**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**
**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**
**TIP FAKÜLTESİ**

# İŞİTME REKONSTRÜKSİYONUNDA KULLANILAN YÖNTEMLERİN FONKSİYONEL VE ANATOMİK SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

**Dr. Emre OCAK**

**KBB ANABİLİM DALI**
**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN**
**Prof. Dr. Gürsel DURSUN**

**ANKARA**
**2013**

# KABUL VE ONAY

## ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
## TEZ SINAVI TUTANAĞI

| I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN | | |
|---|---|---|
| **Adı, Soyadı** | : EMRE OCAK | **Tarih:** |
| **Anabilim/Bilim Dalı** | : KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI | ...02.. / ..10... / 2013... |
| **Tez Danışmanı** | : PROF.DR.GÜRSEL DURSUN | |

| II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER | | | |
|---|---|---|---|
| **Tezin Başlığı:** İşitme rekonstrüksiyonunda kullanılan yöntemlerin fonksiyonel ve anatomik sonuçlarının değerlendirilmesi | | | |
| **Tezin Niteliği:** | ☒ Ana Dal Uzmanlık Tezi | ☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi | |
| **Kaçıncı tez sınavı olduğu:** | ☒ 1 | ☐ 2 | ☐ 3 |

**III. KARAR**

Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak

☒ Kabulüne

☐ Reddine

☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine

oy birliği / oy çokluğu ile karar verilmiştir.

**IV. AÇIKLAMALAR**

*Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız*

**Jüri Başkanı**

**Unvanı, Adı, Soyadı**

Prof.Dr.Muharrem GERÇEKER
Anabilim Dalı Başkanı

**Jüri Üyesi**

**Unvanı, Adı, Soyadı**

Prof.Dr.Gürsel DURSUN
Anabilim Dalı Öğ.Üy

**Jüri Üyesi**

**Unvanı, Adı, Soyadı**

Doç.Dr.Cem MEÇO
Anabilim Dalı Öğ.Üy

# ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitim sürecimi geçirdiğim, ülkemizin en önemli tanı ve tedavi merkezlerinden biri olan kliniğimizde, yetişmemi sağlayan ve bu tezin hazırlanmasında ilgi ve desteklerini gördüğüm Prof. Dr. Gürsel Dursun ve Doç. Dr. Cem Meço başta olmak üzere tüm hocalarıma, beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum klinik arkadaşlarıma, bugünlere gelmemi sağlayan aileme ve desteğini her zaman hissettiğim karım Pırıl'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa no**

KABUL VE ONAY ..... i
ÖNSÖZ ..... ii
İÇİNDEKİLER ..... iii
KISALTMALAR ..... v
TABLO LİSTESİ ..... vi
RESİM LİSTESİ ..... vii
1. GİRİŞ ..... 1
2. GENEL BİLGİLER ..... 2
2.1. DIŞ KULAK ..... 2
2.2. ORTA KULAK ..... 3
2.2.1. Kemikçikler ..... 6
2.3. İÇ KULAK ..... 9
2.3.1. Kemik Labirent ..... 9
2.3.2. Membranöz Labirent ..... 10
2.4. İŞİTME FİZYOLOJİSİ ..... 11
2.4.1. İletim Fazı ..... 12
2.4.2. Dönüşüm ..... 13
2.4.3. Nöral Kodlama ..... 13
2.4.4. Algı ve Birleştirme ..... 13
2.5. OSSİKÜLOPLASTİ ..... 14
2.6. OSSİKÜLOPLASTİDE KULLANILAN MATERYALLER ..... 20
2.6.1. Hidroksisapatit ..... 21
2.6.2. Titanyum ..... 22
2.6.3. Politetrafluoroetilen(teflon) ..... 23
2.6.4. Cam İyonomer Çimento ..... 23
2.6.5. Seramik ..... 23
3. GEREÇ VE YÖNTEM ..... 24
3.1. ODYOLOJİK ÖLÇÜMLER ..... 24
3.2. ANESTEZİ TEKNİĞİ ..... 24

3.3. CERRAHİ TEKNİK ..... 25
3.4. POSTOPERATİF TAKİP ..... 25
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ ..... 26
4. BULGULAR ..... 27
5. TARTIŞMA ..... 35
6. SONUÇLAR ..... 47
ÖZET ..... 49
SUMMARY ..... 51
KAYNAKLAR ..... 53

# KISALTMALAR

**Hz** **:** Hertz

**dB** **:** Desibel

**PORP** **:** Parsiyel ossiküler replasman protezi

**TORP** **:** Total ossiküler replasman protezi

**Ti** **:** Titanyum

**HA** **:** Hidroksiapatit

**CWU** **:** Canal Wall Up

**CWD** **:** Canal Wall Down

**KHA** **:** Kemik hava aralığı

**KOM** **:** Kronik Otitis Media

**KSOM** **:** Kronik Seröz Otitis Media

# TABLO LİSTESİ

**Sayfa no**


**Tablo 1.** Hastaların demografik verileri ..... 27

**Tablo 2.** Hastaların revizyon cerrahi uygulanma sayı ve yüzdeleri ..... 27

**Tablo 3.** Revizyon cerrahi yapılan hastaların işitme sonuçları ..... 28

**Tablo 4.** Hastalara uygulanan cerrahi prosedür ..... 29

**Tablo 5.** Yapılan mastoidektomi tekniğine göre protezlerin işitme ve anatomik sonuçları ..... 30

**Tablo 6.** Hastaların ameliyat sonrası işitme sonuçları ..... 31

**Tablo 7.** Parsiyel ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının karşılaştırılması ..... 32

**Tablo 8.** Parsiyel ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının ve greft başarısının karşılaştırılması ..... 32

**Tablo 9.** Total ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının karşılaştırılması ..... 33

**Tablo 10.** Total ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının ve greft başarısının karşılaştırılması ..... 34

**Tablo 11.** Protez atılım oranları ..... 34

**Tablo 12.** Orta kulak implantlarında kullanılan alloplastik materyaller ..... 39

**Tablo 13.** İdeal orta kulak implantının taşıması gereken özellikler ..... 40

# RESİM LİSTESİ

**Sayfa no**


**Resim 1.** Aurikula ..... 2

**Resim 2.** Orta kulağın dış kulak ve iç kulak ile ilişkisi ..... 4

**Resim 3.** Kemikçik zincir ..... 7

**Resim 4.** Östaki borusu ..... 8

**Resim 5.** İç kulak ..... 10

**Resim 6.** Ses dalgalarının iç kulağa iletilmesi ..... 13

**Resim 7.** İç kulağın histolojik görüntüsü ..... 14

**Resim 8.** Kıkırdak greft yerleştirilmiş bir hastanın ameliyat sonrası görüntüsü ..... 15

**Resim 9.** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi ..... 16

**Resim 10.** Titanyum total ossiküler replasman protezi, kıkırdak ve perikondriyal greftle birlikte ..... 17

**Resim 11.** Ossiküler zincir patolojilerinde Austin / Kartush sınıflandırması ..... 19

**Resim 12.** Hidroksiapatit PORP(a) ve TORP(b) ..... 21

**Resim 13.** Titanyum total ossiküler replasman protezi, kıkırdak ve perikondriyal greftle birlikte ..... 22

**Resim 14.** Kronik otitis media terminolojisi ..... 35

**Resim 15.** A)TORP yerleştirilmiş bir hastanın koronal temporal BT görüntüsü, B) TORP yerleştirilmiş bir hastanın 3D temporal BT görüntüsü ..... 38

**Resim 16.** Hidroksiapatit PORP ..... 40

**Resim 17.** Atelektazi sonrası atılıma uğramış bir titanyum protez ..... 42

# 1. GİRİŞ

Kronik orta kulak iltihabı, kolesteatoma varlığı veya timpanosklerozis gibi enflamatuar süreçler sonunda orta kulak kemikçiklerinde sıklıkla harabiyet gözlenir. Kronik enflamatuar süreçlerin cerrahi tedavisi sırasında iki temel amaç; hastalığın ortadan kaldırılması ve işitmenin düzeltilmesidir.

Timpanoplastide geleneksel olarak birincil hedef hastalığın eradikasyonu iken, günümüzde tatminkar işitme sonuçları da en az hastalığın ortadan kaldırılması kadar önemli hale gelmiştir. Cerrahlar olabildiğince az sayıda operasyonla, mümkünse tek seansta, hem patolojiyi ortadan kaldırmak hem de kemikçik zinciri tamir etmeyi amaçlamaktadırlar.

Kulak ameliyatlarında yüzyılı aşkın süredir kemikçik zincir onarımı yapılmaktadır. Kemikçik zincirin rekonstrüksiyonunda kullanılmak üzere pek çok materyal denenmiş ancak bunların çoğu günümüzde önemini kaybetmiştir. Araştırmacılar, her başarısız sonucun ardından bunun nedenini sorgulamış ve yeni teknikler, yeni protezler geliştirmişlerdir. Amaç, erozyona uğrayan kemikçik/kemikçiklerin yerine biyouyumluluğu yüksek, hafif, stabil ve tatminkar işitme sonuçları sağlayan materyal kullanmak ve bunu doğru teknikle yerleştirebilmektir.

Hidroksiapatit protez ossiküloplastide uzun yıllardır en çok tercih edilen madde olmuştur. Ancak son on yılda titanyum protezler kullanıma girmiş ve otoloji dünyasında bu iki materyal arasında hangisinin daha kullanışlı olduğuna dair tartışmalar başlamıştır.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen bilgilerden yola çıkılarak, kliniğimizde 2006 - 2012 yılları arasında timpanoplasti yapılan ve titanyum ya da hidroksiapatit protezle kemikçik zincir onarımı uygulanan hastaların fonksiyonel ve anatomik sonuçları incelenmiştir.

Amacımız ossiküloplastide kullanılan farklı yöntem ve materyallerin gerek işitme gerekse anatomik sonuçlarını karşılaştırmak ve cerrahi prosedürde kullanılacak en uygun yönteme ışık tutmaktır.

# 2. GENEL BİLGİLER

Kulak, aurikula ve dış kulak yolunu içeren dış kulak; kulak zarı, kemikçikler, mastoid hücreler ve östaki borusunu içeren orta kulak ve vestibüler sistem ile kohleayı içeren iç kulak olmak üzere üç bölümden oluşur (1).

## 2.1. DIŞ KULAK

**Embriyoloji:** Embriyolojik yaşamın üçüncü haftasında birinci ve ikinci arkuslardan His'in tomurcukları diye isimlendirilen 6 tomurcuk oluşur. İlk 3 tomurcuk birinci brankial arkusdan, son 3 tomurcuk ikinci brankial arkustan oluşur. His tomurcuklarının birleşmesi ile 12'nci haftada kulak kepçesi oluşur. Erişkin şeklini 20'nci haftada alır. 9 yaşında erişkindeki çaplarına erişir. Dış kulak yolu oluşumu ise, embriyolojik yaşamın sekizinci haftasında birinci farengeal cebin derinleşmesi ile başlar. Epitel doku ile 12'nci haftada doldurulur. Dış kulak yolunun kemikleşmesi 3 yaşında tamamlanır ve 9 yaşında erişkin şeklini alır. Brankial ektoderm ile farengeal endodermin karşı karşıya geldiği bölge timpanik membranı oluşturur.

Kulak zarı üç tabakanın birleşmesinden oluşur. En dışta ektodermal epitel, ortada mezodermal fibröz doku, içte endodermal mukoza vardır. 28 haftalık embriyoda kulak zarı belli olur (2).




**Resim 1.** Aurikula

**Anatomi:** Kulak kepçesi (aurikula), kafanın iki yanında, çene eklemi ile mastoid çıkıntı arasında yer alan ve sesin dış kulak yoluna yönlendirilmesini sağlayan, üzeri ince ve yağsız deri ile sıkıca kaplı olan elastik kartilajdan oluşan bir organdır (Resim 1).

Dış kulak yolu, kepçeden kulak zarına kadar olan uzunluğu içine alır ve iki parçadan oluşur; 1/3 dış kısmı kıkırdak, 2/3 iç kısmı kemikten meydana gelir. Kemik kısım temporal kemiğin skuamöz ve timpanik parçasından meydana gelir. Dış kulak yolu arkadan öne ve superiordan inferiora doğru oblik seyreder. Erişkinde arka üst duvar 25 mm, ön alt duvar ise 30 mm uzunluğundadır. Çocuklarda kıkırdak bölüm daha uzundur. Dış kulak yolunu kaplayan deri, ciltaltı yağ dokusu olmadığı için çok incedir (3). Kanal içindeki "Santorini fissürleri" adı verilen fibröz kanallar dış kulak yolundaki enfeksiyonların veya tümöral yapıların temporomandibular eklem veya parotis bezine yayılmasına neden olabilir.

Aurikulanın ön yüz derisinin duysal inervasyonunu mandibular sinirin aurikulotemporal dalı, kavum konkanın inervasyonunu ise N.Facialis ile N.Vagus'un duysal dalları sağlar. Lobülün duyusunu ise C2-C3'ten köken alan N.aurikularis magnus alır. Trigeminal sinirin auriculotemporal dalı dış kulak yolunun ön-üst tarafının, vagal sinirin auricular dalı ile fasiyal ve glossofarengeal sinir çiftleri alt-arka tarafının inervasyonunu sağlar (4).

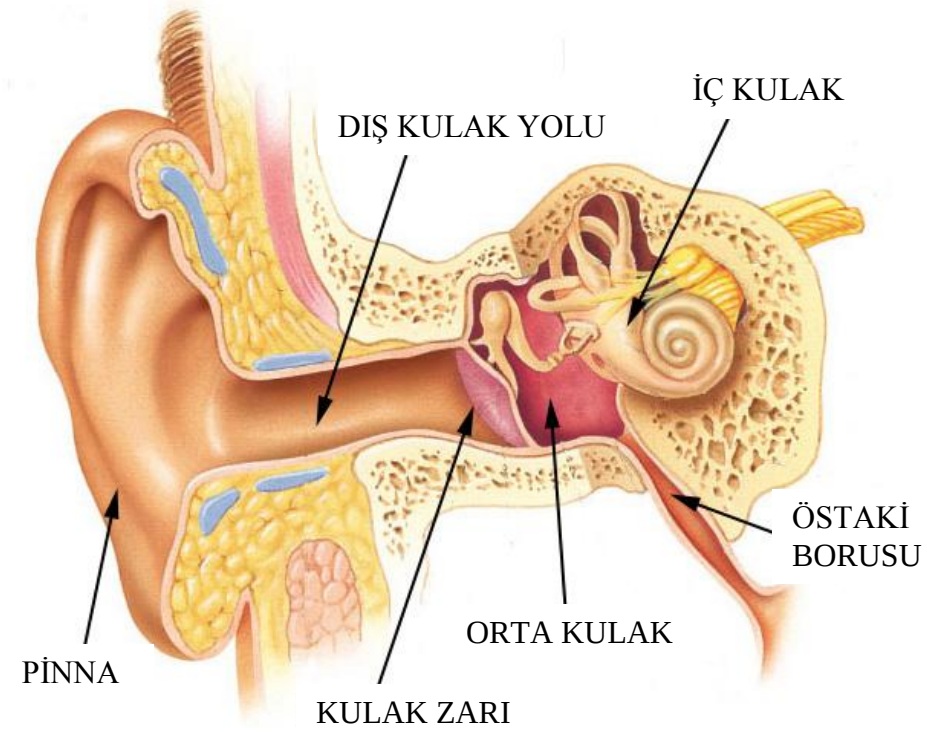
Dış kulağın kanlanması eksternal karotid arterin superfisisyal temporal arter ile posterior aurikular arter dallarıyla sağlanır.

## 2.2. ORTA KULAK

**Embriyoloji:** İntrauterin üçüncü haftada dışa doğru bir oluk şeklinde büyüyen birinci farengeal cep orta kulak ve östaki borusunu oluşturur. Orta kulak kemikçikleri birinci ve ikinci brankial arkusların mezoderminden gelişir. Birinci brankial arkus mezoderminden; malleusun baş ve boynu, inkusun gövde ve kısa kolu, ikinci brankial arkusun mezoderminden; manibrium mallei, inkusun uzun kolu ve stapes gelişir. Orta kulak embriyolojik gelişimini otuzuncu haftada tamamlamış olur. Antrum gelişimi yirmidördüncü haftada başlar, otuzikinci haftaya kadar devam eder.

Doğumda, sadece orta kulak boşluğu ve antrum mevcuttur. Mastoid kemik ve mastoid hücreler doğumdan sonra oluşur (5).

**Anatomi:** Kulak zarı ile iç kulak arasında yer alan 6 duvarlı bir boşluktur (Resim 2). Östaki borusu aracılığı ile nazofarenks, aditus aracılığıyla havalı mastoid hücrelerle bağlantılıdır. Orta kulak boşluğunun hacmi yaklaşık 2 cc'dir. Topografik olarak 3 kısımda incelenir; kulak zarı hizasında kalan mezotimpanum, kulak zarının superiorunda kalan epitimpanum ve zarın inferiorunda kalan hipotimpanum (6).




**Resim 2.** Orta kulağın dış kulak ve iç kulak ile ilişkisi

**Dış Duvar:** Orta kulağın dış bölümünü kulak zarı oluşturur. Kulak zarı yaklaşık 8 mm genişliğinde, 10 mm yüksekliğinde eliptik yapıda, oblik yerleşimli, dış bölümü ince dış kulak yolu epiteli, orta bölümü fibröz tabaka, iç kısmı ise orta kulak mukozası tarafından oluşturulan 0.1 mm kalınlığında yarı transparan bir zardır. Timpanik kemiğin sulcus timpanikus parçasının içine oturur. Sulcus timpanikus içinde annulus timpanikus adı verilen fibröz bir halka vardır ve 1/8'lik üst bölüm hariç timpan membranın kalan büyük bölümünü (7/8) çevreler. Geniş olan alt

bölümü gergindir ve pars tensa olarak anılır. Küçük olan üst parça ise ortada fibröz tabaka içermediğinden daha gevşektir ve pars flaksida olarak adlandırılır. Zarın tamamı 80 $mm^2$ iken titreşen bölümü yaklaşık 55 $mm^2$'dir. Zardaki en belirgin bölge manubrium mallei'dir. Manubrium superiordan inferiora doğru seyreder ve zarın yaklaşık orta noktasında sonlanır. Sonlandığı bu noktaya umbo adı verilir. Zardaki lezyonları tarif etmek için manubriumdan geçen hat ile umbo seviyesinde bu hatta dikey geçen ikinci bir hayali hat kullanır. Böylece kulak zarı ön-alt, ön-üst, arka-alt ve arka-üst olarak 4 kadrana ayrılır. Kulak muayenesi sırasında sağlıklı bir kulak zarında ışık kaynağının üçgen şeklinde reflesi alınmalıdır. Buna Politzer üçgeni adı verilir. Zarın oblik duruşundan dolayı tepesi bu reflenin tepesi umboda, tabanı ise anulustadır. Zarın kanlanmasını internal maksiller arterin derin aurikular dalı ile posterior aurikular arterin stilomastoid dalından gelen küçük damarların oluşturdukları anastomoz sağlar. Timpan zarın inervasyonunu vagal sinirin aurikular dalı ile mandibular sinirin aurikulotemporal dalı sağlar.

**Alt Duvar:** Hipotimpanumun alt kısmıdır. İnternal juguler ven fossası ile komşudur. Jacobson sinirinin orta kulağa girdiği canaliculi timpanici adı verilen bir delik bulunur. Eğer juguler bulbus genişse, orta kulağa doğru çıkıntı şeklinde görülebilir.

**Üst Duvar:** Epitimpanumun üst kısmıdır. Burada bulunan ve orta kafa çukurunu orta kulak boşluğundan ayıran ince kemik yapıya tegmen timpani denir.

**İç Duvar:** Orta kulağı iç kulaktan ayırır ve çok önemli yapıları barındırır. Kohleanın bazal kıvrımının orta kulak boşluğuna doğru yaptığı kabartıya promontorium denir. Bu yapının üzerindeki oyukta, N.glossofarengeusun dalı olan timpanik sinirin karotid pleksustan çıkan sempatik sinirlerle oluşturduğu timpanik pleksus bulunur. Promontoriumun arka-alt kısmında iç kulak ile orta kulak arasındaki iki bağlantı noktasından biri olan yuvarlak pencere bulunur. Arka-üst kısımda ise diğer bağlantı noktası olan oval pencere bulunur. Oval pencere nişine stapes tabanı oturur ve anuler ligaman ile sarılıdır. Oval pencerenin üst kısmında fasiyal sinirin timpanik segmentinin geçtiği fallop kanalı bulunur. Bunun da üzerinde lateral semisirküler kanalın kabartısı vardır. Promontoriumun ön-üst kısmında ise tensor timpani kasının tutunduğu kohlealiform proses yer alır.

**Ön Duvar:** İnternal karotid arterin yaptığı çıkıntı nedeniyle kısmen daralmış olan ön duvar, üstte tensor timpani kasının kanalı altta ise östaki tüpünün timpanik ağzı arasında yer alır. İnternal karotid arter ile komşudur.

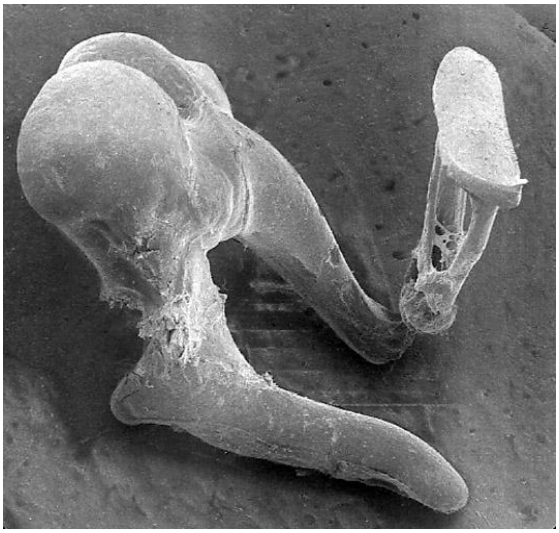
**Arka Duvar:** Antrum ile orta kulak boşluğunu bağlayan aditus ad antrum arka duvarın üst kısmında bulunur. Arka duvarda yer alan önemli bir yapı; stapedius kasının tendonunun tutunduğu piramidal eminenstir. Bu çıkıntının hemen altında korda timpaninin orta kulağa girdiği oluk yer alır. Lateralde korda timpani ve dış kulak yolu, üstte ise fossa incudisin sınırlarını oluşturduğu fasiyal resess de arka duvarda yer alır. Oval ve yuvarlak pencerelerin arkasında, piramidal eminensin altında fasiyal sinir kanalına doğru uzanan girintiye sinüs timpani adı verilir.

### 2.2.1. Kemikçikler

**Malleus:** Kemikçiklerin en büyüğü ve en dışta olanıdır. Manubrium mallei, kaput mallei ve kollum mallei adı verilen üç bölümü vardır. Embriyolojik gelişimi fetal hayatın 16. haftasında başlar, 24. haftada kemikleşme tamamlanır. Tensor timpani kası malleusun boynuna yapışır ve kasıldığı zaman kulak zarını gerer.

**İnkus:** İnkusun gelişimi intrauterin 16. haftada başlar, 24. haftada tamamlanır. Kısa kol, gövde ve uzun kol olmak üzere 3 bölümü vardır. İki kol arasında yaklaşık 100 derecelik açı vardır. Uzun kolu stapes başı ile eklem yapar. Uzun kolun eklem bölgesindeki hafif kalınlaşmış bölümüne lentiküler proses adı verilir. Kısa kolu fossa incudise yerleşmiştir.

**Stapes:** Ortalama 3,5 mm uzunluğunda olup vücudun en küçük kemikçiğidir. Fetal gelişimi diğer kemikçiklere göre daha uzun sürede tamamlanır. Ön bacak, arka bacak ve taban olmak üzere 3 kısımda incelenir. Tabanı, anüler ligaman adı verilen fibröz yapıyla oval pencereye oturur. Arka bacağın üst kısmına stapedius kasının tendonu yapışır (Resim 3).



**Resim 3.** Kemikçik zincir

Orta kulak kemikçikleri kaslar ve ligamanlar yardımıyla pozisyonlarını korur ve hareket ederler. Kemikçiklere tutunan 2 adet kas vardır; bunlar tensor timpani ve stapedius kasıdır.

**M. Tensor Timpani:** Origosu östaki tüpünün kıkırdak bölümündedir. Östaki tüpüne paralel seyreder ve tendonu kohlealiform proses üzerinden çıkar, malleusun boyun kısmına yapışır. Kasıldığında manubrium malleiyi mediale doğru çeker ve kulak zarını gerer.

**M.Stapedius:** Arka duvar içindeki piramidal çıkıntı içinde yer alır ve tendonu bu çıkıntıdan ayrılarak stapes arka bacağına yapışır. Kasıldığı zaman stapes ön tarafını çekerek iç kulağı yüksek sesten korur.

Ligamanlardan ise anterior, süperior ve lateral ligaman malleusa, posterior ligaman inkusa tutunur.

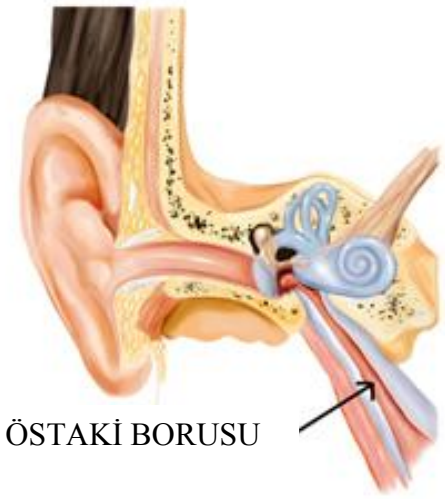
Vasküler orta kulak mukozası, kasları ve tendonları sarar, mastoid hücrelere doğru devam eder. Bu seyri sırasında bazı katlantılar, kıvrımlar (anterior ve posterior mallear kıvrımlar) ve cepler oluşturur. Anterior ve posterior mallear kıvrımlar ile kulak zarı arasındaki ceplere Von Troeltsch poşları denir. Kulak zarının pars flaksida bölümü ile malleusun boynu arasında kalan boşluğa ise Psussak cebi adı verilir.

Orta kulağı genel olarak eksternal karotid arterin dalları olan anterior, posterior, süperior ve inferior timpanik arterler besler. Venöz drenaj ise pterigoid

pleksusa veya süperior petrosal sinüse olur. Sinirsel uyarımı glossofarengeal sinirin timpanik dalı, mandibular sinirin aurikülotemporal dalı, sempatik inervasyonu ise karotid pleksus ile süperior servikal gangliondan gelen sempatik dallar sağlar.

**Korda Timpani:** Dilin ön üçte ikilik kısmının tat duyusunu taşır. Aynı zamanda sublingual ve submaksiller bezlere parasempatik uyarıları taşır. Fasiyal siniri petrotimpanik fissürde terk edip orta kulakta inkus uzun kolu ve manubrium mallei arasından geçer.

**Östaki Borusu:** Orta kulak ile nazofarenks boşluklarını bağlayan, orta kulağa yakın üçte birlik kısmı keikten, nazofarenkse yakın üçte ikilik kısmı kıkırdaktan oluşan bir borudur (Resim 4). Nazofarenkse açılan ağzı alt konkanın posteriorunda ve hafif inferiorunda rosenmüller fossada bulunur. Çocuklarda 17 mm, erişkinlerde ise 35 mm uzunluğundadır. Çocukluk döneminde açısı yaklaşık 10 derece olan tüp, erişkinde 45 dereceye ulaşır. Orta kulak boşluğunun havalanmasına katkıda bulunur. Temel olarak 2 kas tarafından sarılır; tensor veli palatini ve levator veli palatini. Ancak östaki tüpünün ağzının açılmasından esas olarak tensor veli palatini kası sorumludur (7).




**Resim 4.** Östaki borusu

## 2.3. İÇ KULAK

**Embriyoloji:** İntrauterin dördüncü haftada, ektodermden gelişmeye başlar. Gelişim yaklaşık yirmidördüncü haftaya kadar devam eder. Ektodermdeki otik çukur derinleşerek daha sonra otik vezikülü oluşturacak olan bir kese halini alır. Dördüncü haftada oluşan otik vezikülden daha sonra kohlea, semisirküler kanallar ve vestibül meydana gelir. Ektodermden gelişen membranöz labirentin etrafını mezodermden gelişen kıkırdak yapı sarar. Bu daha sonra ossifiye olarak kemik labirenti oluşturur.

**Anatomi:** Kulağın en medialdeki bölümü olan iç kulak, temporal kemiğin petröz parçasının içinde yer alır. Denge ve işitme ile ilgili özelleşmiş duyu hücrelerini barındırır. Çeşitli anatomik yollar ve boşluklar aracılığıyla orta kulak ve kafaiçi ile bağlantı halindedir (Resim 5). Morfolojik olarak 2 bölümde değerlendirilir:

### 2.3.1. Kemik Labirent

- **Kohlea:** Anatomik olarak internal karotid arterin süperiorunda yer alır. Merkezde modiolus adı verilen kemik yapı etrafında, sarmal şeklinde $2^{3/4}$ tur yapar. Kohlea için bir eksen oluşturan modiolus spiral şeklinde bir yapıdır. Bu nedenle, modiolus içindeki ince osseöz kanallara spiral kanallar denir. Bu kanallardan kohlear damarlar ve kohlear sinirin lifleri geçer. Ayrıca işitmenin birinci nöronu olan spiral ganglion da burada bulunur.

- **Osseöz semisirküler kanallar:** Süperior, horizontal ve posterior olmak üzere toplam üç adet semisirküler kanal bulunmaktadır. Bu kanalların her biri kendi arasında 90 derecelik açı olacak şekilde üç ayrı uzaysal düzlemde bulunurlar ve vestibuluma açılırlar.

- **Vestibulum:** Çapı 4 mm olan düzensiz ovoid bir boşluktur. Medial duvarındaki recessus sphericus içinde sacculus, recessus elipticus içinde ise utriculus bulunur. Lateral duvar ise yuvarlak ve oval pencereler aracılığıyla orta kulak boşluğu ile bağlantılıdır. Vestibulumun ön-alt kısmında kohlea bulunur.

### 2.3.2. Membranöz Labirent

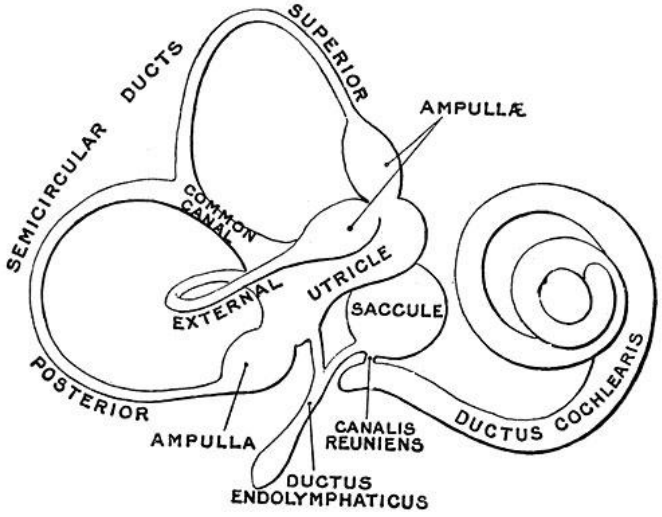
- **Korti organı:** Lamina basilarisin üstünde ve ductus cochlearisin içinde yer alır. Organum spirale olarak da adlandırılır.

- **Semisirküler kanallar:** Kemik semisirküler kanalların içinde yer alan membranöz semisirküler kanalların kalınlığı kemiğe göre çok incedir. Membranöz labirent horizontal ve süperior semisirküler kanalların ön deliği ile posterior kanalın alt deliğinin civarında genişleyerek ampulla adı verilen bir bombelik yapar. Ampullanın içindeki crista ampullariste duyu epiteli bulunur ve bu bölgeden çıkan anterior, posterior ve lateral ampullar sinirler vestibüler siniri oluşturmak üzere utricular ve saccular sinirlerle birleşirler.

- **Utrikulus:** Vestibulumun medial duvarında yer alan recessus elipticusta yer alır. İç duvarında makula adı verilen özelleşmiş bölümde denge duyusunu alan özel hücreler yer alır.

- **Sakkulus:** Vestibulum medial duvarında yer alan recessus sphericusta yer alır. Tıpkı utriculusta olduğu gibi sacculusun iç yan duvarında da makula adı verilen bölüm ve bu bölümde yer alan, dengeyle ilgili uyarıları alan özelleşmiş duyu epiteli yer alır.

- **Endolenfatik kanal:** Aquaductus vestibuli isimli kemik kanal içinde yer alır. Utrikulosakküler duktus ile endolenfatik keseyi birbirine bağlar.




**Resim 5.** İç kulak

İç kulağın komşu yapılarla bağlantısını sağlayan bazı önemli anatomik boşluk ve geçitler vardır.

- **Aquaductus Vestibuli:** İçinde endolenfatik kanalı taşır. Subarkuat fossada yer alan endolenfatik kesede sonlanır.
- **Aquaductus Cochlea:** Skala timpaniden başlar, subaraknoid boşluğa açılır. İçerisinde perilenfatik duktus yer alır.
- **Oval Pencere:** Vestibulum ile stapes tabanı arasında yer alır. Orta kulak ile iç kulak arasında geçiş noktasıdır.
- **Yuvarlak pencere:** Promontoriumun inferiorunda yer alır. Orta kulak ile iç kulak arasındaki diğer bağlantı noktasıdır. Herhangi bir kemikçik ile bağlantısı yoktur (8).

## 2.4. İŞİTME FİZYOLOJİSİ

Ses, bir kaynaktan dalgalar halinde yayılan titreşimlerin katı, sıvı ve gaz ortamlarda enerjiye dönüşmüş halidir. Ses dalgalarının hızı bulunduğu ortamın yoğunluğuyla ilişkilidir. En hızlı katı ortamlarda ilerler. Suda daha yavaş, havada ise sudakinin dörtte biri kadardır. Boşlukta yayılamaz.

Sesin temel olarak iki temel bileşeni vardır. Bunlar şiddet ve frekanstır. Saf seslerin frekansı hertz (Hz) olarak ifade edilir. Bu, saniyedeki titreşim sayısını ifade eder. Normal insan kulağı her titreşimi ses olarak algılayamaz ve 20 ile 20000 Hz frekans arasındaki sesleri işitebilecek kabiliyettedir. Ses şiddeti ise desibel (dB) olarak ifade edilir. Desibel iki ses şiddetinin birbirine oranını ifade eden logaritmik bir değerdir. Ses iletimi ve işitme fizyolojisini tam olarak anlayabilmek için impedans kavramını bilmek gerekir. Akustik impedans sesin bir ortamdan geçerken karşılaştığı dirençtir. İki ortam arasındaki impedans ne kadar birbirine yakınsa, bir ortamdan diğerine enerji aktarılması da o kadar fazladır.

Normal işitmenin olabilmesi için çok sayıda organın birbiriyle uyumlu olarak çalışabilmesi gerekir. İşitme birbirini takip eden 4 fazda gerçekleşir.

### 2.4.1. İletim Fazı

Ses dalgaları atmosferden hava yoluyla kulak kepçesine, oradan da dış kulak yoluna yönelir ve kulak zarında titreşime yol açar. Orta kulak yapıları bu titreşim enerjisinin iç kulak sıvılarına geçişini sağlar. Ses dalgaları orta kulaktan iç kulağa geçerken yani direnci düşük olan gaz ortamdan direnci daha yüksek olan sıvı ortama geçerken ortalama 30 dB civarında bir enerji kaybına uğrar. Orta kulak bu ses dalgalarındaki enerji azalmasını önlemek amacıyla impedans adaptasyonu sağlar (Resim 6).

Orta kulağın impedans denkleştirici etkisi üç mekanizma ile olmaktadır:

**1.** Kulak zarının tahtarevalli etkisi (catenary lever): Kulak zarının titreşim bakımından iki sabit noktası vardır. Bunlar kemik anulus ve manubrium malleidir. Kulak zarı kemiğe sıkı bir şekilde yapıştığı için anulusta titreşmez. Ancak ince olan orta kısımda titreşir. Böylece ses enerjisi kısmen hareketli manubriuma büyüyerek geçer. Bu şekilde ses enerjisi iki katına çıkar. Buna "tahtarevalli etkisi" denilmektedir.

**2.** Kemikçik zincirinin yükseltici etkisi (ossicular lever): Kemikçikler bir kaldıraç gibi hareket eder. Bu kaldıraçta manubrium mallei ve inkusun uzun kolu kaldıracın kollarını, malleus başıda destek noktalarını oluşturur. Ses dalgası ile inkodomalleolar kompleks aracılığıyla stapesin başına 1.3 kat güçlenerek ulaşmış olur.

**3.** Kulak zarı ve stapes yüzeyleri arasındaki büyüklük farkı (hydrolic lever): Orta kulağın amlifikatör etkisinde en önemli rol hidrolik mekanizmaya aittir. Bu mekanizma kulak zarı ile stapes tabanı arasındaki yüzey alan farkından kaynaklanmaktadır. Kulak zarının titreşen bölümü yüzölçümü ile oval pencere yüzölçümü arasındaki oran 17/1'dir ve kemikçiklerin kuvvetlendirici etkisi de hesaba atıldığında, ses kulak zarından stapes tabanına 22 kez kuvvetlenerek geçer.



**Resim 6.** Ses dalgalarının iç kulağa iletilmesi

### 2.4.2. Dönüşüm

Ses enerjisi kemikçik zincir yoluyla mekanik enerjiye dönüşür. Stapes tabanının oval pencerede oluşturduğu titreşim iç kulak sıvılarında vibrasyona neden olur ve bu da mekanik enerjinin elektriksel enerjiye dönüşümünde temel rol oynayan saçlı hücrelerin depolarizasyonuna yol açar. Kohleada yaklaşık 3500 iç saçlı ve 13000 dış saçlı hücre yer alır (Resim 7).

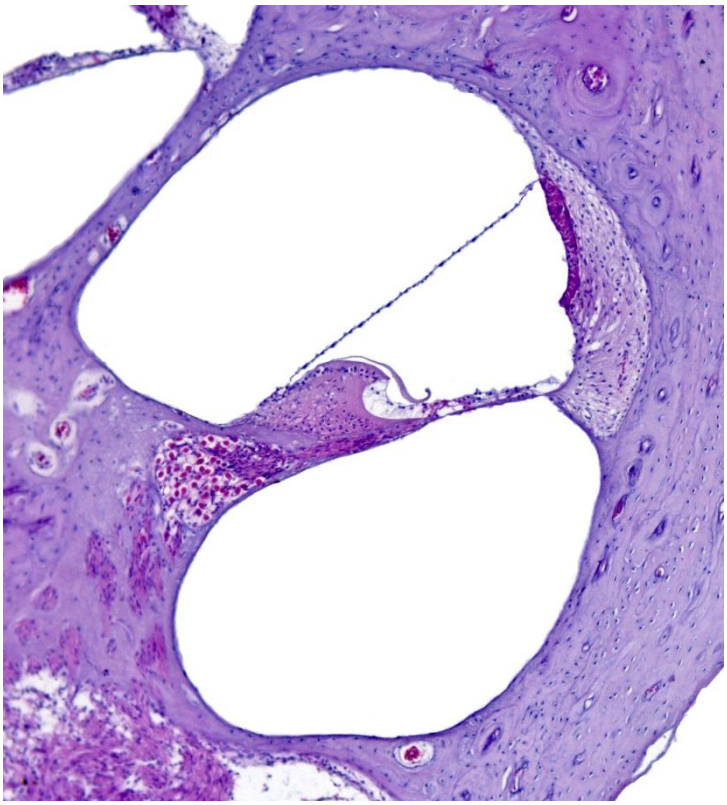
### 2.4.3. Nöral Kodlama

Saçlı hücrelerde meydana gelen elektriksel uyarılar korti organında kodlanır ve işitme sinirine iletilir.

### 2.4.4. Algı ve Birleştirme

Spiral gangliondaki sinir hücrelerinin aksonları kohlear sinir aracılığıyla ponstaki kohlear nukleuslara ulaşırlar. Kohlear nukleuslar, ventral ve dorsal olmak üzere iki gruptur. Düşük frekanslı seslerle oluşan uyarı ventral nukleusta, yüksek frekanslı seslerle oluşan dorsal nukleusta sonlanır. Bu liflerin %90'ı beyin sapının karşı tarafına geçerek superior olivar komplekse katılırlar. Lifler buradan lateral lemniskus ve inferior kollikulusa giderler. İnferior kollikulustan çıkan lifler medial

genikulat cisimcik aracılığıyla temporal lobdaki Sylvian fissürüne yerleşmiş primer işitme merkezine gelirler. Burası Broadman 41. alandır. İşitme yollarında sinyaller her iki kulaktan gelir, liflerin çoğu kontralateral tarafa geçer ve beyin sapının en az üç bölgesinde çaprazlaşırlar. Böylece binaural işitme sağlanmış olur.

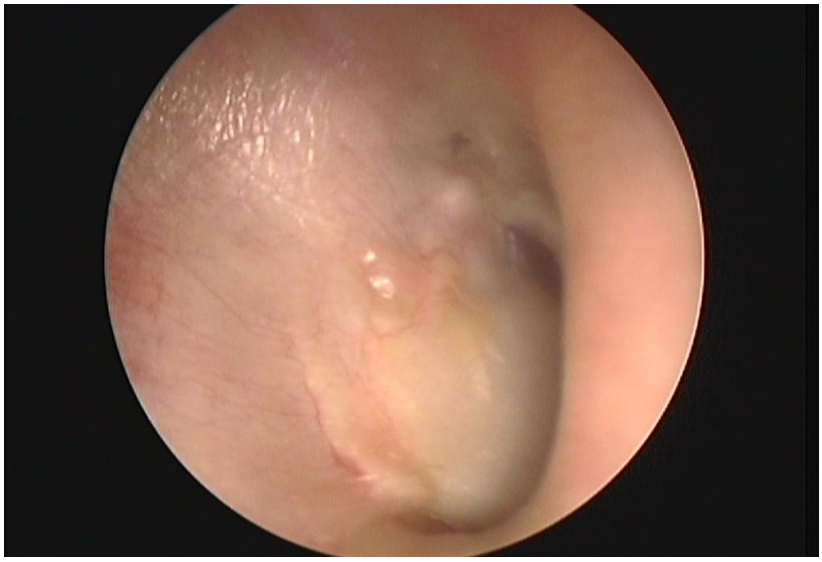


**Resim 7.** İç kulağın histolojik görüntüsü (Prof. Dr. Muharrem Gerçeker'in arşivinden alınmıştır)

## 2.5. OSSİKÜLOPLASTİ

Kemik yolu ile hava yolu arasındaki boşluğu kapatmak için 100 yılı aşkın süredir kemikçik zincir üzerine cerrahi prosedür uygulanmaktadır. Bu konudaki ilk çalışma Matte'nin 1901 yılında gerçekleştirmiş olduğu miringostapediopeksi vakasıdır (9). Benzer girişimler 1950'lere kadar devam etmiştir. Zollner'in ve Wullstein'ın 1950'li yıllardaki çalışmaları modern ossiküler rekonstrüksiyon döneminin başlangıcı olarak bilinir (10). 1950'lerin sonu ve 1960'ların başında alloplastik ve otojen materyal kullanımı üzerine yoğunlaşılmıştır. Ossiküler zincir rekonstrüksiyonunda yapay materyali ilk olarak 1952'de Wullstein kullanmıştır (11).

1958’de Shea stapes ile timpanik membran arasına polietilen tüp yerleştirmiştir (12). Bu denemelerden sonra pek çok otolog polietilen protezler, politef ve silikon elastomer gibi çeşitli materyaller kullanmışlardır. Kısa dönemde başarılı sonuçlar alınsa da uzun dönem takiplerde protezin ekstrüzyonu, orta kulakta yabancı cisim reaksiyonu ve hatta protezin iç kulağa penetrasyonu gibi sorunların ortaya çıktığı görülmüştür. Bunun üzerine otojen greft kullanımı yaygınlaşmıştır. En sık kullanılan otojen greft inkus gövdesi olmuştur. Kıkırdak ve kortikal kemik doku da greft olarak kullanılmıştır. Görece başarılı işitme sonuçları verse de özellikle kronik enfekte kulaklarda greft elde etmedeki zorluk ve şekillendirmenin uzun sürmesi otoloji dünyasını bu yöntemden de uzaklaştırmıştır. 1976 yılında Shea kolay elde edilebilen ve orta kulakta güvenle kullanılabilecek yüksek dansiteli polietilen sponj (plastipor) kullanımını bildirmiştir (13). Daha sonra termal şekillendirmeyle elde edilmiş benzer bir polietilen materyal (policel) geliştirilmiştir. Polietilen protezlerle ilgili ilk çalışmalarda, protezin timpanik membrana direkt temasından dolayı yüksek atılım oranları bildirilmiştir. Bu sorun protez başı ile timpanik membran arasında disk şeklinde kıkırdak bir greft konularak belirgin şekilde çözülmüştür (Resim8). Böylece günümüzde de kullanılan plastipor ve policel total ossiküler replasman protezleri (TORP) ve parsiyel ossiküler replasman protezleri (PORP) kullanıma girmiştir (14).



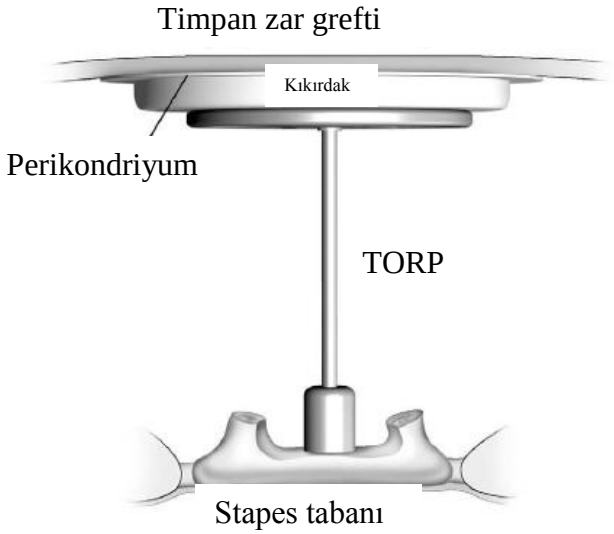
**Resim 8.** Kıkırdak greft yerleştirilmiş bir hastanın ameliyat sonrası görüntüsü

1984'te Grote orta kulak cerrahisi için hidroksiapatit kullanımını gündeme getirmiştir (15). Hidroksiapatit canlı kemiğin mineral matriksinden elde edilen, çevre dokularla yüksek biyouyumluluğa sahip bir maddedir ve en önemli avantajı sert olması ve tatminkar işitme sonuçları vermesidir. Dezavantajı ise büyük bir kütleye sahip olmasıdır. Takip eden yıllarda hidroksiapatit ile benzer biyoözelliklere sahip ancak onun kadar büyük bir kütleye sahip olmayan titanyum protezler geliştirilmiştir. Titanyumun yoğunluğu paslanmaz çeliğin yoğunluğunun %57'sinden daha azdır ve buna rağmen oldukça rijid bir materyaldir. Biyouyumludur, çeşitli şekillere sokulabilir ve boyu ayarlanabilir. Çoğu titanyum protezin baş bölgesi açıktır (Resim 9, Resim 10). Bu özellik yerleştirilme esnasında daha geniş görme alanı sağlar. Titanyum protezler kemikçik zincir rekonstrüksiyonunda ilk olarak 1993 yılında kullanılmıştır (16).



**Resim 9.** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi

Brackmann's Otologic Surgery, 3rd ed, 2010.




**Resim 10.** Titanyum total ossiküler replasman protezi, kıkırdak ve perikondriyal greftle birlikte

(*Gittard PR et al. Total ossicular replacement prostheses: materıals and designs. Nano Life 2010;1: 121-131.*)

1980'lerin sonunda ise daha önce kraniyoplastide ve ortopedik cerrahide kullanılan kemik çimento kullanıma girmiştir (17). Biyouyumluluğu yüksek olan kemik çimento gerek protez stabilizasyonunda gerekse inkus uzun kol defektlerinde rekonstrüksiyon amaçlı güvenle kullanılabilir. Orta kulak kemikçikleri en sık kronik otitis media ve timpanosklerozis hastalarında zarar görür.

Ossiküler zincir patolojilerini tarif etmek için çeşitli sınıflamalar ortaya atılmıştır. Hough, ossiküler patolojileri 6 alt gruba ayırmıştır (18) (Tablo 1). Kartush ise 1994 yılında daha çok kullanılacak bir sınıflandırma ortaya atmıştır (19) (Tablo 2) (Resim 11). Kartush aynı yayında, orta kulak kemikçiklerinin durumuyla birlikte preoperatif bulguları da birleştirerek orta kulak risk indeksi (Middle ear risk index, MERI) kavramını ortaya atmıştır (Tablo 3). Kulak akıntısı, perforasyon, kolesteatom varlığı, ossiküler zincirin durumu, orta kulakta granülasyon veya efüzyon varlığı ve geçirilmiş cerrahi hikayesi prognostik faktörler olarak belirlenmiştir. Bu indeks 2001 yılında yenilenmiş ve tabloya sigara kullanımı eklenmiştir (20). Sigara kullanımının timpanoplasti sonuçlarını olumsuz yönde etkileyeceği öne sürülmüştür.

Kemikçik zincirin durumu özellikle kronik otitis media hastalarında incelenmiştir (21). Varshney ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kronik enflamatuar sürece en dayanıklı kemikçik malleus, en fazla erozyona uğrayan kemikçik ise inkus olarak belirlenmiştir (22).

Ossiküler zincir patolojilerinde Hough sınıflandırması (Tablo 1)

Tip I: İnkudostapedial eklem ayrık

Tip II: İnkudostapedial eklem ayrık ve stapes suprastrüktürü yok

Tip III: Stapes ve inkus yok

Tip IV: Malleus ve inkus hasarlı, stapes sağlam

Tip VA: Manubrium mallei, inkus ve stapes suprastrüktürü hasarlı

Tip VB: Timpanik membran perforasyonuyla birlikte manubrium mallei, inkus ve stapes suprastrüktürü hasarlı

Ossiküler zincir patolojilerinde Austin / Kartush Sınıflandırması (Tablo 2)

Austin / Kartush O: Malleus, inkus ve stapes sağlam

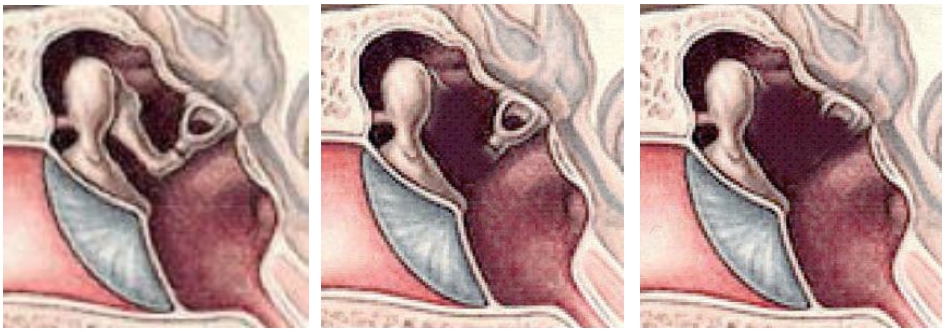
Austin / Kartush A: Malleus ve stapes sağlam, inkus uzun kolu hasarlı

Austin / Kartush B: Malleus sağlam, inkus ve stapes hasarlı

Austin / Kartush C: Malleus ve inkus hasarlı, stapes sağlam

Austin / Kartush D: Malleus, inkus ve stapes hasarlı (stapes tabanı fikse veya hareketli olabilir)

**AUSTIN/KARTUSH O AUSTIN/KARTUSH A AUSTIN/KARTUSH B**



**AUSTIN/KARTUSH C AUSTIN/KARTUSH D**



**Resim 11.** Ossiküler zincir patolojilerinde Austin / Kartush sınıflandırması

Orta kulak cerrahisi uygulanacak hastaların kemikçik zincir rekonstrüksiyonu gereksiniminin olup olmayacağı ameliyat öncesi yapılan işitme testleri ve detaylı otoskopik muayene ile bir ölçüde tahmin edilebilir. Bununla birlikte ayrıntılı anamnez almak önemlidir. Geçirilmiş kafa travması, daha önce yapılan operasyonlar, ailede otosklerozis hikayesi, kronik orta kulak enfeksiyonu varlığının bilinmesi cerrah açısından son derece önemlidir. Görüntüleme yöntemleri kemikçik zincirin devamlılığı hakkında fazla fikir vermez, daha çok orta kulak ve mastoid kavitenin değerlendirilmesini sağlar. İnce kesit bilgisayarlı tomografi kemikçik zincir dislokasyonu gibi seçilmiş olgularda fikir verebilir. Kemikçik zincir rekonstrüksiyonu yapılmadan önce orta kulaktaki patolojinin tamamen temizlenmesi önemlidir. Bunun yanı sıra aktif veya yakın zamanda geçirilmiş orta kulak enfeksiyonu varlığı gerek fonksiyonel gerekse işitme sonuçlarını kötü yönde etkiler (23). Bu yüzden enfeksiyonun eradikasyonunu takiben ameliyatın planlanması cerrahi başarı şansını yükseltecektir. Aktif enfeksiyon varlığında cerrahi yapılıyorsa, işitme rekonstrüksiyonunu ikinci seansa ertelemek gerekir. Çünkü ossiküloplastide

kullanılacak protezin stabil kalması ve fonksiyonel olabilmesi için kuru bir orta kulak kavitesi şarttır.

Aşamalı cerrahi erişkinde planlanıyorsa ilk ameliyatın ardından 9 – 12 ay beklemek gerekir. Bu süre, hem orta kulak mukozasının iyileşmesini sağlayacaktır hem de eğer ilk ameliyatta rezidü kolesteatom dokusu bırakılmışsa bunun tekrar görünür hale gelmesine olanak tanıyacaktır. Çocuklarda ise iki ameliyat arasında 6 ay beklenmesi önerilmektedir (24).

Ossiküloplasti sonrası başarı oranını etkileyen bir diğer faktör de sağlıklı bir östaki tüpü varlığıdır. Orta kulağın havalanabilmesi ve mukozanın iyileşebilmesi için sağlıklı bir östaki tüpü varlığı önemlidir. Bu yüzden iletim tipi işitme kaybı olan çocuklara 5-7 yaşa kadar kemikçik zincir rekonstrüksiyonu önerilmez (25). Östaki tüpü 7 yaşına kadar matürasyonuna devam eder. Eğer çocukta işitme kaybı bilateral ise bu yaşa kadar işitme cihazı verilir, östaki tüpü matürasyonunu takiben de cerrahi planlanır.

## 2.6. OSSİKÜLOPLASTİDE KULLANILAN MATERYALLER

Kemikçik zincir rekonstrüksiyonunda kullanılacak materyalin seçimi sırasında pek çok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek biyouyumluluk, uzun dönem stabilite, ses dalgalarının transmisyonuna izin vermesi ve cerrahi sırasında kolayca yerleştirilebilmesi iyi bir protezin başlıca özellikleridir. Cerrah hiç bir protezin mükemmel olmadığını bilmeli, fonksiyonel ve işitme sonuçlarının en iyi elde edilebildiği protezi tercih etmelidir (26).

Otogreftler, ossiküloplasti denemelerinin yapıldığı ilk yıllardan beri kullanılmakta olup, hastanın kendisinden alınan materyallerdir. Yüksek biyouyumluluğa sahip olduklarından dolayı atılım ve dislokasyon oranları çok düşüktür. Herhangi bir hastalık taşımazlar ve ek bir maliyet gerektirmezler. En sık kullanılan otogreft inkustur. Ameliyat esnasında şekillendirilip kemikçik zincir onarımında kullanılabilirler. Bununla birlikte kortikal kemik veya kıkırdak da otogreft materyal olarak kullanılabilir.

Homogreft, aynı türden ancak farklı bireyden alınan greft materyalini tarif etmek için kullanılır. En sık kullanılan homogreft inkustur. Ancak alınması ve

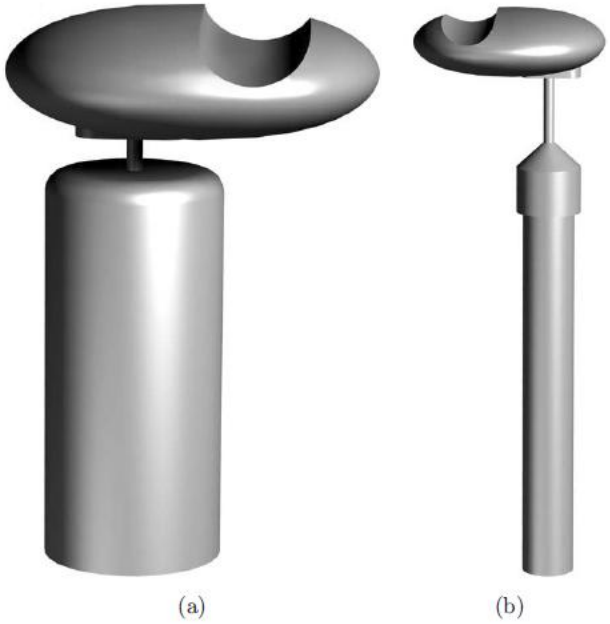
saklanması zordur ayrıca hastalık taşıma riski de vardır. Bu yüzden günümüzde homogreft materyaller pek kullanılmamaktadır.

Ksenogreft, başka türden alınan greft materyalini tarif etmek için kullanılır. Robier ve arkadaşları Madrepora iskeletini kemikçik zincir rekonstrüksiyonunda kullanmışlardır (27). Günümüzde kullanılmamaktadır.

Alloplastik materyaller özellikle 1960'lardan itibaren popüler olmuşlardır ve kemikçik zincir rekonstrüksiyonunda kullanılan sentetik maddelerdir. İlk olarak 1950'lerde Shea tarafından bir hastaya teflon protez yerleştirilmiştir (28).

### 2.6.1. Hidroksisapatit

Kalsiyum seramik yapıda olan bu protezlerin en önemli özellikleri mükemmel biyouyumluluğa sahip olmaları ve ses için çok iyi bir iletken olmalarıdır (Resim 12). Yüzeyleri zaman içinde mukoza ile kaplanır ve kimyasal olarak kemikle kaynaşabilirler. Kullanımları sırasında timpan membran ile protez arasına kıkırdak konulması şart değildir. Dezavantajı ise orta kulakta büyük bir kütle oluşturması ve cerrahın görüş açısını kapatmasıdır.

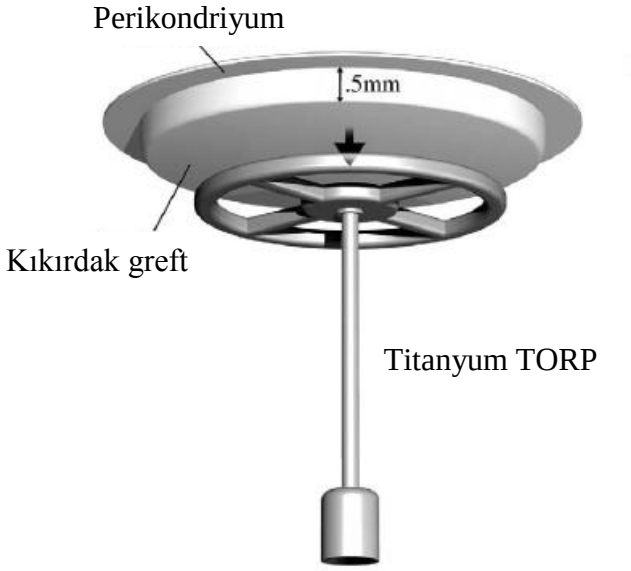



**Resim 12.** Hidroksiapatit PORP(a) ve TORP(b)

(*Gittard PR et al. Total ossicular replacement prostheses: materıals and designs. Nano Life 2010;1: 121-131.*)

### 2.6.2. Titanyum

Alloplastik bir materyal olan titanyum, sert bir metaldir. Ossiküloplastide özellikle son yıllarda giderek daha popüler olmuştur. Sağlam ve sert olması, mükemmel biyouyumluluğa sahip olması, ses için iyi bir iletken olması, hafif olması ve boyunun ameliyat sırasında ayarlanabilir olması en önemli avantajlarıdır. Yoğunluğu paslanmaz çeliğin %57'si kadar olmasına rağmen oldukça rijid bir materyaldir. Titanyum protezler PORP ve TORP olarak dizayn edilmişlerdir. Platformları yarı açık olacak şekilde üretilmiştir (Resim 13). Böylece protezin yerleştirilmesi sırasında cerrahın görüş sahası genişlemiş olur. İlk olarak 1993 yılında Almanya'da kullanılmıştır (29). Ameliyat sonrasında özellikle yüksek frekanslarda tatminkar işitme sonuçları bildirilmiştir (30, 31).




**Resim 13.** Titanyum total ossiküler replasman protezi, kıkırdak ve perikondriyal greftle birlikte

(*Gittard PR et al. Total ossicular replacement prostheses: materıals and designs. Nano Life 2010;1: 121-131.*)

**Plastipor:** Shea 1978'de yüksek oranda gözenek içeren polietilen yapıda plastipor adı verilen sentetik bir materyal geliştirdi. Plastipor ossiküloplastide hızla popüler oldu çünkü biyouyumluluğu yüksek ve ses iletim kalitesi tatminkar düzeydeydi. Erken raporların zarla temas halindeki plastipor protezlerde yüksek

atılım oranları olduğunu bildirmelerinin ardından bunun önüne geçebilmek için zarla protez arasına kıkırdak greft konulmaya başlandı (32). Kıkırdak ile birlikte yerleştirildiğinde greft atılım oranları bir çok çalışmada %10'un altına inmiştir (14, 33). Benzer bir materyal olan policel, şekil verilebilme ve paslanmaz çelik veya hidroksiapatit gibi başka maddelerle birlikte kullanılabilme özelliği sayesinde ossiküloplastide kullanılabilmektedir.

### 2.6.3. Politetrafluoroetilen(teflon)

1950'lerin sonunda PORP ve TORP olarak kullanılan bu protezler %60'lara varan atılım oranları nedeniyle uzun süre kullanılmadılar.

### 2.6.4. Cam İyonomer Çimento

"Kemik çimento" olarak da adlandırılan cam iyonomer çimento bir polimaleinat iyonomeridir. Diş hekimliğinde yaklaşık 40 yıldır dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Biyouyumluluğu yüksektir. Reaksiyon süresi sonunda sertleşir, temas ettiği kemik ve metal yüzeylere sıkıca yapışır. Genellikle inkus uzun kolu defektlerinde inkus ile stapes arasındaki bağlantıyı sağlamak için kullanılır. Bunun yanı sıra orta kulağa yerleştirilen diğer protezlerin sabitlenmesi amacıyla da kullanılabilir. Hazırlanması ameliyat sırasında olur. Alüminyum silikat tozu üzerine birkaç damla polialkenoid asit damlatılır. 4-6 dakika karıştırıldıktan sonra tatbik edileceği bölgeye bir pik yardımıyla götürülür ve uygulama sonrası yaklaşık 5 dakika kuruması beklenir. Uygulanan bölge dışındaki dokulara temasından kaçınılmalıdır. Ucuz ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle seçilmiş olgularda başarıyla kullanılmaktadır (17, 34).

### 2.6.5. Seramik

Kemikçiklerle eklem yapabilen sert kıvamda protez materyalidir. Biyoglass, ceravital gibi çeşitleri vardır (35). Yeni geliştirilen protezlerle birlikte günümüzde pek tercih edilmemektedirler.

# 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi (İbni Sina Hastanesi) KBB kliniğinde 2006-2012 yılları arasında hidroksiapatit veya titanyum ossiküler replasman protezleriyle kemikçik zincir onarımı yapılan 71 olgudan kayıtlarına ulaşılabilen 51'i geriye dönük olarak incelenmiştir.

Tüm hastaların ameliyat öncesi yapılan otomikroskopik muayenesi, odyometri sonuçları, hastaların daha önce geçirdiği otolojik ameliyatlar ve uygulanan cerrahi prosedürün tüm ayrıntıları detaylı olarak taranmış ve kaydedilmiştir.

## 3.1. ODYOLOJİK ÖLÇÜMLER

Saf ses odyometri ölçümleri AD629 Interacoustics (Danimarka, 2012) cihazı ile, gürültü düzeyinin 30 dB'i geçmediği sessiz kabinlerde yapılmıştır. Ölçümler 250-8000 Hz frekansları kapsayacak şekilde yapılmıştır. Tüm odyometrik veriler Amerikan Otolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Akademisi İşitme ve Denge Komitesi'nin standartlarınca değerlendirilmiştir (36). Saf ses ortalamasında 500, 1000, 2000 ve 3000 Hz'deki işitme eşikleri ölçülmüş, ortalaması alınmış ve ayrı ayrı kaydedilmiştir. Akademi standartlarınca kemik hava aralığı ≤20 dB olan hastaların işitme sonuçları başarılı kabul edilmiştir.

## 3.2. ANESTEZİ TEKNİĞİ

Timpanoplasti cerrahisinde anestezi premedikasyonu olarak hastalara 25 mg petidin ve 0.25 mg atropin intramüsküler olarak uygulandı. Daha sonra 0.03mg/kg midazolam ile sedasyon sağlanıp, önce 1mg/kg lidokain ardından 3mg/kg propofolle anestezi indüksiyonu yapıldı. Hastalarda 1mg/kg remifentanil ile anestezi derinliği elde edildi. Maske ile ventilasyon sağlandığı görüldükten sonra 0.6 mg/kg roküronyum uygulandı. Tam kas gevşemesi TOFc:0 olarak ölçülerek doğrulandıktan sonra hastalar uygun endotrakeal tüp ile entübe edilerek anestezi makinasına bağlandı. Anestezi idamesinde %1-3 sevofluran kullanıldı. Hastalara remifentanil infüzyonu ile kontrollü hipotansiyon sağlandı. Cerrahi bitiminde inhalasyon anesteziği kesilerek TOFc:2 olarak ölçüldüğünde intravenöz 2mg/kg sugammadeks

uygulanıp hastalar ekstübe edildi. Hastalar ameliyat sonrası uyanma ünitesinde takip edilip, servise gönderildi.

### 3.3. CERRAHİ TEKNİK

Tüm hastalara ameliyattan hemen önce kulak arkası saç traşı yapıldı. Ardından supin pozisyonda baş karşı tarafa bakacak şekilde uygun cerrahi pozisyon verildi. Cerrahi saha iyotlu solüsyonla boyandıktan sonra steril örtülerle örtüldü. İnsizyon bölgesine kanamayı azaltmak için 22 gauge enjektörle adrenalin 0.025mg/ml ve lidokain 20 mg/ml infiltrasyonu yapıldı. İnsizyon sonrası greftler alındıktan sonra timpanomeatal flep eleve edildi ve orta kulağa girildi. Mastoidektomi prosedürü gereken hastalarda öncelikle intakt kanal tekniği tercih edildi. "Canal Wall Down" tekniği patolojiye hakim olunamadığı durumlarda son tercih olarak uygulandı. Kemikçik zincir hareketi kontrol edildikten sonra ossiküloplasti için uygun teknik ve materyalle kemikçik zincir onarımı yapıldı. Ossiküler replasman protezi uygulanan hastaların tamamında greft olarak otolog temporalis kası fasyası ve konkal kartilaj kullanıldı. Protezin yerleştirilmesini takiben greftler under-overlay teknikle manubrium mallei üzerine ve annulus altına fasya lateralde, konkal greft medialde olacak şekilde medialde ve lateralde spongostanlarla desteklenerek yerleştirilmiştir. Greftlerin stabilizasyonu için dış kulak yoluna bir adet silastik band yerleştirilmiştir. Timpanomeatal flep yerine indirildikten sonra periost, ciltaltı ve cilt dokuları anatomik pozisyona uygun olarak tek tek suture edilmişlerdir. İyotlu solüsyonla saha temizlendikten sonra mastoid sargı ile pansuman yapılmıştır.

### 3.4. POSTOPERATİF TAKİP

Tüm hastalar ameliyat sonrası en az 1 gün hospitalize edilmiştir. Hastalara ameliyat sonrası günaşırı olacak şekilde ortalama 7 gün pansuman yapılmıştır. Bu süre boyunca sistemik antibiyotik tedavisi (oral amoksisilin-klavulonik asit 1000mg 2X1) ve antienflamatuar tedavi (etodolak 400mg 2X1) uygulanmıştır. Pansuman bitimini takiben dikişler alınmıştır. Postoperatif 2. haftada antibiyotikli (siprofloksasin %0.3 3X3 damla) ve steroidli (deksametazon-12-difosfat sodyum 3X3 damla) kulak damlaları günde üç defa üçer damla olacak şekilde 2 hafta

boyunca topikal olarak verilmiştir. Ameliyattan sonraki 21. günde tüm hastalar kontrole çağrılmışlardır. Hastaların dış kulak yolundaki spongostanlar temizlenmiş ve silastik band çekilmiştir. Postoperatif dönemdeki ilk işitme testi 8. haftada yapılmış, bundan sonra 2., 6., 12., 24. ve 60. aylarda rutin kontrollere çağrılmışlardır. Her kontrolde hastalara otomikroskopik muayene ve odyometri testi yapılmıştır.

### 3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin analizi "SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows 15" paket programında yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler dağılımı normal olan değişkenler için ortalama ± standart sapma, dağılımı normal olmayan değişkenler için median (min – maks), nominal değişkenler ise vaka sayısı ve (%) olarak gösterilmiştir.

Grup sayısı iki olduğunda gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği t testi, ortanca değerler yönünden farkın önemliliği ise mann whitney testi ile araştırılmıştır. Grup sayısı ikiden fazla olduğunda gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği ANOVA varyans analizi testi ile ortanca değerler yönünden farkın önemliliği ise kruskal wallis testi ile araştırılmıştır. Nominal değişkenler Pearson Ki-Kare ve Fisher exact testi ile değerlendirilmiştir. $p<0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

# 4. BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması 35,2 olan 36'sı erkek 15'i kadın toplam 51 hasta dahil edildi (Tablo 1). Hastalar hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi (HA PORP), hidroksiapatit total ossiküler replasman protezi (HA TORP), titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi (Ti PORP) ve titanyum total ossiküler replasman protezi (Ti TORP) olmak üzere dört gruba ayrıldı (Tablo 1).

**Tablo 1.** Hastaların demografik verileri

| | **ERKEK** | **KADIN** | **ORTALAMA YAŞ** |
|---|---|---|---|
| HA PORP | 12 | 6 | 37 |
| HA TORP | 11 | 4 | 34.1 |
| Ti PORP | 5 | 3 | 32.2 |
| Ti TORP | 8 | 2 | 36.6 |
| **Toplam** | **36** | **15** | **35.2** |

**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**HA TORP -** Hidroksiapatit total ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti TORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi

HA PORP grubundaki toplam 18 hastadan 12'si erkek 6'sı kadın idi. Bu grupta 3 hastayab (%16) revizyon cerrahi uygulandı. HA TORP grubunda ise 15 hasta bulunmaktadır ve bu grupta revizyon cerrahi uygulanan hastaların sayısı 8'dir (%53). Sekiz hastadan oluşan Ti PORP grubunda ise sadece 1 hastaya (%12.5) revizyon cerrahi uygulanmıştır. Ti TORP grubundaki 10 hasta içinde revizyon cerrahi uygulanan hastaların sayısı 4'tür (%40) (Tablo 2).

**Tablo 2.** Hastaların revizyon cerrahi uygulanma sayı ve yüzdeleri

| | **HA PORP** | **HA TORP** | **Ti PORP** | **Ti TORP** |
|---|---|---|---|---|
| Revizyon (n) | 3 | 8 | 1 | 4 |
| Revizyon (%) | 16 | 53 | 12.5 | 40 |

**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**HA TORP -** Hidroksiapatit total ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti TORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi

**Tablo 3.** Revizyon cerrahi yapılan hastaların işitme sonuçları

| | ABG(dB) | | KAZANÇ(dB) | |
|---|---|---|---|---|
| | **Ortalama ± std.dev** | **Median(min-maks)** | **Ortalama±std. dev** | **Median(min-maks)** |
| HA PORP(n:3) | 17,35±8,61 | 10(0-30) | 13,60±6,60 | 15,50(0-30) |
| HA TORP(n:8) | 25,47±11,20 | 25(0-40) | 13,20±8,49 | 10(0-30) |
| Ti PORP(n:1) | 11,00 | 10(0-20) | 20,00 | 25(15-35) |
| Ti TORP(n:4) | 25,10±7,35 | 20(10-40) | 15,25±8,75 | 15(0-30) |

**KHA** – Kemik hava aralığı
**dB –** Desibel
**Std sp –** Standart sapma
**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**HA TORP -** Hidroksiapatit total ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti TORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi

Revizyon cerrahi geçiren hastaların işitme sonuçları incelendiğinde HA PORP uygulanan hastalarda KHA'nın ortalama 17.35±8,61, HA TORP uygulanan hastalarda 25,47±11,20, Ti PORP uygulananlarda 11.00, Ti TORP uygulananlarda ise 25,10±7,35 dB olduğu görülmektedir. KHA'daki kazançlar değerlendirildiğinde de HA PORP grubunda 13,60±6,60, HA TORP grubunda 13,0±8,49, Ti PORP grubunda 20.00, Ti TORP grubunda ise 15,25±8,75 dB kazanç olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Uygulanan cerrahi prosedür incelendiğinde hastaların çoğuna mastoidektomi yapıldığı görülmektedir. Çalışmaya dahil edilen toplam 51 hastanın 43'üne mastoidektomi yapılmıştır. Bu 43 hastanın 39'unda intakt kanal tekniği uygulanmıştır. Sadece 4 hastada canal wall down tekniği uygulanmıştır ki bu hastaların tamamı HA TORP grubuna dahildir. Mastoidektomi olmaksızın sadece ossiküloplasti uygulanan hastaların yarısı (n=4) HA PORP grubundadır. Titanyum protez kullanılan hastaların büyük çoğunluğuna (%83) intakt kanal mastoidektomi yapıldığı göze çarpmaktadır. Yine bütün hastalar dikkate alındığında olguların %84'ünde (43/51) mastoidektomi ihtiyacı olduğu görülmektedir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Hastalara uygulanan cerrahi prosedür

| Cerrahi Prosedür | CWU | CWD | Mastoidektomisiz Ossiküloplasti |
|---|---|---|---|
| HA PORP | 14 | 0 | 4 |
| HA TORP | 10 | 4 | 1 |
| Ti PORP | 6 | 0 | 2 |
| Ti TORP | 9 | 0 | 1 |
| **Toplam** | **39** | **4** | **8** |

**CWU -** Canal wall up
**CWD -** Canal wall down
**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**HA TORP -** Hidroksiapatit total ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti TORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi

Çalışmaya dahil edilen hastalar içerisinde intakt kanal (Intact Canal Wall, ICW) tekniğiyle mastoidektomi yapılmış olanlar içerisinde 20 hastaya PORP 19 hastaya ise TORP takılmıştır. Bu hastalar içerisinde PORP takılan grupta KHA 16,25±8,11 dB'dir ve hastaların %75'inde başarılı işitme sonucu elde edilirken, TORP takılan hastaların %78.9'unda başarılı işitme sonucu elde edilmiştir. Anatomik başarı durumuna bakıldığında ise PORP grubunda %70, TORP grubunda ise %63,1 hastada greftin intakt olduğu belirlenmiştir. Tüm hasta grubu içerisinde sadece 4 hastada dış kulak arka duvarı indirilmiş (Canal Wall Down, CWD) ve bu hastaların tamamına TORP uygulanmıştır. Bu grupta hiçbir hastada başarılı işitme sonucu elde edilememiş, ancak hastaların yarısında (%50) başarılı anatomik sonuca ulaşılabilmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Yapılan mastoidektomi tekniğine göre protezlerin işitme ve anatomik sonuçları

| | **ICW** | | **CWD** | |
|---|---|---|---|---|
| | **PORP(n:20)** | **TORP(n:19)** | **PORP(n:0)** | **TORP(n:4)** |
| KHA | 16.25±8.11 | 21.15±10.15 | D | 29.50±11.25 |
| BAŞARILI* İŞİTME | %75 | %78.9 | D | %0 |
| BAŞARILI GREFT | %70 | %63.1 | D | %50 |

***** - Amerikan Otolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Akademisi İşitme ve Denge Komitesi'nin standartlarına göre(36) kemik hava aralığı ≤ 20 dB
**CWU -** Canal wall up
**CWD -** Canal wall down
**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**HA TORP -** Hidroksiapatit total ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti TORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**KHA** – Kemik hava aralığı

Tüm hastaların işitme sonuçlarına bakıldığında HA PORP grubunda kemik-hava yolu aralığının (KHA) ortalama 13,94 dB (standart sapma 6,91dB), HA TORP grubunda 21,47 dB (standart sapma 10,23 dB), Ti PORP grubunda 8,25 dB (standart sapma 6,11dB) ve Ti TORP grubunda 19,00 dB (standart sapma 8,43dB) olduğu görüldü. KHA'daki kazançlar incelendiğinde ise HA PORP grubundaki kazanç ortalama 16,72 dB (standart sapma 7,63 dB), HA TORP grubundaki kazanç ortalama 13,20 dB (standart sapma 8,49 dB), Ti PORP grubundaki kazanç 25,50 dB (standart sapma 6,25 dB), Ti TORP grubundaki kazanç ise ortalama 19,00 dB (standart sapma 10,75 dB) idi (Tablo 6).

**Tablo 6.** Hastaların ameliyat sonrası işitme sonuçları

| | **KHA (dB)** | | **KAZANÇ (dB)** | |
|---|---|---|---|---|
| | **Ortalama ± std.sp** | **Median(min-maks)** | **Ortalama±std.sp** | **Median(min-maks)** |
| HA PORP | 13,94±6,91 | 5(0-30) | 16,72±7,63 | 17,50(0-30) |
| HA TORP | 21,47±10,23 | 20(0-40) | 13,20±8,49 | 10(0-30) |
| Ti PORP | 8,25±6,11 | 10(0-16) | 25,50±6,25 | 25(15-35) |
| Ti TORP | 19,00±8,43 | 20(5-35) | 19,00±10,75 | 20(0-35) |

**KHA** – Kemik hava aralığı
**dB –** Desibel
**Std sp –** Standart sapma
**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**HA TORP -** Hidroksiapatit total ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti TORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi

Parsiyel ossiküler replasman protezleri kullanılan hastaların postoperatif işitme sonuçları karşılaştırıldığında KHA'nın her iki grupta da 20 dB'nin altında olduğu, yani Amerikan Akademisi İşitme ve Denge Komitesi'nin standartları göz önünde bulundurulduğunda her iki grupta da ameliyatın başarılı olduğu görülmektedir. Ancak hidroksiapatit kullanılan grupta KHA'nın titanyum kullanılan gruba göre daha fazla olduğu, yani Ti PORP grubundaki KHA'nın HA PORP grubuna göre istatistiksel olarak daha düşük olduğu görülmektedir ($p$=0,001). KHA'daki kazançlar karşılaştırıldığında ise HA PORP grubu (16,52 dB) ile Ti PORP grubu (25,50) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı ($p$=0,108) (Tablo 7).

**Tablo 7.** Parsiyel ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının karşılaştırılması

| | **KHA(dB)** | **KAZANÇ(dB)** |
|---|---|---|
| HA PORP | 13,94 | 16,72 |
| Ti PORP | 8,25 | 25,50 |
| *P* | 0,001* | AD |

**KHA** - Kemik kava aralığı
**dB** - Desibel
**HA PORP** - Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti PORP** - Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**AD** – Anlamlı değil
***** - $p<0.05$, istatistiksel olarak anlamlı

Amerikan Otolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Akademisi İşitme ve Denge Komitesi'nin standartlarına göre (36) KHA'nın 20 dB veya altında olduğu durumlar başarılı işitme sonucu olarak kabul edilmiştir. Buna göre HA PORP uygulanan 18 hastanın 15'inin işitme sonuçlarının başarılı olduğu (%83,3) görüldü. Ti TORP uygulanan grupta ise 8 hastanın 7'sinde (%87,5) başarılı işitme sonuçları elde edilmiştir. Operasyon sırasında konulan greftin en az 6 ay intakt kalması durumu da başarılı greft olarak değerlendirmeye alınmıştır. Aynı gruplarda greft başarı oranları karşılaştırıldığında HA PORP grubunda %77,7, Ti TORP grubunda ise %75 başarı oranlarına ulaşılmıştır. Buna göre her iki grup arasında gerek başarılı işitme sonuçları gerekse greft başarı sonuçları açısından anlamlı fark yoktur (Tablo 8).

**Tablo 8.** Parsiyel ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının ve greft başarısının karşılaştırılması

| | **Başarılı İşitme*** | **Greft Başarısı** |
|---|---|---|
| HA PORP | %83.3 | %77.7 |
| Ti PORP | %87.5 | %75 |
| *p* | AD | AD |

**dB** - Desibel
**HA PORP** - Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti PORP** - Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**AD** – Anlamlı değil
***p*** – İstatistiksel olarak anlamlı fark
***** - Amerikan Otolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Akademisi İşitme ve Denge Komitesi'nin standartlarına göre(36) kemik hava aralığı ≤ 20 dB

Total ossiküler replasman protezleri kullanılan hastaların postoperatif işitme sonuçları karşılaştırıldığında ise HA TORP grubundaki KHA ortalamasının 21,47 dB, KHA kazanç ortalamasının ise 13,20 dB olduğu izlenmektedir. Ti TORP grubundaki KHA'nın ortalama 19,00 dB, KHA'daki kazancın ise 19,00 dB olduğu görülmektedir. KHA ortalamaları göz önüne alındığında her iki grup arasında anlamlı fark bulunmazken ($p$=0,190) KHA'daki ortalama kazançlar karşılaştırıldığında Ti TORP grubunun anlamlı olarak (p=0,024) daha başarılı olduğu görülmektedir (Tablo 9).

**Tablo 9.** Total ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının karşılaştırılması

| | **KHA(dB)** | **KAZANÇ** |
|---|---|---|
| HA TORP | 21,47 | 13,20 |
| Ti TORP | 19,00 | 19,00 |
| *p* | AD | 0,024* |

**KHA -** Kemik kava aralığı
**dB** - Desibel
**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
*** -** $p<0.05$, istatistiksel olarak anlamlı
**AD –** Anlamlı değil

İşitme sonuçları ve greft başarısı total ossiküler rekonstrüksiyon yapılan hastalarda incelendiğinde HA TORP uygulanan hastalarda %66,6, Ti TORP uygulananlarda ise %70 oranında başarılı işitme testi sonuçları elde edildiği dikkat çekmektedir. Yine aynı gruplar greft başarısı göz önüne alınarak değerlendirildiğinde HA TORP grubundaki hastalarda %60, Ti TORP grubundakilerde ise %70 oranında bir başarıdan söz etmek mümkündür (Tablo 10).

**Tablo 10.** Total ossiküler replasman protezi uygulanmış hastaların ameliyat sonrası işitme testi sonuçlarının ve greft başarısının karşılaştırılması

| | Başarılı İşitme* | Greft Başarısı |
|---|---|---|
| HA TORP | %66.6 | %60 |
| Ti TORP | %70 | %70 |
| *p* | AD | AD |

**dB** - Desibel
**HA PORP -** Hidroksiapatit parsiyel ossiküler replasman protezi
**Ti PORP -** Titanyum parsiyel ossiküler replasman protezi
**AD** – Anlamlı değil
***p*** – İstatistiksel olarak anlamlı fark
*** -** Amerikan Otolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Akademisi İşitme ve Denge Komitesi'nin standartlarına göre(36) kemik hava aralığı ≤ 20 dB

Protez atılım oranları dikkate alındığında 51 protez içinde toplam 3 protezin atıldığı görülmektedir (Tablo 11). Bunlardan 2 tanesi hidroksiapatit protezdir ki ortalama atılım süresi 14 aydır. Atılan diğer protez ise titanyum protezdir ve atılım süresi 12 aydır. Tüm hastalar göz önüne alındığında %5,8.

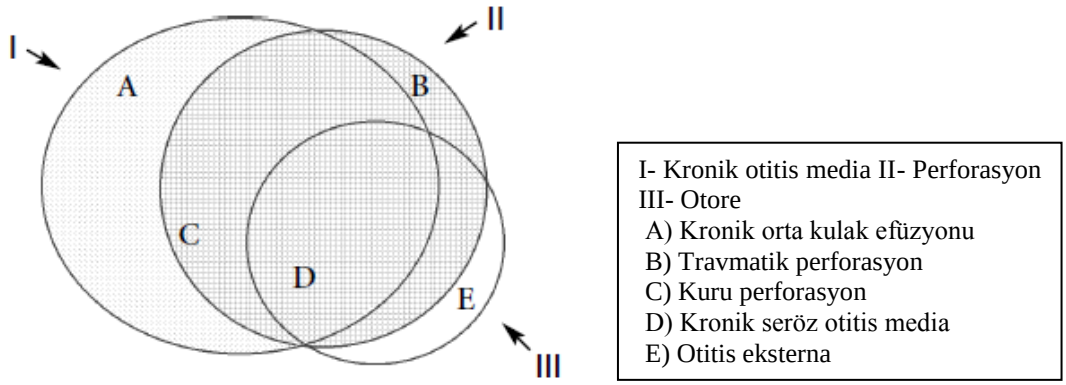
Hastada protez atılım olduğu dikkat çekmektedir. Ortalama atılım süresi ise 13,3 aydır.

**Tablo 11.** Protez atılım oranları

| | **PROTEZ ATILIMI** | **ORTALAMA ATILIM ZAMANI (ay)** |
|---|---|---|
| HA PORP | 2(%3.9) | 14 |
| HA TORP | 0 | - |
| Ti PORP | 1(%1.9) | 12 |
| Ti TORP | 0 | - |
| TOPLAM | 3(%5.8) | 13.3 |

# 5. TARTIŞMA

Orta kulak hastalıkları her yıl milyonlarca insanı etkileyen toplumsal bir sorundur. Çocukluk çağındaki en sık işitme kaybı nedeni seröz otitis mediadır (37). Bu yaşta geçirilen infeksiyonların bir kısmı medikal veya basit cerrahi işlemler ile tedavi edilebilirken bir kısmı tekrarlayan orta kulak enfeksiyonları ve sonunda kronik otitis media (KOM) şeklinde devam eder. Orta kulak boşluğunda uzun süre devam eden inflamasyon özellikle kemikçik zincirde deformasyon ve erozyona neden olur. Bu erozyon sonucu kemikçik zincir devamlılığı bozulur, bu da işitme kaybına neden olur. KOM sınıflandırmasındaki bazı terimlerde karışıklıklar vardır (Resim 14). KOM orta kulak ve mastoid boşlukta 6 haftadan uzun süre devam eden inflamasyon durumudur (38). KOM'da akıntı veya perforasyon olmayabilir. KOM'un bir alt grubu olan kronik seröz otitis media (KSOM)'da ise hem perforasyon hem de akıntı mevcuttur (39). Öte yandan orta kulak kemikçiklerinde harabiyete olan bir diğer neden de kolesteatomadır. Bir kese halinde progresif ve eroziv büyüyen epitel debris şeklinde tanımlanabilecek olan bu patoloji KOM ile eşzamanlı görülebilir. Bu durum nomenklatürde ayrı bir sınıflandırma şeklinde yer bulur; kolesteatomlu KOM ve kolesteatomsuz KOM (40).




**Resim 14.** Kronik otitis media terminolojisi

(*Acuin J. Chronic suppurative otitis media: burden of illness and management options. 2004*.)

Kemikçiklerde erozyon ve devamsızlığa neden olabilecek başka patolojiler de vardır. Bunlar arasında çok sık görülen timpanosklerozis, ayrı bir hastalık olarak

değil orta kulaktaki kronik inflamatuar sürecin bir komplikasyonu olarak tanımlanır (40). Yine sık görülen başka bir patoloji, adeziv otitis mediadır. Bu hastalık östaki tüpü disfonksiyonu veya çeşitli orta kulak patolojilerinin neden olduğu, orta kulak havalanmasındaki bozukluğa bağlı gelişir. Timpanik membran orta kulaktaki negatif basıncın etkisiyle retrakte olur ve kemikçiklerle temas haline geçer. Daha sonra başlayan deformasyon süreciyle kemikçiklerde erozyon ve iletim zincirinde devamsızlık meydana gelir.

**KOLESTEATOM:** Kolesteatoma, kronik orta kulak infeksiyonu ile birlikte veya izole bir patoloji olarak karşımıza çıkabilir. Çeşitli sınıflandırmalar çerçevesinde değerlendirilebilecek olmakla birlikte en temel sınıflama; konjenital, primer edinilmiş ve sekonder edinilmiş kolesteatomalar şeklindedir (41). Orta kulakta görülen kolesteatomlar eroziv ve hızla büyüyen kitlelerdir. Kemikçik zincirde genellikle erozyona bağlı hasar ve buna bağlı devamsızlıklar görülür. Kemikçiklerdeki erozyonun oluşma mekanizması hakkında çeşitli teoriler ortaya atılmıştır. Bunlar arasında kolesteatomanın büyümesiyle oluşan enzimatik rezorpsiyon süreci ve kemikçiklerde kolesteatomanın direkt temasına bağlı oluşan bası nekrozu sayılabilir (42). Bu hastalarda tedavi ederken temel amaç; patolojiyi tamamen ortadan kaldırmak, işitmeyi mümkün olduğunca korumak veya rekonstrükte etmek, orta kulak anatomisini mümkün olduğunca korumak ve iyi bir orta kulak havalanması sağlamaktır. Kolesteatomayı tamamen eksize edebilmek ve orta kulak boşluğundaki tüm şüpheli bölgelere hakim olabilmek için kemikçiklerin bir kısmını veya tamamını feda etmek gerekebilir. Görüş alanı yine yetersiz kalırsa endoskop kullanılabilir. Cerrah buna rağmen emin olamıyorsa dış kulak yolu arka duvarı indirilebilir (Canal Wall Down prosedürü). Dış kulak yolu kemik duvarının indirilmesi, istenmeyen ve son çare olarak başvurulması gereken bir prosedürdür çünkü dış kulak yolunu döşeyen ve kendi kendini temizleyebilen, migrasyon yeteneğine sahip özel epitel dokusu eksize edilir ve ameliyat sonrası kendi kendini temizleyemeyen, sürekli akıntı şikayetine neden olan ve bakımı zor olan çok geniş bir kavite elde edilmiş olur. Ayrıca böyle hastalarda işitme sonuçlarının da dış kulak yolu korunan hastalara göre daha kötü olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (43). Kolesteatomalı hastalarda kemikçik zincirin korunduğu durumlarda işitme sonuçlarının tatminkar olduğu, bununla birlikte cerrahi sırasında hastaların çoğunda

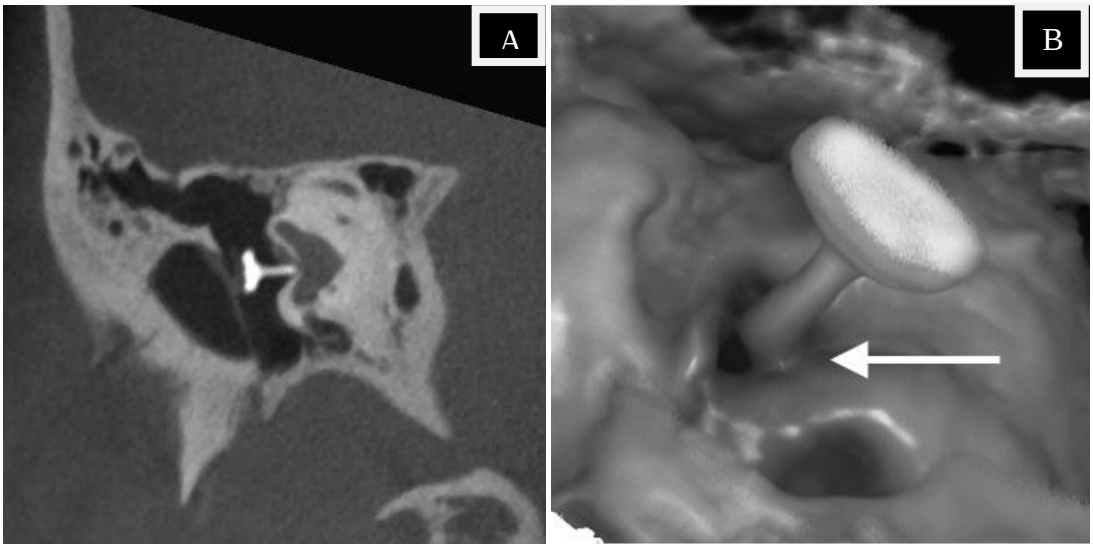
kemikçik zincirde erozyon veya devamsızlık olduğu görülmüştür (44). Bu durumda kemikçik zincir ilk ameliyat sırasında onarılabilir veya hem hastalığın takibi hem de ossiküloplasti için ikinci bir ameliyat planlanabilir (aşamalı cerrahi). Bu konuda literatürde birbiriyle çelişen yayınlar mevcuttur. Bazı otörler orta kulak kavitesinin iyileşmesi, havalanması ve reepitelize olması 6 ay – 1 yıl beklenmesi gerektiği, bu süre sonunda ikinci bir ameliyat ile hem orta kulağın kontrol edilmesi hem de kemikçik zincirin rekonstrükte edilmesinin doğru olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir (45). Karşıt yönde düşünen araştırmacılar da aynı seansta hem kolesteatomanın temizlenmesi hem de kemikçik zincir tamirinin yapılması gerektiğini savunmaktadırlar (46). Bu görüşe göre revizyon cerrahi ancak gerekli görüldüğünde veya radyolojik incelemelerle hastalığın tekrar ettiğinden şüphe duyulduğu durumlarda yapılmalıdır (47).

**TİMPANOSKLEROZİS:** Timpanosklerozis orta kulakta, kronik inflamatuar süreçlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan spesifik olmayan bir komplikasyon olarak nitelendirilir. Bu süreçte ortaya çıkan hyalin birikintiler kulak zarında (miringosklerozis), orta kulakta ve bazen de mastoid kavitede kalker plakları şeklinde kendini gösterir (48). Timpanosklerozis tedavisi tartışmalıdır. Bazı otörler ideal tedavinin cerrahi olması gerektiği görüşünde birleşirken (49-51). Smyth gibi araştırmacılar hastalığın kronik bir süreç olduğu ve tekrar etme olasılığının yüksek olduğu göz önünde bulundurularak konservatif yöntemlerle işitmenin sağlanması gerektiği yönünde çalışmalar yapmışlardır (52). Timpanosklerozis ön tanısıyla ameliyat edilen hastalarda operasyon ve rekonstrüksiyon tekniğinin preoperatif öngörülmesi güçtür (50). Timpanosklerozis vakalarında sklerotik plaklara bağlı kemikçik zincir fiksasyonunda Zöllner ve Charachon en uygun ossiküloplasti yönteminin remobilizasyon olduğunu savunmuşlardır (53, 54)

Ancak hastaların bir kısmında bir süre sonra patolojinin tekrar ettiği ve düzelen işitmenin yine bozulduğu gözlenmiştir (48). Refiksasyonu engellemek için bazı metotlar öne sürülmüştür. Bunlardan bazıları olası temas noktaları arasına silastik band yerleştirilmesi (55), kemikçikler etrafındaki adezyon noktalarına lazer ile müdahale (56) veya topikal kortizon uygulamasıdır (57). Bu yöntemler ortaya atıldıkları dönemde denenmiş ancak sonuçların tatmin edici olmaması nedeniyle ve zamanla önemini yitirmişlerdir. Görece sık görülmesi nedeniyle timpanosklerozis

kemikçik zincirde devamsızlık oluşturan önemli sebeplerden biridir cerrah timpanosklerozis şüphesiyle opere ettiği bir hastada tüm kemikçik zincir rekonstrüksiyon seçeneklerini göz önünde bulundurmalı ve duruma göre en ideal ossiküloplasti yöntemini uygulamalıdır.

Protezlerin başarı oranlarından bahsederken çevresel faktörlerin de önemini unutmamak gerekir. İnflamatuar orta kulak mukozası veya östaki tüpü disfonksiyonu gibi faktörler başarı oranlarını önemli ölçüde azaltır (58, 59). Kemikçik zincir rekonstrüksiyonunda kullanılan protezin anatomik ve işitme sonuçlarını önemli ölçüde etkileyen bir diğer faktör de stapesin durumudur. Farrior ve McGee'nin de vurguladığı gibi sağlıklı bir stapes suprastrüktürü varlığı işitme sonuçlarını şüphesiz olumlu yönde etkileyecektir (60, 61). Prognozu olumlu yönde etkileyen bir diğer kemikçik ise malleustur. Sağlıklı bir manubrium mallei varlığı iyi prognoz göstergesidir (62, 63). Bu faktörlerin yanı sıra revizyon cerrahi de anatomik ve işitme sonuçlarını kötü etkileyen bir diğer durumdur (64). Protezin kendi özellikleri kadar doğru bölgeye yerleştirilmesi de işitme sonuçları için önemlidir. Komori ve arkadaşları TORP yerleştirilen hastalara ameliyat sonrası protezin doğru yerde olduğundan emin olmak için bilgisayarlı tomografi (BT) çekmişler ve görüntüleri 3D rekonstrüksiyon yaparak protezin yerleştirildiği bölgeyi net olarak görüntülemeyi başarmışlardır (65) (Resim 15).




**Resim 15.** A)TORP yerleştirilmiş bir hastanın koronal temporal BT görüntüsü, B) TORP yerleştirilmiş bir hastanın 3D temporal BT görüntüsü

**OSSİKÜLOPLASTİ:** Literatür geriye dönük incelendiğinde kemikçik zincir rekonstrüksiyonu denemelerinin 100 yıldan fazla bir süredir devam ettiğini görmekteyiz. Matte'nin 1901'de yaptığı miringostapediopeksi vakası (9) ve takip eden yıllarda devam eden çalışmalar 1950'lerin başında mikroskopun otolojik cerrahide kullanılmaya başlamasıyla yeni bir boyut kazanmıştır. Bu dönemde Zöllner ile Wullstein'ın çalışmaları kulak ameliyatlarında kemikçik zincir rekonstrüksiyonuna farklı bir bakış açısı getirmiştir (10, 11). Pek çok araştırmacı kemikçik zincir devamlılığının sağlanması ve ses iletiminin iyileştirilmesi yönünde farklı metotlar ve materyaller denemiştir (12-14). Bugüne kadar alloplastik orta kulak implanları üretmek için pek çok metal, seramik ve plastik madde kullanılmıştır (Tablo 12).

**Tablo 12.** Orta kulak implantlarında kullanılan alloplastik materyaller

| **Seramik** | **Plastik** | **Metal** |
|---|---|---|
| Hidroksiapatit seramik | Teflon | Altın |
| Bio-glass | Polietien | Platin |
| Cam seramik | | Titanyum |
| Ceravital | | Çelik |
| Bioverit | | Nikel |

İnsan vücudunun sentetik materyallere karşı koyduğu direnç araştırmacıları biyouyumluluğu yüksek protez üretme arayışına sokmuştur. Ancak bu defa da üretilen protezin stabilitesi ile ilgili sorunlar baş göstermiştir. Hüttenbrink ve Beutner ideal protezin taşıması gereken özellikler ile ilgili bir çalışma yapmıştır (66) (Tablo 13). Orta kulağın mikroanatomisi ve kemikçiklerin 1 gr civarındaki ağırlığı ile birbirleriyle yaptıkları eklem açılarına uyacak şekil ve ağırlıkta protez üretilmesi oldukça güç bir işti.

**Tablo 13.** İdeal orta kulak implantının taşıması gereken özellikler

| **İdeal Orta Kulak İmplantı** |
|---|
| Yüksek biyouyumluluk |
| Biostabilite |
| Düşük atılım oranı |
| Hafiflik |
| Yüksek mekanik rijidite |
| Kolay yerleştirilebilir olma |
| Fonksiyonel tasarım |
| Manyetik rezonans gibi görüntüleme teknikleriyle uyumlu olması |

(*Beutner D, Hüttenbrink K-B. Passive and active middle ear implants. GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery. 2009; 8.*)

**Hidroksiapatit:** Grote bu bilgilerden yola çıkarak 1984'te canlı kemiğin mineral matriksinden elde edilen ve temel yapısı kalsiyum fosfattan oluşan hidroksiapatiti kemikçik zincir rekonstrüksiyonu için önermiştir (15). Böylece günümüzde halen kullanılan hidroksiapatit işitme protezleri için ilk adım atılmış oldu. Yüksek biyouyumluluğa sahip olması ve ses iletimine büyük ölçüde izin vermesi en büyük avantajları olarak görünmektedir. Buna karşın oldukça ufak bir kavite olan orta kulak boşluğunda büyük bir kütle olarak yer kaplaması dezavantajıdır (Resim 16).



**Resim 16.** Hidroksiapatit PORP

Hidroksiapatit protezler günümüzde pek çok cerrahın tercih ettiği ve dünyanın bir çok bölgesinde en yaygın kullanılan protez çeşididir (67). Hidroksiapatit protez kullanım fikrini ortaya atan Grote'nin 15 yıl sonra kendi sonuçlarını değerlendirdiği çalışmasında protezin yüksek biyouyumluluğa sahip olduğu ve stabilitesini uzun süre devam ettirdiği savunulmuştur (68). Yine Grote, hidroksiapatit protezlerin çevre dokuya uyumluluğunun araştırıldığı çalışmasında HA'nin orta kulak mukoza epitelinin büyüme hızında herhangi bir değişikliğe veya bozulmaya neden olmadığını göstermiştir (69). Tarihsel süreç göz önünde bulundurulduğunda ossiküloplasti için ortaya atılan her yeni materyal için raporların benzer bir süreçten geçtiği görülmektedir (70). Bu protezlerin çoğunda erken çalışmalar göz kamaştırıcı sonuçlar vermekte ancak bilgi birikimi arttıkça pek çok materyalin popülaritesini yitirdiğini görmekteyiz (71). Bu süreçte en önemli risklerden biri protezin atılım ihtimalidir. Vücuda implante edilen her alloplastik materyal gibi hidroksiapatit protezlerin de potansiyel atılım riski mevcuttur. Vrabec ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada HA protez kullandıkları 195 hastada %8 erken atılım (<2 ay), %14 geç atılım (>6 ay) oranı bildirmişlerdir (72). Bu çalışmada atılım riskinin özellikle ameliyat sonrası gelişen atelektazi, tekrarlayan otitis media ve mirinjit ataklarında istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür. Ameliyat sonrası gelişebilecek atelektaziyi önlemek için de protez ile zar/greft arasına kıkırdak greft konulmasını önermişlerdir. House ve Teufert'in 1210 hastalık serilerinde ise atılım oranı %4 olarak bildirilmiş ve ortalama atılım zamanının ameliyat sonrası 2,3 yıl olduğu belirtilmiştir (73). Atılım, protezin üzerinde pseudomonas aeruginosa gibi bakterilerin biofilm oluşturması ve bu biofilme karşı konağın immün reaksiyon göstermesi nedeniyle de olabilir. ve arkadaşlarının bu konu üzerinde yaptıkları deneysel çalışmada hidroksiapatit, plastik ve titanyum protezler pseudomonas aeruginosa ile 96 saat boyunca aynı kültür ortamında bırakılmış sonuç olarak titanyum protezlerde hidroksiapatit ve plastik protezlere göre anlamlı derecede az biofilm oluştuğu izlenmiştir (74).

Bizim çalışmamızda ise atılım oranı %5,8 olarak hesaplanmıştır. Ortalama atılım süresi ise 13,3 aydır. Atılan protezlerden 1 tanesi titanyum parsiyel ossiküler replasman proteziydi ve atılım nedeni Vrabec ve arkadaşlarının da vurguladığı gibi ameliyat sonrası gelişen atelektaziydi (72) (Resim 17).



**Resim 17.** Atelektazi sonrası atılıma uğramış bir titanyum protez

Hidroksiapatit kalsiyum seramikten yapıldığı için oldukça sert bir yapıya sahiptir ve cerrahi manipülasyonlar sırasında kolayca kırılabilir. Bu yüzden günümüzde kullanılan protezlerin pek çoğu kompozit materyalden oluşmaktadır. Timpanik membran veya grefte temas eden başı saf hidroksiapatit, stapes suprastrüktürü veya tabanına temas eden şaftı ise plastipor, fluoroplastik veya polietilenden yapılmıştır (75). Grote her ne kadar uzun dönem sonuçlarının tatminkar olduğunu savunsa da (68), Shinohara ve arkadaşları birinci yıldan beşinci yıla kadar takip ettikleri hastalarda işitme sonuçlarının %9 kadar düştüğünü bildirmişlerdir (76). Öte yandan Goldenberg ve Pasha tarafından yapılan çalışmalarda da uzun dönemde işitme sonuçlarının %57-63 arasında başarılı olduğu bildirilmiştir (62, 63). Jackson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre başarılı işitme sonuçları HA PORP kullanılan vakalarda %49, HA TORP kullanılanlarda ise %85 olarak belirlenmiştir (70). Ancak literatür incelendiğinde HA PORP kullanımının HA TORP kullanımına göre daha başarılı olduğunu savunan yayınların çoğunlukta olduğu dikkat çekmektedir (77, 78). Yu ve arkadaşlarının yaptığı metaanalizde PORP uygulanan hastalarda gerek işitme sonuçları gerekse anatomik sonuçların, TORP uygulanan hastalara göre daha başarılı olduğu görülmüş (79).

Bizim çalışmamızda 18 hastaya HA PORP, 15 hastaya HA TORP yerleştirilmiştir. HA PORP yerleştirilen grupta ameliyat sonrası ortalama kemik hava

aralığının 13,94 dB olduğu, HA TORP grubunda ise bu değerin 21,47 dB olduğu görülmektedir ($p$<0.05). Kemik hava aralığındaki kazançlara göz atıldığında ise her iki grup arasında anlamlı fark olmadığı ancak PORP grubundaki kazancın bir miktar daha fazla olduğu izlenmektedir. Ossiküloplasti sırasında en önemli faktörlerden biri sağlıklı bir stapes suprastrüktürü varlığıdır. Bu, protezin daha stabil ve güvenli bir taban üzerine oturmasını sağlar. Bu yüzden PORP kullanılan hastalardaki işitme sonuçlarımızın daha iyi olduğunu düşünüyoruz.

Öte yandan HA PORP grubundaki hastaların %16'sına revizyon cerrahi uygulanırken, HA TORP grubunda bu rakam %53'tür. Ti PORP ve Ti TORP grubu için de benzer oranlar göze çarpmaktadır (Ti PORP için %12,5, Ti TORP için %40 revizyon oranı). Revizyon vakalarda kolesteatom gibi eroziv patolojilerin daha fazla görülmesi, bu hastalarda stapes suprastrüktürü dahil ileri düzeyde kemikçik erozyonu olması ile doğru orantılıdır. Bu da revizyon vakalarda daha sık TORP kullanımını açıklar.

Benzer durum uygulanan cerrahi prosedürde de kendini gösterir. Çalışmamızda HA TORP uygulanan hastaların %26,6'sında dış kulak arka duvarı indirilmiştir (Canal Wall Down prosedürü). HA PORP grubunda ise hastaların tamamında dış kulak arka duvarı korunmuştur. Dış kulak yolunun korunması gerek işitme sonuçları gerekse anatomik sonuçlar açısından önemlidir (43). Patolojinin boyutunun dış kulak arka duvarının indirilmesini gerektirecek kadar ileri olduğu durumlarda stapes suprastrüktürü dahil tüm kemikçiklerin erode olma ihtimali yüksektir. Bu da böyle hastalarda TORP kullanma oranının yüksek olmasını açıklamaktadır.

**Titanyum:** Titanyum son derece hafif (özgül ağırlığı 4,5g/cm$^3$) ve rijid bir maddedir. Yüksek stabilitesinin en önemli nedeni; saf titanyum yüzeyinin su veya hava kaynaklı oksijenle teması halinde titanyum oksitten oluşan ve yüzeyi saran koruyucu bir tabaka oluşturmasıdır. Bu koruyucu tabaka çevre dokulardan gelen etkilere karşı protezi korur ve stabilitesini sağlar. Orta kulak implantları için kullanılan titanyum içerdiği demir ve oksijen bileşiklerine göre 4 farklı kategoriye ayrılır (66). Kemikçik rekonstrüksiyonu için en uygunu saf titanyum kullanımıdır. Günümüzde kullanılan pek çok titanyum protez içerdiği ferromanyetik materyal

oranı da göz önünde bulundurularak elektromanyetizmayı 7 TESLA'ya kadar tolere edebilir (80). Titanyum protezlerin üstün osteointegrasyon özelliği gerek hayvan çalışmalarında (81) gerekse insan orta kulağından eksplante edilmiş protezler üzerinde yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (82).

Titanyumun yüksek osteointegrasyon özelliği ilk olarak İsveçli bilim adamı Branemark'ın 1980'lerin başında yaptığı çalışmalarla ortaya konmuştur (83). Takip eden yıllarda konuyla ilgili pek çok araştırma yapılmış ve materyalin güvenilirliği konusunda hemfikir olunmuştur (84-86). Titanyum protezlerin baş kısımlarının yarı-açık platform şeklinde olması cerrahın görüş alanını arttırır ve yerleştirme sırasında kolaylık sağlar (66). Akustik iletimde başarılı olmasının nedeni de 0,2mm gibi çok ince bir şaftı olmasına rağmen son derece gergin ve rijid bir yapıya sahip olmasıdır (87). Titanyum, işitme rekonstrüksiyonunda pasif replasman protezi dışında kohlear implant ve kemiğe implante edilebilir işitme aygıtı (bone anchored hearing aid, BAHA) olarak da kullanılmaktadır (88).

Titanyum protez kemikçik zincir rekonstrüksiyonunda ilk olarak 1993'te kullanılmıştır (16). Stupp ve arkadaşları 1999 yılında titanyum protezlerle ilgili ilk klinik çalışmayı yayınlamışlardır (89). Takip eden yıllarda titanyum protezler giderek popüler olmuş ve bu konuda pek çok çalışma yapılmıştır (90-92). Chen B ve Tao DD Ti PORP ve TORP uyguladıkları 107 hastayı değerlendirdikleri çalışmalarında başarılı işitme sonucu (KHA $\leq$ 20 dB) elde edilen hasta oranının Ti PORP grubunda %83,7, Ti TORP grubunda ise %71,4 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada atılım oranı %0,9'dur (93). Schmerber ve arkadaşlarının 111 hastayı kapsayan çalışmalarında ise Ti PORP kullanılan hastalarda ameliyat sonrası KHA 14,3 dB, Ti TORP kullanılanlarda ise 25,2 dB olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada başarılı işitme sonucu elde edilen grubun Ti PORP'da %77, Ti TORP'da ise %52 olduğu vurgulanmıştır (94). Sadece çocuk hastaların dahil edildiği bir çalışmada ise Ti PORP uygulananlarda %53,8, Ti TORP uygulananlarda %51.1 oranında başarılı işitme sonuçları elde edilmiştir (95). Titanyum protezlerin uzun dönem sonuçlarının incelendiği başka bir yayında ise ortalama 62 aylık takip süresinde işitme sonuçlarına bakıldığı zaman Ti PORP'un %82, Ti TORP'un ise %63 hastada başarılı olduğu bildirilmiştir (96). Titanyum protezleri diğer protezlere karşılaştıran en önemli araştırmalardan biri de Zhang ve arkadaşlarının 1388 hastayı kapsayan 12 çalışmayı

değerlendirdikleri meta-analizidir. Buna göre titanyum protezlerin diğer protezlere göre stabilite ve işitme sonuçları açısından diğer protezlere üstünlüğü yoktur (97). Titanyum protez kullanımı sonrası benzer başarılı sonuçlar pek çok çalışmada vurgulanmış ve bir anlamda titanyum kullanımı otoloji dünyasında kabul görmüştür (98-100).

Titanyum protez kullanımı sonrası atılım oranlarına bakıldığında %1,8 ile 5,2 arasında değiştiği görülmektedir. Ancak uzun dönem takip edilen hastalarda atılım oranlarının yükseldiği göze çarpmaktadır (94-96, 101).

Bizim çalışmamızda 8'i parsiyel 10'u total olmak üzere toplam 18 hastaya titanyum ossiküler replasman protezi yerleştirilmiştir. Ti PORP grubunda 1, Ti TORP grubunda ise 4 hastaya revizyon cerrahi uygulandı. Titanyum protez uygulanan 18 hastanın 15'ine mastoidektomi yapıldı ve hastaların tamamında dış kulak arka duvarı korundu. Sadece 3 hastaya mastoidektomi yapılmadı. Bunların da 2'sine parsiyel, 1'ine total ossiküler replasman protezi konuldu.

Ti PORP grubunda ameliyat sonrası KHA 8,25±6,11 dB, KHA'ndaki kazanç ise 25,50±6,25 dB idi. Ti TORP grubunda ise ameliyat sonrası KHA 19,00±8,43 dB, KHA'ndaki kazanç ise 19,00±10,75 dB idi. Bu verilere göre titanyum parsiyel protez kullanılan hastaların %87,5 kadarında başarılı işitme sonuçları elde edilirken titanyum total protez kullanılan hastalarda başarılı işitme sonucu elde etme oranımız %70 idi. Ti PORP kullanılan 1 hastada ameliyattan sonra 12. ayda protez atılımı gerçekleşti ve çalışmamızda titanyum protezler için atılım oranımız %1,9 olarak belirlendi.

Titanyum protezlerin, işitme rekonstrüksiyonunda etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabileceğinin anlaşılması otoloji dünyasında yeni bir tartışma yarattı. İşitme protezleri söz konusu olduğunda son 10 yıla kadar tüm dünyada en sık kullanılan madde hidroksiapatitti. Ancak özellikle son yıllarda titanyum ve hidroksiapatit protezleri karşılaştıran araştırmaların sayısındaki artış dikkat çekmektedir (102-104). Daha önceden de belirtildiği üzere kemikçik zincir rekonstrüksiyonunda kullanılacak ideal protezin uzun dönem anatomik ve işitme sonuçlarının tatminkar olması, atılım oranının ise düşük olması gereklidir. Ossikülоplasti materyallerini karşılaştıran çalışmaların da özellikle bu değişkenlere odaklandığını görmekteyiz.

Truy ve arkadaşlarının titanyum ve hidroksiapatit protezlerin erken dönem sonuçlarını karşılaştırdığı çalışmasında her iki protezin işitme sonuçları arasında genel olarak anlamlı bir fark olmamakla birlikte total rekonstrüksiyonda HA, parsiyel rekonstrüksiyonda ise titanyumun daha başarılı olduğu bildirilmiştir (102). Luca de Zinis'in dış kulak arka duvarı indirilmiş ve titanyum veya hidroksiapatit protezlerle ossiküloplasti uygulanmış hastalar üzerinde yaptığı araştırma sonucunda da istatistiksel olarak olmasa da titanyum protezlerin daha başarılı işitme sonuçlarına sahip olduğu vurgulanmıştır (104). Konuyla ilgili en geniş seri, Gelfand ve arkadaşlarının yaptığı, 12 yılda toplam 404 hastayı kapsayan çalışmadır. Bu çalışma sonucunda her iki protez arasında gerek işitme gerekse anatomik sonuçlar açısından iki protez arasında anlamlı bir fark olmadığı savunulmaktadır (103). Protezlerin anatomik ve işitme sonuçlarının yanında kolay yerleştirilebilir olmaları da önemli bir faktördür. Yung ve Brewis'in yaptığı çalışmada farklı kıdemde 14 cerrah kadavralar üzerinde titanyum ve HA ossiküler replasman protezleri denemişlerdir. Parsiyel protezlerde HA'nın daha kolay yerleştirildiği, titanyumun ise hafifliğinden dolayı zorlayıcı olduğu belirlendi. Total rekonstrüksiyonda ise titanyumun açık tepe platformu sayesinde daha rahat yerleştirildiği, HA protezlerin stabilitesinin ise ağırlığından dolayı zor sağlandığı görüşüne varıldı (105).

# 6. SONUÇLAR

Çalışmamızda titanyum veya hidroksiapatit ossiküler replasman protezi kullanılarak kemikçik zincir rekonstrüksiyonu yapılmış olan 51 hastanın verileri incelendi. Araştırmaya dahil olan 36 erkek ve 15 kadın hastanın yaş ortalaması 35,2 idi. Vakaların 16 tanesi daha önceden kliniğimizde veya başka merkezlerde ameliyat edilmiş hastalardı. Buna göre revizyon cerrahi oranımız %31,37 olarak belirlendi. Yapılan veri analizinde revizyon cerrahi uygulanan %75'ine TORP yerleştirildiği dikkati çekmiştir. Revizyon cerrahi uygulanan hastalarda işitme sonuçları beklendiği gibi primer cerrahi geçiren hastalara göre bir miktar daha kötüdür. Buna göre revizyon cerrahi uygulanacak vakalarda kemikçik zincir harabiyetinin daha ileri olma olasılığının yüksek olduğu ve işitme sonuçlarının primer cerrahi geçiren hastalara göre daha kötü olabileceği öngörülmektedir.

Uygulanan mastoidektomi tekniği göz önünde bulundurularak yapılan değerlendirmede dış kulak arka duvarı korunmuş olan (CWU) hastalarda uygulanan protezden bağımsız olarak gerek işitme sonuçlarının gerekse greft başarısının %70'in üzerinde olduğu görülmektedir. Bu da dış kulak arka duvarının korunmasının özellikle ossiküloplasti yapılan hastalarda ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların ameliyat sonrası işitme testleri değerlendirildiğinde gerek kemik hava yolu aralığı, gerekse kemik hava yolundaki kazanç göz önüne alındığında en başarılı grubun Ti PORP uygulanan hastalar, en başarısız grubun ise HA TORP uygulanan hastalar olduğu dikkati çekmektedir.

Tüm protezler içinde 2'si HA PORP, 1'i Ti PORP olmak üzere toplam 3 protez atılmıştır. Protezler için genel atılım oranı %5,8'dir.

Parsiyel ossiküler replasman protezleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ortalama KHA Ti PORP grubunda 8,25 dB, HA PORP grubunda 13,94 dB olarak bulunmuştur. Buna göre Ti PORP, HA PORP'a göre istatistiksel olarak daha iyi işitme sonuçlarına sahiptir ($p$:0,001). İşitme sonuçlarının daha subjektif bir parametresi olan KHA kazancında da Ti PORP, HA PORP'a göre üstündür ancak bu üstünlük istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p$:0,108). Anatomik sonuçların değerlendirmesi açısından greft başarısı karşılaştırıldığında HA PORP grubu Ti

TORP grubuna göre hafif üstün görünmekle birlikte bu üstünlük de istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Total ossiküler replasman protezleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise KHA için her iki grup benzer sonuçlar vermektedir. KHA'daki kazançlar karşılaştırıldığında ise Ti TORP'un HA TORP'a göre anlamlı üstünlük sağladığı görülmektedir ($p$:0,024). Sonuç olarak gerek işitme başarısı gerekse anatomik sonuçlar açısından her iki protez arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Sonuç olarak titanyum protezlerin parsiyel rekonstrüksiyonda hidroksiapatite göre daha başarılı olduğu, total rekonstrüksiyonda ise iki protez arasında ne anatomik ne de işitme sonuçları açısından bir fark olmadığı görülmüştür. Hiç bir protezin insan vücudunun kendi kemikçikleri kadar iyi sonuçlar veremeyeceğini unutmamak gerekir. Dolayısıyla işitme rekonstrüksiyonu yaparken uygulaması kolay, atılım oranı düşük, sonuçları başarılı olan protezi tercih etmek gerekir.

# ÖZET


## İŞİTME REKONSTRÜKSİYONUNDA KULLANILAN YÖNTEMLERİN FONKSİYONEL VE ODYOLOJİK SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmanın amacı 2006-2012 yılları arasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz kliniğinde timpanoplasti yapılmış ve hidroksapatit veya titanyum ossiküler replasman proteziyle işitme rekonstrüksiyonu yapılmış hastaların ameliyat sonrası işitme ve anatomik sonuçlarının incelenmesidir.

Çalışmamızdaki bütün değerlendirmeler Amerikan Otolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Akademisi İşitme ve Denge Komitesi'nin standartlarına göre yapılmıştır.

Yaş ortalaması 35,2 olan 36'sı erkek, 15'i kadın olmak üzere toplam 51 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Olguların %31,37'si revizyon cerrahi geçiren hastalardır.

Mastoidektomi hastaların %84,3'üne yapılmıştır. Bu olguların %90,6'sında dış kulak arka duvarı korunmuştur. Dış kulak arka duvarı korunarak PORP uygulanan hastaların %75'inde başarılı işitme sonuçları elde edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların ameliyat sonrası işitme testleri değerlendirildiğinde gerek kemik hava yolu aralığı, gerekse kemik hava yolundaki kazanç göz önüne alındığında en başarılı grubun Ti PORP uygulanan hastalar, en başarısız grubun ise HA TORP uygulanan hastalar olduğu dikkati çekmektedir.

Parsiyel ossiküler replasman protezleri karşılaştırıldığında titanyum protezlerin işitme sonuçlarının hidroksiapatit protezlere göre anlamlı olarak üstün olduğu görülmektedir.

Total ossiküler replasman protezleri karşılaştırıldığında ise işitme sonuçlarında anlamlı bir fark saptanmazken işitmenin subjektif bir parametresi olan kemik hava yolundaki kazancın hidroksiapatit protezlerde anlamlı oranda yüksek olduğu saptanmıştır.

Anatomik sonuçlar dikkate alındığında ise gerek parsiyel gerekse total protezlerde titanyum ile hidroksiapatit protezler arasında bir fark görülmemiştir.

Atılım oranının ise tüm protezler için %5,8 olduğu görülmüştür.

Titanyum protezler özellikle parsiyel rekonstrüksiyonda daha iyi işitme sonuçları vermektedir. Ancak total rekonstrüksiyonda her iki protez arasında anlamlı fark yoktur.

Cerrah işitme rekonstrüksiyonu yaparken, protez seçimi sırasında hastanın ve operasyonun özelliklerini göz önünde bulundurarak duruma en uygun protezi seçmelidir.

**Anahtar Sözcükler:** Hidroksiapatit, ossiküloplasti, protez, titanyum

# SUMMARY


## EVALUATION OF FUNCTIONAL AND AUDIOLOGIC RESULTS OF THE METHODS ON OSSICULAR CHAIN RECONSTRUCTION

The goal of this study is to evaluate hearing and anatomical outcomes of the patients who underwent ossicular chain reconstruction with a titanium or a hydroxyapatite ossicular chain replacement prosthesis in Ankara University Faculty of Medicine, Department of Otorhinolaryngology between 2006-2012.

All results are evaluated according to the standarts by American Academy of Otolaryngology and Head Neck Surgery Joint Committee on Hearing and Equilibrium guidelines.

There were 51 patients with an average age of 35.2. Thirty six were male and fifteen were female. The ratio of revision cases were 31.37%.

A mastoidectomy procedure were done to the 84.3%of the patients. Of these patients 90.6%were undergone intact canal wall mastoidectomy. In intact wall mastoidectomy patients, 75%had good hearing results which were operated with a PORP.

Ti PORP patients had the best hearing results among all the patients in the study. Besides HA TORP patients had the worst hearing results.

When partial ossicular prosthesis were compared, titanium prosthesis had significant better results than hydroxyapetite prosthesis.

The hearing results were similar in the total ossicular prosthesis. On the other hand the gain in air bone gap, which is a subjective parameter in hearing results, was significantly higher in the hydroxyapetite group.

Anatomical outcomes were similar between the two groups. The extrusion rate was 5.8%.

Titanium prosthesis had better hearing results particularly in partial reconstruction. None the less there isn’t any significant difference among the two types of prosthesis in total reconstruction.

Surgeon must consider the characteristics of the patient with the operation type and choose the most appropriate prosthesis in ossicular chain reconstruction.

**Key words:** Hydroxyapetite, ossiculoplasty, prosthesis, titanium

# KAYNAKLAR


1. Oghalai JS BW. Anatomy and Physiology of the Ear. In: Lalwani AK, editor. Current Diagnosis and Treatment in Otolaryngology Head and Neck Surgery. Second ed. New York: McGraw Hill; 2008. p. 577-82.

2. AJ G. Development of Anatomy of the Temporal Bone and Skull Base. In: Shambaugh GE Jr GMI, editors, editor. Surgery of the ear. Philadelphia: WB Saunders; 2003. p. 3-35.

3. A D. Kulak: İşitme ve denge organı. In: F GG, editor. Sistematik Anatomi. Izmir: İzmir Güven Kitabevi; 2003. p. 892-907.

4. SM A. Kraniyal Sinirler. In: F GG, editor. Sistematik anatomi. Izmir: Izmir Guven Kitabevi; 2003. p. 789-822.

5. AA P. Devolopment of anatomy of the ear. In: GM E, editor. Otolaryngology. Philadelphia: Harper and Row Publishers; 1984. p. 1-68.

6. LG D. Anatomy of the skull base, temporal bone, external ear and middle ear. In: Cummings CW FJ, Harker LE, editor. Otolaryngology Head and Neck Surgery. St Louis: Mosby; 1998. p. 2533-46.

7. Devranoglu I AM. Dış ve Orta Kulak Anatomisi. In: I D, editor. Dış ve Orta Kulak Cerrahisi. Istanbul: Deomed Yayıncılık; 2011. p. 1-11.

8. RA F. Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi. In: Seiden MA T, TA, eds, editor. Otolarengoloji: Temel Bilgiler. Istanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2003. p. 3-12.

9. Matte. Uber Versuche mit Ainheilung des Trommelfells an das Kopfchen des Steigbugels nach operative Behandlung chronischer Mittelohreiter-ungen. Arch Ohren Nasen Kehlkopfheilkd. 1901;53:96.

10. F Z. Principles of plastic surgery of the sound conduction apparatus. The Journal of laryngology and otology. 1955;69:637.

11. Wullstein H. Theory and practice of tympanoplasty. The Laryngoscope. 1956;66(8):1076-93. Epub 1956/08/01.

12. Shea JJ, Jr. Fenestration of the oval window. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1958;67(4):932-51. Epub 1958/12/01.

13. Shea J. Plastipore total ossicular replacement prosthesis. The Laryngoscope. 1976;86(2):239-40. Epub 1976/02/01.

14. Brackmann DE, Sheehy JL. Tympanoplasty: TORPS and PORPS. The Laryngoscope. 1979;89(1):108-14. Epub 1979/01/01.

15. Grote JJ. Tympanoplasty with calcium phosphate. Archives of otolaryngology. 1984;110(3):197-9. Epub 1984/03/01.

16. Dalchow CV GD, Stupp HF. Reconstruction of the ossicular chain with titanium implants. Otolaryngol Head Neck Surg. 2001;125:628-30.

17. Feghali JG, Barrs DM, Beatty CW, Chen DA, Green JD, Jr., Krueger WW, et al. Bone cement reconstruction of the ossicular chain: a preliminary report. The Laryngoscope. 1998;108(6):829-36. Epub 1998/06/17.

18. McGee M, Hough JV. Ossiculoplasty. Otolaryngologic clinics of North America. 1999;32(3):471-88. Epub 1999/07/07.

19. Kartush JM. Ossicular chain reconstruction. Capitulum to malleus. Otolaryngologic clinics of North America. 1994;27(4):689-715. Epub 1994/08/01.

20. Becvarovski Z, Kartush JM. Smoking and tympanoplasty: implications for prognosis and the Middle Ear Risk Index (MERI). The Laryngoscope. 2001;111(10):1806-11. Epub 2002/01/22.

21. KOYUNCU M. Kronik Otitis Media Sekellerinde Cerrahi Tedavi: Kemikçik Zincir Rekonstrüksiyonu. Türkiye Klinikleri Kulak Burun Boğaz Özel Dergisi. 2011;4(4):87.

22. Varshney S, Nangia A, Bist SS, Singh RK, Gupta N, Bhagat S. Ossicular chain status in chronic suppurative otitis media in adults. Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery: official publication of the Association of Otolaryngologists of India. 2010;62(4):421-6. Epub 2010/10/01.

23. YETİŞER S. Orta Kulak Kemikçik Zinciri Rekonstrüksiyonunda Temel Prensipler; Endikasyon, Zamanlama, Aşamalandırma ve Prognostik Faktörler. Turkiye Klinikleri Journal of ENT Special Topics. 2008;1(3):1.

24. Göçmen H KR, Ozdek A, Kizilkaya Z, Safak MA, Samim E. Surgical treatment of cholesteatoma in children. International journal of pediatric otorhinolaryngology. 2003;67(8):867-72.

25. HW. P. Eustachian tube and middle ear mechanics. Hno. 2011;59(10):953-63.

26. GÜNGÖR A. Orta Kulak Kemikçik Zinciri Rekonstrüksiyonunda Odyolojik Sonuçların Değerlendirilmesi. Turkiye Klinikleri Journal of ENT Special Topics. 2008;1(3):66.

27. Robier A GP, Pandraud L, Beutter P. Madrepore skeleton in ossicullar chain reconstruction. In: Babighian G VJ, editor. Transplants and implants in otology. Amsterdam-Berkeley–Milano: kugler & Ghedini; 1988. p. 285-86.

28. JJ S. Tympanoplasty in chronic right otitis media: a case report. Memphis Med. 1958;33:271-75.

29. Dalchow CV GD, Stupp HF. Reconstruction of the ossicular chain with titanium implants. Otolaryngol Head Neck Surg. 2001;125:628-30.

30. Gardner EK, Jackson CG, Kaylie DM. Results with titanium ossicular reconstruction prostheses. The Laryngoscope. 2004;114(1):65-70. Epub 2004/01/08.

31. Martin AD, Harner SG. Ossicular reconstruction with titanium prosthesis. The Laryngoscope. 2004;114(1):61-4. Epub 2004/01/08.

32. Silverstein H, Wanamaker HH, Flanzer JM. Composite TORPs and PORPs for ossicular reconstruction. The Laryngoscope. 1993;103(1 Pt 1):94-5. Epub 1993/01/01.

33. Hicks GW, Wright JW, Jr., Wright JW, 3rd. Use of plastipore for ossicular chain reconstruction: an evaluation. The Laryngoscope. 1978;88(6):1024-33. Epub 1978/06/01.

34. Babu S, Seidman MD. Ossicular reconstruction using bone cement. Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology. 2004;25(2):98-101. Epub 2004/03/17.

35. Yamamoto E. Aluminum oxide ceramic ossicular replacement prosthesis. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1985;94(2 Pt 1):149-52. Epub 1985/03/01.

36. Committee on Hearing and Equilibrium guidelines for the evaluation of results of treatment of conductive hearing loss. AmericanAcademy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Ffoundation, Inc. Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 1995;113(3):186-7. Epub 1995/09/01.

37. Ruben R, Math R. Serous otitis media associated with sensorineural hearing loss in children. The Laryngoscope. 1978;88(7 Pt 1):1139.

38. Cunningham M, Guardiani E, Kim HJ, Brook I. Otitis media. Future Microbiology. 2012;7(6):733-53.

39. Acuin J. Chronic suppurative otitis media: burden of illness and management options. 2004.

40. Chloe AR SH. Chronic Otitis Media, Mastoiditis, and Petrositis. In: CW C, editor. Cummings Otolaryngology Head Neck Surgery. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2010. p. 1963-78.

41. Maresh A, Martins OF, Victor JD, Selesnick SH. Using surgical observations of ossicular erosion patterns to characterize cholesteatoma growth. Otology & neurotology. 2011;32(8):1239-42.

42. Strunk CL. Cholesteatoma. In: BJ B, editor. Otolaryngology Head and NeckSurgery Philadelphia: Lippincott; 1993. p. 1636-45.

43. Hulka GF, McElveen Jr JT. A Randomized, Blinded Study of Canal Wall Up Versus Canal Wall Down Mastoidectomy Determining the Differences inViewing Middle Ear Anatomy and Pathology. Otology & neurotology. 1998;19(5):574-8.

44. Obholzer R, Ahmed J, Warburton F, Wareing M. Hearing and ossicular chain preservation in cholesteatoma surgery. Journal of Laryngology and Otology. 2011;125(2):147.

45. Arriaga MA. Cholesteatoma in children. Otolaryngologic clinics of North America. 1994;27(3):573.

46. Stark T, Gurr A, Sudhoff H. Principles of cholesteatoma surgery]. Hno. 2011;59(4):393.

47. Vercruysse JP, De Foer B, Somers T, Casselman J, Offeciers E. Magnetic resonance imaging of cholesteatoma: an update. B-ENT. 2009;5(4):233-40.

48. Albu S, Babighian G, Trabalzini F. Surgical treatment of tympanosclerosis. Otology & neurotology. 2000;21(5):631-5.

49. Austin D. Reconstructive techniques for tympanosclerosis. The Annals of otology, rhinology, and laryngology. 1988;97(6 Pt 1):670.

50. SHEEHY JL, HOUSE WF. Tympanosclerosis. Archives of Otolaryngology—Head & Neck Surgery. 1962;76(2):151.

51. Tos M, Lau T, Arndal H, Plate S. Tympanosclerosis of the middle ear: late results of surgical treatment. The Journal of Laryngology & Otology. 1990;104(09):685-9.

52. Smyth G. Tympanosclerosis. The Journal of Laryngology & Otology. 1972;86(01):09-14.

53. Zollner F. Tympanosclerosis. Archives of Otolaryngology—Head & Neck Surgery. 1969;89(1):207.

54. Charachon R RO, Dumas G, Chanel Y. La tympanoscle´rose de l'oreille moyenne, pathoge´nie et re´sultats: a` propos de 17 cas. J Fr ORL. 1981(30):223-33.

55. Gibb A, Pang Y. Current considerations in the etiology and diagnosis of tympanosclerosis. European archives of oto-rhino-laryngology. 1994;251(8):439-51.

56. MFW S. Tympanoplasty: osscicular reconstruction. In: BH B, editor. Common problems in otology. St Louis: Mosby Year Book; 1991. p. 65-9.

57. Joseph R, Gordon J. Tympanosclerosis. Archives of Otolaryngology—Head & Neck Surgery. 1963;77(2):186.

58. Albu S, Babighian G, Trabalzini F. Prognostic factors in tympanoplasty. Otology & neurotology. 1998;19(2):136-40.

59. Shlton C, Sheehy JL. Tympanoplasty: review of 400 staged cases. The Laryngoscope. 1990;100(7):679-81.

60. Farrior JB, Nichols SW. Long-term results using ossicular grafts. Otology & neurotology. 1996;17(3):386-92.

61. McGee M, Hough J. Ossiculoplasty. Otolaryngologic clinics of North America. 1999;32(3):471.

62. Pasha R, Hill SL, Burgio DL. Evaluation of hydroxyapatite ossicular chain prostheses. Otolaryngology--Head and Neck Surgery. 2000;123(4):425-9.

63. Goldenberg RA, Driver M. Long-term results with hydroxylapatite middle ear implants. Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 2000;122(5):635-42.

64. Goldenberg RA. Ossiculoplasty with composite prostheses. PORP and TORP. Otolaryngologic clinics of North America. 1994;27(4):727.

65. Komori M, Yanagihara N, Hyodo J, Miuchi S. Position of TORP on the Stapes Footplate Assessed With Cone Beam Computed Tomography. Otology & neurotology. 2012;33(8):1353-6.

66. Beutner D, Hüttenbrink K-B. Passive and active middle ear implants. GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery. 2009;8.

67. Goldenberg RA, Emmet JR. Current use of implants in middle ear surgery. Otology & neurotology. 2001;22(2):145-52.

68. Grote J. Results of cavity reconstruction with hydroxyapatite implants after 15 years. Otology & neurotology. 1998;19(5):565-8.

69. Grote J, Van Blitterswijk C, Kuijpers W. Hydroxyapatite ceramic as middle ear implant material: animal experimental results. The Annals of otology, rhinology & laryngology Supplement. 1986;123:1.

70. Jackson CG, GlasscockIii ME, Schwaber MK, Nissen AJ, Christiansen SG, Smith PG. Ossicular chain reconstruction: The torp and porp in chronic ear disease. The Laryngoscope. 1983;93(8):981-8.

71. Mangham CA, Lindeman R. Ceravital versus plastipore in tympanoplasty: a randomized prospective trial. The Annals of otology, rhinology, and laryngology. 1990;99(2 Pt 1):112.

72. Vrabec JT, Stierman K, Grady JJ. Hydroxyapatite prosthesis extrusion. Otology & neurotology. 2002;23(5):653-6.

73. House JW, Teufert KB. Extrusion rates and hearing results in ossicular reconstruction. Otolaryngology--Head and Neck Surgery. 2001;125(3):135-41.

74. Jaryszak EM, Sampson EM, Antonelli PJ. Biofilm formation by< i> Pseudomonas aeruginosa</i> on ossicular reconstruction prostheses. American journal of otolaryngology. 2009;30(6):367-70.

75. Dornhoffer JL. Hearing results with the Dornhoffer ossicular replacement prostheses. The Laryngoscope. 1998;108(4):531-6.

76. Shinohara T, Gyo K, Saiki T, Yanagihara N. Ossiculoplasty using hydroxyapatite prostheses: long-term results. Clinical Otolaryngology & Allied Sciences. 2000;25(4):287-92.

77. Glasscock ME. Ossicular chain reconstruction. The Laryngoscope. 1976;86(2):211-21.

78. Brackmann DE. Tympanoplasty with mastoidectomy: canal wall up procedures. Otology & neurotology. 1993;14(4):380-2.

79. Yu H, He Y, Ni Y, Wang Y, Lu N, Li H. PORP vs. TORP: a meta-analysis. European archives of oto-rhino-laryngology. 2013:1-13.

80. Kwok P, Waldeck A, Strutz J. Wie verhalten sich metallhaltige Mittelohrimplantate in der Kernspintomographie? Laryngo-Rhino-Otologie. 2003;82(01):13-8.

81. Schwager K. Titanium as a biomaterial for ossicular replacement: results after implantation in the middle ear of the rabbit. European archives of oto-rhino-laryngology. 1998;255(8):396-401.

82. Schwager K. Titan als Material zum Gehörknöchelchenersatz-Grundlagen und klinische Anwendung. Laryngo-Rhino-Otologie. 2002;81(03):178-83.

83. Brånemark P, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lundkvist S, Rockler B. Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. Biomaterials. 1983;4(1):25-8.

84. Stupp C, Stupp H, Grün D. [Replacement of ear ossicles with titanium prostheses]. Laryngo-Rhino-Otologie. 1996;75(6):335.

85. Böhm F, Eisenacher S, Büter J, Schröder M. Titanimplantate im Mittelohr-Ergebnisse einer klinischen Kontrolle. Hno. 1999;47:430.

86. Elies W, Lenz E, Dalchow C. Ein neuer TORP aus Rein-Titan-Design und klinische Ergebnisse. Hno. 1999;47:431.

87. Yung M. Long-term results of ossiculoplasty: reasons for surgical failure. Otology & neurotology. 2006;27(1):20-6.

88. D'Eredità R, Caroncini M, Saetti R. The New Baha Implant A Prospective Osseointegration Study. Otolaryngology--Head and Neck Surgery. 2012;146(6):979-83.

89. Stupp C, Dalchow C, Grün D, Stupp H, Wustrow J. Titan-Prothesen im Mittelohr: 3-Jahres-Erfahrungsbericht. Laryngo-, Rhino-, Otologie. 1999;78(6):299-303.

90. Ho SY, Battista RA, Wiet RJ. Early results with titanium ossicular implants. Otology & neurotology. 2003;24(2):149-52.

91. Begall K, Zimmermann H. Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette mit Titan-Implantaten. Laryngo-Rhino-Otologie. 2000;79(03):139-45.

92. Smith J, Gardner E, Dornhoffer JL. Hearing results with a hydroxylapatite/titanium bell partial ossicular replacement prosthesis. The Laryngoscope. 2002;112(10):1796-9.

93. CHEN B, TAO D. Efficacy of ossicular chain reconstruction using titanium implants in single-stage tympanoplasty]. Zhonghua er bi yan hou tou jing wai

ke za zhi= Chinese journal of otorhinolaryngology head and neck surgery. 2012;47(4):270.

94. Schmerber S, Troussier J, Dumas G, Lavieille J-P, Nguyen D-q. Hearing results with the titanium ossicular replacement prostheses. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck. 2006;263(4):347-54.

95. Quesnel S, Teissier N, Viala P, Couloigner V, Van Den Abbeele T. Long term results of ossiculoplasties with partial and total titanium Vario Kurz prostheses in children. International journal of pediatric otorhinolaryngology. 2010;74(11):1226-9.

96. Hess-Erga J, Møller P, Vassbotn FS. Long-term hearing result using Kurz titanium ossicular implants. European archives of oto-rhino-laryngology. 2012:1-5.

97. Zhang L-C, Zhang T-Y, Dai P-d, Luo J-f. Titanium versus non-titanium prostheses in ossiculoplasty: A meta-analysis. Acta oto-laryngologica. 2011;131(7):708-15.

98. JAROTH S, MSOMA T. Ossicular chain reconstruction with a titanium prosthesis. The Journal of Laryngology & Otology. 2009;123:1082-6.

99. Martins J, Silva H, Certal V, Amorim H, Carvalho C. Ossiculoplasty with titanium prosthesis. Acta Otorrinolaringologica (English Edition). 2011;62(4):295-9.

100. Vassbotn FS, Møller P, Silvola J. Short-term results using Kurz titanium ossicular implants. European archives of oto-rhino-laryngology. 2007;264(1):21-5.

101. Quaranta N, Zizzi S, Quaranta A. Hearing results using titanium ossicular replacement prosthesis in intact canal wall tympanoplasty for cholesteatoma. Acta oto-laryngologica. 2011;131(1):36-40.

102. Truy E, Naiman AN, Pavillon C, Abedipour D, Lina-Granade G, Rabilloud M. Hydroxyapatite versus titanium ossiculoplasty. Otology & neurotology. 2007;28(4):492-8.

103. Gelfand YM, Chang CJ. Ossicular chain reconstruction using titanium versus hydroxyapatite implants. Otolaryngology--Head and Neck Surgery. 2011;144(6):954-8.

104. Redaelli de Zinis LO. Titanium vs hydroxyapatite ossiculoplasty in canal wall down mastoidectomy. Archives of Otolaryngology—Head & Neck Surgery. 2008;134(12):1283.

105. Yung M, Brewis C. A comparison of the user-friendliness of hydroxyapatite and titanium ossicular prostheses. Journal of Laryngology and Otology. 2002;116(2):97-102.