

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOKLEAR İMPLANT SONRASI FREKANS MODÜLASYON  
FARKLILIKLARININ NORMALERLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Zeynep YILMAZ**

**ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA  
2011**

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KOKLEAR İMPLANT SONRASI FREKANS MODÜLASYON  
FARKLILIKLARININ NORMALLERLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Zeynep YILMAZ**

**ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Erol BELGİN**

**ANKARA  
2011**

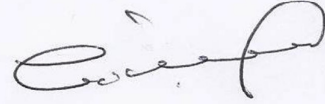
Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı  
 Program: Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları  
 Tez Başlığı: Koklear İmplant Sonrası Frekans Modülasyon Farklılıklarının  
 Normallerle Karşılaştırılması  
 Öğrenci Adı-Soyadı: Zeynep YILMAZ  
 Savunma Sınavı Tarihi: 05.01.2012

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı ve Tez

danışmanı:

*Prof.Dr.Erol BELGİN*



*Hacettepe Üniversitesi*

Üye:

*Doç. Dr. Gonca*



*SENNAROĞLU*

*Hacettepe Üniversitesi*

Üye:

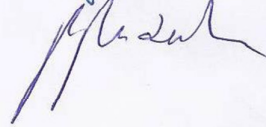
*Doç. Dr. Songül AKSOY*



*Hacettepe Üniversitesi*

Üye:

*Doç. Dr. Bilgehan BUDAK*



*Hacettepe Üniversitesi*

Üye:

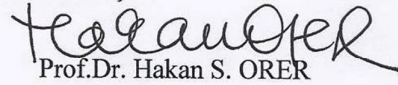
*Yrd.Doç.Dr.Suna YILMAZ*



*Ankara Üniversitesi*

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof.Dr. Hakan S. ORER

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince engin bilgilerini, deneyimlerini ve manevi desteklerini esirgemeyen çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Erol BELGİN'e, her zaman yanımda olan ve hiçbir konuda yardımını esirgemeyen sevgili hocam Dr. Sanem ŞAHLI'ya,

Değerli bilgi ve deneyimleriyle bana ışık tutan rahmetli hocam Prof. Dr. Soner ÖZKAN başta olmak üzere Doç. Dr. Gonca SENNAROGLU, Doç. Dr. Songül AKSOY, Doç. Dr. Ahmet ATAŞ, Doç. Dr. Aydan GENÇ, Doç. Dr. Bilgehan BUDAK, Dr. Maviş KAYIKÇI, Dr. Didem TÜRKYILMAZ ve Uzm. Burak ÖZTÜRK'e,

Tez çalışmam süresince bana gösterdiği sonsuz anlayış ve yardımları için sevgili eşim Serdar YILMAZ'a, sevgili kızlarım Özüm ve Nehir YILMAZ'a,

Benden desteklerini esirgemeyen tüm aileme ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

**Zeynep YILMAZ**

## ÖZET

**Yılmaz, Z., Koklear İmplant Sonrası Frekans Modülasyon Farklılıklarının Normallerle Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2011.** Normal işiten bir kulak çevredeki sesleri gün boyunca istemli veya istemsiz olarak duyar. Bu sesler, değişik frekanslarda ve şiddetlerde kompleks seslerdir. Duyabildiğimiz tüm seslerin frekanslarına göre ayırt edilmesinde kişilerarası farklılıklar olduğu belirtilmektedir. Frekanstaki fark edilir değişiklik (difference limen for frequency) verilen bir uyarıda ancak fark edilen duyarlılığı oluşturmak için minimal artışın algılanmasıdır.

Koklear implant (Kİ), bilateral ileri/çok ileriderecede sensörinöral işitme kayıplı, işitme cihazından fayda görmeyen hastaların duyabilmeleri için geliştirilmiş bir cihazdır. En başta neredeyse imkansız olduğu düşünülen konuşmanın algılanması, günümüzde iyi seçilmiş hastalarda koklear implant ile başarılabilmektedir.

Çalışmamızda 18 yaş üstü işitmesi normal kontrol grubu 20 birey ile koklear implantlı 20 birey üzerinde frekans değişikliğini farketme testi (FDF) 250-4000 Hz arasında 20,40 ve 60 dB hissediş seviyesinde (HS) uygulanmıştır. Kİ grup için test serbest alanda kalibrasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada koklear implant sonrası FM farklılıklarının normallerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Koklear implantlı (Kİ) hasta grubunun serbest alan koklear implant eşiklerinin 25-30 dB olması nedeniyle 40 ve 60 dB HS'de, 125, 6000 ve 8000 Hz'de frekans modülasyonunda kesin sonuç elde edilememiştir. Bu durum FDF ortalama eşik değerlerini etkilemiştir. Bu yüzden bu frekanslarda elde edilen FDF değerleri çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmamız sonucunda kontrol grubu ile Kİ hasta grup FM ortalama eşikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark elde edilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Frekans Değişikliğini Fark Etme (FDF), Koklear İmplant, Frekans Modülasyonu, Difference Limen.

## ABSTRACT

**Yilmaz, Z., Frequency Modulation Detection Differences After Cochlear Implantation Was Compared With Normal Hearing People, Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Educational Audiology and Speech Pathology Program, Master Thesis, Ankara 2011.** An ear having normal hearing intentionally hears environmental sounds all through the day. These sounds are complex sounds with different frequency and intensity. It's mentioned that there are inter-individual differences in differentiating all sounds we can hear, based on respective frequencies. Difference limen for frequency is the perception of minimum increment required for detection of a difference in sound.

Cochlear implant is a device developed for patients with bilateral severe/profound sensorineural hearing loss, who can not benefit from hearing aids. Speech perception, which was thought to be impossible to achieve today, now can be achieved with cochlear implants in carefully chosen patients.

In our study, 20 normal hearing participants older than 18 and 20 cochlear implant (CI) users were presented Difference Limen for Frequency (DLF) test between 250-4000 Hz, at 20, 40 and 60 dB sensation level (SL). Test was presented after calibration of free field for CI patients. In this study frequency modulation detection differences after cochlear implantation was compared with normal hearing people. Cochlear implanted patients free field thresholds obtained with their cochlear implants was 25-30 dB, because of this frequency modulation at 40 and 60 dB SL at 125, 6000 and 8000 Hz could not be acquire results and this fact effected frequency modulation levels so that results at these frequencies were abandoned except from study. At the end of this study, significant differences between mean frequency modulation thresholds of normal hearing group and CI patient group was not found.

**Key Words:** Difference Limen for Frequency (DLF), Cochlear Implant, Frequency Modulation, Difference Limen

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
KABUL VE ONAY .....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
ÖZET .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
TABLolar DİZİNİ .....	x
KISALTMALAR DİZİNİ .....	xii
GİRİŞ .....	1
GENEL BİLGİLER .....	4
1. Koklear İmplant .....	4
1.1. Koklear İmplantın Tarihsel Gelişimi .....	4
1.2. Koklear İmplant .....	5
1.3. Koklear İmplant Parçaları .....	6
1.4. Koklear İmplantın Programlanması (Mapping) .....	7
1.5. Koklear İmplantasyonda Hasta Seçimi .....	8
1.5.1. Medikal Değerlendirme .....	8
1.5.2. Odyolojik Değerlendirme .....	9
1.5.3. Konuşma ve Dil Değerlendirmesi .....	10
1.5.4. Psikolojik Değerlendirme .....	10
1.5.5. Radyolojik Değerlendirme .....	10
1.6. Ekip Çalışması .....	11
1.7. Cerrahiye Hazırlık .....	11
1.8. Frekans Modülasyon (Frequency Modulation) .....	12
2. BİREYLER VE YÖNTEM .....	17
3. BULGULAR .....	23
3.1. Kontrol grubunda yer alan bireylerden elde edilen sonuçlar .....	23
3.1.1. Kontrol grubunda yer alan bireylerin saf ses hava yolu işitme eşikleri .....	23
3.2. Kontrol grubunda yer alan bireylerin FDF Bulguları .....	24
3.3. Koklear implantlı yer alan bireylerden elde edilen sonuçlar .....	27

3.3.1. Koklear implantlı grupta serbest alan işitme eşikleri.....	27
3.3.2. Koklear implantlı grupta FDF bulguları.....	28
3.4. Gruplar arasında FDF değerlerinin karşılaştırılması.....	32
TARTIŞMA.....	39
SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR.....	47
EKLER.....	54
EK-1 .....	54
EK 2 .....	55
EK 3 .....	58



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
3.1.	Kontrol grubunda yer alan bireylerin saf ses hava yolu işitme eşikleri 23
3.2.	Kontrol grubunda yer alan bireylerin 20 dB HS'de FM eşikleri .....25
3.3.	Kontrol grubunda yer alan bireylerin 40 dB HS'de FM eşikleri .....26
3.4.	Kontrol grubu bireylerin 60 dB HS'de FM eşikleri .....27
3.5.	Koklear implantlı grupta serbest alan işitme eşikleri .....28
3.6.	Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de FM eşikleri.....29
3.7.	Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de FM eşikleri.....30
3.8.	Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşikleri.....31
3.9.	Koklear implantlı grupta 20 ve 40 dB HS'de FM eşikleri .....31
3.10.	Koklear implantlı grupta 40 ve 60 dB HS'de FM eşikleri .....32
3.11.	Kontrol grubu ile koklear implantlı grup arasında 20 dB HS'de FM eşikleri .....32
3.12.	Kontrol grubu ile koklear implantlı grup arasında 40 dB HS'de FM eşikleri .....33
3.13.	Kontrol grubu ile koklear implantlı grup arasında 60 dB HS'de FM eşikleri .....33
3.14.	Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de prelingual ve postlingual bireyler arasında FM eşikleri .....34
3.15.	Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de prelingual ve postlingual bireyler arasında FM eşikleri .....35
3.16.	Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de prelingual ve postlingual bireyler arasında FM eşikleri .....36
3.17.	Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının 20 dB HS'de FM eşikleri .....37
3.18.	Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının 40 dB HS'de FM eşikleri .....37
3.19.	Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının 60 dB HS'de FM eşikleri .....38

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>Tablo</b>		<b>Sayfa</b>
2.1.	Kontrol grubu ve koklear implantlı bireylerin yaş aralığı, yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımları .....	17
2.2.	Koklear implantlı grupta prelingual ve postlingual bireylerin dağılımları.....	17
2.3.	Koklear implantlı bireylerde işitme kaybına yol açan faktörler .....	18
2.4.	Koklear implantlı bireylerde implantasyon öncesi işitme cihazı kullanımı .....	18
2.5.	Koklear implantlı bireylerde implantasyon yapılan kulak yönü.....	18
2.6.	Koklear implantın markası .....	19
2.7.	Koklear implantlı bireylerde kontralateral işitme cihazı kullanımı .....	19
2.8.	Koklear implantlı bireylerde işitme kaybı, işitme cihazı ve koklear implant kullanım süresi (yıl).....	19
2.9.	FDF testinin 20 dB, 40 dB ve 60 dB HS' lerinde uygulanış sırası.....	21
3.1.	Kontrol grubunda yer alan bireylerin saf ses hava yolu işitme eşikleri ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB).....	24
3.2.	Kontrol grubunda yer alan bireylerin 20 dB HS'de FM ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB) .....	24
3.3.	Kontrol grubunda yer alan bireylerin 40 dB HS'de FM eşikleri ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB) .....	25
3.4.	Kontrol grubu bireylerin 60 dB HS'de FM ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB).....	26
3.5.	Koklear implantlı grupta serbest alan işitme eşik ortalamaları (dB).....	27
3.6.	Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de FM eşiklerinin ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri (dB) .....	28
3.7.	Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de FM eşiklerinin ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri (dB) .....	29
3.8.	Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşiklerinin ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri (dB) .....	30

3.9.	Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de FM eşiklerinin prelingual ve postlingual grup arasında karşılaştırılması (dB) .....	34
3.10.	Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de FM eşiklerinin prelingual ve postlingual grup arasında karşılaştırılması (dB) .....	35
3.11.	Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşiklerinin prelingual ve postlingual grup arasındakarşılaştırılması (dB) .....	36

**KISALTMALAR DİZİNİ**

dB	Desibel
DL	Difference Limen
DLF	Difference Limen For Frequency
f0	Fundamental Frekans
FDF	Frekans Değişikliğini Farketme
FM	Frequency Modulation (Frekans Modülasyon)
FMDL	Frequency Modulated Difference Limen
HL	Hearing Level
HS	Hissediş Seviyesi
Hz	Hertz
Kİ	Koklear İmplant
SPSS	Statistical Package for Social Science
K	Koklear İmplantlı Grup
N	Normal Grup

## GİRİŞ

Koklear implant (Kİ), bilateral ileri veya çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan, işitme cihazından yeterince ya da hiç fayda göremeyen çocuk ve yetişkinlere sesleri daha iyi algılama ve konuşmaları daha iyi anlama olanağı sunmak üzere tasarlanmış, işitmeye ait var olan nöral elementleri uyarmak amaçlı geliştirilmiş elektronik bir cihazdır (1). İç ve dış parçalardan oluşur. İç parçalar alıcı ve elektrot dizisi, dış parçalar ise ses işlemcisini ve iletici bölümü içerir. Koklear implantın temel çalışma prensibi şu şekilde açıklanabilir (2,3).

- Dış parçalar akustik sinyalleri alır.
- Bu sinyalleri elektriksel sinyallere çevirerek, cilt altındaki alıcıya aktarılabilmelerini sağlar.
- Sinyaller alıcı tarafından elektrot dizisine gönderilir.
- Bu sinyaller ilgili elektrotlar tarafından işitme sinirine aktarılır.
- Sinyaller işitme siniri vasıtasıyla beyne ulaşır ve burada ses olarak algılanırlar.

Koklear implant kullanıcılarının çevreden gelen akustik uyarıları istenilen aralıkta algılayabilmeleri için, bu uyarıların özelliklerinin işitme sinirindeki elektrik uyarılarını uygun bir şekilde kontrol edebilmesi gereklidir. Ayrıca koklear implantın farklı spektral özellikteki düşük amplitüdü konuşma seslerini yani fısıltı algısını ortaya çıkarması ve yüksek amplitüdü akustik uyarıların rahatsız edici seviyeye ulaşmadan daha güçlü bir algı hissi sağlaması gereklidir. Elektrik uyarı için kullanılabilir dinamik aralık, elektrotlara ve hastalara göre farklılıklar gösterirken her hasta için elektrik uyarının amplitüdünü bireysel olarak ayarlamak gereklidir. Dinamik aralığın güvenilir olarak tespiti koklear implantlı hastaların konuşma işlemcilerinin programlanmasında hastanın rahatsız olmadan akustik uyarıların algılayabilmesi için önemlidir (4).

Kİ adayı hasta seçimi için yaş, işitme kaybı süresi, işitme cihazı deneyimi, radyolojik ve medikal uygunluk, hasta beklentisi ve ailesel destek gibi faktörler dikkate alınır (5). Ameliyattan yaklaşık 3–4 hafta sonra konuşma işlemcisi objektif ve/veya davranışsal yöntemlerle programlanır. İşlemciye kaydedilen program, sesin elektriksel uyarıma dönüştürülmesinde saniyede kaç kez işleme tabi tutulacağını, hangi elektrottan ne şiddette akım yayılacağını, hangi elektrotların kullanılacağını belirler. Programlama hasta odaklıdır ve hastanın bireysel özelliklerine bağımlı olarak değişiklik gösterir. Koklear implantların, sesin algılanmasının iyileştirilmesi amacıyla klinik alanda kullanıldığı kısa süreçte elde edilmiş olan gelişmeler dikkat çekicidir. En başta neredeyse imkansız olduğu düşünülen konuşmanın algılanması, günümüzde iyi seçilmiş hastalarda rutin olarak başarılmaktadır.

Normal işiten bir kulak çevredeki sesleri gün boyunca istemli veya istemsiz olarak duyar. Bu sesler, değişik frekanslarda ve şiddetlerde kompleks seslerdir. Duyabildiğimiz tüm seslerin frekanslarına göre ayırt edilmesinde kişilerarası farklılıklar olduğu belirtilmektedir (6,7,8). Frekanstaki değişikliklerin fark edilmesi verilen bir uyarıda ancak fark edilen duyarlılığı oluşturmak için minimal artışın algılanmasıdır. Ses frekansının algılanması ile ilgili farklı teoriler mevcuttur. İşitme teorileri, sesin bütün boyutlarını işitme sinir aktiviteleri ile açıklamaya çalışmaktadır (9).

Kişiler arası frekans ve şiddet ayırt etme yeteneği ile ilgili çalışmalar genelde duyarlılık farklılığı olarak kabul edilmekle birlikte, kişilerdeki bu değişikliği fark etme farklılığını açıklayan değişik görüşler mevcuttur. Yapılan çalışmalarda, farklı patolojileri belirlemek için frekanslardaki minimal değişiklikleri tespit etmenin çok önemli olduğu belirtilmiştir (10-13). Kulakta frekans değişikliğini fark etme farklılığının belirlenmesi, kulakta oluşan değişiklikler hakkında bize bilgi sağlamaktadır (14). Frekanstaki bu minimal değişikliklere “*Difference Limen*” denir (15-18).

Fark edilir frekans değişikliği eşiği ölçümü üzerine yapılmış çalışmalarda karşımıza iki farklı ölçüm metodu çıkmaktadır. Birincisi iki ardıl sesin farklı frekanslarda verilmesidir. Kişiden birinci veya ikinci sestem hangisinin daha yüksek tınıya sahip olduğunu ayırt etmesi istenir. Ancak fark edilebilir frekans değişikliği

kişinin % 75 doğru cevap verdiği frekans farkı olarak alınır. Bu ölçüm “*Difference Limen For Frequency*” (DFL) olarak adlandırılır. İkinci ölçüm frekansa modüle edilmiş (FM) seslerin modülasyon miktarının tanımlanmasıdır. Bu ölçüm “*Frequency Modulated Difference Limen*” (FMDL) olarak adlandırılır. Frekans ayırtetme ile ilgili ilk ölçümler genellikle FMDL ile yapılmıştır (19).

Rozen (20) çalışmasında işitme kayıplılarda normal işitenlere göre frekans değişikliğini fark etme hassasiyetindeki farklılığı faz değişikliklerine daha hassas olmaları yönünde açıklamıştır.

Literatür incelendiğinde koklear implantasyon sonrası frekans modülasyon (FM) farklılıklarını normallerle kıyaslayan çalışmalara çok az rastlanmıştır. Bu nedenle çalışmamızda koklear implant sonrası FM farklılıklarının normallerle karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

## GENEL BİLGİLER

### 1. Koklear İmplant

#### 1.1. Koklear İmplantın Tarihsel Gelişimi

Koklear implantın tarihsel gelişimi, 1780'li yıllarda Volta'nın kendi kulağını pil yardımı ile uyarması ve elektriksel uyarım ile işitmenin sağlanması ile başlamıştır (21). İşitme sinirinin elektriksel uyarımına yönelik bir cihazın nakli, ilk olarak Djourno ve Eyriès tarafından 1957'de Paris'te gerçekleştirilmiştir. Dr. House, kokleanın elektriksel uyarımını kullanarak pratik ve güvenilir bir biçimde işitme kaybını tedavi etmeye yönelik bir çalışma başlatmış ve ilk implantasyonu 1961'de gerçekleştirmiştir. Dr. House tarafından gerçekleştirilen bu ilk implanttan kısa süre sonra, Dr. F. Blair Simmons, Stanford'daki çalışmasına başlamış (22) ve yaklaşık üç yıl sonra vestibüle yerleştirdiği elektrot ile işitme sinirinin modiolar segmentini direk olarak uyararak belli bir derecede tonal ayrımı başarmıştır (23-25).

Robin Michelson 1968'de uzun süreli hayvan deneyleri ile elektrotların zararlı etkileri olmadığını belirlemiştir (26,27). Bu sonuçların cesaretlendirdiği House, bir elektrik mühendisi olan Jack Urban' la birlikte 1972'de ticari olarak ilk elde edilebilir koklear implant ve konuşma işlemcisi olan House 3M single-electrode implantı geliştirmiştir. Bu implant 1972'den 80'lerin ortasına kadar yüzlerce kişiye uygulanmıştır (23).

Clark, 1978 yılında ilk çok kanallı implantı kullanarak implantasyon uygulamış ve bu cihazın yaygın klinik kullanımı, Nucleus çok kanallı Kİ olarak 1985 yılında başlamıştır. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA - Food and Drug Administration) bu cihazın kullanımını erişkinler için 1987 yılında, 2 yaş üstü çocuklar için 1990 yılında onaylamıştır (28). Ülkemizde ise ilk koklear implant uygulaması Dr. Bekir Altay tarafından 1987 yılında Eskişehir'de gerçekleştirilmiştir (29).



## 1.2. Koklear İmplant

İşitme cihazları işitme kaybının giderilmesi amacıyla uygulanan yaygın bir yöntemdir. İşitme cihazları, bazı durumlarda bilateral ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan çocukların konuşmayı anlama becerilerini geliştirmekte yetersiz kalabilmektedir. Bu durumun sebebi, işitme cihazlarının sesleri yeterince yükseltmemesinden ziyade iç kulaktaki tüy hücrelerinin çok hasar görmüş olması veya mevcut olmaması nedeniyle güçlendirilmiş sesin beyine düzgün şekilde iletilmemesidir. Koklear implantlar hasarlı veya yetersiz tüy hücrelerini uyarmak yerine işitme sinirini doğrudan uyarmaktadır (30).

Koklear implant ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan ve konvansiyonel işitme cihazından fayda göremeyen hastalarda işitmenin geri kazanılmasını sağlamak amacı ile tasarlanmış prostetik bir cihazdır (31-33). Koklear implant, koklea içerisine yerleştirilen bir dizi elektrottan ve akım kaynağından meydana gelmektedir. Koklear implant, konuşma işlemcisine gelen akustik uyarıları elektrik uyarana çevirerek sağlam olan işitme sinirini uyarmaktadır. Bu uyarım sayesinde sensörinöral işitme kaybı olan bireyler sesleri algılayabilmektedir (32).

İşitme cihazları amplifiye ettiği ses uyarısını sırasıyla dış kulak, orta kulak ve iç kulaktaki tüy hücrelerine göndermektedir. 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 iletilmemektedir. Koklear implant bilateral ileri ve çok ileri derecedeki işitme kayıplarında tüy hücrelerinin rolünü üstlenip ses enerjisini elektriksel enerjiye çevirerek doğrudan işitme sinirini uyarmaktadır. İşitme siniri gelen uyarıyı normal ses sinyali gibi algılayarak yorumlanmak üzere beynin üst bölgelerine göndermektedir (34).

Çocukların işitme kaybı genellikle yüksek frekanslara doğru artmaktadır ve yüksek frekanslı sesler konuşmanın algılanabilmesi için önemli bilgiler içermektedir. İşitme cihazının frekans cevabı ise yüksek frekans amplifikasyonunda sınırlıdır ve akustik geribildirim yolu açmadan yeterince kazanç sağlayamamaktadır (35).

Koklear implant ve işitme cihazı teknolojisi sürekli gelişme kaydetmektedir ve gelecekteki uygulamalar için, özellikle çocukların diğer kulağını korumak önem taşımaktadır.

### 1.3. Koklear İmplant Parçaları

Kİ iç ve dış parçalar olmak üzere iki kısımdan oluşur.

#### Dış parçalar:

**1. Mikrofon (microphone):** Akustik bilgileri alarak elektriksel sinyallere dönüştürür ve bu sinyalleri işlemciye aktarır.

**2. Konuşma işlemcisi (speech processor):** Sinyali kodlayıp amplifiye ederek, iç kulak stimulasyonu için uygun hale getirir. Elektriksel uyarı daha sonra dış antene iletilir.

**3. Dış anten (transmitting coil):** Gelen elektriksel uyarıyı deriden iç antene aktarır.

#### İç parçalar:

**1. İç anten (antenna):** Elektrik akımını alıcı- uyarıcıya iletir.

**2. Alıcı-Uyarıcı (receiver stimulator):** Gelen sinyale göre, ilgili elektrotların uyarılmasını sağlar.

**3. Elektrot demeti (electrodes):** Elektriksel uyarıyı iç kulağa aktarır ve koklea içinde ilgili lokalizasyonun uyarılmasını sağlar (36).

Bir çok araştırmacı, implantasyon yaşını başarıyı etkileyen en önemli faktörler arasında değerlendirmektedir. Belçika'da 2002'de gerçekleştirilen bir çalışma, 4 yaşından daha küçük çocuklarda gerçekleştirilen koklear implantasyonların % 66 olasılıkla normal bir okula yerleşimle sonuçlandığını ve 2 yaşından önce implantasyon yapılan çocuklarda normal anaokullarına yerleştirilme olasılığının %90 olduğunu göstermiştir (37). Amerika Birleşik Devletlerinde, 2003'de yayınlanan bir çalışmada ise, implantasyonları 5 yaşından önce

gerçekleştirilen, 4 - 6 yıl kullanmış olan ve ek bir öğrenim zorluğu bulunmayan işitme kayıplı çocukların % 58 ile % 83'ünün normal okullara tam olarak ya da kısmi olarak entegre olduğunu rapor etmiştir (38). Avusturya'da gerçekleştirilen (2008) başka bir çalışmada da, implantasyonun 6 yaşından önce gerçekleştirildiği çocukların % 80'inin normal okullara devam ettiğini açığa çıkartmıştır (39). 2007'de yayınlanan ve Fransa'da yapılan koklear implantlı çocukların 10 yıllık takibine yönelik olan bir çalışmada, konuşma algısı ve akademik başarı durumu incelenmiş olup, sonuçları etkileyen en önemli faktörün implantasyon yaşı olduğu belirlenmiştir (40)

Koklear implantasyonun neticesini etkileyen başka bir önemli faktör, koklear implant kullanım süresidir. Koklear implantlarını daha uzun süre kullanmış olan çocuklar daha iyi bir lisan gelişimi sergilemişlerdir (41,42). Francis ve ark. (43) da koklear implant deneyim süresi ile normal eğitime yerleşim oranı arasında bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.

#### **1.4. Koklear İmplantın Programlanması (Mapping)**

Koklear implant sisteminden en yüksek verimin alınabilmesi için sesin saniyede kaç kez işleme tabi tutulacağı, hangi elektrottan ne şiddette akım yayılacağı (hastanın en az ve en rahat işitme seviyesi), hangi elektrotların kullanılacağına bilinmesi (kanal sayısı) önem taşımaktadır. Bu düzenlemeye programlama (mapping) denilmektedir. Yetişkinlerde konuşma işlemcisinin programlanması nispeten kolay olmaktadır. Çocuklarda ve kooperasyonu düşük hastalarda ise programlama için daha uzun bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır. Programlamada kullanılan strateji hasta performansını etkileyen bir başka değişkendir. Ancak hangi stratejinin hangi hastada en iyi sonuç vereceği henüz bilinmemektedir. Diğer yandan özellikle çocuklarda ilk programlama gerek çocuk, gerekse anne-baba açısından psikolojik önem taşımaktadır. Programın başarısı çocuğun ve anne-babanın motivasyonunun artmasında, klinik odyolog ve eğitim odyoloğu ile güven ilişkisinin pekişmesinde çok önemli rol oynamaktadır. İmplanttan sağlanan yararın mümkün olan en kısa sürede gözlenebilmesi seçilen stratejinin ve yapılan programın uygunluğu ile ilişkilidir. Bu ilk

adımında işitme sınırı ve işitme yollarının fonksiyonuna ait objektif bulgular belki de uzmanın en önemli referans kaynağı olacaktır (44).

### **1.5. Koklear İmplantasyonda Hasta Seçimi**

Hastalar koklear implant için seçilirken;

- Medikal,
- Odyolojik,
- Konuşma ve Dil Gelişimi,
- Psikolojik,
- Radyolojik,

olarak değerlendirilmektedir (45).

#### **1.5.1. Medikal Değerlendirme**

Ayrıntılı bir öykü alınması etiyojinin bilinmesi açısından çok önemlidir. Hastalığın ne zaman başladığı bilinmelidir. İşitme kaybı doğuştan ortaya çıkabileceği gibi sonradan da meydana gelebilir (46).

İşitme kaybı meydana geldiği yaşa göre üç grup altında incelenir (47):

a) Prelingual; Dil öğrenmeden oluşan işitme kayıplarıdır. İşitme kaybı doğuştan mevcut olabileceği gibi ilk iki- üç yaş içinde de meydana gelebilir. Bu hasta grubun da en iyi sonuçlar dört-beş yaşa kadar yapılacak implantasyonla elde edilebilir.

b) Perilingual; Dil öğrenilirken oluşan işitme kayıplarıdır. Bu grupta iki-altı yaş arasındakiler yer alır. Koklear implantasyon prelingual gruba göre genellikle daha iyi sonuç verir.

c) Postlingual; Altı yaşından büyük çocuklarda ve erişkinlerde meydana gelen işitme kayıplarıdır. Dil öğrenildikten sonra kayıp olduğundan en iyi koklear implant sonuçları bu grupta alınmaktadır.

### 1.5.2. Odyolojik Değerlendirme

Odyolojik değerlendirmede erişkin ve çocuk hastalar için farklı kriterler aranmaktadır (45,48-51).

- Erişkin (postlingual) adaylar için implantasyon kriterleri
- Çocuk adaylar için implantasyon kriterleri

Erişkin (postlingual) adaylar için implantasyon kriterleri

1. Bilateral çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı (500, 1000, 2000 Hz işitme eşik ortalaması 90 dB HL ve daha fazla) olması,

2. İşitme cihazıyla yapılan testte, özellikle 2000 ve 4000 Hz'de 55 dB HL (Hearing Level)'nin üzerinde işitme eşiği saptanması,

3. Bilateral işitme cihazı kullanarak 65 dB HL'de yapılan konuşmayı ayırt etme testinde %30 ve altında bir skora sahip olunması.

Çocuk adaylar için kriterler şu şekildedir:

- İşitme kaybının derecesinin ileri veya çok ileri derecede olması,
- Hastanın en az 6 ay sistemli ve düzenli bir işitme cihazı deneyiminin olması
- İşitme cihazından çok az veya hiç yararlanamaması (hasta en az 6 ay izlenmelidir; menenjit için bu süre daha kısa tutulabilir)
- Çocuğun lisan yaşı ile kronolojik yaşı arasındaki farkın 4 yaştan fazla olmaması,

- Çocuğun, psikolojik olarak tutarlı davranışlar içinde olması, yoğun davranış problemlerinin olmaması ve Kİ ile ilgili beklentilerinin gerçekçi olması,
- Ailenin motivasyonun ve beklentilerinin uygun olması,
- Ailenin ameliyat öncesi ve sonrası dönemde gerçekleştirilecek eğitim programlarını izleyebilecek yapıda olması,
- İşitme cihazıyla yapılan uygun konuşma testlerinde ve rehabilitasyon programlarında çocuğun yeterli performans göstermemesi,
- Birçok hasta için hastanın 12 aydan büyük olması.
- Medikal kontraendikasyon olmaması (28,45,52).

### **1.5.3. Konuşma ve Dil Değerlendirmesi**

Koklear implant uygulaması planlanan hastaların konuşma ve dil becerisinin değerlendirilmesi önemlidir. Bu hastalarda konuşma seviyesinin belirlenmesi hem implantın başarısının tahmini hem de seçilecek rehabilitasyon yöntemi ve seviyesinin tespiti için gereklidir (53).

### **1.5.4. Psikolojik Değerlendirme**

Koklear implant adayının ve ailesinin psikolojik olarak değerlendirilmesi ve bu işlem için hazırlanması şarttır. İmplant adayının psikolojik olarak stabil olması ve operasyona istekli olması gereklidir. Adayın ve ailesinin koklear implanttan beklentilerinin gerçekçi bir şekilde ortaya konulması gerekir (53).

### **1.5.5. Radyolojik Değerlendirme**

Esas inceleme yöntemi bilgisayarlı tomografidir (53). Bazı ekoller tek başına manyetik rezonans görüntüleme, bazıları da her iki yöntemi birlikte kullanmaktadır (47).

Radyolojik inceleme, kontraendikasyon bulunan olguları ve ameliyat sırasında karşılaşılabilecek patolojileri saptamak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca, hangi kulağın tercih edileceğine karar vermede rol alır.

### **1.6. Ekip Çalışması**

Koklear implant uygulaması geniş, deneyimli ve işbirliği içinde çalışan bir ekip gerektirir. Hastaya koklear implant uygulamasına bu ekipte yer alanların birlikte karar vermesi gerekmektedir. Bu ekipte aşağıdaki kişiler yer almaktadır;

1. Kulak burun boğaz uzmanı; tıbbi değerlendirme, cerrahi.
2. Uzman klinik odyolog; preoperatif odyolojik değerlendirme, peroperatif monitörizasyon, postoperatif implantın programlanması ve izlenmesi.
3. Eğitim odyoloğu; preoperatif dönemde aday ve ailesine bireysel eğitim verilmesi, dil gelişiminin değerlendirilmesi, postoperatif rehabilitasyon.
4. Psikolog; hastaların ve ailesinin psikolojik durumunun incelenmesi
5. Nöroloji uzmanı
6. Radyoloji uzmanı

### **1.7. Cerrahiye Hazırlık**

Hastanın koklear implant adayı olduğu saptandıktan sonra, implantın hangi kulağa yerleştirileceği kararlaştırılmalıdır. İlk dönemlerde implantasyon için kötü kulak tercih edilmiş, ancak sonuçların değerlendirilmesi, işitme açısından iyi olan kulağın tercih edilmesi gerektiğini göstermiş ve bu günümüzde kabul edilen görüş olmuştur (54).

### 1.8. Frekans Modülasyon (Frequency Modulation)

Kulakta frekans değişikliğini fark etme (FDF), farklılığının belirlenmesi kulakta oluşan değişiklikler hakkında bilgi sağlamaktadır (14). Frekanstaki bu minimal değişikliklerin fark edilmesine “*Difference Limen*” denilmektedir (14,16,55). Frekans modülasyonu (FM), ses dalgasında merkez frekansın çevresinde meydana gelen osilasyonlardır ve frekans değişirken, amplitüd sabit kalmaktadır (18,56,57).

DL uyarının verildiği sürenin %50’sinde fark edilen değişiklik olarak kabul edilir (17). Matlin ve Foley’e (58) göre, Weber; bu fark etme yeteneğini fiziksel uyarın ile psikofizik algılama arasındaki ilişki ile açıklanabilmektedir. Ayrıca, fiziksel uyarın ile psikolojik reaksiyonunda değişikliğin mutlak boyutunun önemli olmadığını bulmuştur.

Fark edilir frekans değişikliği eşiğinin ölçümü üzerine yapılmış çalışmalarda, karşımıza iki farklı ölçüm metodu çıkmaktadır. Birincisi, iki ardıl sesin farklı frekanslarla verilmesidir. Kişiden birinci veya ikinci sesteki hangisinin daha yüksek *pitch*’e sahip olduğunu ayırt etmesi istenir. Ancak farkedilebilir frekans değişikliği, kişinin % 75 doğru cevap verdiği frekans farkı olarak alınır. Bu ölçüm “*Difference Limen For Frequency*”(DLF) olarak adlandırılır, ikinci ölçüm, frekansa modüle edilmiş (FM) seslerin modülasyon miktarının tanımlanmasıdır. Bu ölçüm “*Frequency Modulated Difference Limen*”(FMDL) olarak adlandırılır. Frekans diskriminasyonu ile ilgili ilk ölçümler genellikle FMDL ile yapılmıştır (59).

Ozimek ve Sek (60), FMDL testini kullandıkları çalışmalarında, modüle edilmiş sinyal arasındaki farkı tanımlamalarının kişilerden istemişlerdir.  $f_{mod} = 2, 8, 32$  ve 128 Hz modülasyon frekansları ve bir kaç seçilmiş taşıyıcı frekansla ölçümü gerçekleştirmişlerdir. Bu deneyleriyle FMDL’ nin modülasyon frekansına bağlı olup olmadığını araştırmışlardır. Sonuçta FMDL’nin modülasyon frekansına bağlı olmadığını görmüşlerdir.



Ses frekansının algılanması ile ilgili farklı teoriler mevcuttur. İşitme teorileri; sesin bütün boyutlarını işitme sinir aktiviteleri ile açıklamaya çalışmaktadır. Ses frekansının algılanmasında değişik teoriler söz konusudur.

Helmholtz' un iç kulaktaki rezonans teorisinde; basillar membranda, skala vestibulide ve perilenfada ses dalgalarının transfer edilmesiyle, rezonansa neden olduğu; yüksek frekansların oval pencereye yakın olan kısımda, alçak frekansların helikotremada deformasyona neden olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Basillar membran boyunca, yüksek frekanslı sesler stapesten azalan bir uzaklıkta maksimum deformasyon oluşturur. Aslında burada sözü edilen basillar membranın genişliğidir. Herhangi bir frekans, basillar membran boyunca titreşime neden olur ve bu durum simetrik olarak gerçekleşir (yer teorisi) (61,62) Helmholtz' un "spesifik sinir enerjileri,kuralına göre, uyarıyla herhangi bir hissediş odaklanması uyarıya değil sadece uyarılan sinir lifine bağlıdır. Ek olarak Helmholtz' un teorisi, sinir liflerinin rezonans oluşan taraftan orjin almasını ve tını algılamasını açıklar. Bu durumu frekans analiziyle de açıklamak olasıdır. Gelen sesin frekansı değişirse iç kulak sıvısındaki dalgaların dalga boyu değişir. Dolayısıyla rezonans bölgelerinin yerleride farklı olur, beyne farklı nöronlardan farklı sinyaller gider.

Javel ve Mott'e, göre Rutherford'un "Telefon" teorisinde frekans algılanmasının ayrı ayrı sinir liflerindeki deşarj oranına bağlı olduğu ileri sürülmektedir (63).

Yayılm teorisi Wever ve Bray tarafından, telefon teorisinin etkisinin altında geliştirilmiştir. Wever, frekansın iki şekilde algılandığını savunmuştur. Bunlardan birincisi, frekansın nöral impulsar arasında zaman aralıklarının araştırılmasıyla açıklanmaya çalışılan temporal mekanizmadır. Diğeri ise, cochlear boşlukta ilerleyen dalga boylarının pozisyonu temeline dayanarak, frekans algısını açıklamaya çalışan yer mekanizmasıdır (64).

Bekesy ise ilerleyen dalga teorisinin aynı zamanda bir yer teorisi olduğunu söylemektedir. Yüksek frekans hareketlerinin stapese yakın olarak ve alçak frekansların helicotremaya doğru maksimum vibrasyonlar oluşturduğunu belirtmektedir. Tını algılamasında, frekans vibrasyonların tümünün temporal sıralamaya dayanmadığını; işitme sinirlerinin, basillar membranda farklı vibrasyon paternlerine göre nasıl hareket ettiklerine dikkati çekerek konuyu açıklamaya çalışmaktadır. Yine tını algılamasında vibrasyonların iniş çıkışlarının algılanmasının etkili olduğunu belirtmektedir. Bekesy, aynı zamanda frekans ayırt etme için telefon teorisinden çok ilerleyen dalga teorisinin daha geçerli olduğunu söylemektedir (65).

Frekans değişikliğini fark etme (FDF), yer teorisine göre frekans seçiciliğiyle bağlantılıdır. Ancak temporal teoriye göre, bu ilişki bu kadar birbirine bağlı değildir (8). Yer teorisi, saf seslerin frekans ayırdetmesini açıklamakta yeterli değildir. Yer teorisinin aksine, frekans değişikliğiyle FDF değişmez. FDF, kısa süreli sesler için 5 kHz<sup>1</sup> in üzerindeki frekanslar dışında daha küçük değerlere sahiptir. FDF, alçak frekanslar için temporal mekanizmalarla, yüksek frekanslar için yer teorisile açıklanmalıdır (19).

Rosen (20) çalışmasında; işitme kayıplılarda normal işitenlere göre frekans değişikliğini farketme hassasiyetindeki farklılığı faz değişikliklerine daha hassas olmaları yönünde açıklamıştır.

Santral işitme sisteminde frekans algılanması ile ilgili yapılan çalışmalarda ise primer işitme korteksinin bazı alanlarının yüksek frekanslara, bazı alanların ise sadece alçak frekanslara duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Maymunların posterior supra temporal bölgesi yüksek frekanslara yanıt verirken, anterior bölgesinin alçak frekanslara yanıt verdiği tespit edilmiştir. Kesin belirlenmemekle birlikte, insanlarda da benzer şekilde olduğu varsayılmaktadır (19).

## 2. BİREYLER VE YÖNTEM

Çalışma, insan denekler kullanıldığı için Hacettepe Üniversitesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 21.07.2011 tarihinde LUT 11/30 numarası ile onaylanmıştır.

Çalışmamız Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesi'nde yürütülmüştür. Çalışmaya 18 yaş üstü kontrol grubunda yer alan 20 birey ve koklear implantlı 20 birey katılmıştır.

Çalışmaya katılan bireylere ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler tablolar halinde aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 2.1. Kontrol grubu ve koklear implantlı bireylerin yaş aralığı, yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımları**

	Yaş aralığı	Yaş ortalaması (yıl)	Kadın	Erkek
<b>Kontrol grubu</b>	20-58	29,6	12 (%60)	8 (%40)
<b>Koklear implantlı grup</b>	18-60	35,2	11(%55)	9(%45)

Tablo 2.1'e bakıldığında kontrol grubundaki bireylerin yaş ortalamasının 29,6, Kİ'lı bireyleri yaş ortalamasının ise 35,2 olduğu görülmektedir.

**Tablo 2.2. Koklear implantlı grupta prelingual ve postlingual bireylerin dağılımları**

	n	%
<b>Prelingual</b>	7	35
<b>Postlingual</b>	13	65
<b>Toplam</b>	20	100

Tablo 2.2'e bakıldığında koklear implantlı grupta prelingual ve postlingual bireylerin dağılımları görülmektedir.

**Tablo 2.3. Koklear implantlı bireylerde işitme kaybına yol açan faktörler**

	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Atesli Hastalık</b>	8	40
<b>Nedeni bilinmeyen</b>	7	35
<b>Otits media</b>	4	20
<b>Hipertansiyon</b>	1	5
<b>Toplam</b>	20	100

Koklear implantlı bireylerde işitme kaybına yol açan faktörler incelendiğinde; %40'ının ateşli hastalık sonucunda oluştuğu, %35'inin nedeninin bilinmediği, %20'sinin otits media ve % 5'inin hipertansiyon nedeniyle oluştuğu belirlenmiştir (Tablo 2.3).

**Tablo 2.4. Koklear implantlı bireylerde implantasyon öncesi işitme cihazı kullanımı**

	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Kullanıyor</b>	15	75
<b>Kullanmıyor</b>	5	25
<b>Toplam</b>	20	100

Koklear implantlı bireylerin implantasyon öncesi %75'inin işitme cihazı kullandığı, %25'inin cihaz kullanmadığı belirlenmiştir (Tablo 2.4).

**Tablo 2.5. Koklear implantlı bireylerde implantasyon yapılan kulak yönü**

	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Sağ</b>	10	50
<b>Sol</b>	10	50
<b>Toplam</b>	20	100

Koklear implant kullanan bireylerin 10'una sağ, diğer 10'una ise sol kulak implantasyonu yapılmıştır (Tablo 2.5).

**Tablo 2.6. Koklear implantın markası**

	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Medel</b>	10	50
<b>Nucleus</b>	10	50
<b>Toplam</b>	20	100

Koklear implant kullanan bireylerin 10'u Nucleus ve 10'u Medel implant sistemini kullanmaktadır (Tablo 2.6).

**Tablo 2.7. Koklear implantlı bireylerde kontralateral işitme cihazı kullanımı**

	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Evet</b>	3	15
<b>Hayır</b>	17	85
<b>Toplam</b>	20	100

Koklear implantlı bireylerin %85'inin kontralateral işitme cihazı kullanmadığı, %15'inin ise kullandığı belirlenmiştir (Tablo 2.7).

Koklear implantlı bireylerde işitme kaybı, işitme cihazı ve koklear implant kullanım süreleri Tablo 2.8'de verilmiştir.

**Tablo 2.8. Koklear implantlı bireylerde işitme kaybı, işitme cihazı ve koklear implant kullanım süresi (yıl)**

	<b>n</b>	<b>Ortalama yıl</b>	<b>Standart sapma</b>
<b>İşitme kaybı süresi (yıl)</b>	20	26,35	16,58
<b>İşitme cihazı kullanım süresi (yıl)</b>	15	20,6	14,05
<b>Koklear implant kullanım süresi (yıl)</b>	20	5,6	3,54

Çalışmamızda ilk aşamada Yetişkin Hasta Değerlendirme Formu ve Koklear İmplantlı Hasta Değerlendirme Formu ile hastalar değerlendirilmiştir. KBB muayenesini takiben kontrol grubu bireylerin ve koklear implantlı bireylerin odyolojik değerlendirmeleri yapılmıştır. Cihazların kalibrasyonu yapıldıktan sonra Odyolojik değerlendirmede kontrol grubu ile Kİ grubun 125-8000 Hz arasında kulaklıklarla saf ses hava yolu işitme eşikleri ve Kİ grubun 125-6000 Hz arasında konuşma işlemcisi ile birlikte serbest alan işitme eşiklerinin belirlenmesini takiben

her iki gruba da 250-4000 Hz arasında 20 dB, 40 dB ve 60 dB Hissediş Seviyesi'nde (HS) frekans değişikliğini fark etme testi (FDF) uygulanmıştır. Koklear implantlı (Kİ) hasta grubunun serbest alan koklear implant eşiklerinin 25-30 dB olması ve odyometrenin bu frekanslarda maksimum çıkış gücünün limitli olması nedeniyle 40 ve 60 dB HS'de, 125, 6000 ve 8000 Hz'de frekans modülasyonunda kesin sonuç elde edilememiştir. Bu durum FDF ortalama eşik değerlerini etkilemiştir. Bu yüzden bu frekanslarda elde edilen FDF değerleri çalışma dışı bırakılmıştır. FDF testinde kişilerden önceden belirlenen bir frekansta ancak fark edilebilir değişiklikleri, saf seslerin frekanslarındaki farklılıkları (frekans modülasyonu-FM) belirlemeleri istenmiştir.

Kontrol grubunda FDF testi çift duvarlı IAC (Industrial Acoustic Company) sessiz odada Interacoustic AC-40 klinik odyometre ile TDH 39 MX 41/ AR standart kulaklıklar kullanılarak yapılmıştır.

Koklear implantlı grupta test serbest alanda kalibrasyonlar yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Hastaların koklear implant ile serbest alan eşikleri ve FDF bulguları IAC (Industrial AcousticsCompany) sessiz odalarında VIN. 9942 hoparlörler ve AC-40 klinik odyometreyle ve saf ses kullanılarak elde edilmiştir.

FDF testi şu şekilde yapılmıştır.

1. Değerlendirme,sıra ile 1000 , 2000 , 4000 , 500 ve 250 Hz frekanslarında % 5- % 0.2 frekansa modüle edilmiş (FM) saf sesler kullanılarak yapılmıştır (Tablo 2.9).

**Tablo 2.9. FDF testinin 20 dB, 40 dB ve 60 dB HS' lerinde uygulanış sırası.**

<b>Frekans (Hz)</b>				
<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>500</b>	<b>250</b>
%5	%5	%5	%5	%5
%3	%3	%3	%3	%3
%2	%2	%2	%2	%2
%1	%1	%1	%1	%1
% 0.8	% 0.8	% 0.8	% 0.8	% 0.8
% 0.6	% 0.6	% 0.6	% 0.6	% 0.6
% 0.4	% 0.4	% 0.4	% 0.4	%0.4
% 0.2	% 0.2	% 0.2	% 0.2	% 0.2

2.Ses uyarını, testin birinci aşamasında 20 dB HS' de yukarıda belirtilen frekans sıralamasında, her frekans için transforme edilmiş inen- çıkan metodu kullanılarak, en iyi duyulan modülasyon eşiğinden teste başlanmıştır. 4/3 doğru bilinen modülasyon, FM eşiği olarak kayıt formuna işlenmiştir.

3.Testin ikinci aşamasında 40 dB HS'de, birinci basamaktaki frekans sıralamasına göre, transforme edilmiş inen- çıkan metodu kullanılarak, en iyi duyulan modülasyon eşiğinden teste başlanmıştır. 4/3 doğru bilinen modülasyon eşiği, FM eşiği olarak kayıt formuna işlenmiştir.

4. Testin üçüncü aşamasında 60 dB HS'de, yine birinci basamaktaki frekans sıralaması transforme edilmiş inen- çıkan metodu kullanılarak, en iyi duyulan modülasyon eşiğinden teste başlanmıştır. 4/3 doğru bilinen modülasyon eşiği, FM eşiği olarak kayıt formuna işlenmiştir.

Testin üç aşamasında da, kişilerin modüle edilmiş sesin frekansındaki değişiklikleri tanımlama eşiğinin bulunması araştırılmıştır.

Test, tek oturumda yapılmıştır.

Kişilerden modülasyonu farketmediği anda butona basması, farketmediğinde elini butondan çekmesi istenmiştir. Kişilerin duyamadığı modülasyon eşikleri, FM eşikleri olarak veri kayıt formuna işaretlenmiştir.

Elde edilen veriler veri kayıt formuna kodlanarak analiz edilmiştir (EK1).

Verilerin istatistiki değerlendirilmesinde SPSS (version 14.0) paket programı kullanılmış olup gruplar arasındaki karşılaştırma Anova testi ve korelasyon analizi ile ölçölmüştür. Ayrıca işitme eşiklerinin standart sapma, ortalama değerlerinin tespiti için frekans ve betimleme analizi uygulanmıştır.



### 3. BULGULAR

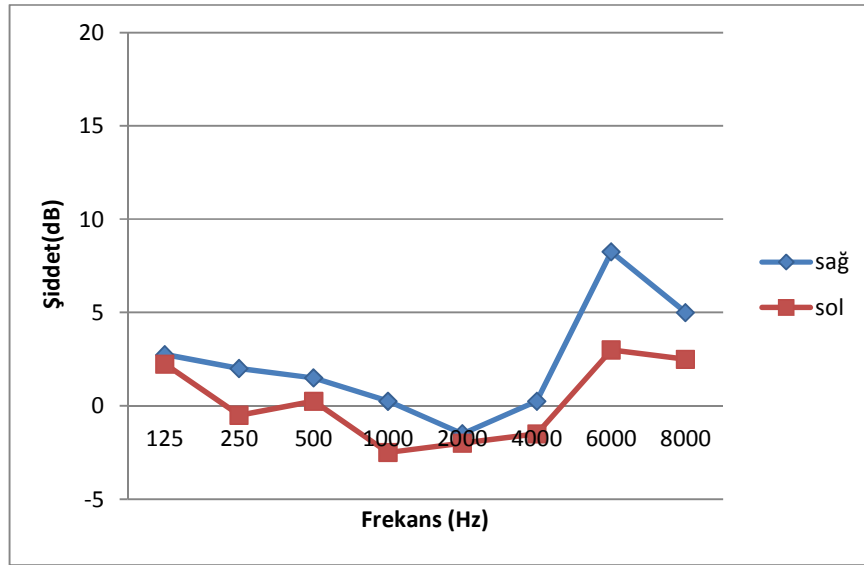
Çalışmada 125-8000 Hz. arasında her iki grubun sağ ve sol kulak saf ses hava yolu işitme eşikleri ve 125-6000 Hz arasında Kİ grubun serbest alan işitme eşiklerinin belirlenmesini takiben her iki grubun 250-4000 Hz arasında 20 dB, 40 dB ve 60 dB HS' de FM eşikleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler kayıt formuna kodlanarak analiz edilmiştir.

Bu çalışmadaiki gruptan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

#### 3.1. Kontrol grubunda yer alan bireylerden elde edilen sonuçlar

##### 3.1.1. Kontrol grubunda yer alan bireylerin saf ses hava yolu işitme eşikleri

Kontrol grubunda yer alan bireylerin 125-8000 Hz frekanslarında elde edilen saf ses hava yolu işitme eşik ortalamaları Şekil 3.1'de ve Tablo 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kontrol grubunda yer alan bireylerin saf ses hava yolu işitme eşikleri

**Tablo 3.1. Kontrol grubunda yer alan bireylerin saf ses hava yolu işitme eşikleri ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB)**

Frekans (Hz)	Kulak	X±SS	Standart hata
125	Sağ	2,75±4,99	1,11
	Sol	2,25±4,72	1,05
250	Sağ	2,00±3,76	0,84
	Sol	-0,50±3,94	0,88
500	Sağ	1,50±3,66	0,81
	Sol	0,25±4,12	0,92
1000	Sağ	0,25±4,12	0,92
	Sol	-2,50±4,72	1,05
2000	Sağ	-1,50±4,32	0,96
	Sol	-2,00±4,41	0,98
4000	Sağ	0,25±5,95	1,33
	Sol	-1,50±4,89	1,09
6000	Sağ	8,25±8,77	1,95
	Sol	3,00±8,64	1,93
8000	Sağ	5,00±7,07	1,58
	Sol	2,50±8,02	1,79

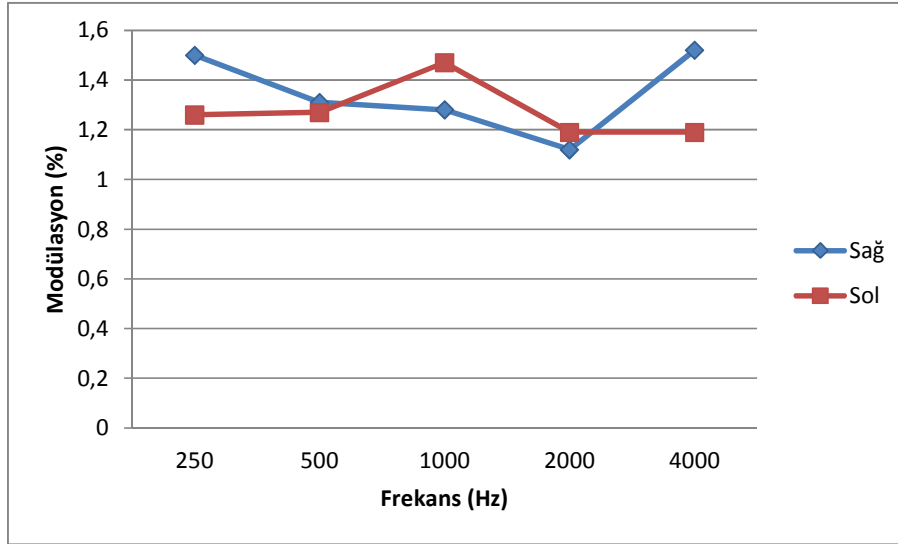
### 3.2. Kontrol grubunda yer alan bireylerin FDF Bulguları

Kontrol grubunda yer alan bireylerin 20 dB HS'de sağ ve sol kulağa ait frekans modülasyon eşikleri ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.2. Kontrol grubunda yer alan bireylerin 20 dB HS'de FM ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB)**

Frekans (Hz)	Kulak	X±SS	Standart hata
250	Sağ	1,50±0,51	0,11
	Sol	1,26±0,50	0,11
500	Sağ	1,31±0,52	0,11
	Sol	1,27±0,57	0,12
1000	Sağ	1,28±0,64	0,14
	Sol	1,47±0,71	0,15
2000	Sağ	1,12±0,47	0,10
	Sol	1,19±0,66	0,14
4000	Sağ	1,52±0,63	0,14
	Sol	1,19±0,66	0,14

Kontrol grubunda yer alan bireylerin 20 dB HS'de sağ ve sol kulağa ait FM eşikleri ortalama değerleri Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



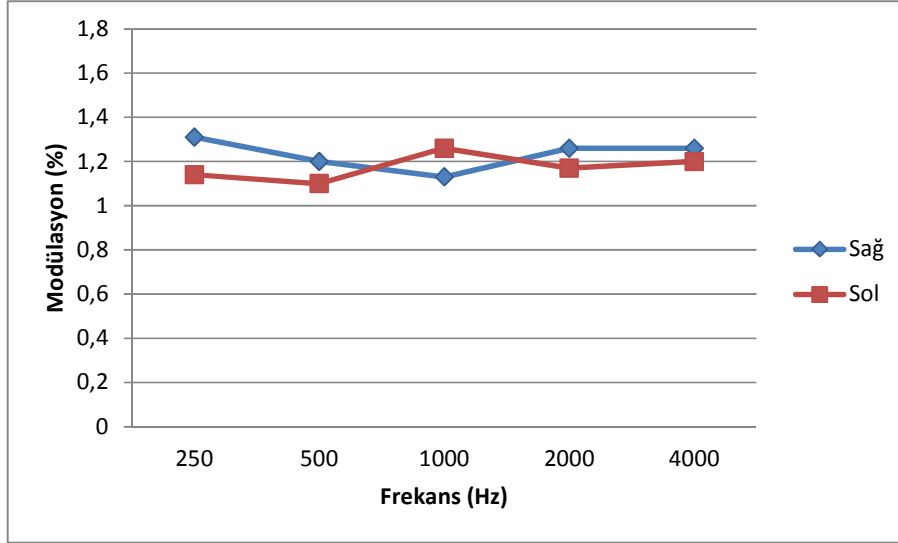
**Şekil 3.2. Kontrol grubunda yer alan bireylerin 20 dB HS'de FM eşikleri**

Kontrol grubunda yer alan bireylerin 40 dB HS'de sağ ve sol kulağa ait FM eşikleri ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.3. Kontrol grubunda yer alan bireylerin 40 dB HS'de FM eşikleri ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB)**

Frekans (Hz)	Kulak	X±SS	Standart hata
<b>250</b>	Sağ	1,31±0,52	0,11
	Sol	1,14±0,45	0,10
<b>500</b>	Sağ	1,20±0,48	0,10
	Sol	1,10±0,40	0,09
<b>1000</b>	Sağ	1,13±0,62	0,14
	Sol	1,26±0,60	0,13
<b>2000</b>	Sağ	1,26±0,50	0,11
	Sol	1,17±0,60	0,13
<b>4000</b>	Sağ	1,26±0,50	0,11
	Sol	1,20±0,58	0,12

Normal işitmeye sahip bireylerin 40 dB HS'de sağ ve sol kulağa ait FM eşikleri ve ortalama değerleri Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



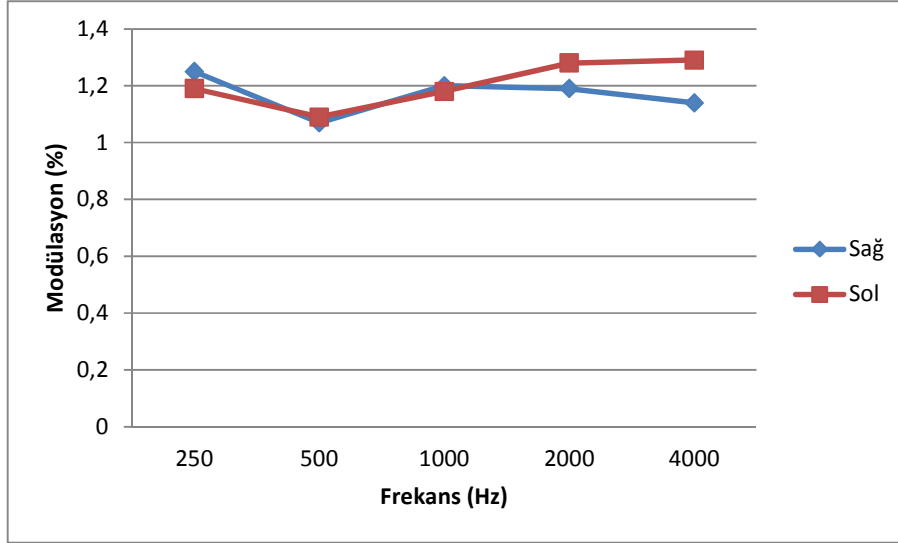
Şekil 3.3. Kontrol grubunda yer alan bireylerin 40 dB HS'de FM eşikleri

Kontrol grubunda yer alan bireylerin 60 dB HS'de sağ ve sol kulağa ait FM eşikleri ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 3.4'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Kontrol grubu bireylerin 60 dB HS'de FM ortalama standart sapma ve standart hata değerleri (dB)

Frekans (Hz)	Kulak	$\bar{X} \pm SS$	Standart hata
250	Sağ	1,25±0,51	0,11
	Sol	1,19±0,58	0,13
500	Sağ	1,07±0,42	0,94
	Sol	1,09±0,40	0,09
1000	Sağ	1,20±0,64	0,14
	Sol	1,18±0,60	0,13
2000	Sağ	1,19±0,49	0,11
	Sol	1,28±0,64	0,14
4000	Sağ	1,14±0,45	0,10
	Sol	1,29±0,71	0,15

Kontrol grubu bireylerin 60 dB HS'de sağ ve sol kulağa ait FM eşikleri ve ortalama değerleri Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Kontrol grubu bireylerin 60 dB HS'de FM eşikleri

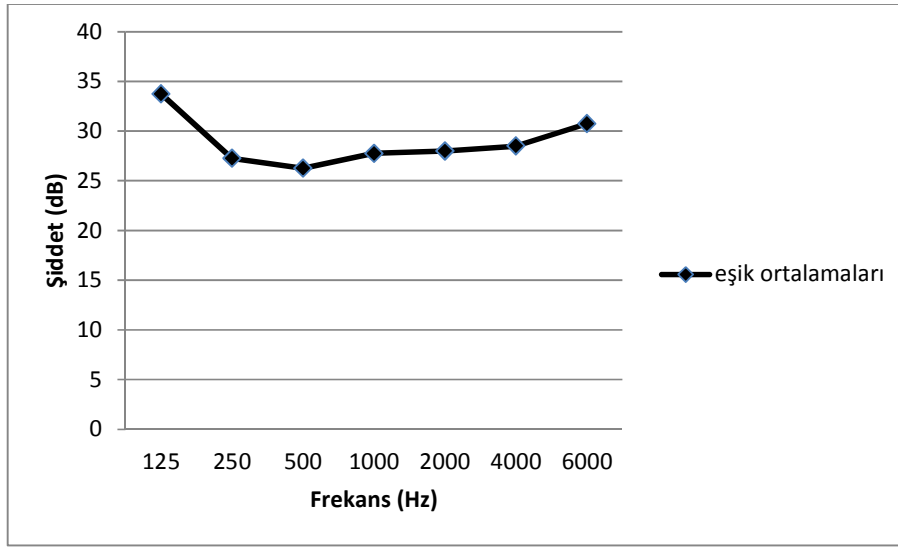
### 3.3. Koklear implantlı yer alan bireylerden elde edilen sonuçlar

#### 3.3.1. Koklear implantlı grupta serbest alan işitme eşikleri

Koklear implantlı hastaların 125-6000 Hz frekanslarındaki serbest alan işitme eşik ortalamaları Tablo 3.5 ve Şekil 3.5'de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Koklear implantlı grupta serbest alan işitme eşik ortalamaları (dB)

Frekans (Hz)	X±SS	Standart hata
125	33,75±10,24	2,29
250	27,25±11,75	2,62
500	26,25±8,71	1,94
1000	27,75±5,95	1,33
2000	28,00±7,32	1,63
4000	28,50±8,75	1,95
6000	30,75±12,48	2,79



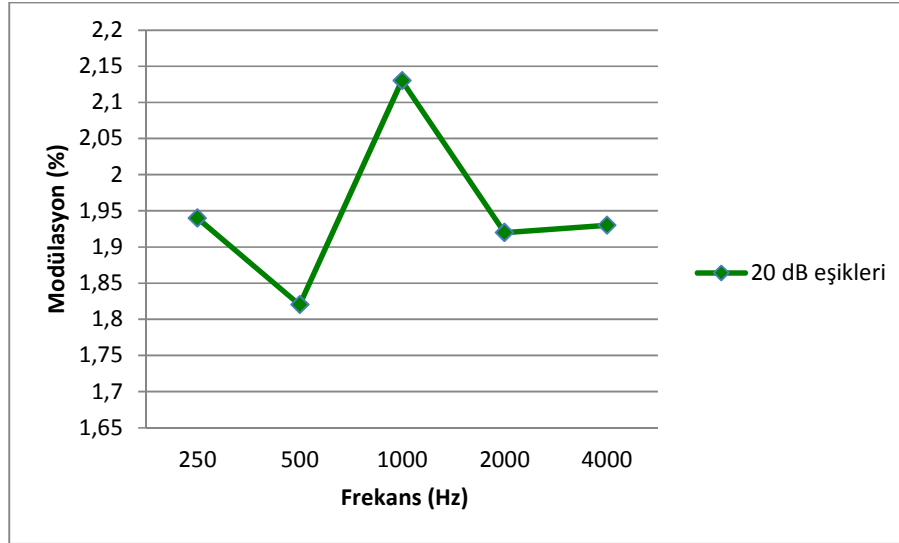
**Şekil 3.5. Koklear implantlı grupta serbest alan işitme eşikleri**

### 3.3.2. Koklear implantlı grupta FDF bulguları

Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de FM eşikleri, ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 3.6. Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de FM eşiklerinin ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri (dB)**

Frekans (Hz)	X±SS	Standart hata
250	1,94±0,99	0,22
500	1,82±0,95	0,21
1000	2,13±0,90	0,20
2000	1,92±1,01	0,22
4000	1,93±0,100	0,22



**Şekil 3.6. Koklear implantlı grupta 20 dB HS’de FM eşikleri**

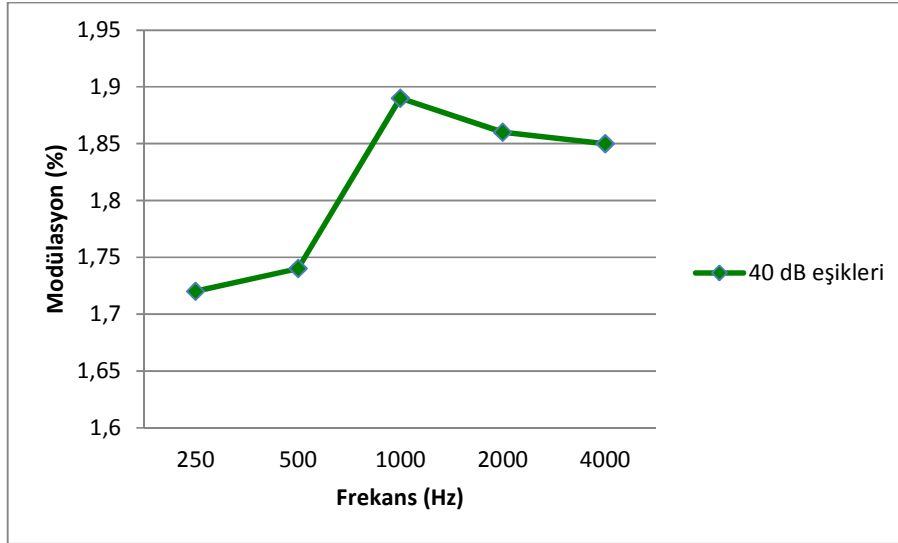
Koklear implantlı grupta 20 dB HS’de FM eşiklerinin ortalaması Şekil 3.6’da gösterilmiştir.

Koklear implantlı grupta 40 dB HS’de FM eşiklerinin ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.7. Koklear implantlı grupta 40 dB HS’de FM eşiklerinin ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri (dB)**

Frekans (Hz)	X±SS	Standart hata
250	1,72±0,92	0,21
500	1,74±1,00	0,22
1000	1,89±0,96	0,21
2000	1,86±0,99	0,22
4000	1,85±1,06	0,23

Koklear implantlı grupta 20 dB HS’de FM eşiklerinin ortalaması Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



**Şekil 3.7. Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de FM eşikleri**

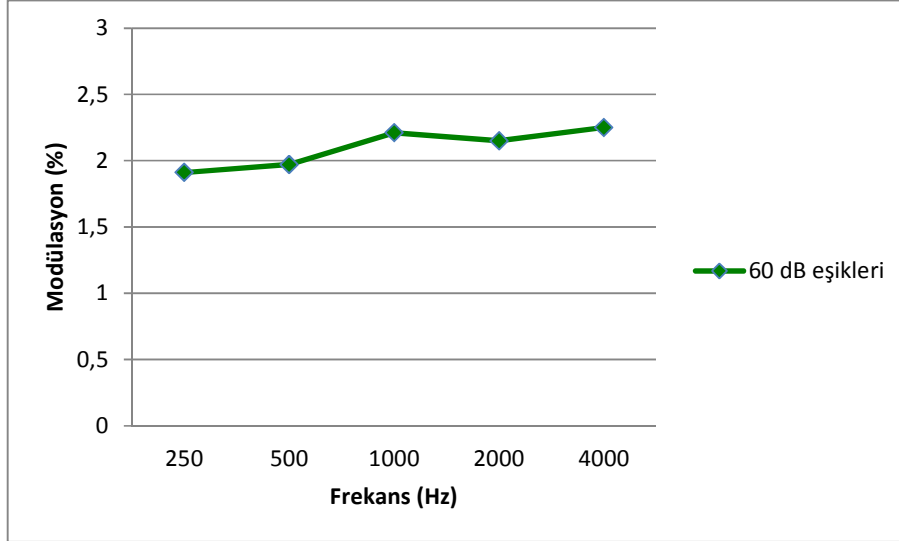
Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşikleri, ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri Tablo 3.8'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.8. Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşiklerinin ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri (dB)**

Frekans (Hz)	X±SS	Standart hata
250	1,91±1,10	0,41
500	1,97±1,06	0,28
1000	2,21±1,04	0,26
2000	2,15±0,98	0,26
4000	2,25±0,87	0,53

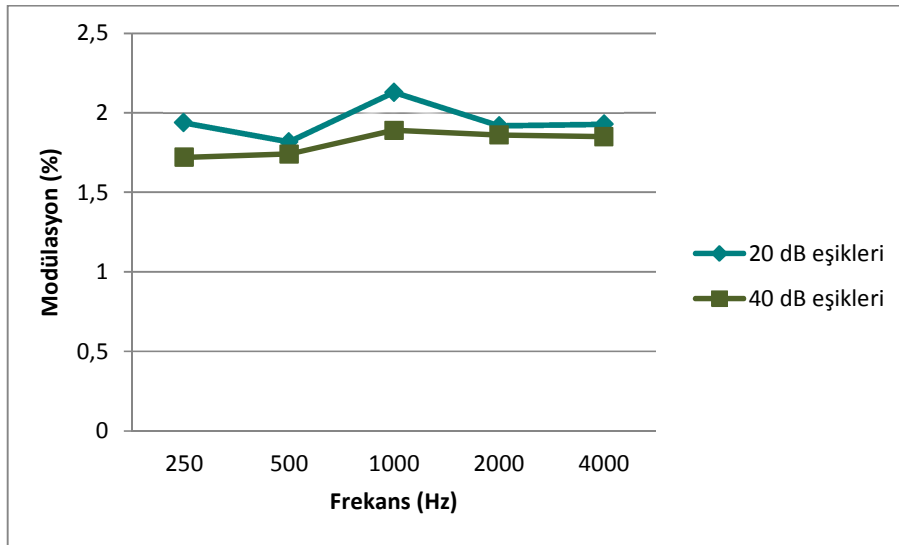
Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşiklerinin ortalaması Şekil 3.8'de gösterilmiştir.





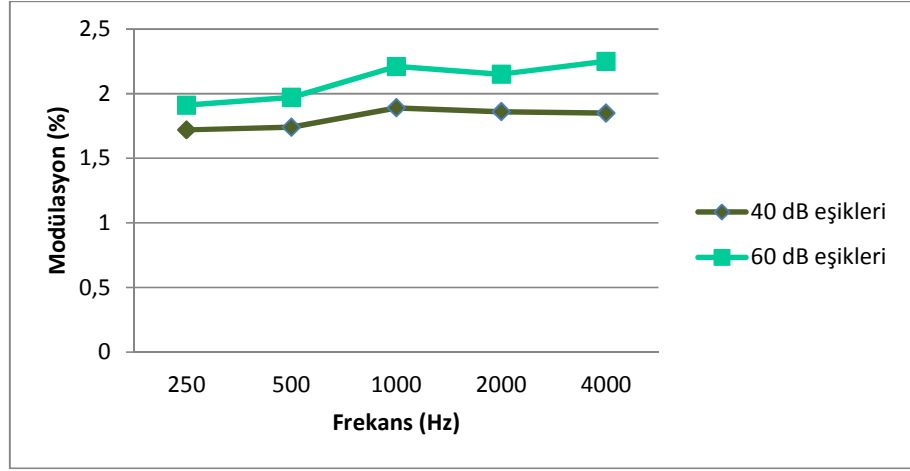
**Şekil 3.8. Koklear implantlı grupta 60 dB HS’de FM eşikleri**

Koklear implantlı grupta 20 ve 40 dB HS’de FM eşikleri Şekil 3.9’da gösterilmiştir.



**Şekil 3.9. Koklear implantlı grupta 20 ve 40 dB HS’de FM eşikleri**

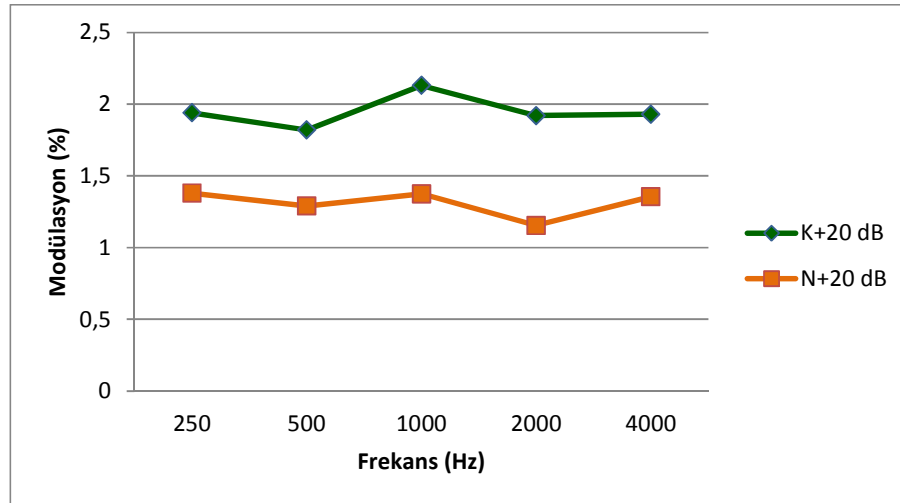
Koklear implantlı grupta 40 ve 60 dB HS'de FM eşikleri Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



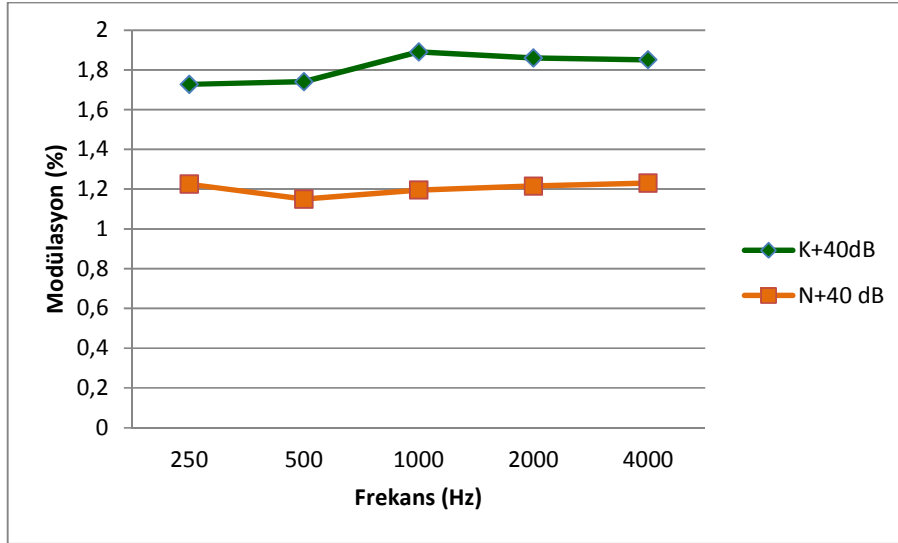
Şekil 3.10. Koklear implantlı grupta 40 ve 60 dB HS'de FM eşikleri

#### 3.4. Gruplar arasında FDF değerlerinin karşılaştırılması

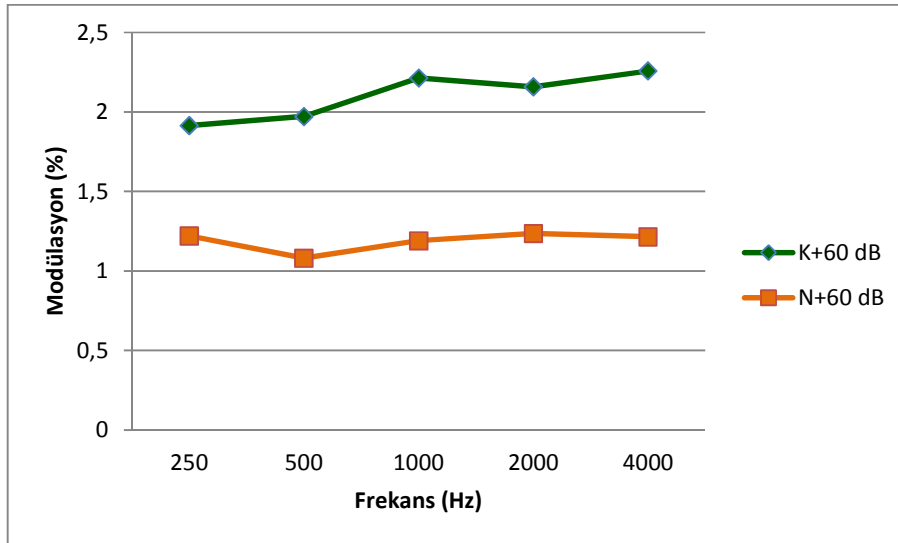
İşitme özelliklerinin incelenmesi amacı ile koklear implantlı grup ve kontrol grubu arasında 20 dB HS değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.11'da gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Kontrol grubu ile koklear implantlı grup arasında 20 dB HS'de FM eşikleri



Şekil 3.12. Kontrol grubu ile koklear implantlı grup arasında 40 dB HS'de FM eşikleri

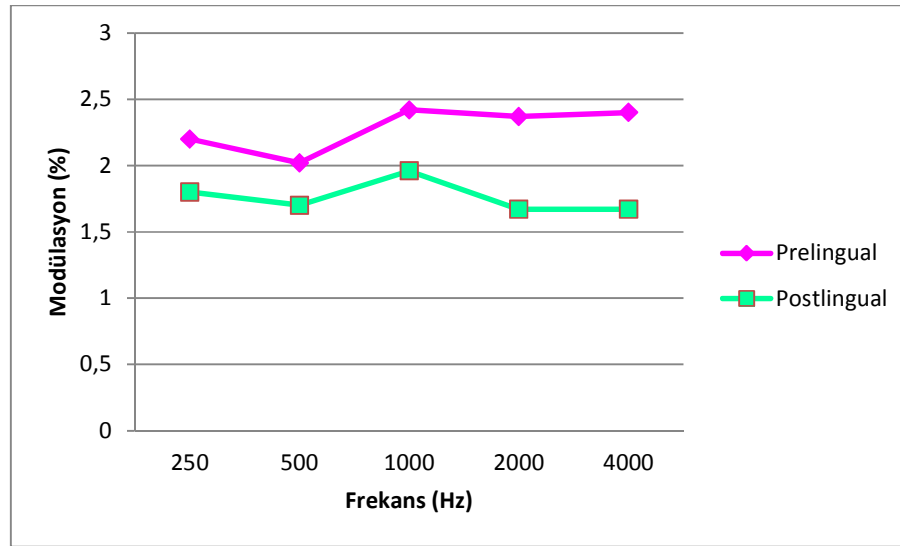


Şekil 3.13. Kontrol grubu ile koklear implantlı grup arasında 60 dB HS'de FM eşikleri

**Tablo 3.9. Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de FM eşiklerinin prelingual ve postlingual grup arasında karşılaştırılması (dB)**

Frekans (Hz)	Gruplar	n	X±SS	Standart hata	t	P
250	Prelingual	7	2,20±1,08	,41	,853	,405
	Postlingual	13	1,80±0,95	,26		
500	Prelingual	7	2,02±1,07	,40	,707	,489
	Postlingual	13	1,70±0,90	,25		
1000	Prelingual	7	2,42±0,97	,36	1,086	,292
	Postlingual	13	1,96±0,86	,23		
2000	Prelingual	7	2,37±1,07	,40	1,509	,149
	Postlingual	13	1,67±0,93	,25		
4000	Prelingual	7	2,40±1,02	,38	1,598	,127
	Postlingual	13	1,67±0,93	,25		

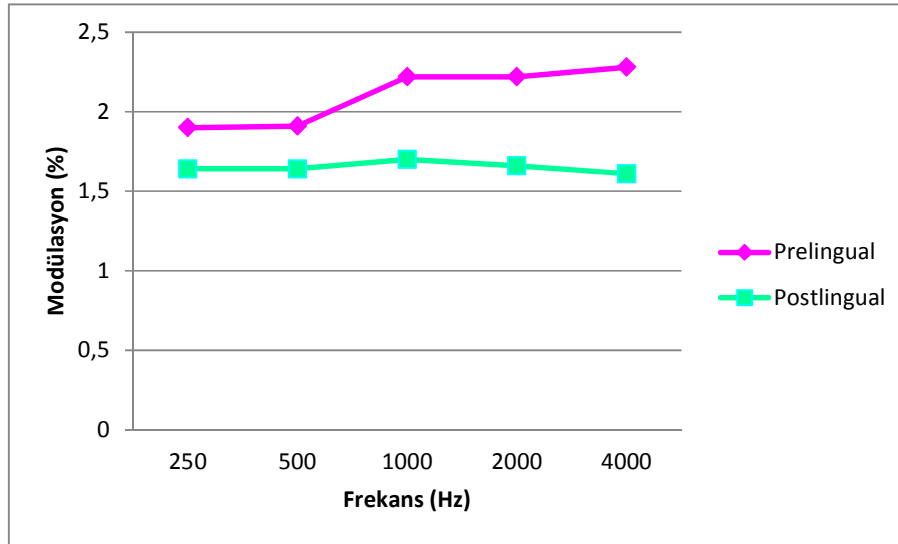
Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de FM eşikleri prelingual ve postlingual bireyler arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ ).



**Şekil 3.14. Koklear implantlı grupta 20 dB HS'de prelingual ve postlingual bireyler arasında FM eşikleri**

**Tablo 3.10. Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de FM eşiklerinin prelingual ve postlingual grup arasında karşılaştırılması (dB)**

Frekans (Hz)	Gruplar	n	X±SS	Standart hata	T	P
250	prelingual	6	1,90±1,03	,42	,547	,592
	postlingual	13	1,64±0,89	,24		
500	prelingual	7	1,91±0,95	,36	,561	,582
	postlingual	13	1,64±1,04	,29		
1000	prelingual	7	2,22±1,04	,39	1,167	,259
	postlingual	13	1,70±0,90	,24		
2000	prelingual	7	2,22±1,04	,39	1,235	,233
	postlingual	13	1,66±0,94	,26		
4000	prelingual	7	2,28±1,23	,46	1,369	,188
	postlingual	13	1,61±0,93	,25		



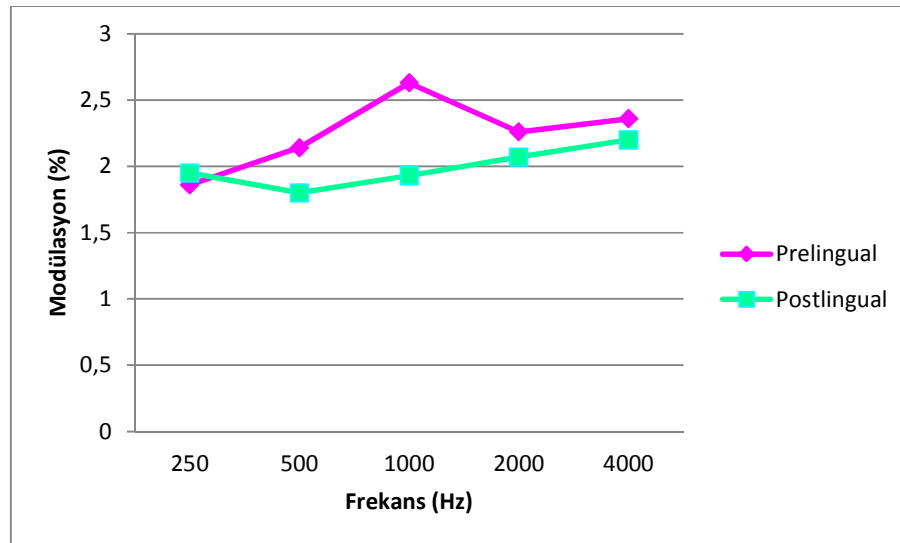
**Şekil 3.15. Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de prelingual ve postlingual bireyler arasında FM eşikleri**

Koklear implantlı grupta 40 dB HS'de FM eşikleri prelingual ve postlingual bireyler arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ ).

**Tablo 3.11. Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşiklerinin prelingual ve postlingual grup arasındaki karşılaştırılması (dB)**

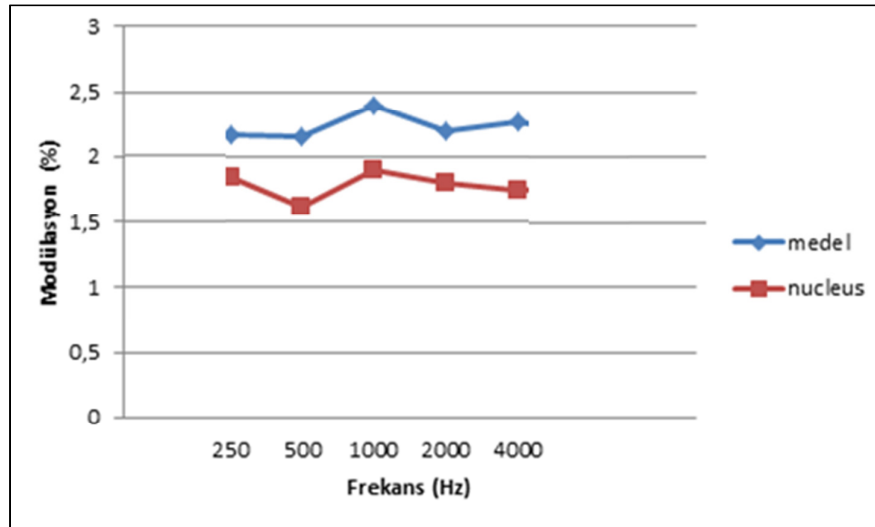
Frekans (Hz)	gruplar_	n	X±SS	Standart hata	t	P
250	prelingual	3	1,86±1,20	,69	-,090	,932
	postlingual	4	1,95±1,21	,60		
500	prelingual	7	2,14±1,19	,45	,589	,567
	postlingual	7	1,80±0,97	,36		
1000	prelingual	6	2,63±0,89	,36	1,309	,213
	postlingual	9	1,93±1,08	,36		
2000	prelingual	6	2,26±0,95	,38	,348	,734
	postlingual	8	2,07±1,06	,37		
4000	prelingual	5	2,36±0,97	,43	,316	,757
	postlingual	9	2,20±0,87	,29		

Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de FM eşikleri prelingual ve postlingual bireyler arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ ).

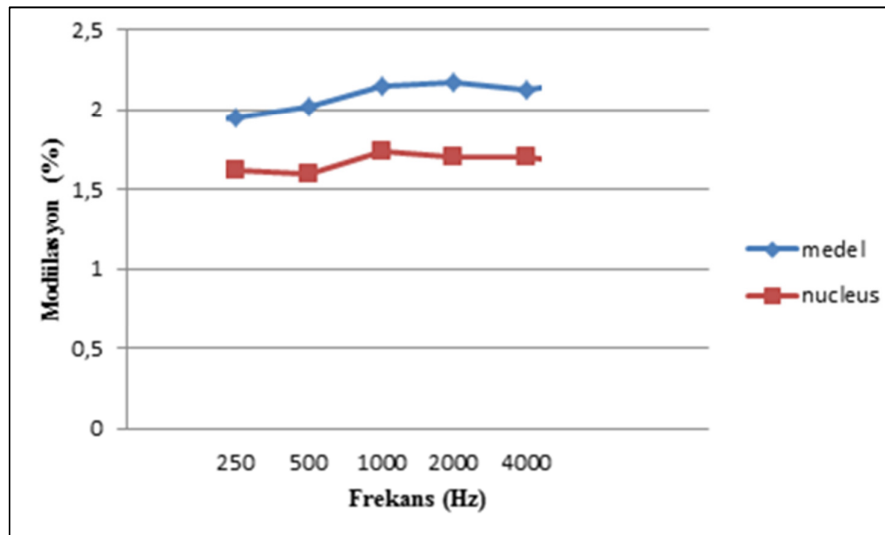


**Şekil 3.16. Koklear implantlı grupta 60 dB HS'de prelingual ve postlingual bireyler arasında FM eşikleri**

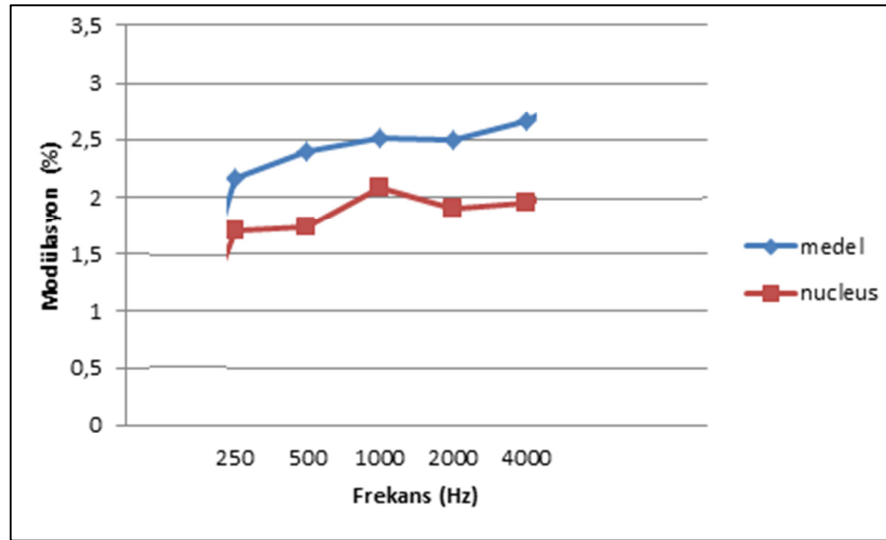
Şekil 3.17, 3.18, 3.19'da Medel ve Nucleus Kİ kullanıcılarının 20,40 ve 60 dB HS'de FM eşikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.17. Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının 20 dB HS'de FM eşikleri



Şekil 3.18. Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının 40 dB HS'de FM eşikleri



**Şekil 3.19. Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının 60 dB HS’de FM eşikleri**

Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının 20 dB, 40 dB ve 60 dB FM eşikleri incelendiğinde FDF eşiklerinde benzer bulgular saptanmıştır.



## TARTIŞMA

İnsan kulağı 20-20.000 Hz arasındaki sesleri duyabilir. Ancak bir sesin ayırt edilmesi duyulabilmesi kadar önemlidir (58). Frekans analiz yeteneği, kulağın ayırt edebildiği minimal frekans farkını algılamaya bağlıdır. Frekanstaki değişikliklerin farkedilmesi, verilen bir uyanda ancak fark edilen duyarlılığı oluşturmak için minimal artışın algılanmasıdır (14). FDF eşiğini açıklamak için Weber fraksiyonundan yararlanır. 1800'lü yılların başında Ernst Weber, fiziksel uyarın ile psikolojik reaksiyonlar arasındaki ilişkiyi, fark edilir değişikliğin algılanmasına odaklanarak açıklamaya çalışmıştır. Weber kişinin psikolojik reaksiyonunda değişikliğin mutlak boyutunun önemli olmadığını bulmuştur. Bunun yerine değişikliğin relatif boyutunun tanımlayıcı olduğunu belirtmiştir (58). Modülasyon saf sesin boyutundaki kısmi tekrarlayıcı değişikliklerdir. Sinüzoidal bir ses dalgası frekansa veya amplitüde modüle edilebilir. Frekans modülasyonu ses dalgasında merkez frekansın çevresinde meydana gelen osilasyonlardır. Frekans modülasyonunda frekans değişir, amplitüd sabit kalır (14).

Bu çalışmada kontrol grubundaki bireyler ile koklear implant kullanan bireylerin saf ses eşikleri ve FDF eşikleri incelenmiştir. FDF testinden elde edilen sonuçlar ile koklear implantlı grup ile kontrol grubu arasında frekans değişikliği fark etme performansları ve frekans modülasyonunun eşik ortalamaları değerlendirilmiştir. Gruplar arasında 20 dB, 40 dB ve 60 dB HS'de, 250-4000 Hz frekans aralığında FM eşik ortalamaları istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda koklear implantlı (Kİ) grubun serbest alan koklear implant eşiklerinin 25-30 dB olması nedeniyle 40 ve 60 dB HS'de 125, 6000 ve 8000 Hz' de FM eşiklerinde kesin sonuçlar elde edilememiştir. Bu durum FDF ortalama eşik değerlerini ve gruplar arası karşılaştırmayı etkilemiştir. Bu yüzden bu frekanslarda elde edilen eşik değerleri çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmamız sonucunda kontrol grubu ile Kİ grup FM ortalama eşikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark elde edilememiştir ( $p>0,05$ ). Benzer şekilde Gabr ve Kolkaila'nın (66) yaptıkları çalışmada 30 kontrol grubu ve 33 sensörinöral işitme kayıplı bireyin frekans diskriminasyonu 80 Hz-Auditory Steady State Response (ASSR) ve frekansa

modüle edilmiş frekans değişikliğini fark etme (FMDL) testi ile ölçülmüştür ve her iki gruba ait ASSR ve FMDL bulguları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Çalışmamızda koklear implantlı grupta 20 dB, 40 dB ve 60 dB HS'de FM eşikleri incelendiğinde prelingual ve postlingual grup arasında eşik değerleri açısından farklılık bulunmasına rağmen bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Şekil 3.14, 3.15, 3.16).

Prosen ve Halpern (67), yaptıkları deneysel hayvan çalışmasında frekans değişikliklerini farketmelerini değerlendirmişler ve daha sonra oluşturulan sensörinöral işitme kaybı fonksiyonuna bağlı olarak bu frekanslardaki değişiklikleri araştırmışlardır. Deneklerin kokleası, ototoksik ilaç verilerek tahrip edildikten sonra yapılan koklear incelemede tüy hücrelerinde harabiyet ve koklear mikromekanik bozulmalar tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda FDF etkilenmesinin yüksek frekanslarda alçak frekanslara göre daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Butler ve Albrite (68) koklea boyunca yer alan hücrelerin alçak frekansları kodlama yeteneğine sahip oldukları için seçici apikal hücre kaybında, seçici basal hücre kaybına göre daha fazla etkileneceğini bu durumda yüksek frekanslarda FDF'nin daha az etkileneceğini bildirmişlerdir.

Zurek ve Formby (69) çalışmalarında işitme kaybı olanlarda, test frekanslarında modüle edilmiş FDF değerlerinin düşük frekanslarda, yüksek frekanslara göre daha çok bozulduğunu vurgulamaktadır. Bunun nedeni olarak da apikal bölgede hasar miktarının daha fazla olduğunu tahmin etmişlerdir. Ancak Gazals (70) tam tersi sonuçlar elde ettiğini belirtmiştir.

Çalışmamızda da Gazals'ın çalışmasına benzer şekilde Kİ grupta 20, 40 ve 60 dB HS'de 250 ve 500 Hz'de FM eşikleri diğer frekanslara göre daha iyi elde edilmiştir (Şekil 3.6, 3.7, 3.8).

Literatürde yapılan çalışmalarda Freyman ve ark. (71) saf ses işitme eşikleri kontrol grubu ve işitme kaybı gösteren hastaları FDF yönünden değerlendirmiştir.

İşitme kaybı olanlarda FDF değerleri tüm frekanslarda kontrol grubuna göre daha düşük rapor edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda da benzer şekilde, işitme kaybı olan koklear implantlı bireylerde FDF ortalama değerleri kontrol grubu bireyelerine göre daha düşük tespit edilmiştir.

Hail ve Wood, yaptıkları çalışmada 500-2000 Hz aralığında işitme bozukluğu olanlarla kontrol grubu bireyleri FDF yönünden karşılaştırmışlar ve daha düşük FDF elde etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını destekler nitelikte bulunmuştur (72).

Moore, koklear işitme bozukluğu olanlarla yaptığı çalışmada FDF'de azalma ve bazı vakalarda da tamamen kayıp tespit etmiş ve koklear işitme bozukluğu olanlarda sıklıkla psikoakustik olarak frekans değişikliğini farketme hassasiyetinin azaldığını belirtmiştir. Araştırmacıya göre koklear hasara bağlı olarak bu kişilerde temporal çözümlemede bozulmalar görülmektedir (73).

Wakefield ve Nelson (74), şiddetin FDF üzerine etkisini çalışmışlardır. İşitme kaybına bağlı FDF değişikliklerini işitme kaybı bölgesini innerve eden 8. sinir liflerinin deşarjındaki azalma ile açıklamışlardır.

Wier ve ark. (12) bu konuya ilişkin çalışmalarında HS ve FDF arasındaki ilişkinin lineer olduğunu, kişilerin yüksek HS'de daha düşük FM eşiklerinin bulunduğunu ve bununla birlikte hissediş seviyesi düştükçe modülasyon eşiklerinin nümerik değerinin düştüğünü belirtmektedirler.

Emmerich ve ark. (75) da çalışmalarında değişik şiddet seviyelerinde frekans değişikliğini ayırdetme performansını 500-4000 Hz değerlerinde daha iyi elde etmişlerdir.

Çalışmamızda da benzer şekilde 20 dB HS düşük şiddet seviyesi olup 250-4000 Hz aralığında koklear implantlı grupta 40 dB HS'de daha iyi FM eşikleri elde edilmiştir (Şekil 3.9-Şekil 3.10). Bu bulgu da göstermektedir ki 40 dB HS rahat duyulabilen bir seviyedir ve ayırt etme bu seviyede daha iyidir.

Verschurenve Meerteren (76) yaptıkları araştırmalarında 1-2 kHz frekanslarında %1 den daha az, alçak ve yüksek frekanslarda % 5' den daha fazla değişiklik olduğunu ifade etmektedirler. Verschuure &Van Meerteren,' in sonuçlarının tam tersi olarak bulgularımızda alçak ve yüksek frekanslarda modülasyon eşikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark elde edilmiştir (p<0,05).

Literatürde yapılan çalışmalarda bazı koklear implant kullanan hastalarda tempo ve ritm algısının pitch algısına göre daha iyi olduğu belirlenmiştir (77).

Sucher ve McDermott (77) yaptıkları çalışmada 50-80 yaş arası müzik deneyimi olan ve olmayan 10 kontrol grubu ve müzik deneyimi olmayan 8 koklear implantlı hastanın kompleks pitch sıralamaları karşılaştırılmıştır. Temel frekansa (F0) 98-740 Hz frekans aralığında 1ve 6 semitonlarda uyarı verilmiştir. Kontrol grubu 1 ve 6 semitonda yüksek skorlar elde etmiştir. Bunun müzikle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Müzik deneyimi olmayan kontrol grubu koklear implantlı hasta grubuna göre daha iyi performans sergilemiştir. Koklear implantlı grubun aynı kompleks pitch'leri duyan kontrol grubuna göre pitch bilgisi daha azdır. Koklear implant sisteminde müzik deneyimine daha az yer verilmesi nedeniyle daha zayıf pitch sıralama yeteneğine sahip olduğu düşünülmektedir.

Sandman ve ark. (78) yaptıkları çalışmaya, en az 1 yıl koklear implant deneyimi olan 38-70 yaş arası 12 postlingual koklear implantlı ve 12 kontrol grubu katılmıştır. Koklear implant kullanan bireylerin 4'ü çift taraflı, 8'i tek taraflı koklaer implantasyon ameliyatı olmuştur ve nucleus koklear implant sistemi kullanmaktadır. Her iki gruba da müzik dinleme alışkanlıklarını sorgulayan bir müzik anketi doldurulmuştur. Müzikal pitch'ler (klarnet sesi) Adobe Audition 1,5 Software programı ile 44.1 kHz 150 ms'de verilmiştir. Müzikal seslerin algılanmasında frekans şiddet ve süre batı müzik skalası ile değerlendirilmiş olup koklear implantlı hastalarda bu üç değişkenin algılanmasının zayıf olduğu görülmüştür.

36 – 75 arası 15 postlingual hasta ve 9 kontrol grubu üzerinde yapılan bir diğer çalışmada müzik algısı bir anket ile değerlendirilmiş ve pitch sıralama ve melodi algısı 1 oktav 0,5 ve 0,25 oktavda uyarılar verilerek ölçülmüştür. Bütün

testlerde koklear implantlı grubun skorları kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. Koklear implant sistem teknolojilerinin buna sebep olduğu düşünülmektedir (79).

Pretorius ve Hanekom'un (80) yaptıkları çalışmada her biri yaklaşık 10 yıldır işitme tanısı almış 6 aydan uzun süredir nucleus koklear implant sistemi kullanan 5 postlingual hastanın serbest alanda frekans değişikliğini farketme yeteneklerini değerlendirmiştir. Pure Tone(saf ses) uyarı bilgisayar sisteminde, 500 ms de verilerek hastalarda yüksek pitch'de duydukları uyarıları bilgisayar ekranında göstermeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda koklear implantlı hastalarda FDF eşikleri düşük bulunmuştur.

Çalışmamızda Kİ grupta prelingual ve postlingual bireyler arasında 20, 40 ve 60 dB HS'de FM eşik değerleri arasında farklılık bulunmasına rağmen bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır

Prelingual hastalardaki işitme kayıpları genellikle yüksek frekanslarda çok yüksek seviyelerdedir ya da 1000 Hz'den sonraki frekanslarda eşik tespit edilememektedir. İşitme cihazının bu frekanslardaki amplifikasyonu yeterli derecede olmadığı için prelingual hastalar bu frekanslardaki sesleri hiç duymamaktadır. Kİ sonrası ise daha önce hiç duymadıkları bir sesle karşılaşmakta olup bu sesi postlingual hastalar kadar iyi ayırt edememektedir. Postlingual hastaların ise bütün frekansları yeterli duyma konusunda işitsel deneyimleri bulunmaktadır. Bu deneyim Kİ sonrasında da kullanılmakta ve FM eşiklerini etkilemektedir. Postlingual hastaların FM eşiklerinin prelingual hastalara göre yüksek frekanslarda daha iyi olması bu bilgilerle açıklanabilir.

Brocmeier ve ark. (81) yaptıkları çalışmaya 173 medel ve nucleus koklear implant kullanıcısı katılmıştır. Bu çalışmada yetişkin koklear implant kullanıcılarının implantasyon öncesi ve sonrası müzik ve müzikle ilişkili aktivitelerine yönelik kendi bildirimlerine dayanan algılarını incelemek için MUMU anketi kullanılmıştır. Her iki grubun yaş yapılarının benzer olduğu görülmüştür. Düzenli olarak müzik dinlediğini bildiren kullanıcı sayıları, dinlenen müzik türleri ya da tercih ettikleri enstrümanlar açısından genel bir farklılık bulunmamıştır. Melodi tanıma, ritmi fark etme ve doğal

ve hoş bir müzik sesi kalitesi her iki grupta da eşit sayıda birey tarafından bildirilmiştir. Medel kullanıcılarında implantasyon sonrasında müziksel aktivitelere aktif katılım miktarındaki artışın nucleus kullanıcılarından daha fazla olduğu görülmüştür.

Müzik yeteneğini değerlendiren en önemli faktörlerden biri olan frekans ayırtma yeteneği, doğuştan var olan ve gelişim gösteren bir yetenektir. Bu yeteneği değerlendirirken kullanılacak en etkili yöntemlerden birisi olan frekansa modüle edilmiş sesleri kullanarak kişinin frekans ayırtma performansını ölçtüğümüz FDF testidir. Bu şekilde kişinin frekans ayırtma yeteneğinin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır.

Çalışmamızda da koklear implantlı hastaların FDF eşik ortalamaları düşük bulunmuştur. Ancak çalışmamıza katılan ve müzik deneyimi olan üç koklear implantlı bireyin bulguları incelendiğinde FDF eşik ortalamalarının iyi olması müzik algısının FDF performansını olumlu etkilediğini göstermektedir.

Taitelbaum-Swead ve ark. (82) yaptıkları çalışmada Nucleus, Medel veya Clarion kullanan 96 çocukta konuşma algısı Hebrew Infant Toddlers Meaningfull Auditory Integration Scale (HIT – MAIS/ Bebek Ve Küçük Çocuklar İçin Anlamlı İşitsel Skalası) ve Hebrew Early Speech Perception (HESP) Closed Set Word Identification Test (Erken Konuşma Algısı – Kapalı Uçlu Kelime Tanıma Testi) ve Hebrew Arthur Boothroyd (HAB) Open Set One Syllable Word Recognition Test (HAB Açık Uçlu Tek Heceli Kelime Tanıma Testi) ile algısı değerlendirilmiştir. Her üç implant sistemi kullanıcısı arasında konuşmanın algılanmasında bir farklılık gözlenmemiştir. Yetişkinlerle yaptığımız çalışmada da benzer şekilde Medel ve Nucleuskoklear implant kullanıcılarının serbest alanda 20 dB, 40 dB ve 60 dB FM eşikleri incelendiğinde Medel ve Nucleus koklear implant kullanıcılarının FDF eşiklerinde benzer bulgular saptanmıştır.

Koklear implant kullanıcıları ile ilgili yapılan birçok çalışmada FDF bulguları incelenmiştir. Ancak bireylerin sinyal işleyicilerindeki farklılıklar ve kullanılan metodların farklılığı nedeni ile FDF sonuçlarının karşılaştırılması ve yorumlanmasının mümkün olmadığı görülmüştür (79,80).

## SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada koklear implantlı grup ile kontrol grubundan elde edilen farklı FM eşiklerinde (%0.2-%5) FDF sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmamızda koklear implantlı (Kİ) hasta grubunun serbest alan koklear implant eşiklerinin 25-30 dB olması nedeniyle 40 ve 60 dB HS'de 125, 6000 ve 8000 Hz'de FM eşiklerinde kesin sonuçlar elde edilememiştir ve bu durum FDF ortalama eşik değerlerini etkilemiştir. Bu yüzden bu frekanslarda elde edilen FM eşikleri çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışmamız sonucunda;

- Kontrol grubu ile Kİ grupta 250-4000 Hz'de FM ortalama eşikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark elde edilememiştir ( $p>0,05$ ).
- Koklear implantlı grupta 20 dB, 40 dB ve 60 dB HS' de frekans ayırt etme performansı incelenmiş ve 40 dB HS'de bu performansın diğer HS'lerine göre daha iyi olduğu bulunmuştur ( $p< 0.05$ ). Bu durum, yüksek şiddetlerde frekans ayırt etme performansının daha iyi olduğunu göstermektedir. Koklear implantlı grupta prelingual ve postlingual bireyler arasında FM eşikleri arasında farklılık bulunmasına rağmen bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).
- Medel ve Nucleus marka koklear implant kullanan bireylerin FM eşikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).
- Müzik deneyimi olan 3 Kİ bireyin FDF eşik ortalamaları diğer koklear implantlı bireylere göre daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum müzik algısının FDF eşikleri üzerine olumlu etkisini göstermektedir.

Bulgular incelendiğinde istatistiksel açıdan fark bulunmamasına rağmen kontrol grubunun FDF eşiklerinin Kİ gruba göre daha iyi olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar da bu sonucu destekler niteliktedir. Sesin duyulabilmesinin yanı sıra ayırt edilmesi müzik algısı ile geliştirilebilmektedir. Nitekim Kİ müzik deneyimi olan 3 vakamızın FDF performansının iyi olması müzik algısının FDF'ye olan olumlu etkisini göstermektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda;

- Koklear implantasyon planlanan hastalara preoperatif ve postoperatif dönemde müzikal algıya yönelik danışmanlık verilmesi, implantlarına ek olarak, rezidüel akustik işitmenin kullanılması amacı ile işitme cihazı önerilmesi ve müzik algı becerilerinin geliştirilmesine yönelik olarak müzik çalışmalarına katılımları sağlanabilir.
- Müzik deneyimi olan ya da olmayan koklear implantlı bireylerde, vaka sayısı artırılarak, FDF değerlerini incelemeye yönelik ileri bilimsel araştırmalar yapılabilir.
- Kİ grupta prelingual ve postlingual vaka sayısı artırılarak grup farklılığının FDF'ye olan etkisini incelemeye yönelik ileri bilimsel çalışmalar yapılabilir.



## KAYNAKLAR

1. Wilson BS. Cochlear implant technology. In: Niparko KJ, Kirk KI, Mellon NK, McConkey Robins A, Tucci DL, Wilson BS (eds). Cochlear implants principles and practices. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2000; 109-27
2. Gantz BJ, Turner CW, Combining acoustic and electrical hearing. Laryngoscope 2003; 113: 1726-30
3. Gantz BJ, Turner C, Gfeller KE, Lowder MW. Presentation of hearing in cochlear implant surgery: advantages of combined electrical and acoustical speech processing, Laryngoscope 2005; 115: 796-802
4. Bülbül, A.B., Koklear İmplantlı Hastalarda Objektif Ve Subjektif Test Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2008, s.3
5. İncesulu A. Koklear implant adaylarının medikal değerlendirilmesi ve hasta seçimi. Türkiye Klinikleri Cerrahi Tıp Bilimleri Dergisi, Kulak Burun Boğaz, 2006; 2 (10), 24- 30.
6. Rasch & A, Plomp R. The Perception of Musical Tones. In Deutsch D. (ed): The Psychology of Music, Academic Press, New York, 1982: 1- 21.
7. Frances R. The Perception of Music. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., New Jersey, 1988: 9-38.
8. Moore B. C. J. The Perception of Sound. In Wright D. (ed.): Scott- Brown' s Otolaryngology. Basic Sciences 5th. ed., Wiley, New York. 1987.
9. Ballantyne, J., Groves.J . Edwards,H.C. Physiology of Hearing. A Synopsis of Otolaryngology. John Wright Sons, Bristol, 1978; 40-49.
10. Handel S., Ustening. An Introduction to the Perception of Auditory Events. MIT Press, Massachusetts, 1993; 7- 544.
11. Luchsinger K, Arnold G. E. Music and Language. In Voice. Speech, Language. Wadsworth. California, 1965: 404- 442
12. Wier C. C, Jesteadt W., & Green D. M. Frequency Discrimination as a Function of Frequency and Sensation Level J. Acoust. Soc. Am., 1977: 61,178- 184.

13. Pfingst B. E. Comparison of Spektral and Nonspektral Frequency Difference Limens for Human and Nonhuman Primates. *J. Acoust. Soc. Am.* 1993: 93,2124- 2129.
14. Moore, B. C. J. *An Introduction to the Psychology of Hearing*, Academic Press, London, 1989: 158-194.
15. Brian, C. J., Moore, B. C. J. The relationship between frequency selectivity and frequency discrimination for subjects with unilateral and bilateral cochlear impairments, "Auditory Frequency Selectivity", Plenum Press (Proceeding of a NATO advanced), New York, Vol. 1986: 119, 407-17.
16. Foremby, C. Frequency and rate discrimination by Meniere patients. *Audiology*, 1986: 25,10-18.
17. Moore, B. C. J. Frequency difference limens for short duration tones. *J. Acoust*, 1973: 54, 610-619.
18. Moore, B. C. J, Patterson, R. D. *Auditory Frequency Selectivity*. Plenuan Press, New York, 1986: 420-26.
19. Tekin, Ö., *Müzik Eğitimi Almış ve Almamış Kişilerde Periferik ve Sentral İşitme Özelliklerinin Karşılaştırılması*, Hacettepe Üniversitesi, 1998.
20. Rosen S. Monaural phase sensivity: Frequency selectivity and temporal processes, "Auditory Frequency Selectivity", Plenum Press. New York, 1984: 419-428.
21. Cooper, H. *Cochlear Implants: a practical guide*. Bölüm 2, 1991: 9-33
22. Blake S. Wilson A, Michael F. Dorman, *Cochlear implants: A remarkable past and a brilliant future*, *Hearing Research* 2008: 242; 3–21.
23. Niparko J. Cochlear implants, auditory brainstem implants, and surgically implantable hearing aids. In: Cummings CW ed. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, St Louis, Missouri, 1998: 2934-71
24. House W. Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1976; 85(suppl 27):1.
25. Simmons FB. Electrical stimulation of the auditory nerve in man. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 1966: 34; 2.
26. Akyıldız N. *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi*. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara, 2002; Cilt II, 590-607

27. Michelson R. Electrical stimulation of the human cochlea: a preliminary report. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 1971: 93:317.
28. Şahin, R., Koklear İmplant Uygulanan Hastalarda Rezidüel İşitmenin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, 2005.
29. Sennaroğlu, L. Koklear İmplantasyon. C. Koç (Ed.). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi Ankara: Turgut Yayıncılık. 2004: s.403-414).
30. Dinçer, H., Kontralateral İşitme Cihazı Kullanan Koklear İmplantlı Çocuklarda Konuşma Seslerini Algılama Becerisinin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2007: S.4
31. Abbas, P. J., Brown, C. J., Shallop, J. K., Firszt, J. B., Hugges, M. L., Hang, S. H. ve Staller, S. J. Summary of results using Nucleus CI 24M implant to record the electrically evoked compound action potential. Ear and Hearing, 1999: 20(1), 45-59
32. Gross, A. Fitting techniques for the pediatric cochlear implant patient. MED-EL Corporation. 2003.
33. Hodges, A. V. ve Balkany, T. J. Cochlear implants for sensorineural hearing loss. Hospital Physician, October, 2002: 22-28.
34. Connel, S.S. ve Balkany, T.J. Cochlear Implants. Clinics in Geriatric Medicine, 2006; 22: 677-686
35. Tait, M. and Lutman, M.E. Comparison of early communication behavior in young children with cochlear implants and with hearing aids. Ear and Hearing, 1994; 15: 352-361.
36. Webb, R.L., Pyman, B.C., Franz BKH, et al. (1990).The surgery of cochlear implantation. İn: Clarck, G.M., Tang, Y.C, Patric, J.F, (Eds.). Cochlear Prosthesis. (s.153-79). London: Churchill Livingstone.
37. Govaerts PJ, De Beukelaer C, Daemers K, et al. Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. Otol Neurotol 2002: 23:885-90.
38. Nicholas JG, Geers AE. Personal, social, and family adjustment in school-aged children with a cochlear implant. Ear Hear 2003: 24: 69S-81S.

39. Huber M, Wolfgang H, Klaus A. Education and training of young people who grew up with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008; 72:1393-403
40. Uziel AS, Sillon M, Vieu A, et al. Ten-year follow-up of a consecutive series of children with multichannel cochlear implants. *Otol Neurotol* 2007; 28:615-28.
41. Tomblin JB, Spencer L, Flock S, Tyler R, Gantz B. A comparison of language achievement in children with cochlear implants and children using hearing aids. *J Speech Lang Hear Res* 1999; 42: 497-509.
42. Nicholas JG, Geers AE. Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear Hear* 2006; 27: 286-98.
43. Francis HW, Koch ME, Wyatt JR, Niparko JK. Trends in educational placement and cost-benefit considerations in children with cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125: 499-505.
44. Akşit, A.M., Koklear İmplant Hastalarında İşitme Sinirinin Elektriksel Uyarımlı Bileşik Aksiyon Potansiyelinin Ölçümü, Marmara Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 2002.
45. Sennaroğlu L, Sennaroğlu G, Yücel Esra. Koklear İmplantasyon. Çelik O. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. İstanbul: Turgut Yayıncılık, 2002: 326-338.
46. Clark GM, Cowan RSC, Dowel RC. Cochlear implantation for infants and children. San Diego: Singular Publishing Group inc., 1997.
47. Arriaga MA, Carrier D. MRI and clinical decision in cochlear implantation. *Am J Otol*, 1996;17:547-53.
48. Resmi gazete SUT kararları,25.3.2010 tarihli, <http://rega.basbakanlik.gov.tr/>
49. Post-operative audiometric evaluation of cochlear implant patients. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1998; 98: 203-206.
50. Goma N.A, Rubinstein JT, Lowder MW, Tyler RS, Gant. Residual speech perception and cochlear implant performance in postlingually deafened adults. *Ear Hear*, 2003; 24: 39-544.

51. Rubinstein JT, Parkinson WS, Tyler RS, Gantz BJ. Residual speech recognition and cochlear implant performance: effects of implantation criteria. *Am.J. Otol.*, 1999; 20: 445-452
52. Derim, D., (2007). Koklear İmplant Olma Yaşının Görsel Dikkat Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
53. Lo WW. İmaging of cochlear and auditory brain stem implantation. *AJNR Am.J.Neuraradial*, 1998; 19:11 47-54.
54. Luxford WM. Surgery for Cochlear İmplantation. In:Brackmann DE, Shelton C, Arriaga MA, eds, *Otologic Surgery*, Philadelphia:WB. Saunders Company, 1994: 426–36.
55. Brain, C.J., Moore B.C.J., the relationship between frequency selectivity and frequency discrimination for subjects with unilateral and bilateral cochlear impairments, “Auditory Frequency Selectivity”, Plenum Press (Proceeding of a Nato advanced), New York, 1986; 119: 407-417.
56. Lindsay J.R., Profound childhood deafness, *Ann. Oto- Rhino-Laryng. Suppl.* 5. 1973; 82: 4-121
57. Schlauch, R.S. Wier, C. C., A method for relating loudness-matching and intensity discrimination data, *J. Specch. Hear. Res.*, . 1987; 30(1): 13-20
58. Matlin, M.W., Foley, H.J., *Sensation and Perpection*, 3 rd . ed. Allyn and bacon, Boston, 1992; 244-305
59. Sarmadı, H., Meniere’li Hastalarda Frekans Değişikliğini Farketme Özelliğinin (FDF) Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi, 2001.
60. Ozimek E., Sek A. Am and Fm Difference Limens and their Reference to Amplitude- Frequency Changes of a Sound in a Room. *Acta Acustica*. 1996; 82:114-122
61. Keidel W. D. Kallert S., Korth M. (1983): *The Physiological Basis of Hearing*. Thieme- Straton Inc., New York, 3-19.
62. Pickles J. O. (1982): *An Introduction to the Phvsiology of Hearing*. Academic Press, London, 1- 269.)
63. JavelE., Mott J. B., (1988): Physiological and psychophysical corraletes of temporal process in hearing. *Hear. Res.* 34, 275- 294.

64. Wever E. G, Lavvrence M. (1954): Phvsiological Acoustics. Prenceton University Press, New Jersey, 400- 410.
65. Von Bekesy G. (1960): Experiment in Hearing. McGraw- Hüil Book Company. New York, 535-609.
66. Takwa A. Gabr, Enaas A. Kolkaila, Frequency Discrimination: Frequency Modulated Difference Limen or Auditory Steady State Response?, Int. Adv. Otol. 2011; 7:(2) 185-193
67. Prosen, C. A., Halpern, D. L. (1989). Frequency difference limens in normal and sensorineural hearing impaired chinchillas. J. Acoust. 85, 1302-1313.
68. Butler, R. A., Albrite, J. P. (1956). The pitch discriminative function of the pathological ear. Arch. Otol., 56, 411-418.
69. Zurek, M. Fonrby, C. (1981). Frequency discrimination ability of hearing - impaired listeners, J. Speech . Hear. Res., 46,108-112,40
70. Gazals.R. (1986). Frequency selectivity of acoustically evoked potantials from peripheral and central vestibular sîructures,
71. Freyman, R.L., Nelson, D.A. (Frequency discrimination ofshort- versus long-duration tones by normal and hearing-impaired listeners. J. Speech. Hear. Res., 1987; 30: 28-36.
72. Hail, J. W., Wood, E. J. (1984). Stimulus duration and frequencydiscrimination for normal-hearing and hearing- impaired subjects. J. Speech. Hear. Res., 27, 252-257.
73. Moore, B. C. J. (1983). Psychoacoustics of normal and impaired listeners, "Hearing Physiological Bases and Psychophysics", Springer-Verlog , Berlin. Heidelberg, 246-256.
- 74- Wakefield, G. H., Nelson, D. A. (1985). Extension of a temporal model of freq.ency discrimination," Intensity effects in normal and hearing - impaired listeners. J.Acoust, 77, 613-619. p
75. Emmerich D. S, Ellenneier and Butensky B. (1989): A Re-examination of the Frequency Discrimination of Random- AmpHtude Tones, and a Test of Henning's Modified Energy Detector ModeL J. Acoust. Soc. Am. 85,1653-1659.

76. Verschuren J., Meerteren A. A. The Effect of Intensity on Pitch. *Acustica*. 1975; 32: 33- 44.
77. Sucher CM, McDermott HJ. Pitch ranking of complex tones by normally hearing subjects and cochlear implant users. *Hear Res* 2007; 230:80-7.
78. Sandmann P., Kegel A., Eichele T., Dillier N., Lai W., Bendixen A., Debener S., Jancke L., Meyer M., Neurophysiological evidence of impaired musical sound perception in cochlear-implant users. *Clinical Neurophysiology* 2010; 121: 2070–2082
79. Looi V., McDermott H., McKay C., Hickson L, Pitch discrimination and melody recognition by cochlear implant users, *International Congress Series* 1273. 2004; 197– 200
80. Pretorius L.L., Hanekom, J.J. Free field frequency discrimination abilities of cochlear implant users. *Hearing Research* 244. 2008; 77–84
81. Brockmeier S.J. Grasmeyer M.L., Vischer M., Mawman D., Baumgartner W.D., Stark T., Müller J., Braunschweig T., Arnold W., Comparison of musical activities by cochlear implant users, *International Congress Series* 1273. 2004; 205– 207
82. Taitelbaum-Swead R., Kishon-Rabin L., Kaplan-Neeman R., Muchnik C., Kronenberg J., Hildesheimer M., Speech perception of children using Nucleus, Clarion or Med-El cochlear implants, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2005; 69: 1675—1683
83. Bacon, S., P., Viemeister, N.F. Temporal modulation transfer functions in normal-hearing- impaired listeners. *Audiol.*, 1985; 24: 117-134
84. He, N.C., Dubno, J.R. ve Mills J.. Frequency and intensity discrimination measured in a maximum-likelihood procedure from young and aged normal hearing subjects, *J. Acoust*, 1998; 103: 553-565.





**EK 2****YETİŞKİN HASTA BİLGİ VE DEĞERLENDİRME FORMU**

Adı Soyadı: Cinsiyet: K  E  Tarih:  
 Dosya No: Doğum Tarihi:  
 Medeni Durum: Eğitim Durumu:  
 Meslek: Sosyal Güvence:  
 Adres ve Tel:

**3- Aşağıdaki yakınmalardan hangileri sizde var?**

İşitme kaybı: Sağ  Sol  Var ise.....Süresi:  
 Tarzı: Aniden başladı.   
 Bir süredir devamlı var.   
 Geçici süreler ile oluyor.   
 Diğer:.....  
 Uğultu/çınlama: Sağ  Sol  Var ise.....Süresi:  
 Tarzı: Sürekli  Ara sıra  Sık sık   
 Kulakta ağrı: Sağ  Sol  Var ise.....Süresi:  
 Tarzı: Sürekli  Ara sıra  Sık sık   
 Kulakta akıntı: Sağ  Sol  Var ise.....Süresi:  
 Tarzı: Sürekli  Ara sıra  Sık sık   
 Dolgunluk hissi: Sağ  Sol  Var ise.....Süresi:  
 Tarzı: Sürekli  Ara sıra  Sık sık   
 Denge bozukluğu  Var ise.....Süresi:  
 Tarzı: Sürekli var.   
 Belirli durumlarda oluyor.

.....

Baş dönmesi:  Var ise.....Süresi: Sıklığı:  
 Bulantı hissi:  Var ise.....Süresi: Sıklığı:  
 Kusma:  Var ise.....Süresi: Sıklığı:  
 Yüz felci: Sağ  Sol  Var ise.....Süresi:

**4- Uğultu ve çınlamanız var ise ;**

Tarif  
 edermisiniz?.....  
 ..... Ne zamanlar oluyor? Sadece geceleri  Sadece sessiz ortamlarda   
 Sürekli   
 Uykuya dalmanıza engel oluyor mu? Hiçbir zaman  Bazen  Sık sık   
 Sürekli

Uğultu/çınlama sizin için önemli bir huzursuzluk ve stres kaynağını mı? Evet   
Hayır

5- Daha önce size işitme testi yapıldı mı?

Hayır

Evet

Evet ise .....Tarih:

Yer:

Sonuç:

6-Daha önce size herhangi bir kulak hastalığı tanısı kondu mu?

Hayır

Evet

Evet ise.....Tanı:

7-Daha önce kulak ameliyatı oldunuz mu?

Hayır  Evet

Evet ise.....

Sağ

Sol

Ne zaman?

Ne

zaman?

Nerede?

Nerede?

Ne ameliyatı?

Ne

ameliyatı?

8- İşitme cihazı kullanıyor musunuz?

Hayır  Evet

Evet ise.....

Sağ

Sol

Marka/model:

Marka/model:

Kullanma süresi:

Kullanma süresi:

Kullanma sıklığı:

Kullanma sıklığı:

Cihazı kabullenme:

9- Ailede işitme kaybı olan kimse var mı?

Hayır  Evet

Evet ise.....

Akrabalık derecesi:

İşitme kaybı hikayesi:

10- Şimdiye kadar geçirdiğiniz önemli bir hastalığınız oldu mu?

Hayır  Evet  Evet

ise.....

.....

.....

11- Çocukluk dönemi dahil olmak üzere ototoksik ilaç kullanım öyküsü?

Streptomisin

Kinin grubu (Sıtma ilaçları)

Kanser ilaçları

Gentamisin

Aspirin

12- Halen devam eden bir hastalığınız var mı?

Hayır  Evet  Evet ise...

Nedir?.....

13- Devamlı ya da sık kullandığınız bir ilaç var mı?

Hayır  Evet

Evet ise.....

Nedir?Miktar ve zaman?.....

14-Şimdiye kadar kaza ya da fiziksel bir travma sonucu başınızı bir yere çarptınız mı?

Hayır  Evet  Evet

ise.....

15- Çok yüksek sese maruz kaldınız mı?

Hayır  Evet  Evet ise.....Belirli bir süre maruz kaldım.

.....

Sürekli gürültülü yerde çalışıyorum.

.....

16- KBB muayenesi sonucu:

17- Test ve gözlem:

**EK 3****KOKLEAR İMPLANTLI HASTA BİLGİ FORMU**

1. Cinsiyetiniz Kız ( ) Erkek ( )
2. Doğum tarihiniz ( yıl,ay,gün olarak yazınız).....
3. Öğrenim gördüğünüz okulun adı ve sınıfınız.....
4. İşitme kaybının etyolojisi:
  - a.Akraba evliliği
  - b.Gebeliğe bağlı nedenler(İlaç kullanımı,X-Ray vb.)
  - c.Doğuma bağlı nedenler (DDA,Anoksi vb.)
  - d.Doğum sonrası nedenler (AOM,Menenjit,ilaç kullanımı)
  - e.Nedeni belli olmayan işitme kaybı
5. İşitme kaybının tipi : S/N ( ) İletim ( ) Mixt( )
6. İşitme kaybı..... prelingual ( ) postlingual ( )
7. İşitme kaybı tanı yaşı;
8. İlk cihaz yaşı;
9. Cihaz kullanma süresi;
10. Cihaz kullanma durumu;
  - a. Düzenli
  - b. Düzensiz
11. Eğitime başlama yaşı;
- 13.Eğitim aldığı kurum;
  - a.H.Ü İşitme-Konuşma Ünitesi
  - b.Özel eğitim Merkezi
  - c. H.Ü İşitme- Konuşma Ünitesi ve Özel eğitim merkezi
  - c.İşitme Engelliler Okulu
- 14.Eğitim aldığı toplam süre;
- 15.Eğitime devamlılık durumu;
  - a.Düzenli
  - b.Düzensiz

- 16.Koklear implant öncesi işitme kaybı süresi
17. Koklear implant öncesi işitme cihazı kullanma durumu
- a.Kullanmış                      b.Kullanmamış
- 18.Koklear implant öncesi cihaz kullanma süresi
- 19.Koklear implant öncesi kullandığı iletişim metodu
- a.İşitsel/sözel iletişim  
b.İşitsel/sözel iletişim ve dudak okuma  
c.Dudak okuma  
d.İşaret lisanı  
e.Total iletişim
- 20.Koklear implantı kullanmaya başlama yaşı;
- 21.Koklear implantı kullanma süresi;
- 22.Koklear implantı kullanma durumu;
- a.Düzenli  
b.Düzensiz
- 23.Koklear implanttan memnun olma durumu
- a. Hiç memnun değilim, taktırmamış olmayı tercih ederdim.  
b. İşitmemde bir değişiklik olmadığını düşünüyorum.  
c. Memnunum,eskisinden daha iyi duyuyorum.  
d. Oldukça memnunum, keşke daha önce taktırabilseydim.
- 24.Koklear implant sonrası aile destek durumu
- a. Ailemden(anne-baba) hiç destek görmüyorum.  
b. Anne ve babamın en az birinden yeterli destek görüyorum.  
c. Anne ve babamın her ikisinden yeterli desteği görüyorum.

- d. Anne ve babamdan yeterli destek görmeme rağmen aile büyükleri olumsuz yönde etkiliyor.
- e. Tüm aile bireyleri destek veriyor.