

# İŞİTME SAĞLIĞI TOPLANTISI

20.01.2024

DR. ÖZDEN ÇIRPAR



İŞİTME ANATOMİSİ

İŞİTME FİZYOLOJİSİ

GÜRÜLTÜNÜN  
FİZYOLOJİK  
ETKİLERİ

İŞİTME KAYBI  
SINIFLANDIRMASI



TOPLANTI

AĞAĞDASI



# İŞİTME ANATOMİSİ

# İŞİTME SİSTEMİ

## PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

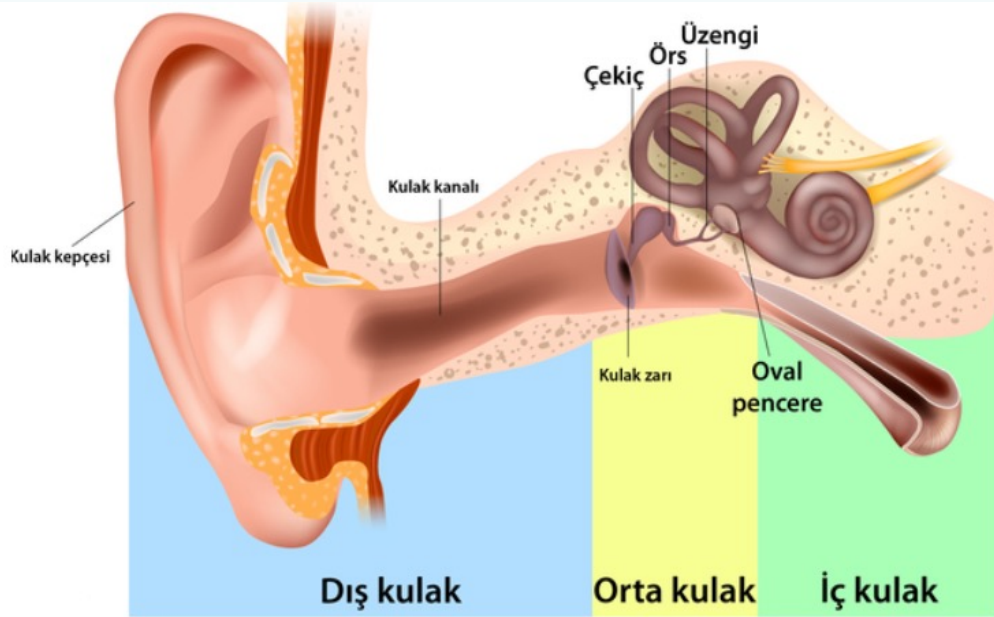
- DIŞ KULAK
  - Aurikula
  - Dış kulak yolu (DKY)
- ORTA KULAK
  - Kulak zarı
  - Kemikçik zinciri
  - Orta kulak boşluğu ve östaki tüpü
  - Kaslar ve ligamentler
- İÇ KULAK
  - Kemik ve membran labirent

## SANTRAL İŞİTME SİSTEMİ

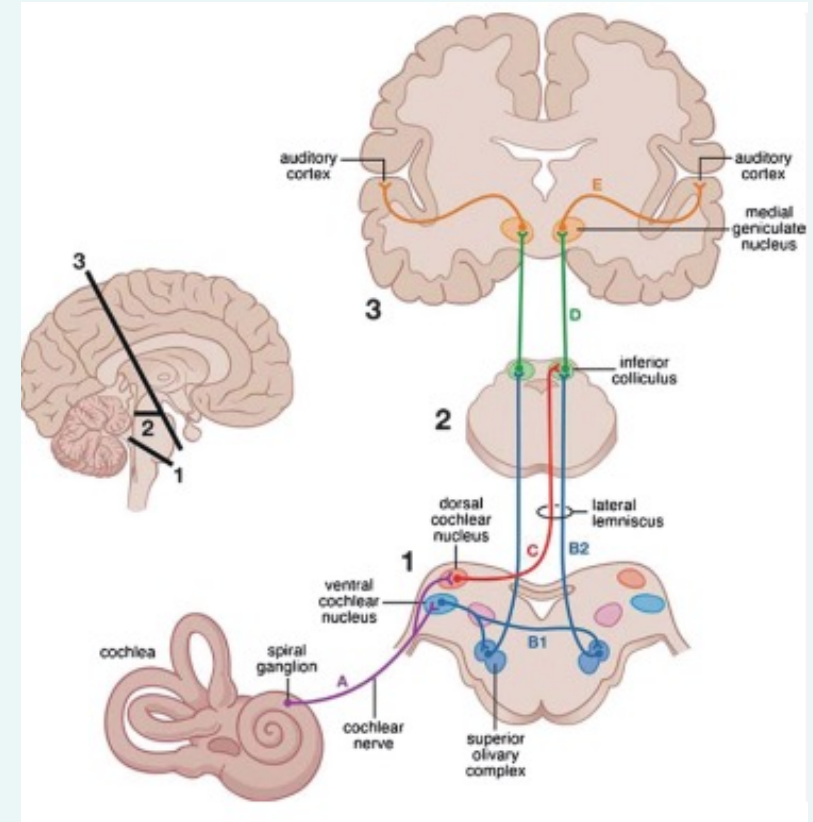
- KOKLEAR ÇEKİRDEKLER
- SÜPERİOR OLİVARY KOMPLEKS
- LATERAL LEMNİSKUS
- İNFERİOR KOLLİKULUS
- MEDİAL GENİKULAT CİSİM
- İŞİTME KORTEKSİ YAPILARI

# İŞİTME SİSTEMİ

## PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ



## SANTRAL İŞİTME SİSTEMİ



# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

## DIŞ KULAK ANATOMİSİ-Aurikula



- Aurikula, fibröz kıkırdak ve yağ dokusu içeren lobülden oluşur.
- Aurikulayı, plexus cervicalis superficialis ile bazı kranial sinirlerin dalları innerve eder.
- A.carotis externa dallarıyla beslenir.

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

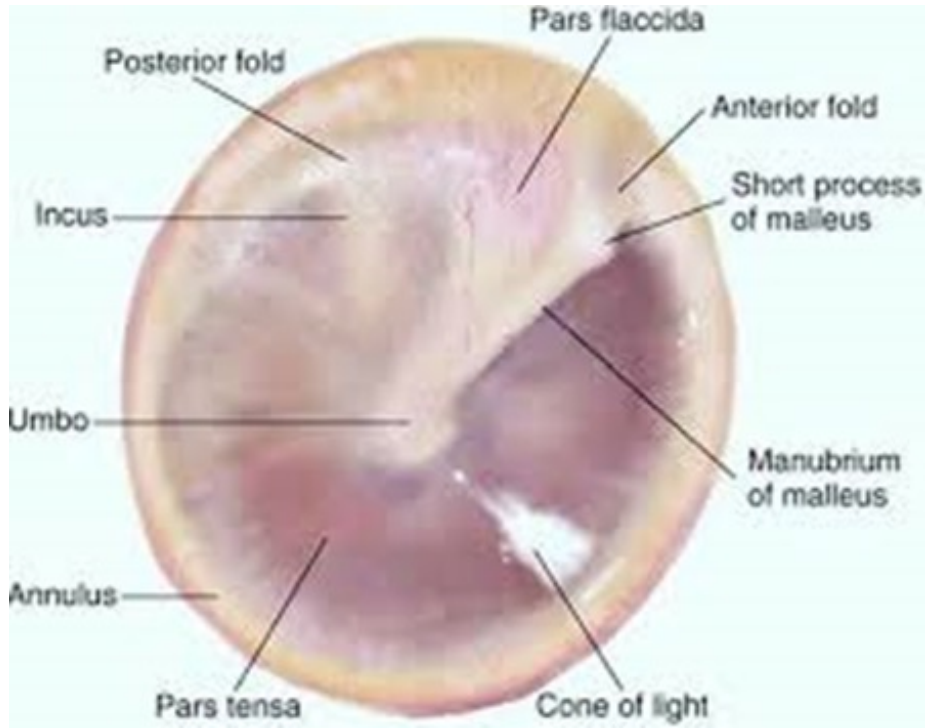
## DIŞ KULAK ANATOMİSİ-Dış kulak yolu



- DKY, ~7 mm çapında, 2,5 cm uzunluğunda S şeklinde, medial 2/3 kısmı kemik yapıda ve sabit, lateral 1/3 kısmı kıkırdak yapıda ve biraz hareketli olan kanaldır. V, VII, IX ve X. kafa çiftleri tarafından innerve edilir. V. sinirin aurikula-temporal dalı, ön tarafta innervasyonu sağlar. N. glossofaringeus ve N. vagus'un (Arnold siniri) aurikular dalları arka yüzü innerve ederler. Kemik bölümünde postero-superior kısmı ise N.fasiyalisin sensoriyal dalları tarafından innerve edilir.
- Kıkırdak bölgede yer alan kıllar ve serumen bezleri kulak zarını yabancı etkenlerden korur ve yüzey geriliminin azaltılmasını sağlar.

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

## ORTA KULAK ANATOMİSİ- Kulak zarı

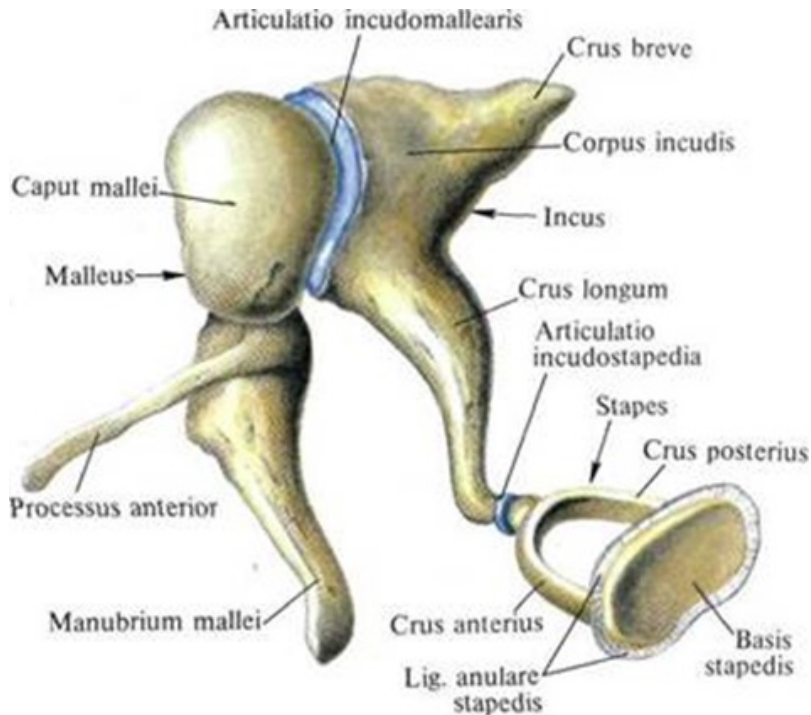
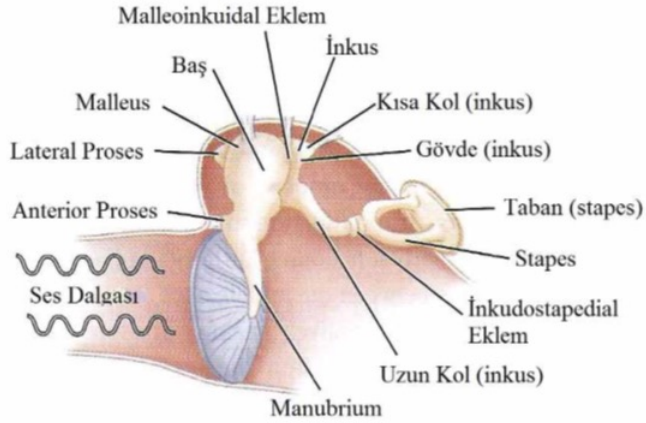


- Kulak zarı oval, alt-üst çapı 10 mm, ön-arka çapı 9 mm, alanı ~55 mm<sup>2</sup> olan, oblik yerleşimli, yarı saydam bir zardır.
- 3 tabakadan oluşmuştur. Dış kulak yolu tarafı yassı epitelle orta kulak tarafı tek katlı kübik epitelle döşelidir. Arada kollajen, elastik fibril ve fibroblastlardan oluşan bağ dokusu vardır.
- Zarın üst bölgesindeki gevşek ve fibröz dokudan fakir olan küçük alana pars flaccida denir. Geriye kalan büyük ve gergin kısım pars tensa adını alır.
- Umbo, kulak zarının en distal ve orta noktasıdır ve orta kulak kemikçiklerinden malleus'un kulak zarına yapışması ile oluşur. Ucu umbo'da olan ve anteroinferiora ilerleyen aydınlık bölgeye ışık üçgeni denir ve otoskop ışığının yansımaları ile oluşur.
- Kulak zarı lateral yüzünün duysal inervasyonunu 5. (Trigeminal) ve 10. (Vagus) kafa çiftlerinden, iç (medial) tarafı ise 9. (Glossofarengus) kafa çiftinden alır.



# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

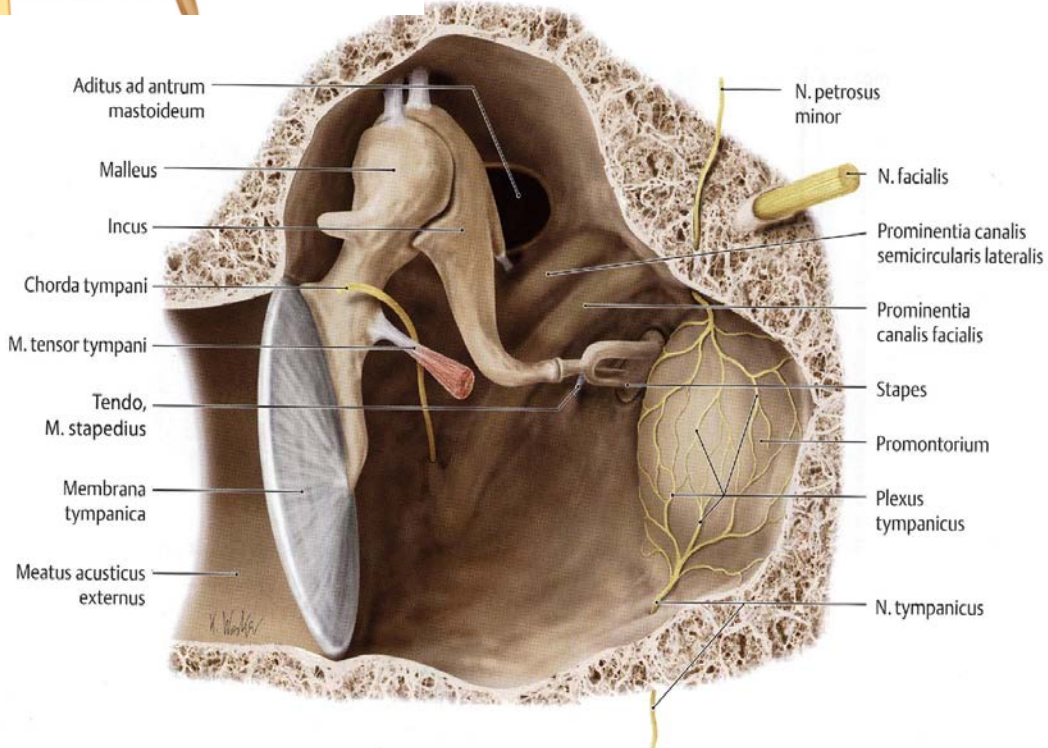
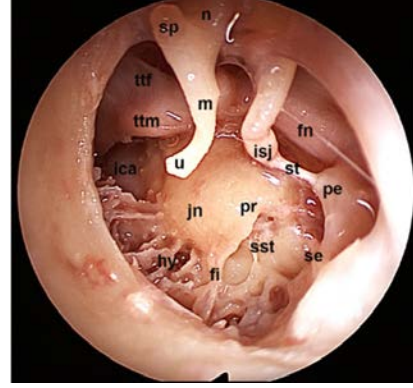
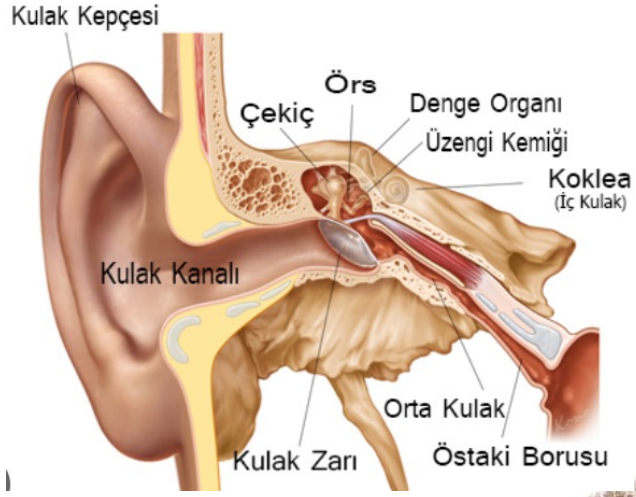
## ORTA KULAK ANATOMİSİ-Kemikçik zinciri



- **Malleus**, en dışta ve en büyük olan kemikçiktir. En önemli iki parçası capitulum mallei ve manubrium malleidir. Anterior ve lateral çıkıntılar ligamanlar için bağlantı noktalarıdır. Malleus kulak zarına manubrium boyunca yapışır.
- **İnkus** kemikçik zincirin ara elemanıdır. Gövdesi malleus ile eklem yapar, kısa kolu posteriora yönelir, uzun kolu stapes ile eklem yapar.
- **Stapes** üzengi şeklindedir ve başı inkusun lentiküler prosesi ile eklem yaparken, ~3,5 mm<sup>2</sup>lik tabanı ile oval pencere üzerindeki anuler ligamana yapışıktır. En küçük kemikçiktir ve yaklaşık 4 mg ağırlığındadır.

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

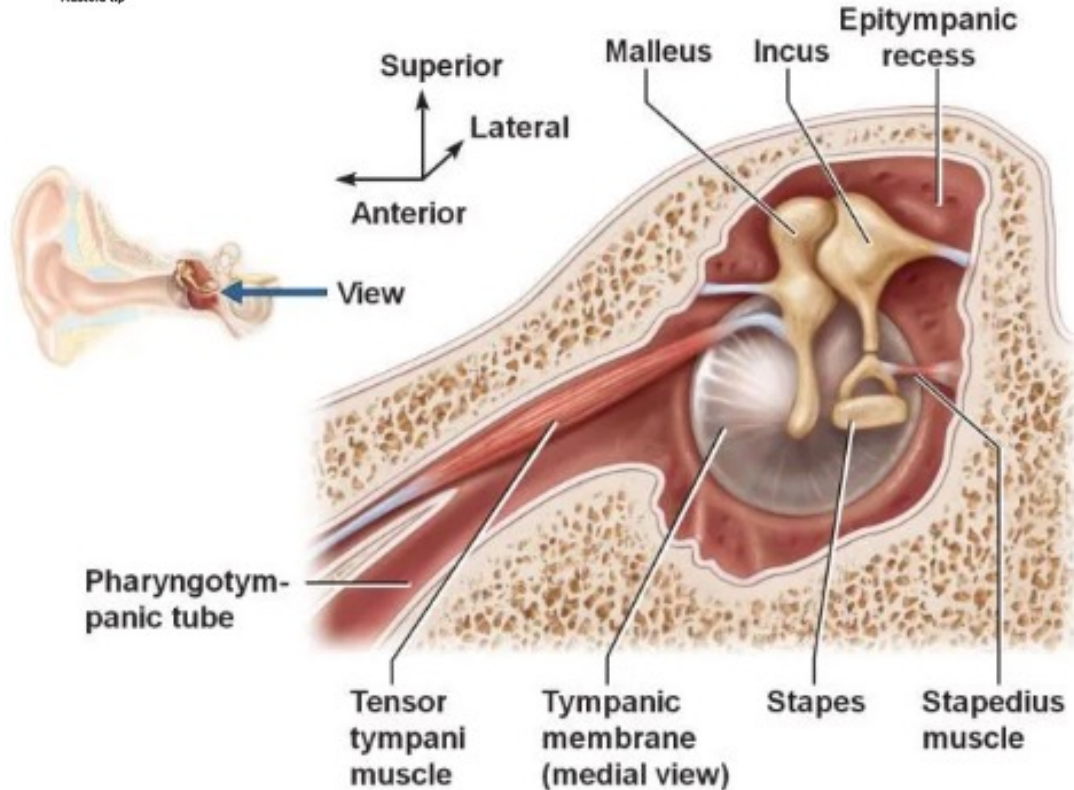
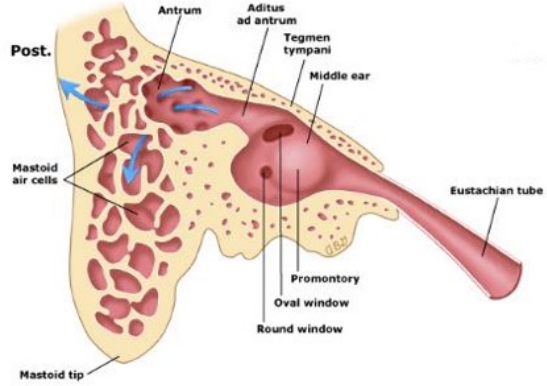
## ORTA KULAK ANATOMİSİ-Orta kulak boşluğu ve östaki tüpü



- **Orta kulak boşluğu**; anlatım kolaylığı açısından bir «küp» gibi değerlendirilerek dış ve iç, üst ve alt, ön ve arka olmak üzere 6 yüzey şeklinde incelenmektedir.
- **Östaki tüpü** yaklaşık olarak 36 mm uzunluğundadır ve orta kulak boşluğunun ön duvarından, içe ve aşağıya doğru bir rota izleyerek nazofarenkse açılır.
- Dış üçte birlik kısmı temporal kemik içerisindedir ve petröz ve skuamöz kemiklerin birleşim yerinde sonlanır. İç üçte ikilik kısmı ise kıkırdak bir tüp halindedir.

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

## ORTA KULAK ANATOMİSİ-Mastoid hücreler, Kaslar ve ligamentler



- Mastoid kemik içindeki havalı boşluklara **mastoid hücreler** denir. Hemen her zaman bulunan tek büyük havalı boşluk mastoid antrum adını alır. Mastoid antrum doğumda da mevcuttur; mastoid sellüler ise gelişimlerini daha ileri yaşlarda tamamlar.
- **M.Tensor tympani**, Manibrium malleinin üzerinde, kollum kısmına yapışır; içe doğru seyrederek. Processus kokleariformis'e ulaşır. Buradan dik açı yaparak öne doğru seyrederek ve Östaki borusunun üzerinde, semikanalis m.tensor tympani adlı kanala girer. Kanalı geçtikten sonra sfenoid kemiğin büyük kanadına yapışır. Ortalama 22 mm uzunluğundadır. Manibriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit eder. V. sinir tarafından innerve olur.
- **M.Stapedius**, Eminensia pyramidarum'un içinde bulunur. Tendon buradan çıkar ve stapes'e yapışır. Fasiyal sinirin n.stapedius dalı tarafından innerve olur. Stapesi arkaya çekerek, tabanı tespit eder ve yüksek şiddetteki seslerin iç kulağa iletimini önlemiş olur.

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

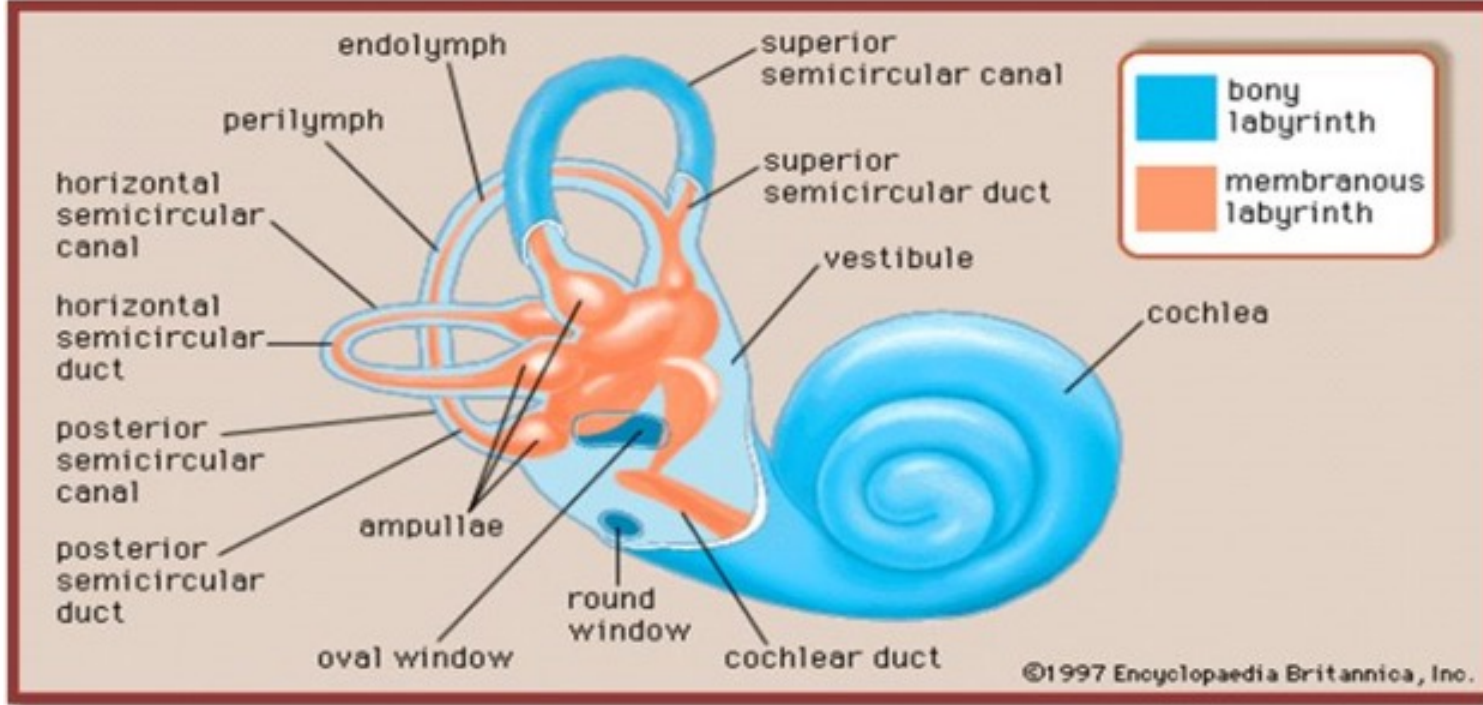
## İÇ KULAK ANATOMİSİ

- İç kulak petröz kemiğin derinliğine saklanmıştır. İşitme ve denge organlarını barındırır.
- Yuvarlak ve oval pencereler yolu ile orta kulak ile, koklear ve vestibüler aquaduktuslar yolu ile de kafa içi ile bağlantılıdır.



# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

## İÇ KULAK ANATOMİSİ

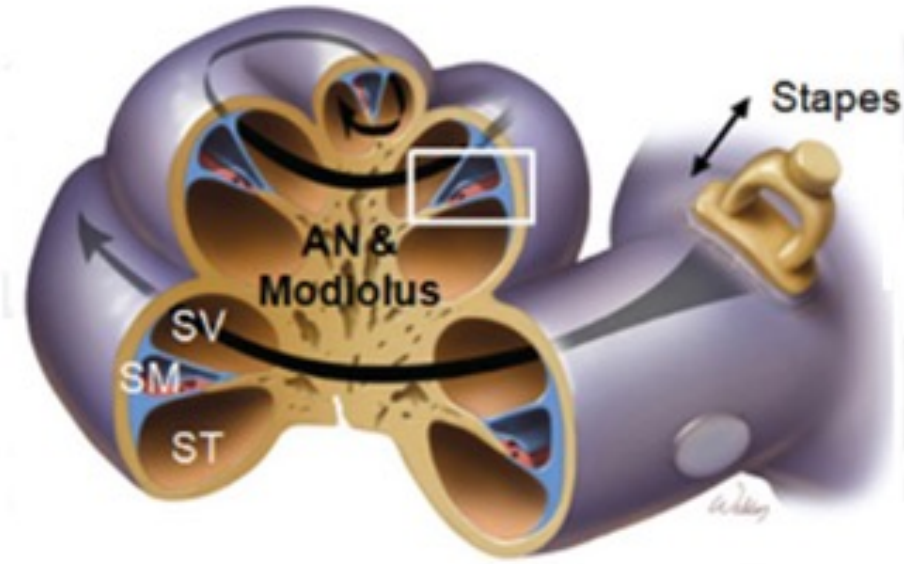


Zar labirent kemik labirenti aynen taklit eder. Ancak zar yapılar kemik labirenti tamamen doldurmaz. Onun ancak 1/3 kısmını işgal eder. Zar ve kemik labirentler arasında  $\text{Na}^+$  'dan zengin **perilymf** ve zar labirentin içinde ise  $\text{K}^+$  iyonlarından zengin **endolymf** bulunur.

- Kemik labirent
  - Koklea
  - Vestibül
  - Kemik semisirküler kanallar
    - Superior
    - Horizontal
    - Posterior
- Membranöz (Zar) labirent
  - Duktus Cochlearis
  - Utrikulus
  - Sacculus
  - Zar semisirküler kanallar
    - Superior
    - Horizontal
    - Posterior

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

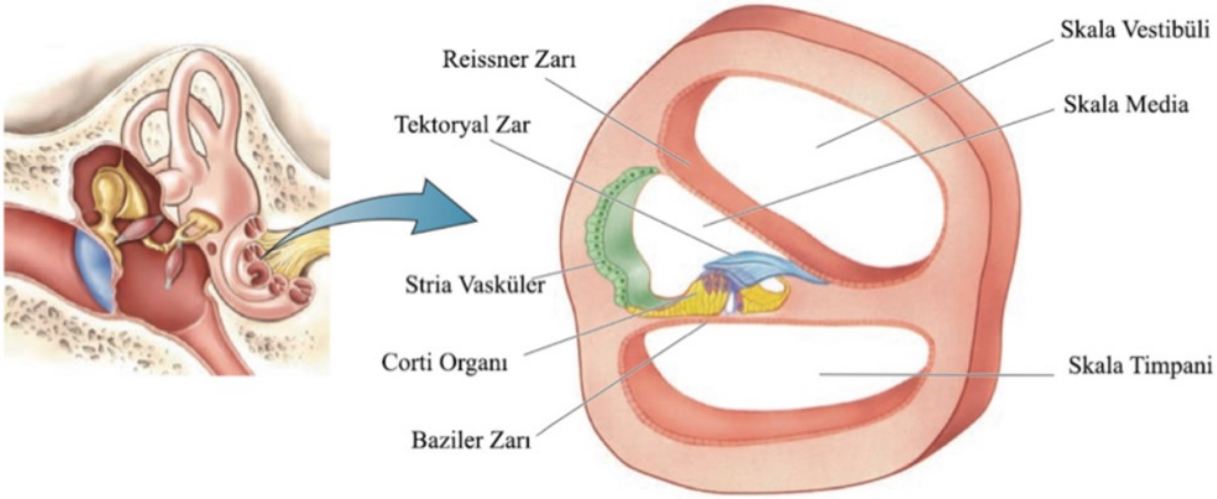
## İÇ KULAK ANATOMİSİ-Koklea



- Koklea, modiulus adı verilen koni şeklinde bir yapı ve etrafında arkadan öne, içten dışa doğru 2,5 kez kıvrılan bir kanaldır.
- Modiulus merkezindeki perforasyonlardan vestibulokohlear (VIII) sinirin ganglionu olan ve modiulus boyunca ilerleyen spiral ganglion sinir lifleri geçer.

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

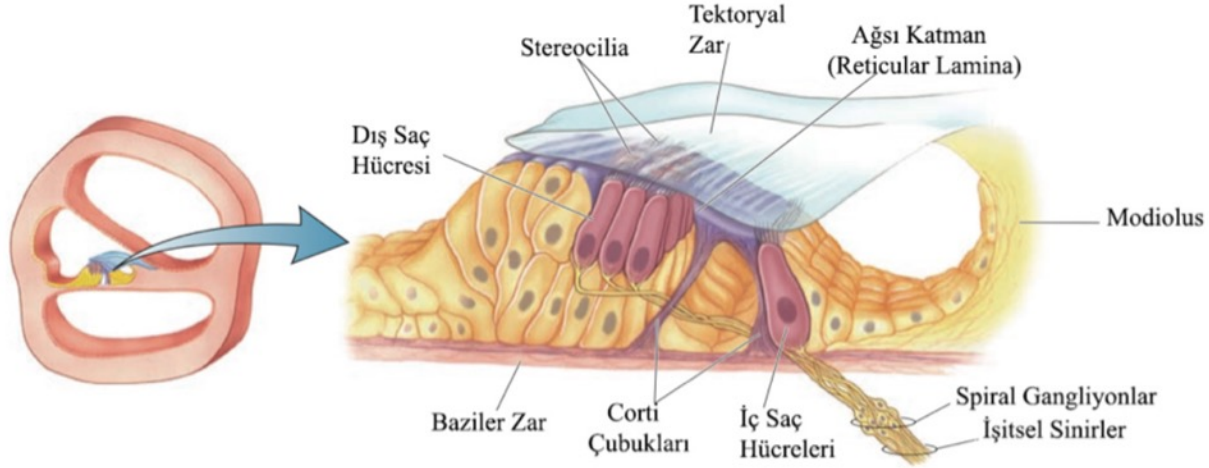
## İÇ KULAK ANATOMİSİ-Koklea kesit



- Membranöz labirent, skala vestibuli ve skala timpani arasında yer alan skala media'yı oluşturacak şekilde uzanır.
- Reissner membranı skala media ile skala vestibüliyi birbirinden ayırır.
- Reissner membranı suya geçirgendir. Fakat büyük moleküllerin geçişine engel olur. Bu şekilde perilyndeki büyük moleküllü hücrelerin endolenfe geçmesi önlenir.
- Bazillar membran ise skala media ile skala timpaniyi birbirinden ayırır.
- Baziler membranda, Cladius, Boettcher hücreleri, Corti organı, Hensen, Deiters, Pillar hücreleri, iç sınır hücreleri, dış titrektüylü hücreler, iç titrektüylü hücreler, iç sulkus, spiral limbustaki interdental hücreler ve tectorial membran bulunur.

# PERİFERİK İŞİTME SİSTEMİ

## İÇ KULAK ANATOMİSİ-Corti organı

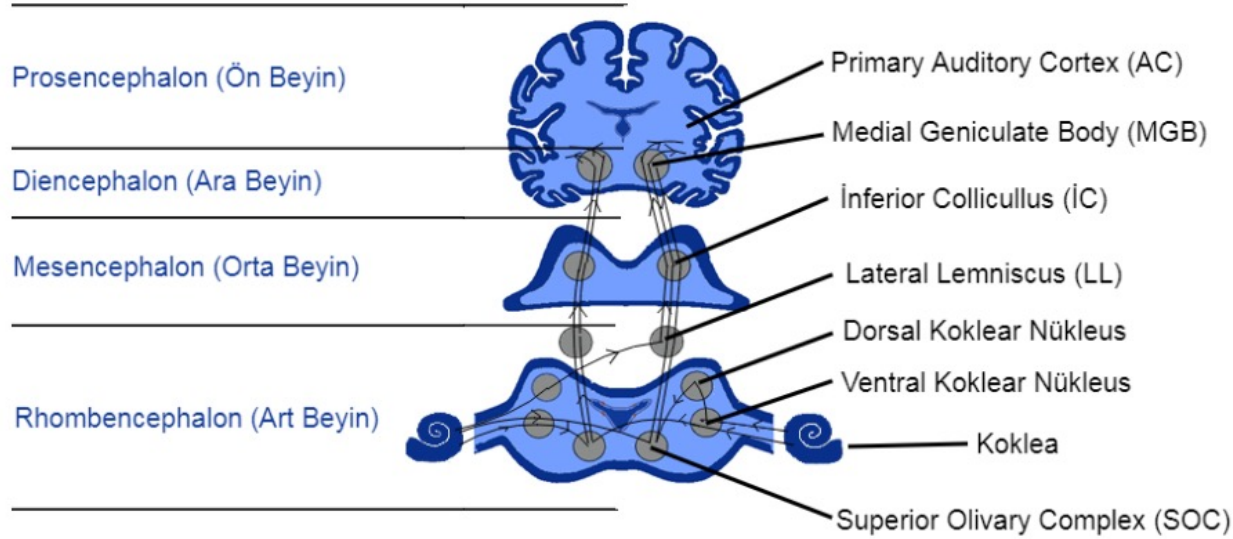


- İşitme fonksiyonunda görev alan en önemli yapıdır.
- Perilenfteki mekanik titreşimleri sinir liflerini uyaran elektriki akımlara dönüştürür (transduksiyon).
- Corti organı koklear kanal boyunca aynı biçimde kalmaz. İç ve dış titreşimli hücrelerin uzunlukları, Corti organının genişliği, Hensen hücrelerinin yüksekliği bazal turdan apikale doğru giderek artar.



# SANTRAL İŞİTME SİSTEMİ ANATOMİSİ

## İşitsel Yolaklar

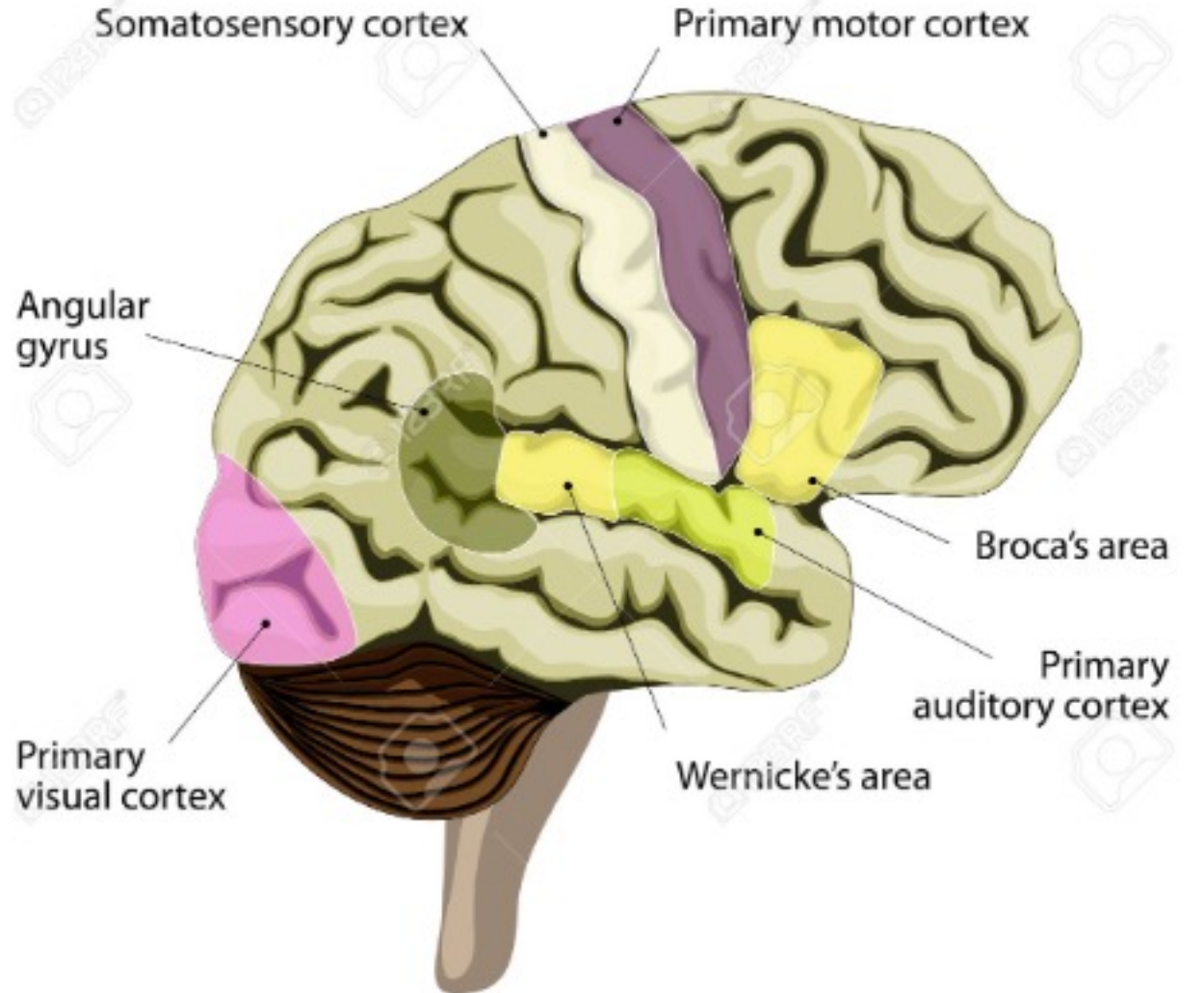


- Santral işitme sistemi, kokleadan çıkan 8. Kranial sinir (N.Vestibülocochlearis) ile başlar ve işitsel kortekste (auditory cortex) sonlanır.
- Santral işitme sistemi, kokleadan aldığı elektriksel sinyalleri santral işitsel yolaklar adı verilen yapılar aracılığı ile işitsel kortekse taşır. Sinyallerin taşınmasını sağlayan ve sinyal taşıma sırasında birtakım görevleri olan santral işitsel yolaklar yandaki şekildedir.

# SANTRAL İŞİTME SİSTEMİ ANATOMİSİ

## İşitsel Korteks

- İşitsel korteks, işitme ile ilgili sinyallerin algılanıp çözümlendiği en üst merkezdir.
- Sağ ve sol temporal lobun Superior Temporal Gyrus'larına yerleşmiştir. Medial geniculate bodyden ipsilateral uyarımlar alır, sağ ve sol kulaklardan ise kontralateral uyarımlar alır.
- İşitsel korteks, Brodmann'ın 41. ve 42. alanlarını kapsar.

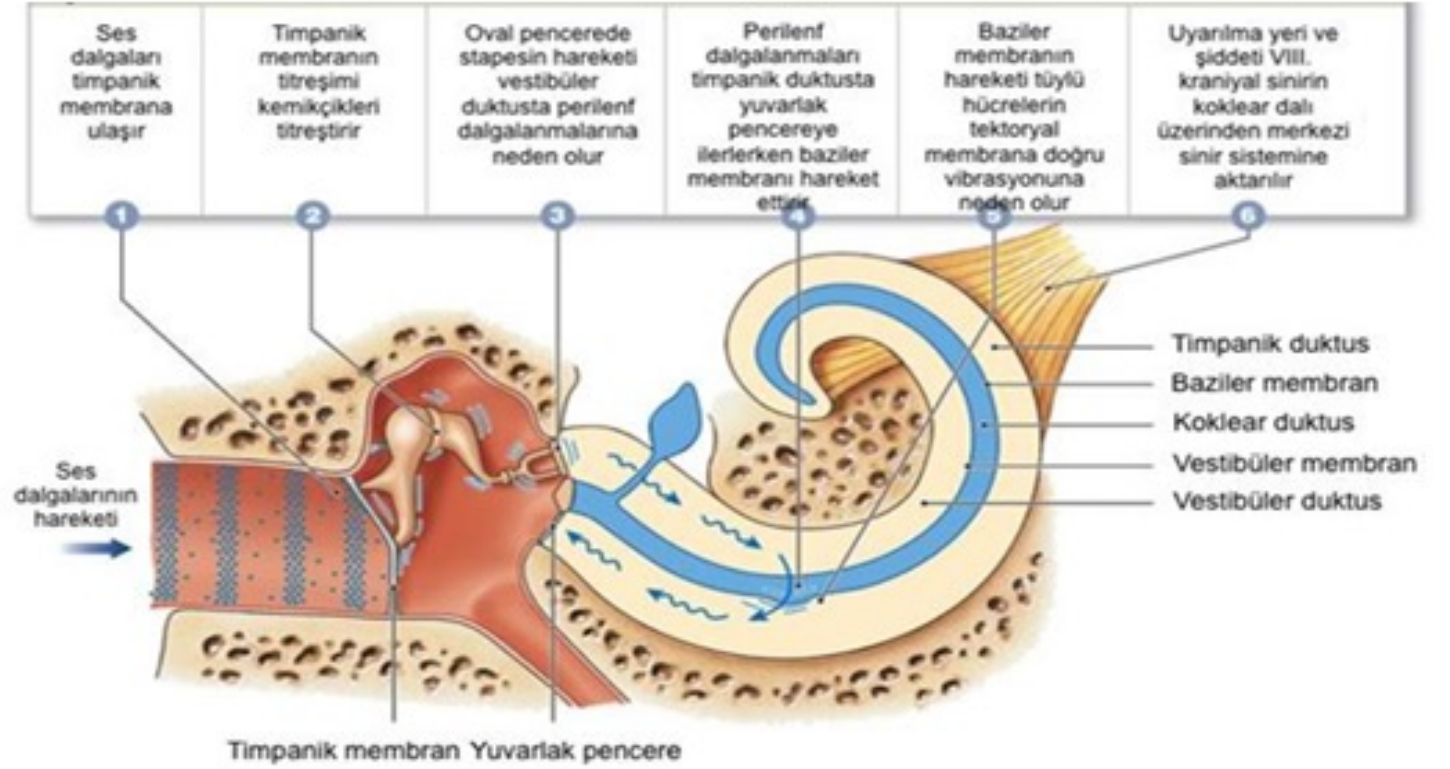




# İŞİTME FİZYOLOJİSİ

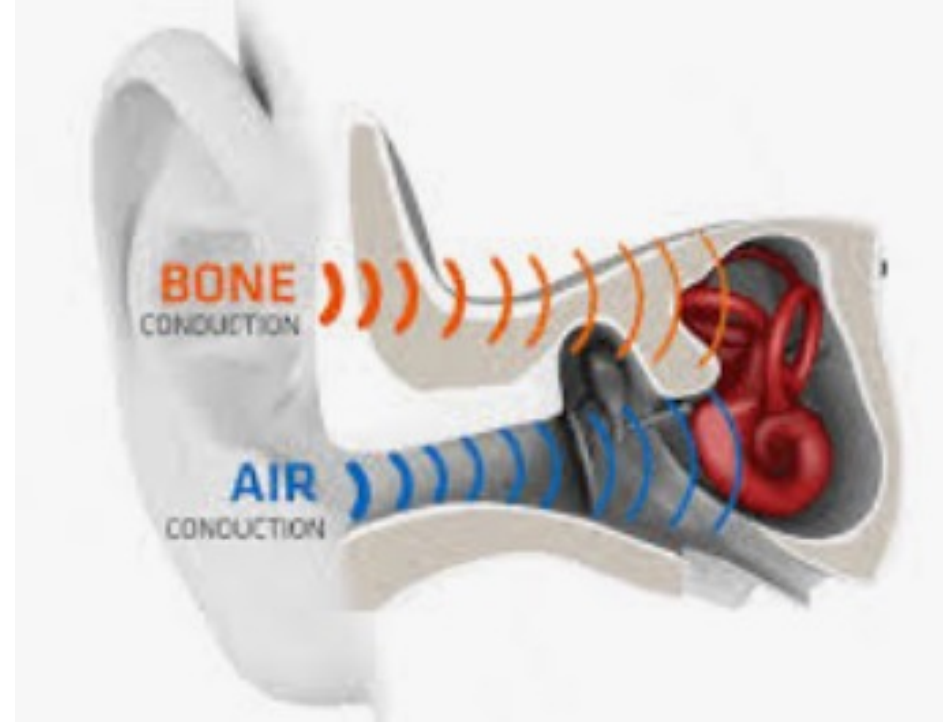
# Nasıl işitiriz?

- İşitmenin olabilmesi için, öncelikle sesin olması gerekir.
- Sesin oluşabilmesi için de enerji kaynağı olmalıdır (akustik enerji).
- Sesin iletilebilmesi için elastik titreşen bir ortam bulunması gerekir (su, hava).



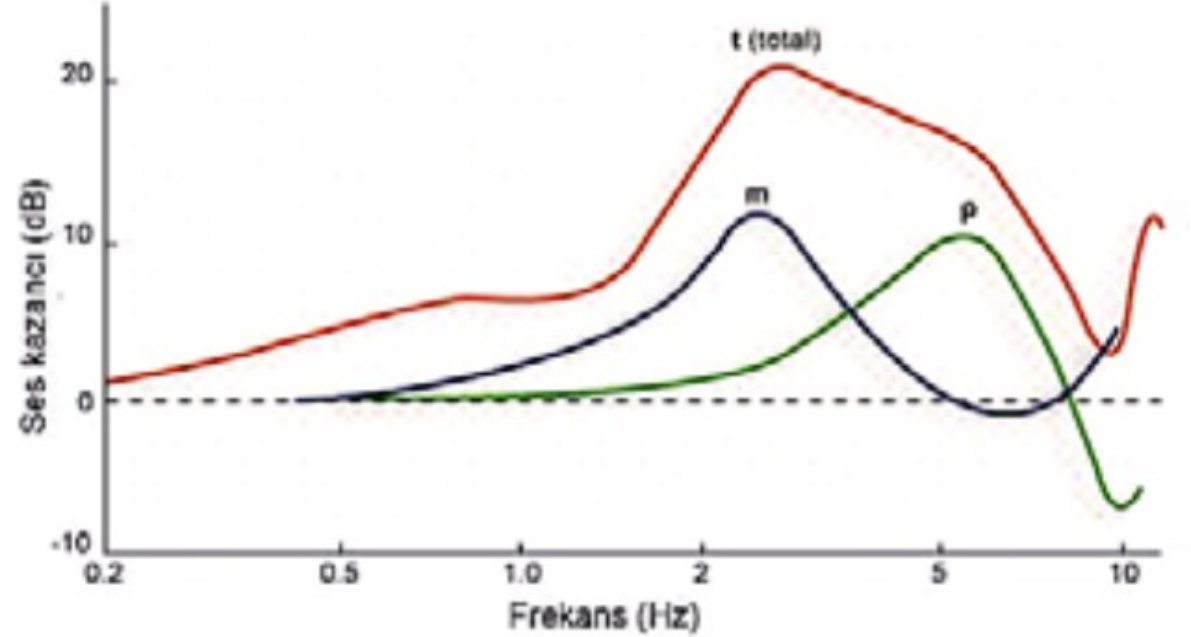
# Ses iletim fizyolojisi

- Ses iç kulağa iki tür iletim şekli ile ulaşır:
  - **Hava yolu ile iletim**  
Ses; DKY, kulak zarı, kemikçikler, oval pencere aracılığı ile iç kulağa ulaşır.
  - **Kemik yolu ile iletim**  
Ses; kafatasını oluşturan kemiklerin titreşimi ile iç kulağa iletilir. Kafatası optimum 1024 Hz frekansta titreşir.

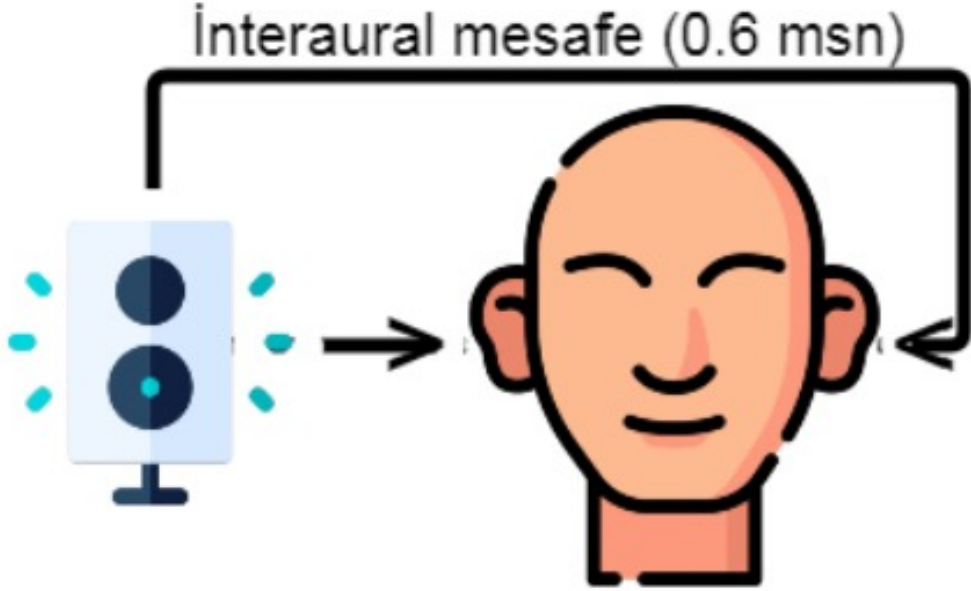


# Dış kulağın fizyolojik rolü

- Aurikulanın görevi, temel olarak yanlardan ve karşıdan gelen sesi bir huni gibi toplamak ve amplifiye ederek DKY'na iletmektir.
- DKY ise aurikuladan gelen sesi kanal şeklindeki özel yapısı nedeniyle, en fazla 1500-8000Hz. arasındaki frekanslarda olmak üzere rezonansa uğratarak kulak zarına iletir.
- Aurikula ve DKY kazancı net olarak 2000 Hz civarında 20 dB'dir.



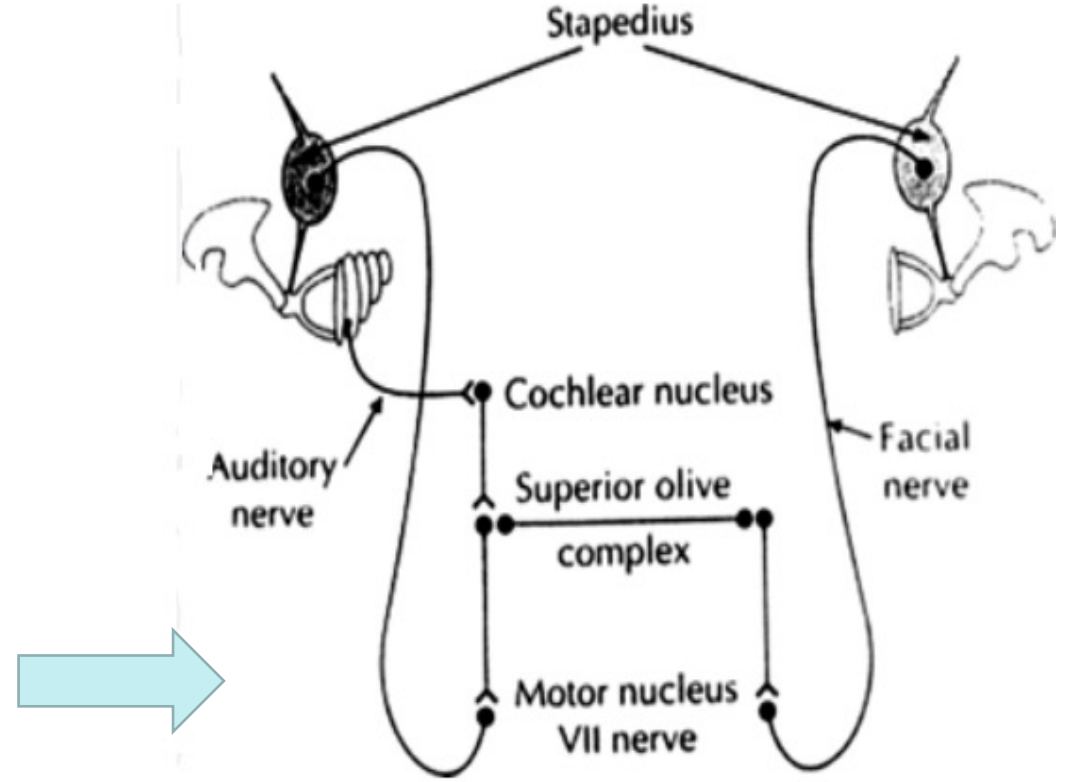
# Dış kulağın fizyolojik rolü



- Kulağa gelen seslerin bir kulaktan diğerine geçerken uğradığı zamansal gecikmeye "interaural mesafe" denir ve ortalama 0.6 msn'dir (kafa çapına bağlı olarak değişir).
- İnteraural mesafe sayesinde seslerin yer-yön tayininin yapılması mümkün olur.

# Orta kulağın fizyolojik rolü

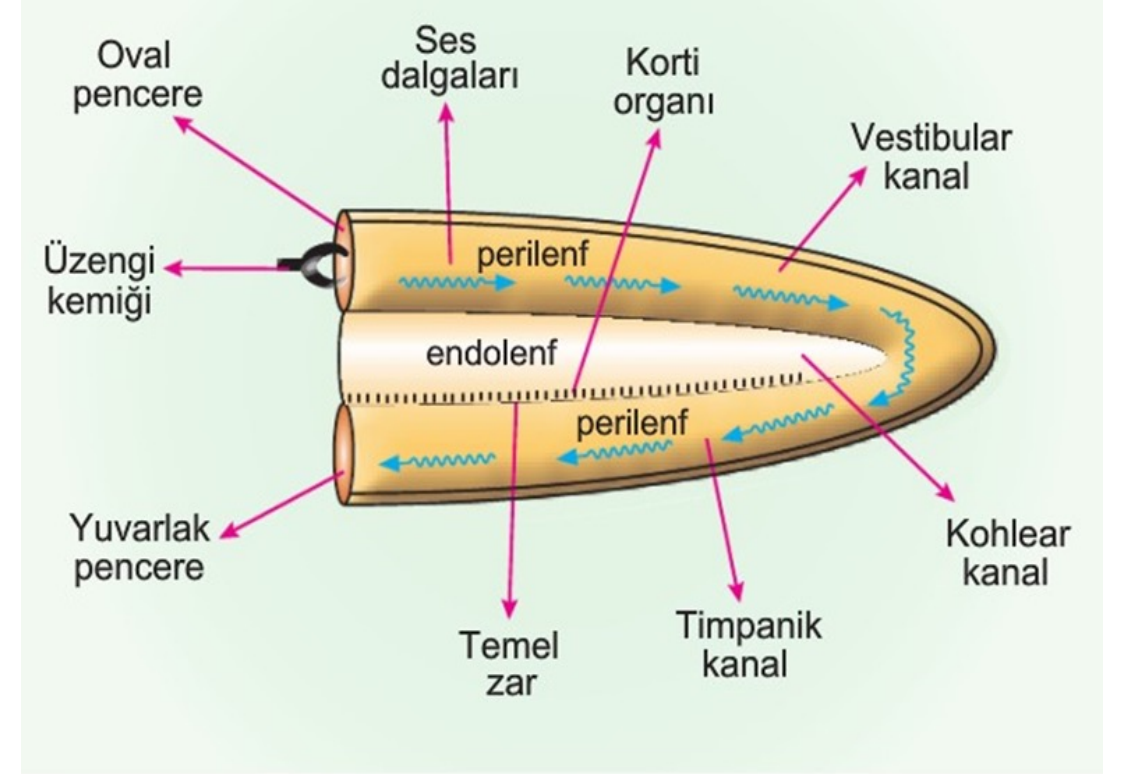
- Ses titreşimlerinin iç kulağa iletilmesi
- Şiddetli ses titreşimlerinden iç kulağın korunması (Akustik refleks)
  - M.Stapedeus yüksek seste kasılarak, katılaştır ve iç kulağa yüksek ve şiddetli sesin iletilmesinde mekanik bir bariyer gibi işlem yapar. Ancak bu bariyer 90 dB'e kadar işe yarar. 90 dB üstünde koruyucu bir özellik oluşturamaz.
  - Malleusa bağlı olan m. tensor tympani kulak zarını gerip gevşeterek ses geçişini artırıp azaltır ve bu sayede kulağı yüksek seslerden korur.





# Zar ve kemikçiklerin fizyolojik rolü

- Orta kulak gelen titreşimleri iç kulağa, yani perilenfe aktarmaktadır. Bu durumda atmosferden (gaz ortamdan), perilenfe (sıvı ortama) ses dalgalarının iletimi söz konusudur. Ses dalgaları akustik rezistansı ses dalgalarının yayılmasına karşın direnç ve düşük olan atmosferden ( $r=42$ ), akustik rezistansı çok yüksek olan ( $r=160.000$ ) perilenfe geçinceye kadar enerji kaybına uğramaktadır. Bu kayıp işitme birimi olan dB üzerinde ifade edildiğinde 30 dB dolayında olmaktadır. Ancak orta kulak ve kemikçikler, akustik enerjinin gaz ortamdan sıvı ortama geçerken uğradığı bu kaybı telafi etmektedir. Kemikçikler, ses iletimi sırasında manivela gibi hareket ederler ve sesi **1.3 kat** yükseltirler.
- Orta kulağın asıl sesi yükseltici etkisi, kulak zarı ile stapes arasındaki yüzey farkından doğmaktadır. Kulak zarının alanı  $64 \text{ mm}^2$ 'dir, titreşen kısmın alanı ise  $55 \text{ mm}^2$ 'dir. Stapes tabanı alanı  $3.2-3.5 \text{ mm}^2$ 'dir. Aralarındaki oran  $55:3.2=17$ 'dir. Yani akustik enerji, kulak zarından oval penceye iletilirken, yüzey farkından dolayı 17 kat yükselerek geçer. Kemikçiklerin manivela etkisi de hesaba katıldığında **22 katlık** bir kazanç elde edilir.



**Salyangozun açılmış, düz biçim verilmiş kanallarının şematik gösterimi**

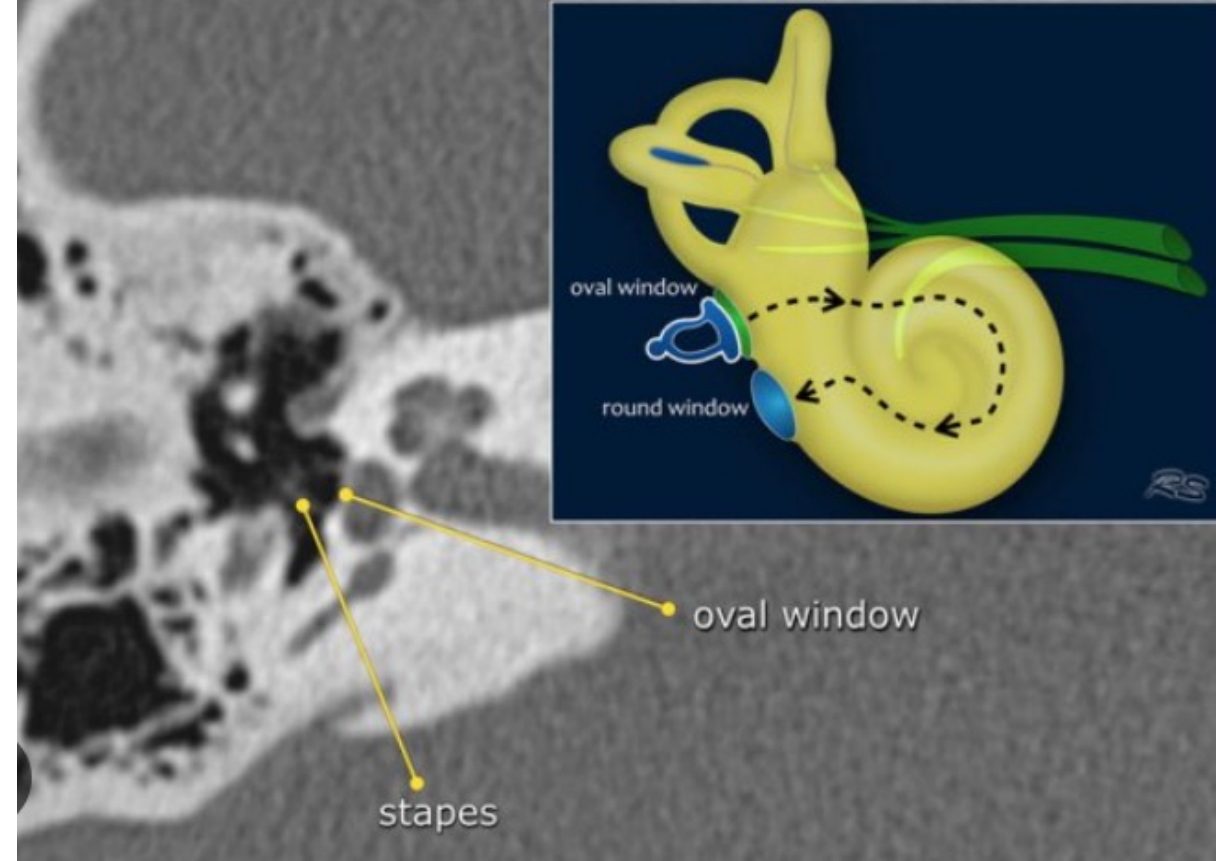
# Östaki tüpünün fizyolojik rolü

- Havalandırma: Orta kulak boşluğunun atmosferik basınçla dengelenmesini sağlar.
- Drenaj: Orta kulakta üretilen normal veya patolojik sıvıların nazofarinkse boşaltılmasını sağlar. Orta kulak boşluğunda birikebilen normal veya patolojik, transüda, eksüda vs. gibi sıvıların ve yabancı cisimlerin boşaltılması, Östaki borusunu kaplayan titretilen tüyü kübik epitelin silier aktivitesi ile sağlanır.
- Koruma: Orta kulağın, nazofaringeal basınçtan ve patolojik akıntılardan korunmasını sağlar. Östaki borusu normalde kapalıdır. Yutkunma ve esneme sırasında m.tensor ve levator veli palatini kaslarının hareketi ile kısa bir süre açılır, kulak zarının ideal titreşimini sağlayabilmesi normal gerginlikte olmasına yani her iki tarafında hava basıncının dengede olmasına bağlıdır.

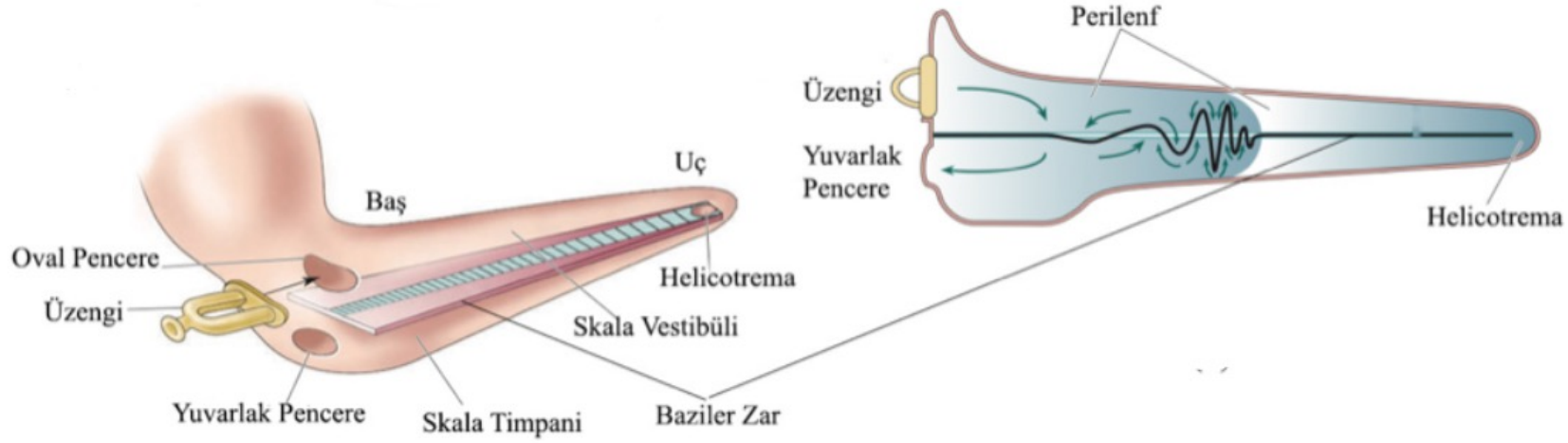


# Pencerelerin fizyolojik rolü

- Dephasage: Kulak zarı titreştiği zaman, ses titreşimleri pencerelere iki şekilde ulaşır; kemikçikler yolu ile oval pencereye ve hava yolu ile yuvarlak pencereye varır. Bu şekilde; yuvarlak ve oval pencerelere ulaşan ses dalgaları arasında iletişim hızının farklı olmasından dolayı faz farkı ortaya çıkar. Buna dephasage adı verilir. Ses dalgaları, farklı fazlarda iletildiği zaman, koklear potansiyellerin optimum seviyede olduğu tespit edilmiştir. Halbuki, pencerelere aynı fazda ulaşan ses dalgaları, koklear potansiyellerinin minimum olmasına neden olmaktadır. Zira aynı fazlarda gönderilen ses dalgaları perilenfte birbirleri ile karşılaşarak, etkilerini yok ederler.
- Yuvarlak pencere: Ses titreşimlerinin baziler membrana ulaşabilmesi için, perilenfin hareket etmesi gereklidir. Ancak stapes tabanı, titreşimi iletmek üzere perilenfe doğru hareket ettiği zaman, perilenfin harekete geçebilmesi için ikinci bir pencereye gerek vardır. Yuvarlak pencere membranı, stapes hareketi sırasında orta kulaga doğru bombeleşerek, perilenfe hareket imkanı sağlar. Yuvarlak pencere membranı olmasa idi, otik kapsülde; yani esnek olmayan bir ortamda sıvılar sıkıştırılmayacağı için perilenf hareketi olmayacaktı.



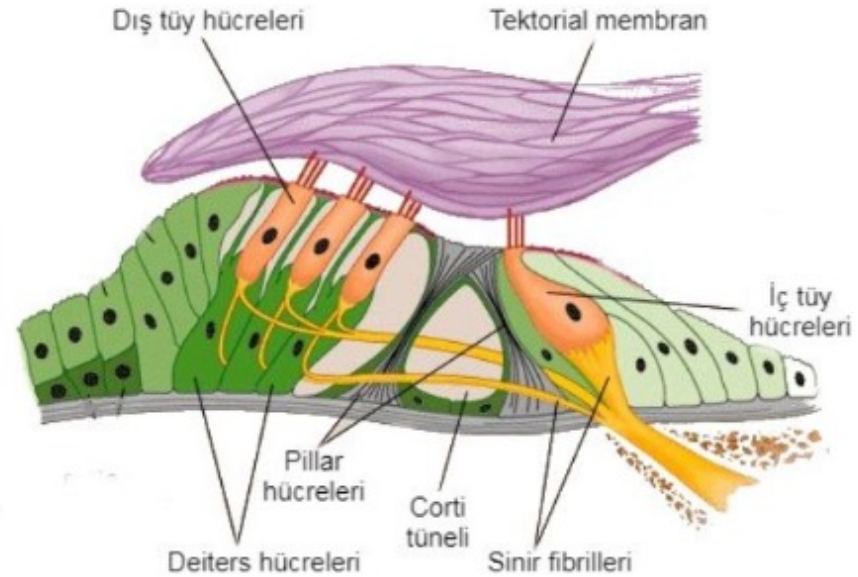
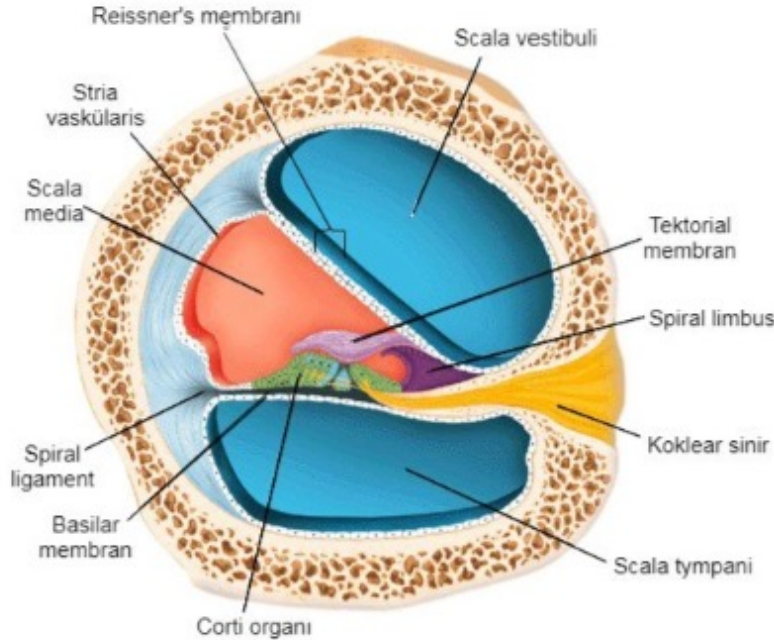
# İç kulak fizyolojisi



- Ses dalgaları oval pencereyi ileri ittiğinde perilenf sıvısını skala vestibulinin içine, endolenfi de skala mediaya iter. Endolenfin bu hareketi baziler zarı büker ve hareket etmesini sağlar .
- Bu dalganın aldığı yol sesin frekansına göre değişir. Frekans yüksekse, zarın başlangıç noktası daha sert olduğu için iyi bir şekilde titreterek enerjinin çoğunu emer ve dalga fazla uzağa gidemeden enerjisi biter, eğer frekans düşükse dalga uca kadar gider.

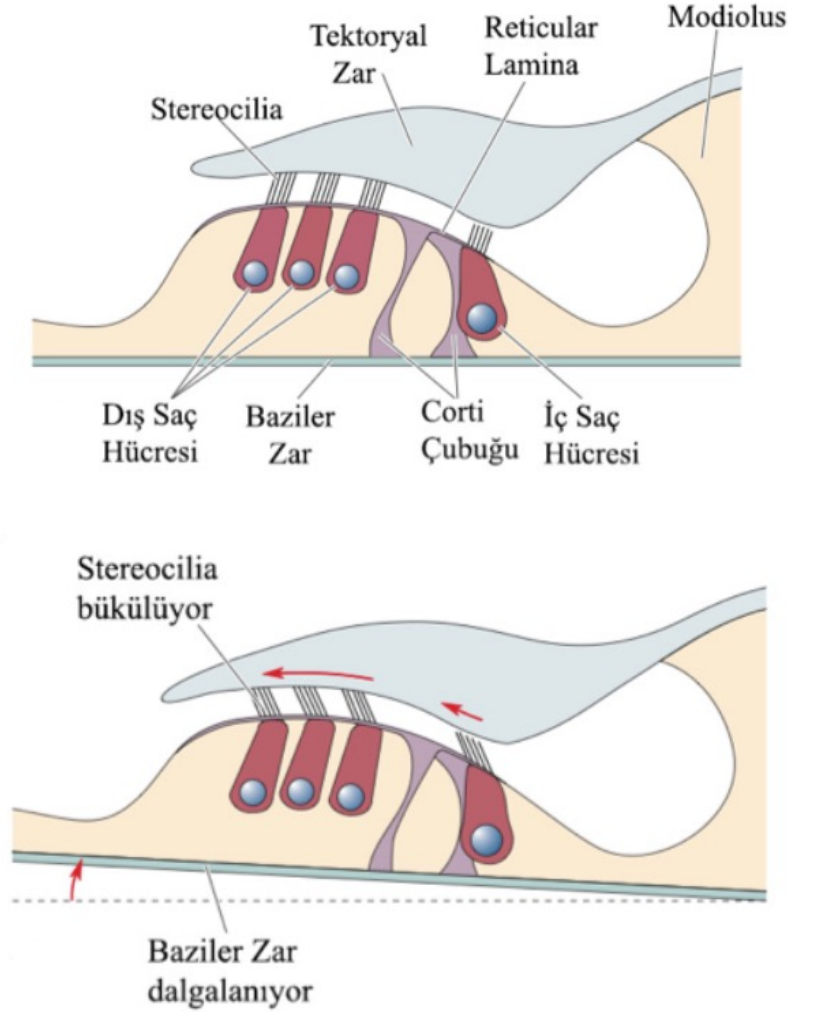
# İç kulak fizyolojisi

- Sese verilen mekanik tepkilerin, zar potansiyelini etkilediği kısım Corti Organında gerçekleşir.
- İşitsel alıcılar saç hücreleri diye adlandırılırlar çünkü her biri saça benzeyen yaklaşık 100 tane stereociliadan (üçboyutlu tüy) oluşmuştur. İşitsel sinyale dönüşümde bu tüylerin bükülmesi önemli rol oynar.
- Saç hücreleri Ağsı Katmanla (reticular lamina) baziler zar arasında kalır. Corti çubukları bunlara destek sağlar. Saç hücreleri, gövdeleri Modiolus içindeki Spiral Gangliyonlarda bulunan nöronlarla sinaptik bağlantı kurarlar.



# İç kulak fizyolojisi

- Baziler zar, stapes hareketine tepki vererek dalgalandığında saç hücrelerinin altındaki her şey beraber hareket eder. Baziler zar hareket ettiğinde ağsı yapı da modiolusa doğru hareket eder, tam tersi şekilde baziler zar aşağı hareket ettiğinde ağsı katman dışa doğru hareket eder. Bu hareket aynı zamanda tektoryal zarı da hareket ettirir ve stereociliaların bükülmesine neden olur. Sterocilianın bu şekilde bir tarafa bükülmesi depolarize olmasına sebep olur, diğer tarafa bükülmesi de hiperpolarize olmasına sebep olur. Ses dalgası stereociliayı ileri geri hareket ettirdiğinde saç hücresi de buna uygun olarak sırayla depolarize ve hiperpolarize olur.



# Santral işitme fizyolojisi

- Periferik işitme sisteminde kulağa gelen seslerin toplanıp biyoelektriksel sinyallere dđnüştürölmesi sağlanırken, santral işitme sisteminde seslerin çözümlenerek algısal işlemin gerçekteşmesi sağlanır.



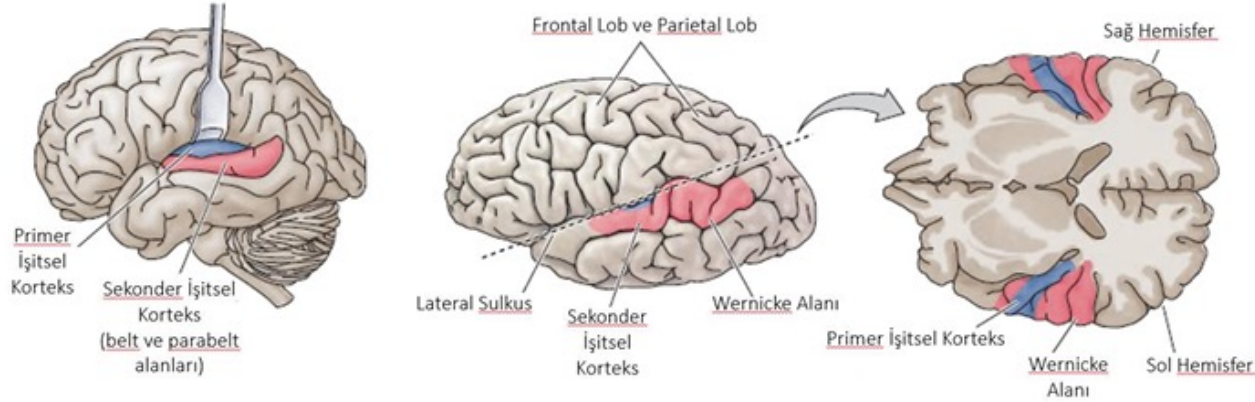
# Santral işitme fizyolojisi

- ASHA (American Speech-Language-Hearing Association)'ya göre santral işitme sisteminin görevleri şu şekildedir:

- **İşitsel ayırt etme (Auditory discrimination):** Sesin ne sesi olduğunu ve kime ait olduğunu anlama (Ör. İnsan sesi ve bu ses Ahmet'e ait veya araba sesi vb.)
- **Zamansal işleme (Temporal processing):**
  - İşitsel şekil tanımlama: Sesin hafızada oluşturduğu anlam (Ör. Elma sesini duyunca zihinde elma şeklinin oluşması)
  - İşitmenin temporal (zamansal) özellikleri (Üst üste verilen akustik uyarıların beyinde birleştirilmesi, sıralanması, çözümlenmesi ve maskelenmesi):
    - Zamansal birleştirme (temporal integration),
    - Zamansal çözümüleme (temporal resolution),
    - Zamansal sıralama (temporal ordering),
    - Zamansal maskeleye (temporal masking).
- **Binöral işleme (Binoural processing):** Sesin her iki kulaktan algılanması ve işlenmesi.
  - Sesin lateralizasyonunu ve lokalizasyonunu belirleme (sesin yer ve yön tayinini yapmak).
  - İki akustik uyarı olduğunda, istenen sesi anlama ve ayırt etme.
  - Bozuk bir uyarı varlığında işitsel performans (Gelen akustik uyarının bozulması durumunda sesi anlama ve ayırt etme).



# Santral İ̇itme fizyolojisi- İ̇itsel Korteks



- İ̇itsel korteks, i̇itme ile ilgili sinyallerin algılanıp çözümlendiği en üst merkezdir. Bilateral olarak bulunan i̇itsel korteks, sağ ve sol temporal lobun Superior Temporal Gyrus'larına yerleşmiştir. Medial geniculate bodyden ipsilateral uyarımlar alır, sağ ve sol kulaklardan ise kontralateral uyarımlar alır.
- İ̇itsel korteks, Brodmann'ın 41. ve 42. alanlarını kapsar ve tüm santral i̇itsel sistemde olduğu gibi tonotopik organizasyona sahiptir.
- İ̇itsel korteks, tüm i̇itsel uyarımların analizini yaparak seslerin hem fiziksel hem de duyuşsal özelliklerini çözümler (Ör. Sesin perdesi, şiddeti veya sesin müzikal seslerin tanınması vb.). Ayrıca i̇itsel şekil tanımlama ve konuşma seslerinin ayırt edilmesi de yine i̇itsel korteks tarafından yapılmaktadır.
- Birincil İ̇itsel Korteks'te (Primer Auditory Cortex) bulunan İ̇itsel Assosiasyon Korteks (Auditory Association Cortex) alanları gelen seslerin kime ve neye ait olduğunu anlama ve daha önce i̇itilen seslerin tanınmasında görev alır.
- İ̇itsel korteks ve çevresinde oluşan herhangi bir bozukluk algı problemleri ve i̇itsel hafıza problemlerine yol açar.
- Santral i̇itme sistemi, oldukça kompleks bir yapıya ve birçok özelliğe sahiptir. Seslerin i̇itilmesinden, çözümlenip yorumlanmasına kadar olan süreçte görev alan bu sistem, seslerin en iyi kalitede ve en yakın anlamlarında anlaşılmasını sağlar.



# GÜRÜLTÜNÜN FİZYOLOJİK ETKİLERİ

# Gürültünün fizyolojik etkileri



- Uzun yıllar gürültünün yalnızca işitme sistemine ilişkin sorunlara neden olduğu kabul edilmiştir. Ancak son zamanlarda yapılan bilimsel çalışmalar, sağlık üzerindeki etkileri daha belirginleşmiş olan gürültünün çeşitli [psikolojik](#) ve [fizyolojik](#) etkileri ve bunların az veya çok kronik patolojik etkilere dönüşümü üzerinde yoğunlaşmaktadır.

# Gürültünün fizyolojik etkileri

## Görme üzerine;

- Gürültü altında görme yeteneklerinin ölçüldüğü deneylerde, görme duyarlılığının gürültüyle azalmadığı, fakat renk görüşünün zayıfladığı ve olumsuz bir şekilde etkilendiği tespit edilmiştir. Örnek olarak yeşilin beyaz olarak adlandırıldığı tespit edilmiştir.
- Gürültünün deneklerin mesafe değerlendirmelerinde de olumsuz etkileri olduğu gözlemlenmiştir.



- Kryter KD. The effects of noise on man. Academic Pres Inc., New York, USA, 1971: 123–200.
- Loeb M. Noise and human efficiency. John Wiley & Sons Ltd., London, Great Britain, 1986: 170–212.
- Grognot P, Perdriel G. Effect of noise on color vision and night vision, Comp. Rend. Soc. Biol., 1959; (153): 142–3.Alt bilgi ekleme

# Gürültünün fizyolojik etkileri

## Endokrin ve Metabolik fonksiyonlar üzerine;

- Yapılan çalışmalar, vasopressin ve epinefrin salgılarının önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu da HT ve Ateroskleroz ile ilişkilendirilmiştir.
- Yine kardiyovasküler hastalığı olan ve şizofrenik olan kişilerde gürültü sonrası, plazmalarında 17-OH kortikoidleri, üriner epinefrin ve norepinefrin değerleri önemli derecede yüksek bulunmuştur. Özellikle, kronik miyokard infarktüsü olan kişiler diğer gruplara kıyasla daha yüksek değerlere ulaşmışlardır. Gürültüye bağlı işitme kaybına uğrayan kişilerdeki kolesterol düzeyinin, işitme düzeyi normal olan kişilere oranla daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur.
- Gürültünün metabolizmada meydana getirdiği değişiklikler sonucunda, hücre hasarına yol açtığı ve karaciğer enzimlerinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir.



-Belgin E. Gürültünün insan sağlığına etkileri, Kent ve Gürültü Sempozyumu, Ankara, 1994: 39-46.

-Kurra S. Gürültü kirliliği. In: Ulusal Çevre Eylem Planı, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, Ankara, 1998: 90.

-Loeb M. Noise and human efficiency. John Wiley & Sons Ltd., London, Great Britain, 1986: 170-212.

# Gürültünün fizyolojik etkileri İmmün Sistem üzerine;



- Jensen and Rasmussen'in yaptıkları çalışmalarda, çeşitli hastalıklar oluşturulan deneklerin gürültüye maruz bırakılan kısmında kontrol grubuna oranla hastalıklara karşı dirençlerinin çok düşük olduğu tespit edilmiştir.
- Yine bu çalışmada, hastalık oluşturulmadan gürültüye maruz bırakılan deneklerde lökosit sayısında ciddi bir düşüş gözlemlenmiş ve bunun genel vücut direncine etkisi olacağı düşünülmüştür.

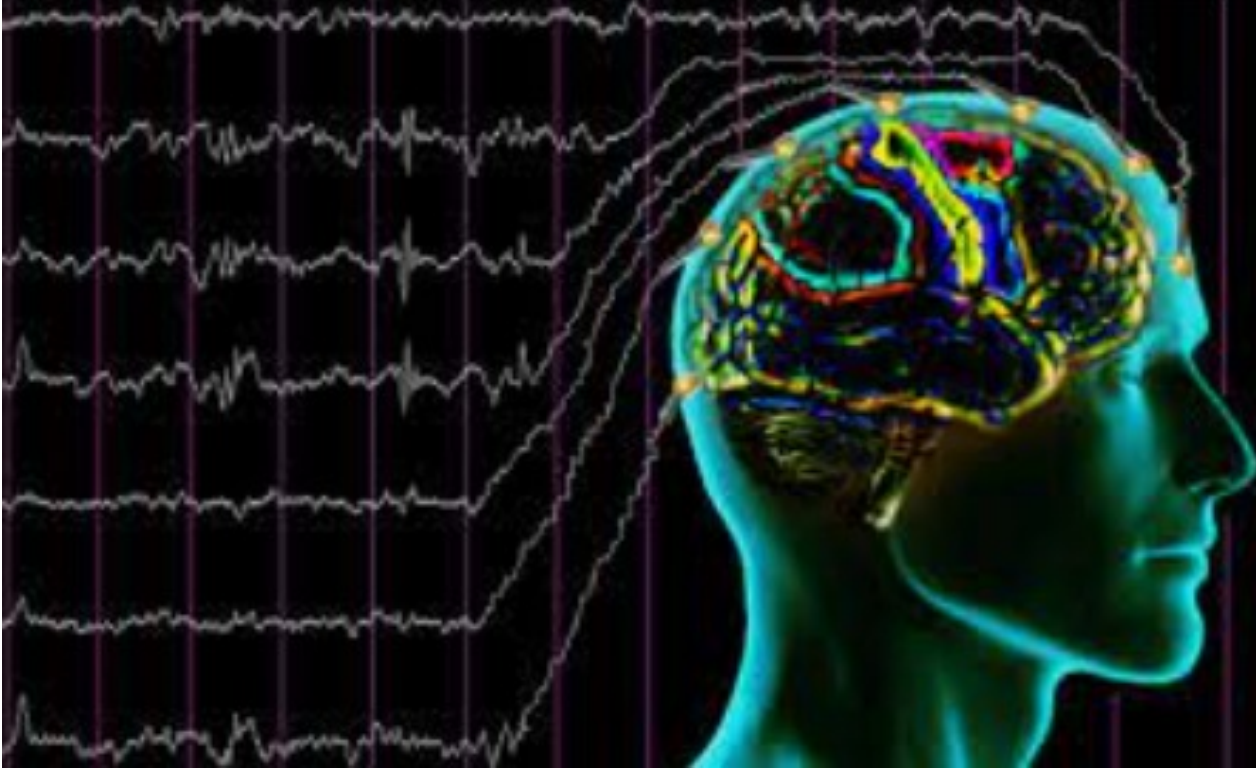
# Gürültünün fizyolojik etkileri Üreme Sistemi üzerine;

- Hamilelik döneminde gürültüye maruz bırakılan deneklerin ölü doğum oranının kontrol grubuna oranla yüksek olduğu belirtilmektedir. Gürültünün döllenme dönemindeki etkilerinin de ölü doğumlara yol açacağı yine araştırmalarla belirlenmiştir.
- Tamari ise yüksek frekanslı gürültünün üreme organlarında anatomik değişikliklere yol açtığını ve erkekte canlı sperm sayısının önemli ölçüde azalmasına neden olduğunu ileri sürmüştür.
- Havaalanı yakınlarında oturan ve devamlı gürültüye maruz kalan annelerden doğan çocukların doğum kiloları, sessiz bir çevrede doğan çocuklara oranla daha düşük bulunmuştur.



-Ando Y, Hattori H. Effects of noise on human placental lactogen (HPL) levels in maternal plasma, British Journal of Obstet Gynaecol,  
-Tamari I. Audiogenic stimulation and reproductive function. In: Physiological effects of noise. edited by Welch BL and Welch AS, Plenum Press,

# Gürültünün fizyolojik etkileri Nörolojik sistem üzerine;



- Forster (28), yaptığı çalışmasında çeşitli nörolojik bozukluğu bulunan hastaların gürültülü ortamlarda Electro Encephalo Gram (EEG) dalgalarının normalden çok daha fazla saptığını göstermektedir.
- Yine bu konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, gürültünün biyoelektrik beyin aktivesinde patolojik değişikliklere neden olduğu ileri sürülmekte ve uzun süre gürültüye maruz bırakılan deneklerde bayımlara rastlanıldığı belirtilmektedir.



# Gürültünün fizyolojik etkileri

## Uyku üzerine;

- Gürültü nedeniyle uykunun kalite ve kantite yönünden bozulması uzun yıllardan beri araştırılmaktadır. Gürültünün uyku öncesi etkilerinden en önemlisi, uykuya dalma süresinin uzunluğudur. Bu konuda Fransa'da yapılan bir araştırmada, gürültü nedeniyle uyuyama ve uyku ilacı tüketimi arasında doğrudan bir ilişki bulunmuştur.
- Gürültü, kişinin derin uykuya geçişini ve böylece tam bir dinlenme olmasını engellemektedir. Gürültü nedeniyle ani uyanmalar, uyanma sırasındaki ruhsal durum değişimi, dinlenmemiş olma duygusu, yorgunluk, baş ağrıları ve genel olarak performans düşüklüğüne neden olmaktadır.
- Uyku sırasında ise EEG'deki değişimler, çeşitli uyku kademelerindeki bozukluklar ((REM uykusunun bozulması), vücut hareketlerinin artışı gibi olgular gözlenmektedir. Kalp atışındaki artışlar uykuda daha belirgin olmaktadır.
- Son yapılan araştırmalarda, 35 dB(A) düzeyinde meydana gelen hafif bir sesin bile uyanmaya neden olduğu ortaya konulmuştur. Binaların dışında meydana gelen 60 dB(A) düzeyindeki gürültünün gecede 10 kez olması uykunun kalitesini etkileyen bir eşik olarak belirlenmiştir.





# İŞİTME KAYBI SINIFLANDIRMASI

# Gürültünün işitme duyusu üzerine etkisi

Gürültüden etkilenmenin boyutu, gürültüye maruz kalma süresi, gürültünün frekansı, şiddeti, kesikli ya da sabit olması ve kişisel özelliklere bağlıdır.

## Geçici eşik kayması

- Kısa süre ile gürültüye maruz kalma nedeniyle ortaya çıkan geçici işitsel yorgunluk tablosudur.
- Kalıcı değildir.
- Dış tüylü hücrelerin mekanoelektrik transdüksiyon kanallarının geçici olarak kapanması nedeniyle Corti organının mekanik duyarlılığının azalması sonucu ortaya çıkar.

## Kalıcı eşik kayması

- Uzun süre gürültüye maruziyet sonucunda ortaya çıkan tablodur.
- Kalıcıdır.
- Koklear yapılarda doğrudan mekanik hasar ve aşırı stimülasyona bağlı olarak metabolik değişiklikler nedeniyle ortaya çıkar.

## Akustik travma

- Anlık gürültünün biyolojik etkisi, sürekli gürültüden bazı bakımlardan farklıdır. İç kulak kısmen akustik refleks nedeniyle sürekli gürültünün etkisinden korunmaktadır. Yüksek şiddetteki anlık gürültü akustik refleksin oluşumundan önce kohleaya ulaşmaktadır. Doğrudan mekanik hasar kohleada bulunan corti organındaki silyalı hücreleri etkiler ve bu etkiler geri dönüşümsüzdür.

# İşitme kayıpları Şiddetine göre

## Hafif

- 26-40 dB
- Konuşmanın anlaşılabilirliği üzerinde etkili olan bazı sessizleri anlamada güçlük yaşanır.
- Bebeklerde sözel iletişimi olumsuz etkiler.

## Orta

- 41-55 dB
- Normal mesafede konuşma sesini anlamada sorunlar yaşanır.

## Orta-İleri

- 56-70dB
- Yüksek sesle konuşulanı anlamada sorun yaşanır.
- Yetişkinlerde işitme cihazını en fazla kullanan grup

## İleri

- 71-90 dB
- Bağırarak konuşmaları anlamada sorun yaşanır.
- İşitme cihazı kullanımı şarttır.

## Çok İleri

- 90dB ve üstü
- Konuşulanları anlamak için işitme cihazı kullanımı fayda sağlamaz.
- Koklear implantasyonu şarttır.

# İşitme kayıpları

## Ortaya çıkış zamanına göre

### Prenatal

- Hamilelik döneminde gerçekleşen işitme kaybı risk durumlarını kapsar.
- Annenin geçirdiği enfeksiyon veya hastalık, röntgen, ototoksik ilaç ve alkol kullanımı, geçirilen kazalar, kan uyuşmazlığı, genetik faktörler ve akraba evliliği

### Perinatal

- Doğum sırasında meydana gelen işitme kaybı risk durumlarını kapsar.
- Kordon dolanması, oksijensiz kalma, düşük doğum ağırlığı, erken doğum, kan değişimi gerektiren sarılık, doğum sırasında baş, boyun ve kulağın zedelenmesi

### Postnatal

- Doğum sonrasında meydana gelen işitme kaybı risk durumlarını kapsar.
- Orta ve iç kulak yapılarında zedelenme, çocukluk hastalıkları, 3 aydan fazla süren kronik orta kulak iltihabı, çocukluk yaralanmaları, yüksek sese maruz kalma

# İşitme kayıpları

## Konuşmanın edinilme zamanına göre

### Prelingual

- Dilin belirgin özelliklerini öğrenmeden önce meydana gelen işitme kayıplarıdır.
- Doğuştan 2 yaşa kadar oluşan işitme kayıpları
- Dili en az kazanan gruptur.

### Perilingual

- Dilin özelliklerini öğrenirken meydana gelen işitme kayıplarıdır.
- 2-6 yaş arası meydana gelen kayıplardır.
- Cihaz kullanımı ve destek eğitimle dil becerileri anlamında iyi sonuçlar elde edilir.

### Postlingual

- 6 yaşından sonra çocuk ve yetişkinlerde meydana gelen kayıp sınıfıdır.
- Dil öğrenmesi gerçekleştiği için cihaz ve destek eğitimden en fazla yararlanan gruptur.

# İşitme kayıpları

## Patolojinin yerleşimine göre

İletim tipi	Sensorinöral	Mikst	Santral	Fonksiyonel
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Dış Kulak Yolu Patolojileri</b></li><li>• Serumen</li><li>• Konjenital malformasyonlar (Aurikular malformasyon, Atrezi)<ul style="list-style-type: none"><li>• Enfeksiyon (Otitis externa, Malign otitis externa)</li></ul></li><li>• Osteom, ekzositoz</li><li>• <b>Orta Kulak Patolojileri</b></li><li>• Akut/Seröz/Kr. Otitis Media</li><li>• Kolesteatom</li><li>• Miringoskleroz</li><li>• Genetik geçişli hastalıklar (Pierre Robin, Crouzon, Apert, Goldenhar, Otoskleroz, Osteogeneis imperfekta)</li><li>• Enfeksiyon (Sifiliz, tüberküloz)</li><li>• İyatrojenik</li><li>• Travma</li><li>• Tümörler (SCC, BCC, Adenom, Paragangliom, Hemanjiom, Lösemi, multiple myelom)<ul style="list-style-type: none"><li>• Metabolik ve sistemik hastalıklar (Wegener granülomatozisi, PAN, Sarkoidoz)</li></ul></li><li>• Diğer (Paget hastalığı, osteogeneis imperfekta, osteopetrozis, mukopolisakkoridozlar, marfan,)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Genetik</li><li>• Nörolojik nedenler (Benign kafa içi basınç artması, Migren)</li><li>• Vasküler hastalıklar (Vertobrobasiller dolichoectasia)</li><li>• Hematolojik hastalıklar (Kan viskozite bozuklukları)</li><li>• Enfeksiyon hastalıkları (Sifiliz, kayalık dağlar humması, Lyme)</li><li>• Sistemik kemik hastalıkları (Paget hastalığı)</li><li>• Tümörler</li><li>• Endokrin hastalıklar (DM, hipotiroidi, hipoparotiroidi)</li><li>• Metabolik bozukluklar (Hiperlipoproteinemi)</li><li>• Travma</li><li>• Otoimmün hastalıklar</li><li>• Ototoksik maddeler ve ilaçlar</li><li>• <b>Gürültüye bağlı işitme kayıpları</b></li><li>• Yaşlılık işitme kayıpları</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• İletim ve sensorinöral işitme kaybına neden olan durumların aynı kulakta bir arada bulunmasıdır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dış ve orta kulak sesi alır. İç kulağa gönderir. İç kulak sesi beyne iletir. Kulak bileşenleri görevini yapar.</li><li>• Fakat işitme merkezine gelen sinyallerin çözümlenmesi problemi vardır. Beynin işitme merkezi sinyalleri anlamlandıramaz. Seslerin algılanması ve anlaşılması problemleri görülür.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• İşitme ile ilgili tüm yapılar normal çalışır.</li><li>• Patolojik olarak herhangi bir sorun yoktur.</li><li>• Çevresini duymadığına inandırmaya çalışır.</li><li>• Çocuklarda psikotik, yetişkinlerde Psiko-nevrozla birlikte görülebilir.</li></ul>

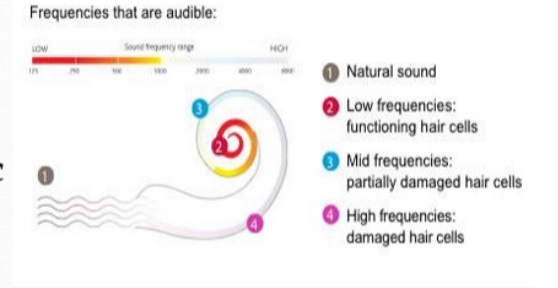
# Gürültüye bağılı işitme kaybının karakteristik özellikleri

- Şiddeti 90 dB'in üzerindeki seslerle oluşur.
- İşitme kaybı bilateraldir. Nadiren asimetriktir.
- Kulağın ilk işitme kaybı 4000 Hz frekansında olur. Daha sonra konuşma frekanslarını etkilemeye başlar. Ancak ileri olgularda bile 500 Hz altının korunmuş olması karakteristiktir.
- Oluşan işitme kaybı sensörinöral tipte bir kayıp olduğundan tedavisi yoktur. Ancak maruziyet kaldırılırsa ilerlemez. Bu nedenle gürültüden korunma son derece önemlidir.

## Neden 4000 frekans?



- Frekansın vibrasyon özelliğinden dolayı dar ve gergin olan bazal kıvrım daha fazla sarsılır.
- DKY ve orta kulak yapılarının özgün rezonansları nedeniyle iç kulağa en iyi 4000 frekans iletilir.
- Sempatik sistem aktivasyonu ile koklear kan akımı azalır.





# Teşekkür ederim

Dr.Özden ÇIRPAR

