

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

TAM İMPLANTE EDİLEBİLEN AKTİF ORTA KULAK İŞİTME
CİHAZLARININ (CARİNA™)
KLİNİK VE ODYOLOJİK SONUÇLARI

UZMANLIK TEZİ
Dr. VEYSEL AKİF SAVAŞ

TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr. İSMET BAYRAMOĞLU

ANKARA
ŞUBAT 2013

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

TAM İMPLANTE EDİLEBİLEN AKTİF ORTA KULAK İŞİTME
CİHAZLARININ (CARİNA™)
KLİNİK VE ODYOLOJİK SONUÇLARI

UZMANLIK TEZİ
Dr. VEYSEL AKİF SAVAŞ

TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr. İSMET BAYRAMOĞLU

ANKARA
ŞUBAT 2013

TEŐEKKÖR

Uzmanlık eğitimim süresince destek gördüğüm ve uzmanlık eğitimime büyük katkıları olan değerli hocalarım; Prof. Dr. Erdoğan İnal'a, Prof. Dr. Suat Özbilen'e, Prof. Dr. Nebil Göksu'ya, Prof. Dr. Fikret İleri'ye, Prof. Dr. Ahmet Köybaşıoğlu'na, Prof. Dr. Yusuf Kemaloğlu'na, Prof. Dr. Sabri Uslu'ya, Prof. Dr. Kemal Uygur'a, Prof. Dr. Metin Yılmaz'a, Doç. Dr. Alper Ceylan'a, asistanlığımın son yıllarında tanıdığım ve büyük desteklerini gördüğüm ağabeylerim; Dr. Yusuf Kızıl'a, Dr. Utku Aydil'e, Dr. Hakan Tutar'a ve asistanlık hayatım boyunca birlikte çalıştığım asistan arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin oluşum aşamasında her zaman sabırla destek olan, bizlere kulak cerrahisini öğreten ve sevdiren, tez danışmanım Prof. Dr. İsmet Bayramoğlu'na ve değerli hocam Prof. Dr. Yıldırım Ahmet Bayazıt'a ayrıca saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Kliniğimizizin kurucusu çok değerli bilim adamı ve hocamız Prof. Dr. Necmettin Akyıldız'a ayrıca saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem Sevgi Savaş'a ve babam Mustafa Savaş'a ve son olarak her zaman yanımda olan ve bana destek olan sevgili eşim Meltem'e teşekkürlerimi sunarım.

KISALTMALAR

APHAB: Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit

BAHA: Bone Anchored Hearing Aid

BOS: Beyin Omurilik Sıvısı

dB: Desibel

GBI: Glasgow Benefit Inventory

HL: Hearing Level

Hz: Hertz

İK: İnferior Kollikulus

LSO: Lateral Superior Oliva

MET: Middle Ear Transducer

MSO: Medial Superior Oliva

QOL: Quality of Life

SD: Speech Discrimination

SNİK: Sensörinöral işitme kaybı

SOK: Superior Olivar Kompleks

TİCA: Totally Integrated Cochlear Amplifier

VSF: Vibrant Sound Bridge

TABLO, GRAFİK, ŞEKİLLER

Sayfa

<u>Şekil 1.</u> Aurikula anatomisi.....	4
<u>Şekil 2.</u> Kulak zarı.....	6
<u>Şekil 3.</u> Sinüs timpani ve orta kulak iç duvarı.....	8
<u>Şekil 4.</u> Kokleanın kesitsel görüntüsü.....	14
<u>Şekil 5.</u> İşitme kaybı dereceleri.....	25
<u>Şekil 6:</u> Otologics MET veya Carina’ nın cerrahi implantasyonu	42
<u>Şekil 7.</u> Prob ucu inkusa yerleştirilmiş Carina operasyon görüntüsü	46
<u>Grafik 1:</u> Birinci hasta odyogram.....	68
<u>Grafik 2:</u> İkinci hasta odyogram.....	68
<u>Grafik 3:</u> Üçüncü hasta odyogram.....	69
<u>Grafik 4:</u> Dördüncü hasta odyogram.....	69
<u>Grafik 5:</u> Beşinci hasta odyogram.....	70
<u>Grafik 6:</u> Altıncı hasta odyogram	70
<u>Grafik 7:</u> Yedinci hasta odyogram.....	71
<u>Grafik 8:</u> Sekizinci hasta odyogram.....	71

<u>Grafik 9:</u> Dokuzuncu hasta odyogram.....	72
<u>Tablo 1:</u> Preoperatif opere edilen kulakta hava yolu eşikleri ortalamaları.....	56
<u>Tablo 2:</u> Preoperatif opere edilen kulakta kemik yolu eşikleri ortalamaları....	56
<u>Tablo 3:</u> Preoperatif cihazlı eşiklerin ortalamaları.....	56
<u>Tablo 4:</u> Postoperatif hava yolu eşiklerinin ortalamaları.....	57
<u>Tablo 5:</u> Postoperatif kemik yolu eşiklerinin ortalamaları.....	57
<u>Tablo 6:</u> Postoperatif serbest saha eşikleri ortalamaları.....	58
<u>Tablo 7:</u> Postoperatif implantlı eşiklerin ortalamaları.....	58
<u>Tablo 8:</u> SD oranları.....	59
<u>Tablo 9:</u> Preoperatif SD sıklıkları ve oranları.....	59
<u>Tablo 10:</u> Postoperatif SD sıklıkları ve oranları.....	60
<u>Tablo 11:</u> Postoperatif implantlı eşiklerinden preoperatif hava yolu eşiklerinin çıkarılması ile elde edilen kazançlar.....	60
<u>Tablo 12 :</u> Postoperatif implantlı eşikler ile preoperatif havayolu eşikleri karşılaştırılması.....	62-63
<u>Tablo 13:</u> Postoperatif implantlı eşikler ile preoperatif cihazlı eşikler ve karşılaştırılması.....	64
<u>Tablo 14:</u> Preoperatif hava yolu eşikleri ile postoperatif havayolu eşiklerinin karşılaştırılması.....	65

<u>Tablo 15:</u> Preoperatif kemik yolu eşikleri ile postoperatif kemik yolu eşiklerinin karşılaştırılması.....	66
<u>Tablo 16:</u> İnkus uygulamaları ile pencere uygulamalarının kazançlarının karşılaştırılması.....	67
<u>Tablo 17:</u> Preoperatif SD ile postoperatif SD karşılaştırılması.....	67
<u>Tablo 18:</u> Yaşam Kalitesi Anketi Sonuçları (Glasgow Benefit Inventory)....	73

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
KISALTMALAR.....	III
TABLO, GRAFİK, ŞEKİLLER	IV
İÇİNDEKİLER	V
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. İşitme anatomisi	3
2.1.1. Temporal kemik anatomisi.....	3
2.1.2. Dış kulak anatomisi.....	4
2.1.3. Orta kulak anatomisi	6
2.1.4. Fasial sinir.....	9
2.1.5. Mastoid kemiğin havalı alanları.....	12
2.1.6. İç kulak ve işitme yollarının anatomisi.....	13
2.2. İşitme fizyolojisi.....	18
2.2.1. Ses ve ölçümü.....	18
2.2.2. Dış kulak fizyolojisi.....	20
2.2.3. Orta kulak fizyolojisi.....	20
2.2.4. İç kulak fizyolojisi.....	21
2.2.5. İşitme siniri ve santral yollar.....	23
2.3. İşitme ve işitme kayıpları.....	24
2.3.1. İşitme kaybı etyolojisi.....	26
2.4. Cerrahi olarak implante edilebilen işitme cihazları.....	29

2.4.1. Geleneksel işitme cihazlarının kullanımında işitsel rehabilitasyonun sınırlanması.....	30
2.4.2. İmplant edilebilen işitme cihazlarının vaat ettikleri.....	37
2.4.3. İmplant edilebilen işitme cihazları.....	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	44
4. BULGULAR.....	55
4.1. İstatistiksel analiz ve değerlendirme.....	55
4.2. Preoperatif ve postoperatif odyogramlar.....	68
4.3. Postoperatif yaşam kalitesi anketi.....	73
5. TARTIŞMA.....	74
6. SONUÇLAR.....	81
7. KAYNAKLAR.....	82
8. ÖZET.....	94
9. SUMMARY.....	95
10. EKLER.....	96
11. ÖZGEÇMİŞ.....	100

1.GİRİŞ

İşitme cihazları, sensörinöral işitme kaybı (SNİK) olan hastaların işitsel rehabilitasyonunda kullanılan ana materyallerdir. İşitme cihazları aynı zamanda, medikal ve cerrahi tedaviye uygun olmayan patolojiler sonucunda gelişen iletim tipi işitme kayıplarının düzeltilmesinde de rol oynarlar. İşitme cihazları fiyat, dış kulak yolu tıkanmasına bağlı komplikasyonlar, kozmetik kaygılar ve getirdiği faydaların yeterince anlaşılamamış olması gibi nedenlerden dolayı, onlardan faydalanabilecek birçok kişi için hala zor bir seçimdir. Yeni işitme cihazı teknolojileri bu zorlukların üstesinden gelmeye çalışsa da, hastaların çoğu hala işitme cihazlarının farklı durumlardaki beklentileri karşılayamadığını düşünmektedir. Bu nedenden dolayı seçilmiş yetişkinlerin, sekizde birinden azı işitme cihazı kullanmaktadır¹.

İşitme cihazlarının doğasındaki bu sınırlamalar, kullanımlarındaki sosyal tabularla birleşince implante edilebilen işitme cihazlarının gelişmesine yol açmıştır. İmplant edilebilen işitme cihazlarının geleneksel işitme cihazlarına göre; daha iyi kozmetik görüntü, daha geniş frekans cevabı, az distorsiyon, feedbackin azalması ya da eliminasyonu ve rezidüel işitmeyi azaltmadan, hasta aktivitelerini sınırlamadan ya da enfeksiyona yatkınlık yapmadan daha iyi konuşmayı anlamak gibi çok önemli avantajlar sağladığı kabul edilir^{2,3}. Bu potansiyel faydalarının yanında olası zorluklar ise şunlardır: cerrahi implantasyon zorluğu, cihazın bakım zorluğu ve cihazın başlangıç fiyatındaki artıştır.

İmplant edilebilen işitme cihazları, parsiyel ya da tam implant edilebilenler olarak iki ana kısma ayrılırlar. Bu çalışmada Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda tam implant edilebilen işitme cihazı (The Otologics MET Carina™, Boulder, CO, USA) uygulanan hastaların preoperatif ve postoperatif odyolojik sonuçları değerlendirilip karşılaştırılmış, “Glasgow Benefit Inventory” skalası ile yapılan yaşam kalitesi anketinin değerlendirmesi ile klinik sonuçları da karşılaştırılmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 İşitme Anatomisi

2.1.1 Temporal kemik anatomisi

Temporal kemik sfenoid, oksipital, parietal ve zigomatik kemiklerle eklem yapar. Embriyolojik olarak 4 ayrı kısımdan oluşur: squamoz, mastoid, petröz ve timpanik parçalar.⁴

Squamoz parça, orta fossanın lateral duvarını oluşturur. Temporal kas dış korteksine yapışırken masseter kas ise zigomatik procese yapışır. Temporal kasın en aşağı yapışma yerinden başlayan horizontal çizgiye linea temporalis denir. Bu çizgi orta fossa tabanının yüzeyel belirtecidir.⁵

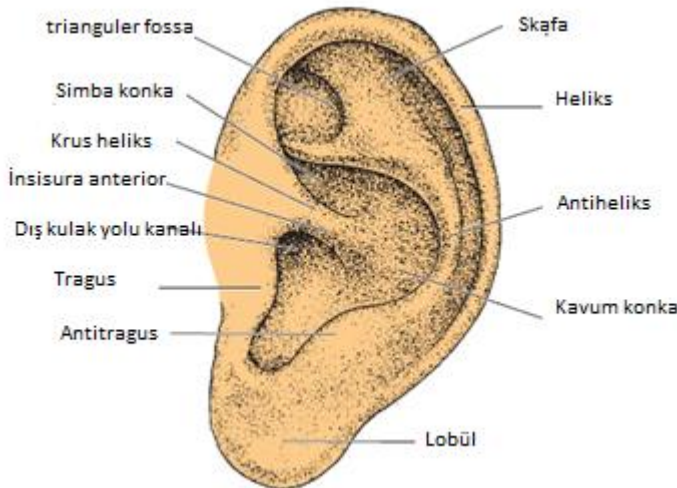
Mastoid parça havalı boşluklar içeren kemik yapıdır. Sternokleidomastoid kas ve digastrik kasın arka karnı mastoidi aşağı doğru uzatarak mastoid tipin ya da apex in oluşmasını sağlar. Dış kulak yolunun arka üst kısmında henle diken, bunun arkasında ise kribiform saha denilen emisser venlerin giriş delikleri vardır. En arkada ise sigmoid sinüse dökülen emisser venin giriş deliği vardır¹⁵. Sternokleidomastoid kas mastoid tipe yapışır. Mastoid tipin medialinde stilomastoid foramenin önünde digastrik kasın arka karnının yapıştığı sulkus vardır. Digastrik sulkusun medial ve paralelinde oksipital arterin sulkusu vardır.

Petröz parça, tabanı lateralde mastoid ile birleşen, tepesi anteromedialde sfenoid ve oksipital kemiklerin arasına yerleşmiş bir piramit şeklindedir.

Timpanik parça; kemik dış kulak yolunun ön duvarını, tabanını, arka duvar ve tavanın bir kısmını, orta kulağın ön duvarını ve tavanını oluşturur. Üst kısmı açık kalmış bir halka gibidir ve bu halkanın ön kenarı dış kulak yolunda timpanosquamos suture, orta kulakta ise korda timpaninin orta kulağı terkettiği petrotimpanik suture yapar. Halkanın arka kenarı ise dış kulak yolu arka kısmından stilomastoid foramenine uzanan timpanomastoid suture yapar.

2.1.2 Dış kulak anatomisi

Aurikula ve dış kulak yolundan oluşur. Aurikula girinti ve çıkıntılardan oluşan, meatus ve dış kulak yolu ile bağlantılı kartilajinöz yapıya sahiptir. Aurikulanın kanlanması external karotid arterin posterior aurikuler ve superficial temporal arter dallarından olmaktadır.

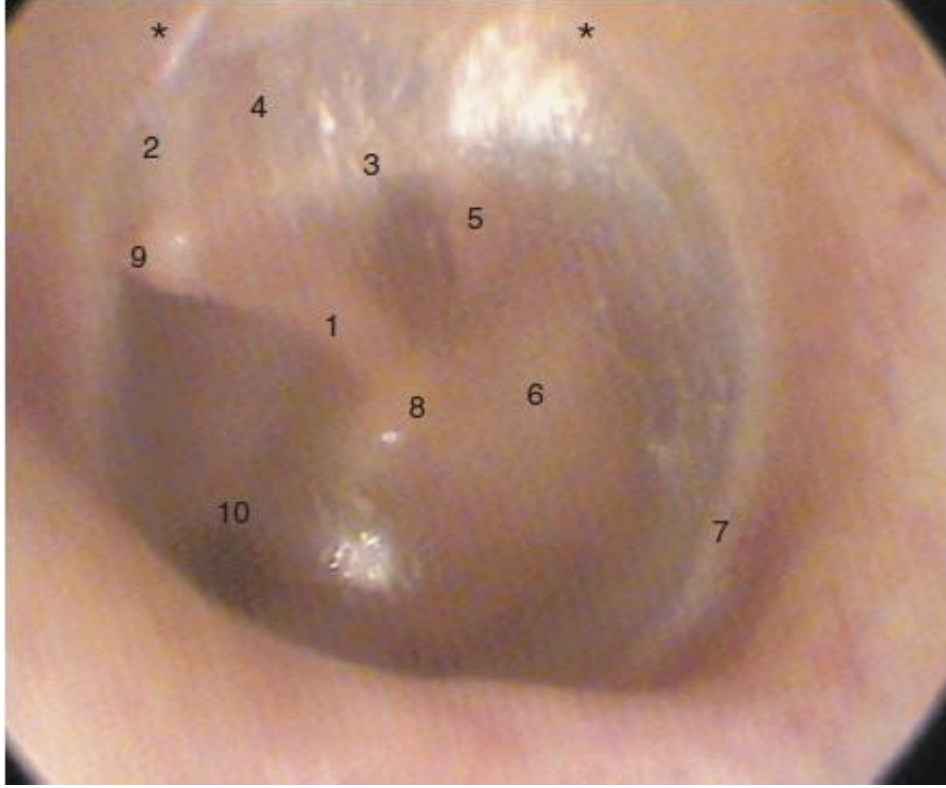


Şekil 1 Aurikula anatomisi.

Dış kulak yolunun lateral 1/3'ü kıkırdak, medial 2/3'ü ise kemik kısımdan oluşmaktadır^{4,6}. Kıkırdak kısımda deri daha kalın, daha mobildir. Sebase ve seromusinoz glandlardan ve kıl foliküllerinden zengin bir yapısı vardır. Kemik kısımda ise deri daha ince, daha az hareketli, kıl folikülü ve glandlar daha azdır.

Kemik kıkırdak birleşim yeri dış kulak yolunun en dar kısmıdır. Dış kulak 1. ve 2. Brankial arkın ektoderm ve mezodermi ve 1. Brankial yarıktan meydana gelir^{7,8}. Duyusal innervasyonu trigeminal sinirin aurikulotemporal dalı ve fasial sinirin kutanoz dalları ile olmaktadır.

Kulak zarı, dış kulak yolunun medial duvarını ve orta kulak boşluğunun lateral duvarının çoğunu yapar. Konkav yapıda, merkezde manibrium ile periferde ise timpanik sulkus ile bağlı bir membrandır^{4,9,10}. Dış kısımda dış kulak yolu derisi, içte orta kulak mukozası ve bunların arasında fibröz tabakadan meydana gelir. Dış radial fibröz tabaka manibriuma yapışırken, iç sirküler fibröz tabaka ise zarın çevresi ile bağlantılıdır. Her iki tabaka da annuler ligament ile timpanik sulkusa bağlantı kurar. Timpanik sulkus yukarıda ön ve arkada fibröz tabakanın üst kenarlarının malleusun lateral prosesine yapıştığı yerde sonlanır. Kulak zarının bu seviyenin üstünde kalan kısmı pars flaksida(Shrapnell membranı) olarak adlandırılır ve bu kısmında fibröz tabaka yoktur ve kulak zarı daha incedir. Daha kalın olan alt kısım ise pars tensa olarak adlandırılır.



Şekil 2 Kulak zarı. 1, manibrium mallei; 2,anterior malleolar katlantı; 3,posterior malleal katlantı; 4,pars flaksida; 5,inkus uzun kolu; 6,pars tensa; 7,anulus timpanikum; 8, umbo; 9,lateral proses;10,östaki tüpü ağzı.

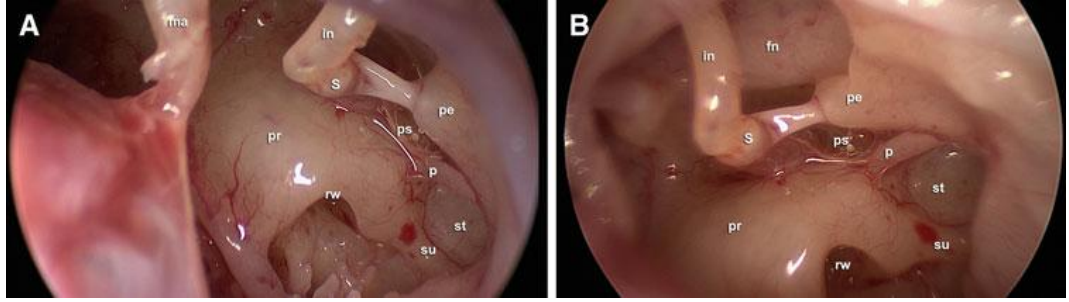
2.1.3 Orta kulak anatomisi

Orta kulak, ön barsağın temporal kemik içine doğru uzanımı ile gelişen hava dolu boşluktur. Genişleyen farengeal poş çok sayıda cul de sac lar oluşturarak, kemikçik zincir ve bunlarla bağlantılı ligamentler ve mukozal katlantılarla ayrılan ortak bir havalı boşluk meydana getirir. Ayrıca mezenşimal dokunun rezorbsiyonu ile orta kulak boşluğu ve mastoid boşluk daha da genişleyerek kompartmanlar, girintiler ve havalı hücreler oluşur^{4,8,11}.

Eustachi tüpü, orta kulak boşluğu ile nazofarenks arasında hava değişimini sağlayan bir bağlantıdır. Orta kulaktan torus tubariusdaki nazofarenks ağzına açılanması 45 derecedir¹²⁻¹⁴. Proximal 1/3 kısmı petröz kemik tarafından yapılırken, distal 2/3 kısmı ise fibrokartilajinoz yapıdadır ve istirahat halinde kollabedir. Fibrokartilajinoz kısım lateralden fibröz bir membran ile kaplıdır ve tensör veli palatini kası bu membrana yapışarak çiğneme ve esneme esnasında lümenin genişlemesini sağlamaktadır. Tüpün en dar yeri kemik kıkırdak birleşim yeridir. İnternal karotid arter tüpün timpanik ağzının medial duvarı ile yakın komşuluk içindedir ve üzerindeki kemik ince olabilir ya da defektif olabilir.

Orta kulak boşluğu hipotimpanum, mezotimpanum ve epitimpanum olmak üzere 3 kısıma ayrılır.

Mezotimpanum, kulak zarının medialinde  nde  staki ağzı ve arkada fasial sinir arasında kalan kısımdır. Karotis, Eustachi ağzının medialinde, tensör timpani kası da  staki tüpünün süperiorunda ve ona paralel seyreder. Mesotimpanumun medial duvarını promontoryum oluşturur. Arka üstte stapesin tabanının oturduğu oval pencere, arka altta ise yuvarlak pencere bulunur. Oval ve yuvarlak pencerelerin posteriorunda fasial sinirin vertikal parçasının medialinde sinüs timpani bulunur. Piramidal eminens fasial sinirin 2. dirseğinin hemen önünde bulunur ve stapedial tendonu barındırır.



Şekil 3 Sinus timpani ve orta kulak iç duvarının görünümü. st, sinus timpani; p,pontikulus; su, subikulum; rw,yuvarlak pencere; pr,promontoryum; ps,posterior sinus; ma,malleus; s,stapes; in,inkus; pe,piramidal eminence; fn,fasial sinir.

Kulak zarının alt sınırı hipotimpanumun üst sınırını, , juguler bulb ise alt sınırını yapar.

Kemikçik zinciri, kemikçik zincir ile bağlantılı ligamentler ve mukozal katlantılar epitimpanumu mezotimpanumdan stapes suprastriktürünün ön ve arkasındaki küçük açıklıklar dışında ayırır¹². İnkus malleus başı ile eklem yapar ve epitimpanumun büyük kısmını doldurur. Bu kemikçikler anterior ve superior malleal ve posterior inkudal ligamentlerle epitimpanumda asılı bulunurlar. İnkus uzun kolunun tek bir besleyici damarı bulunduğundan orta kulak enfeksiyonlarına bağlı aseptik nekroz en çok burada görülür.

Epitimpanumun alt sınırını malleusun lateral prosesi ve rivinus çentiğinin çıkıntıları yaparken lateral sınırını skutum yapar. Epitimpanum 3 kısma ayrılır. Birincisi Prussak boşluğudur. Prussak boşluğu pars flaksida nın hemen medialinde, malleus baş ve boynunun lateralindedir. İkincisi ise malleusun ön kısmında bulunan anterior kompartmandır. Üçüncüsü de malleusun arkasında bulunan ve antrum ile bağlantılı olan posterior kompartmandır. Mukozal

katlantılar ve kemikçikler bu boşluğu parçalara ayırarak, kolesteatomanın atik ve ötesine yayılması için farklı yollar oluştururlar^{12,16}.

Fasial sinirin 1. dirseği ve genikulat ganglion, supratubal reses adı verilen attikin ön sınırının hemen medialinde yer alır. Supratubal resesin posterior sınırı aşağıda kokleariform proses yukarıda ise koronal planda yerleşmiş inkomplet kemik septum olan cog çıkıntısı ile sınırlandırılmıştır¹⁷. Fasial sinirin timpanik segmenti posteriora ve hafif inferiora doğru ilerler. Fallop kanalı oval pencere nişinin üst kemik sınırını yapar. Stapes tendonunun çıktığı yer olan piramidal eminens fasial sinirin ikinci dirseği için önemli bir belirteçtir. Buradan itibaren fasial sinir vertikal olarak stilomastoid foramene doğru uzanır. Fasial sinir iatrojenik yaralanmalara en çok ikinci dirsekte ve vertikal parçada maruz kalır¹⁸.

Epitimpanumun üst sınırını tegmen timpani oluşturur. Burası orta fossa tabanına denk gelir. Lateral ve superior semisirküler kanallar posterior epitimpanumun antruma açılan kısmı olan aditus ad antrumun medial duvarını oluştururlar.

2.1.4 Fasial Sinir

Fasial sinir ikinci brankial arkten gelişen yapılara efferent ve afferent dallar verir. Bu dalların çoğu *özel visseral efferentler* olarak adlandırılır ve yüzün mimik kaslarına, stapes kasına, stilohyoid kasa, digastrik kasın posterior karnına bilgi aktarır^{10,19,20}. *Genel visseral efferent lifler* ise N.İntermedius'u oluşturur ve greater superfisiyal petrozal sinir ve pterigopalatin gangliyon vasıtası ile lakrimal

bezi ve nazal kavitenin serömüsünöz glandlarını innerve ederken korda timpani ve submandibuler gangliyon ile submandibuler ve sublingual tükrük bezlerini innerve ederler. *Özel sensöryel lifler* ise korda timpani vasıtası ile dilin ön 2/3 kısmına, greater petrosal superfisial sinir vasıtası ile de tonsiller fossa ve damağa lifler gönderir. *Somatik duyu lifleri* ise dış kulak yolu ve aurikulanın konkal kısmının derisine ve yüz kaslarının proprioseptif duyusuna lifler gönderir. *Visseral afferent lifler* ise burun, farenks ve damağın mukozasını destekler.

Fasial sinir temporal kemiği fallop kanalı denilen iç kulak yolu fundusunda başlayıp stilomatoid foramende biten kemik yapı içinde geçer^{4,9-10,16}. Labirentin segment fallop kanalının ilk, en kısa ve en dar kısmıdır^{21,22}. Labirentin segment kokleanın hemen superiorunda seyrederek ve supratubal resesin hemen derinindeki genikulat fossaya açılır. Fasial sinir genikulat gangliyon ve distalinde fibröz bir kılıfa sahiptir. Bu bölgeye fasial hiatus denir ve buradan greater superfisyal petrozal sinir çıkıp orta fossa boyunca öne doğru uzanır. Burada sinir ilk dirseği yapar keskin bir şekilde arkaya ve hafif şekilde aşağı doğru dönerek timpanik veya horizontal segmenti oluşturur. Fasial sinirin horizontal segmenti ön attığın medial duvarından başlayıp, kokleariform prosesin üzerinden seyrederken oval pencere nişinin arka üst sınırını yapar. Piramidal eminensde fasial sinir ikinci dirseği yapar. Bu dirsek lateral semisirküler kanalın hemen ön alt kısmında bulunur ve inkusun kısa kolundan çizilen çizginin önünde bulunur. Buradan itibaren fasial sinirin mastoid yani vertikal segmenti başlar. Korda timpani ve stapedia dal bu segmentten kaynaklanır. Vertikal segment ile korda timpani arasındaki boşluk fasial reses olarak adlandırılır ve buradan orta kulağa erişmek

için posterior timpanotomi yapılır. Stilomastoid foramen ve fallop kanalının vertikal segmentinin distal açılanması digastrik kasın posterior karnının aponevrozu ile sınırlandırılır. Sinir fallop kanalından çıktıktan sonra bu aponevrozdan besleyici kan damarları alır²³.

Fasial sinirin her bir segmenti, yaralanmaya kendine özgü özellikleri ile yatkındır²⁴. Fallop kanalı koruyucu bir kılıf olmasının yanında yaralanma patofizyolojisinde önemli rol oynar. Dar meatal foramen²² ve labirentin segment²¹, inflamatuvar sebeplere bağlı ödemlere veya travmatik ya da vasküler basılara ve aksonal hasara en duyarlı bölgelerdir. Labirentin segment epinöriumunun olmaması ve zengin kollateraller ve vasküler pleksus nedeniyle yaralanmalara karşı daha dayanıklıdır. Fasial sinir genikulat ganglion seviyesinde yaralanmalara 3 sebepten dolayı daha yatkındır. Birincisi, genikulat ganglion etrafındaki kemik dokunun ince ve bazen de defektif olması nedeni ile temporal kemik fraktürlerinin etkilendiği bölgeler olmasıdır. İkincisi, genikulat gangliyon supratubal reseste cerrahi olarak çalışılırken zarar verilmesidir. Üçüncüsü ise, öne doğru uzanan greater superfisial petrozal sinirin siniri girmesi ve çekmesidir.

Kemik kanalın konjenital dehissansları en sık timpanik segmentte ve özellikle oval pencerenin üzerinde olur²². Kolesteatomaya bağlı kemik dehissanslar ise sıklıkla ikinci dirseğin proksimalinde meydana gelir. Vertikal segment, özellikle kanal atrezisi gibi konjenital malformasyon varlığında en değişken kısımdır. Sinir ayrıca stilomastoid foramene yaklaştıkça timpanik anulusun lateralinde syreder ve transkanal prosedürlerde yaralanma riski vardır¹⁸.

Yenidoğanlarda mastoid tip tam gelişmemiştir ve stiloid prosesin ve komşu fasial sinrin yerleşimi daha yüzeysel olduğundan yaralanma yönünden daha risklidir.

2.1.5 Mastoid kemiğin havalı alanları

Mastoid kısımda olduğu gibi, temporal kemiğin bütün bölgeleri mukoza ile kaplı havalı boşluklar içerir. Bu boşluklar aditus ya da diğer yollarla orta kulak boşluğuna açılırlar. Mastoid en büyük havalı alandır. Labirentin lateralinde yer alır ve antrum vasıtası ile attikle bağlantılıdır. İç kulağın vestibuler kısmı antrumun medial duvarını oluştururken, petröz ve squamoz kemiklerin embriyolojik olarak birleşim yeri olan Körner Septumu ise antrumun lateral duvarını yapar.

Pnömatizasyonun genişliği ve büyüklüğü, orta kulak ventilasyonunu²⁵ etkileyen faktörlere, otitis media öyküsüne²⁶ ve herediteye bağlıdır. Mezenkimal hücrelerin rezorbsiyonu ile osteoklastik aktivite arasındaki ilişki pnömatizasyonun hızını belirler ve genetik ve orta kulağın lokal faktörlerinden etkilenir¹¹.

Primer pnömatizasyon sahaları aşağıdakiler gibidir^{10,27}:

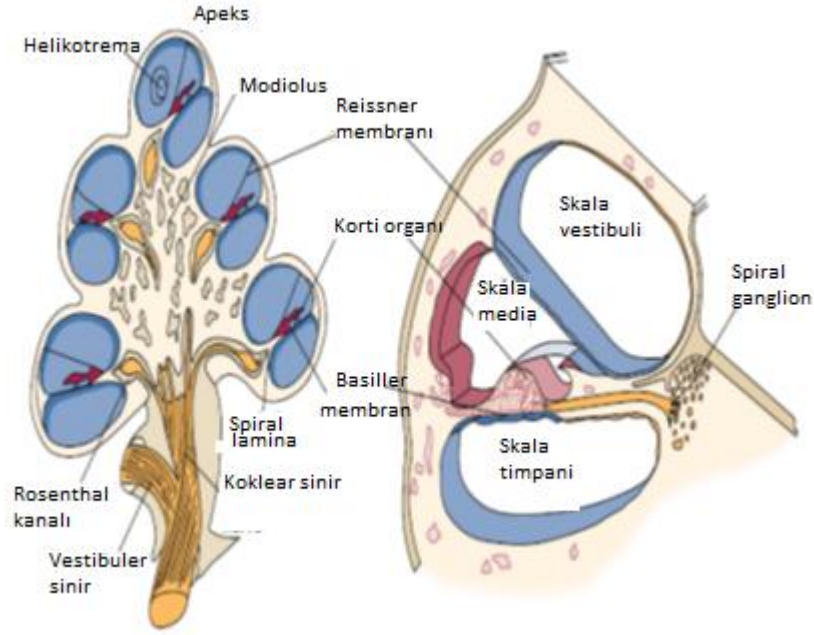
- Mastoid hücreler(antrum, mastoid, tegmen, sinodural, sinal, fasial ve apeks hücreleri)
- Perilabirentin hücreler(supralabirentin ve infralabirentin hücreler)
- Petröz apeks hücreleri(peritubal ve apikal hücreler)
- Aksesuar bölgeler(zigomatik, squamoz, oksipital, stiloid hücreler)

2.1.6 İç kulak ve işitme yollarının anatomisi

Koklear Anatomi

Kemik Labirent

İç kulak temporal kemiğin petröz apeks kısmında yerleşmiştir ve kemik labirent denilen yapının içinde bulunmaktadır. Kemik labirent birbiri ile devamlı üç yapıdan meydana gelir. Bunlar vestibül, koklea ve semisirküler kanallardır. Orta kulak ile iç kulak arasındaki bağlantılar ise vestibüle denk gelen stapes tabanının oturduğu oval pencere ve koklea bazal kısmına denk gelen yuvarlak penceredir. Koklea tabanda daha geniş, apeksde daha dar olan spiralli bir yapıya sahiptir. Kokleanın merkezinde modiulus denilen sinir liflerinin geçişine izin veren kemik yapı mevcuttur. Lamina spiralis ossea, kokleayı üst ve alt iki kısma ayırarak skala vestibuli ve skala timpaniye oluşturur. Koklea apeksinde bu iki boşluk birleşir ve buraya helikotrema denir. Spiral lamina aynı zamanda baziller membranının yapışma noktasıdır. Koklea bazalinde spiral lamina daha genişken, baziller membran daha dardır. Apekse doğru geldikçe de baziller membran daha geniş, spiral lamina ise daha dardır. Bu baziller membranın frekansa spesifik hareketinin sebeplerinden birisidir. Kokleanın bazal kısmında, subaraknoid boşluktaki BOS ile perilenfatik sıvı arasında bağlantı kuran kemik bir kanal vardır. Bu kanala koklear aquadukt denir.



Şekil 4 Kokleanın kesitsel görüntüsü.

Membranöz Labirent

Membranöz labirent kokleada üçüncü bir boşluk oluşturur. Bu boşluğa skala media denir. Membranöz labirent işitmenin duysal organını barındırır. Membranöz labirent yukarıda Reissner membranı ile sınırlandırılırken, aşağıda baziller membran ile, lateralde ise spiral ligamandan oluşan kokleanın dış duvarı tarafından sınırlandırılır. Membranöz labirentin lateral duvarında stria vascularis bulunur ve endolenfin metabolik içeriğinin oluşmasında etkilidir.

Korti organı, baziller membran üzerinde bulunur. Çok sayıda epitel ve destek hücreleri bulundurur. Korti organının medialinde, kalınlaşmış bir periost bandı olan limbus vardır. Limbustan superolaterale doğru Reissner membranı uzanır. Reissner membranı, lateral duvar ve baziller membran arasında kalan alan,

skala mediayı oluşturur. Limbusun medial ucundan laterale doğru tektorial membran iç ve dış titretili hücrelerin üzerinde uzanacak şekilde bulunur. Tektorial membran esas olarak tip 2 kollajen liflerden oluşur ve bir lastik gibi hareketlidir²⁸⁻³⁰. Spiral limbusun lateralinde iç sınır hücreleri ile döşeli iç spiral sulkus vardır. Bir sıra iç titretili hücreler vardır ve bu hücrelerin gövdeleri phalangeal hücreler tarafından sarılıp desteklenmiştir. İç ve dış titretili hücreler arasında korti tüneli vardır. Bu tünel içte spiral lamina, dışta ise baziller membrandan kaynaklanan korti pillarlarının üst kısmında birleşmesi ile oluşur. Bunların lateralinde üç sıra dış titretili hücreler ve bunları destekleyen Deiters hücreleri bulunur. Her bir Deiters hücresi dış titretili hücrelerin apikale parmak çıkıntıları gönderir ve bu çıkıntılar ile hücre arasında kalan boşluğa Nuel boşluğu denir. Falangeal hücreler, Deiters hücrelerinin phalangeal çıkıntıları ve titretili hücrelerin üst yüzeyleri Retiküler Laminayı oluştururlar. Bu lamina endolenfin titretili hücrelere zarar vermesini önler. Bunların lateralinde ise Claudius ve Hensen hücreleri bulunur.

Koklea içerisinde iki ayrı sıvı vardır. Membranöz labirent ile kemik labirent arasında perilenf bulunur. Perilenf, sodyum açısından zengin, potasyum açısından fakir özellikte, beyin omurilik sıvısı (BOS) ve serum a benzer bir sıvıdır. Membranöz labirentin içerisinde ise endolenf bulunur. Endolenfin iyon içeriği stria vaskularis tarafından oluşturulur. Endolenf de hücre içi sıvılara benzer nitelikte, potasyumdan zengin sodyum açısından fakir bir sıvıdır^{9,31}. Endolenfatik kese, membranöz labirent ile endolenfatik duktus ve vestibuler aquadukt sayesinde ilişki sağlar.

İç ve dış titrekleme tüylü hücreler

İç ve dış titrekleme tüylü hücreler, mekanik hareketi elektromekanik sinyale dönüştürüp, koklear sinire aktaran bir reseptör görevi görürler. Bu hücrelerin apikalinde kalınlaşmış bir kutikuler tabaka vardır. Bu tabaka retiküler lamina ile ilişki içerisinde. Kutikuler tabaka içinde yerleşmiş stereosilyalar ve buna komşu rudimenter bir kinosilya mevcuttur. Yaklaşık olarak 3500 iç titrekleme tüylü, 12000 kadar da dış titrekleme tüylü hücre vardır. Bu titrekleme tüylü hücrelerin stereosilyaları striae tarafında en uzun, modiolar tarafında en kısa olacak şekilde sıralanmıştır. Dış titrekleme tüylü hücrelerdeki en uzun stereosilya tektorial membran ile temas halindedir, bu da stereosilyaların baziller membran ile hareket etmesini sağlar. Bir hücredeki stereosilyalar birbiri ile filamentöz yapı ile bağlantılıdır. Bu da uzun olan stereosilya hareketi ile tek bir yapı gibi tüm stereosilyaların hareket etmesini sağlar. İç titrekleme tüylü hücreler, tabanda geniş apikalde dar bir yapıya sahiptir. Bu hücreler mitokondri ve golgi gibi bol organeller içerir. Dış titrekleme tüylü hücreler silindirik şekildedir ve hareketi sağlayan mikrotübül ve mikrofilamanları içerir³².

Koklear titrekleme tüylü hücrelerin afferent innervasyonu yaklaşık 30000 işitme sinir lifi ile olmaktadır. Bu sinir liflerinin hücre gövdesi, modiolus içindeki Rosenthal kanalında bulunan spiral ganglionda bulunur.

Sinir lifleri Tip 1 ve Tip 2 diye ikiye ayrılırlar. Tip 1 lifler, myelinli, daha geniş çapa sahip, bipolar liflerdir ve tüm liflerin %95 ini oluştururlar. Her bir tip 1 lif, tek bir iç titrekleme tüylü hücreyi innerve eder. Her bir iç titrekleme tüylü hücre ise bu liflerden yaklaşık 20 tanesi tarafından innerve edilir^{33,34}. Tip 2 lifler ise tüm

liflerin %5 ini oluştururlar ve dış titretek tüylü hücrelerle sinaps yaparlar. Tip 2 lifler, tip 1 liflere göre daha k c kt r. Miyelinli ya da miyelinsiz olabilirler. Tip 2 lifler tek lif sinaps yapmadan önce dallara ayrılarak birden fazla dış titretek tüylü hücreyi innerve ederler.

Santral İşitme Yolları

Santral işitme yolları, işitme siniri, beyin sapı, orta beyin, talamus ve serebral korteksi birbirine bağlayan tüm inen ve çıkan yolları kapsar.

Koklear sinir, titretek tüylü hücrelerden beyin sapına afferent lifleri taşır. Hücre gövdeleri koklea içindeki spiral gangliondadır ve iki tip hücre vardır. %90-95'i myelinli geniş liflerdir ve i  titretek tüylü hücrelerden bilgi alırlar. %5-10'u ise miyelinsiz daha ince liflerdir ve dış titretek tüylü hücrelerden bilgi alırlar^{35,36}. Her iki tip hücre de pontomedüller kavşaktan beyin sapına girer ve koklear nükleuslara ulaşırlar.

Koklear nükleuslar, merkezi işitme sistemine giden tüm bilgileri periferden toplarlar. Ventral ve dorsal olarak iki ayrı kısıma ayrılırlar. Dorsal koklear nükleus tonotopikal olarak düşük frekans seslerin bilgilerini toplayan ventrolateral ve yüksek frekans seslerin bilgilerini toplayan dorsomedial kısımlara ayrılmıştır.

Koklear n kle slardan çıkan lifler, superior olivary komplekse (SOK) gelirler. Superior olivary kompleks ponsun kaudal kısmında bulunur. Bu kompleks    kısıma ayrılır: Medial superior oliva (MSO), lateral superior oliva (LSO) ve trapezoid cismin medial nükleusu. Superior olivary kompleks, her iki kulaktan bilgi alan ilk santral işitsel merkezdir. Bu da seslerin lokalizasyonunu sağlama görevini yapmasına imkan verir. Superior olivary kompleks ayrıca efferent olivokoklear liflerle koklear nükleuslara ve kokleaya da bilgi gönderir. Superior olivary kompleksten çıkan lifler lateral lemniscus aracılığı ile orta beyindeki İnferior Kollikulusa ( K) ulaşır.

Bütün inen ve çıkan işitsel bilgiler,  K'de sinaps yaparlar³⁷. İnferior kollikulusun temel görevi, sesin lokalizasyonu, frekans seçimi ve işitsel ve işitsel olmayan sistemlerin entegrasyonudur.

İnferior kollikulustan çıkan lifler, talamusdaki medial genikulat cisime gelirler. Buradan da temporal lobdaki sylvian fiss r nde bulunan primer işitme korteksine gelirler.

2.2 İşitme Fizyolojisi

2.2.1 Ses ve  l  m 

Ses, bir ses kaynağı ya da ses üreten cisim tarafından başlatılan partikül yoğunluğundaki deği iklidir. Bu değişiklik hava, su gibi elastik bir ortam

içerisinden geçerse sesin yayılımı gerçekleşir. Ses enerjisini anlayabilmek için basit harmonik hareketin yapısı incelenebilir. Basit harmonik hareket bir sıfır noktasından eşit uzaklıkta meydana gelen hareket dalgalanmasıdır. Bu basit harmonik hareketin saniyedeki siklusuna frekans denir ve birimi Hertz (Hz)dir. Amplitüd ise sıfır noktasından bir doğrultuda maksimum yer değiştirme miktarıdır. Sadece bir frekanstaki sese saf ses(pure tone) denir. Birden fazla frekanstaki sese kompleks ses denir. Kompleks ses non-periodik bir şekilde gerçekleşirse buna gürültü denir.

Sesin şiddetini ve yoğunluğunu direk ölçmek zordur. Bu amaçla sesin yoğunluğunun karekökü hesaplanarak basıncı bulunur. Basınç değerinin de logaritması alınarak 10 ile çarpıldıktan sonra desibel (dB) olarak adlandırılan sesin şiddet birimi bulunur. Desibel şöyle hesaplanır:

$$dB=20 \log_{10} (P_o/P_r)$$

burada P_o dışarıdan verilen sesin basıncı, P_r referans olarak kabul edilen ses basıncıdır.

İmpedans, harekete karşı oluşan dirençtir. Akustik impedans ise ses iletimine karşı oluşan direnç demektir. İmpedansın üç komponenti vardır; sertlik, direnç, kitle.

2.2.2 Dış kulak fizyolojisi

Dış kulak çevredeki sesleri toplayarak kulağa aktarır. Dış kulak fiziki bakımdan kendine özgü yapısı nedeniyle bir rezonatöre benzetilebilir. Konka 5300 Hz frekansta en yüksek rezonatör etkiye sahiptir. Dış kulak yolu ise 3000 Hz frekansta en yüksek rezonatör etkiye sahiptir.

Dış kulak, sesin lokalizasyonunda önemli rol oynar. Bu vazifeyi iki temel mekanizma ile yapar: interaural zaman farkı ve interaural amplitüd farkı^{38,39}. interaural zaman farkı düşük frekanslı seslerin lokalizasyonunda, interaural amplitüd farkı ise yüksek frekanslı seslerin lokalizasyonunda rol oynar⁴⁰.

2.2.3 Orta kulak fizyolojisi

Orta kulak, timpanik membran, kemikçikler, stapedius ve tensör timpani kaslarından oluşur. Ses dalgası dış kulak yolundan geçerek kulak zarına ulaştınca kulak zarına yapışık olan malleus kulak zarı ile beraber titreşir. Bu da tüm kemikçik zinciri titreştirerek sesin stapes tabanı ile iç kulağa iletilmesini sağlar. Bu mekanizmaya “*ossiküler coupling*” yani kemikçikler sistemi ile ses iletimi denir⁴¹. Kemikçik zincirinde iki adet hareketli sinoviyal eklem vardır: inkudomalleal ve inkudostapedial⁴². Kemikçik zinciri, ön arka doğrultuda malleus başı ile inkustan geçen bir eksenin izdüşümünde titreşir.

İç kulak sıvısının impedansı, orta kulakta bulunan havadan daha büyük olduğu için, direk hava vasıtası ile iç kulağa gelen ses kayba uğrar. Bu direk iletim de “akustik coupling” denir⁴¹. Kemikçik yolu ile iletim ile direk hava ile iletim arasında kemikçik zincir devamsızlığında ortaya çıkabilecek maksimum fark 60 dB dir⁴³. İmpedans farkından dolayı ortaya çıkan kaybı orta kulak iki mekanizma ile giderir. Bunlardan en önemlisi, kulak zarı ile stapes tabanı arasındaki yüzey alanı oranıdır. Kulak zarının alanı, stapes tabanının alanından yaklaşık 20 kat daha fazla (69/3,4 mm²) olduğundan dolayı bu mekanizma ile yaklaşık 26 dB kazanç elde edilir. İkinci mekanizma ise kaldıraç etkisidir. Kaldıraç etkisinde manibrium malleinin inkus kısa kolundan daha uzun olmasından dolayı iletilen ses yaklaşık 1,31 (2,3dB) kat daha fazla olmaktadır⁴⁴. Elde edilen 28,3 dB lik kazanç kulak zarının farklı kısımlarının farklı titreşmesinden dolayı toplamda 20 dB’e tekabül eder^{45,46}.

2.2.4 İç kulak fizyolojisi

İç kulağın iki önemli fonksiyonu duyma ve dengedir. İç kulakta iki hareketli pencere vardır. Bunlar oval ve yuvarlak pencerelerdir. Koklea içi sıvı ile dolu üç kompartmandan meydana gelir: skala media, skala timpani, skala vestibuli. Skala timpani ve skala media baziller membran tarafından, skala media ve skala vestibuli ise Reissner membranı tarafından birbirinden ayrılırlar. Skala media korti organını içerir. Korti organında titreşen tüylü hücreler vardır. Bu

hücrelerin apikal yüzlerinde sterosilyalar mevcuttur. Bu sterosilyalar sinyal transdüksiyonunda önemli rol oynarlar.

Skala vestibuli ve skala timpani içinde perilemf sıvısı bulunur. Skala mediada ise endolenf bulunur⁴⁷. Skala medianın kendine özgü elektrolit içeriği büyük bir elektromanyetik gradyent oluşturur. Bu elektromanyetik gradyente *endokoklear potansiyel* denir. Bu potansiyel +60 mV ile +100 mV civarındadır⁴⁸. Endolenfin bu içeriğini ve pozitif elektriki potansiyelini multipl aktif iyon kanalları içeren stria vaskularis sağlar⁴⁹.

Ses enerjisi, dış ve orta kulağı geçtikten sonra stapes tabanına gelir ve burayı titreştirir. Bu titreşim de iç kulak sıvılarında bir basınç dalgalanmasına sebep olur; skala vestibuli boyunca yayılan bu dalgalanma helikotremaaya ulaşır ve skala timpaniye geçer ve yuvarlak pencereye ulaşır. Bu basınç dalgası skala vestibuli boyunca dolaşırken oluşan basınç gradyenti ile koklea titreşir. Baziller membranda oluşan titreşim bu dalgalanma ilerlerken bazaldan apikale doğru ilerler⁴⁸. Bazalde olan sertlik (stiffness) daha fazla olduğundan yüksek frekanslı ses dalgalarının amplitüdü bazalde, düşük frekanslı seslerin amplitüdü ise apikalde daha fazla olmaktadır¹².

Basınç dalgası kokleaya ulaşınca, titreşen tüylü hücreler ve tektorial membran da etkilenir. Bu sayede hücrelerin sterosilyaları hareket eder. Sterosilyalar en uzun sterosilyaya doğru yön değiştirirse, sterosilyalar arasındaki bağlantılarda gerginlik oluşur. Bu gerginlik neticesinde gerginliğe duyarlı katyonik kanallar açılır. Böylece hücre içine yoğun katyonik içerik girer ve

depolarizasyon meydana gelir. Eğer hareket en uzun stereosilyadan uzaklaşırsa gerginlik azalır ve kanalların açılması azalır ve sonuçta hiperpolarizasyon meydana gelir⁵⁰⁻⁵².

İç titreşim tüylü hücreler depolarize olunca, voltaj bağımlı kalsiyum kanalları açılır⁵³. Bu sayede hücre içine giren kalsiyum, sinaptik kavşakta nörotransmitter salınımını tetikler. Bu aşamada salınan nörotransmitter tam olarak bilinmemekle birlikte glutamat ile ilişkili bir molekül olduğuna inanılmaktadır⁵⁴.

Dış titreşim tüylü hücreler ise, ek olarak elektriksel voltaj değişikliklerine cevap olarak kendi uzunluğunu değiştirebilir. Depolarizasyon esnasında kasılır, hiperpolarizasyon esnasında uzar⁵⁵. Bu da, prestin adı verilen voltaj bağımlı membran proteini sayesinde olur⁵⁶. Dış titreşim tüylü hücrelerin boyunda meydana gelen bu değişimler, mekanik bir geri besleme yolu ile baziller membrana enerji ekler. Bir başka deyişle, dış titreşim tüylü hücreler bir koklear yükseltici rolü oynayarak stapes vibrasyonu ile iç kulağa aktarılan sinyali artırır.⁵⁷.

Kokleada 4 ayrı elektriksel potansiyel vardır:

1. İstirahat potansiyeli
2. Koklear mikrofoniği
3. Aksiyon potansiyeli
4. Summasyon potansiyeli

İstirahat potansiyeli: istirahat halindeki bir hücrede -80 mV, endolenfte ise +80mV potansiyel mevcuttur.

Koklear mikrofonikler, yuvarlak pencereye konulan elektrotlar aracılığı ile ölçülürler. Titrek tüylü hücrelerin uyarılması ile ortaya çıkarlar.

Aksiyon potansiyelleri, işitme sinirinden alınan potansiyellerdir.

Summasyon potansiyellerinin kaynağı iç titrek tüylü hücrelerdir.

2.2.5 İşitme siniri ve santral yollar

Koklear sinir, titrek tüylü hücrelerden beyin sapına afferent lifleri taşır. Beyin sapında bulunan koklear nükleüslardan çıkan lifler, SOK'a gelirler. superior olivary kompleksten çıkan lifler lateral lemniskusdan geçip İK'e gelirler. Buradan talamustaki medial genikulat cisimciğe geldikten sonra temporal lobdaki işitme korteksine gelirler.

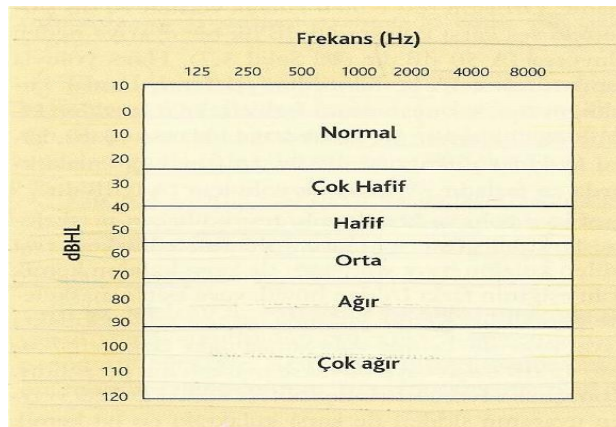
2.3 İşitme Ve İşitme Kayıpları

Normal bir işitme intakt bir kulak, işitme siniri ve beyin sapının varlığında gerçekleşmektedir. Algısal bir olay olan işitme, çevredeki seslerin algılanması ve beyindeki mevcut işitsel hafıza verileri ile birleştirilerek anlamlandırılması ile mümkündür. Bu anlamda tüm işitme sisteminin işlevini ortaya koyabilen tek inceleme yöntemi subjektif odyometrik incelemelerdir. Objektif testler işitme

sisteminin belli kısımları hakkında bilgi verebilir. Subjektif testler arasında saf ses odyometrisi ve konuşma odyometrisi yer almaktadır.

Saf sesler doğada bulunan seslerin aksine en sade sesler olarak tanımlanabilir. Saf sesler frekans, amplitüd, faz ve süreleri ile tanımlanır. Saf seslerin frekansları Hertz (Hz), amplitüdlere yani şiddetleri desibel (dB) olarak ölçülür. İnsanlar 20-20000 Hz frekans aralığındaki sesleri algılar. İşitme 500-8000 Hz frekans aralığında çok daha iyidir. Saf ses odyometrisi genellikle 250-8000 Hz aralığındaki işitmeyi değerlendirir.

Saf ses eşikleri kişinin belli zaman aralığı içinde yanıt verdiği en düşük uyaran düzeyidir. Sıklıkla eşik uyarının art arda verildiğinde %50'sinin tespit edilebildiği en düşük sinyal şiddeti olarak tanımlanabilir⁵⁸. İşitsel veriler normal işiten genç erişkinlerin işitme miktarını gösteren referans ses basıncı olarak kabul edilen işitme düzeyi olarak ifade edilir (HL:Hearing Level). Bu şekilde odyometri ile test edilen kişinin işitme düzeyi, bir grup normal genç erişkinin işitme düzeyi ile kıyaslanarak gösterilir.



Şekil 5: İşitme kaybı dereceleri.

Saf ses odyometrisinde her iki kulak için ayrı ayrı olarak kemik yolu eşikleri ve hava yolu eşikleri ölçülür. Hava yolu iletimi hem iletim sistemini hem de nörosensöriyel sistemi içerirken, kemik yolu iletimi, uyarı direkt kokleaya verilip, iletim sistemi bypass edildiği için sadece nörosensöriyel sistem hakkında bilgi verir. Kemik yolu ve hava yolu eşikleri eşit derecede etkilenmişse sensörinöral işitme kaybı, sadece hava yolu etkilenmişse iletim tipi işitme kaybı, her ikisi de varsa ve hava yolu eşikleri, kemik yolu eşiklerine göre daha fazla düşmüşse mikst tip işitme kaybından söz edilir.

2.3.1 İşitme kaybı etyolojisi

İletim tipi işitme kayıpları; dış kulaktan başlayıp, iç kulağın başlangıç kısmına kadar olan iletim mekanizmalarındaki patolojilerden kaynaklanırlar. İletim tipi işitme kaybına sebep olan patolojiler şu şekilde sınıflandırılabilir⁹⁰:

- **Konjenital ve herediter patolojiler:** Anotia, mikrotia, atrezi, Otoskleroz, Treacher Collins sendromu, Mohr sendromu, orofasiyalservikal sendrom, otopalataldigital sendrom, Pierre Robin sendromu, Pyle hastalığı, Crouzon hastalığı, Apert hastalığı, Goldenhar sendromu, Turner sendromu, Osteogenesis imperfekta, Osteopetrozis, Paget, Akondroplazi, Marfan sendromu, mukopolisakkaridozlar, tegmene ossiküler fiksasyon

- **Enflamatuvar reaksiyonlar ve enfeksiyonlar:** eksternal otit, akut otitis media, kronik otitis media, seröz otitis media, kolesteatoma, fronkülozis, otomikoz, malign otit, miringoskleroz, timpanoskleroz, herpes zoster otikus, kondrit, perikondrit, sellülit, erizipel, büllöz mirinjit, tüberküloz, sifiliz.
- **İatrojenik:** cerrahi komplikasyonlar, travmatik dış kulak yolu temizliği, travma, yanıklar, yabancı cisimler, barotravma, aurikula hematomu, kanal laserasyonları, temporal kemik kırıkları, penetran yaralanmalar, hemotimpanum.
- **Neoplazmlar:** Squamoz hücreli karsinom, Bazal hücreli karsinom, melanom, adenom, pleomorfik adenom, adenoid kistik karsinom, paragangliom, nörofibrom, rabdomyosarkom, hemanjiom, hemanjioperisitom, lenfanjiom, lösemi, multipl myelom.
- **Metabolik ve sistemik:** serumen, keloid, hipertrofik skar, wegener, tekrarlayan perikondrit, fibröz displazi, eosinofilik granüloma, poliasteritis nodosa, sarkoidoz, keratosis obturans.
- **Diğer:** osteom, ekzositoz, spontan hemotimpanum.

Sensörinöral işitme kayıpları; koklea, işitme siniri ve sonrasının etkilendiği

durumlarda ortaya çıkar. Sensörinöral işitme kaybı sebepleri ise şunlardır⁹¹:

- **Gelişimsel ve herediter sebepler:** Waardenburg sendromu, Alport sendromu, Usher sendromu, iç kulak anomalileri(Scheibe, Mondini, Common cavity), geniş vestibuler aquadukt.

- **Enfeksiyöz sebepler:** labirentit, otitis media, viral enfeksiyonlar(HZV, kızamık, kabakulak,CMV), sifiliz, kayalık dağlar hummalı ateşi, lyme hastalığı,
- **İlaç toksisitesi:** aminoglikozidler, loop diüretikler, antimalaryallar, salisilatlar, NSAI, vankomisin, eritromisin, sisplatin, karpoplatin, nitrojen mustard, vinkristin, vinblastin, elifornitin, desferoksamin, antilipemikler.
- **Renal hastalıklar**
- **Travma:** kafa travması, gürültüye bağlı işitme kaybı, barotravma ve perilenfatik fistül, radyasyon.
- **Nörolojik hastalıklar:** multipl skleroz, benign intrakranial hipertansiyon.
- **Vasküler ve hematolojik hastalıklar:** vertebrobasiller arter tıkanıklığı, migren, diğer kan hastalıkları.
- **İmmün sistem hastalıkları:** Cogan sendromu, Poliarteritis nodosa, tekrarlayan polikondrit, Wegener granülomatozu, skleroderma, temporal arterit, SLE, sarkoidoz, Vogt-koyanagi-harada, primer otoimmün kulak hastalığı ve AIDS.
- **Kemik hastalıkları:** Otoskleroz, Paget.
- **Tümörler:** akustik schwannom, meningioma, paragangliom, kondrosarkom, hemanjiom, rabdomyosarkom, lenfoma, lösemi.
- **Endokrin ve metabolik hastalıklar:** hipotiroidizm, hiperlipidemi, DM.

- **Psödohipoakuzi**
- **Sebebi bilinmeyen hastalıklar:** presbiakuzi, meniere ve endolenfatik hidrops

Mikst tip işitme kayıpları ise, hem sensörinöral hem de iletim tipi kaybın bir arada bulunduğu durumlarda meydana gelir.

2.4 Cerrahi Olarak İmplant Edilebilen İşitme Cihazları

İşitme cihazları, SNİK olan hastaların işitsel rehabilitasyonunda kullanılan ana materyallerdir. İşitme cihazları aynı zamanda, medikal ve cerrahi tedaviye uygun olmayan patolojiler sonucunda gelişen iletim tipi işitme kayıplarının düzeltilmesinde rol oynarlar. Cihazların sinyal üretim kapasitesindeki son gelişmeler ve minyatürleşmedeki artış, hastalar tarafından kabul edilebilirliklerini artırmıştır. İşitme cihazları fiyat, dış kulak yolu oklüzyonuna bağlı komplikasyonlar, kozmetik kaygılar ve getirdiği faydaların yeterince anlaşılammış olması gibi nedenlerden dolayı onlardan faydalanabilecek birçok kişi için hala zor bir seçimdir. Örneğin, bir restorandaki konuşma, havalandırma sistemi ve müzik gibi çeşitli ses kaynakları, konuşmayı yakalama ve ayırt etme yeteneğini azaltır. Diğer birçoğu ise dış kulak yolu problemi, kronik enfeksiyon ya da aşırı rahatsızlıktan dolayı işitme cihazı kullanmaz. Yeni işitme cihazı teknolojileri bu zorlukların üstesinden gelmeye çalışsa da, hastaların çoğu hala

işitme cihazlarının farklı durumlardaki beklentileri karşılayamadığını düşünmektedir. Bu nedenden dolayı seçilmiş yetişkinlerin sekizde birinden azı işitme cihazı kullanmaktadır¹.

İşitme cihazlarının doğasındaki bu sınırlamalar, kullanımlarındaki sosyal tabularla birleşince implante edilebilen işitme cihazlarının gelişmesine yol açmıştır. Yeni klinik çalışmalarda orta kulak implantlarının konvansiyonel işitme cihazlarında söz edilen sorunları azalttığı ve ek yararlar sağladığı gösterilmiştir⁵⁹. İmplant edilebilen işitme cihazları, işitme kaybı olan hastalara klasik işitme cihazlarına göre daha fazla avantajlar sağlar. Bunlar; artmış kazanç ve dinamik alan, azalmış feedback, azalmış bakım, gelişmiş görünüm ve dış kulak yolu okluzyonunu kapsar. Tabii ki, bu potansiyel faydalar işitme cihazı kullanımına bağlı olası zorluklarla karşılaştırılmalıdır. Bunlar, cerrahi implantasyon riski, cihazın bakım zorluğu ve cihazın başlangıç fiyatındaki artıştır.

2.4.1 Geleneksel işitme cihazlarının kullanımında işitsel rehabilitasyonu sınırlayan faktörler

Fiziksel faktörler

Yetersiz kazanç

Ağır derecede işitme kaybı olan hastalarda, sesin amplifikasyonu (ya da kazanç) primer ilgi alanıdır. Hava yolu iletim eşiği 80 dB olan bir hastanın alçak

sesleri, 0 dB’lik normal eşikte algılayabilmesi için; bir işitme cihazının, ses basıncı dalga genişliğinde 10.000 kat ve ses şiddetinde 100.000.000 kat artış üreterek ses şiddetini 80 dB kadar amplifiye etmesi gerekmektedir⁶⁰. Kazanç, genellikle işitme cihazının boyutuna göre ölçüldüğünden, kozmetik olarak daha az göze batan cihazlar daha az kazanç sağlarlar. Kulak içi, kanal içi ve tamamen kanaldaki dijital cihazların maksimum kazançları sırasıyla halen 55-65, 45-55, 35-50 dB arasındadır⁶¹.

Akustik geri besleme

Bir işitme cihazında mikrofon ve hoparlörün yakın olması nedeniyle hoparlörden çıkan sesin mikrofondan geri alınarak tekrar amplifiye edilip yankılı ses meydana getirmesine *akustik geri besleme* denir. Pratikte bu geri besleme, geleneksel işitme cihazlarının kazançlarını, önceden bildirilen maksimum kazançlardan daha azına sınırlar. Oluşan pozitif geri besleme, yetersiz bağlantı ya da aşırı amplifiye olmuş cihaz anlamına gelen, vızıltı ve tiz bir ses oluşturur. Potansiyel geri besleme, mikrofonun hoparlöre yakın olduğu tamamen kanaldaki cihazlarda ve hava kaçağının engellenmesinin zor olduğu mastoid kaviteli kulaklarda fazladır. Çok yüksek amplifikasyonda, kulak arkası cihazlarda bile bu bir problemdir. Dış kulak yoluna sıkıca oturan cihazlar, rahatsızlığın ve eksternal otit riskinin artması, otofoni ve doğal ses girişinin blokajı pahasına, geri beslemeyi düşürür.

Spektral yapının distorsiyonu ve faz kaymaları

Geleneksel işitme cihazları, sesi amplifiye ettikleri frekans alanında sınırlıdır. Çoğu, en iyi performansını konuşma bandında (500-2000 Hz) gösterir ve 100 ile 200 Hz'in altı ya da 5000 ile 6000 Hz'in üstünde çok amplifikasyon yapmazlar. Konuşmayı tanıma için gerekli en önemli hayati komponentler amplifiye edildiği halde, 'bas' ve 'tiz' seslerdeki kayıp, sonuçta ses algılamasına yapay bir karakter kazandırır. Alçak frekanslardaki (Meniere hastalığında siktir) ya da yüksek frekanslardaki (presbiakuzi ya da ototoksik maruziyetteki gibi) izole ağır işitme kayıplarının, geleneksel işitme cihazlarıyla düzeltilmesi, hastanın normal duyduğu orta frekansları aşırı amplifiye etmeden zordur. 500-2000 Hz bandında dahi, komşu frekansların odyometrik eşiklerindeki dik değişiklikler (örneğin, sese bağlı işitme kaybı) tüm frekanslardaki kazanç değişim oranlarının sınırlamalarından dolayı tam düzeltilemez. Frekanslar boyunca amplifikatör kazancındaki çok dik değişiklikler, ses algılamasını perde ve tını gibi değişikliğe uğratan faz kaymalarını ortaya çıkarır. Dijital sinyal üretim teknolojisi analog cihazlarla kıyaslandığında, spektral şekillendirme seçeneklerini çok geliştirdiği görülür ama bu temel sınırlamalar devam eder.

Nonlineer distorsiyon

Diğer birçok amplifikatörler gibi işitme cihazları da doğrusal varsayım ile tasarlanmışlardır ki, spektral yapı ya da faz kaymaları olmadan mikrofona verilen ses inputu hoparlörden bir output oluşturursa (cihaz tarafından amplifiye edilmiş ve hayali olarak şekillendirilmiş), ses input büyüklüğü iki katına çıkarılırsa output

tam olarak iki katına çıkar. Yüksek şiddetli hoparlör çıktısı için, bu varsayım bozulur çünkü hoparlör, doyma ve kesmeye başladığı için bazı hareket kalıplarına sürüklenir. Sinüzoid bir input, künt tepeleri olan dalgalı bir outputa döner. Bu nonlinear distorsiyon, sapmış olan hayali unsurları onlara yapay ya da robotik bir karakter vererek, ses algılamasına değiştirir. Dijital sinyal üretimi, bir cihazın amplifikasyon devresindeki distorsiyon etkilerini yatıştırdığı halde, havada yüksek sesler üreten bir hoparlörün oluşturduğu distorsiyon, geleneksel cihazların temel sınırlamalarından biri olmaya devam eder.

Oklüzyon etkileri

Feedback'i minimale indirmek için çoğu geleneksel işitme cihazları, dış kulak yolu duvarını hava geçirmeyecek şekilde kapatır ve cihazın hoparlörünü oklüze olmuş kulak kanalına izole eder. Kanal oklüzyonu istenmeyen çeşitli etkilere sahiptir; kanal cildine basıya bağlı rahatsızlık hissi, balmumu uçların hava sirkülasyonunu bozarak, kanalı irrite etmesine bağlı eksternal otit riskinin artması, çevre barometrik basıncındaki değişikliklerle kötüleşen otofoni ve kulakta dolgunluk hissi olması, kulağa normal ses giriş yolunun bloke olması, dış kulak yolu rezonansına bağlı normal olarak oluşan spektral şekillendirmeyi bozma.

Kötü görüntü

Çoğu hasta işitme cihazlarını, toplumda yaşlı ya da zayıf damgası yememek için kabul etmemektedir. İşitme cihazı kullanmaya aday olan hastaların %8'i, daha az dikkat çekici olan kanal içi cihaz kullanabilecekleri halde, işitme

cihazı kullanmayı reddetmelerindeki en önemli faktörün kötü kozmetik görüntü olduğunu belirtiyorlar⁶². İşitme cihazlarının, bu tür problemler göz önüne alınarak minyatürleştirilmesi artmış ve tamamen kanalda olan işitme cihazları rasgele gözlemciler tarafından görülemez hale gelmiştir. Ancak, minyatürleşmenin artmasıyla daha az kazanç, daha fazla feedback ve daha yüksek fiyat ile karşılaşmıştır. Sonunda, daha pahalı olan ve daha sık değiştirme gerektiren küçük piller nedeniyle, pilin boyutu da sınırlayıcı bir faktör haline gelmiştir.

Düşük iletim etkisi

Empedanstaki eşitsizlik ve uyum eksikliğine bağlı enerji kaybı, geleneksel işitme cihazlarının doğasındaki diğer bir eksikliktir. Dış kulak yolundaki havanın empedansı ile iç kulaktaki sıvının empedansı arasındaki fark enerji kaybına sebep olur. Kulak zarı ve kemikçik zincir fonksiyonu normal olan orta kulak çeşitli mekanizmalarla bu kaybı giderir. Kemik iletimli cihazlar hariç, tüm geleneksel işitme cihazları, dış kulak yolu havasına bir (amplifiye olmuş) akustik dalga çıktısı oluşturmak için hoparlör kullanır. Otoskleroza, kulak zarı perforasyonlarında ya da kanalın indirildiği “canal wall down” mastoidektomilerde olduğu gibi orta kulak fonksiyonu bozursa, geleneksel işitme cihazları empedans eşitsizliğinin üstesinden gelmek zorundadır. Sonuçta ya azalmış efektif kazanç, artmış distorsiyon ya da her ikisi birden görülür.

Kemikçik zincir normal fonksiyon gördüğünde dahi, havadan geçen akustik enerjinin geleneksel işitme cihazlarıyla stapes tabanına input olarak

iletilmesi problemlidir. Ne zaman bir sinyal bir fiziksel formdan (hoparlördeki elektrik akımı) öbürüne (havadaki akustik dalgalar) geçerse, bir miktar enerji (örn.ısı) kaybeder ve istenen sinyale gürültü ya da distorsiyon eklenir. Geleneksel işitme cihazlarının çeşitli adaptasyon basamakları vardır. Çevre havasındaki akustik dalgalardan, mikrofondaki elektrik akımına, hoparlör kablosundaki ya da piezoelektrik sürücüsündeki daha büyük bir elektrik akımına, dış kulak yolundaki havadaki akustik dalgalara, kulak zarı ve kemikçik zinciri hareketlerine, perilemfteki akustik dalgalara, tüylü hücrelerin sterosilyalarındaki sapmaya ve depolarizasyona ve daha başka şeylere adapte olurlar. Koklear implantlar, bu basamakları direk koklear sinir stimülasyonu sayesinde bypass eder ancak geleneksel işitme cihazlarında bu basamakların çoğu kaçınılmazdır. Kemikçik zincirin devinim hareketine direk bağlanan işitme cihazları bu uyum basamaklarının bazılarını siler, kazancı artırır ve distorsiyonu azaltır. İmplant edilebilen işitme cihazlarının neredeyse tamamı bu yaklaşımı kullanır.

İnsan faktörleri

Rekrutman ve dinamik alanın daralması

Sensörinöral işitme kaybı olan hastaları cihaz kullanımında hüsrana uğratan en önemli nedenlerden biri konuşmanın anlaşılabilirliğinin azalmasıdır. Bu problem, kalabalık ortamlarda dinlemeyi gerektiren durumlarda, konuşmayı ayırt etmeyi azaltan anormal frekans rezolüsyonu ve gürültünün istenmeyen artışlarına bağlıdır^{63,64}.

Sensörinöral işitme kaybı ayrıca, algılanan sesin dinamik alanı üzerine de ciddi kısıtlamalar getirir. Normal dinleyicilerde, zayıf seslerden tolere edilebilen en yüksek sese kadar ki dinamik alan 100 dB'den fazladır. İşitmedeki bu geniş dinamik alan içinde yaklaşık 35 dB'lik bir alan, konuşmaya özgü olan kısımdır. Bunun aksine, SNİK'i olan hastalardaki dinamik alan, duyma eşiğindeki yükselme ve yüksek şiddetli seslere toleransın azalmasıyla sıklıkla daralır. Dinamik alandaki bu daralma, ses şiddetinin atmasına bağlı, gürültüdeki anormal gelişme olan *rekrutmana* neden olur^{65,66}. Normal işitmesi olan bir kişiye normal gelen sesler, rekrutmanı olan birine çok alçak gelebilirken; normal işitmesi olan biri için çok gürültülü ortam rekrutmanı olan için de çok gürültülü olabilir. Sonuçta rekrutmanı olan hastanın tolere edebileceği ses şiddetinin dinamik alanı daha dardır. Bu zorluklara ek olarak rekrutman, konuşmayı anlama için kritik önem taşıyan yüksek frekanslarda daha sık görülür.

Rekrutman bu sayede, işitme cihazı rehabilitasyonuna meydan okuyan ilkelerden biri olarak kalır. Ortalama konuşma seviyelerinde, rekrutmanı olan bir kişi karşıdakinin daha yüksek sesle konuşmasını isteyip, henüz şiddette hafif bir artış olmuşken konuşma tolere edilemeyecek derecede gürültülü hal alıp, konuşmacıya bağırması söylenebilir. Çoğu işitme cihazı, sesin rahatsız edici düzeye amplifiye edilmesini önleyecek şekilde programlanabildiği halde, gelişmiş cihazların bile büyük bir kısmı sağlıklı bir kokleanın kompleks, nonlineer cevap şeklini tamamen kopyalayamaz⁶⁷.

Bozulmuş tını ve ses lokalizasyonu

Geleneksel işitme cihazlarının diğer bir sorunu, bozulmuş tını ve bozulmuş ses lokalizasyonudur. Basit amplifikasyon stratejileri bu duyarlılık kaybını kompanse edebilse de, kokleayı tam olarak taklit edemez.

Normal işitme sisteminin sağladığı faydanın çoğu akustik çevreyi bağımsız olarak örnekleyen ve bu bilgiyi kıyaslama ve analiz için beyne gönderen iki kulağın varlığına dayanır. Sesin algılanması, işitmedeki en önemli ilk adımdır ve tek kulak tarafından sağlanabilir. Ancak her iki kulaktan da ses girdisi olursa işitsel faydada belirgin artış olur. Sadece tek bir kulak fonksiyon gördüğünde ya da kulaklar arasındaki işitme seviyelerinde çok fazla fark varsa, sesin kaynağını lokalize etme yetisi azalır (arka plandaki ekoların baskılanması ve arka plandaki gürültünün bloke edilebilmesi gibi).

Bütün bu bahsedilen faktörler, hastalarda değişik derecelerde rol oynar ve işitme cihazı kullanıcılarındaki uyum sorununu artırır. Birçokları için işitme cihazlarının kabul edilemez olmasının ana nedenleri bunlardır⁶⁷.

2.4.2 İmplant edilebilen işitme cihazlarının vaat ettikleri

İmplant edilebilen işitme cihazları, geleneksel işitme cihazları ile karşılaşılan engellerin birçoğunu giderir. Ek olarak yerleştirilmesi için cerrahi gereksinim ve potansiyel olarak daha pahalı olması gibi engellere sahiptir. Bu

cihazların çekicilikleri;sinyal/gürültü oranının gelişme ihtimali, daha büyük amplifikasyon/kazanç potansiyeli, distorsiyon ve feedback azalması, oklüzyonun azalması, geniş dinamik alan ve düzelmiş kozmetik görüntüyü içerir. Altta yatan medikal problemler ya da aşırı rahatsızlıktan dolayı işitme cihazı kullanamayanlar için belki de tek seçenektir.

2.4.3 İmplant edilebilen işitme cihazları

Temel Dizayn Özellikleri

Transducer dizaynı

Geleneksel işitme cihazları, akustik enerjiyi mikrofon yoluyla alıp, sinyali üretilip amplifiye ederek, kulak zarının yanındaki hoparlöre ileterek fonksiyon görür. Bu amplifiye olmuş ses, timpanik membranın ve kemikçiklerin oluşturduğu normal işitsel yoldan iç kulağa ilerler. İmplant edilebilen işitme cihazları da, geleneksel cihazlardaki gibi sesi algılayan bir mikrofon ve ses sinyalini amplifiye eden ve değiştiren bir sinyal üretici kullanır. Buradaki fark ise implant edilebilen cihazlarda sinyal direk olarak kemikçikler veya pencerelere iletilir.

İmplant edilebilen işitme cihazlarında sistemin kritik komponenti, kemikçikler tarafından alınan sinyali üreten transducer ve bu transducer'ı kemikçiklere direk veya indirek olarak bağlayan mekanizmadır³⁹. Çeşitli implant dizaynlarını birbirinden ayıran işte bu mekanizmalardaki değişikliklerdir².

İki temel transducer tipi vardır: *piezoelektrik* ve *elektromanyetik*. Piezoelektrik implante edilebilen işitme cihazları, piezoelektrik kristal vibratör kullanan bir amplifikatör ile kemikçiklere bağlanarak fonksiyon görürler. Mikrofon tarafından alınan sesler sinyal işlemcisi tarafından elektriksel sinyale dönüştürüldükten sonra piezoelektrik çubuğa gönderilir. Bu piezo elektrik çubuk da titreşerek direk temasta olduğu kemikçiklere enerjiyi iletir.

Elektromanyetik implante edilebilen işitme cihazlarında transducer bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan mikrofon çıktısını oluşturan akımı taşıyan bir bobin kullanılarak oluşturulur. Bu manyetik alan, ferromanyetik yapının hemen yakınında bulunur ve onun titreşmesini sağlar⁶⁸. Burada da ses mikrofondan alınır ve sinyal işlemcisi tarafından dönüştürülerek amplifiye edilir ve elektromanyetik transducer'a gönderilir. Burada oluşan elektromanyetik saha da ferromanyetik üniteyi titreştirerek kemikçiklere iletimi sağlar.

Piezoelektrik transducerlara göre elektromanyetik transducerın farkı kemikçiklere temas etmesi gerekliliğinin olmamasıdır. Kemikçiklerin yakınında bulunması yeterlidir. Elektromanyetik transducera sahip implantlar daha küçük olduğundan daha dar bir alana yerleştirilebilirler. Piezoelektrik transducerlar ise daha geniş olduğu için yerleştirilmesi için daha büyük bir alana ihtiyaç duyarlar. Ancak direk kemikçik zincire bağlandıklarından dolayı piezoelektrik cihazlarda az distorsiyonla daha fazla amplifikasyon sağlanabilir⁶⁸.

Implante edilebilen işitme cihazlarından optimal faydayı sağlamak için implantların orta kulak ve kemikçik zincir mekanizmalarına uyum göstermesi

gerekir⁶⁹. Kemikçik zincirin en son parçası olan ve iç kulak ile bağlantıyı sağlayan stapes sesin transferi için önemlidir. Stapes bir piston gibi hareket eder⁷⁰. Stapesin herhangi bir implant ile olan hareketi de bu piston tarzı harekete uygun olmalıdır. Stapeze direk bağlanan bir implant da en iyi sonucu bu hareketi taklit ederek verecektir^{71,72}.

Çeşitli implante edilebilen cihazlar içinde piezoelektrik transducer kullanarak stapeze bağlanan implantlar, St. Croix Envoy/Esteem, inkusa bağlananlar Totally Integrated Cochlear Amplifier (TICA) dır. Elektromanyetik transducer kullananlar ise Med-el Vibrant Sound Bridge(VSB) ve Otologics Carina gibi inkusa bağlananlardır. Bunlar ayrıca stapeze, pencereleere, stapes tabanına da yerleştirilebilirler. Ayrıca direk inkudostapedial ekleme bağlanan Soundtec Direct Drive System de vardır.

Parsiyel veya Total İmplant Edilebilen Cihazlar

Parsiyel implante edilebilen işitme cihazları, elektriksel enerjiyi transkutan olarak iç parçaya ileten bir vericiye bağlı dış mikrofon ve konuşma işlemcisinden meydana gelir. Pil sistemi de implante edilen kısmı azaltmak amaçlı dış parçada bulunur. İmplantın iç parçası da kemikçik zincire bağlanan mekanik ileticiye elektrik enerjisini üretilip sunan iç alıcı bobini bulundurur.

Parsiyel implante edilebilen cihazlara karşılık, tam implante edilebilen işitme cihazlarında tüm bu sayılan yapılar, pil sistemi de dahil olmak üzere implante edilen kısımda bulunur. Böylece implantın büyüklük ve kompleksliği

artmış olmasına rağmen görünürlüğü azalmıştır. İlk üretilen tam implante edilebilen işitme cihazı TİCA'dır. 1999 ve 2001 yılları arasında 32 hastaya takılan TİCA⁸⁸ firmanın teknik ve ekonomik sorunlarla dağılması sonucu piyasadan kalkmıştır. İkinci nesil tam implante edilebilen işitme cihazları ise Otologics tarafından üretilmeye başlanmıştır.

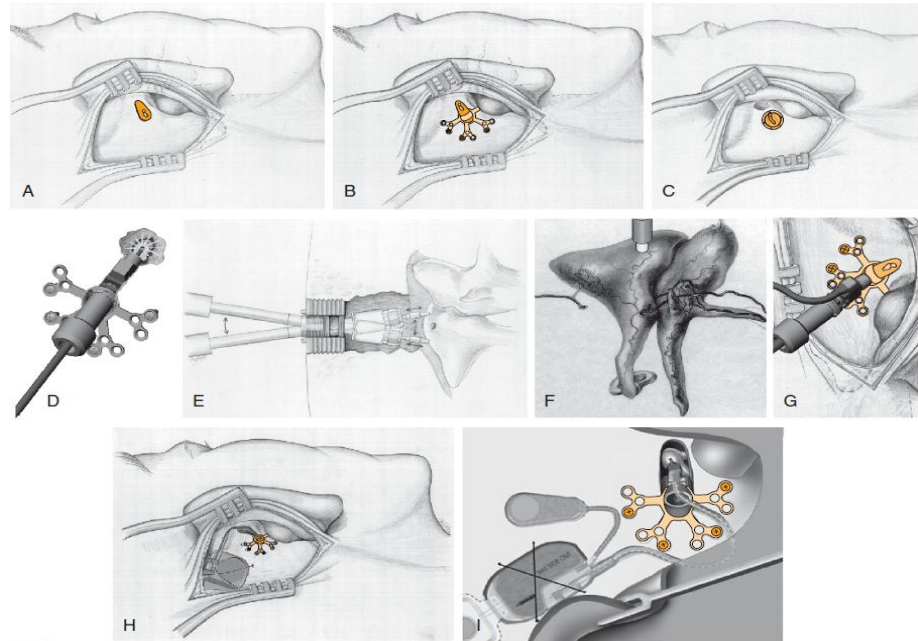
MET (Middle Ear Transducer) and Carina

Otologics MET (middle ear transducer) elektromekanik bir orta kulak işitme cihazıdır⁵⁹. MET parsiyel implante edilebilen bir sistem olarak üretilmiş olup daha sonraları tam implante edilebilen Carina ile yer değiştirmiştir.

MET'in implante edilebilir ünitesi, bir elektronik alıcıya bağlı transducerdan oluşur^{59,73}. Transducer, inkus ile direk bağlantı kuran bir probu titreştirir. İki external cihaz geliştirilmiştir. Klinik çalışmalarda ilk kullanılanı, Oticon JUMP-1 işitme cihazının modifiye versiyonudur (Oticon Inc. Kopenhag, Danimarka) ve BTE sinyal işlemcisi, mikrofon, amplifikatör ve pilden oluşur. Cihazın bu parçası kısa bir kabloyla transmitter bobine bağlanır. Daha yeni dış parça ise transmitter bobini ve tüm BTE parçacıklarını içeren kısımdır.

Bu yarı implante edilebilir sistemler, MET kemikçik stimülatörüne, 250'den 6250 Hz'e kadar olan frekans aralığında 135dB SPL'den fazla kazanç sağlar⁵⁹. Bu sonuç teorik olarak ortadan ciddiye kadar SNİK olan hastalarda yeterli kazanç sağlar.

MET kemikçik stimülatörünün yerleştirilmesi genel anestezi ve yaklaşık 2 saatlik bir ameliyat gerektirir. Standart postaurikuler yaklaşım kullanarak, mastoid korteks, zigoma kökü, posterior kanal ve linea temporalis iyice ortaya konur⁵⁹. Antrotomi uygulanır ve inkus gövdesi ve malleus başı görülene kadar genişletilir. Tamamlanınca, açıklığın üstüne kemik vidaları kullanılarak montaj sistemi bağlanır. MET kemikçik stimülatörü, montaj sisteminin içine retrakte edilmiş transducer prob ucu ile yerleştirilir. Prob ucunu alacak şekilde inkus gövdesine lazer yardımı ile küçük bir delik açılır. Mikrometrelik vida kullanarak prob ucu yerine yerleştirilir ve inkusa fibrin dokuyla sıkıca bağlanır. Alıcı kapsül ve transducer elektronikleri mastoidde turlanarak oluşturulan resese yerleştirilir.



Şekil 6 Otologisc MET veya Carina' nın cerrahi implantasyonu: antrotomi (A), metalik ekartörün tutturulması (B-C), lazerle inkudotomi (D-E), transducerin inkudotomiye yerleştirilmesi (F), transducer sabitlenmesi (G), cihazın kalını retromastoid tespiti (H).

Günümüze kadar, çeşitli cihazların transducerları kemikçik zincirin çeşitli yerlerine bağlanıyordu. Bu da implantasyon için normal bir orta kulak ve normal fonksiyon gören kemikçik zinciri gerektiriyordu. Hayvan çalışmaları sesin iç kulağa yuvarlak pencere vasıtası ile iletim potansiyelini göstermiştir. Wever ve Lawrence, akustik uyarının koklear potansiyel oluşturmada yuvarlak ve oval pencerelerin eşit etkiye sahip olduğunu göstermiştir⁷⁴. Dumon ve arkadaşları ise yuvarlak pencereye yerleştirilen piezoelektrik vibratörler vasıtası ile indüklenen işitsel uyarılmış potansiyelleri, akustik uyarılmış potansiyellerle karşılaştırdıkları hayvan çalışmada yuvarlak pencere stimülasyonunun faydasını doğrulamışlar⁷⁵. Colletti ve arkadaşları 2006 yılında VSB ile yuvarlak pencere stimülasyonu yaparak başarılı sonuçlar elde etmişler⁷⁶.

Tam implante edilebilir sistem olan Otologics Carina'yı MET'den ayıran özellik tüm cihaz parçalarının implante edilebilir kısımda bulunmasıdır(uzaktan kumanda ve şarj cihazı dışında). Bu cihaz eksternal mikrofon yerine subkutan mikrofon kullanır ve pencereler ve kemikçik zincirde herhangi bir yere implante edilebilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, tam implante edilebilir aktif orta kulak işitme cihazı (Otologics Carina) için opere edilecek hastalar aşağıdaki kriterlere göre seçilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 20-65 yaş arasında olmak
- Hafif- ileri derecede mikst tip işitme kaybı olmak veya bilateral geçirilmiş bir orta kulak ameliyet hikayesi olmak veya konuşmayı ayırt etme skorları konvansiyonel işitme cihazı ile yükseltilemeyen hastalar
- Konuşmayı ayırd etme skoru %40 üzerinde olmak
- Herhangi bir nörolojik hastalığı olmamak
- 3 aydan uzun süredir işitme cihazı kullanmak ve kullandığı işitme cihazından yeterince fayda görmemek

Gazi üniversitesi Tıp Fakültesi Etik kurulunun 09.01.2013 tarih ve 04 sayılı onayı alınarak Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Hastalıkları Anabilim dalında 2010-2012 yılları arasında yaşları 33 ila 57 arasında değişen yaş ortalaması 46,2 olan Carina uygulanan 9 hasta çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağladığı için değerlendirildi.

Preoperatif odyolojik değerlendirme

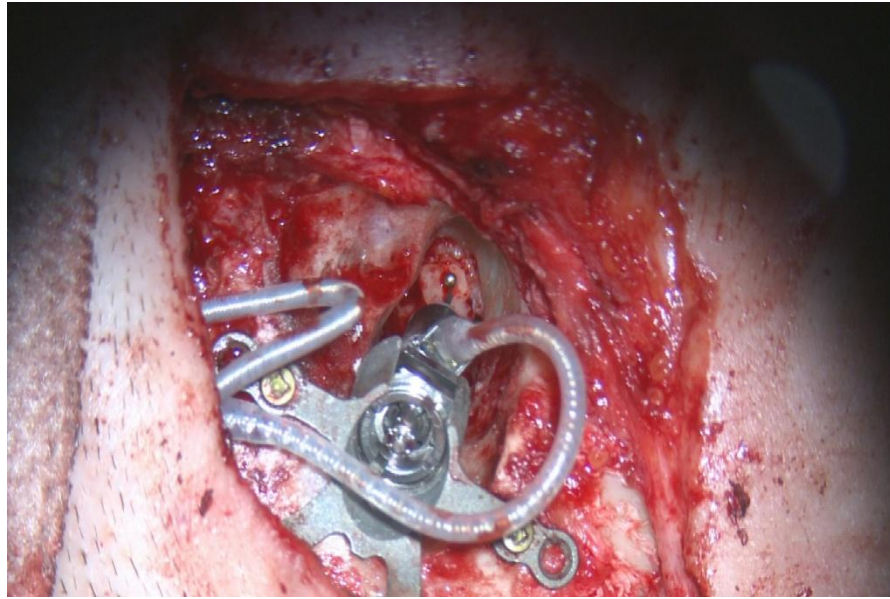
Çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan hastalara operasyon öncesi saf ses odyometri yapıldı. Bilateral 250 Hz, 500 Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz ve 8kHz frekanslarda kemik ve hava yolu işitme eşiklerine bakıldı. İşitme cihazı kullanan hastaların cihazlı işitme eşiklerine de bakıldı. Hastaların implantasyon öncesi işitme düzeyleri bilateral orta derecede mikst tip işitme kaybından ileri derecede mikst tip işitme kaybı arasında idi.

Hastaların 4' daha önceden mastoidektomi+timpanoplasti, 2'si radikal mastoidektomi, 1'i stapedektomi operasyonu geçirmiş, iki hasta ise daha önceden operasyon geçirmemişti. Operasyon geçirmeyen hastaların birisinde bilateral izole dış kulak yolu atrezisi mevcuttu. Beş hastanın sol kulağına (%55,6), 4 hastanın da sağ kulağına (%44,4) implant yerleştirildi.

Cerrahi Yöntem

Ameliyatların hepsi genel anestezi altında gerçekleştirildi. Retroaurikuler sulkusun yaklaşık 2cm arkasından ve üstte linea temporalis doğrultusunda posteriora doğru uzanan insizyonla cilt ciltaltı geçilerek periosta ulaşıldı. Periost da geçildikten sonra mastoid kortekse ulaşıldı. Daha önceden opere olmamış hastalarda antrotomi yapılarak antruma ulaşıldı. Kemikçik zincir ve orta kulağa ulaşılarak değerlendirildi. Dokuz hastanın 5'inde (%55,6) implant inkus gövdesine, 2 hastada (%22,2) oval pencereye, 1 hastada (%11,1) yuvarlak pencereye, 1 hastada ise (%11,1) endosteuma yerleştirildi. İmplantın transducer

sabitleyicisi için mastoid kortekste yuva oluşturularak vida ile sabitlendi. İmplantın diğer parçaları da cilt altına yerleştirildi. Daha önceden radikal mastoidektomi veya modifiye radikal mastoidektomi yapılmış hastalara yağ obliterasyonu ve “cul de sac” yapıldı. Bilgisayar ile “fitting” yapılarak cihaz ayarları kontrol edildikten sonra operasyona son verildi.



şekil 7: Prob ucu inkusa yerleştirilmiş Carina operasyon grntş.

Postoperatif odyolojik değerlendirme

Hastalara postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldı. Postoperatif 250 Hz, 500 Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz ve 8kHz frekanslarda kemik ve hava yolu işitme eşiklerine bakıldı. Cihaz aktivasyonu yapıldıktan sonra nc ayda odyolojik değerlendirme yapıldı. Bu değerlendirmede Otologics Carina’lı eşiklere bakıldı.

Hastaların tümüne postoperatif yaşam kalitesi anketi olan “Glasgow Benefit Inventory” yapıldı.

İstatistiksel Değerlendirme

Hastaların yaş, cinsiyet, daha önceden geçirilen operasyonları, ameliyat edilen kulak, implantın “transducer” ucunun sabitlendiği yer, preoperatif tüm frekanslarda hava ve kemik yolu eşikleri, cihazlı eşikleri, postoperatif hava ve kemik yolu eşikleri, postoperatif implantlı eşikleri, preoperatif ve postoperatif konuşmayı ayırt etme skorları, postoperatif implantlı eşiklerden preoperatif hava yolu eşiklerinin çıkarılması ile elde edilen kazançlar gibi tüm veriler SPSS yazılım programı kullanılarak değerlendirildi. Bütün bu verilerin ortalaması, ortanca değerleri, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri hesaplandı. Daha sonra çıkarımsal istatistikler için preoperatif hava yolu ile postoperatif hava yolu eşikleri, preoperatif kemik yolu ile postoperatif kemik yolu eşikleri, preoperatif cihazlı eşikler ile postoperatif implantlı eşikleri, postoperatif implantlı eşikler ile preoperatif hava yolu eşikleri, preoperatif SD ve postoperatif SD oranları ve inkus uygulamaları ile pencere uygulamaları arasındaki kazançların karşılaştırılması “Wilcoxon-Signed-Ranks” testi kullanılarak karşılaştırıldı.

1. Hasta:

Otuzaltı yaşında erkek hasta idi. Uzun zamandır her iki kulağında işitme kaybı bulunan hastaya 1987 yılında sol kulaktan mastoidektomi+timpanoplasti, 2009 da sağ kulaktan radikal mastoidektomi yapılmış. Yapılan muayenesinde sol kulak zarı intakt görünümde olup sağda temiz herhangi bir patoloji olmayan radikal kavitesi mevcuttu. Sol kulakta hafif derecede iletim tipi işitme kaybı, sağ kulakta ileri derecede mikst tip işitme kaybı vardı. Hastanın konuşmayı ayırt etme skoru sağ kulakta %60, sol kulakta %100 idi. Hasta 8 ay sol kulağına işitme cihazı kullanmış ancak hastanın sağ kulaktaki işitme kaybının amplifikasyonu daha uygun olacağından hastaya yüksek frekanslardaki kemik yolları eşiklerinin düşük olması sebebiyle BAHA önerildi. Hasta kozmetik sebepler nedeniyle BAHA'yı kabul etmediğinden Carina önerildi. 20.07.2010 tarihinde sağ kulağına Carina implant yerleştirildi. Stapes tabanına lazer ile stapedotomi yapılarak implantın transducer ucu oval pencereye yerleştirildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

2. Hasta:

Kırkaltı yaşında erkek hasta idi. Uzun zamandır işitme kaybı şikayeti olan hasta daha önce kulaktan herhangi bir operasyon geçirmemiştir. Yapılan kulak muayenesinde bilateral kulak zarları ve dış kulak yolu normal bulundu. 1 senedir sağ kulağına işitme cihazı kullanan hastanın yapılan odyogramında bilateral orta derecede mikst tiip işitme kaybı saptandı. Konuşmayı ayırt etme oranı her iki kulakta da %60 olarak tespit edildi. İşitme cihazından fayda görmediğini belirten hastanın 20.07.2010 tarihinde sağ kulağına Carina implant takıldı. İmplantın transducer ucu inkusa yerleştirildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyon gelişmeyen hastaya postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

3. Hasta:

Ellibir yaşında erkek hasta idi. Sağ kulaktan 2000 ve 2004 yıllarında önce mastoidektomi+timpanoplasti sonra modifiye radikal mastoidektomi yapılmış. Sol kulaktan 2010 yılında mastoidektomi ve timpanoplasti yapılmış. Yapılan muayenesinde sağda radikal kavitesi mevcuttu. Sol kulakta ise greft zar intakt idi. Odyogramda sol kulakta orta derecede, sağ kulakta hafif derecede mikst tip işitme kaybı saptandı.

Konuşmayı ayırt etme skoru sağ kulakta %96, sol kulakta %100 idi. Devam eden işitme kaybı şikayeti ve görünür bir işitme cihazı kullanmak istememesi üzerine hastaya Carina önerildi. 25.01.2011 tarihinde sol kulağa Carina takıldı. İmplantı transducer ucu oval pencereye yerleştirildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Bu hastanın şarj cihazında bozulma meydana geldiği için şarj cihazı değişimi yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

4. Hasta:

Otuzdokuz yaşında erkek hasta idi. Yaklaşık 15 yıldır sol kulakta daha fazla olan işitme kaybı varmış. Hastaya bilateral otoskleroz tanısı ile Ocak 2011 de sol stapedektomi yapılmış ve piston yerleştirilmiş. Hastanın işitme kaybında düzelme olmuş ancak 6 aydan sonra tekrar işitme kaybı artmış. Uzun zamandır da kullandığı işitme cihazından fayda görmüyormuş. Yapılan odyogramda bilateral ileri derecede mikst tip işitme kaybı saptandı. Konuşmayı ayırt etme oranı sağda %72, solda %40 idi. Hastanın sol kulağına 03.05.2011’de Carina takıldı. İmplantın transducer ucu inkusa yerleştirildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi

amacıyla odyolojik test yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

5. Hasta:

Elli yaşında kadın hasta idi. Uzun zamandır her iki kulakta işitme kaybı şikayeti varmış. İki kez sol kulaktan, bir kez de sağ kulaktan opere olmuş. 4 yıldır işitme cihazı kullanıyormuş ancak fayda görmüyormuş. Yapılan muayenede sağ greft zar intakt idi. Solda kavite mevcuttu. Yapılan odyogramda sağ kulakta hafif dereceli, sol kulakta ileri derecede mikst tip işitme kaybı saptandı. Konuşmayı ayırt etme skoru sağ kulakta %76, sol kulakta %80 idi. İşitme cihazı kullanımı klinik olarak uygun olmayan hastaya orta kulak implantı önerildi. 26.01.2012 tarihinde sağ kulağına Carina takıldı. İmplantın transducer ucu inkusa yerleştirildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

6. Hasta:

Elliyedi yaşında erkek hasta idi. İşitme kaybı nedeniyle sağ kulağından 3 kez opere olan hasta, sol kulağından da bir kere opere olmuş. İşitme

kaybı geçmeyen hasta yaklaşık 25 yıldır işitme cihazı kullanıyormuş ancak fayda görmüyormuş. Muayenede sağ kulakta radikal mastoidektomi kavitesi mevcuttu. Sol kulakta ise mastoidektomi+timpanoplasti sonucu greft zar intakt görünümde idi. Yapılan odyogramda bilateral ileri derecede mikst tip işitme kaybı saptandı. 26.01.2011’de sol kulağa Carina takıldı. İmplantlı transducer ucu yuvarlak pencere ve stapes tabanı ossifiye olduğu için endosteuma yerleştirildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

7. Hasta:

Otuzüç yaşında erkek hasta idi. Çocukluğundan beri işitme kaybı bulunan hasta sağ kulaktan 3 kez, sol kulaktan 1 kez opere olmuş. Hastanın işitme kaybı şikayeti devam ediyormuş. Yaklaşık 8 aydır işitme cihazı kullanıyormuş ancak fayda görmüyormuş. Muayenede bilateral greft zarlar intakt izlendi. Yapılan odyogramda bilateral solda ileri derecede sağda orta derecede mikst tip işitme kaybı saptandı. Konuşmayı ayırt etme oranı sağda %86, solda %80 bulundu. Hastaya 16.03.2012 tarihinde sol Carina takıldı. İmplantın transducer ucu inkusa yerleştirildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyon saptanmadı Postoperatif ikinci

ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Yapılan odyogramda sol kulakta total işitme kaybı saptandı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

8. Hasta:

Kırkaltı yaşında kadın hasta idi. Doğumundan beri işitme kaybı olan hasta sol kulakta 25 yıldır işitme cihazı kullanıyormuş. Cihaz kullanımına bağlı enfeksiyon, ağrı gibi şikayetleri olan hasta kozmetik açıdan da sıkıntı yaşıyormuş. Muayenede bilateral dış kulak yolu atrezik görünümde izlendi. Çekilen temporal kemiğe yönelik tomografide bilateral izole dış kulak yolu atrezisi saptandı. Herhangi başka bir iç kulak ya da orta kulak anomalisi saptanmadı. Yapılan odyogramda bilateral ileri derecede mikst tip işitme kaybı saptandı. Konuşmayı ayırt etme oranı her iki kulakta da %60 bulundu. Hastaya 25.01.2011'de sağ kulaktan Carina takıldı. İmplantın transducer ucu inkusa yerleştirildi. Postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

9. Hasta:

Elliyedi yaşında kadın hasta idi. Yaklaşık 40 yıldır işitme kaybı varmış. Her iki kulağından toplam 8 kez ameliyat olan hasta 8 yıldır da enfeksiyon gibi çeşitli nedenlerden dolayı her iki kulağına da işitme cihazı kullanmış. Muayenede bilateral radikal mastoidektomi kavitesi olan hastanın yapılan odyogramında bilateral orta derecede mikst tip işitme kaybı saptandı. Konuşmayı ayırt etme skorları sağ kulakta %88, sol kulakta %84 tespit edildi. 16.03.2012 tarihinde sol kulağına Carina takıldı. İmplantın transducer ucu yuvarlak pencereye yerleştirildi. Postoperatif hastanın yara yerinde enfeksiyon ve açılma meydana gelince tekrar yara yeri ve cul de sac revizyonu yapıldı. Daha sonra herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Postoperatif ikinci ayda odyolojik test yapıldıktan sonra cihaz aktivasyonu yapıldı ve postoperatif üçüncü ayda implantlı eşiklerin değerlendirilmesi amacıyla odyolojik test yapıldı. Bu hastanın şarj cihazında takiplerde bozulma meydana geldiği için şarj cihazı değişimi yapıldı. Hastaya daha sonra yaşam kalitesi anketi yapıldı.

4.BULGULAR

4.1. İstatistiksel Analiz ve Değerlendirme

Tanımlayıcı İstatistikler

Çalışmaya katılan 9 hastanın 6 sı erkek, 3 ü kadın idi(%66,7 erkek-%33,3 kadın). Hastaların yaşları minimum 33 maksimum 57 olmak üzere, ortalama yaş 46,22 (SD:8,24) idi. Hastaların %55,6 sı sol taraftan, diğer %44,4 ü ise sağ taraftan opere edildi. İmplantın transdüceri hastaların birinde (%11,1) endosteuma, beş hastada(%55,6) inkusa, iki hastada (%22,2) oval pencereye, bir hastada ise (%11,1) yuvarlak pencereye takıldı. Hastaların 4'ü (%44,4) ü implant takılan taraf kulağından daha önceden kronik otit nedeniyle mastoidektomi ve timpanoplasti ameliyatı geçirmiş. İki ise (%22,2) aynı kulaktan daha önce radikal mastoidektomi ameliyatı geçirmiş. Biri de (%11,1) stapedektomi ameliyatı geçirmiş. İki hasta(%22,2) ise daha önceden kulak ameliyatı geçirmemiş.

Hastaların implant takılan kulakta preoperatif havayolu işitme eşiklerinin ortalaması; 250 Hz'de 65,56dB, 500 Hz'de 71,11dB, 1000 Hz'de 71,11dB, 2000 Hz'de 80,56dB, 4000 Hz'de 88,33dB ve 8000 Hz'de 97,78dB olarak tespit edildi (Bkz. Tablo: 1). Preoperatif kemik yolu işitme eşikleri ortalaması ise 500 Hz'de 22,22dB, 1000 Hz'de 26,67dB, 2000 Hz'de 45dB, 4000 Hz'de 45,56dB olarak saptandı (Bkz. Tablo: 2).

Tablo 1: Preoperatif opere edilen kulakta hava yolu eşikleri ortalamaları.

	prehy250	prehy500	prehy1000	prehy2000	prehy4000	prehy8000
Ortalama	65,56	71,11	71,11	80,56	88,33	97,78
Ortanca	60,00	70,00	70,00	75,00	90,00	105,00
Std. Sapma	27,437	25,712	22,048	16,094	20,310	17,697
Minimum	15	30	45	60	55	65
Maksimum	110	115	110	105	115	120

Prehy(n): Preoperatif hava yolu eşikleri('n' frekansta).

Tablo 2: Preoperatif opere edilen kulakta kemik yolu eşikleri ortalamaları.

	preky500	preky1000	preky2000	preky4000
Ortalama	22,22	26,67	45,00	45,56
Ortanca	20,00	25,00	50,00	50,00
Std. Sapma	14,386	14,577	11,726	14,884
Minimum	5	10	25	20
Maksimum	50	55	60	70

Preky(n): Preoperatif kemik yolu eşikleri ('n' frekansta).

Preoperatif cihaz kullanan hastaların cihazlı eşiklerinin ortalaması; 250Hz'de 38,33 dB, 500 Hz'de 45,83 dB, 1000 Hz'de 36,67 dB, 2000 Hz' de 42,50 dB, 4000 Hz'de 59,17 dB, 8000 Hz'de 42,52 dB ölçüldü (Bkz. Tablo: 3).

Tablo 3: Preoperatif cihazlı eşiklerin ortalamaları.

	precih250	precih500	precih1000	precih2000	precih4000	precih8000
Ortalama	38,33	45,83	36,67	42,50	59,17	53,33
Ortanca	40,00	42,50	40,00	45,00	67,50	55,00
Std. Sapma	5,164	10,685	15,706	21,852	27,096	42,525
Minimum	30	35	10	15	20	10
Maksimum	45	65	55	70	95	95

Precih(n): Preoperatif cihazlı eşikler ('n' frekansta).

Hastaların implant takılan kulakta postoperatif havayolu işitme eşiklerinin ortalaması ise 250 Hz’de 70,56 dB, 500 Hz’de 72,78dB, 1000 Hz’de 77,78dB, 2000 Hz’de 88,89 dB, 4000 Hz’de 100,56dB, 8000 Hz’de 108,33 dB olarak saptandı (Bkz. Tablo 4). Postoperatif kemik yolu eşikleri ortalaması ise 500 Hz’de 21,88dB, 1000 Hz’de 31,25 dB, 2000 Hz’de 46,25dB, 4000 Hz’de 53,00 dB olarak saptandı (Bkz. Tablo: 5).

Tablo 4: Postoperatif hava yolu eşiklerinin ortalamaları.

	pohy250	pohy500	pohy1000	pohy2000	pohy4000	pohy8000
Ortalama	70,56	72,78	77,78	88,89	100,56	108,33
Ortanca	75,00	80,00	75,00	85,00	105,00	110,00
Std. Sapma	18,948	18,390	18,390	23,422	19,437	12,247
Minimum	30	40	55	55	65	85
Maksimum	90	100	120	120	120	120

Pohy(n): Postoperatif hava yolu eşikleri (‘n’ frekansta).

Tablo 5: Postoperatif kemik yolu eşiklerinin ortalamaları.

	poky500	poky1000	poky2000	poky4000
Ortalama	21,88	31,25	46,25	53,00
Ortanca	17,50	32,50	42,50	55,00
Std. Sapma	8,425	13,025	17,879	19,235
Minimum	15	15	20	30
Maksimum	35	55	75	80

Poky(n): Postoperatif kemik yolu eşikleri (‘n’ frekansta)

Hastaların postoperatif implant aktif hale getirildikten sonra yapılan serbest saha ölçümlerinde işitme eşikleri ortalamaları ise 250 Hz’de 54,17 dB 500 Hz’de 56,67 dB, 1000 Hz’de 55 dB, 2000 Hz’de 69,17 dB, 4000 Hz’de 78,33 dB ve 8000 Hz’de 80,00 dBHL olarak saptandı (Bkz. Tablo: 6).

Tablo 6: Postoperatif serbest saha eşikleri ortalamaları.

	serb250	serb500	serb1000	serb2000	serb4000	serb8000
Ortalama	54,17	56,67	55,00	69,17	78,33	80,00
Ortanca	52,50	52,50	50,00	67,50	77,50	82,50
Std. Sapma	10,206	12,910	18,708	23,327	16,330	15,166
Minimum	40	45	40	40	55	60
Maksimum	70	75	90	100	100	100

Serb(n): Postoperatif serbest saha eşikleri (‘n’ frekansta).

Postoperatif implantlı ölçülen eşiklerin ortalamaları ise; 250 Hz’de 35,63 dB 500 Hz’de 38,12 dB, 1000 Hz’de 33,13 dB, 2000 Hz’de 40,63 dB, 4000 Hz’de 51,88 dB, 8000 Hz’de 58,13 dB olarak saptandı (Bkz Tablo: 7).

Tablo 7: Postoperatif implantlı eşiklerin ortalamaları.

	poimp250	poimp500	poimp1000	poimp2000	poimp4000	poimp8000
Ortalama	35,63	38,13	33,13	40,63	51,88	58,13
Ortanca	40,00	35,00	30,00	37,50	50,00	55,00
Std. Sapma	14,745	17,513	13,611	11,160	8,839	11,319
Minimum	15	15	10	30	40	45
Maksimum	60	70	55	55	70	75

Poimp(n): Postoperatif implantlı eşikler (‘n’ frekansta)

.

Hastaların implant takılmadan önce ölçülen konuşmayı ayırt etme oranlarının (“Speech Discrimination” (SD)) ortalaması %72,78 iken postoperatif SD ortalaması 69,90 olarak ölçüldü (Bkz. Tablo: 8).

Tablo 8: SD oranları.

	presd	posd
N	9	5
Ortalama	72,78	69,60
Ortanca	76,00	76,00
Std. Sapma	19,325	24,593
Minimum	40	40
Maksimum	100	96

Presd: Preoperatif, posd: Postoperatif.

Tablo 9: Preoperatif SD sıklıkları ve oranları.

presd				
	Sıklık	Yüzde	Değer yüzdesi	Kümülatif yüzde
Değer 40	1	11,1	11,1	11,1
60	3	33,3	33,3	44,4
76	1	11,1	11,1	55,6
80	1	11,1	11,1	66,7
84	1	11,1	11,1	77,8
95	1	11,1	11,1	88,9
100	1	11,1	11,1	100,0
Total	9	100,0	100,0	

Tablo 10: Postoperatif SD sıklıkları ve oranları.

postSD					
		Sıklık	Yüzde	Değer yüzdesi	Kümülatif yüzde
Değer	40	1	11,1	20,0	20,0
	48	1	11,1	20,0	40,0
	76	1	11,1	20,0	60,0
	88	1	11,1	20,0	80,0
	96	1	11,1	20,0	100,0
	Total	5	55,6	100,0	
	Kayıp	4	44,4		
Total		9	100,0		

PostSD: Postoperatif SD.

Tablo 11: Postoperatif implantlı eşiklerinden preoperatif hava yolu eşiklerinin çıkarılması ile elde edilen kazançlar.

	kazancort	Kazanç 250	Kazanç 500	Kazanç 1000	Kazanç 2000	Kazanç 4000	Kazanç 8000
Ortalama	34,7917	24,38	29,38	35,00	40,63	38,13	41,25
Ortanca	37,9167	25,00	32,50	40,00	37,50	40,00	40,00
Std.	17,62568	24,559	25,556	17,728	17,816	22,668	24,893
Sapma							
Minimum	5,00	-25	-25	0	10	5	-10
Maksimum	60,83	60	65	55	65	65	70

Kazancort: Tüm frekanslardaki kazançların ortalaması, kazanç (n): ‘n’ frekanstaki kazançlar.

Çıkarımsal İstatistikler

Ölçümle belirtilen değişkenler normal dağılım koşullarını sağlamadığı için nonparametrik testler kullanılmıştır. Wilcoxon Signed Ranks Test kullanılarak hastaların aynı frekansdaki preoperatif havayolu eşikleri postoperatif havayolu eşikleri ile, preoperatif kemik yolu eşikleri postoperatif kemik yolu eşikleri ile, postoperatif implantlı eşikleri preoperatif hava yolu eşikleri ile, postoperatif implantlı eşikleri preoperatif işitme cihazlı eşiklerle karşılaştırıldı.

İstatistiksel sonuçlar:

1. Preoperatif hava yolu eşikleri ile postoperatif hava yolu eşikleri arasında 250 Hz dışındaki tüm frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (Bkz. Tablo: 14).
2. Tüm frekanslarda preoperatif kemik yolu eşikleri ve postoperatif kemik yolu eşikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (Bkz. Tablo: 15).
3. Postoperatif implantlı eşikler preoperatif hava yolu eşikleri ile karşılaştırıldığında, 250 Hz dışında tüm frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (Bkz. Tablo: 12).
4. Postoperatif implantlı eşikler preoperatif cihazlı eşikler ile karşılaştırılınca tüm frekanslarda istatistiksel olarak fark saptanmadı (Bkz. Tablo: 13).

5. Preoperatif ve postoperatif SD'lar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (Bkz. Tablo: 17).
6. İnkus uygulamaları ile pencere uygulamaları karşılaştırıldığında aralarında herhangi bir istatistiksel fark bulunmadı (Bkz. Tablo: 16).

Tablo 12: Postoperatif implantlı eşikler ile preoperatif havayolu eşikleri karşılaştırılması.

	prehy250	poimp250	prehy500	poimp500	prehy1000	poimp1000
N	9	8	9	8	9	8
Ortalama	65,56	35,63	71,11	38,13	71,11	33,13
Ortanca	60,00	40,00	70,00	35,00	70,00	30,00
Std. Sapma	27,437	14,745	25,712	17,513	22,048	13,611
Minimum	15	15	30	15	45	10
Maksimum	110	60	115	70	110	55

Prehy(n): Preoperatif hava yolu eşikleri ('n' frekansta), poimp(n): postoperatif implantlı eşikler ('n' frekansta).

Tablo 12'nin devamı.

	prehy2000	poimp2000	prehy4000	poimp4000	prehy8000	poimp8000
N	9	8	9	8	9	8
Ortalama	80,56	40,63	88,33	51,88	97,78	58,13
Ortanca	75,00	37,50	90,00	50,00	105,00	55,00
Std. Sapma	16,094	11,160	20,310	8,839	17,697	11,319
Minimum	60	30	55	40	65	45
Maksimum	105	55	115	70	120	75

Prehy(n): Preoperatif hava yolu eşikleri ('n' frekansta), poimp(n): postoperatif implantlı eşikler ('n' frekansta).

	poimp250	poimp500	poimp1000	poimp2000	poimp4000	poimp8000
	- prehy250	- prehy500	- prehy1000	- prehy2000	- prehy4000	- prehy8000
Z	-1,963	-2,254	-2,375	-2,539	-2,524	-2,392
İstatist. anlamlılık	,050	,024	,018	,011	,012	,017

Wilcoxon Signed Ranks Test.

Prehy(n): Preoperatif hava yolu eşikleri ('n' frekansta), poimp(n): postoperatif implantlı eşikler ('n' frekansta).

Tablo 13: Postoperatif implantlı eşikler ile preoperatif cihazlı eşikler ve karşılaştırılması.

	precih250	poimp250	precih500	poimp500	precih1000	poimp1000
N	6	8	6	8	6	8
Ortalama	38,33	35,63	45,83	38,13	36,67	33,13
Ortanca	40,00	40,00	42,50	35,00	40,00	30,00
Std. Sapma	5,164	14,745	10,685	17,513	15,706	13,611
Minimum	30	15	35	15	10	10
Maksimum	45	60	65	70	55	55

Precih(n): Preoperatif cihazlı eşikler ('n' frekansta), poimp(n): postoperatif implantlı eşikler ('n' frekansta).

	precih2000	poimp2000	precih4000	poimp4000	precih8000	poimp8000
N	6	8	6	8	3	8
Ortalama	42,50	40,63	59,17	51,88	53,33	58,13
Ortanca	45,00	37,50	67,50	50,00	55,00	55,00
Std. Sapma	21,852	11,160	27,096	8,839	42,525	11,319
Minimum	15	30	20	40	10	45
Maksimum	70	55	95	70	95	75

Precih(n): Preoperatif cihazlı eşikler ('n' frekansta), poimp(n): postoperatif implantlı eşikler ('n' frekansta).

	poimp250 - precih250	poimp500 - precih500	poimp1000 precih1000	poimp2000 precih2000	poimp4000 precih4000	poimp8000 precih8000
Z	-,552	-1,473	-,535	-,542	-1,084	-1,342
İstatist. anlamlılık	,581	,141	,593	,588	,279	,180

Wilcoxon Signed Ranks Test.

Precih(n): Preoperatif cihazlı eşikler ('n' frekansta), poimp(n): postoperatif implantlı eşikler ('n' frekansta).

Tablo 14: Preoperatif hava yolu eşikleri ile postoperatif havayolu eşiklerinin karşılaştırılması.

	prehy250	pohy250	prehy500	pohy500	prehy1000	pohy1000
N	9	9	9	9	9	9
Ortalama	65,56	70,56	71,11	72,78	71,11	77,78
Ortanca	60,00	75,00	70,00	80,00	70,00	75,00
Std. Sapma	27,437	18,948	25,712	18,390	22,048	18,390
Minimum	15	30	30	40	45	55
Maksimum	110	90	115	100	110	120

	prehy2000	pohy2000	prehy4000	pohy4000	prehy8000	pohy8000
N	9	9	9	9	9	9
Ortalama	80,56	88,89	88,33	100,56	97,78	108,33
Ortanca	75,00	85,00	90,00	105,00	105,00	110,00
Std. Sapma	16,094	23,422	20,310	19,437	17,697	12,247
Minimum	60	55	55	65	65	85
Maksimum	105	120	115	120	120	120

	pohy250- prehy250	pohy500- prehy500	pohy1000 - prehy1000	pohy2000 - prehy2000	pohy4000 - prehy4000	pohy8000 - prehy8000
Z	-1,081	-1,205	-1,370	-1,380	-1,682	-2,047
İstat. anlamlılık	,280	,228	,171	,168	,093	,041

Wilcoxon Signed Ranks Test.

Prehy(n): Preoperatif hava yolu eşikleri ('n' frekansta), pohy(n): Postoperatif hava yolu eşikleri ('n' frekansta).

Tablo 15: Preoperatif kemik yolu eşikleri ile postoperatif kemik yolu eşiklerinin karşılaştırılması.

	preky500	poky500	preky1000	poky1000	preky2000	poky2000
N	9	8	9	8	9	8
Ortalama	22,22	21,88	26,67	31,25	45,00	46,25
Ortanca	20,00	17,50	25,00	32,50	50,00	42,50
Std. Sapma	14,386	8,425	14,577	13,025	11,726	17,879
Minimum	5	15	10	15	25	20
Maksimum	50	35	55	55	60	75

	preky4000	poky4000
Ortalama	45,56	53,00
Ortanca	50,00	55,00
Std. Sapma	14,884	19,235
Minimum	20	30
Maksimum	70	80

	poky500 - preky500	poky1000 - preky1000	poky2000 - preky2000	poky4000 - preky4000
Z	-,256	-1,518	-,736	-,921
İstat. anlamlılık	,798	,129	,461	,357

Wilcoxon Signed Ranks Test.

Preky(n): Preoperatif kemik yolu eşikleri ('n' frekansta), poky(n): Postoperatif kemik yolu eşikleri ('n' frekansta).

Tablo 16: İnkus uygulamaları ile pencere uygulamalarının kazançlarının karşılaştırılması

	Kazanc 250	Kazanc 500	Kazanc 1000	Kazanc 2000	Kazanc 4000	Kazanc 8000	kazancort
ManWhitney U	5,000	7,500	6,500	7,000	6,000	5,000	5,000
Wilcox W	15,000	17,500	16,500	17,000	16,000	15,000	15,000
Z	-,871	-,146	-,438	-,300	-,581	-,887	-,866
Asymp. Sig. (2-tailed)	,384	,884	,661	,765	,561	,375	,386
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,486 ^b	,886 ^b	,686 ^b	,886 ^b	,686 ^b	,486 ^b	,486 ^b

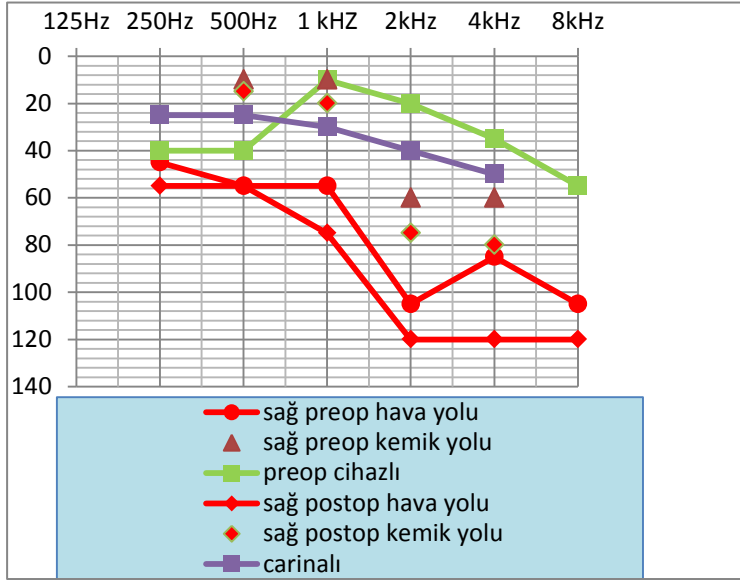
Tablo 17: Preoperatif SD ile postoperatif SD karşılaştırılması.

	posd - presd
Z	-,184
Asymp. Sig. (2-tailed)	,854

Wilcoxon Signed Ranks Test

.

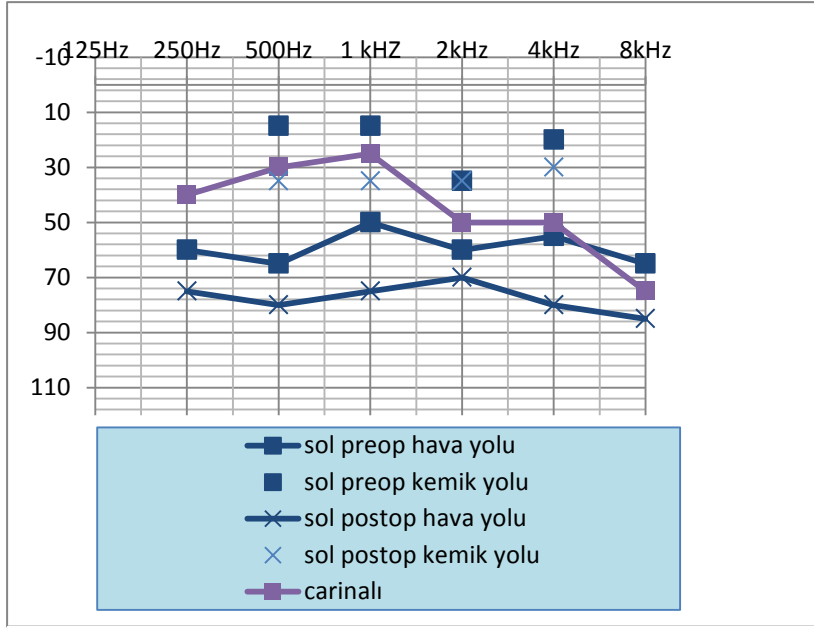
4.2. Preoperatif ve postoperatif odyogramlar



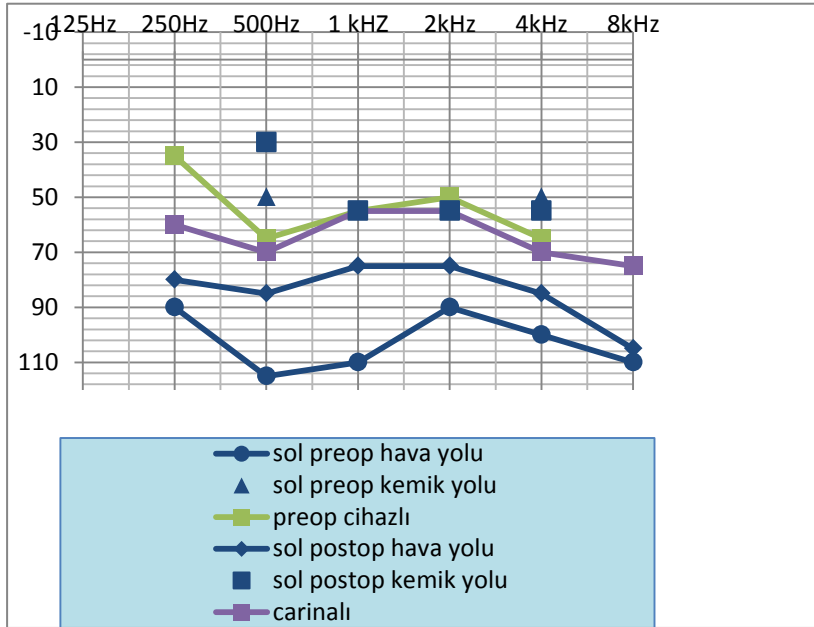
Grafik 1 :birinci hasta odyogram. Oval pencere uygulaması



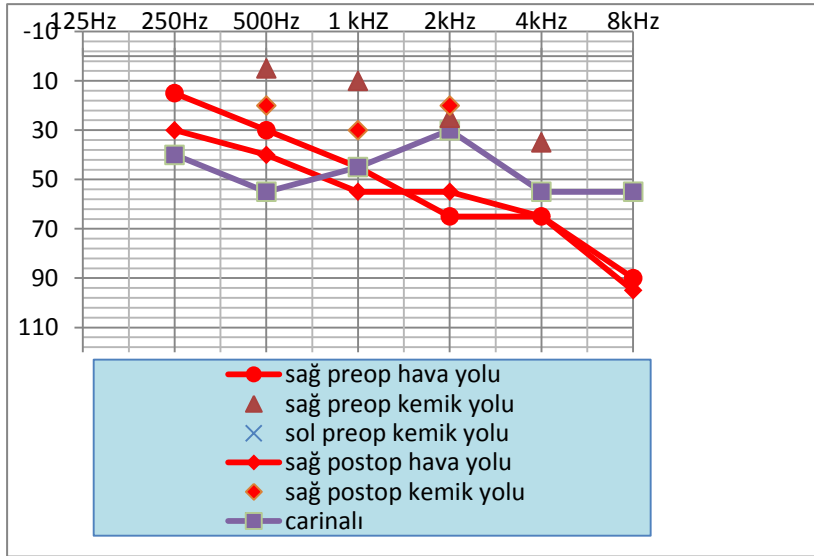
Grafik 2:ikinci hasta odyogram. İnkus uygulaması



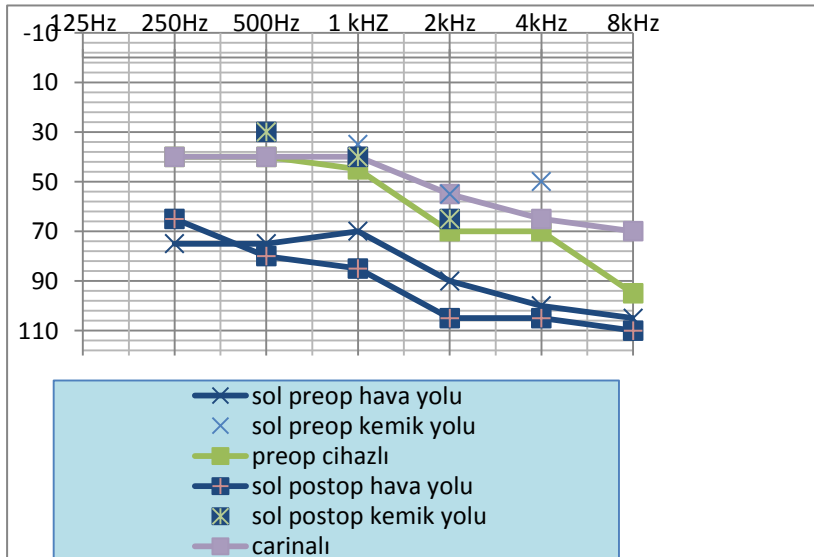
Grafik 3 : üçüncü hasta odyogram. Oval pencere uygulaması



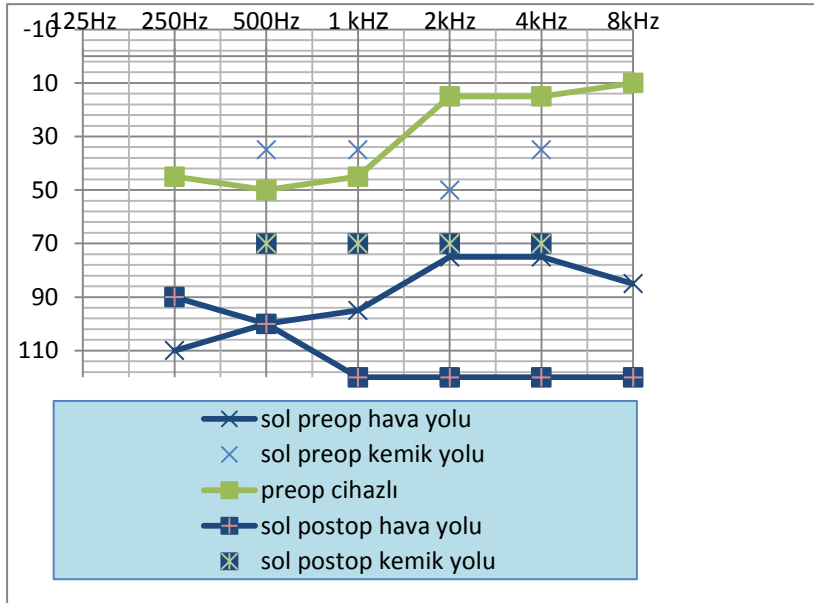
Grafik 4: :dördüncü hasta odyogram. İnkus uygulaması



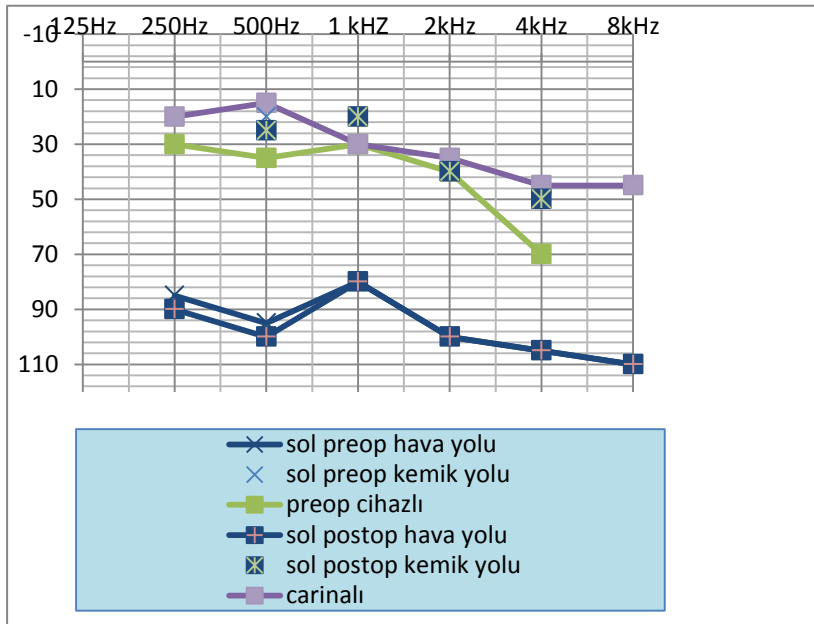
Grafik 5:beşinci hasta odyogram. İnkus uygulaması



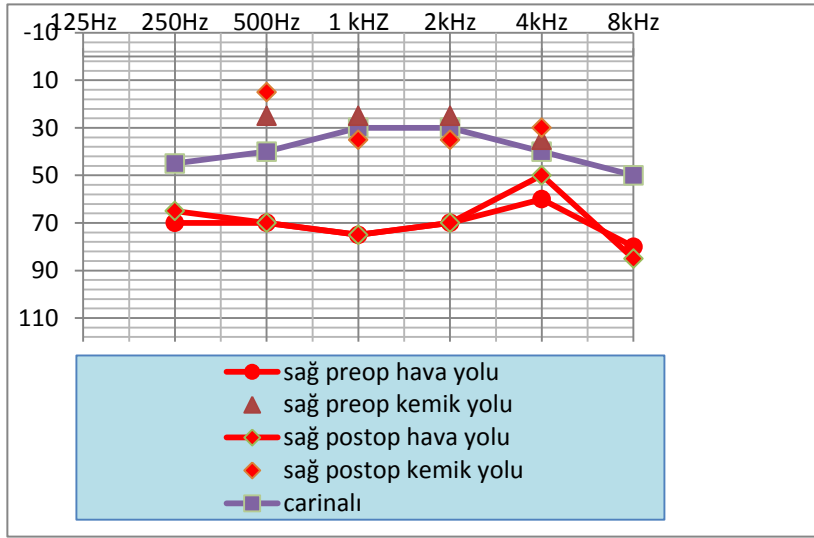
Grafik 6:altıncı hasta odyogram. Endosteum uygulaması



Grafik 7:yedinci hasta odyogram. İnkus uygulaması



Grafik 8:sekizinci hasta odyogram. İnkus uygulaması



Grafik 9:dokuzuncu hasta odyogram. Yuvarlak pencere uygulaması

4.3 Postoperatif yaşam kalitesi anketi

Tüm hastalara postoperatif yaşam kalitesi anketi olan Glasgow Benefit Inventory yapıldı. Bu anket 18 sorudan oluşmakta ve her bir soru da 1’den 5’e kadar puanlanan cevaplardan oluşmaktadır. Sorulara verilen cevapların toplanarak değerlendirildiği anket sonucunda elde edilen skorlar 4 kategoride değerlendirildi. Bunlardan birincisi ‘total skor’, ikincisi ‘genel skor’, üçüncüsü ‘sosyal destek’, dördüncüsü ‘fiziksel sağlık’ olarak adlandırılır. Elde edilen skorlar -100 ile +100 arasında olup, ‘0’ herhangi bir değişiklik olmadığını, -100 ile 0 arası değerler kötü yönde değişikliği, 0 ile +100 arası değerler ise iyi yönde değişikliği ifade etmektedir.

Tablo 18: Yaşam Kalitesi Anketi Sonuçları (Glasgow Benefit Inventory)

Hastalar	Total skor	Genel skor	Sosyal destek	Fiziksel sağlık
1.hasta	36,11	45,83	0	33,33
2.hasta	55,55	62,5	66,66	16,66
3.hasta	44,44	58,33	16,66	50
4.hasta	44,44	50	16,6	50
5.hasta	11,11	33,33	0	50
6.hasta	44,44	50	33,33	33,33
7.hasta	-16,66	-33,33	0	33,33
8.hasta	36,11	50	0	16,66
9.hasta	50	58,33	66,66	0

5.TARTIŞMA

İmplant edilebilen işitme cihazları, hafif-ileri derecede işitme kayıplı hastalarda kullanılmak üzere, geleneksel işitme cihazlarına alternatif olarak, bu işitme cihazlarının kullanımında yaşanan sorunlar ve sınırlamalar nedeniyle geliştirilmişlerdir. Bu cihazlar ilk olarak sensörinöral işitme kaybı olan ve herhangi bir orta kulak ve kemikçik zincir problemi olmayan erişkin hastalar için geliştirilmiş fakat zamanla kemikçik zincir patolojisi olan hastalarda, mikst tip işitme kaybı olan hastalarda, iletim tipi işitme kaybı olan hastalarda, hatta konjenital anomalisi bulunan hastalarda da kullanılmaya başlanmıştır.

Jenkins ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 282 hasta değerlendirilmiş ve Otologics MET yarı implante edilebilen işitme cihazı hafif-ileri derecede sensörinöral işitme kayıplı hastalarda güvenli ve etkili bulunmuş⁷³. Yine Kasic ve arkadaşları yaptıkları çalışmada eğer transducer kemikçik zincire bağlanmışsa kemik iletiminde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığını tespit etmişler⁵⁹.

Bruschini ve arkadaşları bu yeni implantı, ortalama yaşları 44,4 olan ve bilateral simetrik postlingual sensörinöral işitme kaybı bulunan 5 hastada denemiş ve cerrahi ve klinik sonuçlarını değerlendirmişler. Preoperatif ve postoperatif hava ve kemik yollarında anlamlı değişiklik olmadığını saptamış ve opere edilen kulaklarda ortalama fonksiyonel kazancı 24,28 dBHL olarak tespit etmişler. Bu sonuçlarla tam implante edilebilen işitme cihazlarının, hafiften ileri dereceye kadar olan sensörinöral işitme kayıplı hastalarda geleneksel işitme cihazlarına, seçilmiş vakalarda alternatif bir tedavi yöntemi olduğunu vurgulamışlardır⁷⁷.

Jenkins ve arkadaşları, 20 erişkin bilateral simetrik, stabil, fluktuant olmayan sensörinöral işitme kaybı olan hastaya Carina uygulamışlar. Preoperatif ve postoperatif saf ses odyolojik değerlendirme, konuşma odyometrisi ve APHAB (“Abbreviated profile of hearing aid benefit”) anketi ile değerlendirme yapmışlar. Tüm frekanslarda 10-20 dB fonksiyonel kazanç elde edilmiş. Geleneksel işitme cihazları ile karşılaştırıldığında çok az derecede daha az kazanç elde edilmiş ancak yapılan APHAB skorlaması ile implant hastaların klinik olarak tercihi olmuştur⁷⁸. Bu çalışmanın bir yıllık takibi ile tekrar yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda ;preoperatif ve postoperatif kemik yolu eşiklerinde herhangi bir değişiklik olmadığı, hava yolu eşiklerinde ise çok az bir değişiklik olduğu tespit edilmiş ($p<0.05$). Geleneksel işitme cihazı ile karşılaştırıldığında 3. ayda yapılan çalışma ile aynı sonuçlar elde edilmiştir. Bir yıllık veriler toplandığında ortaya çıkan sorunlar şunlar olmuştur: 1) 3 hastada cihazın kısmen dışarı çıkması, 2) iki hastada dış bağlantının kaybolması, 3) 7 hastada 1,5 saatin üzerine çıkan artmış şarj süresi dir⁷⁹. Jenkins ve arkadaşlarının yayınlamış oldukları bir çalışmada, implante edilebilen işitme cihazlarında hasta performansını belirlemede önemli bir özellik olarak implantın kemikçik sistemine tam eşleşerek düzgün yerleştirilmesi şu şekilde vurgulanmıştır: kemikçik sistemine yetersiz basınç enerji transferini sınırladığı gibi, çok fazla basınç ise iletim kaybına sebep olabilir. Uygun şekilde yerleştirilen implant sayesinde implant kullanıcılarına kullandıkları cihaz, yeterli amplifikasyonu sağlamakta, daha az pil tüketimi ve daha kısa şarj süresi sağlamaktadır⁸⁰. Bu nedenlerden dolayı implant takılan hastaların uzun vadede takiplerinin sık yapılması, eğer şarj süresinde uzama, amplifikasyon yetersizliği,

fazla pil tüketimi gibi sorunlar olursa implantın transducer ucunun yerleştiği yerde yer değiştirme olup olmadığı düşünülmeli ve ona göre tedbirler alınmalıdır.

İlk zamanlarda sadece sensörinöral işitme kaybı bulunan hastalarda kullanılan orta kulak implantları zamanla farklı endikasyonlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Tabii kaybın tipi değiştikçe orta kulak ve kemikçik zincir yapısındaki değişiklikler de implantın transducer yerleşiminde değişikliklere sebep olmuştur. Dumon ve arkadaşlarının piezoelektrik orta kulak implantlarını guinea pig lerinde yuvarlak pencereye yerleştirdiği çalışma ile Spindel ve arkadaşlarının elektromanyetik orta kulak implantını yuvarlak pencereye yerleştirdiği çalışmalar değerlendirildiğinde; yuvarlak pencereye yerleştirilmiş transducer vasıtası ile kokleaya amplifiye edilmiş enerjinin iletilmesi, iletim ve mikst tip işitme kayıpları bulunan hastalarda etkili bir tedavi yöntemi olarak düşünülebilir. Bu tedavi yöntemi, multipl ossikuloplasti yapılmış ve başarısız olmuş, özellikle stapes tabanı ulaşılamayacak durumda olan hastalarda umut verici olabilir^{75,81}.

Colletti ve arkadaşları VSB'yi 7 hastada yuvarlak pencereye implante etmişler ve çoğu hastada cihazlı eşikleri 30 dB ve aşağısına çeken yeterli amplifikasyon elde etmişler⁷⁶. Colletti'nin bu çalışmasında implantasyon sonrası 1 yıl içinde herhangi bir komplikasyon gelişmemiş olmasına rağmen uzun dönemde koklear hasar veya transducerin migrasyonu gibi komplikasyonlar henüz bilinmemektedir.

Lefebvre ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise 6 hastaya Carina uygulanmış. Tüm hastalarda implantın transducerı yuvarlak pencereye yerleştirilmiş ve herhangi bir koklear hasar ve yan etki bulunmamış. Çalışma sonucunda ortalama 26.17 dB fonksiyonel kazanç elde edilmiş⁸².

Martin ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada 11 hastaya Carina takmış ve 2 yıl boyunca hastaları izlemişler. Bu çalışmada bütün hastalarda stapes sklerotik dokular nedeniyle ulaşılamaz durumda olduğundan implantın transducer ucu yuvarlak pencereye temas edecek şekilde yerleştirilmiş. Preoperatif ve postoperatif hava, kemik yolları, cihazlı ve cihazsız eşikler ve konuşma odyometrisi yapılmış. Ortalama serbest saha fonksiyonel kazancı 29 dB bulunmuş. Konuşmayı alma skorları cihazsız ve implantı durumlar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Çalışmada 3 hastada komplikasyon gelişmiş; bunlardan 2 si postoperatif enfeksiyon (birinde anakuzi), biri ise cihazın fonksiyonunda bozulma meydana gelmesi olmuş. Onbir hastanın 10'unda postoperatif işitmede değişiklik olmamış⁸³. Bu sonuçlarla, fiske tabanlarda, başarısız cerrahi geçirmiş hastalarda veya anatomik sebeplerle stapidotomiden fayda görmeyen kişilerde tam implante edilebilen işitme cihazlarının yuvarlak pencereye yerleştirilmesi değerli bir seçenektir. Ancak burada yuvarlak pencere ile implantı ucu arasına herhangi bir fascia koyulmasının gerekip gerekmediği, gerekli ise ne kadar fayda sağladığı, 2 yıl ile en uzun süreli takip yapılmış grup olmasına rağmen daha uzun süreli takiplerle herhangi bir koklear hasar olup olmadığı ve klinik olarak daha fazla sayıda hasta ile yapılmış çalışmalara ve bütün bu faktörlerin değerlendirilmesine ihtiyaç vardır.

Tringali ve arkadaşları ise yine bir yuvarlak pencere uygulamasını 48 yaşındaki mikst tip işitme kaybı olan hastaya uygulamış ve bu hastada ortalama fonksiyonel kazancı 39 dB bulmuşlar⁸⁴.

Bütün bu çalışmalar ışığında düşünüldüğünde, hafif –ileri derecede işitme kaybı bulunan hastaların sensörinöral olsun, mikst olsun, iletim tipi olsun, işitme rehabilitasyonunda orta kulak implantları farklı bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel işitme cihazları ve yarı implante edilen işitme cihazlarına nazaran tam implante edilebilen işitme cihazları estetik ve kozmetik açıdan daha avantajlı olmakla beraber hastaların günlük aktivitelerini, sportif faaliyetlerini(yüzme vs.), duş, banyo gibi faaliyetlerini daha rahat herhangi bir kaygı olmadan yapabilmelerini sağlamaktadır..

Konjenital aurikuler atrezisi olan hastalar 50-60 dB'e kadar ulaşan iletim tipi işitme kaybından şikayet ederler. Geleneksel kemik yolu işitme cihazları ve BAHA bu şikayetleri gidermek için kullanılan tedavi yöntemleridir. Ancak bu tedavi yöntemleri çeşitli dezavantajlar içerir. Örneğin geleneksel kemik yolu işitme cihazlarında kullanılan vibratörü başa sabitlemek için kullanılan baş bandı göze batan bir kozmetik sorundur. BAHA'larda ise psikolojik olarak açıkta olan bir implant ve lokal enfeksiyon riski en çok karşılaşılan sorunlardandır^{86,87}. Tringali, Treacher Collins sendromu (bilateral dış kulak yolu agenezisi ve kemikçik zincir malformasyonu) olan 14 yaşındaki bilateral iletim tipi işitme kaybı şikayetiyle başvuran hastaya Carina uygulamış. İmplantın transducer ucu oval pencereye yerleştirilmiş. Ortalama 29 dB kazanç elde edilen hastada postoperatif hematoma dışında komplikasyon gelişmemiş⁸⁵. Siegert ise 5 ayrı

konjenital aurikuler atrezisi bulunan hastaya Carina uygulamış ve ortalama 36dB kazanç elde etmiş. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada ise, bilateral izole dış kulak yolu atrezisi olan hastaya Carina uygulandı ve tüm frekanslarda preoperatif hava yolu eşikleri ile psotoperatif implantlı eşikler arası ortalama 60dB fark saptandı. Bu hastanın postoperatif yaşam kalitesinde fiziksel sağlık dışında tüm parametrelerinde iyileşme sağlandı. Fiziksel sağlık parametresinde ise değişiklik saptanmadı. Bu sonuçlar bize dış kulak yolunu By-pass eden tam implante edilebilen işitme cihazlarının, dış kulak yolu anomalisi olan çeşitli kemikçik malformasyonları bulunan hastalarda işitme kaybının tedavisi için yeni bir alternatif olarak kullanılabileceğini gösteriyor.

Mikst işitme kaybı olan otosklerozlu hastalarda, stapes cerrahisi işitme kaybının iletim komponentini düzeltmeye izin verir. Ancak hava kemik aralığının kapanması cerrahiye ek olarak geleneksel işitme cihazlarının kullanılmasını engellemede yeterli değildir. Bu işitme cihazlarındaki başarısızlık ve problemlerden dolayı hastalar sadece BAHA ve koklear implantlardan fayda görmektedir. Venail ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada⁸⁹, stapes cerrahisi sırasında veya sonrasında 4 hastaya implante edilebilir orta kulak işitme cihazları uygulamışlar(2 MET, 2 VSB). Bir hastada labirentit gelişmiş ve bu hastada istenen amplifikasyon sağlanamış ancak 3 hastada işitmede iyileşme ve yaşam kalitesinde ilerleme saptanmış. Biz de çalışmamızda daha önceden otoskleroz nedeniyle stapedektomi operasyonu geçirmiş hastaya Carina uyguladık. Bu prosedürde implantın transducer ucu inkusa yerleştirildi. Elde edilen kazanç ortalama 38dB olmakla beraber sosyal destek dışında tüm yaşam kalitesi

parametrelerinde iyileşme saptandı. Sosyal destek parametresinde herhangi bir değişiklik saptanmadı.

Bizim yaptığımız çalışmada; 5 hastada transducer inkusa, 4 hastada pencerelere uygulanmış olup, aralarında herhangi bir fark saptanmadı. Uygulanan tam implante edilebilen işitme cihazı bir hasta dışında işitmeye zarar vermemiş ve odyolojik olarak preoperatif geleneksel işitme cihazı kullanan hastaların değerleri ile aralarında bir fark saptanmamıştır. Ancak hastalara yapılan postoperatif yaşam kalitesi anketi değerlendirildiğinde hastaların uygulanan tam implante edilebilen işitme cihazı neticesinde yaşamlarında kötüleşme olmadığı aksine iyileşme saptanması kayda değer bir sonuçtur. Bu nedenle her ne kadar preoperatif işitme cihazı kullanan hastaların işitme amplifikasyonları aynı dercelerde olsa da klinik açıdan değerlendirildiğinde tam implante edilebilen işitme cihazları geleneksel işitme cihazlarına ciddi bir alternatiftir. Klinik açıdan enfeksiyon azlığı da Carinaların geleneksel işitme cihazlarına üstünlüğü olarak kabul edilebilir. Tam implante edilebilen işitme cihazlarını bu avantajları yanında pil kullanım süresinde azalma, şarj cihazı problemleri gibi dezavantajları da var. Çalışmamızda iki hastanın şarj cihazı bozulmuş olup değişim sonucunda tekrar fayda görmeye başlamışlardır.

6. SONUÇLAR

1. Carina uygulanan hastaların preoperatif ve postoperatif hava yolu ve kemik yolu eşikleri arasında fark saptanmadı. Bu da Carina' nın güvenli bir işitme rehabilitasyon yöntemi olduğunu gösterir.
2. Carina uygulanan hastaların preoperatif işitme cihazı kullandıkları zamanki eşikleri değerlendirildiğinde Carina' nın işitme cihazlarına üstünlüğü odyolojik olarak yoktur.
3. Carina uygulamasında inkus gibi kemikçik zincire implant uygulanması ile pencerelere uygulanması arasında odyolojik kazanç olarak fark yoktur.
4. Yaşam kalitesi anketi neticesinde elde edilen bulgular Carina' nın işitme cihazına klinik olarak daha üstün olduğunu gösterir.
5. Carina kullanan hastaların enfeksiyon riskinin azalması, günlük fiziksel aktiviteler, sportif faaliyetleri rahatlıkla yapabilme gibi avantajları vardır.

7. KAYNAKLAR

1. 1977 Food and Drug Administrations regulations: Hearing aid devices: Professional and patient labeling and conditions for sale, Audiology Update 1993; 12: 3-5.
2. Goode RL, Rosenbaum ML, Maniglia AJ. The history and development of the implantable hearing aid. Otolaryngol Clin North Am 1995; 28: 1-16.
3. Maassen NM et al. Total implantation of the active hearing İmplant TİCA for middle ear disease: a temporal bone study. Ann Otol Rhinol Laryngol 2001; 110: 912-916.
4. Anson BJ. Donaldson, Surgical Anatomy of the Temporal Bone. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 1981.
5. Aslan A, Mutlu C, Celik O, Gousa F, Ozgur T, Egrilmez M. Surgical implications of anatomical landmarks on the lateral surface of the mastoid bone. Surg Radiol Anat 2004; 26: 263-267.
6. Bojrab D, Bruderly T, Abdulrazzak Y. Otitis Externa. Otolaryngol Clin North Am 1996; 29: 761-782.

7. Mallo M. Formation of the middle ear: recent progress on the developmental and molecular mechanisms. *Dev Biol* 2001; 231: 410-419.
8. Sadler T. Langman's Medical Embryology. 6th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990.
9. Schuknecht HF. Pathology of the Ear. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1993.
10. Shucknecht HF, Gulya AJ. Anatomy of the Temporal Bone with Surgical Implications. Philadelphia: Lea & Febiger; 1986.
11. Palva T, Ramsay H. Fate of the mesenchyme in the process of pneumatization. *Otol Neurotol* 2002; 23: 192-199.
12. Proctor B. The development of the middle ear spaces and their surgical significance. *JLO* 1964; 78: 631-648.
13. Seibert J, Danner C. Eustachian tube function and the middle ear. *Otolaryngol Clin North Am* 2006; 39: 1221-1235.
14. Grimmer J, Poe D. Update on eustachian tube dysfunction and the patulous eustachian tube. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 13: 277-282.
15. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi-I. Ankara: Bilimsel

Tip Yayınevi; 1998.

16. Nager GT. Pathology of the Ear and Temporal Bone. Baltimore:

Williams&Wilkins; 1933.

17. Horn K, Brackmann DE, Luxford WM, Shea JJ. The supratubal recess in cholesteatoma surgery. Ann Otol Rhinol Laryngol 1986; 95: 12-15.

18. Green J, Shelton C, Brackmann D. Surgical Management of Iatrogenic Facial Nerve Injuries. Otolaryngol Head Neck Surg 1994; 111: 606-610.

19. May M. Anatomy of the clinician. In: May M, Schaitkin B, ed. The Facial Nerve. New York: Thieme; 2000.

20. Leblanc A. The Cranial Nerves. Berlin: Springer; 1995.

21. Esslen E. The Acute Facial Palsies. Berlin: Springer-Verlag; 1977.

22. Proctor B, Nager GT. The Facial Canal: Normal anatomy, variations and anomalies. Ann Otol Rhinol Laryngol 1982;97: 33-61.

23. Brackmann D. The facial nerve in the infratemporal approach. Otolaryngol Head Neck Surg 1987; 97: 15-17.

24. Francis H. Facial Nerve Emergencies. In: Eisele D, McQuone S, ed. Emergencies of the Head and Neck. St Louis: Mosby; 2000: 337-366.

25. Valtonen H, et al. Development of mastoid air cell system in children

treated with ventilation tubes for early-onset otitis media: a prospective radiographic 5-year follow-up study. *Laryngoscope* 2005; 115: 268-273.

26. Mey K, Sorensen M, Homoe P. Histomorphometric estimation of air cell development in experimental otitis media. *Laryngoscope* 2006; 116: 1820-1823.

27. Allam A. Pneumatization of the temporal bone. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1969; 78: 49-64.

28. Thalman I, Thallinger G, Crouch EC, et al. Composition and supramolecular organization of the tectorial membrane. *Laryngoscope* 1987; 97: 357.

29. Zwislocki JJ. Mechanical properties of the tectorial membrane in situ. *Acta Otolaryngol* 1988; 105: 450.

30. Zwislocki JJ, Cefaratti LK. Tectorial membrane, II: Stiffness measurements in vivo. *Hear Res* 1989; 42: 211.

31. Ulfendahl M, Scarfone E, Flock A, et al. Perilymphatic fluid compartments and intracellular spaces of the inner ear and organ of the Corti. *Neuroimage* 2000; 12: 307.

32. Slepecky NB, Ulfendahl M. Actin-binding and microtubule-associated proteins in the organ of Corti. *Hear Res* 1992; 57: 201.
33. Kiang NY, Rho JM, Northrop CC, et al. Hair-cell innervation by spiral ganglion cells in adult cats. *Science* 1982; 217: 175.
34. Liberman MC. Morphological differences among radial afferent fibers in the cat cochlea: an electron-microscopic study of serial sections. *Hear Res* 1980; 3: 45.
35. Fekate DM, Rouiller EM, Liberman MC, et al. The central projections of intracellularly labeled auditory nerve fibers in cats. *J Comp Neurol* 1984; 229: 432.
36. Ryugo DK, Dodds LW, Benson TE, et al. Unmyelinated axons of the auditory nerve in cats. *J Comp Neurol* 1991; 308: 209.
37. Huffman RF, Henson JrOW. The descending auditory pathway and acousticomotor systems: connections with the inferior colliculus. *Brain Res Brain Res Rev* 1990; 15: 295.
38. Shaw EA. Transformation of sound pressure level from the free field to the eardrum in the horizontal plane. *J Acoust Soc Am* 1974; 56: 1848-1861.

39. Shaw EA. 1979 *Rayleigh medical lecture: the elusive connection*. In: Gatehouse R, ed. *Localization of Sound: Theory and Applications*. Amphora: Groton, CT; 1982:13-29.
40. Wightman FL, Kistler DJ. *Sound localization*. In: Yost WA, Popper AN, Fay RR, ed. *Psychoacoustics*. New York: Springer-Verlag; 1993: 155-192.
41. Peake WT, Rosowski JJ, Lynch TJ. Middle-ear transmission: acoustic versus ossicular coupling in cat and human. *Hear Res* 1992; 57: 245-268.
42. Gulya AJ, Schuknecht HF. *Anatomy of the Temporal Bone with Surgical Implications*. 2nd ed. New York: Parthenon; 1995.
43. Merchant SN, Ravicz ME, Voss SE, et al. Toynbee Memorial Lecture 1997. Middle ear mechanics in normal, diseased and reconstructed ears. *J Laryngol Otol* 1998; 112: 715-731.
44. Wever EG, Lawrence M, Smith KR. The middle ear in sound conduction. *Arch Otolaryngol* 1949; 48: 19-35.
45. Puria S, Peake WT, Rosowski JJ. Sound-pressure measurements in the cochlear vestibule of human-cadaver ears. *J Acoust Soc Am* 1997; 101: 2754-2770.

46. Tonndorf J, Khanna SM. Tympanic-membrane vibrations in human cadaver ears studied by time-averaged holography. *J Acoust Soc Am* 1972; 52: 1221-1233.
47. Sellick PM, Johnstone BM. Production and role of inner ear fluid. *Prog Neurobiol* 1975; 5: 337-362.
48. von Békésy G. *Experiments in Hearing*. McGraw-Hill Series in Psychology. New York: McGraw-Hill; 1960.
49. Kuijpers W. The origin of the endocochlear potential. *Oto Rhinol Laryngol Dig* 1972; 37-42.
50. Hudspeth AJ, Corey DP. Sensitivity, polarity, and conductance change in the response of vertebrate hair cells to controlled mechanical stimuli. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1977; 74: 2407-2411.
51. Fettiplace R. *The role of calcium in hair cell transduction*. In: Corey DP, Roper SD, ed. *Sensory Transduction*. New York: Rockefeller University Press; 1992.
52. Gillespie PG. Molecular machinery of auditory and vestibular transduction. *Curr Opin Neurobiol* 1995; 5: 449-455.
53. Hudspeth AJ, Lewis RS. A model for electrical resonance and frequency tuning in saccular hair cells of the bull-frog, *Rana catesbeiana*. *J Physiol* 1988; 400: 275-297.

54. Sewell WF. *Neurotransmitters and synaptic transmission*. In: Dallos P, Popper AN, Fay RR, ed. *The Cochlea*. New York: Springer-Verlag; 1996.
55. Brownell WE, Bader CR, Bertrand D, et al. Evoked mechanical responses of isolated cochlear outer hair cells. *Science* 1985; 227: 194-196.
56. Zheng J, Shen W, He DZ, et al. Prestin is the motor protein of cochlear outer hair cells. *Nature* 2000; 405: 149-155.
57. Patuzzi R, Robertson D. Tuning in the mammalian cochlea. *Physiol Rev* 1988; 68: 1009-1082.
58. Yantis PA. Puretone air-conduction testing. In: Kartz J, editor. *Handbook of Clinical Audiology*. 3rd ed. Baltimore: Williams&Wilkins; 1985. P.53-69.
59. Kasic JF, Fredrickson JM. The Otologics MET ossicular stimulator. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 501-13.
60. Blair B. *Audio Engineering Handbook*. New York: McGraw-Hill; 1988.
61. Wazen JJ, Spitzer J, Ghossaini SN, et al. Results of the bone-anchored hearing aid in unilateral hearing loss. *Laryngoscope* 2001; 111: 955-958.
62. Henrichsen J and others. In-the-ear hearing aids: the use and benefit in the elderly hearing-impaired. *Scand Audiol* 1988; 17: 209-212.

63. Boothroyd A et al. Amplitude compression and profound hearing loss. *J Speech Hear Res* 1988; 31: 362-376.
64. Eisenberg LS and others. Speech recognition with reduced spectral cues as a function of age. *J Acoust Soc Am* 2000; 107: 2704-2710.
65. Boothroyd B. Observations on embryonic chick bone crystals by high resolution transmission electron microscopy. *Clin Orthop* 1975; 290-310.
66. Maniglia AJ et al. Bioelectronic options for a totally implantable hearing device for partial and total hearing loss. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 469-483.
67. Carle R, Laugesen S, Nielsen C. Observations on the relations among occlusion effect, compliance, and vent size. *J Am Acad Audiol* 2002; 13: 25-37.
68. Ko WH, Zhu WL, Kane M, et al. Engineering principles applied to implantable otologics devices. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 299-314.
69. Huttenbrink KB. Middle ear mechanics and their interface with respect to implantable electronic otologic devices. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 315-335.
70. Guinan Jr JJ, Peake WT. Middle ear characteristics of anesthetized cats. *J Acoust Soc Am* 1967; 41: 1237-1261.
71. Vlaming MS, Feenstra L. Studies on the mechanics of the normal human middle ear. *Clin Otolaryngol* 1986; 11: 353-363.

72. Vlaming MS, Feenstra L. studies on the mechanics of the reconstructed human middle ear. *Clin Otolaryngol* 1986; 11: 411-422.
73. Jenkins HA, Niparko JK, Slattery WH, et al. Otologics Middle Ear Transducer Ossicular Stimulator: performance results with varying degrees of sensorineural hearing loss. *Acta Otolaryngol* 2004; 124: 391-394.
74. Wever EG, Lawrence M. The transmission properties of the middle ear. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992; 101: 191-204.
75. Dumon T, Zennaro O, Aran JM, Bebear JP. Piezoelectric middle ear implant preserving the ossicular chain. *Otolaryngol Clin North Am* 1995; 28: 173-187.
76. Colletti V, Soli SD, Carner M, Colletti L. Treatment of mixed hearing losses via implantation of a vibratory transducer on the round window. *Int J Audiol* 2006; 45: 600-608.
77. Bruschini L, Forli F, Santoro A, Bruschini P, Berrettini S. Fully implantable Otologics MET CarinaTM device for the treatment of sensorineural hearing loss. Preliminary surgical and clinical results. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2009; 29(2): 79-85.
78. Jenkins HA, Atkins JS, Horlbeck D, Hoffer ME, Balough B, Arigo JV, et al. Phase I preliminary results of use of the Otologics MET Fully Implantable Ossicular Stimulator. *Otolaryngology Head and Neck Surgery* 2007; 137: 206-12.

79. Jenkins HA, Atkins JS, Horlbeck D, Hoffer ME, Balough B, Alexiades G, et al. Otologics fully implantable hearing system: Phase I trial 1-year results. *Otol Neurotol* 2008; 29: 534-41.

80. Jenkins HA, Pergola N, Kasic J. Intra-operative ossicular loading with the Otologics fully implantable hearing device. *Acta Otolaryngol* 2007; 127: 360-4.

81. Spindel JH, Lambert PR, Ruth RA. The round window electromagnetic implantable hearing aid approach. *Otolaryngol Clin North Am* 1995; 28: 189-205.

82. Lefebvre PP, Martin C, Dubreuil C, Decat M, Yazbeck A, Kasic J. A Pilot study of the safety and performance of the Otologics fully implantable hearing device: Transducing sounds via the round window membrane to the inner ear. *Audiol Neurotol* 2009; 14: 172-180.

83. Martin C, Deveze A, Richard C, Lefebvre PP, Decat M, et al. European results with totally implantable Carina placed on the round window: 2-year follow-up. *Otology & Neurotology* 2009; 30: 1196-1203.

84. Tringali S, Pergola N, Berger P, Dubreuil C. Fully implantable hearing device with transducer on the round window as a treatment of mixed hearing loss. *Auris Nasus Larynx* 2009; 36: 353-358.

85. Tringali S, Pergola N, Ferber-Viart C, Truy E, Berger P, Dubreuil C. Fully implantable hearing device as a new treatment of conductive hearing loss in

Franceschetti syndrome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2008; 72: 513-517.

86. Tjellström A, Hakansson B, Granstrom G. Bone-anchored hearing aids: current status in adults and children. *Otolaryngol Clin North Am*. 2001; 34: 337-364.

87. Zeitoun H, De R, Thomson SD, Proops DW. Difficulties with bone-anchored hearing aids in children. *J Laryngol Otol* 2002; 116: 87-91.

88. Zenner HP, Leysieffer H. Total implantation of the Implex TICA hearing amplifier implant for high frequency sensorineural hearing loss. The Tübingen University experience. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34: 417-446.

89. Venail F, Lavieille JP, Meller R, Deveze A, Tardivet L, Magnan J. New perspectives for middle ear implants: first results in otosclerosis with mixed hearing loss. *The Laryngoscope* 2007; 117: 552-5 .

90. Clinical assessment and surgical treatment of conductive hearing loss
Cummings *Otolaryngology Head & neck surgery*. 5th ed. Ch:143.

91. Flint PW, Haughey BH, Lund VJ, Niparko JK, Richardson MA, Robbins KT, et al. Cummings *Otolaryngology Head&Neck Surgery*. Sensorineural hearing loss in adults. 5th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2010; 2128-2143.

8.ÖZET

Tam İmplant Edilebilen Aktif Orta Kulak İşitme Cihazlarının(Carina) Klinik Ve Odyolojik Sonuçları

İşitme cihazları, işitme kaybı SNİK olan hastaların işitsel rehabilitasyonunda kullanılan ana materyallerdir. İşitme cihazları aynı zamanda, medikal ve cerrahi tedaviye uygun olmayan patolojiler sonucunda gelişen iletim tipi işitme kayıplarının düzeltilmesinde de rol oynarlar. Geleneksel işitme cihazlarının kullanımında hasta ve cihaz kaynaklı problemler nedeniyle sınırlamalar mevcuttur. Bu sınırlamaları gidermek amacıyla implante edilebilen işitme cihazları geliştirilmiştir. Bu implante edilebilen cihazlar ise parsiyel ya da tam implante edilebilenler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu tez çalışmasında tam implante edilebilen aktif orta kulak işitme cihazı olan Carina'nın 9 hastadaki klinik ve odyolojik sonuçlarını tespit edebilmek için, hastaların preoperatif ve postoperatif odyogramları karşılaştırabilmek için rutin odyogram uygulanmış, ayrıca postoperatif yapılan yaşam kalitesi anketi(Glasgow Benefit Inventory) uygulanarak implantın klinik açıdan avantajları değerlendirilmiştir.

Elde edilen veriler neticesinde, odyolojik açıdan Carina'nın hastaların mevcut işitmesine bir zarar vermediği, mevcut işitmeyi anlamlı şekilde arttırdığı ancak daha önceden kullanılan işitme cihazları ile arasında işitme kazancı açısından herhangi bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Klinik açıdan ise Carina'nın işitme cihazına göre daha faydalı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: İşitme kaybı, Carina, tam implante edilebilen işitme cihazı.

9.SUMMARY

Audiological and clinical results of fully implantable middle ear hearing devices(Carina)

Hearing aids are main materials for rehabilitation of patients who have sensorineural hearing loss hearing loss. Hearing aids also act a part in correcting conductive hearing loss inappropriate to surgical and medical treatment. There are limitations of using conventional hearing aids originated from patients and devices. To resolve this limitations implantable hearing aids have been designed. Implantable hearing aids are composed of partial and fully implantable devices. In this thesis study, for detecting clinical and audiologic results of fully implantable hearing device(Carina), for preoperative and postoperative audiogram comparison routine audiogram applied to the patients. Also postoperative quality of life questionnarie(Glasgow Benefit Inventory) applied to patients to detect clinical advantages of the implant.

According to the data acquired from study, audilogically Carina doesn't have an adverse effect to the patients existing hearing level and improves patients hearing level significantly. But there is not any significant difference between improvement of hearing loss with Carina and conventional hearing aids. Clinically evaluated that Carina is more sufficient than conventional hearing aids.

Key words: Hearing loss, Carina, Fully implantable hearing device.

10.EKLER

GLASGOW BENEFİT İNVENTORY

Orta kulak implantasyonu yaşamınızı ne şekilde etkiledi?

1. Geçirdiğiniz kulak ameliyatının sonuçları yapmakta olduğunuz faaliyetleri etkiledi mi?

Daha kötü yönde	Biraz veya bir dereceye kadar daha kötü yönde	Daha kötüye gidiş yok	Biraz veya bir derece daha iyi yönde	Çok daha iyi yönde
1	2	3	4	5

2. Geçirdiğiniz kulak ameliyatının sonuçları tüm yaşamınızı daha iyi mi yoksa daha kötü hale mi getirdi?

Daha iyi	Biraz veya bir dereceye kadar daha iyi	Herhangi bir değişiklik yok	Biraz veya bir dereceye kadar daha kötü	Daha kötü
5	4	3	2	1

3. Kulak ameliyatınızdan beri ileriki yaşantınız için daha fazla mı yoksa daha az mı iyimser beklentiler içindesiniz?

Çok daha iyimserim	Daha iyimserim	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az iyimserim	Çok daha az iyimserim
5	4	3	2	1

4. Kulak ameliyatınızdan beri topluluk içinde daha az mı yoksa daha fazla mı sıkılmanlık hissediyorsunuz?

Çok daha fazla sıkılmanlık	Daha fazla sıkılmanlık	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az sıkılmanlık	Çok daha az sıkılmanlık
1	2	3	4	5

5. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri kendinize güveniniz daha fazla mı yoksa daha az mı?

Kendime olan güvenim çok daha fazla	Kendime olan güvenim daha fazla	Herhangi bir değişiklik yok	Kendime olan güvenim daha az	Kendime olan güvenim çok daha az
5	4	3	2	1

6. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri eşinizle ilgilenmeniz daha kolay mı yoksa daha zor mu?

Çok daha kolay	Daha kolay	Herhangi bir değişiklik yok	Daha zor	Çok daha zor
5	4	3	2	1

7. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri arkadaşlarınızdan aldığınız destek daha fazla mı yoksa daha az mı?

Çok daha fazla destek alıyorum	Daha fazla destek alıyorum	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az destek alıyorum	Çok daha az destek alıyorum
5	4	3	2	1

8. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri doktora daha sık mı yoksa daha seyrek mi gidiyorsunuz?

Çok daha sık	Daha sık	Herhangi bir değişiklik yok	Daha seyrek	Çok daha seyrek
1	2	3	4	5

9. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri karşılaştığınız iş imkanları için kendinize olan güveniniz daha fazla mı yoksa daha az mı?

Çok daha fazla güvenim var	Daha fazla güvenim var	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az güvenim var	Çok daha az güvenim var
5	4	3	2	1

10. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri kendinize olan şüphemiz daha fazla mı yoksa daha az mı?

Çok daha fazla şüpheliyim	Daha fazla şüpheliyim	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az şüpheliyim	Çok daha az şüpheliyim
1	2	3	4	5

11. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri sizle ilgilenen kişi sayısı daha az mı yoksa daha fazla mı?

Çok daha fazla kişi	Daha fazla kişi	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az kişi	Çok daha az kişi
5	4	3	2	1

12. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri soğuk algınlığı ve grip gibi hastalıklara yakalanma oranınız daha fazla mı yoksa daha az mı?

Çok daha sık	Daha sık	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az	Çok daha az
1	2	3	4	5

13. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri herhangi bir nedenden ötürü daha fazla mı yoksa daha mı az ilaç kullanıyorsunuz?

Çok daha fazla ilaç kullanıyorum	Daha fazla ilaç kullanıyorum	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az ilaç kullanıyorum	Çok daha az ilaç kullanıyorum
1	2	3	4	5

14. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri kendinizi daha mı iyi yoksa daha mı kötü hissediyorsunuz?

Çok daha iyi	Daha iyi	Herhangi bir değişiklik yok	Daha kötü	Çok daha kötü
5	4	3	2	1

15. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri ailenizden aldığınız desteğin daha mı az yoksa daha mı fazla olduğunu düşünüyorsunuz?

Çok daha fazla destek alıyorum	Daha fazla destek alıyorum	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az destek alıyorum	Çok daha az destek alıyorum
5	4	3	2	1

16. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri kulak probleminiz hakkında daha mı fazla yoksa daha mı az tatminkarsınız?

Çok daha az tatminkarım	Daha az tatminkarım	Herhangi bir değişiklik yok	Daha fazla tatminkarım	Çok daha fazla tatminkarım

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

17. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri sosyal aktivitelere katılımınız daha mı fazla yoksa daha mı az?

Çok daha fazla	Daha fazla	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az	Çok daha az
5	4	3	2	1

18. Kulak ameliyatınızı geçirdiğinizden beri sosyal ortamlarda çekingenliğiniz ne ölçüde değişti?

Çok daha fazla çekingenim	Daha fazla çekingenim	Herhangi bir değişiklik yok	Daha az çekingenim	Çok daha az çekingenim
1	2	3	4	5

11.ÖZGEÇMİŞ

Adı : Veysel Akif

Soyadı: Savaş

Doğum Yeri ve Tarihi: Adıyaman- 17.02.1983

Eğitimi: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi (2001-2007)

Mehmet Emin Resulzade Anadolu Lisesi (1995-2001)

Adıyaman Anadolu Lisesi (1994-1995)

Adıyaman Yavuz Selim İlkokulu (1991-1994)

Adıyaman Cumhuriyet İlkokulu (1989-1991)

Yabancı dili: İngilizce

Bilimsel Yayınlar:

1 - Kizil Y, Aydil U, Yilmaz M, Ekinci O, Güzeldir OT, Savas VA, Köybasioglu A. Vocal Cord Leukoplakia: Characteristics and Pathological Significance. Int J Phonosurg Laryngol 2012;2(1):9-13.

