

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARININ GÜRÜLTÜDE
KONUŞMAYI ANLAMA BECERİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Eylem SARAÇ

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. EROL BELGİN

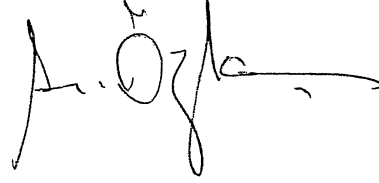
ANKARA

2009

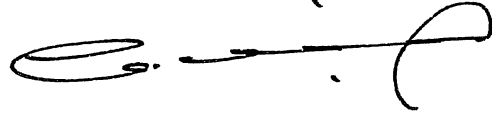
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü' ne:

Bu çalışma jürimiz tarafından Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Soner Özkan
Hacettepe Üniversitesi



Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erol Belgin
Hacettepe Üniversitesi



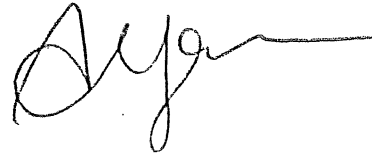
Üye: Prof. Dr. Yıldırım Beyazıt
Gazi Üniversitesi



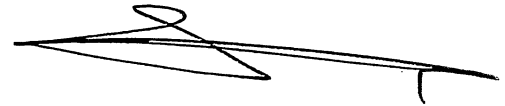
Üye: Doç. Dr. Ahmet Ataş
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. Aydan Genç
Hacettepe Üniversitesi



ONAY: Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hakan Sedat Orer

Enstitü Müdürü (V.)

TEŞEKKÜRLER

Sayın Prof. Dr. Erol Belgin, tez danışmanım olarak bu çalışmanın gerçekleştirilmesinden sunumuna kadar anlayışlı tutumuyla destek olmuştur; teşekkür ederim.

Sayın Doç. Dr. Gonca Sennaroğlu bu çalışmanın oluşturulmasında ve yürütülmesinde yol gösterici olmuştur; teşekkür ederim.

Sayın Prof. Dr. Bahtişen Kavak' a akademik ve manevi destekleri için teşekkür ederim.

Sayın Uzm. Ody. Şule Çekiç' e destekleri için teşekkür ederim.

Sevgili arkadaşlarım Yeşim Kaya ve Şermin Tükel' e destekleri için teşekkür ederim.

Değerli ailem Suna Saraç, Yücel Saraç ve Ersin Saraç' a göstermiş oldukları sabır ve anlayış için sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Saraç, E., Koklear implant kullanıcılarının gürültüde konuşmayı anlama becerilerinin değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2009. Çalışmamızın amacı koklear implantın gürültülü ortamda konuşmayı anlama becerisi üzerine etkisini belirlemektir. Bu amaçla unilateral koklear implantlı çocuklara ve normal işitmeye sahip olan çocuklara Türkçe *HINT* uygulanmıştır ve iki grubun elde ettiği “Konuşmayı Anlama Eşikleri (KAE)” karşılaştırılmıştır. KAE test katılımcısının dinlediği cümle sinyallerinin %50’ sini doğru biçimde tekrar ettiği şiddet olarak tanımlanmaktadır. Çalışmaya deney grubu olarak 7;9 ile 13;9 yaşları arasında bilateral ileri veya çok ileri derecede işitme kaybı tanısı almış 15 unilateral koklear implantlı çocuk; kontrol grubu olarak yaşları 8;10 ile 13;0 aralığında olan normal işitmeye sahip 15 çocuk katılmıştır. Test sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda uygulanmıştır. Sessiz durumda; koklear implantlı çocukların elde ettiği ortalama KAE değeri 65,4 dB, normal işiten çocukların elde ettiği ortalama KAE değeri 21,6 dB bulunmuştur. Gürültünün önden geldiği durumda; koklear implantlı çocukların elde ettiği ortama KAE + 6,0 dB SGO, normal işiten çocukların elde ettiği ortalama KAE -1,6 dB SGO bulunmuştur. Çalışma sonucunda koklear implantlı çocuklar ile normal işiten çocukların sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri KAE’ leri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Elde ettiğimiz bulgular bize, koklear implantlı çocukların gürültüde konuşmayı anlamak için normal işiten çocuklardan daha yüksek sinyal gürültü oranına ihtiyaç duyduklarını göstermiştir. Buna ilave olarak koklear implantlı çocukların sessiz ve gürültülü durumda konuşmayı anlama becerilerinin implantasyon yaşından ve implant deneyim süresinden istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilenmediği bulunmuştur. Ayrıca normal işiten çocukların yaşının, gürültülü durumda konuşmayı anlama becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu fakat sessiz durumda anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Koklear İmplant, İşitme Kaybı, Gürültü, Konuşmayı Anlama Eşiği

ABSTRACT

Sarac, E., Speech recognition in noise in cochlear implant users, Hacettepe University Health Sciences Institute. MSc Thesis in Audiology and Speech Pathology, Ankara, 2009. The objective of our study is to determine the effect of cochlear implants on speech intelligibility in noisy environments. Speech Reception Thresholds (SRT) of unilaterally cochlear implanted children and normal hearing children, which are measured with Turkish HINT, are compared. The SRT is defined as the presentation level for a listener to recognize the speech materials correctly as a specified percent of time, usually 50%. The experimental group in the present study consist of 15 patients with bilateral severe to profound sensorineural hearing loss underwent a unilateral cochlear implantation. The respondents of experimental group are aged between 7;9 and 13;9. Normal hearing children of 15 persons aged between 8;10 and 13;0. Speech reception thresholds of both groups are measured in quite and noise front conditions. In quite condition, the mean SRT level of cochlear implanted children was found 65,4 dB and the mean SRT level of normal hearing children was found 21,6 dB. In noise front condition, the mean SRT level of cochlear implanted children was found + 6,0 dB SNR and the mean SRT level of normal hearing children was found -1,6 dB SNR. As a main result, we found out that there is a significant difference in quite and noise front speech reception thresholds of unilaterally cochlear implanted children and normal hearing children. This result indicates that cochlear implanted children need more Signal to Noise Ratio (SNR) to recognize speech in noise than normal hearing children. Moreover, this study demonstrated that speech recognition ability in quite and noise of implanted children is not affected significantly by the age of implantation and implant using experience. In addition to these results, this study showed that there is a significant effect of age on speech recognition ability in noise in normal hearing children while there is an not significant effect of age in quite.

Key Words: Cochlear Implant, Hearing Loss, Noise, Speech Reception Threshold

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜRLER	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Koklear İmplantın Tarihçesi	3
2.2. Koklear İmplantın Karakteristik Özellikleri	4
2.3. Koklear İmplantasyonun Sonuçları.....	9
2.4. Koklear İmplant Kullanıcılarının Sessiz ve Gürültülü Ortamda Konuşmayı Anlama Becerileri	12
2.5. Konuşmayı Anlama Testleri	13
2.6. <i>Hearing in Noise Test (HINT)</i>	15
3. BİREYLER VE YÖNTEM.....	19
3.1. Bireyler.....	19
3.2. Araçlar.....	22
3.3. Yöntem.....	23
3.4. İstatistiksel Analiz.....	25
4. BULGULAR.....	26
4.1. Veride Uç Değerlerin Olup Olmadığının Araştırılması	29
4.2. Unilateral Koklear İmplantlı Çocukların ve Normal İşitmeye Sahip Olan Çocukların Karşılaştırılması.....	29

4.3. Unilateral Koklear İmplantlı Çocukların İmplantasyon Yaşı ve İmplant Deneyim Süresinin Sessiz Durumda ve Gürültülü Durumda KAE' leri Üzerine Etkisi	30
4.4. Normal İşitmeye Sahip Olan Çocukların Yaşının Sessiz Durumda ve Gürültülü Durumda KAE' leri Üzerine Etkisi	32
TARTIŞMA	34
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR	45

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BKB	Bamford-Kowal-Bench
CST	Connected Speech Test
CUNNY	City University of New York
dB	Desibel
dB A	Desibel A Filtre
F ₀	Fundamental Frekans
FM	Frequency Modulated
HINT	Hearing in Noise Test
Hz	Hertz
IAC	Industrial Acoustics Company
KAE	Konuşmayı Anlama Eşiği
Kİ	Koklear İmplant
L	Sol Kulak
m	Metre
msn	Milisaniye
N	Katılımcı sayısı
NIH	The United States National Institute of Health
p	Yanılma Düzeyi
PSI	Pediatric Speech Intelligibility
R	Sağ Kulak
R ²	Çoklu Belirleme Katsayısı
SD	Standart Deviasyon
SGO	Sinyal Gürültü Oranı
sn	Saniye
SPIN	Speech Perception in Noise
SPL	Sound Pressure Level
SSO	Saf Ses Ortalaması
t	t değeri
x	Aritmetik Ortalama
z	Mann Whitney U Testi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.6.1. HINT Test durumları	17
Şekil 2.6.2. HINT Test açılış ekranı.....	18
Şekil 3.3.1. Sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda hoparlörlerin pozisyonu	24
Şekil 4.1. Koklear implantlı çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı.....	27
Şekil 4.2. Koklear implantlı çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı.....	27
Şekil 4.3. Normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı	28
Şekil 4.4. Normal işitmeye sahip olan çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı	28

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 3.1.1. Koklear implantlı çocuklara ait demografik bilgiler (Kİ= Koklear İmplant, R= Sağ Kulak, L= Sol Kulak)	20
Tablo 3.1.2. Normal işitmeye sahip olan çocuklara ait demografik bilgiler.....	21
Tablo 3.1.3. Çalışmaya katılan tüm katılımcılara ait odyolojik bulgular (SSO= Saf Ses Ortalaması)	22
Tablo 4.1. Koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip çocukların sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama eşikleri	26
Tablo 4.2.1. Koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip olan çocukların elde ettikleri HINT skorlarının ortalamaları, standart sapmaları ve <i>Mann Whitney U</i> istatistik analizleri	30
Tablo 4.3.1. Unilateral koklear implantlı çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin implantasyon yaşı ve implant deneyim süresinden etkilenme düzeyi	31
Tablo 4.3.2. Unilateral koklear implantlı çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin implantasyon yaşı ve implant deneyim süresinden etkilenme düzeyi	32
Tablo 4.4.1. Normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin yaştan etkilenme düzeyi	33
Tablo 4.4.2. Normal işitmeye sahip olan çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin yaştan etkilenme düzeyi.....	33

1. GİRİŞ

Gürültüde konuşmayı anlama etkin iletişim için gerekli olan en önemli becerilerden birisidir. Günlük konuşma deneyimleri çoğunlukla trafik, endüstriyel gürültü, müzik veya çok sayıda konuşmacının var olduğu arka plan gürültüsünde yaşanır. Birden fazla konuşmacının var olduğu durumlarda, dinlenmek istenen hedef konuşma sinyalinin diğer konuşma sinyalleri ile örtüşmesi sonucunda frekans ve şiddet bilgisi bozulur. Bu şekilde meydana gelen bu akustik enterferans sonucunda hem normal işitenlerde, hem de işitme kayıplı bireylerde gürültüde konuşmayı anlama problemi görülebilir. Normal işitenlerdeki bu problem “*Cocktail Party Problem*” olarak adlandırılmıştır (2).

Sensöri-nöral işitme kayıplı bireylerde iç kulağın değişik kısımlarında mevcut olan hasar konuşma uyarısının frekans özelliklerini bozarak bilginin yeterince algılanmasına engel olmaktadır. İşitme kaybının rehabilitasyonunda, işitme kaybının derecesine ve tipine göre uygun amplifikasyon yöntemi seçilerek konuşmaya ait bilgilerin net ve doğal bir biçimde kortekse iletilmesi hedeflenmektedir. Koklear implantlar ileri veya çok ileri derecedeki sensöri-nöral işitme kayıplı bireylerin rehabilitasyonunda çok önemli bir rol oynamaktadır.

Koklear implantlı bireylerin sessiz ortamda konuşmayı anlama becerilerinin neredeyse normal işitenlerin performansına yaklaştığı ancak gürültülü ortamda konuşmayı anlama problemi yaşadıkları yönünde çok sayıda görüş vardır (7,13,25,38,41,72). Bu durum koklear implantlı yetişkinlerde sosyal izolasyona sebep olurken, çocuklarda akademik başarının düşmesi ile sonuçlanmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Çalışmamızın amacı koklear implant kullanıcılarında gürültüde konuşmayı anlama becerisinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla unilateral koklear implantlı çocuklara ve normal işitmeye sahip olan çocuklara Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (*Hearing in Noise Test (HINT)*) uygulanarak Konuşmayı Anlama Eşikleri (KAE) bulunmuştur.

HINT, KAE’ ni cümle düzeyindeki materyaller ile belirleyen bir testtir. Literatürde, konuşmayı anlama becerisini cümle düzeyindeki materyaller ile değerlendiren *Connected Speech Test (CST)* ve *Speech Perception in Noise Test*

(*SPIN*) gibi başka bir çok test bulunmaktadır (67). Bu çalışmada *HINT* tercih edilmiştir. Tercih edilme sebebi aşağıda açıklanmaya çalışılacaktır. Ancak, ondan önce, koklear implantın tarihçesi, özellikleri, uygulanma sonuçları ele alınacaktır. Bunların ardından, koklear implant kullanıcılarının konuşmayı anlama becerileri literatürdeki teorik ve uygulamalı çalışmalar çerçevesinde açıklanmaya çalışılacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Sensöri-nöral tip işitme kaybı bazillar membranın değişik bölgelerindeki sinir liflerinin ve iç kulaktaki tüy hücrelerinin hasarına bağlı olarak meydana gelmektedir. İşitme hücrelerindeki hasar arttıkça işitme kaybının derecesi artmakta ve akustik sinyallerin yeterince algılanması engellenmektedir. Akustik sinyaller çevresel sesler ile birlikte konuşma seslerini de içerir. Konuşma birbirinden farklılık gösteren belli sayıda ve kurallı olasılıklarla meydana gelen elementlerin (fonemler) anlamlı yapılara (kelime) dönüştürülmesi ve bu yapıların hiyerarşik organizasyonları ile daha kompleks özellikler (cümleler) oluşturması ile meydana gelmektedir (76).

Koklear implantasyonun temel hedefi bilateral ileri veya çok ileri derecedeki sensöri-nöral işitme kayıplı bireylerin konuşmayı anlamalarını sağlamaktır. Koklear implant ile bu hedefe ulaşmanın her zaman mümkün olup olmayacağını söylemek doğru değildir. Çünkü koklear implantasyonun başarısını etkileyen çok sayıda faktör vardır.

2.1. Koklear İmplantın Tarihçesi

İmplantın gelişim sürecinin 1790 yılında Alessandro Volta ile başladığı söylenmektedir. Volta kulağına metal çubuklar sokmuş ve bu çubukları 50 volt akımla uyarmıştır. Volta bu girişim sırasında baş çevresinde bir patlama hissi ve çorbanın kaynaması esnasında işitilen sese benzer bir ses duyduğunu ifade etmiştir. Böylelikle, ilk olarak işitsel sistemi stimüle etme girişimi Volta tarafından gerçekleştirilmiştir (54,72).

Öte yandan, işitme sinirinin elektriksel olarak stimülasyonu ilk defa Djournö ve Eyries tarafından 1957 yılında Paris’ te gerçekleştirilmiştir. Hasta, çevresel sesleri duymuş ancak konuşma seslerini ve birçok sesi ayırtedememiştir (54,72).

Tek kanallı implantasyon uygulaması ilk defa Dr.House tarafından 1961’ de iki hastada gerçekleştirmiştir. *Scala tympaniye* yerleştirdiği elektrot ile işitme sinirini uyarmayı başarmıştır. Hastalar, çevresel sesleri duyabilmiş ancak konuşmayı anlayamamışlardır. Dr.House ve Dr.F. Blair Simmon birlikte yaptıkları hayvan deneylerinde, elektrotu *vestibule* yerleştirerek *modiolusu* uyarmayı başarmışlardır (72).

Amerika’da 1975’ te 13 hasta tek kanallı implant ile ameliyat edilmişlerdir. Bunların çoğu Dr.House tarafından yapılmıştır. *The United States National Institutes of Health (NIH)*, 1977’ de yayınladığı raporda hastaların implantları ile konuşmayı anlamıyor olmalarına rağmen çevresel sesleri tanımakta olduklarını, dudak okuyabildiklerini ve implantsız duruma göre daha yüksek performans gösterdiklerini duyurmuştur. Çok kanallı koklear implantlardan ilk defa 1984 yılında bahsedilmiştir ve *NIH* 1988 yılında yayınladığı raporda çok kanallı implant sisteminin tek kanallı implant sistemine göre daha iyi yarar sağladığını ve 20 hastadan bir tanesinin dudak okumaksızın normal iletişim kurabileceğini bildirmiştir. Böylelikle 1988’ de yaklaşık 3000 hasta implante edilmiştir. Son tasarlanan konuşma işlemcilerini kullanan implant kullanıcılarının görsel ipucu olmadan konuşulanların % 80’ inini anlayabildikleri 1995’ te yayınlanmıştır. Koklear implant uygulanan bireylerin sayısı 1995’ te 12.000’ i bulmuştur. Günümüze gelindiğinde bu sayının, dünya çapında 120.000’ i aştığı söylenmektedir (72).

Gifford ve diğ. (28), koklear implantla işitme fonksiyonunun yeniden sağlanması ile hastaların performansındaki değişimi durdurmanın mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Günümüzde koklear implant kullanıcılarının sessiz ortamda yapılan konuşmayı anlama testlerinde %90 ile %100 aralığında skor aldıklarını ve artık daha zorlu konuşma anlama testlerinin uygulanması gerekliliğinin söz konusu olduğunu ileri sürmüşlerdir.

2.2. Koklear İmplantın Karakteristik Özellikleri

Koklear implant, bilateral ileri veya çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan ve işitme cihazından yeterince veya hiç fayda sağlayamayan çocuk ve yetişkinlere, sesleri daha iyi algılama ve konuşmaları daha iyi anlama olanağı sunmak üzere tasarlanmış elektronik bir cihazdır (27).

İşitme cihazları amplifiye ettiği ses uyarısını sırasıyla dış kulak, orta kulak ve iç kulaktaki tüy hücrelerine gönderir. Tüy hücrelerinin görevi gelen ses uyarısını, işitme sinirinin tanıyacağı biçimde elektrokimyasal sinyallere çevirmektir. Tüy hücreleri harabiyete uğradığında, sinyalin bir kısmı distorte olmakta ya da işitme sinirine hiç iletilememektedir. Koklear implant bilateral ileri ve çok ileri derecedeki işitme kayıplılarda tüy hücrelerinin rolünü üstlenip ses enerjisini elektriksel enerjiye çevirerek doğrudan işitme sinirini uyarmaktadır. İşitme siniri gelen uyarıyı normal

ses sinyali gibi algılayarak yorumlanmak üzere beyinin üst bölgelerine göndermektedir (9).

Sensöri-nöral kayıpta *spiral ganglion* nöronlarının sayısında düşüş ve spontan aktivitede belirgin bir biçimde azalma olmaktadır. İşitme hücrelerinin periferik kısımları dejenere olurken hücre gövdeleri daha dirençli olmaktadır. Bu hücrelerin özellikle *Ranvier* düğümlerinin distali ya da proksimali koklear implantasyonda hedef gösterilen hücrelerdir. Bazı uzun süreli işitme kayıplarında ya da menenjit gibi viral etyolojisi olan durumlarda bazı hücreler hala sağlam kalabilmektedir (20,72). İşitme hücrelerinin harabiyeti ile affarent ve efferent sistem arasındaki bağlantılar etkilenmektedir. Koklear implant harabiyete uğramış işitme hücrelerini atlayarak doğrudan işitme sinirindeki sağlam hücreleri uyarır. Böylece sentral sisteme ulaşması gereken affarent uyarıyı yeniden yapılandırır (19,72).

Koklear implant sistemleri elektrot tasarımı (yerleşimi, sayısı, konfigürasyonu) ve uyarı tipi açısından farklılık göstermektedir. Tüm koklear implant sistemlerinin ortak özelliği sesin mikrofon tarafından alınması ve işlenilerek elektriksel sinyale dönüştürülmesidir. İşlenilen sinyal perkütanöz ya da transkutanöz bağlantı aracılığı ile tek kanallı ya da çok kanallı elektrot dizinine gönderilir. Perkütanöz sistemlerde dış parça ile elektrot dizini arasında doğrudan bir bağlantı varken, transkutanöz sistemlerde sinyal iç parçaya radyo frekans dalgaları ile iletilir. Elektrot, yuvarlak pencere ya da medial duvara yerleştirilmesi durumunda *extracochlear* elektrot olarak adlandırılırken; *scala tympaniye* (ya da *scala vestibuli*) veya *modiolusa* yerleştirilmesi durumunda *intracochlear* elektrot olarak adlandırılır. Elektrot dizaynı tek kanallı ya da çok kanallı olabilmektedir ancak çok kanallı sistemler kokleanın tonotopisitesini daha iyi taklit etmesi sebebiyle dünyada tek tercih haline geldiği söylenmektedir. Uyarı konfigürasyonu *monopolar*, *bipolar*, *tripolar* olabilmektedir. Elektriksel stimulasyon devamlı ya da pulsatil olma özelliği gösterebilmektedir (69,54).

Günümüzde kullanılan koklear implant sistemleri çok kanallı sistemler olup sıklıkla *intracochlear* yerleşim yapılarak transkutanöz bağlantı ile işitme sinirine bilgi aktarımı yapılır. Koklear implantlar temel olarak iç ve dış parçalardan oluşur. İç parçanın yerleşimi cerrahi bir prosedür gerektirir. Dış parçalar kulak arkasında ya da gövdede taşınır. Bunlar; mikrofon, konuşma işlemcisi, pil ve kulaklıktır. İç parça

alıcı ve elektrot dizininden oluşur. Koklear implant sistemlerinde ses çeşitli aşamalardan geçer. Sesler önce mikrofon tarafından toplanır, ses işlemcisi tarafından işlemlenir ve sonra kulaklık aracılığı ile (transkutanöz bağlantı) iç parçaya gönderilir. İç parçaya gönderilen sinyal iç elektronikler tarafından çözülür ve stimulatör tarafından yeni bir sinyale çevirilerek elektrotlara dağıtılır. Elektrot dizinindeki farklı elektrotlar farklı sinir hücrelerini uyarır. Koklear implant kokleanın tonotopik özelliğini taklit eder. Kokleanın baziline yerleşmiş olan elektrotlar yüksek frekans bilgisinin taşınmasından, apikale yerleşmiş olan elektrotlar ise alçak frekans bilgisinin taşınmasından sorumludurlar (72).

Koklear implant sisteminde mikrofonun sesleri toplaması implant sisteminin sağladığı elektriksel dinamik aralığın genişliğine bağlıdır. Elektriksel dinamik aralık işitme eşiği ile rahat işitme seviyesi arasındaki aralıktır. Günümüzde, koklear implant sistemlerinin sağladığı elektriksel dinamik aralık ortalama 30–60 dB kadardır. Spahr ve diğ. (60), koklear implant sistemlerinde farklı genişlikteki dinamik aralıkların sessiz ve gürültülü ortamda konuşmayı anlama performansı üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda dinamik aralık genişledikçe fonem diskriminasyonu, sessiz ve gürültülü ortamda konuşmayı anlama performanslarının yükseldiğini göstermişlerdir. Aynı çalışmada dinamik alan genişliği ile birlikte mikrofon hassasiyet ayarının ve bu özelliklerin oluşumunu etkileyen kompresyon biçiminin sonuçlar üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar koklear implanttan yararlanımı arttırmak için 55 dB ya da daha geniş dinamik alan kullanılmasını önermişlerdir.

Koklear implant sistemlerinde mikrofon hassasiyet ayarı uyaran kazancını ayarlamaya yarar. Yüksek hassasiyet ayarı ile düşük şiddetteki sesler yapılan program ile işitilebilir hale getirilir. Ancak, bu ayar aynı zamanda konuşmayı anlamaya katkıda bulunmak için dinamik alanın üst limitini komprese eder. Çünkü yüksek şiddetli sesler hasta için rahatsız edici olabilir. Eğer hasta tek bir konuşmacıyı dinliyor ise işlemci üzerindeki hassasiyet ayarını değiştirmesi önerilebilir ancak birden fazla konuşmacıyı takip ediyorsa hassasiyet ayarı yapmak muhtemelen etkili olmayacaktır. Ayrıca, çocuklara bu ayarı kullanmalarını önermenin pek yararlı olmayacağı düşünülmektedir (13).

Koklear implantlar uyarı konfigürasyonu açısından farklı özellik gösterebilir. *Monopolar* konfigürasyonda uyarı, temporalis kası altında yerleşmiş olan veya implant stimulatoründen daha uzak bir noktada yer alan toprak elektrota gönderilir ve oradan aktif elektrota iletilir. *Bipolar* konfigürasyonda uyarı elektrot dizinindeki komşu iki elektrot arasına gönderilir. *Tripolar* uyarım konfigürasyonunda ise üç komşu elektrot seçilir ve uyarı lateraldeki elektrotlar tarafından dağıtılırken ortadaki elektrot tarafından alınır (72). *Monopolar* uyarım kullanıldığı zaman, elektrod dizisi boyunca bipolar uyarım şekline göre daha düşük ve daha tutarlı eşik elde edilmektedir (61). Elektrot dizinindeki uyarım ise eş zamanlı (*simultaneous*) ya da ardışık zamanlı (*non simultaneous= sequential*) olabilmektedir.

Stickney ve diğ. (61), yaptıkları çalışmada eş zamanlı *monopolar* uyarım sağlayan ses işlem startejilerinde kanal etkileşimi etkisinin oluşmasından dolayı konuşmayı anlama becerisinin bozulduğunu göstermişlerdir. Kanal etkileşimi daha çok birbirine komşu elektrotlar arasında olmakla birlikte birbirinden uzak konumdaki elektrotlar arasında da görülebilmektedir. Kanal etkileşimi konuşma sinyalinin distorte olmasına ve dolayısıyla konuşma becerisinin azalmasına neden olmaktadır.

Koklear implant sistemlerinde, ardışık zamanlı uyarım gerçekleştiren ses işlem stratejilerinde, kanallar arasındaki etkileşimin önüne geçildiğinde, bu sefer nöral yapılar arasındaki etkileşimle karşılaşılabilir (51,61). Nöral yapıların birbiri ile etkileşimi, bipolar uyarım konfigürasyonu kullanılarak, uyarılan hedef hücre sayısının düşürülmesi ile azaltılabilir. Ancak *monopolar* ve *bipolar* uyarım konfigürasyonlarında elektriksel uyarım sahalarının farklı genişlikte olmasından dolayı aynı ses şiddetinde farklı gürlük algısı elde edilmektedir. Gürlük algısındaki farklılık uyarın şiddetini veya uyarı süresini değiştirerek iyileştirilmeye çalışılır (61).

Konuşma işlemcisi tarafından işlenen ses, elektrotlar aracılığıyla işitme sinirine dağıtılır. Günümüzde, modern koklear implant sistemlerinde elektrot sayısı 12 ile 22 arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalar, elektrot sayısı 22 bile olsa, bağımsız olarak uyarılan kanal sayısının 4 ile 8 arasında olacağını göstermiştir (24,72). Uyarım yapılan kontak sayısı ile uyarılan kanal sayısı birbirine eşit değildir. Uyarılan kanal sayısı, uyarılan elektrot çiftlerinin sayısı anlamına gelmektedir. Bağımsız olarak uyarılan kanalların sayısı, komşu elektrotun elektrik sahasında örtüşerek limitlenir. Elektrot *scala tympanide* perilemf sıvısı içerisinde bulunduğu

için bu örtüşme kaçınılmazdır. Elektrotun *scala tympaninin* medial duvarına yakın yerleştirilmesi ile elektrot hedef nöral dokuya yakın pozisyonlanarak elektrik sahadaki örtüşme azaltılabilir. Uyarım kanal sayısındaki artış için yeni bir elektrot tipi ya da elektrot yerleşiminde yeni bir yöntem veya farklı bir uyarı modeli gerektiği söylenmektedir (72). *Scala tympani* elektrotlarının en önemli problemlerinden birisi elektrotun hedef nöral dokuya göreceli olarak uzak yerleşimidir. Elektrot ile hedef hücrelerin yakınlığı, uyaran bilgisinin ayrıntılandırılması için gereklidir. Yapılan bazı çalışmalarda bu yakınlığı sağlayabilmek için akson gelişimini stimule etmek amacıyla *perilenfe* nörotropik ilaç enjekte etme ya da elektrotu *intramodiolar* bir biçimde yerleştirme alternatif çözüm olarak belirtilmektedir (16).

Friesen ve diğ. (24), spektral kanal sayısının gürültüde konuşmayı anlama üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda koklear implanttan en iyi yararlanım gösteren kullanıcıların performansının spektral kanal sayısı 7–10 ‘a kadar arttıkça yükselmekte olduğunu göstermişleridir. Düşük performans gösteren kullanıcıların ise en fazla 4 spektral kanaldan yararlanabildiklerini belirtmişlerdir. Normal işitmeye sahip bireylere yapılan simülasyonda ise kanal sayısı 20’ ye kadar artırıldıkça performanslarının iyileşmekte olduğu gösterilmiştir. Araştırmacılar, karşılaşılan bu limitasyonların elektrot etkileşimi, tonotopisitede kayma ve frekans uyarım haritasında bozulmaya bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Birçok çalışmada spektral bozulma ile frekans rezolüsyonunun da bozulduğu bildirilmiştir. Dorman ve diğ. (15), yaptıkları çalışma sonucunda daha iyi frekans rezolüsyonuna olan ihtiyacın, sessiz ortamda konuşmayı anlamaktan ziyade gürültülü ortamda konuşmayı anlamak için gerekli olduğunu göstermişlerdir.

Sesin tınısını ifade eden fundamental frekans (F_0), birden fazla ses sinyalini birbirinden ayırtetmede çok önemli bir role sahiptir. Örneğin, normal işiten bireyler, konuşma sinyalini fundamental frekansları birbirinden çok farklı olan başka bir konuşmadan ayırtedebilirler. Normal işitenlerde F_0 , basıllar membrandaki uyarım alanı ve nöronların temporal şifrelenmesi ile kodlanır. Koklear implantta bu bilgiler fazlasıyla limitlidir. Sınırlı sayıdaki elektrotlar sebebiyle tınının yer kodlaması bozulur ve geniş frekans bilgisi oluşumuna ve harmoniklerin analizinin bozulmasına neden olur. Modülasyonlar sonucu oluşan *temporal envelope* bilgisi mevcut olmasına rağmen harmoniklerin çözümlenememesi ile zayıf tını algısı oluşur (4).

Envelope tabanlı koklear implant sistemlerinde fundamental frekans bilgisi normal işitenlerdeki kadar doğru ve tam bir biçimde iletilememektedir. Koklear implant sisteminin izin verdiği frekans saturasyon limitini geçmediği sürece bu bilgi alınır ve elektrotlara dağıtılır. *Envelope* tabanlı ses işlem stratejilerinde genel olarak alçak frekans filtresinin sınır noktası 200 ile 400 Hz arasındadır. Normal işitenlerde akustik sinyalin frekansı stimulasyon sahasının yerine göre belirlenir ve fundamental frekansın alt harmonikleri işitsel filtreler tarafından çözülür. Alt harmoniklerin algılanması, normal işitende ayrıntılı frekans bilgisi sağlar. Harmoniklerin tonotopik olarak doğru alanda taşınıyor olması doğru bilgi alınması adına önemlidir. Fundamental frekans bilgisi farklı kaynaklardan gelen konuşma sinyalinin anlaşılması, konuşmacının cinsiyetinin farkedilmesi, konuşmadaki duygu ve niyetin anlaşılması, konuşma dilinin tınısının anlaşılması ve müzik algısında son derece önemli akustik bilgilerdir (4,8,62,72).

2.3. Koklear İmplantasyonun Sonuçları

Koklear implantasyonun başarısı implantasyon yaşı, implant deneyim süresi, işitme kaybı süresi, işitme kaybının nedeni, nöral yolların durumu, implant sisteminin özellikleri, cerrahi teknik, implant kullanıcısının motivasyonu ve beklentisi, ek engellilik durumu, işitsel eğitim gibi birçok faktörden etkilenmektedir (7,17,22,34,70,72).

Normal işitmede, korteks doğumdan 1–2 ay sonra maturasyonunun en yüksek olduğu seviyeye ulaşmaktadır, 4.ayda ise yaklaşık yetişkin maturasyonunu göstermektedir (20). Sensöri-nöral işitme kaybı, işitsel sistemde atipik organizasyonun oluşmasına neden olmaktadır. Merkezi işitsel yolların reorganizasyonu koklear implantasyon ile sınırlanmaktadır. Her ne kadar işitsel sistemde bazı reorganizasyon durumları oluşmuş olsa da koklear implant ile erken yaşlarda verilen işitsel stimulus sayesinde işitsel yolların korunması mümkün olmaktadır (29). Kortikal işitsel uyarılmış potansiyellerden elde edilen P1 cevabı, işitsel kortekste sonlanan işitsel yolun maturasyonu hakkında bilgi verebilmektedir. Sharma ve diğ. (59), kritik dönemleri araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada P1 lataslarını değerlendirmiş ve işitsel yolun plastisitesinin yoğun olarak doğumdan sonra 3,5 yaşa kadar geçen sürede gerçekleştiğini göstermişlerdir. Bununla birlikte,

bu periyot içinde implante edilen çocukların P1 latanslarının, ilk elektrik stimülasyonundan 6 ay sonra yaşitlarının gösterdiği normal limite ulaştığını (yaklaşık 100 msn) ve 7 yaştan sonra implante edilen çocukların P1 latanslarının ve dalga morfolojisinin anormal olduklarını vurgulamışlardır.

Hassanzadeh ve diğ. (32), yaptıkları çalışmada prelingual işitme kayıplı koklear implant kullanıcısı çocuklarda konuşmayı anlama becerisinin implantasyon yaşından etkilendiğini ve en yüksek skorları elde edebilmek için 0–3 yaştan kritik dönemler olduğunu göstermişlerdir. Waltzman ve diğ. (71), koklear implantasyonun uzun dönemli etkilerini araştırmışlardır. Prelingual ve postlingual işitme kayıplı, 13 ay ile 15 yaş aralığında implante edilen çocukları, implantasyondan sonra 5 yıldan 13 yıla kadar geçen süre boyunca takip etmişler ve konuşmayı anlama skorlarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda deneklerin uzun dönemde konuşmayı anlama skorlarının anlamlı bir biçimde iyileştiğini ve bu çocukların normal eğitim sürecine dahil olabildiklerini gözlemlemişlerdir

Günümüzde implante edilen bireylerin birçoğunu prelingual işitme kayıplı bebekler oluşturmaktadır (63). Yeni doğan tarama yöntemlerinin yaygınlaşması ile birlikte, ileri derecede işitme kayıplı ya da total işitme kayıplı çocukların çoğu 2 yaşından önce implante edilmektedir (45). İki yaş öncesi implante edilen çocuklar, ilk işitsel stimülusun verilmesinden 1- 1.5 yıl sonra yaşitları ile benzer düzeyde performans göstermektedirler (1). Bu çocukların normal işiten yaşitları ile benzer performansı gösterebilmeleri için çok hızlı yol almaları gerekmektedir. Bu sebeple koklear implant adayı özenle seçilmeli ve en erken zamanda ameliyat edilmelidir. Bu düşüncenin ışığında ortalama implantasyon yaşının tüm dünyada değişerek 2 yaş altına indiği söylenmektedir (64). Koklear implantasyon yaşının düşmesi ile birlikte implantasyonu 1 yaştan önce yapmanın ne kadar güvenilir olduğunu araştıran çalışmaların çoğaldığı söylenebilir. Bu çalışmaların odaklandığı nokta “1 yaştan küçük bebeklere yapılacak implantasyonun cerrahi olarak bir riski var mı?” sorusudur. Valencia ve diğ. (68), implantasyon yaşı ortalama 9.2 ay olan 15 bebeğe yaptıkları koklear implantasyon ameliyatı neticesinde cerrahi ya da medikal olarak kaydadeğer bir problem ile karşılaşmamışlardır ve 1 yaştan küçük bebeklere koklear implantasyon ameliyatının güvenle yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Bir yaştan küçük bebeklerin implantasyon cerrahisini zorlaştırabilecek bazı durumlar söz konusu olabilmektedir (45,68). İnce kafatası, ince doku ve anestezi riski cerrahiyi zorlaştırabilecek etmenlerdir. Kaldı ki, anestezi riski 12 aydan küçük yaştaki bebeklerde yüksek olmakla birlikte 6 aydan küçük yaştaki bebeklerde daha yüksektir.

Postoperatif olarak karşılaşılabilecek bir zorluk ise koklear implant cihaz programlamasıdır. Cihaz programlama sırasında karşılaşılabilecek problemlerin telemetri yöntemleri ile aşılabileceği gösterilmiştir. Telemetri yöntemleri hem zamandan kazandırmakta, hem de eşik tayinini kolaylaştırmaktadır (45,68).

Talt ve diğ. (64), yaşları 8–11 ay aralığında değişen 10 implantlı bebeği preverbal becerilerin gelişimi açısından bir yıllık takiple değerlendirmişler ve aynı yaştaki normal işiten bebekler ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda implantlı bebeklerin vokal ve işitsel iletişim becerileri geliştirdiklerini ve normal işiten bebekler ile arasında anlamlı bir farklılık göstermediklerini bulmuşlardır.

Koklear implantın prelingual işitme kayıplı çocuklarda ve postlingual işitme kayıplı yetişkinlerde yararları gösterilmiştir (23,39,75). Ancak geç koklear implantasyonun yararları hala tartışılmaktadır. Kos ve diğ. (39), 8 yaş sonrası implante edilen prelingual işitme kayıplı adölesanların koklear implanttan ne kadar yararlandıklarını göstermek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda gecikmiş implantasyon ile görsel iletişim modelinden oral iletişim modeline geçilebileceğini göstermişlerdir ve geç implante edilen adölesanların koklear implant adayı olarak gösterilebileceğini belirtmişlerdir. Fitpatrick ve diğ. (23), yaptıkları çalışma sonucunda erken cihazlandırılan ve rehabilite edilen geç implante edilmiş adölesanların konuşma ve dil gelişiminde yüksek skorlar elde ettiklerini göstermişlerdir.

Yoshida ve diğ. (75), çocukluğundan itibaren işitsel ve sözel eğitim almış prelingual işitme kayıplı yetişkinlerin koklear implanttan yararlanımlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmaya 2 yaşından önce işitme cihazı kullanmaya başlayan ve rehabilitasyon sürecine hemen dahil olan, yaş aralığı 18–29 olan prelingual işitme kayıplı yetişkinler katılmıştır. Çalışma sonucunda sadece işitme eşiklerinde değil aynı zamanda konuşmayı anlama becerilerinde de iyileşme görülmüştür ve bu

kullanıcıların günlük yaşamda implantlarından son derece yararlandıkları ve sosyal çevrede önemli roller aldıkları gözlenmiştir. Araştırmacılar prelingual işitme kayıplı yetişkinlerin implant adaylığının hemen reddedilmemesi gerektiğini ve dikkatle karar verilmesinin önemini vurgulamışlardır.

2.4. Koklear İmplant Kullanıcılarının Sessiz ve Gürültülü Ortamda Konuşmayı Anlama Becerileri

Koklear implantın yararlarını belirlemenin en iyi yollarından birisi koklear implant kullanıcılarının konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmektir. Konuşmayı anlama akustik - fonetik ayırtma ve sözcüklere ait uzun dönemli hafızanın yer aldığı işitsel, bilişsel ve dile dayalı işlemlemeyi ifade eder. Konuşmayı anlama yaşa bağlı olarak gelişen ve kelime hazinesi, fonemik sınıflandırma, dil yeterliliği ile sınırlanan bir beceridir (19). Konuşmayı ayırdetmek önce akustik bilginin işitilmesi ve sonra işlenmesi ile mümkün olur. Konuşmanın işitilmesi işitme kaybının derecesine bağlıdır. İşitme kayıplı bir bireyde konuşmanın ayırdedilmesi etkilenecektir ancak uygun amplifikasyon yöntemleri ile bu beceriyi optimuma çıkarmak mümkündür (56).

Koklear implantlı çocukların konuşmayı anlama becerileri geçmişte yapılan çalışmalarda, orta- ileri derecedeki işitme kayıplıların gösterdiği performans ile karşılaştırılırken, günümüzde yapılan çalışmalarda normal işitmeye sahip ve aynı yaş grubundaki çocuklar ile karşılaştırılmaktadır. Eisenberg ve diğ. (19), yaptıkları çalışmada 5 yaş altı koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz ve gürültülü ortamda konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmişlerdir. . Çalışma sonucunda koklear implantlı çocukların normal işiten yaşlıları ile yakın performans gösterdiği ve ancak implantlı çocukların yalnızca % 7' sinin zorlu dinleme durumlarında cümle ayırdedebildikleri belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalarda sinyal gürültü oranı düştükçe, koklear implantlıların konuşmayı anlama performansının düştüğü gösterilmiştir. Fetterman ve diğ. (21), postlingual işitme kayıplı 92 koklear implant kullanıcısı yetişkine sessiz ve gürültülü durumda açık uçlu cümle anlama testi uygulamışlardır. Vakalar, sessiz durumda 70 dB SPL şiddette dinletilen *City University of New York (CUNNY) Sentence Test* cümlelerin ortalama % 88 'ini doğru tekrar etmişlerdir. SGO +10 dB olduğu durumda performans % 73'e düşmüş ve +5 dB olduğu durumda % 47' ye düşmüştür.

Dorman ve diğ. (72), yaptıkları çalışmada 41 koklear implant kullanıcısı yetişkine, sessiz durumda *AzBio Sentence Test* cümleleri ile konuşmayı anlama testi yapmışlardır. Çalışmacılar, ortalama üstü olarak sınıflandırdıkları kullanıcıların sessiz durumda anlama performansını ortalama % 90 bulurken, SGO +10 dB olduğu durumda % 72 ve SGO +5 dB olduğu durumda % 52 bulmuşlardır. Çalışma sonucunda performansının iyi olduğu düşünülen implant kullanıcılarının bile günlük çevresel gürültü ortamında konuşmayı anlamalarının zorlaşacağı belirtilmiştir.

Dorman ve diğ. (60), +10 dB ve +5 dB SGO' nın normal işitenlerin performansını etkilemezken ya da çok az etkilerken, koklear implant kullanıcılarının performansını % 20- 40 oranında düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Koklear implantın sonuçlarına bakıldığında sağlanan kazanç çok geniş bir yelpazede dağılım göstermektedir. Kazaç skorları tabandan tavana dağılım gösteren farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Kullanıcıların bir kısmı koklear implanttan iyi yararlanmakta ve yüksek skorlar elde edebilmektedir. Ancak, bu oran bilateral koklear implant, bimodal uyarım ve hibrid cihaz uygulamalarının artması ile pozitif yönde değişmektedir.

Literatürde yetişkin ve çocuklarda yapılan bilateral koklear implant uygulaması farklı sonuçlar göstermektedir. Bunun nedeni olarak çoğu koklear implantlı yetişkinin postlingual işitme kayıplı olması ve uzun yıllar binaural işitme deneyimine sahip olması ve böylece beyindeki kodlamaların daha kolay gerçekleşmesi olarak gösterilmektedir (44).

2.5. Konuşmayı Anlama Testleri

Konuşmanın, bireyler arası iletişimde en önemli yollardan birisi olduğu, rahatlıkla, söylenebilir. Bu çerçevede, konuşma duyduğumuz en önemli sinyaldir. Saf ses işitme değerlendirmeleri hastanın işitmesi hakkında bilgi verirken, işitme ve konuşmayı anlama becerisi hakkında bilgi vermez. Hastanın konuşma sinyallerini nasıl işittiğinin belirlenmesi konuşma odyometrisi denilen ölçüm ile belirlenir (27).

Konuşmayı anlama testleri odyolojik değerlendirmede aşağıdaki amaçlarla kullanılmaktadır (27).

- 1-İşitme kaybının konuşmayı anlama becerisi üzerindeki etkisini belirlemek
- 2-İşitme bozukluğunun ayırıcı tanısını yapabilmek

3-Amplifikasyon gereksinimini ve diğer odyolojik rehabilitasyon ihtiyaçlarını belirlemek

4-Değişik işitme cihazları ve amplifikasyon yaklaşımları arasındaki farkı belirlemek

5-İşitme cihazı ve amplifikasyon yaklaşımının yararını belirlemek

6-Hastanın teşhis sonrası iyileştirme sürecinde performansını takip etmek ve değerlendirmek

Birçok klinikte konuşmayı anlama testleri sessiz ortamda yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada sessiz ortamda kelime anlama testinin en yaygın olarak yapılan konuşmayı anlama testi olduğu (%92), bunu gürültülü ortamda tek heceli kelime anlama testinin izlediği (% 35) ve işitme cihazı değerlendirmesinde cümle formunda konuşmayı anlama testinin % 6 oranında uygulandığı ortaya çıkmıştır (67).

Geleneksel saf ses işitme değerlendirmelerinin işitme fonksiyonunu geniş bantlı akustik sinyal ile değerlendirmek konusunda yeterli olmadığı ve bu ölçümlerin gürültüde konuşmayı anlama becerisini doğru bir biçimde değerlendirmek konusunda yetersiz kaldığı belirtilmiştir (48).

Birçok klinikte sessiz ortamda ve kelime düzeyindeki materyaller ile uygulanan konuşmayı anlama testlerine örnek olarak 1948’ de Egan’ ın geliştirdiği “*Phonetically Balanced-50 (PB-50)*” kelime listeleri, 1952’ de Hirsh ve arkadaşlarının geliştirdiği “*Central Institute for the Deaf (CID) W-22*” ve 1966’ da Tillman ve Carhart’ ın geliştirdiği “*Northwestern University Auditory Test No.6 (NU-6)*” listeleri verilebilir (27). “*Harvard Psychoacoustic Laboratory (PAL) PB-50*” ve “*CID W-22*” İngilizce’ de en yaygın olarak kullanılan fonetik dengeli listelerdir. Çeşitli konuşma odyometrisi materyalleri klinik ve araştırma amaçlı kullanım için “Türkçe” olarak geliştirilmiştir. Buna örnek olarak Kılıçarslan tarafından 1986’ da standardize edilen ve Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümünde 1969’ da geliştirilen “PB- 300 Kelime Listeleri” gösterilebilir (36).

Konuşma anlaşılabilirliğini değerlendirmek için günlük konuşmalarda kullanılan cümlelerden oluşan materyaller kullanmak çok daha etkin bir yoldur (48). Kelime düzeyindeki materyaller belirgin olarak günlük konuşma ve cümlelerin taşıdığı karmaşık anlamsal özelliklerden yoksundur. Kelime formundaki testler ayrıca konuşmaya özgü dinamik amplitüd değişkenliklerinden de yoksundur. İşitme

cihazları ve diğer protezlerde modern teknolojik uygulamaların artması ile bu kısa uyaranlar, bu teknolojilerin sağladığı sinyal işleme özelliğini tetiklemede yeterli olamamaktadır (48). Bu amaca yönelik olarak geliştirilen cümle testlerine örnek olarak *CST* ve *SPIN* testleri verilebilir. Bu testler anlaşılabilirlik puanını sabit konuşma ve/veya gürültü seviyesinde yüzde skoru ile belirlemektedirler. Yüzde skorlar ile ilgili en önemli sorun, testin analitik ve tanı değerini sınırlandıracak olan “taban” ve “tavan” etkisine (*“floor” and “ceiling” effect*) yol açmasıdır. Performanstaki ölçülen değerlerin anlamlılığı yüzde skorların alt ve üst sınırları ile sınırlanmaktadır. Daha hassas ve güvenilir ölçüm “Konuşmayı Anlama Eşiği ” ölçümü ile mümkündür. Mevcut konuşma testlerindeki eksiklikler yeni testlerin geliştirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu amaca yönelik olarak geliştirilen testlerden bir tanesi de Nisson ve diğ. tarafından 1994’ te geliştirilen gürültüde konuşmayı anlama testi *“Hearing in Noise Test”* tir (67). Çekiç tarafından 2006 yılında Türkçe sürümü hazırlanan “Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi (*Hearing in Noise Test*)” ilk defa normal işitmeye sahip yetişkin bireylere uygulanarak konuşmayı anlama eşikleri belirlenmiştir (11). Söz konusu test, Türkçe geçerliliği ve güvenilirliği yeterli olduğundan dolayı, bu çalışmada da kullanılması yeğlenmiştir ve aşağıda detaylı olarak ele alınmaya çalışılmıştır.

2.6. *Hearing in Noise Test (HINT)*

HINT günlük hayatı yansıtan cümlelerden oluşan, KAE’ni gürültülü ve sessiz durumda değerlendirmek üzere İngilizce olarak hazırlanmış bir testtir. Bu test 10 cümlelik 24 liste ve 20 cümlelik 12 listeden oluşan, 4 serbest alan durumunu yansıtacak şekilde kulaklıklar ile veya hoparlörler ile KAE ‘ni belirlemeye yarayan bir testtir. KAE gürültüde ve sessiz durumda sunulan konuşma materyallerinin dinleyici tarafından % 50 sinin doğru olarak algılanabildiği seviye olarak tanımlanmaktadır (7,11,67).

HINT konuşma materyalleri daha önceden İngiliz çocuklar için hazırlanmış olan *Bamford-Kowal-Bench (BKB)* cümlelerinin arasından seçilmiştir (50). Türkçe *HINT* te kullanılan cümleler ilkökul kitaplarından seçilerek doğallık, uzunluk ve anlaşılabilirlik seviyesi bakımından eşit hale getirilmiş ve fonetik dağılımları dengelenerek listeler oluşturulmuştur (11,48).

İngilizce *HINT* çocuk ve yetişkin versiyonlarından oluşmaktadır. Çocuk versiyonu 6 -16 yaş arasındaki çocuklara uygulanabilir. Türkçe *HINT* ise yetişkinler için geliştirilmiştir ancak testin adaptasyonu sırasında seçilen cümleler ilkökul birinci sınıf kitaplarından alındığı için çocukların da anlayabileceği kadar sade ve kolay anlaşılır bir yapıya sahiptir (11). Bu sebeple, Türkçe *HINT* in çocuklara uygulanmasında bir sakınca görülmeyerek bu çalışmada test metodu olarak kullanılmıştır (S.D. Soli, sözlü görüşme)¹.

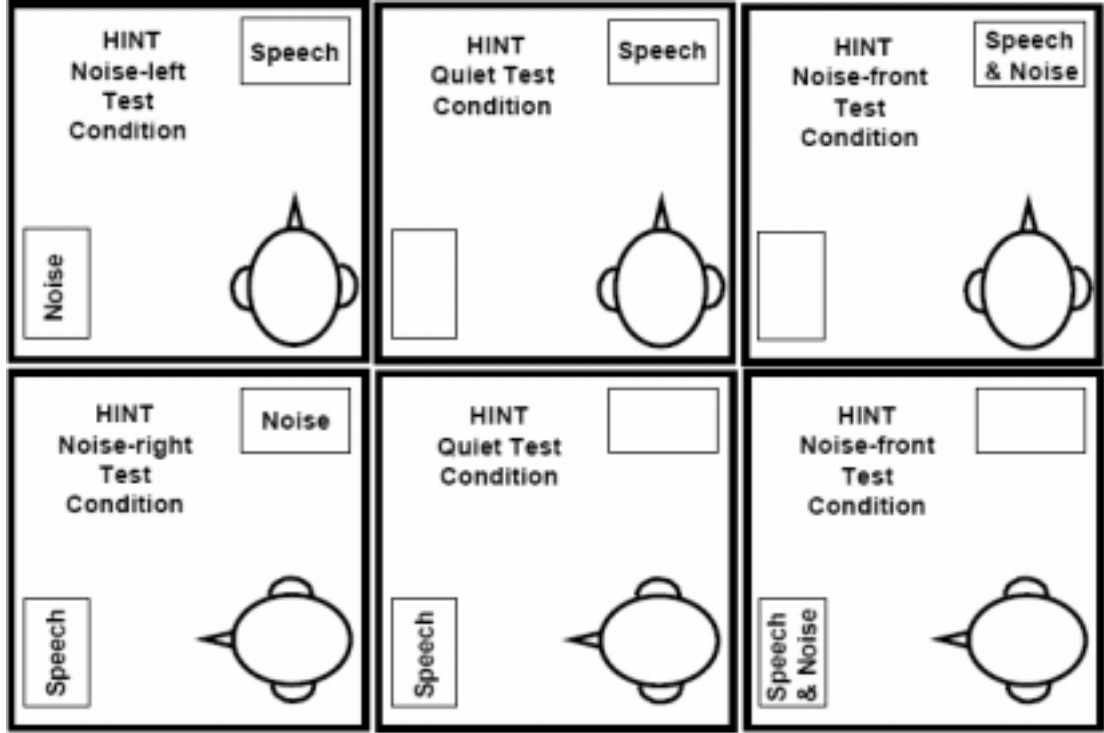
Test, kayıtlı cümlelerin “*HINT for Windows*” isimli yazılım programı ve bilgisayara bağlı “*HINT BOX*” adlı cihaz aracılığıyla otomatik olarak yapılmaktadır. Uygulamanın yapılacağı her durum ve alan için kalibrasyon yapılması ve buna uygun ayarlamaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Kulaklıklar ve serbest alan için ayrı kalibrasyon yapılmalıdır. Kalibrasyon bilgileri ve testin doğru bir biçimde uygulanabilmesi için gerekli uygulama kuralları “*HINT for Windows*” kullanım klavuzundan temin edilebilmektedir.

HINT ile serbest alan durumunda cihazlı ya da cihazsız KAE ölçümü yapılabilir (Bkz.Şekil 2.6.2.). Katılımcı merkezde olmak üzere hoparlörler katılımcının baş merkezinden 1m uzaklıkla yerleştirilir (37).

Şekil 2.6.1.’ de görüldüğü gibi testi 4 serbest alan durumunda uygulamak mümkündür (37). Bu 4 durum aşağıda verilmiştir.

- 1- Sessiz (*quite*) (konuşma 0 °)
- 2- Gürültü Önde (*Noise Front-NF*) (konuşma ve gürültü 0°)
- 3- Gürültü Sağda (*Noise Right-NR*) (konuşma 0° gürültü 90°)
- 4- Gürültü Solda (*Noise Left- NL*) (konuşma 0° gürültü 270°)

¹Sigfrid D. Soli, *Ph.D.*, Başkan Yardımcısı, *Department of Human Communication Sciences and Devices, House Ear Institute*



Şekil 2.6.1. HINT Test durumları

Test sırasında, katılımcıya duyduğu cümleleri dikkatlice dinlemesi ve sonra tekrar etmesi söylenir. *HINT* sessiz durumda uygulandığı zaman KAE, dB cinsinden belirlenir. Gönderilen konuşma sinyalinin başlangıç şiddeti otomatik olarak 20 dB' e ayarlıdır. Testin ilerleyen aşamalarında konuşma sinyallerinin şiddeti, katılımcının dinlediği cümleleri doğru tekrar edip edememesine göre sistem tarafından düşürülür veya yükseltilir. Klinisyen, gerekli görürse, konuşma sinyalinin şiddetini kalibrasyon ayarının izin verdiği biçimde değiştirebilir.

HINT, gürültünün önden geldiği durumda uygulanıyor ise konuşma sinyalinin başlangıç şiddeti 0 dB SGO' na ayarlıdır. Eğer *HINT* gürültünün sağdan veya soldan geldiği durumda uygulanıyorsa konuşma sinyalinin başlangıç şiddeti -5 dB SGO' na ayarlıdır. Konuşma sinyalinin şiddeti test katılımcısının cümleleri doğru tekrar edip edememesine göre sistem tarafından düşürülür veya yükseltilir. Konuşma spektrumuna uygun gürültünün şiddeti ise her bir test durumunda, otomatik olarak, 65 dBA' de sabitlenmiştir. Gürültü durumunda uygulanan *HINT* sonucunda elde edilen KAE, dB SGO olarak ifade edilir. Klinisyen gerekli görürse konuşma ve gürültü sinyalinin şiddetini değiştirebilir veya konuşma sinyali şiddetini sabitleyip gürültü

şiddetini değişken hale getirebilir. Ancak bu uygulama ile sağlıklı sonuçlara ulaşılamayacağı düşünülmektedir (48).

Test, gönderilen ilk dört cümle sinyalinin şiddetini 4 dB lik adımlarla, sonraki cümle sinyallerinin şiddetini 2 dB lik adımlarla yükseltmeye veya düşürmeye ayarlıdır. Gerekli görülürse şiddet adımları değiştirilebilir. Katılımcı ilk dört cümleden birini doğru tekrar edemezse KAE belirlenmemektedir. Bu durumda, sistem testi otomatik olarak durdurmakta ve sinyal şiddetini değiştirmeyi önermektedir.

Bu test ile farklı işitme cihazı fitting yöntemlerini karşılaştırmak, kulaklıklar ile veya serbest alanda odyometrik değerlendirme yapmak mümkündür (Bkz.Şekil 2.6.2).

Şekil 2.6.2. HINT Test açılış ekranı

Birçok çalışma ile *HINT* 'in klinik önemi ve değerinin açıkça ortaya konulduğu ifade edilebilir. Bu test koklear implant kullanıcılarının ve normal işiten kişilerin işitmelerini değerlendirme ve karşılaştırma amacıyla kullanılabilir (14). Ayrıca farklı koklear implantların farklı sinyal işleme stratejilerini değerlendirme ve karşılaştırma amacıyla da kullanılmaktadır (10).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 16.04.2009 tarihinde LUT 09/32-3 numarasıyla onaylanmıştır.

3.1. Bireyler

Çalışmamızda, koklear implantın konuşmayı anlama becerisi üzerine etkilerini görebilmek için, deney ve kontrol gruplarına ihtiyaç duyulmuştur. Koklear implantlı çocuklardan oluşacak olan deney grubunu belirlemek amacıyla çocukların sessiz durumda KAE elde etmiş olmaları çalışmaya katılma kriteri olarak kabul edilmiştir. Kontrol grubuna, normal orta kulak basıncına sahip olan ve bilateral Saf Ses Ortalaması (SSO) normal işitme aralığında olan çocuklar dahil edilmiştir.

Deney grubunu belirlemek üzere bilateral ileri veya çok ileri derecede sensöri-nöral işitme kaybı teşhisiyle unilateral koklear implant uygulanan ve koklear implantasyona uygunluk kriteri taşıması açısından Türkçe *ChIP (Children's Implant Profile)* ' e göre en az 20 puan alan 29 çocuk değerlendirilmiştir. Bu çocuklardan 14 tanesi çalışmaya katılma kriterini sağlamadığı için çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya, deney grubu olarak, yaşları 7;9 ile 13;9 arasında olan (ortalama yaş ve standart sapma “yıl;ay” olarak hesaplanmıştır; $10;8 \pm 1;10$), 5'i kız ve 10'u erkek olmak üzere toplam 15 koklear implantlı çocuk dahil edilmiştir.

Deney grubunu oluşturan koklear implantlı katılımcıların tümü konjenital işitme kayıplı olup ‘Katılımcı-3’ hariç normal koklea anatomisine sahiptir. Katılımcı-3 Tip II Koklear Anomali tanısı ile izlenmektedir.

Çalışmaya katılan koklear implantlı çocuklara ait yaş, cinsiyet, koklear implant uygulanan kulak, koklear implant markası, koklear implant yaşı ve deneyim süresini içeren demografik bilgiler Tablo 3.1.1.' de verilmiştir.

Tablo 3.1.1. Koklear implantlı çocuklara ait demografik bilgiler (Kİ= Koklear İmplant, R= Sağ Kulak, L= Sol Kulak)

KATILIMCI	YAŞ (yıl;ay)	CİNSİYET	İMLANTASYON YAŞI (yıl;ay)	Kİ DENEYİM SÜRESİ (yıl;ay)	Kİ	Kİ MARKA
1	12;11	Kız	4;5	8;5	L	Medel
2	13;4	Erkek	8;10	4;5	R	Medel
3	8;8	Kız	5;11	2;8	R	Nucleus
4	10;7	Erkek	5;8	4;10	R	Nucleus
5	12;3	Erkek	2;11	9;3	R	Nucleus
6	8;6	Erkek	2;2	6;3	R	Medel
7	11;6	Erkek	8;3	3;2	R	Advanced Bionics
8	9;10	Erkek	2;8	7;1	R	Nucleus
9	10;2	Erkek	4;7	5;6	R	Nucleus
10	11;1	Kız	3;8	7;4	R	Medel
11	13;9	Kız	4;3	9;5	R	Nucleus
12	7;9	Erkek	3;11	3;9	R	Advanced Bionics
13	8;9	Erkek	3;8	5;0	R	Advanced Bionics
14	9;11	Erkek	2;2	7;8	R	Nucleus
15	11;3	Kız	2;9	8;5	R	Nucleus

Kontrol grubunu belirlemek amacıyla, otolojik muayene bulguları normal olan 20 çocuk değerlendirilmiştir. Çocuklardan 5 tanesi çalışmaya katılma kriterini sağlamadığı için çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya, kontrol grubu olarak, yaşları 8;10 ile 13;0 arasında olan (ortalama yaş ve standart sapma “yıl;ay” olarak hesaplanmıştır; $10;0 \pm 1;8$), 5’i erkek ve 10’ u kız olmak üzere toplam 15 çocuk dahil edilmiştir.

Çalışmaya katılan normal işiten çocuklara ait demografik bilgiler Tablo 3.1.2.’ de gösterilmektedir

Tablo 3.1.2. Normal işitmeye sahip olan çocuklara ait demografik bilgiler

KATILIMCI	YAŞ (yıl;ay)	CİNSİYET
1	9;4	Kız
2	9;1	Kız
3	8;10	Kız
4	9;2	Kız
5	10;5	Kız
6	13;0	Kız
7	10;9	Kız
8	10;10	Kız
9	10;10	Kız
10	8;11	Kız
11	9;9	Erkek
12	9;5	Erkek
13	9;9	Erkek
14	9;11	Erkek
15	10;5	Erkek

Normal işitmeye sahip olan çocukların sağ ve sol kulağa ait saf ses ortalamaları ile koklear implantlı çocukların serbest alan saf ses ortalamalarını içeren odyolojik bulgular Tablo 3.1.3.' de gösterilmektedir.

Tablo 3.1.3. Çalışmaya katılan tüm katılımcılara ait odyolojik bulgular (SSO= Saf Ses Ortalaması)

KATILIMCI	KOKLEAR İMPLANTLI GRUP SSO (dB) (500,1000,2000,4000 Hz)	NORMAL İŞİTEN GRUP	
		Sağ kulak SSO (dB) (500,1000,2000,4000 Hz)	Sol kulak SSO (dB) (500,1000,2000,4000 Hz)
1	28	0	3
2	20	-1	3
3	27	0	3
4	30	11	13
5	23	8	9
6	18	4	5
7	26	3	4
8	25	5	-1
9	15	5	5
10	18	6	3
11	31	15	9
12	16	10	11
13	15	9	9
14	21	6	11
15	29	5	11

3.2. Araçlar

Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesi'nde yer alan *IAC (Industrial Acoustics Company)* sessiz odalarında yapılmıştır. Kabin bölümlerinden birincisinde uygulayıcı, ikincisinde ise katılımcı yer almıştır. Katılımcı ikinci bölümün ortasında yer alan bir sandelyeye oturtulmuştur. Katılımcı merkezde olmak üzere 0° azimutta bir hoparlör yerleştirilmiştir. Hoparlörün merkezden uzaklığı 1 m' dir.

Katılımcıların saf ses eşiklerini tespit etmek amacıyla *Interacoustics AC40* model bir odyometre, kontrol grubunun işitme eşiği tespiti için *TDH39* model kulaklıklar ve koklear implantlı eşik tespiti için *HI FI DALI 2B BL. VIN 9942*

hoparlör kullanılmıştır. Kontrol grubunun impedansmetrik değerlendirmeleri *Interacoustics AZ26* klinik impedansmetre ile yapılmıştır.

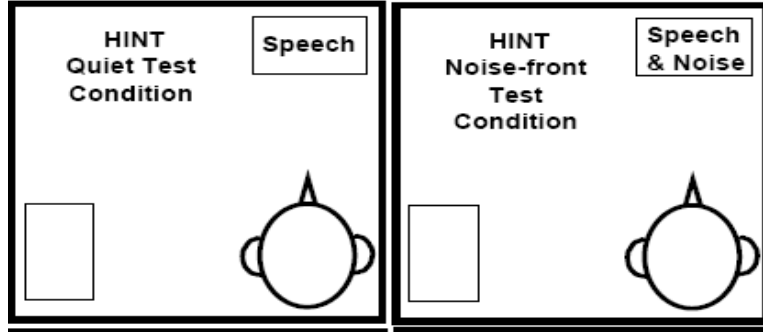
Katılımcıların konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmek için “*HINT for Windows*” yazılım programı yüklü olan bir bilgisayar kullanılmıştır. Testin uygulanabilmesi için “*HINT BOX*” adlı cihaz bilgisayara bağlanmıştır. Konuşma sinyallerinin test katılımcısına dinletilebilmesi için “*HINT BOX*” adlı cihaza bağlı bir hoparlör kullanılmıştır.

3.3. Yöntem

İlk olarak, deney ve kontrol gruplarını oluşturmak üzere, vakaların çalışmaya katılma kriterini sağlayıp sağlamadıkları belirlenmiştir.

Koklear implantlı grubunun, implanttan yararlanımını görmek ve cihaz ile ilgili teknik bir problem olup olmadığını anlamak amacıyla, öncelikle implantlı saf ses işitme eşikleri bulunmuştur. İmplantlı işitme eşikleri serbest alanda *warble tone* uyaran kullanılarak tespit edilmiştir. İşitme eşiği ortalaması belirlenirken konuşma algısını en çok etkilediği düşünülen 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslı uyarana yanıt olarak elde edilen işitme eşiklerinin ortalaması alınmıştır. Daha sonra sessiz durumda konuşmayı anlama becerileri değerlendirilmiştir. Sessiz durumda KAE elde edemeyen çocuklar çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya dahil olan çocukların gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama becerileri değerlendirilmiştir.

Kontrol grubuna, öncelikle, otoskopik muayene ve normal orta kulak basıncına sahip olup olmadıklarını görmek için impedansmetrik değerlendirme yapılmıştır. Daha sonra kulaklıklar yardımı ile *pure tone* uyaran kullanılarak işitme eşikleri tespit edilmiştir. İşitmesi normal olmayan ve/veya orta kulak problemi olan çocuklar çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya dahil olan çocukların sessiz ve gürültülü durumda konuşmayı anlama becerileri değerlendirilmiştir.



Şekil 3.3.1. Sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda hoparlörlerin pozisyonu

Her iki grubun konuşmayı anlama eşiklerini tespit etmek amacıyla Türkçe *HINT* cümleleri kullanılmıştır. Test, çalışmaya katılma kriterini sağlayan tüm çocuklara, sessiz durum ve gürültünün önden geldiği durumda uygulanmıştır. Her iki durumda da hoparlör 0° azimutta pozisyonlanmıştır ve yeri değiştirilmemiştir. Hoparlörlerin pozisyonu Şekil 3.3.1’ de gösterilmiştir.

Testi uygulama süresi her bir test durumu için ortalama 2 dakikadır. Uygulamaya geçmeden önce katılımcılara bazı açıklamalar yapılmıştır. Bu açıklama “ Şimdi sana bazı cümleler dinleteceğim. Lütfen bu cümleleri çok dikkatli dinle ve tekrar et. İlk başta cümleleri duymakta ve anlamakta zorlanabilirsin. Anlamadığın kelimeler olursa tahmin edebilirsin. Cümlelerin çoğu yalnızca bir kere tekrar edilecek. Cümlelerin şiddeti bazen düşecek ve bazen yükselecek. Eğer testin zor olduğunu düşünürsen sakın moralini bozma çünkü zaten hiç kimse bütün cümleleri doğru bir biçimde tekrar edemiyor. Eğer soruların olursa lütfen sormaktan kaçınma.” mesajını içermektedir. Buna ilave olarak, katılımcılar, test boyunca dik bir pozisyonda oturmaları, öne veya yan taraflara doğru eğilmemeleri konusunda uyarılmıştır.

Testi uygulamaya sessiz durumda KAE’ ni tespit etme aşamasından başlanmıştır. Sessiz durumda sadece cümle sinyalleri dinletilmiştir. Sinyalin başlangıç şiddeti koklear implantlı grup için 70 dB, normal işiten grup için 20 dB olarak ayarlanmıştır. Sessiz durumda konuşmayı anlama eşiği elde edemeyen koklear implantlı çocuklar çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya dahil edilen normal işitmeye sahip çocukların tümü sessiz durumda konuşmayı anlama eşiği elde etmişlerdir.

Sessiz durumda KAE' ni tespit edebildiğimiz çocuklara, ikinci aşamaya geçirilerek gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama testi uygulanmıştır.

Gürültünün önden geldiği durumda, aynı hoparlörden hem konuşma sinyali hem de konuşma spektrumuna uygun gürültü sinyali verilmiştir. Konuşma sinyali gürültüden 2 sn sonra gönderilecek şekilde gerekli ayar yapılmıştır. Konuşma ve gürültü sinyalinin şiddeti deney ve kontrol grubu için aynı seviyede ayarlanmıştır. Gürültü sinyali 65 dBA ' de sabitlenirken konuşma sinyalinin şiddeti 0 dB SGO' da başlatılmış ve katılımcının cümleleri doğru tekrar edip etmemesine göre sistem tarafından düşürölüp yükseltilerek KAE tespit edilmiştir.

İstatistiksel analiz, çalışmaya katılma kriterini sağlayan çocuklara ait veriler ile yapılmıştır.

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızın istatistikleri bilgisayar ortamında yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler dört bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde verideki bazı değerlerin uç değerler olup olmadığını görmek amacıyla *Dixon* Testi uygulanmıştır.

İkinci bölümde, unilateral koklear implantlı çocukların ve normal işiten çocukların sessiz durumda ve gürültülü durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin karşılaştırılması için *Mann-Whitney U* Testi kullanılmıştır.

Üçüncü bölümde, unilateral koklear implantlı çocukların, sessiz durumda ve gürültülü durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin implantasyon yaşı ve implant deneyim süresinden ne düzeyde etkilendiğini belirlemek amacıyla Doğrusal Regresyon yapılmıştır.

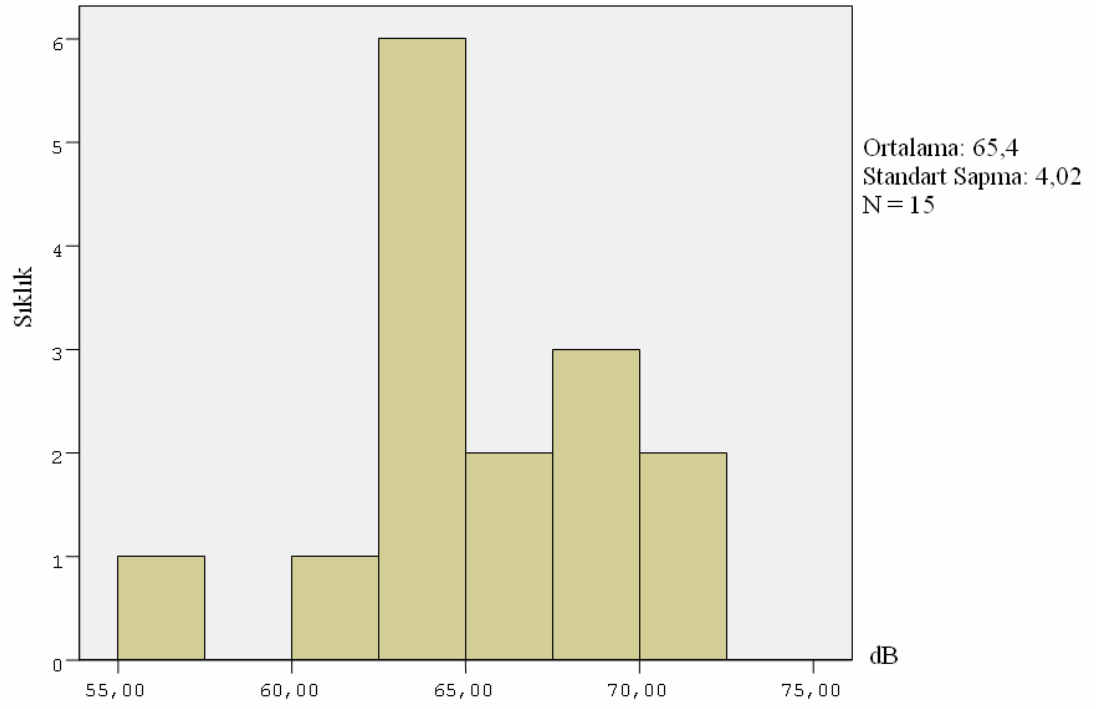
Dördüncü bölümde, normal işiten çocukların sessiz durumda ve gürültülü durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin yaştan ne düzeyde etkilendiğini belirlemek amacıyla Doğrusal Regresyon yapılmıştır.

4. BULGULAR

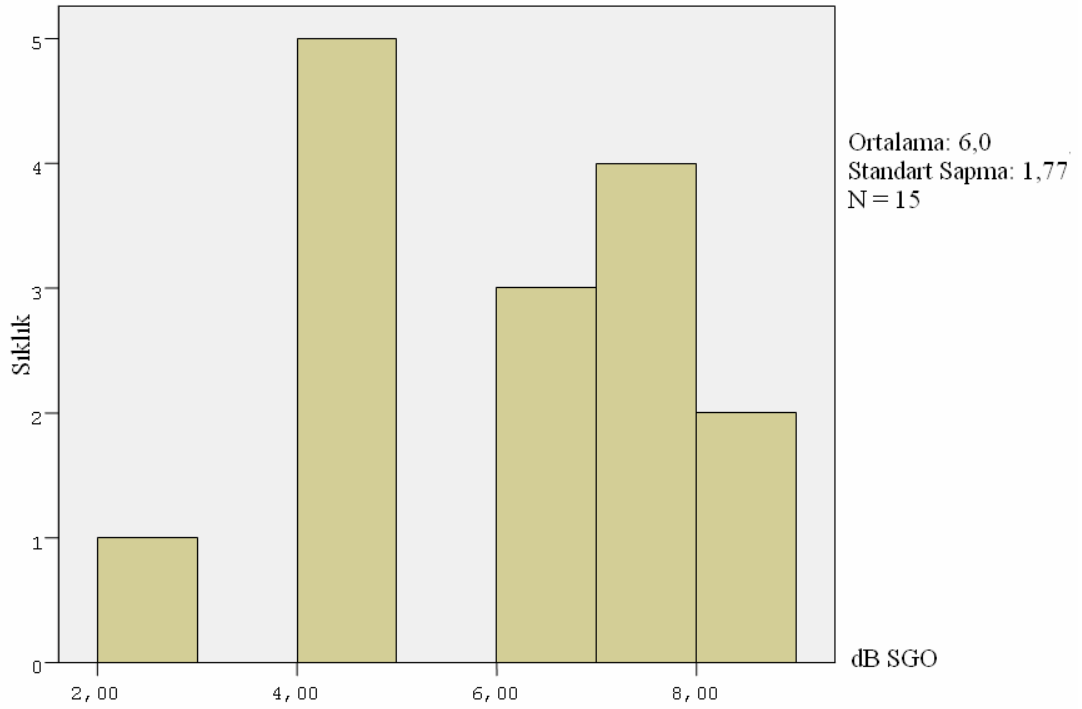
Koklear implantlı ve normal işiten çocuklardan elde edilen konuşmayı anlama eşiklerine ait sonuçlar Tablo 4.1’de sunulmaktadır.

Tablo 4.1. Koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip çocukların sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama eşikleri

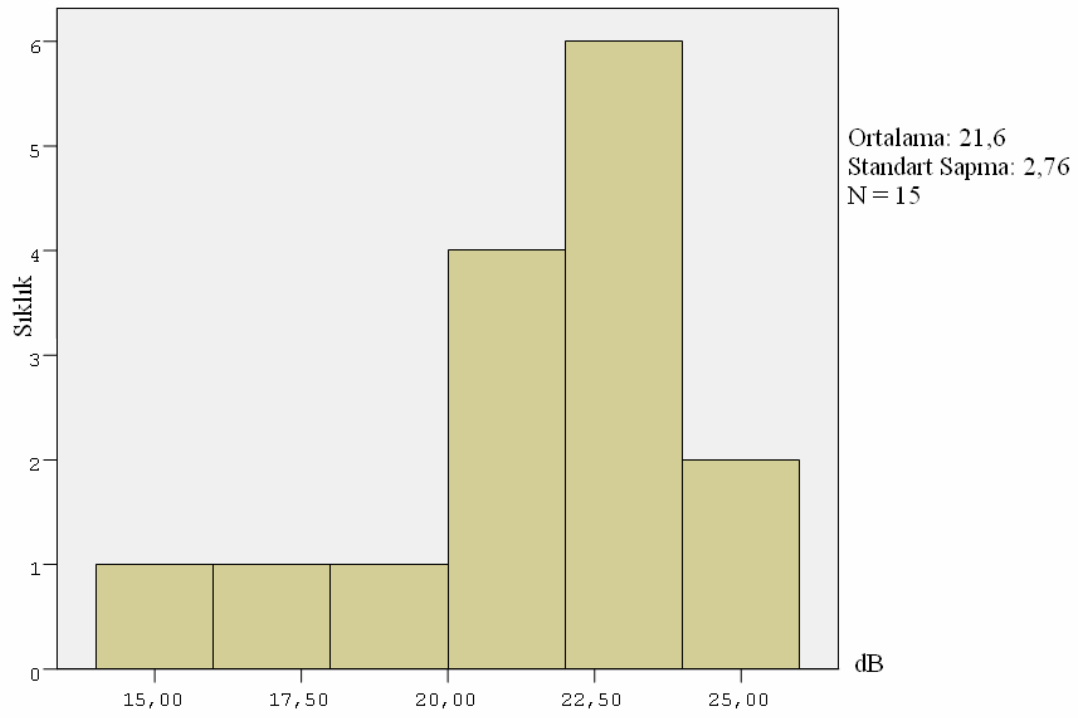
KATILIMCI	KOKLEAR İMPLANTLI ÇOCUKLAR		NORMAL İŞİTMEME SAHİP OLAN ÇOCUKLAR	
	Sessiz durumda KAE (dB)	Gürültünün önden geldiği durumda KAE (dB SGO)	Sessiz durumda KAE (dB)	Gürültünün önden geldiği durumda KAE (dB SGO)
1	65,8	7,4	22,2	- 0,9
2	63,3	4,9	23,5	2,0
3	69,4	7,0	21,3	-0,4
4	72,1	8,0	22,5	-1,1
5	61,7	7,3	21,7	-1,4
6	71,5	8,5	23,4	-3,9
7	63,7	4,7	15,1	-5,8
8	62,8	4,8	16,5	-1,6
9	67,7	6,5	21,6	-1,6
10	66,1	2,0	24,5	-1,1
11	64,2	4,4	23,1	1,7
12	68,4	6,8	23,8	-1,6
13	56,7	4,1	24,4	-4,0
14	62,5	6,1	19,1	-2,7
15	64,7	7,4	20,7	-1,6



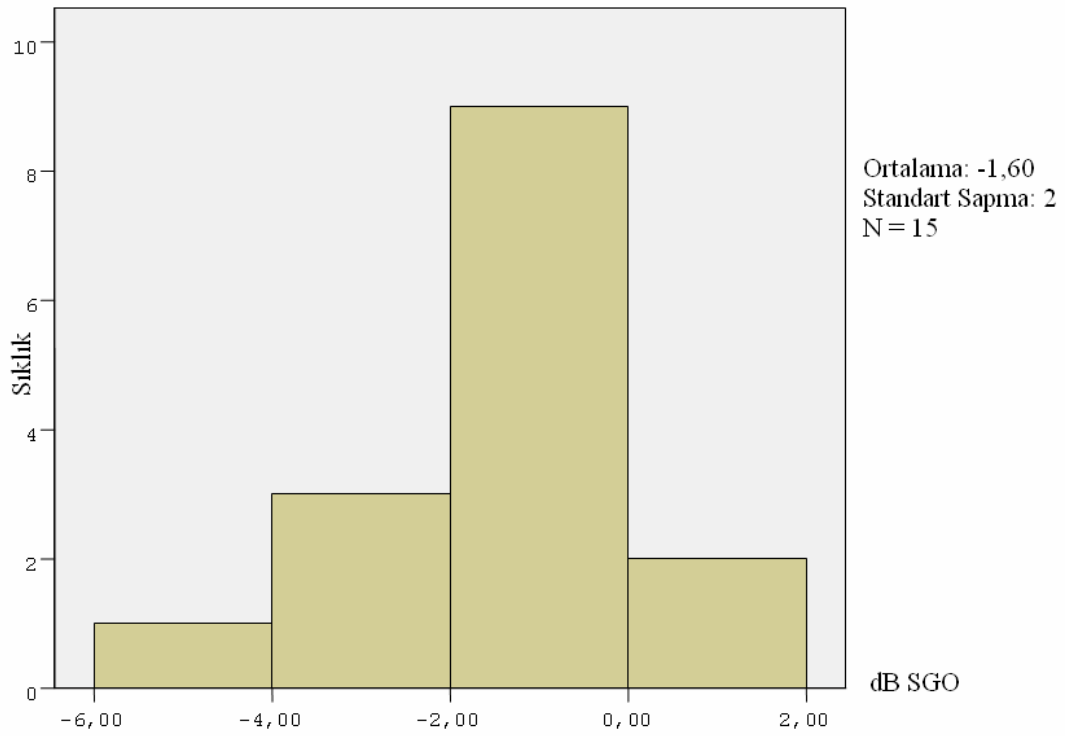
Şekil 4.1. Koklear implantlı çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı



Şekil 4.2. Koklear implantlı çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı



Şekil 4.3. Normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı



Şekil 4.4. Normal işitmeye sahip olan çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiği bulgularının dağılımı

4.1. Veride Uç Değerlerin Olup Olmadığının Araştırılması

Şekil 4.1., 4.2., 4.3. ve 4.4.' de yer alan veri dağılımına bakıldığında, bazı değerlerin diğerlerinden (ya da ortalama değerden) çok düşük ya da çok yüksek olduğu düşünülebilir. Diğer bir ifadeyle, bu değerlerin gerçekten uç değer olup olmadıkları merak edilmelidir. Bu amaçla *Dixon Testi* uygulanmıştır (5,35).

Dixon Testi sonucunda değişkendeki uç değer olarak düşünülen hiçbir değer uç değer çıkmamıştır. Dolayısıyla, istatistiki analizlerde, elde edilen tüm veriler kullanılmıştır.

4.2. Unilateral Koklear Implantlı Çocukların ve Normal İşitmeye Sahip Olan Çocukların Karşılaştırılması

Deney grubu ve kontrol grubunun sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri araştırmamızın değişkenleridir. İlk olarak, bu değişkenlere ait değerlerin birbirlerinden farkını görebilmek amacıyla, deney ve kontrol gruplarından alınan veriye *Mann Whitney U Testi* uygulanmıştır. Bilindiği üzere bu test nonparametrik bir testtir. Bu testin seçilme sebebi veri sayısının az olmasıdır (35,50).

Bu çerçevede, normal işiten çocukların ve koklear implantlı çocukların sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin ortalamaları, standart sapmaları ve *Mann Whitney U* istatistik analizleri Tablo 4.2.1.' de gösterilmiştir. *Mann Whitney U Testi* sonucunda deney ve kontrol grubunun, sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (sessiz durumda KAE $z = -4,666$ ve $p = 0,000$, gürültünün önden geldiği durumda KAE $z = -4,652$ ve $p = 0,000$).

Tablo 4.2.1. Koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip olan çocukların elde ettikleri HINT skorlarının ortalamaları, standart sapmaları ve *Mann Whitney U* istatistik analizleri

	Koklear implantlı çocuklar	Normal işiten çocuklar	Mann-Whitney U	
HINT kategorileri	X ± SD	X ± SD	Z	P (2 taraflı)
Sessiz durumda KAE (dB)	65,4 + 4,02	21,6 + 2,76	-4,666	0,000*
Gürültünün önden geldiği durumda KAE (dB SGO)	6,0 + 1,77	-1,6 + 2,00	-4,652	0,000*

* p < 0,01

4.3. Unilateral Koklear İmplantlı Çocukların İmplantasyon Yaşı ve İmplant Deneyim Süresinin Sessiz Durumda ve Gürültülü Durumda KAE' leri Üzerine Etkisi

Koklear implant kullanıcılarının sessiz durumda konuşmayı anlama eşiklerinin yaş ve deneyim süresinden etkilenme düzeyini görebilmek amacıyla Doğrusal Regresyon uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.3.1.' de sunulmuştur. İmplantasyon yaşı ve implant deneyim süresi ay olarak analize dahil edilmiştir.

Öncelikle belirtmek gerekir ki, Durbin Watson testinin 2,102 olması modelin bağımsız değişkenleri arasında herhangi bir korelasyonun olmadığını ve dolayısıyla aynı regresyon analizinde bulunabileceklerini göstermektedir (49).

Tablo 4.3.1' de görüldüğü gibi, implantlı çocukların sessiz durumdaki konuşmayı anlama eşikleri ile implantasyon yaşı ve implant deneyim süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. Şöyle ki; implantasyon yaşı ve implant deneyim süresi birer birim arttırıldığında KAE' de göz önünde bulundurulması gereken bir değişim olmamaktadır. Ancak, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber koklear implantlı çocukların sessiz durumdaki KAE' leri; implantasyon yaşı bir birim arttığında %17 düzeyinde, implant deneyim süresi bir birim arttırıldığında % 38 düzeyinde düşmektedir.

Tablo 4.3.1. Unilateral koklear implantlı çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin implantasyon yaşı ve implant deneyim süresinden etkilenme düzeyi

	Standardize Beta	t	p
Sabit	—	11,020	,000
İmplantasyon yaşı (ay)	-,168	-,477	,642
İmplant deneyim süresi (ay)	-,378	-1,074	,304

**p<0,01; *p<0,05' e göre istatistiksel olarak anlamlı

Bağımlı değişken= Koklear implantlı çocukların sessiz durumda elde ettikleri KAE' leri

Uyarlanmış R²= -,060

Durbin Watson= 2,102

Öte yandan, katılımcıların gürültülü durumda konuşmayı anlama eşiklerinin implantasyon yaşı ve implant deneyim süresi tarafından etkilenme düzeyini görebilmek amacıyla yine Doğrusal Regresyon uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.3.2.' de verilmiştir.

Tablo 4.3.2.' de görüldüğü gibi, implantlı çocukların gürültülü durumda konuşmayı anlama eşikleri ile implantasyon yaşı ve implant deneyim süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. Şöyle ki; implantasyon yaşı ve implant deneyim süresi birer birim arttırıldığında KAE' de göz önünde bulundurulması gereken bir değişim olmamaktadır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber koklear implantlı çocukların gürültülü durumdaki KAE' leri; implantasyon yaşı bir birim arttırıldığında % 32, implant deneyim süresi bir birim arttırıldığında % 21 düzeyinde düşmektedir.

Tablo 4.3.2. Unilateral koklear implantlı çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin implantasyon yaşı ve implant deneyim süresinden etkilenme düzeyi

	Standardize Beta	t	p
Sabit	—	2,858	,014
İmplantasyon yaşı (ay)	-,320	-,894	,389
İmplant deneyim süresi (ay)	-,211	-,590	,566

**p<0,01; *p<0,05' e göre istatistiksel olarak anlamlı

Bağımlı Değişken= İmplantlı çocukların gürültülü durumda elde ettikleri KAE' leri

Uyarlanmış R²= -,094

Durbin Watson= 1,494

4.4. Normal İşitmeye Sahip Olan Çocukların Yaşının Sessiz Durumda ve Gürültülü Durumda KAE' leri Üzerine Etkisi

Normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda konuşmayı anlama eşiklerinin yaştan etkilenme düzeyini görebilmek amacıyla Doğrusal Regresyon uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.4.1.'de verilmiştir. Yaş, istatistiksel analize ay olarak dahil edilmiştir.

Tablo 4.4.1.' de görüldüğü gibi, normal işiten çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. Şöyle ki; yaş bir birim arttırıldığında KAE' de göz önünde bulundurulması gereken bir değişim olmamaktadır. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber normal işiten çocukların yaşı bir birim arttırıldığında sessiz durumda konuşmayı anlama eşiği % 29 düzeyinde düşmektedir.

Tablo 4.4.1. Normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin yaştan etkilenme düzeyi

	Standardize Beta	t	p
Sabit	—	4,206	,001
Yaş (ay)	-,285	-1,072	,303

**p<0,01; *p<0,05' e göre istatistiksel olarak anlamlı

Bağımlı değişken: Normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda elde ettikleri KAE' leri

Uyarlanmış R²= ,010

Durbin Watson= 1,869

Öte yandan, katılımcıların gürültülü durumda konuşmayı anlama eşiklerinin yaştan ne düzeyde etkilendiğini görebilmek amacıyla Doğrusal Regresyon uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 4.4.2.' de verilmiştir

Tabloda görüldüğü (Bkz. Tablo 4.4.2.) gibi normal işiten çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri yaşa bağlıdır ve bu ilişki istatitiki olarak anlamlıdır (p = ,039). Yaş bir birim arttırıldığında gürültülü durumda konuşmayı anlama eşiği de % 54 düzeyinde düşmektedir.

Tablo 4.4.2. Normal işitmeye sahip olan çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşiklerinin yaştan etkilenme düzeyi

	Standardize Beta	t	p
Sabit	—	1,915	,078
Yaş (ay)	-,536	-2,292	,039*

**p<0,01; *p<0,05' e göre istatistiksel olarak anlamlı

Bağımlı Değişken= Normal işitmeye sahip olan çocukların gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri KAE' leri

Uyarlanmış R²= ,233

Durbin Watson= 2,196

TARTIŞMA

Konuşma testleri, işitme kaybının konuşmayı anlama becerisi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Koklear implantasyon endikasyonunun oluşabilmesi için, implant adayının bir çok kriter ile birlikte konuşmayı anlama kriterini sağlaması gerekmektedir. Ameliyat öncesi dönemde yapılan konuşmayı anlama testinin temel hedefi koklear implant adayının sadece işitsel uyarana ile konuşmayı anlama becerisi geliştirme potansiyelini belirlemektir (34). Ameliyat sonrası yapılan konuşmayı anlama değerlendirmeleri, koklear implant kullanıcısının geleceğe yönelik işitsel ihtiyaçlarını belirlemede çok önemlidir.

Koklear implant adayının ve kullanıcısının konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmek için çeşitli testler kullanılabilir. Testlerden hangisinin kullanılacağına karar verilirken implant kullanıcısının yaşı ve işitme fonksiyonunun ne düzeyde olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin 3 yaştan küçük çocukların konuşmayı anlama becerilerini değerlendirmek için *Early Speech Perception (ESP)*, *Meaningful Auditory Integration Scale (MAIS)* yada *Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale (IT-MAIS)* testleri kullanılabilir. Daha büyük çocuklar için *Lexical Neighborhood Test (LNT)* yada *Multi-Lexical Neighborhood Test (MLNT)* kullanılabilir. Koklear implant adayı çocuk, konuşmayı anlama testi için yeterli maturasyonu geliştirebildi ise işitme cihazı ile konuşmayı anlama skorunun % 40 veya daha düşük olması durumunda, implantasyon endikasyonu için konuşmayı anlama test kriterini sağlamış olarak kabul edilmektedir (34). Yetişkinlerin implantasyon için konuşmayı anlama kriteri ise güncel yaklaşımda işitme cihazı ile %50 ve daha düşük skor olarak belirlenmiştir (9).

Konuşmayı anlama testleri kapalı uçlu, açık uçlu ya da yapılandırılmış sorular biçiminde olabilir. Türkçe’de implant kullanıcılarının konuşmayı anlama becerilerinin değerlendirilmesi amacıyla kapalı uçlu ölçüm metodu olan *Ling*’in 6 sesini tanıma testi (/m/, /o/, /a/, /i/, /ş/ ve /s/ sesleri) ve Türkçe Kelime Ayırtma Testi; yarı açık uçlu anlama testi olarak ise Patates Kafa Testi (*Patato Head Task*) ve açık uçlu anlama testi olarak Türkçe Cümle Anlama Testi kullanılmaktadır (77).

Türkçe *HINT* testi ise açık uçlu bir test olup yakın zamanda kliniklerde rutin kullanıma sahip olacağı düşünülmektedir.

Literatüre bakıldığında *CST*, *SPIN Test* gibi konuşma testlerinin bir çoğu, konuşmayı anlama becerisini yüzde skoru olarak değerlendirirler. Yüzde skorları ile konuşma anlaşılabilirliğini belirleme yaklaşımı “tavan” ve “taban” etkisine (“*ceiling*” ve “*floor*” effect) neden olduğu için burada puan bir kez % 100 veya % 0’ a ulaştığında daha iyi yada daha kötü performans sergilemek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle yüzde hesaplamaları önerilen bir test yöntemi değildir (48,67). *HINT*’ te ise konuşmayı anlama becerisi “Konuşmayı Anlama Eşiği” olarak belirlendiği için “tavan” yada “taban” etkisine neden olmamaktadır.

Yüzde hesaplaması yapan konuşmayı anlama testlerinde yüzde skoru elde edebilmek için konuşma sinyalinin ve/veya gürültü sinyalinin şiddeti sabitlenmektedir. *HINT*’ te ise konuşmayı anlama eşiği belirlendiği için sessiz durum veya gürültünün olduğu her durumda, konuşma uyaran şiddeti test katılımcısının dinlediği cümleleri doğru tekrar edip edememesi doğrultusunda sistem tarafından düşürülmekte veya yükseltilmektedir. Bu metod “adaptif metod” olarak adlandırılmaktadır (48,66,67).

Konuşmayı anlama üzerine yapılan çalışmalar yetişkinlerin kelime dağarcığına bağlı olarak, cümle içindeki duymadıkları kelimeleri tahmin etme yolu ile cümlenin anlamını çıkarabildiklerini göstermektedir. Fakat çocuklar sınırlı kelime dağarcığına sahip oldukları için duymadıkları kelimeleri tahmin edememekte, dolayısıyla cümleleri anlamakta daha fazla zorluk çekmektedirler. Bu durum öğrenme sürecindeki normal işiten çocuklarda bile önemliyken işitme kayıplıda daha fazla probleme neden olmaktadır. İşitme kayıplı çocuklardaki öğrenme dezavantajı gürültülü ortam ve ses yansıması ile daha da artmakta, kelime dağarcığı gelişimi daha yavaş olmakta ve akademik başarı etkilenmektedir. (53).

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgulara göre, unilateral koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Bkz.Tablo 4.2.1). Bulunan bu sonuç, bize, koklear implantlı çocukların sessiz ve gürültülü durumda konuşmayı anlamak için normal işitmeye sahip olan çocuklara göre daha yüksek konuşma şiddetine ihtiyaç

duydıklarını göstermektedir. Dolayısıyla, koklear implantlı çocukların, normal işiten çocuklara göre, öğrenme ve iletişim becerilerinde dezavantajlı durumda olduğu söylenebilir.

Plomp (52), normal işitenler ile orta dereceden çok ileri dereceye kadar bilateral sensöri-nöral işitme kayıplı bireyleri karşılaştırmış ve işitme kayıplı bireylerin konuşmayı anlamak için 5 - 15 dB daha fazla sinyal gürültü oranına ihtiyaç duyduklarını göstermiştir. Benzer şekilde, çalışmamızda, elde ettiğimiz bulgular da unilateral koklear implantlı çocukların gürültüde konuşmayı anlamak için, normal işiten çocuklara göre, daha yüksek sinyal gürültü oranına ihtiyaç duyduklarını göstermiştir.

Çalışmamızda, deney ve kontrol gruplarının sessiz durumda ve gürültülü durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri arasında bulunan farklılığın öncelikli nedeninin implantlı grubun ses sinyalini doğal yolla değil elektronik prostetik bir cihaz ile dinlemesi olduğu düşünülmektedir. Koklear implant ile gönderilen elektriksel sinyalin konuşmanın spektral ve temporal özelliklerini kısıtlı bir biçimde ilettiği bilinmektedir (30,57,74). Buna ilave olarak deney grubumuzu oluşturan unilateral koklear implantlı çocuklar, normal işitenlerin sahip olduğu binaural avantajlara sahip olmayıp ancak belli bir yaştan sonra ilk defa işitme sinyalini duyabilir duruma gelmişlerdir. Dolayısı ile geçen zaman işitsel plastisitenin aleyhine işlemiştir.

Binaural işitsel sistem iki kulaktan alınan sesleri; zaman, şiddet ve spektral özelliklerini birbirleri ile kıyaslayarak işlemler. Bu işleme sonucunda; binaural artım (*binaural summation*) etkisi, *binaural redundancy*, *binaural squelch* etkisi, başın gölgeleme etkisi ve sesin yönünü tahin etme becerisi ortaya çıkar (7,18,33,43). Binaural artım etkisi aynı sinyalin her iki kulağa ulaşması durumunda ortaya çıkar. Her iki kulakta oluşan *redundant* bilgi hem sessiz, hem gürültülü ortamda konuşma algısını artırır. Binaural işitme, gürültülü ortamda, *binaural squelch* etkisi ile konuşma algısını arttırır. *Binaural squelch* etkisi ile iki kulaktan alınan sinyaller daha yüksek bir sinyal gürültü oranı ile işlenilerek hedef konuşma ön plana çıkarılır. Binaural işitme ile sesin yönü tahin edilebilir (18). Normal işitmeye sahip çocuklar binaural avantajlar ile konuşmayı daha düşük eşiklerde anlayabilirler.

Çalışmamızda, koklear implantlı çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri ile implantasyon yaşı ve implant deneyim süresi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. (Bkz. Tablo 4.3.1). Sessiz durumda KAE' ndeki değişimin % 6' sı (Uyarlanmış $R^2 = -,060$) implantasyon yaşı ve deneyim süresi ile açıklanabilmektedir. Uyarlanmış R^2 değerinin negatif çıkması örneklem sayısının düşük olmasına bağlıdır (50). Elde ettiğimiz bulgular istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber, implantasyon yaşı bir birim arttırıldığında sessiz durumda konuşmayı anlama eşiğinin % 17 düzeyinde düşmekte yani konuşmayı anlama becerisinin iyileşmekte olduğunu göstermektedir (Bkz. Tablo 4.3.1). İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşmak için daha geniş bir popülasyonun değerlendirilmesinin doğru olacağı düşünülmektedir. Yapılan diğer çalışmalar ise erken yaşta yapılan implantasyon ile daha iyi konuşma anlama performansı elde edildiği yönündedir (1,17).

İşitme kaybı ile birlikte işitsel spontan aktivitenin azaldığı ve işitsel korteksin yerini görmenin aldığı gösterilmiştir (6,20,29,72). Bu düşünce ile koklear implantasyonun nöral plastisitenin en yoğun olduğu en erken dönemde (3,5 yaşa kadar) yapılması önerilmektedir (59).

Çalışmamızda, koklear implantlı çocukların sessiz durumda elde ettikleri konuşmayı anlama becerilerinin implant deneyim süresinden etkilenme düzeyi incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamakla beraber, implant deneyim süresi bir birim arttırıldığında sessiz durumda konuşmayı anlama eşiğinin %38 düzeyinde düşmekte yani iyileşmekte olduğu görülmüştür. (Bkz. Tablo 4.3.1). Yapılan diğer çalışmalar, implant deneyim süresi arttıkça konuşmayı anlama performansının iyileştiği yönünde sonuç vermiştir (17,71). Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular istatistiksel olarak anlamlı değildir ancak literatürü destekler yöndedir.

Tablo 4.3.2' de görüldüğü gibi implantlı çocukların gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama eşikleri ile implantasyon yaşı ve implant deneyim süresi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Gürültü durumunda elde edilen konuşmayı anlama eşiğindeki değişimin % 9 'u (Uyarlanmış $R^2 = -,094$) implant yaşı ve implant deneyim süresiyle açıklanabilmektedir. Elde ettiğimiz bulgular istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber, implant yaşı bir

birim arttırıldığında gürültü durumunda konuşmayı anlama eşiğinin % 32 düzeyinde düşmekte yani konuşmayı anlama becerisinin iyileşmekte olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, implant deneyim süresi bir birim arttırıldığında gürültü durumunda konuşmayı anlama eşiğinin %21 oranında düşmekte yani iyileşmekte olduğunu göstermektedir (Bkz. Tablo 4.3.2). İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşmak için daha geniş bir populasyonun değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular sonucunda normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda konuşmayı anlama eşiği ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur. Sessiz durumda konuşmayı anlama eşiğindeki değişimin % 1' i (Uyarlanmış $R^2 = ,010$) yaş tarafınca açıklanabilmektedir. Elde ettiğimiz bulgular istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber, yaş bir birim arttırıldığında sessiz durumda konuşmayı anlama eşiğinin % 29 düzeyinde düşmekte yani iyileşmekte olduğunu göstermiştir (Bkz. Tablo 4.4.1.). Yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Vaillancourt ve diğ. (66), Fransızca *HINT* Testinin çocuk versiyonunu oluşturmak amacıyla yaptıkları çalışmada 6-8-10-12 yaşlarındaki normal işitmeye sahip çocukların konuşmayı anlama eşiklerini bulmuşlar ve yaşın *HINT* skorları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Yaş arttıkça konuşmayı anlama eşiğinin düştüğünü ve 12 yaş civarında yetişkin düzeyine ulaştığını göstermişlerdir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular, normal işitmeye sahip çocukların yaşının gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama eşikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu göstermiştir. Konuşmayı anlama eşiğindeki değişimin % 23' ü (Uyarlanmış $R^2 = ,233$) yaş ile açıklanmaktadır. Tablo 4.4.2' de görüldüğü gibi, yaş bir birim arttırıldığında gürültülü durumda konuşmayı anlama eşiği % 54 düzeyinde düşmektedir, yani iyileşmektedir.. Diğer araştırmacılar da, konuşmayı anlama becerisi ile ilgili maturasyonun 10 yaş civarında, gürültüde konuşma sinyalinin kaynağını ayırtma ve gürültüde konuşmayı anlama becerisi ile ilgili maturasyonun 11-12 yaşta tamamladığını, belirtmişlerdir (73,66). Dolayısıyla çalışmamızdan elde edilen bu sonuç literatürü destekler yöndedir.

Çalışmamızda, deney ve kontrol grubunu oluşturan tüm katılımcıların gürültülü durumda KAE' leri, gürültünün yalnızca önden geldiği durumda

değerlendirilmiştir. Bu test durumunda konuşma ve gürültü sinyali 0° azimutta pozisyonlanmış olan hoparlörden gönderilmiştir yani konuşma sinyali ile gürültü sinyalinin yönü her zaman aynıdır ve önden gelecek biçimdedir. Yapılan çalışmalarda normal işitmeye sahip bireylerde konuşma kaynağı ile gürültü kaynağının 90° açıyla ayrılması durumunda konuşma anlaşılabilirliğinin iyileştiği gösterilmiştir. Gürültünün önden geldiği durumda elde edilen KAE' nin, gürültünün 90° azimuttan geldiği durumda elde edilen KAE ' ne göre 6-10 dB daha iyi olduğu gösterilmiştir (67). Bu çerçevede bakıldığında, binaural uyarımdan yararlanan koklear implant kullanıcılarının, cümle düzeyindeki materyallerden oluşan konuşma sinyali kaynağı ile gürültü kaynağı farklı yönlerde olduğunda, konuşmayı anlama eşiklerinin nasıl değiştiğini araştırmak literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

Yön tayini becerisi gürültüde konuşmayı anlama performansını etkileyen önemli faktörlerden birisidir (42). Yapılan çalışmalarda implantın kontralateral tarafında işitme cihazı kullanmanın yön tayini ve gürültüde konuşmayı anlama becerilerini arttırdığı ortaya çıkmıştır (46). Çalışmamıza deney grubu olarak katılan koklear implantlı çocuklara, ameliyattan sonra hiç ara verilmeksizin kontralateral işitme cihazı kullanmaları önerilmiş olmasına rağmen yalnızca bir tanesi işitme cihazı kullanmayı kabul etmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada konuşmayı anlama becerilerinin yalnızca monaural dinleme durumunda değerlendirilmesi çalışmanın bir kısıtı olarak gösterilebilir.

Yapılan çalışmalarda bilateral koklear implant ile gürültüde konuşmayı anlama performansının unilateral duruma göre daha iyi olduğu bulunmuştur (3,44,58). Bichey ve diğ. (3), yaptıkları çalışma sonucunda postlingual işitme kayıplı bilateral koklear implant kullanıcılarının gürültüde işitme, konuşma üretimi, duygusal ve bilişsel durum açısından yaşam kalitelerinde anlamlı bir iyileşme olduğunu göstermişlerdir. Birçok çalışmada bilateral koklear implantasyon ile binaural avantajların ortaya çıkacağı belirtilmiştir (3,18,41,42).

Kühn-Inacker ve diğ. (40), bilateral koklear implantlı çocuklar ile yaptıkları çalışmada binaural dinleme durumunda ortalama kelime anlama skorunu monaural dinleme durumuna göre daha yüksek bulmuşlardır. Çalışma sonucunda ortalama kelime anlama skorunu bilateral implant ile dinleme durumunda % 86.4, sol taraftaki implant ile dinleme durumunda % 75.1, sağ taraftaki implant ile dinleme durumunda

%71.8 olarak bulmuşlardır. Buna ilave olarak vakaların gürültüde açık uçlu kelime ayırdetme skorları bilateral durumda % 46 ile % 100 aralığında dağılım gösterirken, unilateral durumda % 21 ile % 78 aralığında dağılım göstermiştir

Litovsky ve diğ (41), yaptıkları çalışmada bilateral implant kullanıcısı çocuklar ile kontralateral tarafta işitme cihazı kullanan implantlı çocukların sessiz ve gürültülü durumda konuşmayı anlama becerilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmacılar konuşmayı anlama eşiklerini *Spondee Closed Set Test (CRISP)* ile belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda her iki grubun da sessiz ve gürültülü durumda konuşmayı anlama eşikleri benzer bulunmuştur. Aynı araştırmacılar, her iki grupta, çift taraflı ve tek taraflı cihaz kullanım durumlarında konuşmayı anlama eşiğinin nasıl değiştiği araştırmış ve bilateral koklear implant grubunda, bimodal işitme grubuna göre, çift taraflı cihaz durumunda konuşmayı anlama eşiğinin anlamlı bir biçimde iyileştiğini göstermişlerdir.

Bilateral implantasyon her ne kadar yaygınlaşmaya başlamış olsa da ekonomik nedenlerden dolayı bir çok ülkede hala unilateral koklear implantasyon uygulamaları tercih edilmektedir. Bilateral koklear implantasyonun daha yaygın hale gelmesiyle, ekonomik nedenlere ilave olarak, zihinlerde açıklığa kavuşturulması gereken çeşitli soru işaretleri meydana gelmiştir. Gordon ve diğ (31), yaptıkları çalışmada bilateral koklear implantasyonun ardışık ve eş zamanlı uygulandığı çocuklarda elektriksel beyin sapı cevaplarını değerlendirmişlerdir. Ardışık koklear implant uygulaması 1 yıldan daha kısa süre içinde yapılırsa bile, beyin sapındaki bianural entegrasyonun sadece eş zamanlı koklear implant uygulanan çocuklarda gerçekleştiğini belirtilmişlerdir. Scherf ve diğ. (38), yaptıkları çalışmada ikinci implantasyonu 6 yaşından önce yapılan bilateral koklear implant kullanıcılarının özellikle gürültüde anlama becerileri açısından daha yüksek yararlanım gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bilateral koklear implantasyonun uzun dönemde yararlarının araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda, hibrid cihazların ‘kalıntı işitme’ yi koruyarak, standart koklear implantlara göre daha iyi frekans algısı sağladığı ve gürültüde konuşmayı anlama becerisini artırdığı belirtilmiştir (26,65). Gantz ve diğ. (26), koklear implant ile kombine akustik uyarım metodu (hibrid cihaz) kullanan, 6 ay ile 2 yıl deneyime sahip deneklerin tek heceli kelime anlama skorunu ortalama % 79 bulmuşlardır.

Bununla birlikte gürültülü ortamda konuşmayı anlama eşiğinin ortalama değerinin, standart koklear implant kullanıcılarına göre 9 dB daha iyi olduğunu ve yaygın melodileri anlama becerilerinin normal işitenlerinkine yakın olduğunu göstermişlerdir.

Koklear implant kullanıcılarına, gürültüde konuşmayı daha rahat anlamaları için, *FM (Frequency Modulated)* sistemleri veya ses yükseltici sistemler önerilebilir. Özellikle okul çağındaki koklear implantlı çocukların, normal işiten çocuklara göre, sınıf içi gürültü ve yansımadan daha çok etkilendikleri düşünüldüğünde bu sistemleri kullanmanın yararlı olacağı söylenebilir. Davies ve diğ. (12), yaptıkları çalışmada koklear implantlı çocukların *FM* sistemlerinden yararlanıp yararlanmadıklarını araştırmışlar. Çalışma sonucunda 10 yaşından büyük implant kullanıcılarının *FM* sistem kullanmadıkları test durumunda konuşmayı anlama becerilerinin, gürültü şiddetindeki 3 dB' lik artıştan istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilendiğini ve konuşmayı anlama becerilerinin bozulduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar *FM* sisteminin sağladığı avantajın yaşla birlikte arttığını ancak okul çağındaki her koklear implant kullanıcısı çocuğa *FM* sisteminin denenmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Gürültüde konuşma sinyalinin anlaşılmasında gürültünün şiddeti ve yönü ile birlikte fazı da çok önemlidir. Nelson ve diğ. (47), flukstasyonlu gürültüde, normal işitmeye sahip bireylerin koklear implant kullanıcıları ile benzer problemler yaşadığını belirtmiştir. Bu durumun frekans rezolüsyonunun düşmesi ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Qin ve Oxenham (55), koklear implant simülasyonu yaptıkları bireylerin çeşitli gürültü türlerine maruz kalmaları durumunda konuşmayı anlama performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda flukstasyon gösteren gürültünün, sabit fazlı gürültüye göre, konuşmayı anlama fonksiyonunu daha çok bozduğunu göstermişlerdir. Çalışmacılar elde ettikleri bu bulgular doğrultusunda koklear implantlı bireylerin konuşmayı anlama performanslarının yalnızca sabit fazlı gürültü durumunda değerlendirilmesinin, bu bireylerin günlük yaşamda bulunacakları diğer akustik çevreleri gözardı etmek anlamına geleceğini vurgulamışlardır.

Çalışmamızda kullanılan *HINT* te, gürültü sinyali olarak “konuşma benzeri gürültü (*speech like noise*)” kullanılmaktadır yani bu gürültü konuşma spektrumuna

uygun fluktasyonlu gürültüdür. Dolayısı ile elde ettiğimiz bulgular koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip olan çocukların konuşmayı anlama performanslarının günlük konuşma ortamlarında nasıl olduğunu göstermektedir

HINT, açık uçlu konuşma algısını değerlendiren bir testtir. Gordon ve diğ. (30), koklear implantlı çocukların açık uçlu konuşma algısı gelişimini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada düzenli işitsel eğitimin ve koklear implantın doğru biçimde programlanmasının öneminden bahsetmişlerdir. Bu çerçevede bakıldığında, *HINT* in, koklear implantlı bireylerin işitsel eğitimden ve koklear implant programından ne kadar yararlandıklarını belirlemede faydalı bir test aracı olacağı söylenebilir.

Yukarıda anlatılanlara ilave olarak, *HINT* in bilişsel fonksiyonlar hakkında fikir verdiği söylenebilir. Zira konuşmayı anlamak ve tekrar edebilmek için sadece işitmek yeterli değildir, aynı zamanda işitilenlerin işlenmesi ve yorumlanması gerekmektedir.

Çalışmamızda, koklear implantlı katılımcıların elde ettikleri KAE' leri ile koklear implant sisteminin sağladığı teknik özellikler, tercih edilen cerrahi yaklaşım, çocukların sosyal ve bilişsel durumları, ailenin ve çocuğun işitsel eğitime katılma sıklığı ve motivasyonu arasındaki ilişkinin incelenmemiş olması çalışmanın kısıtları olarak sayılabilir. Bunun yanı sıra çalışma dışı tutulan koklear implant kullanıcılarının, sessiz durumda konuşmayı anlama eşiği elde edememelerine etken olabilecek faktörlerin incelenmemiş olması da bir diğer kısıt olarak gösterilebilir. Zira çalışmaya katılım kriterini sağlayan koklear implantlı çocukları tespit etmek üzere sessiz durumda konuşmayı anlama becerilerini değerlendirdiğimiz kullanıcıların yalnızca % 52' si (15/29) KAE elde edebilmişlerdir. Bu durum bize koklear implantlı çocukların konuşmayı anlama becerilerinin kendi içinde de anlamlı bir farklılık yaratabileceğini düşündürmüştür.

Çalışmamızın sonuçlarını özetleyecek olursak; unilateral koklear implantlı çocukların ve normal işitmeye sahip olan çocukların, sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda elde ettikleri konuşmayı anlama eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu sonuç, bize, koklear implantlı çocukların sessiz ve gürültülü ortamda konuşmayı anlayabilmek için, normal işiten çocuklara göre, daha yüksek konuşma şiddetine ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Koklear

implanlı çocukların sessiz ve gürültülü durumda konuşmayı anlama becerileri, implantasyon yaşından istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilenmemektedir. İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşmak için daha geniş bir populasyonun değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Diğer taraftan, koklear implanlı çocukların implant deneyim süresi, sessiz ve gürültülü durumda konuşmayı anlama becerisini istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilememektedir ancak elde ettiğimiz bu bulgu istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte literatürü destekler yönde sonuç vermiştir.

Normal işitmeye sahip olan çocukların sessiz durumda konuşmayı anlama becerileri, yaştan istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilenmemektedir ancak elde ettiğimiz bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte literatürü destekler yöndedir. Öte yandan, normal işitmeye sahip olan çocukların gürültülü durumda konuşmayı anlama becerileri, yaştan istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilenmektedir ve elde ettiğimiz bu bulgu literatürü destekler yöndedir.

Çalışmamız ile Türkçe *HINT* 'in anadili Türkçe olan koklear implanlı çocuklara ve normal işitmeye sahip olan çocuklara uygulanabilirliği görülmüştür.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Unilateral koklear implantlı çocuklar ile normal işiten çocukların sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur.
- Koklear implantlı çocukların sessiz durumda ve gürültünün önden geldiği durumda konuşmayı anlama becerilerinin, implantasyon yaşından ve implant deneyim süresinden, istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilendiği görülmüştür. İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşmak için daha geniş bir popülasyonun değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir..
- Normal işiten çocukların gürültülü durumda konuşmayı anlama becerisinin yaştan, istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde etkilendiği görülmüştür. Öte yandan, normal işiten çocukların sessiz durumda konuşmayı anlama becerisi ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur.
- HINT' in koklear implantlı çocuklara uygulanabilirliği görülmüştür. Ancak koklear implantlı çocukların bir kısmı bu testi yapamamıştır. Dolayısıyla HINT' in koklear implantlı bireye uygulanabilirliğini tayin etmek adına hiyararşik adımları olan bir protokol geliştirilmesinin zaman kaybını engelleyeceği düşünülmektedir.
- HINT ile işitme kayıplı bireyin KAE' ni belirlemenin cihazdan ve işitsel eğitimden ne kadar yararlandığını belirlemek için hassas ve güvenilir bir ölçüm olacağı düşünülmektedir.
- HINT ile binaural avantajların değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Özellikle cümle düzeyindeki konuşma sinyali ile gürültü kaynağının farklı konumda olması durumunda binaural avantajların nasıl işleyeceğinin HINT ile araştırılmasının literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anderson, I., Weichbold, V. ve diğ. (2004). Cochlear implantation in children under the age of two-what do outcomes show us?. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 425-431
2. Bee, A.M. ve Michley, C. (2008). The cocktail party problem: What is it? How can it be solved? and Why should animal behaviorists study it?. *Journal of Comparative Psychology*, 122(3), 235-251
3. Bichey, C.B. ve Miyamoto, T.R. (2008). Outcomes in bilateral cochlear implantation. *Otolaryngology- Head and Neck Surgery*, 138, 655-661
4. Carrol, J. ve Zeng F-G. (2007). Fundamental frequency discrimination and speech perception in noise in cochlear implant simulations. *Hearing Research*, 231, 42-53
5. Caulcutt, R. (1983). *Statistics in Research and Development* (s.230). New York: Chapman and Hall Press
6. Champoux, F., Lepore, F., Gegne, J-P ve Theoret, H. (2009). Visual stimuli can impair auditory processing in cochlear implant users. *Neuropsychologia*, 47: 17-22
7. Chan, J.C.Y., Freed D.J., Vermiglio, A.J. ve Soli, S.D. (2008). Evaluation of binaural functions in bilateral cochlear implant users. *International Journal of Audiology*, 47; 296- 310
8. Chatterjee, M. ve Peng, S-C. (2007). Processing F₀ with cochlear implants: Modulation frequency discrimination and speech intonation recognition. *Hearing Research*, 235, 143-156
9. Connel, S.S. ve Balkany, T.J. (2006). *Cochlear Implants*. *Clinics in Geriatric Medicine*, 22, 677-686
10. Cowan, R.S., Brown, C., Whitford, L.A., Galvin, K.L., Sarant, J.Z. ve diğ. (1995). Speech perception in children using the advanced speak speech processing strategy. *Annals of Otology Rhinology and Laryngology*, 166, 318-321
11. Çekiç, Ş. ve Sennaroğlu, G. (2008). The Turkish Hearing in Noise Test. *International Journal of Audiology*, 47: 366-368

12. Davies, M.G., Yellon, L. ve Purdy, S.C. (2001). Speech-in-noise perception of children using cochlear implants and FM systems. *The Australian and New Zealand Journal of Audiology*, 23, 52-62
13. Donaldson, G.S. ve Allen, S.L. (2003). Effects of presentation level on phoneme and sentence recognition in quiet by cochlear implant listeners. *Ear and Hearing*, 24, 392- 405
14. Dorman, M.F., Loizou, P.C. ve Fitzke, J. (1998). The identification of speech in noise by cochlear implant patients and normal hearing listeners using 6 channel signal processors. *Ear Hear*, 19, 481-484
15. Dorman, M.F., Loizou, P.C., Fitzke, J. ve Tu, Z. (1998). The recognition of sentences in noise by normal hearing listeners using simulations of cochlear implant signal processors with 6-20 channels. *Acoustic Society of America*, 104(6), 3583-3585
16. Dorman, M.F. ve Wilson, B.S. (t.y.). The design and function of cochlear implants. *American Scientist*, s.92
17. Dowel, R.C., Dettman, S.J., Blamey, P.J., Barker, E.J. ve Clark, G.M. (2002). Speech perception in children using cochlear implants: prediction of long term outcomes. *Cochlear Implants International*, 3(1), 1-18
18. Dunn, C.C., Tyler, R.S. ve Witt, S.A. (2005). Benefit of Wearing a hearing aid on the unimplanted ear in adult users of cochlear implant. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48, 668- 680
19. Eisenberg, L.S., Johnson, K.C., Martinez, A.S., Cokely, C.C., Tobey, E.A., Quittner, A.L. ve diğ. (2006). Speech recognition at 1 year follow up in the childhood development of after cochlear implantation study: methods and preliminary findings. *Audiology Neurotology*, 11; 259-268
20. Fallon, J.B., Irvine, D.R.F. ve Shepherd, R.K. (2008). Cochlear implants and brain plasticity. *Hearing Research*, 238, 110-117
21. Fetterman, B.L. ve Domico, E.H. (2002). Speech recognition in background noise of cochlear implant patients. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 126; 257-263

22. Finley, C.C., Holden, T.A., Holden, L.A., Whiting, B.R., Chole, R.A, Neely, G.J. ve diğ. (2008). Role of electrode placement as a contributor to variability in cochlear implant outcomes. *Otology & Neurotology* , 29; 920- 928
23. Fitzpatrick, E., Seguin, C. ve Schramm, D. (2004). Cochlear implantation in adolescents and adults with prelinguistic deafness: outcomes and candidacy issues. *International Congress Series*, 1273, 269-272
24. Friesen, L.M., Shannon, R.V., Baskent, D. ve Wang, X. (2001). Speech recognition in noise as a function of number of spectral channels: comparison of acoustic hearing and cochlear implants. *Acoustic Society of America*, 110(2), 1150-1163
25. Fu, Q-J. ve Galvin, J.J. (2008). Maximizing cochlear implant patients' performance with speech training procedures. *Hearing Research*.
26. Gantz, B.J., Turner, C., Gfeller, K.E. ve Lowder, M.W. (2005). Preservation of hearing in cochlear implant surgery: advantages and combined electrical and acoustical speech processing. *Laryngoscope*, 115, 796-802
27. Gelfang, A.S. (2001). *Essentials of Audiology*. New York: Thieme Medical Publishers
28. Gifford, R., Shalloo, J. ve Peterson, A. (2008). Speech recognition materials and ceiling effects: considerations for cochlear implant programs. *Audiology Neurotology*, 13, 193-205
29. Gilley, P.M., Sharma, A. ve Dorman, M.F. (2008). Cortical reorganization in children with cochlear implants. *Brain Research*, 1239, 56-65
30. Gordon, K.A., Daya, H., Harrison, R.V. ve Papsin, B.C. (2000). Factors contributing to limited open-set speech perception in children who use a cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 56, 101-111
31. Gordon, K.A., Valero, J. ve Papsin, B.C. (Nisan 2007). Binaural interaction at initial stages of bilateral cochlear implant use in children [Bildiri]. 11 th International Conference on Cochlear Implants in Children, Charlotte, NC
32. Hassanzadeh, S., Farhadi, M., Daneshi, A. ve Emamdjomeh, H. (2002). The effects of age on auditory speech perception development in cochlear implanted prelingually deaf children. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 126; 524-527

33. Hearing with two ears: technical advances for bilateral cochlear implantation (2004). *Advanced Bionics Corporation Scientific Papers*
34. Katz, J. (1994). *Handbook of Clinical Audiology*. Williams ve Wilkins, Baltimore
35. Kavak, B. (2008). *Pazarlama Araştırmaları, Tasarım ve Analiz*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları
36. Kılıçarslan, A.S. (1986). Türk Dili İçin Geliştirilmiş Fonetik Dengeli Tek Heceli Kelime Listelerinin Standardizasyonu. Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi
37. Kim, S. ve Frisina, R.D. (2006). Effects of age understanding in normal hearing listeners: relationship between the auditory efferent system and speech intelligibility in noise. *Speech Communication*, 48, 855-862
38. Kong, Y.Y., Stickney, G.S. ve Zeng, F.G. (2005). Speech and melody recognition in binaurally combined acoustic and electric hearing. *Acoustical Society of America*, 117(3), 1351-1361
39. Kos, M.I., Deriaz, M., Guyot, J.P. ve Pelizzone, M. (2009). What can be expected from a late cochlear implantation?. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73, 189- 193
40. Kühn-Inacker, H., Shehata-Dieler, W., Müller, J. ve Helms, J. (2004). Bilateral cochlear implants: a way to optimize auditory perception abilities in deaf children?. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 1257-1266
41. Litovsky, R.Y., Johnstone, P.M. ve Godar, S.P. (2006). Benefits of bilateral cochlear implants and/or hearing aids in children. *International Journal of Audiology*, 45 (Supplement 1); S78-79
42. Luntz, M., Brodsky, A., Hafner, H., Shpak, T., Feiglin, H. ve Pratt, H. (2002). Sound localization in patients with cochlear implant-preliminary results. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 64, 1-7
43. Lusting, L.R. ve Wackym, A. (2005). Bilateral cochlear implantation. *Operative Techniques in Otolaryngology*, 16, 125-130
44. Litovsky, R., Johnstone, P., Parkinson, A., Peters, R. ve Lake, J. (2004). Bilateral cochlear implants in children. *International Congress Series*, 1273, 451-454

45. Luxford, W.M., Eisenberg, L.S., Johnson, K.C. ve Mahnke, E.M. (2004). Cochlear implants in infants younger than 12 months. *International Congress Series*, 1273, 376-379
46. Madell, J.R., Sislian, N. ve Hoffman, R. (2004). Speech perceptşon for cochlear implant patients using hearing aids on the unimplanted ear. *International Congress Series*, 1243, 223-226
47. Nelson, P., Jin, S.-H, Carney, A. ve Nelson, D. (2003). Understanding speech in modulated interference: cochlear implant users and normal hearing listeners. *Acoustical Society of America*, 113, 961-968
48. Nilsson, M., Soli, S.D. ve Sullivan, J.A. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Acoustical Society of America*, 95(2), 1085-1099
49. North Carolina State University, (2009), Erişim: 20 Mayıs 2009, <http://faculty.chass.ncsu/garson/PA765/regress.htm>
50. Özdamar, K. (2004). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (5.bs.)*. Eskişehir: Kaan Kitabevi
51. Pflingst, B.E., Zwolan, T.A. ve Holloway, L.A. (1997). Effects of stimulus configuration on psychophysical operating levels and on speech recognition with cochlear implants. *Hearing Research*, 112, 247-260
52. Plomp, R. (1977). Acoustical aspects of cocktail parties. *Acoustica*, 38, 186-191
53. Polat, Z. (2005). Daha İyi İşitme İçin Sınıf Akustiğı ve İyileştirme Yolları. *Otoscope*, 2; 58-64
54. Porter, G.T. ve Gadre, A.K. (2003). *Cochlear Implants*. Quinn ve Ryan, Ground Rounds Presentation, UTMB, Department of Otolaryngology
55. Qin, M.K. ve Oexnham, A.J. (2003). Effects of simulated cochlear-implant processing on speech reception in fluctuating maskers. *Acoustic Society of America*, 114(1),446-454
56. Rupp,R.R. ve Stockdell, G.K. (1980). *Speech Protocols in Audiology*. New York
57. Rubinstein,J.T. (2004). How cochlear implants encode speech. *Otolaryngology& Head Neck Surgery*, 12;444-448
58. Scherf, F., Deun, L., Wieringen, A., Wouters, J., Desloovere, C., Dhooge, I. ve diğ. (2007). Hearing benefits of second-side cochlear implantation in two groups

- of children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 71, 1855-1863
59. Sharma, A., Dorman, M. ve Spahr, T. (2002c). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants. *Ear Hear* 23(6), 532-539
 60. Spahr, J.A., Dorman, M.F. ve Loïsele, L.H. (2007). Performance of patients using different cochlear implant systems: effects of input dynamic range. *Ear & Hearing*, 28:260-275
 61. Stickney, G.S., Loizou, P.C., Mishra, L.N., Assmann, P.F., Robert, V.S. ve Opie, J.M. (2006). Effects of electrode design and configuration on channel interactions. *Hearing Research*, 211, 33-45
 62. Sucher, C.M. ve McDermott, H.J. (2007). Pitch ranking of complex tones by normally hearing subjects and cochlear implant users. *Hearing Research*, 230, 80-87
 63. Swead, R.T., Rabin, L.K., Kaplan-N.R., Muchnik, C., Kronenberg, J. ve Hildesheimer, M. (2005). Speech perception of children using Nucleus, Clarion or Med-El cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69, 1675-1683
 64. Tait, M., De Raeve, L. ve Nikolopoulos, T.P. (2007). Deaf children with cochlear implants before the age of 1 year: comparison of preverbal communication with normally hearing children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 71, 1605-1611
 65. Turner, C.W., Reiss, L.A.J. ve Gantz, B.J. (2008). Combined acoustic and electric hearing: preserving residual acoustic hearing. *Hearing Research*, 242, 164-167
 66. Vaillancourt, V., Laroche, C., Giguère, C. ve Soli, S.D. (2008). Establishment of age-specific normative data for the French version of the HINT for children. *Ear & Hearing*, 29(3); 453-466
 67. Vaillancourt, V., Laroche, C., Mayer, C., Basque, C., Nali, M., Eriks-Brophy, A. ve diğ. (2005). Adaptation of HINT (hearing in noise test) for adult Canadian Francophone populations. *International Journal of Audiology*, 44; 358-369

68. Valencia, D.M., Rimell, F.L., Friedman, B.J., Oblander, M.R. ve Helmbrecht, J. (2008). *International Journal of Pediatric Otolaryngology*, 72, 767-773
69. Valima, T. (2002). *Speech Preception and Auidiology Performance in Hearing Impaired Adults With a Multichannel Cochlear Implant*. Academic Dissertation, Department of Finnish, Saami and Logopedics and Department of Otorhinolaryngology, University of Oulu
70. Vlahovic, S. ve Sindija, B. (2004). The influence of potentially limiting factors on pediatric outcomes following cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 1167-1174
71. Waltzman, S.B., Cohen, N.L., Green, J. ve Roland, J.T. (2002). Long-term effects of cochlear implants in children. *Otolaryngology Head Neck Surgery*, 126; 505-511
72. Wilson, B.S. ve Dorman, M.F. (2008). Cochlear implants: A remarkable past and brilliant future. *Hearing Research*, 242, 3-21
73. Wong, L.N., Leung, K.K.P., Sha, L. ve Soli, S.D. (t.y.). *Estabilishing correction factors for evaluating Chinese-speaking children using the Hearing in Noise Test*. Academic Dissertation, Division of Speech and Hearing Sciences, University of Hong Kong
74. Xu, L. ve Pfingst, B.E. (2008). Spectral and temporal cues for speech recognition: Implications for auditory prostheses. *Hearing Research*, 242, 132-140
75. Yoshida, H., Kanda, Y., Miyamoto, I., Fukuda, T. ve Takahashi, H. (2008). Cochlear implantation on prelingually deafened adults. *Auris Nasus*, 35, 349-352.
76. Yücel, E. (2002). *Konuşmayı Ayırdetme ve Müzikal Algı Becerilerinin Koklear İmplantlı ve İşitme Cihazlı Adölesanlarda Karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi.,
77. Yücel, E., Sennaroğlu, G. ve Belgin, E. (Nisan 2004). Using a hierarcically ordered auditory perception scale for evaluating cochlear implanted children [Bildiri]. 7 th European Symposium on Pediatric Cochlear Implantation, Cenevre, İsviçre.