluşturulması, P_1 dalga latanslarının yaşa bağılı değişiminin ortaya konması ve koklear implantlıların P_1 latanslarının normal kabul edilen aralık ile ilişkisinin araştırılması amaçlarıyla bu çalışma planlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İUKP'nin Keşfi ve Kökeni

19. yüzyılın sonlarında Caton'un tavşanlar üzerinde yaptığı deneylerden elde edilen bilgilerle, akustik uyaran gibi algısal girdilerin elektriksel kortikal potansiyellere dönüştürülebildiği bilinmekteydi (2). Elektroensefalografi (EEG) kayıtlarının akustik uyarılara bağlı bir bileşeni içerdiği 1939 yılında keşfedildi (3). Bu tarihten sonra EEG kayıtlarıyla işitsel yollar değerlendirilmeye başlandı.

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller, işitsel sinir sistemi hakkında ayrıntılı bilgi veren ve girişimsel olmayan objektif bir testtir. İç kulakta kokleadan başlayan işitsel sinir sistemi, serebrumdaki işitsel kortekse ulaşmadan önce bir dizi çekirdekten geçer (4,5,6).



Şekil 1. Kokleadan işitsel kortekse kadar uzanan işitsel yolların şematik gösterimi (Patel ve Iversen 2007'den alıntıdır).

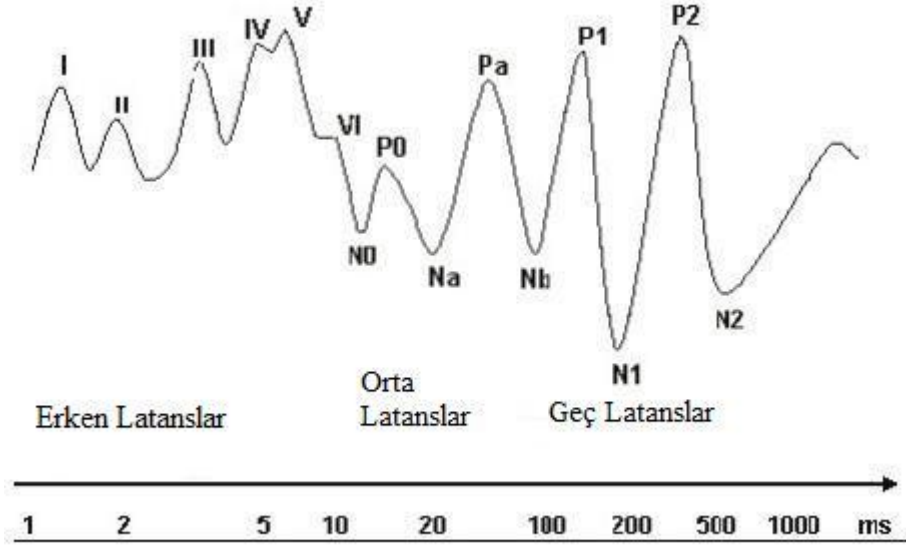
Kokleadan primer işitsel kortekse kadar tüm işitme sistemi tonotopik organizasyona sahiptir. Uyarın, dış kulak yolundan orta kulağa buradan da oval pencere aracılığıyla kokleaya ulaşır. Kokleanın uyarılmasıyla ortaya çıkan nöral yanıtlar işitme siniri fibrilleri tarafından merkeze doğru taşınır ve ipsilateral koklear nukleusa, oradan kontralateral superior oliver komplekse gelir. Daha sonra lateral lemniskusu geçerek ipsilateral ve kontralateral inferior kollikulusa gelir. Medial genikulat nukleusu geçerek her iki lobtaki primer işitsel kortekslere ulaşır (Şekil 1).

Merkezi işitsel sinir sisteminin ilk bölümleri anterioventral, posterioventral ve dorsal koklear nukleuslardır. Bu üç nukleus birbirinden bağımsız çalışarak nöral bilginin zamanlaması, süresi ve periyodunu belirler (6).

Superior oliver kompleks, ipsilateral ve kontralateral koklear nukleuslardan gelen inputları işlemleyerek sesin yön tayininin sağlanmasında en önemli rolü oynar (6). Fibriller daha sonra lateral lemniskusdan inferior kollikulusa uzanır. İnférieur kollikulus boyunca tüm fibriller işitsel bilginin entegrasyonunu ve organizasyonunu yaparlar (6). Talamusta bulunan medial genikulat nukleus işitsel yolların primer işitsel kortekse ulaşmadan önce geçtiği son çekirdektir. İşitsel korteks karmaşık bilgilerin işlenip çözümlendiği yerdir. Bu çözümlenmeler karmaşık seslerin yönünü ve işitsel uyarının tanımlanmasını içerir (6).

İşitsel uyarılmış potansiyeller işitsel sinir sisteminin akustik uyarana karşı oluşturduğu biyoelektriksel yanıtlardır. İşitsel uyarılmış potansiyellerin kaydedilmesinde klik uyarın, konuşma uyarını ve saf ses gibi pek çok akustik uyarın kullanılabilir. Elde edilen potansiyellerin uyarana olan zamansal uzaklığına latans denir. Bu nedenle bu potansiyeller, uyarının verilmesinden sonra elektriksel yanıtın ortaya çıktığı süreye göre kısa, orta ve uzun latanslı uyarılmış potansiyeller olarak adlandırılırlar (7,8). İşitsel uyarılmış beyinsapı potansiyelleri 10 milisaniyeden (ms) erken, orta latanslı yanıtlar 10 ile 50 ms arasında, işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller de akustik uyarının verilmesinden itibaren en erken 50 ms sonra ortaya çıkar (Şekil 2.2). Bu nedenle işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller “geç latanslı kortikal potansiyeller” olarak da adlandırılırlar (7,8).

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller uyarının başlangıcından itibaren 50 ms ile 300 ms arasında oluşurlar (1). Yetişkinlerde kaydedilen kortikal potansiyel dalga formunda 90 ms ile 150 ms arasında ortaya çıkan negatif pik ‘N₁’ dalgası belirgindir. Bu dalga pikinin hemen öncesinde yaklaşık 50 ms’de oluşan daha küçük genlikli pozitif bir dalga, ‘P₁ dalgası’ belirir. ‘N₁’i takiben 175 ms ile 200 ms civarında oluşan daha yaygın tepeli ikinci bir pozitif dalga, ‘P₂ dalgası’ görülür (Şekil 2) (1,9).



Şekil 2. İşitsel uyarılmış potansiyellerin ortaya çıkış latanslarına göre şematik gösterimi.

İUKP'lerin, talamus ve daha üst işitsel korteks düzeyindeki uyarıcı post-sinaptik potansiyel aktivitelerini yansıttığı düşünülmektedir (1,9,10,11). İUKP'lerin her bir piki pek çok nöral üreteçten kaynaklanır (11,12). Ana üreticinin işitsel korteksin her iki lobu olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber bazı spesifik olmayan bölgelerin de dalga oluşumuna katkısı vardır (12). Akustik sinyallerin kayıtlanabilmesi için bütün işitsel yolların uyarılması gereklidir. Kayıtlamada pik yapan noktanın latansı, sinapsların uyarıcı işitsel kortekse ileme süresini ifade eder (10,11). Bireyin, İUKP'nin ölçülebildiği minimum ses şiddeti ile psikoakustik eşiği korelasyon gösterir (12).

2.2 Konuşmayı Öğrenme Süreci

Normal işiten bebekte konuşma gelişimi, hayatının ilk aylarında ürettiği sesleri ifade eden ilkel vokalizasyonu ile başlar. İlkel vokalizasyon ağlama, istem dışı sesler, mırıldanma, ayırt edilemeyen sesler ve vokal oyunları içerir. Bunlar ilk 6 ay içerisinde meydana gelir (13,14). Kompleks vokal ifadeler ise ilk 6 ile 14 ay arasında oluşur.

Araştırmalar bebeklerin ilk altı aylarında bile pek çok fonetik farklılığı algılayabildiklerini, buna ek olarak kendi ana dillerinde olmayan değişiklikleri de farkettilerini göstermiştir (15). Bebeklerin bu dönemde birbirine bağlı konuşmalardaki cümleleri algılama konusunda da hassasiyetleri vardır (15). Bebekler 7,5 aylık olduğunda, tek ve iki heceli kelimeleri, sert ve yumuşak kalıpları, akıcı konuşmadan ayırma yeteneğindedirler (16). Bilinen kelimelerdeki ses kalıplarını ayırt etme iki yaşında başlar (17).

Konuşma farkındalığı da, konuşma üretimi gibi yaşın ilerlemesi ile birlikte artar ancak işitme kaybı varsa gelişemez. Akustik-fonetik ipuçlarını algılama yetisinin olmayışı, çocuğun konuşmasında telaffuz yeteneğini de olumsuz şekilde etkiler.

Bireyin işitsel farkındalığı, akustik uyarının akustik-fonetik özelliklerine, uzun süreli hafızasındaki sözcük erişimine ve dinlemedeki hazır bulunuşluk seviyesine dayanan karar alma kriterlerine göre belirlenir (18,19). Sözel karşılık, konuşanın fonemik ve sözcük algılama hızına bağlıdır. Bu sebeple ses tanıma ve üretimi tamamen sözcük iletişiminin gelişimine dayalıdır. Erken çocukluk döneminde beliren işitme kaybı ses tanıma ve üretme yetisinin oluşmasına engel olabilir. Özellikle çok ileri derecede işitme kaybı bulunan ve büyük çoğunluğu koklear implant kullanan çocuklarda yapılan araştırmalar bu bulguyu desteklemektedir (20).

Araştırmalar göstermiştir ki, ilkel vokalizasyon normal işiten ve işitme kaybı olan bebekler için benzerdir. Ancak vokal gelişim işitme kaybı olan bebeklerde daha uzun sürmekte veya tamamlanamamaktadır (21). İleri ile çok ileri derecede işitme kaybı olan çocuklar, normal işitmeye sahip olan bebeklerle benzer babıldama davranışlarını göstermezler (22). Orta derecede işitme kaybı bulunan çocuklar için de benzer bulgulara rastlanmıştır, ancak bu çalışmalar daha azdır (20). İşitme kaybı hafif ile orta derece arasında olan çocuklarda dahi fonemik ya da hecesel konuşma kalıpları gelişiminde gecikmeler bulunmaktadır (20).

2.3 İşitme Kayıplı Bebek ve Çocuklarda Erken Amplifikasyonun Önemi

Hayatlarının ilk birkaç ayındaki ‘kritik dönem’ boyunca işitsel mahrumiyet yaşayan, kalıcı çocukluk dönemi işitme kaybı ile doğmuş çocuklar genellikle gecikmiş bir dil gelişimi gösterirler (23,24).

Konuşmayı öğrenme yeteneği ve verimliliğinin yaşla beraber azalması kritik dönemin nöral düzeydeki değişiklikler ile desteklendiğini gösterir. Uygun vokal girdilerin olması kritik dönemde beyinde dil gelişimini destekleyen nöral yollar üzerinde önemli etkiye sebeptir. Aynı eksiklik yaşamın daha geç dönemlerinde aynı etkiyi göstermez (20). Erken dönemdeki işitsel uyaran yoksunluğunun beyinde oluşturduğu yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin geri döndürülmesi, işitsel yolların koklear implant tarafından elektriksel olarak uyarılmasıyla ve bunun yeterince erken dönemde gerçekleştirilmesiye mümkün olabilmektedir (20,25,26,27).

Bu etki sonradan kaybolur, bu durum beyindeki plastisitenin hayatın ilk döneminde daha yüksek bir derece olduğunu, kalıcı işitme kaybına sahip olan çocuklar için müdahalenin mümkün olan en erken zamanda yapılması gerektiğini gösterir.

Her yenidoğan bebeğin işitme kaybı açısından taranması ile gelecek yıllardaki dil kazanımları arasında bir karşılaştırma yapıldığında, erken teşhisin dil gelişimi üzerine olumlu etkilerinin olduğuna dair veriler elde edilmiştir. Erken işitme kaybı tanısı konulmuş grubun (9 ay ve öncesi), daha geç tanı almış gruba göre algılayıcı ve ifade edici dil yetilerinin önemli düzeyde üstün olduğu gösterilmiştir (28). Erken tanı sayesinde okuma ve okuduğunu anlama yeteneğinin arttığı görülmüştür (29).

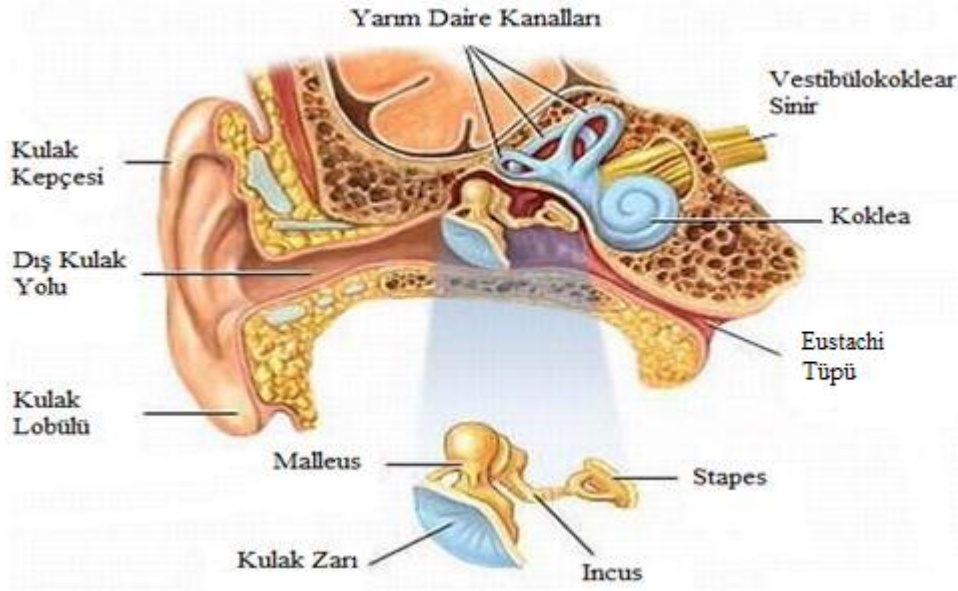
Kortikal yapıların gelişimini ve nöral organizasyonunu çevresel uyaranlar etkiler. Nöral plastisitenin en yoğun olduğu yaşamın ilk yıllarında varolan işitme kayıpları işitsel yoksunluğa sebep olur. Bu durum işlevsel bir duyuşal sistemin oluşmasında önemli olan nöral bağlantıların oluşum ve gelişimine engel olur. Erken işitsel yoksunluğu olan çocukların işitsel sistemleri anatomik ve fizyolojik değişim gösterirler. Merkezi işitsel yapıların gelişimi normal seyretmezse, konuşma algısı ve konuşma üretiminin temeli olan algısal edinimlerin de normal gelişemeyeceği öngörülebilir. Öte yandan, erken teşhis ve müdahale ile merkezi işitme sisteminde halen yüksek oranda plastisite varken, (bozulma henüz erken bir safhada ve yayılmamış ise) işlevin yeniden yapılanmasının koklear implantasyon ile mümkün olmaktadır.

2.4. İşitme Kayıplı Bebek ve Çocuklarda İşitme Rehabilitasyonu

Erken dönemde koklear implant uygulanan çocuklarda koklear implantın normale yakın işitme sağladığı için dil gelişimi üzerinde olumlu etkisinin olması beklenir. Erken implant kullanmaya başlayan çocuklar daha kısa süre sesten yoksun kalacaklar ve bu çocukların koklear implant kullanarak daha geç implant kullanmaya başlamış yaşlıtlarına göre daha uzun işitme deneyimleri olacaktır. Bu çocuklar konuşma sesi ve dil gelişimi için kritik dönem bitmeden önce sese kavuşma şansına sahip olacaklardır (30,31,32). Araştırmalar belli bir dilde hayatlarının ilk altı ayı boyunca sesle tanışan bebeklerin fonetik algılamalarını değiştirdiğini göstermiştir (33). Jusckzyk 9 aylık olan bebeklerin kendi isimlerini tanıyabildiklerini, ‘anne’ ve ‘baba’ ifadelerine doğru tepkiler verdiklerini, kelimeleri bölebildiklerini, sık karşılaştıkları kelimeler ile ilgili bilgileri unutmadıklarını ortaya koymuştur (15). Bebeklerin anadilinde olmayan sözcüklere karşı hassasiyeti 10-12 aylıkken kaybolmaya başlar ve bebekler aynı zamanda farklı tipteki kelimeleri ayırt edebilirler. Bebekler 16 aylık olduklarında, hece ve kelimelerin ilk hecesini ayırt etme kabiliyeti ve 17 aylık olduklarında da kelime öğrenmeye eğilim gösterirler (25). Erken implant kullanmaya başlayanlar üzerindeki çalışmalar kritik dönemdeki dil gelişimi konusunda bilgi edinmek açısından oldukça önemlidir.

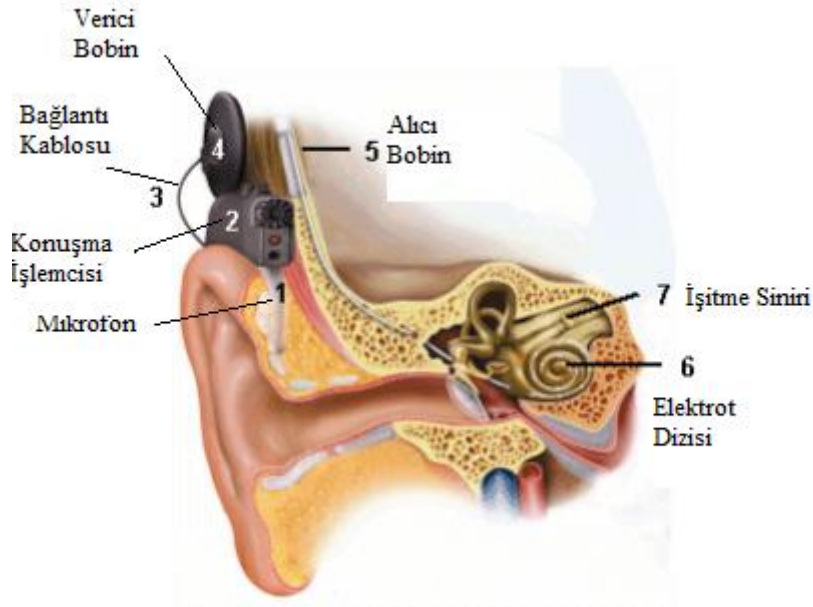
2.5 İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ve Koklear İmplant

Normal işiten insanda ses sinyali, işitsel siniri uyarmadan ve merkezi işitsel yollar aracılığıyla işitsel kortekse ulaşmadan önce dış, orta ve iç kulaktan oluşan periferik işitme sisteminden geçer (Şekil 3). Bu süreç, işitme cihazları kullanıldığı durumlarda bile aynı kalır, çünkü bu cihazlar ses uyarınının şiddetini yükseltirler. Koklear implant ise ses uyarısını elektriksel uyarana dönüştürerek işitme sinirinin uyarılma şeklini değiştirir (34).



Şekil 3. Dış, orta ve iç kulağın bölümleri

Koklear implantın mikrofon, bağlantı kablosu, ses işlemcisi ve verici bobini dahil olmak üzere tüm dış elemanları, sesi tespit edip bilgiyi alıcı bobin ve elektrot dizisine taşırlar. İç elemanlar ise mastoid kemik ve koklea'ya yerleştirilir. Böylece işitme sinirine elektriksel uyarım doğrudan iletilir (34). Ses, mikrofona girer ve konuşma işlemcisi üzerinden ilerler, konuşma işlemcisi sinyali analiz eder ve elektronik bir koda çevirir. Kod bağlantı kablosu boyunca ilerler ve verici bobine ulaşır. Buradan frekansı modifiye edilmiş radyo dalgalarıyla alıcı iç bobine ulaşır. Koklea'daki elektrot dizisi, verici kodundaki karakteristiklere bağlı elektriksel uyarı oluşturur ve bu işitsel sinirde, merkezi işitsel yolları üzerinden ilerleyen elektriksel uyarılar meydana getirir (Şekil 4). Koklear implantlı bir çocuğun merkezi işitsel yolları normal işiten ya da işitme cihazına sahip olan çocuklardan farklı bir şekilde uyarılır. Bu uyarımın gerçekleşmesi için işitme siniri ve merkezi işitsel sistemin işlevsel olması gereklidir (34). İUKP'nin, koklear implantlı çocuklar ve yetişkinler üzerinde kullanılması ile ilgili bilgi veren bir dizi araştırma literatürde mevcuttur (35,36,37,38).



Şekil 4. Koklear implantın bölümleri (Şekil Gross, 2003' den alıntıdır).

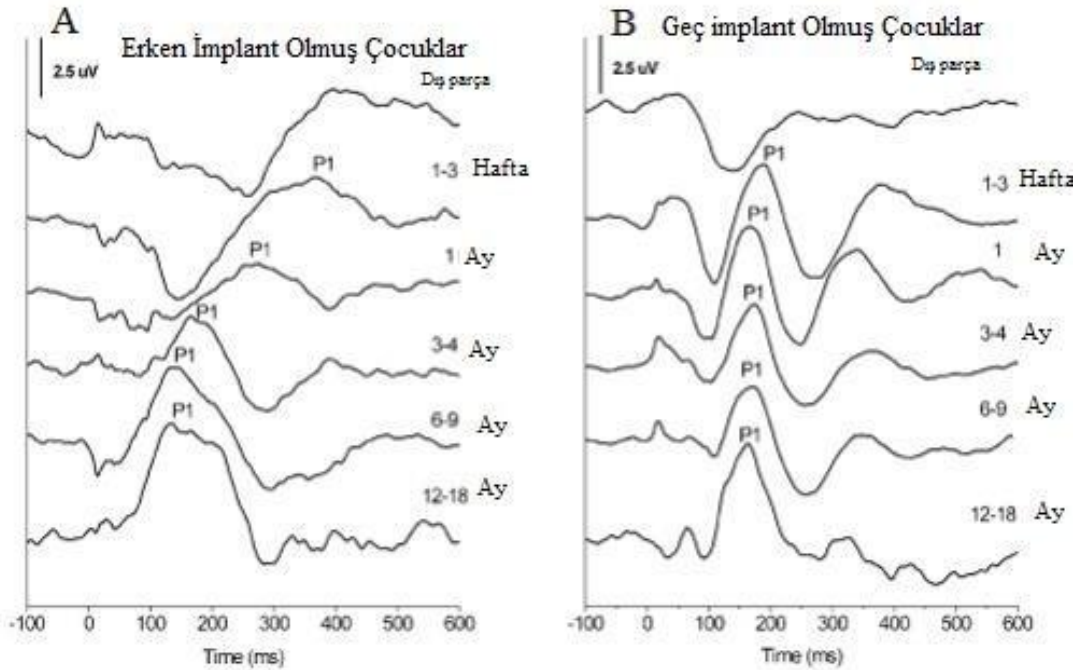
Araştırmalar koklear implantlılar ile normal işitmesi olan çocukların gelişme oranlarının paralellik gösterdiğini belirtmektedir. Ancak maturasyon süresinin işitsel mahrumiyetin süresine bağlı olarak uzadığı görülmüştür. Bu araştırmalar, işitsel yoksunluk periyotlarından sonra bile, uygun uyarının verilmesi durumunda merkezi işitme sisteminin halen gelişmeye devam etme yetisinin olduğunu göstermektedir (37,39).

2.6 Merkezi Sinir Sistemi Gelişiminde Kritik Dönem

Üç buçuk yaşından önce koklear implantasyon yapılmış olan çocukların büyük bir kısmının P_1 latanslarının yaşlarına göre normal düzeyde olduğunu bulunmuştur. Koklear implantları yedi yaşından sonra uygulanmış olan çocukların P_1 latansları, kendi yaş gruplarıyla karşılaştırıldığında, kronolojik olarak normal seviyeden yaklaşık 100 ms geciktiği saptanmıştır. Araştırmalar göstermiştir ki, merkezi işitme sisteminin fonksiyonu P_1 latans ölçümü ile belirlenebilmektedir. P_1 dalgası konuşmayı algılama ile korelasyon içindedir ve daha kısa süreli ses yoksunluğu yaşayan çocukların P_1 komponenti normal işiten çocuklarda bulunan P_1 komponentine benzerdir (40,41,42).

2.7. Geç ve Erken Koklear İmplantasyonların Karşılaştırılması

Erken ve geç dönemde implant kullanmaya başlamış çocuklardaki İUKP'nin morfoloji ve latans araştırmaları, her iki kulağında doğuştan çok ileri derecede işitme kaybı olan tüm çocukların İUKP'sinin P₁ dalgası öncesinde, geniş bir negatif dalga gösterdiğini belirlemiştir (43). Bu negatif dalganın genişliği koklear implanttan uyarım elde edildikten sonra azalır (38). Bu negatif dalganın, hamilelik süresinin 25 haftasından önce doğan prematüre bebeklerde görülen "geç latanslı negatif potansiyel" adı verilen potansiyele benzer olduğu düşünülmektedir ve bunun da işitme sisteminin uyarım eksikliğini yansıttığı sanılmaktadır (38). P₁ latansının kısalması 7 yaşından sonra implant kullanan çocuklarda daha zordur. Koklear implantlarını 3,5 yaşına gelmeden önce kullanmaya başlayan çocuklarda ise, normal latans aralığına gelmesi altı ile sekiz ay arasında zaman almaktadır (38). Koklear implantlarını yedi yaşından sonra kullanmaya başlamış çocuklarda İUKP morfolojisi ancak 12-18 aylık bir implant kullanma süresinden sonra atipik dalga morfolojisinden çıkar (Şekil 5). Bu sebeple İUKP ölçümleri işitsel yolların fonksiyonlarını değerlendirmek açısından klinik olarak yararlı olabilir. Bu bilgiler, işitme cihazı ya da koklear implant tarafından sağlanan uygun amplifikasyonun belirlenmesi açısından değerlidir.



Şekil 5. Erken ve geç implant olmuş çocukların P₁ latansları (Şekil Sharma, Dorman 2005'den alıntıdır).

2.8. Kortikal potansiyeller ve P₁ Dalgasının Özellikleri

İUKP bilişsel ve zorunlu olmak üzere ikiye ayrılır. Bilişsel İUKP'ler dikkat ve bilişsel performans ile değişiklik gösterirler ve bu nedenle "iç kaynaklı" olarak adlandırılırlar. Zorunlu İUKP'ler "dış kaynaklı" olarak adlandırılırlar, çünkü yanıt karakterleri dinleyici için "dış kaynaklı" olan uyaran parametreleri tarafından belirlenir. İUKP oluşumu, latansı ve genliği öncelikli olarak uyarının akustik parametrelerine ve primer işitsel yolların bütünlüğüne bağlıdır. Zorunlu İUKP'nin 3 ana bileşeni vardır. Bunlar primer işitsel korteks düzeyinde ve temporal lobun işitsel ilişkilendirme bölgelerinde oluşurlar (44,45).

Zorunlu İUKP'ler klik, ton burst ve konuşma sesleriyle oluşabilirler. Yenidoğan ve küçük bebeklerde bulunmalarının yanında; latans ve genlikleri yaşamın ilk 6 yılından ergenliğin sonlarına kadar ciddi bir azalma gösterse de uyanık, dikkatini toplamış yetişkinlerde güvenilir şekilde kaydedilebilirler. İUKP'ler hedef uyaran için elde edilirler ve zorunlu bileşenler olan P₁, N₁, P₂'yi barındırırlar. Buna ek olarak üçüncü bir pozitif pik yaklaşık 300 ms'de ortaya çıkar, bu yüzden P₃₀₀ ya da P₃ olarak adlandırılır. P₃'ün latansı ve genliği dikkat ve bilinçli durumu ile değişime uğrar. Dikkatli ve bilinçli dinleme ile P₃ latansı kısılırken genliği artar. Dikkat, hafıza, ya da bilişsel bozuklukların bireylerde bulunması durumunda P₃ küçülmüş ya da anormaldir (12).

N₁'in hakimiyetindeki yetişkin İUKP dalga formlarının aksine, çocukların dalga formlarında tipik olarak P₁ hakimdir (11). P₁ latansının azalması zaman içinde işitsel sistemin gelişmesi ile açıklanır (40), ve ayrıca kişinin sese maruz kaldığı süreye de bağlıdır (37).

2.9. İşitsel Maturasyonun Değerlendirilmesinde P₁ Dalgasının Önemi ve Kortikal Potansiyeller

Koklear implant açık durumuna getirildiği zaman implanttan elektriksel uyarılar gönderilmeye başlar. Bu sayede alıcı yoksunluğunu, işitsel sistemde kortikal reorganizasyon süreci izler. Bu hastalarda işitsel yapıların gelişimi çoğunlukla normal işiten kişilerdekine benzer şekildedir.

İşitsel uyarılma sürecine dahil olan beyinsapı ve kortikal mekanizmaların işitsel uyarılmış potansiyellerinin kayıtlanması non-invaziv olarak gerçekleştirilebilir. Periferik ve merkezi sistemlerdeki gelişme süreci boyunca işitsel sistemdeki fizyolojik değişimler, işitsel uyarılmış potansiyellerin latansını ve genliğini etkiler. Bu nedenle meydana gelen değişimler, dinleme yeteneklerinde oluşan davranışsal değişimleri araştırmayı gerekli hale getirir.

Geç uyarılmış potansiyellerin P₁ bileşeni, bebekler ve çocuklardaki işitsel yapıların maturasyonlarını anlamak için bir biyomarker olarak kullanılmıştır (46). Çeşitli araştırmalar

12 yaşın altındaki normal duyan çocukların P_1 latans ve genliklerini tanımlamıştır (47,48).

P_1 ve N_1 'in genlik ve baskınlığındaki farklı değişimler, bu iki pik noktasının farklı nöral üreteçleri yansıttığı fikrini destekler. N_1 'nin primer işitsel korteksteki, P_1 'in ise thalamo-kortikal düzeydeki aktiviteyi gösterdiği düşünölmektedir (1,47). Bu sebeple, kaydedilmiş olan İUKP'ler uyarının başarılı bir biçimde merkezi işitsel yolağa geçtiği ve işitsel kortekste bir aktiviteye sebep olduğunu, dolayısıyla muhtemelen sesin duyulduğunu gösterir.

Yetişkin dalga formları multifazik'tir, bebek dalga formu ise tipik olarak bifaziktir ve yıllar içinde daha karmaşık hale gelir. Erken çocukluk döneminde bulunmayan İUKP'nin erken bileşenleri, P_1 , N_1 daha geç bileşenler olan P_2 , N_2 'ye göre zaman içinde daha yüksek genlikli hale gelirler. Dalga formu morfolojisi 12 yaş civarında olgunluğa erişir (49).

3.GEREC VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma, ileriye yönelik bir çalışma olarak planlandı.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı İşitme Konuşma Denge Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Araştırmaya Mart 2013'de başlandı ve veri toplama işlemi 29/05/2014 tarihinde sonlandırıldı.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini bilateral çok ileri derecede sensorinöral işitme kaybı olup unilateral koklear implant uygulanmış çocuklar ve normal işiten çocuklar oluşturdu. Örneklem olarak, çalışma kriterlerine uyan 0-6 yaş aralığında Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Tıp Fakültesi'nde koklear implant ameliyatı olmuş 20 gönüllü ve normal işiten 60 birey alındı. Katılımcılar normal işitenler ve koklear implant kullanıcıları olmak üzere iki ana grupta değerlendirildi. Normal işiten katılımcılar, 0 - 6 ay, 7 - 12 ay, 13 - 18 ay, 19 - 24 ay, 25 - 30 ay, 31 - 36 ay, 37 - 42 ay, 43 - 48 ay, 49 - 54 ay, 55 - 60 ay, 61- 66 ay ve 67-72 ay olmak üzere 12 alt grupta incelendi. Böylece hem normal işiten bireylerin verisi hem de maturasyon sonucu oluşan değişimler belirlenmiş oldu. Koklear implantlı katılımcılar ise İmplantasyon gerçekleştikten sonra dış parça takıldığı gün, 1. ay, 3.ay ve 6. ayda kortikal potansiyel testi sonuçları elde edilerek yaşları eşleştirilmiş normal işitenlerle kıyaslandı.

Bireylerin seçimi için ilk olarak hasta dosyaları incelendi. 0-6 yaş aralığındaki çocukların aileleri ile telefon görüşmesi yapılarak çalışma ile ilgili bilgi verildikten sonra ailelerden genel bilgiler (çocuğun doğum tarihi, implant tarihi, okul durumu, özel eğitim ve rehabilitasyona devam edip etmediği, ikamet yeri ve ailenin telefon numaraları) alındı. Koklear implantlı grup için işitme kaybı dışında bir engeli bulunan çocuklar araştırmaya alınmadı. Araştırmaya alınma kriterlerine sahip ve aileleri gönüllü olan çocuklar araştırmaya dahil edildi. Tüm bireylerin ailelerine araştırmanın amacı hakkında bilgilendirme yazılı ve sözlü olarak yapıldı ve ailelere bilgilendirildiklerine dair onam formu imzalatıldı.

3.3.1. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Normal işiten katılımcılar yenidoğan işitme testi için DEÜ KBB AD'ye başvurup testten geçenler ayrıca rutin tetkikler kapsamında işitme testi istenmiş ve şu ölçütlere sahip bireylerden oluştu:

1. 0-6 yaş arasında olmak
2. Pre-natal, natal ve post-natal risk faktörünün bulunmaması

3. Yenidoğan işitme taramasından bilateral geçmiş olmak
4. Oto-akustik emisyon testi sonucunda 3 frekansta 3 dB SPL ve üzeri sinyal gürültü oranını sağlamak
5. Kraniofasiyal anamolisinin ve herhangi bir sendromunun olmaması
6. Gönüllü olmak

İşitme kayıplı katılımcılar ise DEÜ KBB AD'da koklear implantasyon operasyonu geçiren hastalar arasından şu ölçütlere sahip bireylerden oluştu:

1. Düzenli olarak koklear implant ayarları yapılan, kontrollere gelen,
2. Çalışmaya gönüllü olarak katılan,
3. 0-6 yaş arası çocuklardır.

3.3.2. Bireylerin Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

Bu kriterler;

1. Ailenin çalışmaya katılmada gönüllü olmaması,
2. Çocuğun koklear implantını kullanmayı bırakması,
3. Kontrol amacıyla yapılacak testlere düzenli olarak gelmemesi idi.

3.4. Araştırma Materyali

Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi İşitme Konuşma Denge Ünitesi'nde yapılan testler, çocuklar sestem yalıtılmış bir odada rahat bir koltukta otururken gerçekleştirildi. Koklear implantlı çocukların implant ayarları düzenli olarak yapılmıştı ve herhangi bir gürültü baskılama sistemi kullanılmadı. Test öncesinde uyarıcı kalibrasyonu kalibrasyon mikrofonu yardımıyla yapıldı. Koklear implant kullanıcılarının kontralateral kulakta kullandıkları işitme cihazları test sırasında çıkartıldı. Buna rağmen rezidüel işitmeyi engelleyecek bir yöntem kullanılmadı. Çocuklara test sırasında beğendikleri bir çizgi film sessiz olarak izlettirildi. Ayrıca bazı çocukların uyumamaları için sevdikleri oyuncaklarla sessiz bir biçimde oynamalarına izin verildi. Kayıtlamalar sırasında HEARLab İUKP analiz cihazı kullanıldı (Şekil 6-7).



Şekil 6. Test düzeneği



Şekil 7. Kalibrasyon Mikrofonu

3.4.1. Uyarın Özellikleri

Araştırmaların amaçları doğrultusunda farklı kayıtlama yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada 0-6 yaş arası pediyatrik grupta yalnızca P_1 latansı incelendiği için tek kanallı kayıtlama cihazı kullanıldı. P_1 dalgasının tanınması açısından elektrot yerleşimi önemlidir. Aktif elektrot vertekse referans elektrot mastoide yerleştirildiğinde en büyük genlikli P_1 dalgası elde edileceği için bu elektrot yerleşim yöntemi tercih edildi (12). Herhangi bir işitsel uyarın kortikal potansiyel oluşturmak için kullanılabilir, ancak konuşma uyarı daha güçlü bir dalga formu ortaya koyduğu için bu çalışmada tercih edildi (1). Alterne polarite, kayıtlamalar

sirasında uyarın artefaktını azalttığı için tercih edildi (50,51,52). Uyarın 1125 ms aralıklarla sunuldu, uyarın verilif sıklığının uzun tutulmasının pedyatrik grupta İUKP dalgalarının daha belirgin oluşumunda katkısı olduğu dűřünüldü (53).

Test sırasında P_1 dalga latansını etkileyebilecek faktörler bulunmaktadır. Çocuğun hareketliliği, uyku durumu, ses çikarması, ortam gürültüsü, test uygulanan İUKP cihazının (HEARLab) kalibrasyonu, koklear implantlılar için implantın ayarları ve kafatası artefaktı bunlardan bazılarıdır. Çalışma sırasında bu tür olumsuzluklar mümkün oldukça dışlanmaya çalışıldı.

İUKP uyarını olarak alçak frekanslı konuşma sesi (“m” sesi 200-500 Hz), orta frekanslı konuşma sesi (“g” sesi 800-1600 Hz) ve yüksek frekanslı konuşma sesi (“t” sesi 2000-8000 Hz) kullanıldı. Uyarın süresi m ve t fonemi için 30 ms, g fonemi için 20 ms olarak kullanıldı (Şekil 8).



Şekil 8. Uyarın Kontrol Ünitesi

3.4.2. Uyarının Sunumu

Uyarın sunumu koklear implantlı ve normal işiten çocuklar için aynı koşullar ve parametrelerde gerçekleştirildi. Uyarın sessiz bir odada bir hoparlörden 1 metre mesafeden, 0 derece azimuttan ilk olarak 65 dB SPL şiddetinde verildi (yaklaşık normal konuşma sesi şiddetinde) (Şekil 9). Eğer P_1 dalgası elde edilirse uyarın şiddeti 55 dB SPL'ye düşürüldü, P_1 dalgası elde edilmezse şiddet 75 dB SPL'ye çıkarıldı ve test sonlandırıldı.



Şekil 9. Serbest Alan Hoparlörü

3.4.3. Kayıtlama

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyellerin kayıtlaması sırasında üç adet elektrot çocukların baş kısmına yerleştirildi. Aktif elektrot vertekse (Cz), referans elektrot mastoide (M1 veya M2) ve toprak elektrot alına (FPz) yapıştırıldı. Kabul edilen uyarın sayısı en az 200 olarak belirlendi, elektrotların direnci 10 k Ohm'un altındaydı. Elektrotların yerleştirilmesi ve kayıtlamanın yapılması bir test için en fazla 45 dakika sürdü (Şekil 10-11).



Şekil 10. Elektrot Yerleşimi



Şekil 11. Elektrot İşlemcisi

3.5. Araştırma Değişkenleri

Araştırmada kullanılan bağımsız değişken yaş aralığı, bağımlı değişken ise P_1 dalga latansdır.

3.6. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak HEARLab İUKP cihazı kullanıldı.

3.7. Araştırma Planı

Araştırmanın başlangıç tarihi olan Mart 2013’de literatür taraması yapıldı. Literatürde gözlenen parametreler ön çalışmada denendi. Araştırmada kullanılacak en uygun BİUP parametreleri belirlendi. Gönüllü seçimi Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalından poliklinik muayene sonrasında yönlendirilen hastalardan yapıldı. Gönüllülerin işitmeleri seçim kriterlerine göre değerlendirildi. Seçilen bireylere İUKP testi uygulandı. P_1 dalga latansları belirlendi ve kaydedildi. İstatistiksel analiz yapılması sonrasında Mayıs 2014 tarihinde araştırma yazıldı.

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Her bir bireyden elde edilen P_1 dalgalarının inen bacağına teğet çizilen bir doğru ile çıkan bacağına teğet çizilen bir doğrunun kesişim noktasının iz düşümünün latans çizgisini kestiği ms değeri P_1 dalga latansı olarak belirlendi.

Veriler SPSS programının 15.0 versiyonu ve Microsoft Office 2007 Excell programlarıyla analiz edildi. Tanımlayıcı istatistik ile çalışmaya katılan çocukların demografik bilgileri ile normal işiten ve koklear implantlıların P_1 latans değerlerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri belirlendi. Kruskal Wallis varyans analizi kullanılarak yaş ile P_1 dalga latansı arasındaki ilişki incelendi. Yaş ile “m”, “t”, “g” 75 dB SPL, 65 dB SPL ve 55 dB SPL arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi ile incelendi. R

değeri 0,00-0,25 ise çok zayıf; 0,26-0,49 ise zayıf; 0,50-0,69 'nde orta; 0,70-0,89 aralığı yüksek; 0,90-1,00 değerleri ise çok yüksek ilişki olarak kabul edildi. Daha sonra yaş ve latans arasındaki ilişki regresyon analizi ile değerlendirildi. "m", "t", "g" fonemlerinin P₁ latansı açısından birbirinden farklı olup olmadığı yinelenen ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) ile gerçekleştirildi. Normal işiten ve koklear implant uygulanan bireylerde cinsiyet ile her bir fonemde ve şiddette elde edilen P₁ dalga latans değerleri arasındaki farkın anlamlılığı bağımsız iki grupta Mann-Whitney U testi ile araştırıldı. Aynı yaş döneminde koklear implant uygulanan bireyler ile normal bireyler arasında P₁ dalga latansları açısından anlamlı farklılık olup olmadığı ise t testi (One Sample t Test) kullanılarak çözümlendi. Aynı zamanda regresyon analizi yapıldı.

3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

0-6 yaş pediyatrik grupta araştırma yapıldığı için katılımcıların çıkardıkları kimi sesler elektrofizyolojik dalga formlarının bozulmasına neden oldu. Ayrıca test, düşük elektrot dirençleriyle yapılsa bile katılımcının hareketleri anlık elektroensefalografiyi (EEG) etkilediği için ortalama sırasında yanıtların dışlanmasına ve test süresinin uzamasına neden oldu.

Normal işiten katılımcı bulunmasının zorluğu daha fazla sayıda normatif veri elde edilememesine neden oldu. Koklear implantlı grup sayısı ise çalışmanın yapıldığı zaman dilimi içinde hastanemizde koklear implantasyonu ve rehabilitasyonu gerçekleştirilen hasta sayısı ile sınırlı kaldı.

3.10. Etik Kurulu Onayı

Araştırmaya başlamadan önce Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi (DEÜTF) Etik Kurulu'ndan 21.03.2013 tarihli toplantısında, 2013/10-25 no'lu protokol numarası ile onay alındı. Araştırmaya katılan her bir çocuğun ebeveynlerine bilgilendirilmiş onam formu imzalatıldı.

4.BULGULAR

Normal işiten grupta, her iki kulağı normal işiten 0-6 yaş arası 22 kız ve 38 erkek katılımcıya İUKP testi uygulandı. Bir katılımcı test sırasındaki hareketliliğe bağlı yüksek gürültü sergilediği için çalışma dışı bırakıldı. Normal işiten gruba ait sayı ve yaş ortalamaları Tablo 1’de verildi.

Tablo 1. Normal işiten grupta test edilen bireylerin sayısı ve grupların yaş ortalamaları

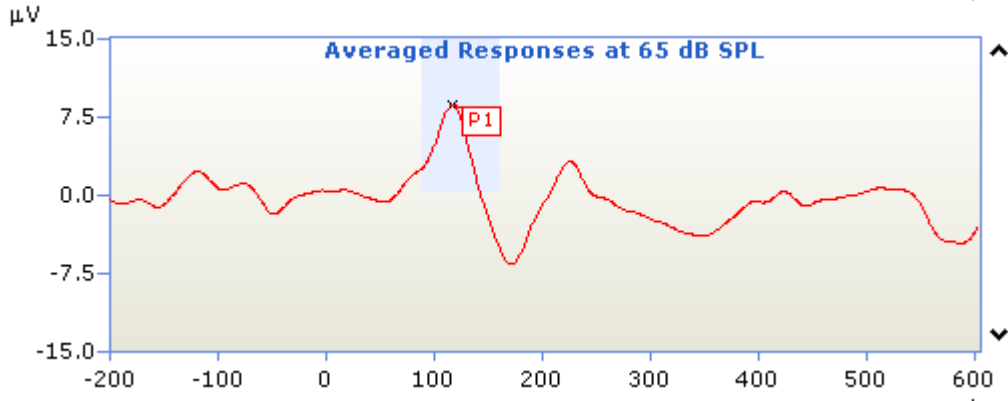
Yaş Grupları	Yaş Ortalaması	Standart Sapma	Cinsiyet Dağılımı		Toplam Birey Sayısı
<i>0-6 ay</i>	4,4 ay	1,51 ay	5 kız	0 erkek	5
<i>7-12 ay</i>	7,8 ay	0,84 ay	1 kız	4 erkek	5
<i>13-18 ay</i>	14,8 ay	0,84 ay	2 kız	3 erkek	5
<i>19-24 ay</i>	21 ay	2,00 ay	1 kız	3 erkek	4
<i>25-30 ay</i>	26,4 ay	0,89 ay	1 kız	4 erkek	5
<i>31-36 ay</i>	33,6 ay	1,52 ay	0 kız	5 erkek	5
<i>37-42 ay</i>	38,4 ay	0,55 ay	1 kız	4 erkek	5
<i>43-48 ay</i>	44,4 ay	2,71 ay	2 kız	3 erkek	5
<i>49-54 ay</i>	51 ay	1,79 ay	1 kız	4 erkek	5
<i>55-60 ay</i>	57 ay	1,79 ay	3 kız	2 erkek	5
<i>61-66 ay</i>	64,2 ay	1,91 ay	2 kız	3 erkek	5
<i>67-72 ay</i>	68,4 ay	1,67 ay	4 kız	1 erkek	5

Koklear implantlı grupta ise 11 kız, 9 erkek çocuk işitsel rehabilitasyon sürecinde İUKP testine alındı. Üç kız takiplere düzensiz getirildiği, bir erkek ise testler sırasında hareketliliğe bağlı yüksek gürültü sergilediği için çalışma dışı bırakıldı. Böylece araştırmaya koklear implantlı grupta 8 kız, 8 erkek olmak üzere toplam 16 birey dahil edildi. Koklear implantlı grubun doğum tarihleri ve dış parçalarının takıldığı tarihler, implantasyonun gerçekleştiği kulak ve implant markası Tablo 2’de verildi.

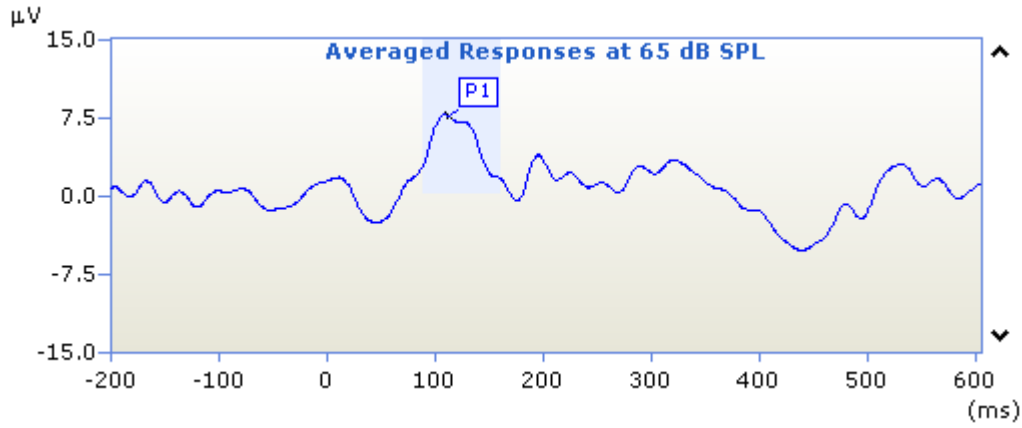
Tablo 2. Koklear implantlı gruba ait bilgiler

Adı-Soyadı	Dış Parçanın Takıldığı Yaş	İmplantlı kulak	İmplant Markası
Olgu 1	2 yaş 5 ay	Sağ	Nucleus
Olgu 2	2 yaş 3 ay	Sağ	Nucleus
Olgu 3	1 yaş 2 ay	Sağ	Nucleus
Olgu 4	1 yaş 5 ay	Sağ	Nucleus
Olgu 5	3 yaş 0 ay	Sag	Nucleus
Olgu 6	3 yaş 11 ay	Sağ	Advanced Bionics
Olgu 7	3 yaş 0 ay	Sol	Advanced Bionics
Olgu 8	1 yaş 3 ay	Sağ	Nucleus
Olgu 9	2 yaş 4 ay	Sağ	Nucleus
Olgu 10	2 yaş 4 ay	Sağ	Advanced Bionics
Olgu 11	4 yaş 5 ay	Sol	Advanced Bionics
Olgu 12	3 yaş 7 ay	Sağ	Medel
Olgu 13	4 yaş 3 ay	Sag	Advanced Bionics
Olgu 14	5 yaş 6 ay	Sol	Advanced Bionics
Olgu 15	2 yaş 8 ay	Sol	Advanced Bionics
Olgu 16	1 yaş 1ay	Sağ	Advanced Bionics

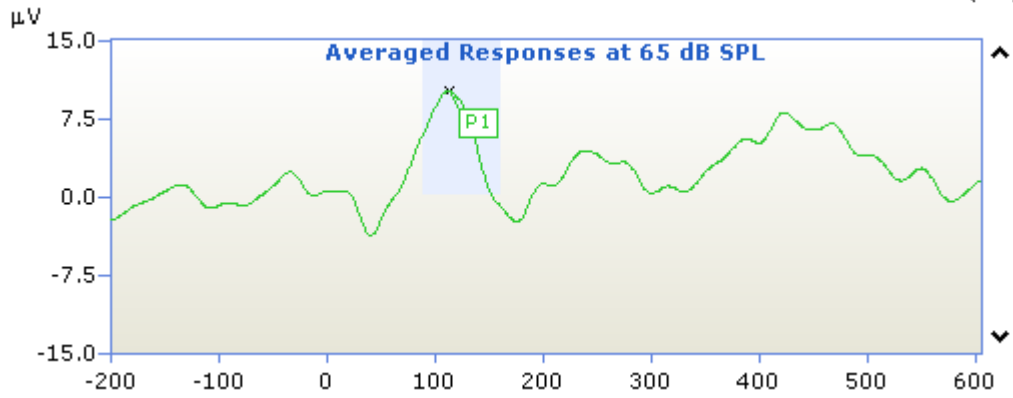
Normal işiten bir bireyin “m”, “t” ve “g” fonemlerinde 65 dB SPL şiddetindeki P_1 dalgasının kaydedildiği örnek Şekil 12, Şekil 13 ve 14’te gösterildi. Şekilde yatay düzlem ms cinsinden latansı, dikey düzlem ise microvolt (μV) cinsinden genliği göstermektedir.



Şekil 12. Normal işiten bireyin “m” konuşma uyararı ile 65 dB SPL şiddetindeki P₁ dalgası

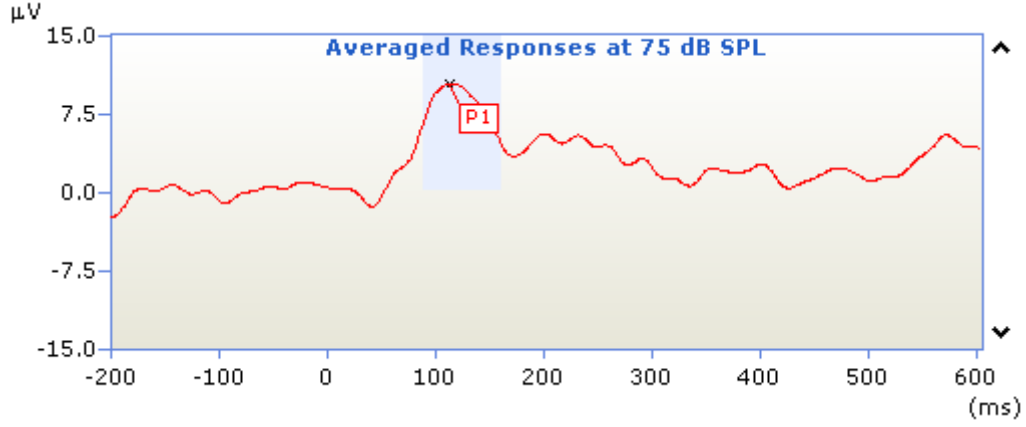


Şekil 13. Normal işiten bireyin “t” konuşma uyararı ile 65 dB SPL şiddetindeki P₁ dalgası

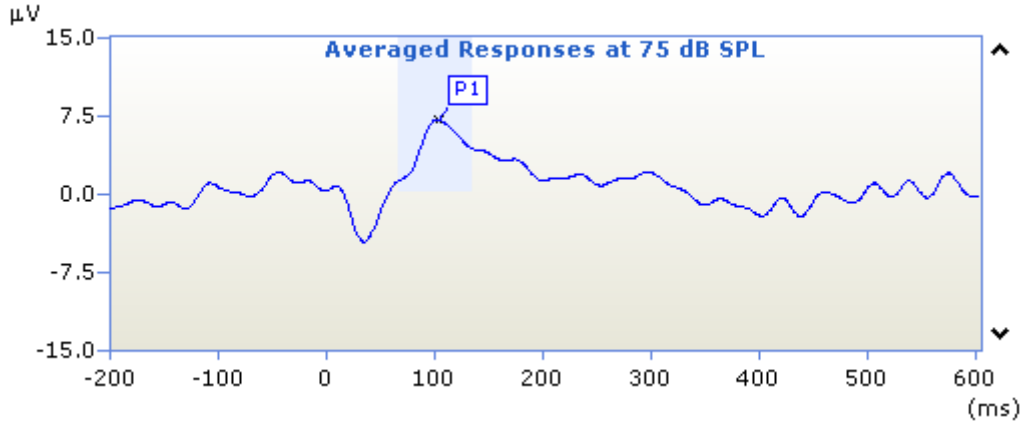


Şekil 14. Normal işiten bireyin “g” konuşma uyararı ile 65 dB SPL şiddetindeki P₁ dalgası

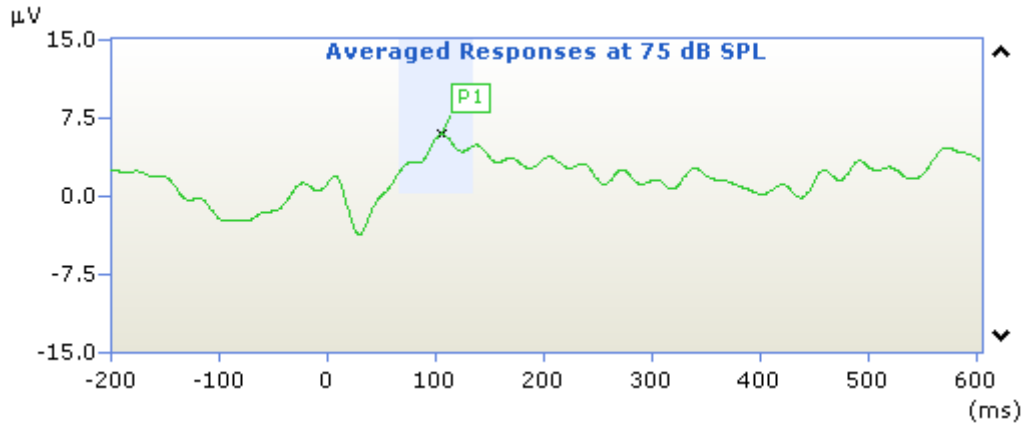
Koklear implantlı bir bireye ait “m”, “t” ve “g” fonemlerinde 75 dB SPL şiddetindeki P₁ dalga latansı örneği Şekil 15, 16 ve 17’de gösterildi.



Şekil 15. Koklear implantlı bireyin “m” konuşma uyarını ile 75 dB SPL şiddetindeki P₁ dalgası



Şekil 16. Koklear implantlı bireyin “t” konuşma uyarını ile 75 dB SPL şiddetindeki P₁ dalgası



Şekil 17. Koklear implantlı bireyin “g” konuşma uyarını ile 75 dB SPL şiddetindeki P₁ dalgası

“M” konuşma uyarınının P₁ latans değerlerinin, normal işiten grupta, 75, 65 ve 55 dB SPL şiddetinde yaşın artışıyla ters orantılı olarak kısaldığı gözlemlendi. Kruskal Wallis varyans analizi ile bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi ($p < 0,000$). Aynı bulguya t ve g konuşma uyarısında da rastlandı ($p < 0,000$). Normal işiten gruba ait “m” konuşma

uyaranının 75, 65 ve 55 dB SPL şiddetindeki yaşa bağlı P₁ latansının ortalama, +2 standart sapma, maksimum ve minimum değerleri sırasıyla Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’te verildi.

Tablo 3. “m” konuşma uyarınının 75 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma (ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
7-12	4	143,75	32,00	118	187
13-18	5	137,40	25,14	104	172
19-24	2	117,00	16,97	105	129
25-30	5	124,80	11,03	119	142
31-36	3	128,66	28,94	110	162
37-42	5	109,80	15,00	92	128
43-48	4	108,25	8,09	102	119
49-54	4	100,75	9,53	89	109
55-60	4	99,50	5,00	93	105
67-72	5	97,80	7,85	89	109

Tablo 4. “m” konuşma uyarınının 65 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma (ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
0-6	5	168,00	41,18	118	231
7-12	5	157,20	21,31	138	191
13-18	5	141,00	25,18	112	176
19-24	4	129,50	21,73	103	156
25-30	5	125,00	12,72	114	146
31-36	5	119,40	5,59	110	124
37-42	5	112,40	15,56	98	130
43-48	5	110,60	4,61	104	117
49-54	5	104,00	10,63	95	121
55-60	5	102,20	8,55	96	117
61-66	5	103,80	8,64	93	111
67-72	5	94,80	6,37	86	100

Tablo 5. “m” konuşma uyarınının 55 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma (ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
0-6	5	179,40	39,43	126	234
7-12	3	142,33	27,09	114	168
13-18	5	140,60	23,50	116	171
19-24	4	129,00	9,82	119	142
25-30	5	123,80	10,75	111	135
31-36	5	128,20	10,66	111	139

37-42	5	108,20	9,25	99	122
43-48	5	113,60	7,82	103	122
49-54	5	108,20	15,03	98	134
55-60	5	111,60	9,96	100	126
61-66	5	105,00	7,77	96	117
67-72	5	97,80	6,30	91	107

Normal işiten gruba ait “t” foneminin 75, 65 ve 55 dB SPL şiddetindeki yaşa bağlı P₁ latansının ortalama, +2 standart sapma, maksimum ve minimum değerleri sırasıyla Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8’de verildi. “g” foneminin bulguları ise sırasıyla Tablo 9, Tablo 10, Tablo 11’de verildi.

Tablo 6. “t” konuşma uyarısının 75 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma(ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
7-12	4	156,50	27,40	132	194
13-18	5	141,80	25,55	110	178
19-24	4	112,00	14,14	102	122
25-30	5	116,60	11,56	107	136
31-36	3	124,67	9,81	119	136
37-42	5	105,8	11,12	93	118
43-48	4	98,67	17,23	80	114
49-54	5	98,00	9,84	87	109
55-60	4	106,00	9,38	96	118
67-72	5	95,20	11,82	82	106

Tablo 7. “t” konuşma uyarısının 65 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma (ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
0-6	5	160,40	21,96	128	190
7-12	5	161,80	17,00	138	186
13-18	5	136,00	20,40	107	162
19-24	4	128,25	8,95	117	138
25-30	5	118,40	10,99	110	136
31-36	5	112,20	11,69	99	123
37-42	5	101,80	8,67	88	110
43-48	5	105,60	7,92	98	115
49-54	5	97,20	9,01	90	112
55-60	5	105,80	6,57	97	113
61-66	5	101,80	11,98	90	117
67-72	5	99,40	17,95	87	131

Tablo 8. “t” konuşma uyarısının 55 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma (ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
0-6	5	169,60	28,26	125	199
7-12	4	172,00	22,25	144	194
13-18	5	140,60	16,33	112	150
19-24	4	117,50	18,91	92	135
25-30	5	119,20	12,67	108	139
31-36	5	114,40	8,29	102	122
37-42	5	100,60	50,36	95	107
43-48	5	101,60	9,60	86	111
49-54	5	101,00	3,74	96	106
55-60	5	106,80	15,02	91	122
61-66	5	101,00	17,56	75	121
67-72	5	96,00	10,44	88	133

Tablo 9. “g” konuşma uyarısının 75 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma(ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
7-12	4	135,50	10,47	122	147
13-18	5	140,60	13,88	128	164
19-24	4	113,00	4,24	110	116
25-30	5	117,80	18,14	100	147
31-36	3	117,33	23,18	96	142
37-42	5	101,60	13,68	84	121
43-48	4	101,75	2,98	95	105
49-54	4	105,25	10,50	96	120
55-60	4	108,25	8,13	101	119
67-72	5	97,60	10,73	87	113

Tablo 10. “g” konuşma uyarısının 65 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

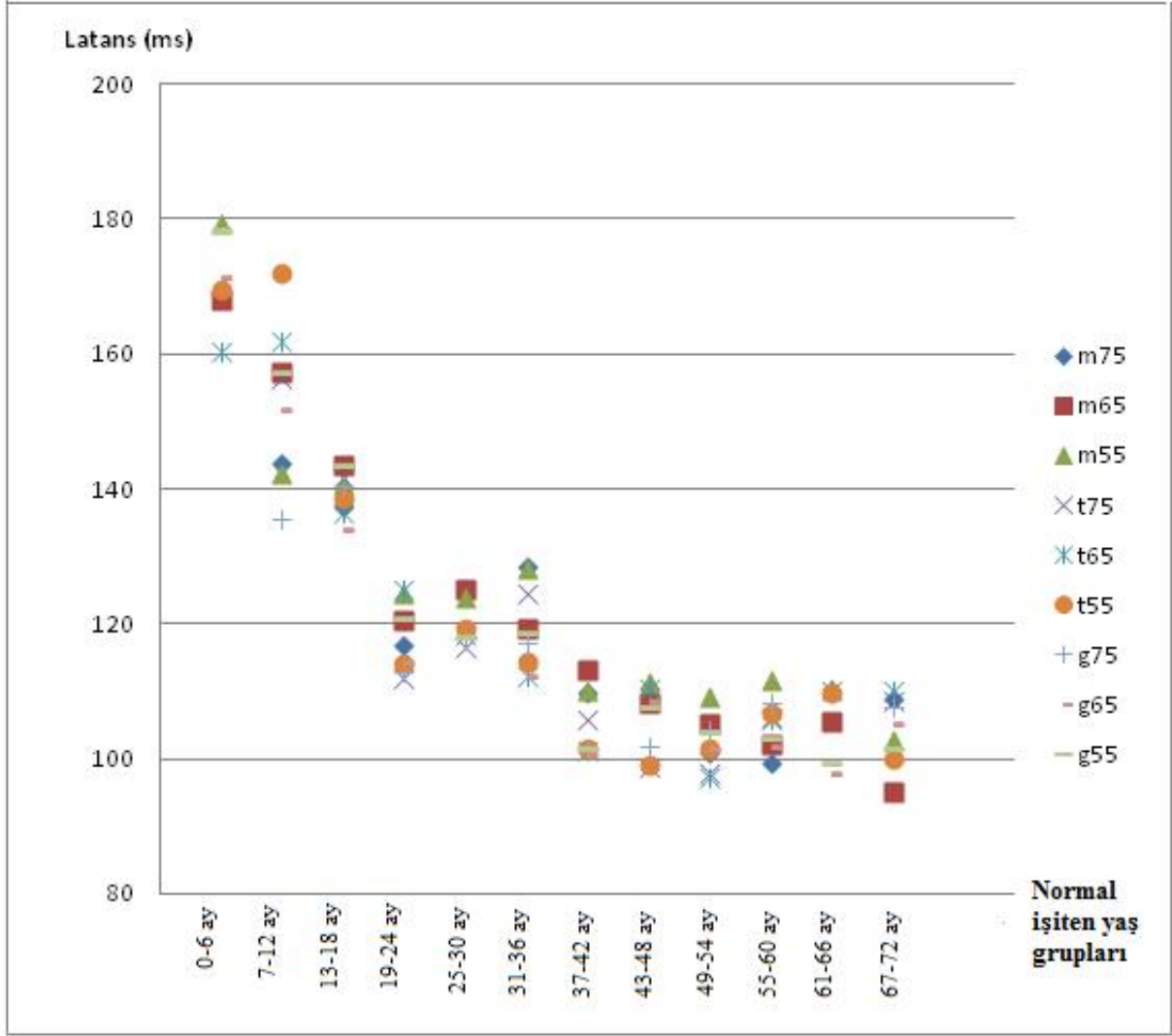
Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma(ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
0-6	5	171,40	33,38	144	229
7-12	5	151,80	12,87	142	173
13-18	5	136,80	20,27	111	167
19-24	4	115,75	8,50	103	120
25-30	5	118,00	16,62	101	143
31-36	5	112,40	17,35	88	137
37-42	5	99,40	13,35	80	115
43-48	5	107,40	6,22	102	118
49-54	5	101,20	13,14	86	119

55-60	5	102,00	5,78	96	109
61-66	4	96,25	19,51	71	109
67-72	5	97,00	12,90	84	114

Tablo 11. “g” konuşma uyarısının 55 dB SPL şiddetinde yaşa göre P₁ latans değerleri

Yaş Grupları (ay)	Birey Sayısı	Ortalama (ms)	Standart Sapma(ms)	Minimum (ms)	Maksimum (ms)
0-6	5	178,40	46,09	131	255
7-12	4	157,25	16,68	134	173
13-18	5	146,40	15,20	134	171
19-24	4	123,00	8,12	116	131
25-30	5	118,20	16,67	101	132
31-36	5	118,60	12,68	98	130
37-42	5	100,60	15,56	83	123
43-48	5	106,00	8,12	98	121
49-54	5	104,80	7,91	94	114
55-60	5	103,20	8,40	93	116
61-66	5	99,40	15,70	76	118
67-72	5	96,80	11,90	85	116

Konuşma uyarılarının ve uyarın şiddetlerinin normal işitenlerdeki P₁ latans değerlerinin yaşa bağlı değişimi Şekil 18’de gösterildi. Uyarın ve şiddet farklılıklarına rağmen yaş artıkça P₁ dalga latansının kısaldığı görüldü.



Şekil 18. Normal işitenlere “m”, “t” , “g” konuşma uyarısının 75, 65 ve 55 dB SPL şiddetinde sunulmasıyla elde edilen P₁ latansının yaşa bağlı değişimi

Yaş ile “m”, “t”, “g” konuşma uyarılarının 75, 65 ve 55 dB SPL şiddetleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi ile incelendiğinde tüm fonemlerde yaş ve latans arasında güçlü, negatif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görüldü ($r > 0,69$; $p < 0,01$). Yaş arttıkça P₁ dalga latansı istatistiksel olarak anlamlı bir kısalma gösterdi. Yaş ile “m”, “t” ve “g” konuşma uyarılarının her bir şiddet düzeyinde elde edilen korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri Tablo 12’de verildi.

Tablo 12. Üç farklı uyarının 3 ayrı şiddette elde edilen P₁ latansının yaş ile ilişkisi

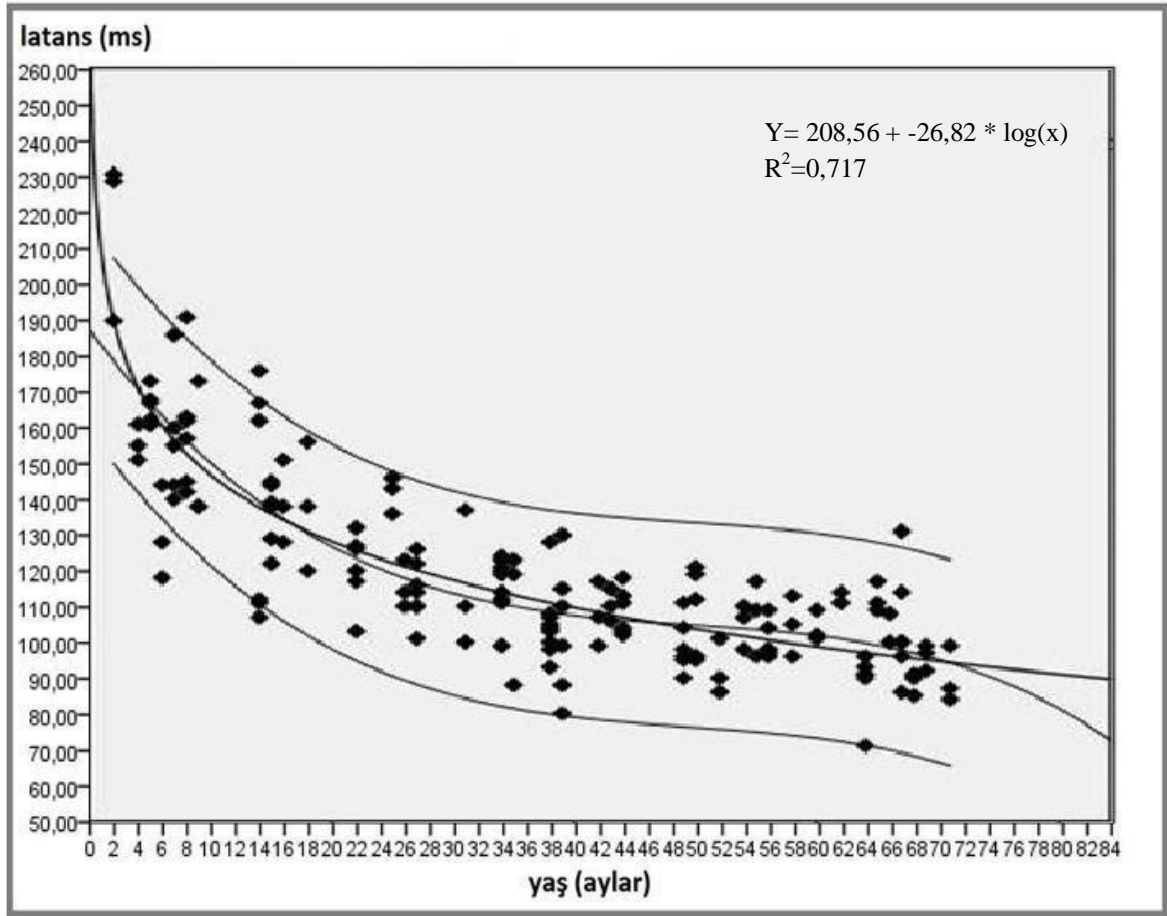
Fonem ve şiddet düzeyi	r değeri	İlişki	Anlamlılık
“m” 75 dB SPL	-0,699	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“m” 65 dB SPL	-0,773	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“m” 55 dB SPL	-0,728	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“t” 75 dB SPL	-0,716	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“t” 65 dB SPL	-0,789	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“t” 55 dB SPL	-0,765	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“g” 75 dB SPL	-0,697	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“g” 65 dB SPL	-0,756	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000
“g” 55 dB SPL	-0,758	Negatif ve Yüksek ilişki	P=0.000

“M” 65, “t” 65 ve “g” 65 dB SPL şiddetinde elde edilen P₁ latans değerleri arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yinelenen varyans analizi ve Mauchly Küresellik Testi’nde p değeri 0.005’ten büyük elde edildi (p=0.751). Bu nedenle ölçümler arasında farkın anlamlı olup olmadığını değerlendirmede Greenhouse-Geisser çözümlenmesi ile tek değişkenli testlerin sonuçları değerlendirildi. Bu testin sonuçlarına göre de p=0.99 olarak elde edildi. P₁ latans değerleri arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlendi.

“M”, “t” ve “g”, 65 dB SPL şiddetleri P₁ latans değerleri arasında farkın anlamlı olmadığını belirlenmesine dayanılarak 65 dB SPL şiddetlerindeki tüm fonemler birleştirilerek yaş ile ilişkisi araştırıldı. Yaş ile 65 dB SPL şiddetindeki P₁ latans değerleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi ile incelendiğinde yaş ve latans değerleri arasında güçlü, negatif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görüldü (r >0,769; p=0,000). Yaş arttıkça P₁ dalga latansı istatistiksel olarak anlamlı derecede kısaldı.

Veri analizinde yaş ile 65 dB SPL’deki P₁ latans değerlerinin regresyon analizi yapılarak kübik ve logaritmik model ile regresyon eğrileri elde edildi ve logaritmik modelde R²= 0,732; kübik modelde R²=0,717 olarak belirlendi. Regresyon analizine göre denklem Y=208,56+-26,82*log(x) şeklinde oluşturuldu. Bu denklemde Y değeri P₁ dalga latansını, x değeri ise yaşı ifade eder. Dolayısıyla formüle yaşın ay olarak yerleştirilmesiyle latans değeri hesaplanabilmektedir ve elde edilen sonucun %95 güven aralığında gerçek değeri yansıtmaya katsayısı 0,717 gibi güçlü bir değerdi. Yaş ve P₁ dalga latans değerlerinden elde edilen

logaritmik ve kübik model regresyon eğrisi Şekil 19'da verildi. Elde edilen veri doğrusal olmadığı için güven aralığı belirlenirken kübik kestirim yöntemi kullanıldı.



Şekil 19. Normal işiten bireylerde yaş ve P₁ dalgası latans değerlerinin regresyon eğrisi

Normal işiten bireylerde cinsiyet ile her bir fonemde ve şiddette elde edilen P₁ dalga latans değerleri arasındaki farkın anlamlılığı bağımsız iki grupta Mann Whitney U testi ile araştırıldı. Cinsiyetin P₁ dalga latansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bulundu (p>0,05). Aynı şekilde koklear implantlı grup da kendi içinde değerlendirildi ve cinsiyetin P₁ dalga latansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bulundu (p>0,05).

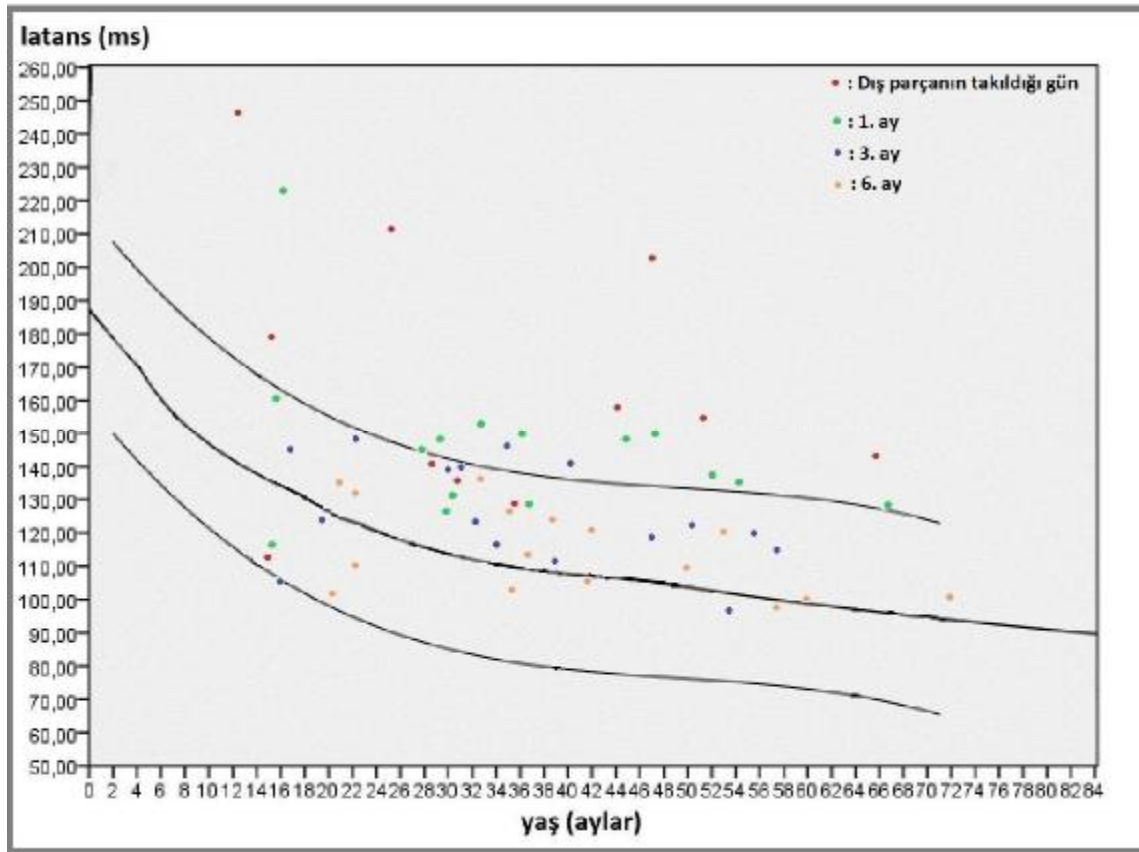
Tablo 13. Koklear implantlı bireylerin 65 dB SPL şiddetinde, “m”, “t”, “g” konuşma uyarıları ile elde edilen P₁ dalga latanslarının ortalamaları ve istatistiksel çözümleme sonuçları

		Olgu 1	Olgu 2	Olgu 3	Olgu 4	Olgu 5	Olgu 6	Olgu 7	Olgu 8
Dış parçanın takıldığı gün	Normal ortalama	137,93	114,66	107,86	137,93	120,46	120,46	100,80	107,86
	Bireyin ortalaması	245,66	129,33	207,50	179,00	212,66	140,00	153,00	157,00
	t değeri	-20,29	-4,69	-61,24	-7,73	-27,33	-5,78	-19,00	-30,20
	p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1. AY	Normal ortalama	137,93	104,53	107,87	137,93	120,46	120,46	100,80	107,86
	Bireyin ortalaması	221,66	129,33	147,00	159,50	143,66	133,33	138,66	148,33
	t değeri	-15,72	-7,24	-24,05	-4,06	-6,87	-3,81	-13,78	-24,87
	p değeri	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000
3. AY	Normal ortalama	137,93	114,66	100,80	124,50	120,46	114,66	103,33	107,86
	Bireyin ortalaması	146,66	113,33	123,66	125,00	138,00	124,33	122,00	119,00
	t değeri	-1,64	0,42	-8,32	-0,119	-5,19	-3,09	-10,64	-6,84
	p değeri	0,112	0,676	0,000	0,908	0,000	0,008	0,000	0,000
6. AY	Normal ortalama	137,93	104,53	100,80	124,50	114,66	114,66	103,33	107,86
	Bireyin ortalaması	135,33	107,33	121,66	131,33	135,66	104,00	103,33	107,66
	t değeri	0,49	-0,81	-7,59	-1,62	-6,72	2,37	0,00	-0,127
	p değeri	0,632	0,427	0,000	0,133	0,000	0,32	1,00	0,901

		Olgu 9	Olgu 10	Olgu 11	Olgu 12	Olgu 13	Olgu 14	Olgu 15	Olgu 16
Dış parçanın takıldığı gün	Normal ortalama	114,66	100,92						124,50
	Bireyin ortalaması	136,00	142,66						112,00
	t değeri	-6,83	-12,14						-5,74
	p değeri	0,000	0,000						0,000
1. AY	Normal ortalama	114,66	96,73	137,93	100,80	104,53	114,66	120,46	124,50
	Bireyin ortalaması	133,66	128,00	113,33	137,00	155,33	154,00	149,00	148,66
	t değeri	-6,08	-9,85	4,63	-13,17	-14,83	-12,60	-8,45	3,20
	p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008
3. AY	Normal ortalama	114,66	96,73	137,93	100,80	104,53	114,66	114,66	124,50
	Bireyin ortalaması	119,33	115,66	95,33	99,33	141,00	145,00	141,00	111,00
	t değeri	-1,49	-5,96	8,02	0,53	-10,65	-9,72	-10,65	1,75
	p değeri	0,157	0,000	0,000	0,602	0,000	0,000	0,000	0,070
6. AY	Normal ortalama	114,66	96,73	104,53	100,80	104,53	104,53	114,66	114,66
	Bireyin ortalaması	114,66	102,66	97,66	94,00	122,00	125,66	126,33	102,33
	t değeri	0,000	-1,87	2,00	2,01	-5,10	-6,17	-3,73	1,87
	p değeri	1,000	0,083	0,065	0,065	0,000	0,000	0,002	0,083

Altı ay boyunca takip edilen koklear implantlı bireylere ait P₁ dalga latansı ortalamaları ve koklear implantlılar ile aynı yaş dönemindeki normal işiten bireylerin P₁ dalga latansı ortalamaları ve istatistiksel analizlerin sonuçları Tablo 13 de verildi. Koklear implantlı bireylerin dış parçalarının takıldığı gün, koklear implant kullanmaya başladıktan sonraki 1, 3 ve 6.ay İUKP testi sonuçları saçılım grafiği olarak Şekil 20’de gösterildi.

Normal işiten bireylerin P1 dalga latanslarıyla, altı ay sonunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan koklear implantlı bireyler ile anlamlı fark bulunan koklear implantlı bireylerin yaş açısından analizi Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Koklear implant yaşının P₁ dalga latansı üzerine etkisinin olmadığı bulundu (p>0,05). Aynı analiz koklear implantasyon öncesi işitme cihazından kısmen de olsa yarar gören hastaların dışlanmasıyla yapıldığında koklear implant yaşının P₁ dalga latansı ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki içinde olduğu saptandı (p< 0,016).



Şekil 20. Koklear implant kullanmaya başladıktan sonraki 1., 3. ve 6. ayda bireylerin P₁ latans değişimleri.

5. TARTIŞMA

Sıfır-altı yaş arası çocukların işitsel uyarılmış kortikal potansiyellerinin klinik uygulamalarda kullanılabilmesi için ayrıntılı bir biçimde araştırılması gerektiği bilinmektedir (1). Test sırasında P₁ dalga latansını etkileyebilecek faktörler bulunmaktadır. Çocuğun hareketliliği, uyku durumu, ses çıkarması, ortam gürültüsü, test uygulanan İUKP cihazının (HEARLab) kalibrasyonu, koklear implantlılar için implantın ayarları ve kafatası artefaktı bunlardan bazılarıdır.

P₁ dalgasının latansının belirlenebilmesi için çeşitli uyarılar (saf ses, klik, konuşma uyarısı) kullanılarak yapılan çalışmalarda, değişik uyarı kullanımının anlamlı farklılık yaratmadığı belirtilmektedir (1,47,55). Bu çalışmada P₁ dalga latansının oluşumunda fonem değişikliğinin etkisinin araştırılması için spektrumları farklı frekans aralıklarında olan “m”, “t”, “g” fonemlerinden üretilen konuşma uyarıları kullanılarak İUKP’ler kaydedildi. Uyarı farklılığı P₁ dalgasının eşiğinin belirlenmesinde ön plana çıkmaktadır (1,9,47,54,55). Pediyatrik yaş grubunda testin kısa sürede yapılması gerektiği için tek uyarı ve tek şiddette yapılan İUKP kayıtlaması tercih edilebilir. Bu çalışmada “m”, “t” ve “g” konuşma uyarıları farklı şiddetlerde kullanılarak elde edilen P₁ latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı için yaşa bağlı değişiklikler değerlendirilirken her bir konuşma uyarısının üç ayrı şiddetteki latans ortalamaları istatistiksel olarak analiz edildi.

Wunderlich ve arkadaşlarının 7 günden küçük 10 yenidoğan, 13-41 ay arasında 19 bebek, 4-6 yaş arasında 20 çocuk ve 18-45 yaş arasında 9 yetişkin katılımcı ile gerçekleştirdiği çalışmada, yaş arttıkça P₁ dalga latansının kısaldığı, ancak bu kısalmanın 6 yaşına kadar anlamlı olmadığı belirtilmektedir (55). Ancak bu çalışmamızda elde edilen bulguların Wunderlich ve arkadaşlarının çalışmasıyla uyumlu olmadığı görüldü. Çalışmamızda 0-6 yaş arası çocuklarda yaş arttıkça P₁ dalga latanslarındaki kısalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,000). Sharma ve arkadaşlarının 6-15 yaş arası normal işiten 86 birey üzerinde yaptıkları çalışmada P₁ dalga latansının yaşla istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyon gösterdiği bildirilmektedir (47). Çalışmamızdaki bulguların Sharma’nın çalışması ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Ponton ve arkadaşlarının normal işiten 8 yetişkin, 31 çocuk ve koklear implantlı 6 yetişkin ve 12 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmada normal işitenlerin ve koklear implantlıların P₁ dalga latansının kısalma oranlarının aynı olduğu gösterilmektedir. Ancak sestem yoksun kalınan süre arttıkça P₁ dalga latansının normallere kıyasla uzadığı görülmektedir (37). Ponton ve arkadaşlarının çalışmasında, koklear implantlı çocuklara İUKP testinin uygulandığı yaş

11-14 yaş olup küçük yaş grubunda olmaması nedeniyle her iki grubun da P_1 latanslarının aynı oranda değişim göstermesi beklenebilir.

Sharma ve arkadaşlarının 1 ay ile 20 yaş aralığında 136 normal işiten ve 2.3 yaş ile 18 yaş aralığında 107 koklear implantlı katılımcıyla yaptıkları çalışmada normal işitenlerin hayatlarının ilk 10 yılında P_1 latansının hızlı bir düşüş gösterdiği ancak ikinci 10 yılda bu düşüşün hızının yavaşladığı belirtilmektedir. Ayrıca üç buçuk yaşından önce implantasyonu gerçekleştirilmiş koklear implantlıların P_1 latansının implantasyondan sonraki 6 ay içinde normal işitenler düzeyine geldiğini göstermiştir (41). Bu çalışmada elde edilen bulgular Sharma ve arkadaşlarının bulgularıyla uyumluydu. 0-6 yaş arası normal işitenlerin P_1 dalga latansı yaşamın ilk iki yılında hızlı bir düşüş gösterdi ve bu düşüş hızı daha sonraki yaşlarda azaldı. Çalışmaya katılan koklear implantlı grupta 11 bireyin implantasyonu üç yaşından önce yapıldığı için P_1 dalga latanslarının maturasyon ile kısalma hızının normal işitenlerden daha hızlı olduğu ve implantasyondan sonraki 6 ay içerisinde normal işitenleri yakaladığı görüldü. Dört koklear implantlı bireyin P_1 latansı implantasyon gerçekleştirildikten sonraki 3 ay içinde normal işitenlerin P_1 latansı düzeyine ulaştı. Bu durumun nedeni olarak, bu bireylerin yaşamlarındaki ilk altı aylık dönemde tanı alarak işitme cihazıyla uygun amplifikasyonun sağlanmış olması, 18. aydan önce koklear implantasyonunun gerçekleşmiş olması, koklear implant kullanımını sırasında sesli uyarılarla diğer koklear implantlılardan daha uzun süre karşılaşmış olması gibi faktörlerin etkili olduğu düşünüldü. Bu hastaların dil gelişimleri de normal işiten yaşlılarının seviyesindeydi.

Bu çalışmada, koklear implantlı beş bireyin 6. ay İUKP testi sonucunda elde edilen P_1 dalga latansları, normal işiten bireylerin ortalama P_1 dalga latansı değerlerinden kısa elde edildi. Ponton ve arkadaşlarının yetişkin koklear implantlı bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada koklear implantlı bireylerin P_1 dalga latansının ortalamasının normal işiten bireylerin P_1 dalga latans ortalamasından kısa olduğu bulunmuştur (40). Ponton ve arkadaşları bu durumu koklear implantlı bireylerde akustik uyarının dış kulak, orta kulak ve kokleayı pas geçerek işitsel yollarda ilerlemesinin sayesinde en az 2,5-3 ms daha kısa yol kat etmesi ile açıklanmaktadır. Ayrıca koklear implantın direkt olarak elektriksel uyarım sağlamasıyla daha çok sinir senkronizasyonu sağladığı ve bu sayede daha kısa latans değerleri elde edilebileceğini belirtilmektedir (37). Çalışmamızda P_1 dalga latansı kısa olan koklear implantlıların erken tanı ve erken implant yaşına sahip olmaları dikkat çekiciydi.

Beş koklear implantlı bireyin, koklear implantasyon gerçekleştirildikten sonra 6. ay İUKP testlerinde elde edilen P_1 latansları, normal işitenlerin P_1 latans düzeyinden daha uzun bulundu. Bu hastalar detaylı olarak incelendiğinde, koklear implant yaşlarının üç yaş sonrası

olduğu belirlendi. Bu bireylerin hepsinde dil gelişiminin yaşitlarından geride olduğu gözlemlendi. Bununla beraber iki birey koklear implantlarını diğer bireylere göre daha büyük yaşta kullanmaya başladı. Ayrıca bu bireylere geç tanı konmasından dolayı koklear implantasyon öncesi kısa bir süre işitme cihazı kullanımının ardından implantasyon yapıldı. P₁ latansının diğer koklear implantlı bireylere oranla uzun elde edilmesinde bu bireylerin işitme kayıplarına uygun düzeydeki sesle karşılaşmalarının diğer bireylerden daha geç gerçekleşmesinin etkili olduğu düşünüldü. İstatistiksel analizlerde, işitsel matürasyonda etkili bir diğer faktör olan işitsel deneyim süresinin kontrol edilebilmesi için işitme cihazlı rehabilitasyondan kısmen fayda gördüğü raporlanmış ve dolayısıyla dil gelişimi başlamış 6 olgu değerlendirme dışı bırakıldı. Böylece P₁ latansını etkileyen tek değişken koklear implantasyon yaşı oldu. P1 dalga latansları normal işitenlerle aynı ve onlarınkinden daha uzun olan koklear implantlı hastaların implant yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi (p<0.016). Böylece, koklear implantasyon sonucu P₁ dalga latansının normal verinin içinde olup olmadığının, implantasyon öncesinde akustik uyararla yeterli düzeyde ve sürede karşılaşma karşılaşmadığının ve koklear implantasyon yaşının etkisinin gösterilebilmesini sağladı.

Araştırmanın kısıtlılıkları arasında İUKP testinin süresinin pediatrik yaş grubu için çok uzun olması yer aldı. Averaılan dalga sayısını arttırmak belli bir sayıdan sonra P₁ latansını önemli ölçüde etkilemese de P₁ dalgasının tanınmasını kolaylaştırmaktadır. P₁ dalgasını tanımak ve dalganın latansını belirlemek belli bir klinik tecrübe gerektirmektedir. Bu tecrübe kazanıldıktan sonra P₁ latansının doğru bir biçimde belirlenmesi için kayıtlamaya ne zaman son verileceği ve bireyin gürültü çıkarmadan testi nasıl tamamlayacağını öngörüsünde bulunmak daha kolay olmaktadır. Araştırmanın bir diğer kısıtlılığı, belirlenen yaş aralığında, araştırma sürecinde kısıtlı sayıda normal işiten bireye ulaşılabilmesiydi. Aynı şekilde koklear implant uygulanmış hasta sayısında da bu durum yaşandı. Bu nedenle istatistiksel analiz yöntemlerinde parametrik testler seçilmedi. Yaş gruplarında P₁ latansları arasındaki farkın grafiksel olarak gözle görülür olduğu pek çok değer, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi.

İncelenen çalışmalar ile, dil edinimi için “erken” teşhisin önemli olduğu, alt sınırın 6-9 ay olduğu ve 1 yaş dolmadan önce işitme kaybı tanısının konmasının dil gelişimi açısından yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (28,56).

2002 yılında Sharma ve arkadaşları çocuklarda merkezi işitme sisteminin gelişimi için kritik periyodu araştırmışlardır (40). Koklear implant kullanan 104 çocuktaki İUKP’yı ölçerek bu dalga formlarını normal işitmeye sahip 136 çocuğun İUKP yanıtlarıyla karşılaştırmışlardır. Koklear implanta sahip olan çocuklar, implantın uygulandığı yaşa göre erken (3.5 yaşından

önce), orta (3.5-6.5 yaş) ve geç (7 yaşından sonra) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Erken yaşta implantasyon yapılmış olan çocukların büyük bir kısmının P_1 latanslarını yaşlarına göre normal düzeyde olduğunu bildirilmektedir. Koklear implantları yedi yaşından sonra uygulanmış olan çocukların ise, P_1 latanslarının, kendi yaş gruplarıyla karşılaştırıldıklarında, kronolojik olarak gereken normal seviyeden yaklaşık olarak 100 ms geciktiği bildirilmektedir. Bu iki grubun arasındaki fark, 3,5 yaşa kadar devam eden kritik dönemin varlığını açıkça göstermektedir. Bu dönem boyunca uygun amplifikasyon sağlanırsa, merkezi işitme sisteminde sese mahrumiyetten doğan olumsuzluklar azaltılarak engellenebilmektedir.

Koklear implantlı çocuklarla ilgili bu denli farklılıklar gösteren sonuçlar merkezi işitme sisteminin plastisitesine etki eden ek başka faktörlerin de olduğuna işaret etmektedir (41). Sharma ve arkadaşlarının daha sonraki araştırmaları işitsel sistemin kritik döneminin varlığını desteklemektedir. İlk araştırmada, 3,5 yaşından önce koklear implant uygulanmış olan çocuklar incelenmiştir. Bu hastaların sekiz ay koklear implant kullanımı sonrasında kronolojik yaşları aynı olan normal işiten bireyler ile P_1 latansları karşılaştırıldığında, normal düzeyde oldukları görülmüştür (42). İkinci araştırmada, koklear implantı 3,5 yaşında uygulanan 18 çocuğun İUKP yanıtları, kronolojik yaşları aynı olan, normal işitmeye sahip çocukların değerleriyle karşılaştırılmıştır. Bu olgularda da altı aylık implant kullanımından sonra P_1 latansı kendi yaş grubunda olması gereken değerde bulunmuştur (40). Her iki araştırmada minimum dejenerasyona uğramış ya da plastisitesi yüksek merkezi işitme sisteminin, işitsel yoksunluğun yarattığı olumsuzlukların üstesinden gelebildiği kanıtlanmaktadır (40,42). Bu araştırmalar merkezi işitme sisteminin fonksiyonunun P_1 latans ölçümü ile belirlenebildiğini göstermektedir. P_1 dalgası konuşmayı algılama ile korelasyon içinde olup, daha kısa süreli ses yoksunluğu yaşayan çocukların P_1 komponenti normal işiten çocuklarda bulunan P_1 komponentine benzemektedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatürle aynı doğrultudadır.

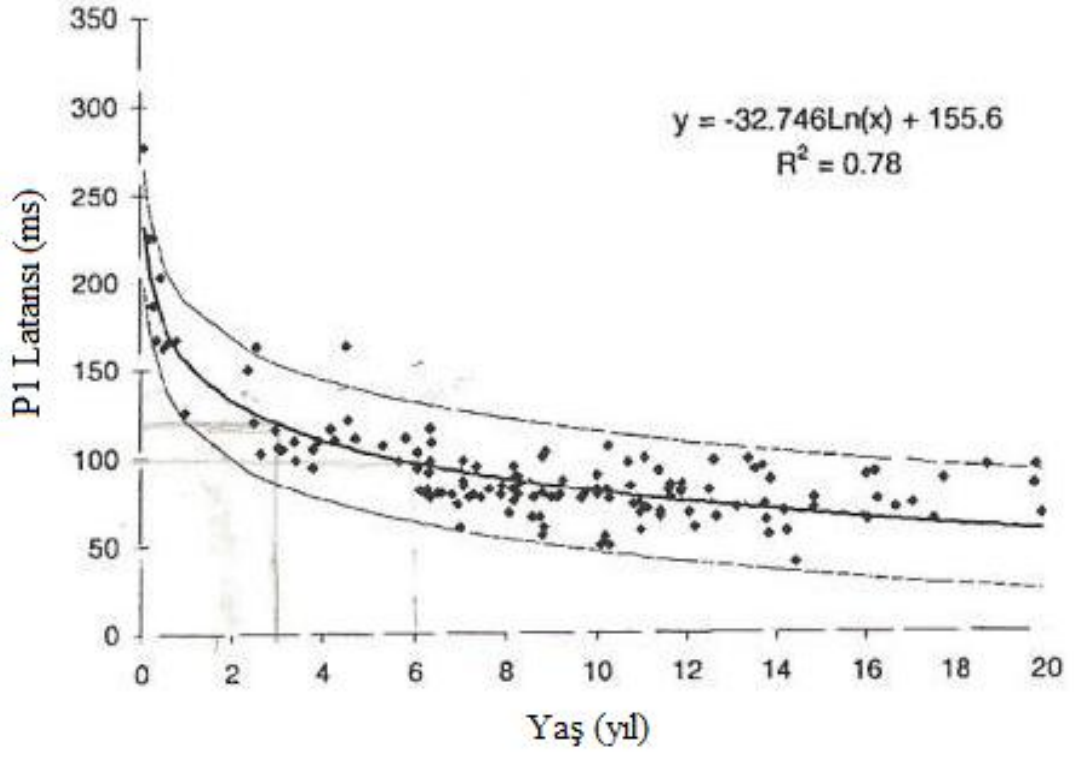
Sharma ve arkadaşları 3,5 yaşından küçük 3 çocuğun işitsel uyarılmış kortikal potansiyellerini işitme cihazı denemesinden önce ve sonra incelemiştir. Bir çocukta P_1 latansı 5 aylık işitme cihazı kullanımıyla beraber normal değerlere ulaştı; bu da çocuğun işitme cihazından yeterli düzeyde amplifikasyon sağladığını göstermektedir (43). Bununla birlikte diğer iki çocukta İUKP morfolojilerinde bir değişiklik görülmemiştir. Koklear implantlıların P_1 latansının 3-6 aylık koklear implant kullanımından sonra normal limitlere ulaştığı gösterilmiştir (Şekil 21). Böylece yeterli amplifikasyonun ancak implantasyondan sonra olduğu gösterilmiştir ve bu çocuklarda koklear implant kullanımı yararının objektif olarak gösterilmesi sağlanmıştır (43). Çalışmamızda da 11 koklear implantlının P_1 latansının

implantasyon sonrasındaki 3-6 aylık zaman diliminde normal limitlere ulaştığı görüldü.

İUKP ile işitsel nöral maturasyon düzeyini ortaya koyma ve işitme kayıplılardaki maturasyonun normal işitenlerdeki seviyeye ulaşması ile ilgili görüşler birbirini desteklemektedir. Ponton ve arkadaşları İUKP yanıtının maturasyonundaki gecikmelerin çocuğun yeterli bir işitsel uyarı olmadan geçirdiği süreyle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (37,49). Sharma'nın bulguları İUKP yanıtının ilk uygun amplifikasyon sağlandıktan sonra maturasyonun yaşlılarına oranla daha hızlı olduğu ve bir süre sonra yaşlılarının P_1 latans değerlerine eriştiğini göstermektedir (38,41).

Wunderlich ve arkadaşları İUKP'nin bileşenlerinin tüm latanslarındaki tepe noktasının, yetişkinlerde çocuklardan belirgin olarak daha kısa olduğunu bulmuşlardır (55). Neredeyse tüm işitsel uyarılmış potansiyeller için görülen bu farklılığa miyelinizasyon ve sinaptik yeterlilik azlığı neden olduğu belirtilmektedir. Bunlara ek olarak, P_1 ve N_1 'in genliklerinin yaşla birlikte azaldığını, aynı anda da N_1 ve P_2 genliklerinin yükseldiğini saptamışlardır (1). Bu bulgular, dominant P_1 'in çocuklarda rastlanması ile uyum olduğu ve N_1 'in yetişkinler açısından dominant bulunduğunu gösteren Sharma ve Dorman (2006) ile tutarlılık göstermektedir. Bu çalışmada da 0-6 ay grubundan başlamak üzere tüm yaş gruplarında P_1 dominansı belirlendi.

Sharma ve arkadaşları (41), normal işiten çocuklardaki P_1 latanslarının yaşa göre karşılaştırılması ile ilgili yaptıkları çalışmada regresyon katsayısını 0,78 bulmuşlardır (Şekil 21). Bu çalışmada regresyon katsayısı o değerle benzerlik göstererek 0,717 olarak saptandı ve model $y=-26,82\ln(x)+208,56$ şeklinde oluşturuldu. Bu denklemde y değeri P_1 dalga latansını, x değeri ise yaşı ifade etmektedir.



Şekil 21. Normal işiten çocuklardaki P1 latanslarının yaşa göre karşılaştırılması (Sharma, Dorman Sphar 2002b den alıntıdır).

6. SONUC VE ÖNERİLER

1. Bu araştırmada “m”, “t” ve “g” fonemlerinin sunulduğu 75, 65 ve 55 dB SPL şiddetlerinde olgunun yaşı ile güçlü negatif korelasyon bulundu. Yaş artıkça P₁ latansı istatikselsel olarak anlamlı şekilde kısaldı. P₁ latansındaki bu kısalma hızı 0-24 ay arası olgularda daha yüksek iken sonraki yıllarda bu hızın azaldığı görüldü.

2. Koklear implantlı grupta dış parça takıldıktan sonraki ilk 3 ay P₁ dalgasının latansı normatif verinin dışında kalmakla beraber yaklaşık 6 ay sonunda P₁ dalga latansında normallere oranla hızlı kısalma meydana gelerek katılımcıların büyük çoğunluğu normatif verinin içinde yer aldı. Bu sonuçlar araştırmanın hipotezini destekler niteliktedir.

3. Normallerden elde edilen İUKP sonuçları ile bir regresyon modeli oluşturuldu. Bu model ile yaşa göre beklenen P₁ latansının hesaplanabileceği belirlendi.

4. İUKP testi, işitme cihazı veya koklear implant kullanan pediyatrik yaş grubu için objektif veri elde edilebilen tek test yöntemidir. Uyaran olarak kullanılan “m”, “t” ve “g” fonemlerine yanıt olarak elde edilen kortikal potansiyeller bireyin sırasıyla pes, tiz ve orta frekanslarının yanıtlarını temsil etmektedir. Böylece pratik bir şekilde işitme değerlendirilmesi yapılabilmekte ve elde edilen sonuçlar koklear implant ayarlarında yol gösterici olmaktadır. İUKP testinde normal olmayan latans bulguları konuşma gelişimindeki olumsuzlukları gösterir niteliktedir. Bu nedenle her klinik kendi normal verilerini oluşturmalıdır.

5. Araştırma sonrasında daha çok sayıda normal işiten ve koklear implantlı bireyin çalışmaya katılmasının İUKP testinin klinik kullanımının güvenilirliğini arttıracığı düşünölmüştür. P₁ dalga latansı ile dil gelişimi arasındaki ilişki daha sonraki çalışmaların araştırma konusu olabilir.

7. KAYNAKLAR

- 1- Wunderlich JL, & Cone-Wesson, BK. Maturation of CAEP in infants and children: A review. *Hearing Research*, 2006;212(1-2), 212-223.
- 2- Caton R. The electrical currents of the brain. *Br Med J*, 1875;2, 278.
- 3- Davis PA. Effects of acoustic stimuli on the waking human brain. *J Neurophysiol*, 1939; 2, 494-499.
- 4- Calhoun B. *The Anatomy of Hearing*. January 22, 2008
- 5- Musiek FE, & Oxholm VB. Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: A clinical perspective. In Roeser RJ, Valente M, & Hosford-Dunn H. *Audiology Diagnosis*. 2000 Thieme Medical Publishers, Inc: New York.
- 6- Rappaport JM, & Provençal C. Neuro-otology for audiologists. In Katz, J. (Ed.). *Handbook of Clinical Audiology* (5th ed.). 2002 Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, PA.
- 7- Burkard RF, & Secor C. In Katz, J. (Ed.). *Handbook of Clinical Audiology* (5th ed.). 2002. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, PA.
- 8- McPherson DL, & Ballachanda B. Middle and long latency auditory evoked potentials. In Roeser, R. J., Valente, M., & Hosford-Dunn, H. (Eds.). *Audiology Diagnosis*. 2000 Thieme Medical Publishers, Inc: New York.
- 9- Purdy SC, Kelly AS, & Thorne PR. Auditory evoked potentials as measures of plasticity in humans. *Audiol Neurootol*, 2001;6(4), 211-215.
- 10- Ponton CW, & Don M. Cortical auditory evoked potentials recorded from cochlear implant users: methods and applications. In H. E. Cullington (Ed.), *Cochlear Implants: Objective Measures* 2003;187-230. London: Whurr Publishers Ltd.
- 11- Sharma A, & Dorman MF. Central auditory development in children with cochlear implants: clinical implications. *Adv Otorhinolaryngol*, 2006;64, 66-88.
- 12- Stapells DR. Cortical event-related potentials to auditory stimuli. In Katz, J. (Ed.). *Handbook of Clinical Audiology* (5th ed.). 2002; Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, PA.
- 13-Oller DK, Yeni-Komshian In GH, Kavanagh JF, & Ferguson CA, The emergence of the sounds of speech in infancy, *Child phonology: Vol. 1*. 1980 Production. New York: Academic Press
- 14-Stark RE, Yeni-Komshian In GH, Kavanagh JF, & Ferguson CA. Stages of speech development in the first year of life. *Child Phonology: Vol. 1*. 1980 Production. New York: Academic Press.

- 15-Jusczyk PW, & Luce PA. Speech perception and spoken word recognition: past and present. *Ear and Hearing*, 2002;23, 2–40.
- 16-Jusczyk PW, Hohne EA, & Bauman A. Infants' sensitivity to allophonic cues for word segmentation. *Perception & Psychophysics*, 1999;61, 1465–1476.
- 17-Swingley D, & Aslin RN. Spoken word recognition and lexical representations in very young children. *Cognition*, 2000; 76, 147–166.
- 18- Boothroyd A. Developmental factors in speech recognition. *International Audiology*, 1970; 9, 30–38.
- 19- Boothroyd A. Auditory development of the hearing child. *Scandinavian Audiology*, 1997; 26 (Suppl. 46), 9–16.
- 20-Kral A, Hartmann R, Tillein J, ve ark. Delayed maturation and sensitive periods in the auditory cortex. *Audiol Neurootol* 2001; 6:346–62.
- 21-Oller DK, Eilers RE, Bull DH, & Carney AE. Prespeech vocalizations of a deaf infant: a comparison with normal meta-phonological development. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1985; 28, 47–63.
- 22-Eilers RE, & Oller DK. Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. *Journal of Pediatrics*, 1994; 124, 199–203.
- 23-Ruben RJ. A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta Otolaryngol* 1997;117:202–5.
- 24-Kuhl PK. Early language acquisition: cracking the speech code. *Nat Rev Neurosci* 2004; 5:831–43.
- 25-Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear* 2002; 23:532–9
- 26-Calderon R, Naidu S. Further support for the benefits of early identification and intervention for children with hearing loss. *Volta Rev* 1998; 100:53–84.
- 27-Tomblin JB, Barker BA, Spencer LJ, ve ark. The effect of age at cochlear implant initial stimulation on expressive language growth in infants and toddlers. *J Speech Lang Hear Res* 2005; 48:853–67.
- 28-Kennedy CR, McCann DC, Campbell MJ, ve ark. Language ability after early detection of permanent childhood hearing impairment. *N Engl J Med* 2006; 354:2131–41.
- 29-McCann DC, Worsfold S, Law CM, ve ark. Reading and communication skills after universal newborn screening for permanent childhood hearing impairment. *Arch Dis Child* 2009; 94:293–7.

- 30-Hurford JR. The evolution of the critical period for language acquisition. *Cognition*. 1991 Sep;40(3):159-201.
- 31- Pickett JM, Stark RE. Cochlear implants and sensory aids for deaf children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1987 Oct;13(3):323-44.
- 32- Ruben RJ. Unsolved issues around critical periods with emphasis on clinical application. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1986; 429: 61-4.
- 33- Kuhl PK, Williams KA, Lacerda F, Stevens KN, Lindblom B. Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*. 1992 Jan 31;255(5044):606-8.
- 34-Zwolan T. Cochlear implants. In Katz, J. (Ed.). *Handbook of Clinical Audiology* (5th ed.). (2002). Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, PA.
- 35-Eggermont JJ, Ponton CW, Don M, Waring MD, & Kwong B. Maturational delays in cortical evoked potentials in cochlear implant users. *Acta Otolaryngol*, 1997. 117(2), 161-163.
- 36-Kelly AS, Purdy SC, & Thorne PR. Electrophysiological and speech perception measures of auditory processing in experienced adult cochlear implant users. *Clin Neurophysiol*, (2005). 116(6), 1235-1246.
- 37-Ponton CW, Don M, Eggermont JJ, Waring MD, Kwong B, & Masuda A. Auditory system plasticity in children after long periods of complete deafness. *Neuroreport*, 1996. 8(1), 61-65.
- 38-Sharma A, Dorman MF, & Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hear Res*, 2005.203(1-2), 134-143.
- 39-Eggermont JJ, Ponton CW, Don M, Waring MD, Kwong B. Maturational delays in cortical evoked potentials in cochlear implant users. *Acta Otolaryngol*. 1997 Mar;117(2):161-3.
- 40-Sharma, A., Dorman, M., Spahr, A., & Todd, N. W. Early cochlear implantation in children allows normal development of central auditory pathways. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*, (2002). 189, 38-41
- 41-Sharma, A., Dorman, M. F., & Spahr, A. J. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear*, (2002b). 23(6), 532-539.
- 42-Sharma, A., Dorman, M. F., & Spahr, A. J. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. *Neuroreport*, (2002a). 13(10), 1365-1368.

- 43-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.
- 44-Lütkenhöner B, Steinsträter O: High-precision neuromagnetic study of the functional organization of the human auditory cortex. *Audiol Neurootol* 1998 3:191–213,
- 45-Picton TW, Alain C, Woods DL, et al.: Intracerebral sources of human auditory-evoked potentials. *Audiol Neurootol* 1999, 4:64–79
- 46-Dorman MF, Sharma A, Gilley P, Martin K, ve ark. Central auditory development: evidence from CAEP measurements in children fit with cochlear implants, *J. Commun. Disord.* 40 (4) (2007) 284–294).
- 47- 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.* 104 (November (6)) (1997) 540–545.)
- 48-Albrecht R, Suchodoletz WV, Uwer R. The development of auditory evoked dipole source activity from childhood to adulthood, *Clin. Neurophysiol.* 111 (12) 2000 2268–2276)
- 49-Ponton C, Eggermont JJ, Kwong B, ve ark. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol* 2000, 111:220–236
- 50-Hall JW (2007). *New handbook of auditory evoked responses*. Boston: Pearson, Allyn and Bacon.
- 51-Hyde M. The N1 Response and Its Applications. *Audiology and Neuro-otology*, 1997 2, 281-307.
- 52-Goldstein R & Aldrich AM 1999. *Evoked potential audiometry: Fundamentals and Applications*. Allyn and Bacon.
- 53- Gilley P, Sharma A, Dorman MF, & Martin K. Developmental changes in refractoriness of the cortical auditory evoked potential. *Clinical Neurophysiology*, 2005. 116, 648-657.
- 54- Alvarenga KF, Vicente LC, Lopes RCF, Silva RA, ve ark. The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials *Braz. j. otorhinolaryngol.* vol.79 no.3 São Paulo May/June 2013
- 55- Wunderlich JL, Cone-Wesson BK, Shepherd R. Maturation of the cortical auditory evoked potential in infants and young children. *Hear Res.* 2006 Feb;212(1-2):185-202. Epub 2006 Feb 3.

56-Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, ve ark. Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics* 1998;102:1161–71.

8.EKLER

EK-1

EBEVEYN BİLGİLENDİRME FORMU

Yapacağımız bu test çocuğunuzun duyduğu sesleri beyninde nasıl algıladığının değerlendirilmesinde yardımcı olacak, işitme cihazı veya koklear implant kullanan çocukların rehabilitasyon sürecinin değerlendirilmesinde, büyük önem taşıyacak ve kliniğimize değerli bilgiler sağlayacaktır. Testin başından sonuna kadar izleme olanağına sahipsiniz. Uygulanacak tetkiklerin hiçbirisi çocuğunuza zarar veya acı verecek nitelikte değildir. Test öncesinde çocuğunuzun alnına, kulak arkasına ve başının tepe kısmına cildin hemen üstüne gelecek şekilde birer adet elektrot yerleştirilecektir. Test yaklaşık 20 dakika sürecektir.

Yapılacak testler;

Otoakustik emisyon testi: Bebeklerin iç kulak işitme organından kaynaklanan otoakustik sinyallerin, bebeğin canını yakmayan bir yöntemle ölçülmesidir. Bu testle, doğumsal işitme kaybı riski taşıyan bebekler tespit edilebilir. Ölçüm birkaç saniye içinde yapılır. Otoakustik emisyon testi sadece bebeklere değil her yaş grubuna kolayca uygulanabilen, zararsız, hızlı ve hata oranı düşük bir testtir.

Kortikal potensiyel testi: İşitme yollarının işitme sinirinden başlayarak beynin derin yapılarında ve son olarak ilgili beyin kabuğundan temsil edildiği yere kadar olan bölümünü test eder. Test yapılan kişi uyanık durumda bir koltukta oturur ve hoparlörden gelen sesleri dinler.

Bu çalışmanın başından itibaren reddetme veya çalışmaya başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız veya başladıktan sonra herhangi bir aşamada ayrılmanız daha sonraki tıbbi bakımınızı etkilemeyecektir. Araştırmacı da gönüllünün kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabilir.

Bu çalışmada yer aldığınız süre içerisinde kayıtlarınızın yanı sıra ilişkili sağlık kayıtlarınız kesinlikle gizli kalacaktır. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik kurul komitesine ve Sağlık Bakanlığına açık olacaktır. Çalışma verileri herhangi bir yayın ve raporda kullanılırken bu yayında isminiz kullanılmayacak ve veriler izlenerek size ulaşılamayacaktır. Testlerin size ve bağlı bulunduğunuz Sosyal Güvenlik Kurumuna ek bir maliyeti olmayacaktır.

“Araştırmaya katılmadan 6nce yukarıda verilen bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve s6zli açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla s6z konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.”

Velisinin

Adı:

Soyadı:

Telefon:

Tarih:

İmza:

Olur Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş G6revlisinin

Adı, Soyadı: Doç. Dr. G6nay Kırkım

Telefon: 0232 412 32 92

Tarih:

İmza:

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2013/10-25	Tarih: 21.03.2013
	Doç.Dr.Günay KIRKIM ın sorumlusu olduğu "0-6 Yaş Normal İşiten Çocuklar ve Koklear İmplantlı Çocukların İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ile Değerlendirilmesi" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ

ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
---------------	---

ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr..Besti ÜSTÜN (Başkan Yardımcısı)	Ph.D.Yüksek Hemşire	DEU Hemşirelik Fakültesi	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Kemal Kürşad GENÇ	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ş.Reyhan UÇKU	Halk Sağlığı	DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D.	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Hüseyin BASKIN	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Vesile ÖZTÜRK	Nöroloji	DEU Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Bilgin CÖMERT	İç Hastalıkları (Yoğun Bakım B.D)	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Mukaddes GÜNELİ	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÖTÜK	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Nihal GELECEK	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.İşıl TEKMEN	Histoloji ve Embriyoloji	DEU Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN	Hukuk	DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
İhsan ÇELİKDEMİR	Sağlık mensubu olmayan üye	75. Yılı Özel İlköğretim Okulu Müdür Yrd.	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

EK3

ÖZGEÇMİŞ

Emre Eskicioğlu

TC Kimlik No / Pasaport No:	32308882880
Doğum Yılı:	1987
Yazışma Adresi :	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTE HASTANESİ, KBB AD, İŞİTMEKONUŞMA-DENGE ÜNİTESİ İNCİRALTI İzmir/Türkiye
Telefon :	0555 740 01 87
e-posta :	emreeskicioğlu@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Üniversite	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Fen Fakültesi	Fizik	2.56	2011

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Dokuz Eylül Üniversitesi	Türkiye	İzmir	Kulak Burun Boğaz/Odyoloji	Araştırma Görevlisi	2014

UZMANLIK ALANLARI

Uzmanlık Alanları
Odyoloji, İşitme, Akustik

Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

Gürkan S, Eskicioğlu E, Kırkım G, Mungan Durankaya S, Aktaş M, Şerbetçioğlu MB Orta Kulak Mekanizması Sertliğinin Otoakustik Emisyon Uyaran Şiddetinin Kalibrasyonuna Etkisi, VI. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi Pendik-İstanbul 04/10/2012 - 07/10/2012
Kırkım G, Şerbetçioğlu MB, EMRE ESKİCİOĞLU, Mutlu B, Gürkan S, Mungan Durankaya S İşitsel Nöropati/Senkronizasyon Bozukluğu Tanısıyla Takip Edilen Çocuklarda Odyolojik Bulgular, 34. ULUSAL KBB BAŞ BOYUN CERRAHİSİ KONGRESİ Antalya(Merkez) Antalya 10/10/2012 - 14/10/2012
Şerbetçioğlu MB, Kırkım G, Eskicioğlu E, Mungan Durankaya S, Gürkan S, Mutlu B, Yıldırım Yaşam Başkurt, Rehabilitation in Auditory Neuropathy: Turkish Experience, 7th Pediatric Audiology Conference of Ain Shams University Mısır 21/03/2013 - 23/03/2013
Gürkan S, Mungan Durankaya S, Kırkım G, Yaşam Yıldırım Başkurt, Eskicioğlu E, Şerbetçioğlu

MB, Exploring the Developmental Skills of Infants Cochlear Implant Candidacies 11th European Symposium on Paediatric Cochlear Implantation İstanbul (Merkez)- İstanbul 23/05/2013 - 25/05/2013

Eskicioğlu E, Kırkım G, Gürkan S, Mungan Durankaya S, Mutlu B, Şerbetçioğlu MB, Normal İşiten Pediyatrik Yaş Grubunda P₁ Dalgası Maturasyonunun Değerlendirilmesi, III. Ulusal Otoloji ve Nörootoloji Kongresi Antalya(Merkez) Antalya 01/05/2014 - 04/05/2014

Eskicioğlu E, Evin H, Yıldız E, Kırkım G, Şerbetçioğlu MB A Case Report: Cochlear Implantation Waardenburg Syndrome 12th International Congress of the European Society of Pediatric Otorhinolaryngology İrlanda 31/05/2014 - 03/06/2014

Yıldız E, Eskicioğlu E, Evin H, Kırkım G, Erdağ TK, Şerbetçioğlu MB A Case Report Kabuki Make Up Syndrome 12th International Congress of the European Society of Pediatric Otorhinolaryngology İrlanda 31/05/2014 - 03/06/2014

Düzenleme Tarihi: 30/06/2014