



2D

GÜDEK

Güvenlik Denetim Kontrol

BÖLÜM:

2- FİZYOLOJİK SİSTEMİMİZ

KONU:

2D- DUYU ORGANIMIZ- KULAK

İçindekiler

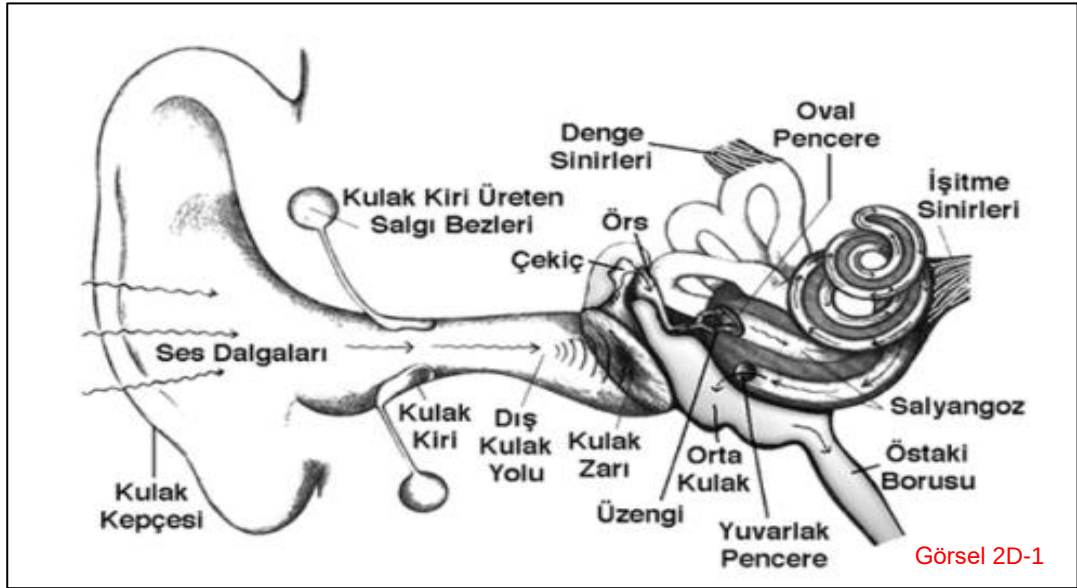
KULAK SİSTEMİMİZ.....	2
<i>Kulak yapımız.....</i>	2
Gürültü	3
İşitme kaybı	3
Dış kulak	4
Orta kulak.....	5
İç Kulak	6
İÇ KULAKTA SALYANGOZ (KOHLEA) SİSTEMİ	8
Korti organı:.....	9
SESİN GELDİĞİ YÖNÜN BELİRLENMESİ	10
Östaki borusu	11
Östaki Borusu Tıkanıklığı;	11

DUYU ORGANLARIMIZ

KULAK SİSTEMİMİZ

Yapılan işlerde, tehlikeli davranış ve tutumların düzeltilmesi için öncelikle gözlem yapıp davranışların kök nedenini araştırmak gerekir. Kök nedene inilebilmesi için de insanın fizyolojik¹ sistemi hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Tıbbi terimler sayfa altlarındaki dipnot ve simgeler ve kısaltmalar bölümünde açıklanmıştır. Bu konunun rahat anlaşılabilmesi için basit ve benzeşen fiziksel olaylarıyla açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışanlarımızda en çok görülen sorunlardan biri duyma sorunlarıdır. Bu bölümde duyma konusu işlenecektir.

Kulak yapımız

(Görsel 2D- 1) de Kulak iç yapısı gösterilmiştir. Duyu organlarına zarar veren etkenlerden öncelikle gürültü ele alınmıştır.

¹ **Fizyoloji**, Doğadaki yaşamsal faaliyetlerin ve canlı organizmaların incelenmesine fizyoloji denilmektedir.

Gürültü

Gürültü aşırı yüksek veya uzun süreli olursa çınlama, uğultu ve beraberinde iç kulakta bazı hasarlar meydana getirir. Örneğin titreşimlerle salyangoz içindeki (endolymph) titreşim duyargaları yüksek tonda ve devamlı olması ile elektrik sinyali üreten (piezoelektrik) tüycüklerinde kırılmalar olur. (Görsel 2D- 3) ve (Görsel 2D- 12)

Yaşlılık ve yüksek sesli ortamlarda bulunmalar sonucu öncelikle tiz sesler daha sonra konuşma seslerinde işitme kaybı başlamış olur.

Gürültü çok şiddetli olur ve uzun sürerse iç kulaktaki salyangoza bitişik kanaldaki sinir hücrelerinde (duyargalarda) tahribat artar (Görsel 2D-13 ve 2D-14) de görülen Kırılmış sinir kılcal hücrelerini hayata döndürmek mümkün değildir, hasar kalıcı olur. Gürültülü ortamlarda kişisel önlem alınmaz ise durum daha da kötüleşir. Bunun sorumlusu da işveren ve İGU olur. Alınan önlemlerle ancak hasarın ilerlemesini durdurulabilir. Gürültülü ortamda çalışanlar için, işe alınırken duyma hassasiyeti ölçtürülmeli ve işten ayrılırken de ölçtürüp kaydedilmeli sonra işten ayrılmasına müsaade edilmeli. İleride, geriye dönük “önlem alınmadığı için duyma hasarım burada oluştu” diye işyerine ve İGU ya da dava açılabilir. Açılan davalar da görülmüştür. İGU yüksek sestten kaynaklanan tehlikeleri ve önlemler yazılı bildirmelidir.

İşitme kaybı

İşitme kaybı doğuştan veya sonradan meydana gelen sebeplerle işitme hassasiyeti kısmen veya tamamen kaybedilmesi durumudur. Odyogram testi aracılığıyla duyma kaybının hangi frekanslarda ve hangi seviyede olduğu tespit edilir.

İşitme kaybı başlıca ikiye ayrılabilir.

Geçici kayıp: Çok Kısa süreli meydana gelen yüksek desibel değerindeki gürültüler kulakta geçici sürede duyma hassasiyetinin kaybına neden olabilir, gürültülü ortamdan uzaklaşma veya gürültünün uzaklaştırıldığı durumlarda duyma hassasiyeti geri gelir.

Sürekli kayıp: Yüksek desibel değerindeki gürültü uzun süre devam ederse, bu duyma hassasiyetinin kaybı frekans ve süreye bağlı olarak kişiye göre kalıcı duyma hassasiyeti azalmasına neden olur. (Görsel 2D- 13 ve 14)

Duyma sinirleri hasarlanmamış sağlam kulak duyargalar (Görsel 2D- 13) te görülmektedir. Bu kulak duyulabilme sınırları içinde en tiz sestten en kalın ses frekanslarını algılayabilirler.

Kulak yapımızda sesin beyne ulaşması



Görsel 2D--2

Yukarıda (Görsel 1D-1) de görülen Kulak kesitini, (Görsel 1D-2) de ses titreşim sinyallerinin dış kulaktan beyin serebral korteksi kaydına kadar geçen serüveni göstermektedir,

Kulak anatomisi

Kulak anatomisi üç bölümde ayrı ayrı anlatılacaktır.

Dış kulak

(Görsel 1D-1) de kulak kesit resminde görülen dışkulak, kulak kepçesi kıvrımları sayesinde dışarıdaki ses dalgalarını yönlendirerek dış kulak kanalına girmesi sağlanır, dış kulak Duyu sistemi hem organlar arası entegrasyonu hem de kişinin dış çevre ilişkisini kurulmasını sağlar.

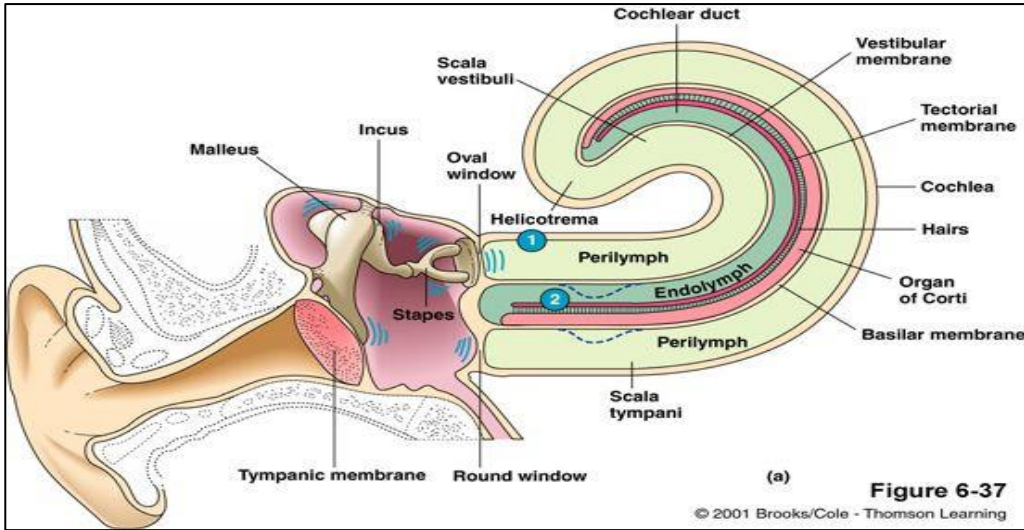
Dışkulak yapısında daralan orta bölgesinde salgı bezleri bulunmakta ve bu torbacıklar ile salınan yapışkan madde dışarıdan giren toz ve kirin kulak zarına ulaşmasını önler, bu salgılar tozların üzerine yapışması sağlanarak zarın önünün tıkanması, salgının çok fazlalaşması ve birikmesi sonucu duyma hassasiyeti azalır. Kulak içine herhangi bir cisim sokularak temizlenmeye çalışılması kulak zarına zarar verebilir, kulak içine damlatılacak gliserin gibi yumuşatıcı maddeler damlatılarak kirin yumuşaması ve dışarı akması ve yumuşak bir bezle temizlenmesi veya Doktora gidip temizletilmelidir. (Görsel 2D-1)

Duyuma sistemi işlevişi

Dış kulak kanalından gelen ses titreşimleri kulak zarını (Tympanic zarı), ses dalgasına uygun bir şekilde titretir. (Görsel 2D- 3) orta kulakta bulunan kemikçikler vasıtası ile iç kulakta bulunan içi jölemsi sıvı bulunan (perlymph) salyangoz kanala iletilir. Salyangoz kanalı bitişinde (korti) sistemindeki ses duyurga tüycükleri ile (Görsel 2D- 11) elektrik sinyalleri beyne gönderir.

Orta kulak

Kulak zarı ile ayrılan ve bezelye büyüklüğünde içi hava dolu bir boşluktur. Zar ile iç kulak arasında bulunur. **Kulak zarına yapışık çekiç (Malleus) ona bitişik örs (Incus) ve sondaki üzengi (Stapes)** kemikçigi iç kulak girişi olan oval pencere (fenestra vestibuli) adı verilen içinde perilyenf sıvısı bulunan salyangoz içindeki sıvıya ses dalgalarını iletir. Orta Kulakta da aynen burunda olduğu gibi salgı bezi damarları bulunur ve bu akıntı Genize bağlı Östaki borusu adı verilen boru ile orta kulaktaki hava basıncının dış kulak yolundaki atmosfer basıncının eşitlenmesini sağlar, böylece zar ve kemikçikler rahat bir şekilde serbestçe titreşebilir. (Görsel 2D- 3) (Görsel 2D- 4)

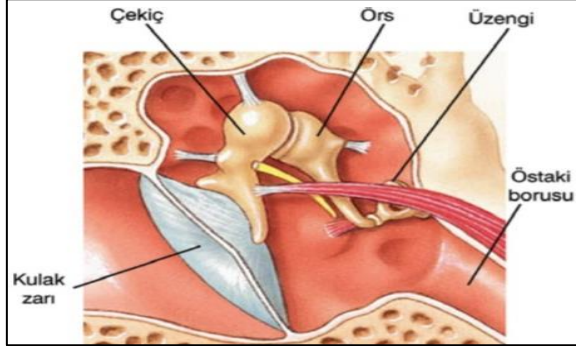


Görsel 2D-3

Yalnız burada kulak zarına gelen havanın basınç kuvveti ile oval kanal içindeki sıvının Jölemsi olması titreşimi tam iletebilmesi için basınç kuvvetinin daha güçlü olmasını gerekir. Bunu sağlamak için üç kemikçik birbirleri ile özel bağlantıları sayesinde bu basınç gücü artımını sağlar. (Görsel 2D- 5) te kaldırmaç sistemi gösterilmiştir. Kaldıraç sistemi ile ortalama %30 itme gücü artımı sağlanarak dış kulak zarından gelen titreşimleri, ses duyargalarının bulunduğu kanaldaki jölemsi sıvı dolu (perilymph) kanalına iletilir, bu kemikçikler bağlantı kasları ile güçlü ve esnek şekilde orta kulakta bağlanmışlar ve titreşimlerin frekansını bozmadan kuvvetini artırarak aktarmaktadır. Orta kulakta bulunan bu kemikçiklerin boyutları kaldırmaç sistemi olarak çalışır. (Görsel 2D- 6) da bu kemikçiklerin boyutları mukayese edilebilmesi için parmak üstünde gösterilmiştir.

Üç adet kemiğin kaslarla bağlantısı ve zara teması (Görsel 2D-4) te görülmektedir. Orta kulakta zarın ses titreşimini üç kemikçik vasıtası ile ses titreşim frekansını değiştirmeden

itme kuvvetini yükselterek oval pencereye aynı frekansı Amlifiye² edilmiş gücü içinde perilenf sıvısı bulunan salyangoza iletir. (Görsel 1D- 8)

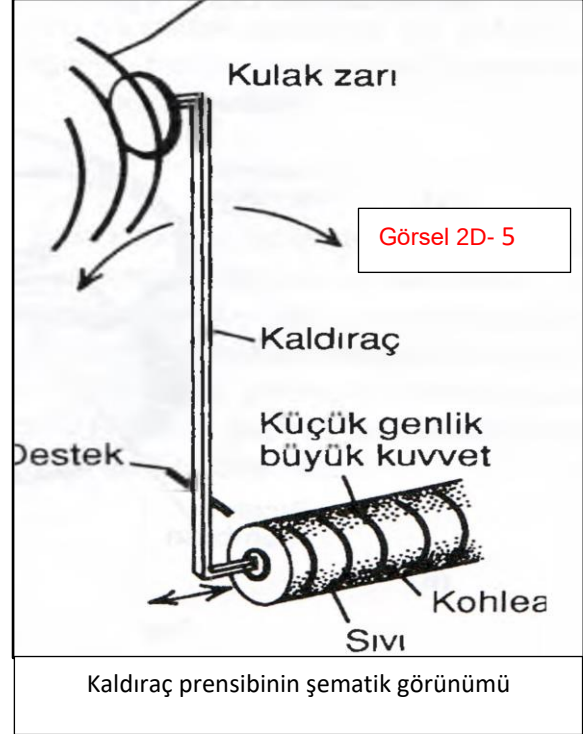


Görsel 2D- 4



Görsel 2D- 6

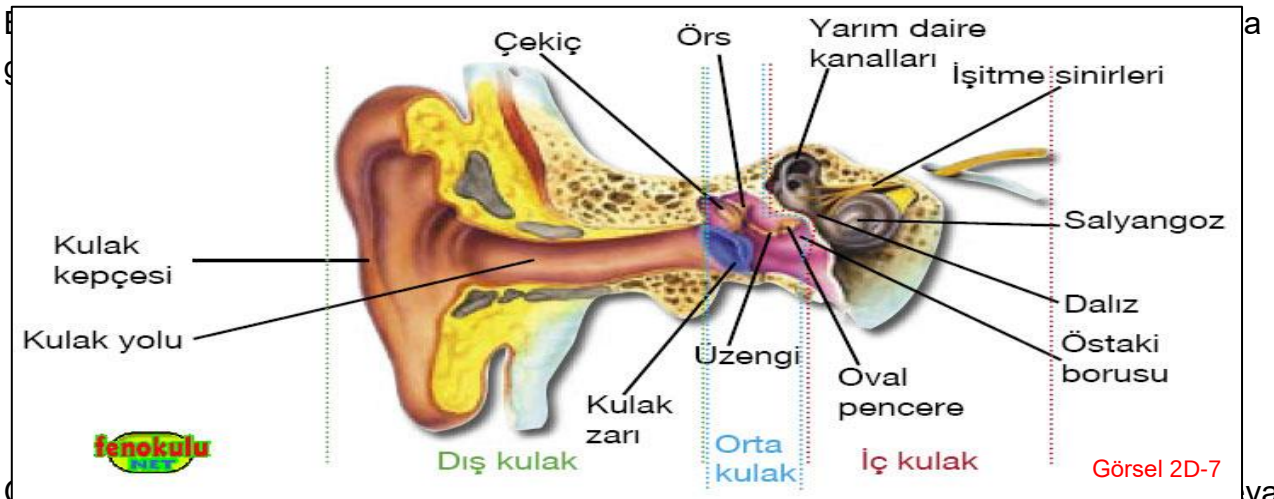
Çekiç, örs ve üzengi kemikçiklerin boyutu



Kaldıraç prensibinin şematik görünümü

İç Kulak

Şiddeti yükseltilmiş ses dalga titreşimleri (Görsel 2D- 3) te görülen (hairs) elektrik sinyalleri üreten (piyezo³) tüycüklerin ürettiği elektrik sinyallerini beyinde temporal loba iletilir.



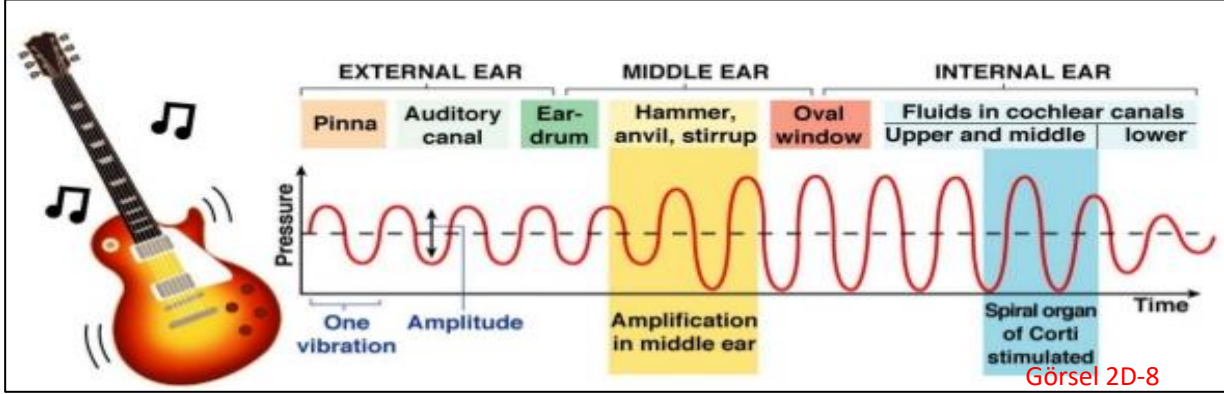
Görsel 2D-7

sorulan soruya kelimelerin analizini yaptıktan sonra konuşma motor korteksine sinyaller

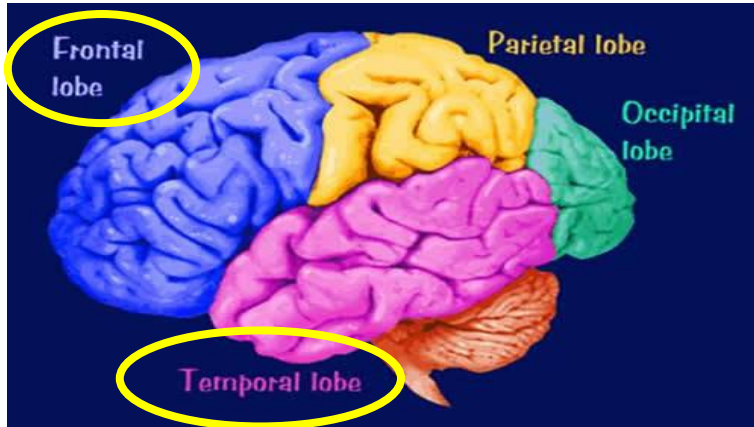
² Amplifiye: ses şiddetini çoğaltmak, artırmak, güçlendirmek

³ Piyezo: titreşim ve basınç ile elektrik üreten kristal maddeler örnek pikap iğnelerinde bulunan kuvars gibi

göndererek karşılıklı görüşmemizi sağlar. Bütün bu işlemler saniyenin kesirleri içinde gerçekleştirir.



Orta kulakta zarın titreşimini üç kemikçik vasıtası ile frekansı aynı kalmak kaydıyla genliği yükseltilmiş frekans



Kaynak: <https://sinirbilim.org/beyin-loblari-kac-tanedir> Görsel 2D-9

Yukarıda (Görsel 2D- 9) görülen beyin 4 ana lob fonksiyonlarını şöyle sıralayabiliriz.

Temporal Lob: Beynimizin alt kısımda sağ ve sol lob olarak iki kısma ayrılmaktadır.

Sol lob ses ve görsel içerikleri tanıma sözlü hafıza ile ilgili fonksiyonları idare eder.

Sağ lob ise müzik veya çizimleri, görsel içerikleri hatırlama ile ilgili fonksiyonları idare

Frontal Lob: Beynimizin ön kısmında düşünme ile ilgili süreçleri kontrol eder. 25 yaşından sonra bu olgunluğunu tamamlar. Fonksiyonları konuşma, yargılama, organize etme, hareket motor beceri, akıl yürütme, plân yapma, organizasyon, cinsel dürtüler, duygular ve problem çözme işlevleri

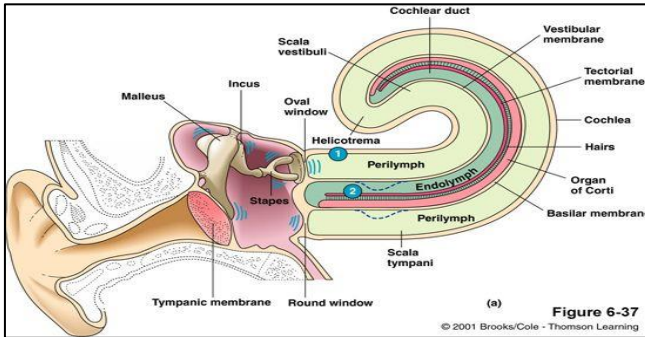
Parietal lob: Duyuları işleme, şekil ve renkleri algılama, uzaysal algı, görme algısı ve aritmetik yetenekleri kontrol eder. İnsan beyinin mekânsal yön belirleme, tatları algılama,

acı ve dokunma hisleri gibi işlevlerinden sorumlu bölümdür. Eklem ve kaslardaki bilgilerin işlenmesi de görevleri arasındadır.

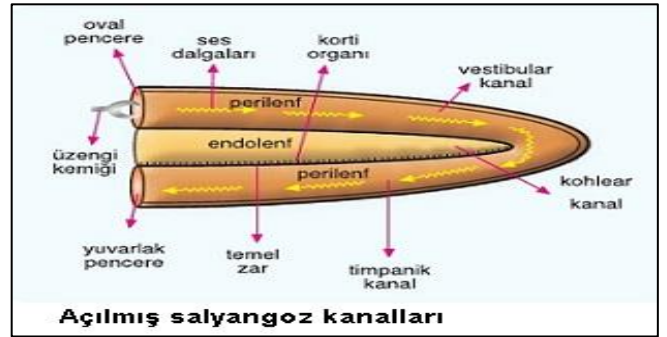
Oksipital lob: görsel uyarıları algılayan ve yorumlayan lobdur. Görmeye dair tüm görevler arka lobun görevidir. Göz retinası aracılığı ile bilgi alan lob anında yorumlar. Bu lobun herhangi bir şekilde zarar görmesi görme bozukluğuna yol açar. Görsel bilgiyi işleyen lobdur. Ayrıca okuma da bu lob kontrolü altında gerçekleşir.

İÇ KULAKTA SALYANGOZ (KOHLEA) SİSTEMİ

İç kulak yapısı



Görsel 2D -10

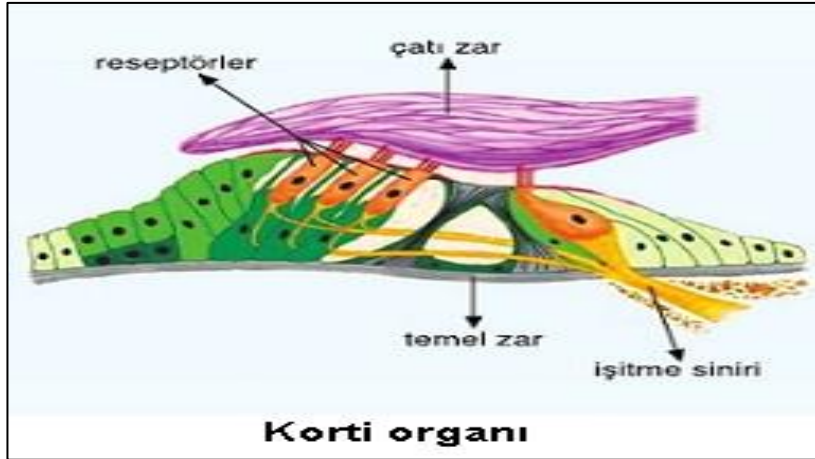


Görsel 2D -11

İç kulakta bulunan işitmeyle ilgili kısım salyangoz (kohlea) dır. (Görsel 2D- 10)

Salyangoz, kendi eksenini etrafında 2,5 kez helezon gibi dönmüş bir yapıdır. Koni şeklinde olan bu kanal çekiç, örs ve üzengi kemikçiklerinden gelen, şiddeti yükseltilmiş ses titreşimlerini üzenin ilettiği oval pencereden gelen titreşimleri dönüş kanalı çıkışında dışa doğru bükey membran olan yuvarlak pencere dışa doğru hareket ederek bu titreşimin rahat hareket etmesini sağlamış olur. Perilenf kanalına bitişik olan endolenf kanalındaki korti tüycükleri bu titreşimlere göre titreşerek elektrik sinyalleri üretir ve beynin temporal bölümüne gönderir. Böylece Salyangoz duyma işini kontrol eder. *Ortada olan korti (tüycükler) bulunan kohlear kanal açılımı* gösterilmiştir. (Görsel 2D- 12)

Salyangoz açılmış durumu (kohlea) kanal sistemi iç kesiti (Görsel 2D- 11) de görülmektedir. Kohlea içinde, üç kanal vardır. Oval pencerenin bulunduğu vestibular kanal, *altta olan timpatik kanal tepede birbirine bağlıdır ve endolenf sıvı ile doludur. Ortada olan kohlear kanal, bu kanalda oval pencereden gelen titreşimlerle kanalın tabanını oluşturan zarın yüzeyinde sesin oluşturduğu titreşimlere duyarlı tüylü duyu hücrelerini içeren Korti organı bulunur.*



Görsel 2D -12

Korti organı:

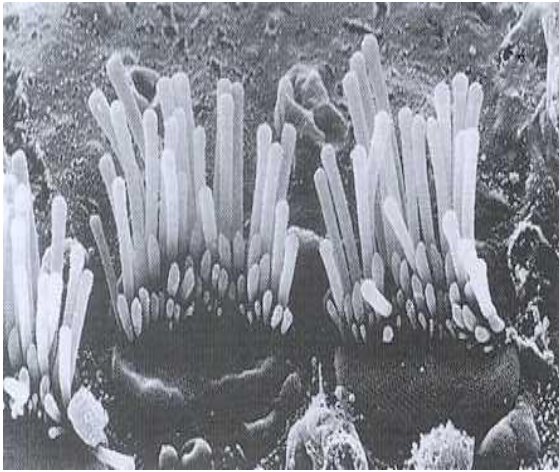
Üzengiden gelen ses titreşimleri, perilenf kanalındaki oval kapakçık bu titreşimi endolenf denen sıvıda dalgayı yaratır kanalındaki jölemsi sıvının titreşimlerinin kanalın sonundaki yuvarlak penceredeki dışbükey manbranın esnemesi ile bu dalgalanma bozulmadan titreşim dalgalanmaları ile tüycükler boylarına göre algıladığı titreşimlerle rezonansa girer, rezonansa girdiği farklı frekanslarda elektrik sinyali üretilir. Uzun olanlar kalın seslerle, kısa olanlar ince seslerle rezonansa girerler ve farklı frekanslarda elektrik sinyali üretirler.

Titreşimi elektrik sinyallerine çeviren tüycükler ürettiği elektrik sinyallerini *korti organı içinde bulunan 35 bin duyarlı tüy hücresinden aldığı ses sinyallerini 18 bin sinir lifi aracılığı ile beyne ulaştırır. (Görsel 1D- 13)* Elektronik mikroskop ile görüntülenebilen sağlıklı bir insanda bulunan tüycükler ile duyma hassasiyeti kaybolmuş tüycükler (duyargalar) görülmektedir.

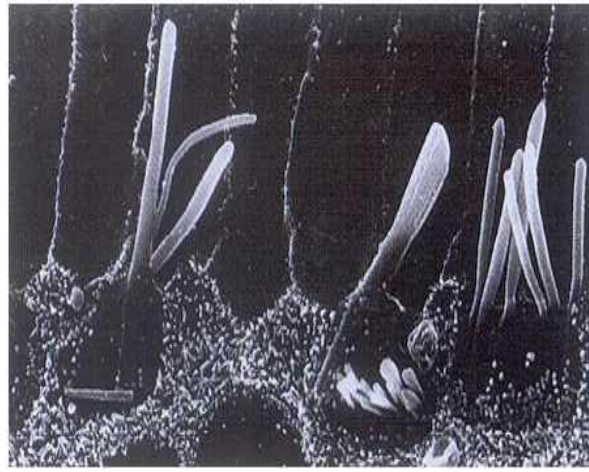
Kısa duyarga boyları daha önce kırılmaktadır (Görsel 2D- 14) de hasarlanmış durum görülmektedir. Kısa tüycükler ince seslerle rezonansa girer uzun tüycüklerin esnemesi daha fazla olabileceğinden kırılmamış durumdadır. Bazen de beyne giden elektrik sinyallerinin gönderildiği akson etrafındaki miyalin de (aynı zamanda izolasyonu sağlayan) bazı hasarlar olması nedeniyle duyargalardan gönderilen elektrik sinyallerinde elektrik sızıntıları nedeni ile sinyallerin anlaşılması zorlaşır. Bir diğer durum da kaydedilen seslerin kaydı zamanla azalabilir veya yok olabilir, bu durumda konuşmalarda kelimeler arka arkaya hızlı bir şekilde

geldiği için beyinde de benzer kelimeler olmayınca duyulan bu kelimeler kayıt ve algılama durumunda mikro salise mertebesinde gecikme olur bu işlemler olurken sonradan gelen kelimelerde algılamalar kaçırılabilir. Bu nedenle ses yükseltici kulaklık kullanılarak gelen sesleri kulağın duyması sağlandığı ve beyindeki kayıtlı kelimelerin tekrarı ile eksilmesi azaltılmış olur, konuşulanlar anlaşılmaya başlanır. Hatta kısa bir müddet kulaklıklar çıkarıldığında da kısa bir müddet konuşulanlar hem duyulur hem de anlaşılır.

Duyması azalan kişilerin kulaklık takmaları yaşam kalitesini yüksek tutacağı için devamlı kullanılması önerilir. Buna karşın ses yükseltici kulaklık ihtiyacı duyulmaması için en iyi yöntem kulakları gürültülerden koruyacak önlemler almaktır.



Görsel 2D-13 İç kulaktaki ses duyargaları sağlam



Görsel 2D- 14 Ses duyargaları kırılmış durumda

SESİN GELDİĞİ YÖNÜN BELİRLENMESİ

İki kulağımız var ama 3 yönden gelen ses algısına sahibiz. Beynimiz her iki kulaktan aldığı verileri son derece küçük detaylarına kadar ölçebiliyor sağ kulağımızın olduğu taraftan gelen bir ses bu kulağa diğerine göre daha çabuk ulaşıyor ve daha fazla duyuluyor. Ama beynimiz saniyenin 100 binde birinde tüm bu farkları ölçüp işleyebildiği için sesin tam olarak hangi noktadan geldiğini de anlıyor.

İnsan, sesin geldiği yatay yönü iki temel yöntemle belirler.

Sesin her iki kulağa giriş zamanları arasındaki gecikme,

Sesin her iki kulaktaki şiddetleri arasındaki fark,

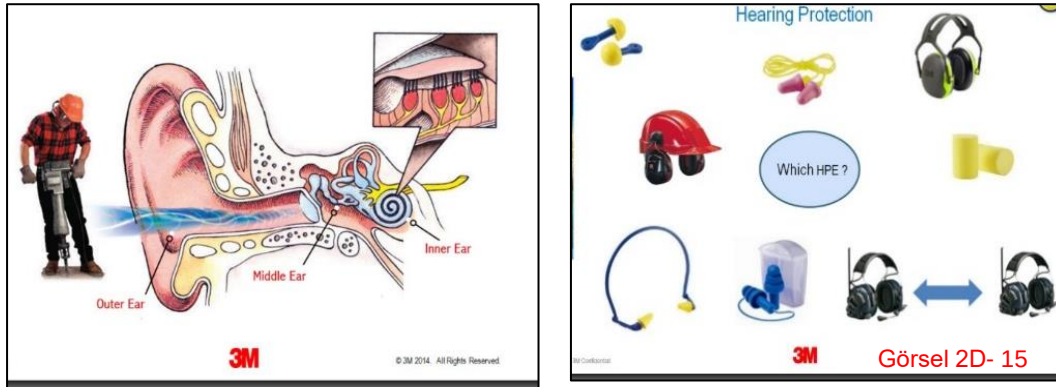
Birinci mekanizma 3.000 Hz altındaki frekanslarda daha iyi fark edilirken, ikinci mekanizma yüksek frekanslarda daha iyi fark edilir, çünkü yüksek frekanslı seslerde baş ses engeli oluşturmaktadır.

Östaki borusu

Burun arkası boşluktan (geniz), orta kulağa uzanan ve orta kulak havalanması sağlayan borudur. Her yutkunma sırasında bu borudan hava geçerek dış kulak kanalı ile orta kulak içi hava basıncı eşit olması sağlanır. Kulak zarı titreşimleri de rahatlar ve üç adet kemikçikler de ses titreşim iletimi rahat bir şekilde yaparlar

Östaki Borusu Tıkanıklığı;

Östaki borusunun iyi çalışmadığı durumlarda ani suya dalmalarda, yükseğe çıkmalarda ve uçaklarda oluşan ortam basıncı değişikliğine uyum sağlanamaz ve basınç eşitlenemez. Zarda içeri çökme ya da dışarı itilme olabilir rahatsızlıklar hissedilir. *Normalde kapalı olan* östaki borusu esneme yutkunma aksırma gibi durumlarda açılır. Yani orta kulak ortam havası basıncındadır. Uçaklarda kulak zarımızda basınç farkından dolayı ağrı hissettiğimizde esneyerek veya burnumuzu kapatarak orta kulak basıncını ayarlarız. Aşağıda aşırı gürültülerde kulak koruma malzemeleri gösterilmiştir. (Görsel 2D- 15)



Kaynaklar, TIBBİ FİZYOLOJİ Guyton ve Hall (Böl: 42, S: 633- 642)

Kaynaklar, SES MÜHENDİSLİĞİ EL KİTABI m. TALBOTTsmith

TEKNİK FİZİK Schmiedel Süs

TIBBİ FİZYOLOJİ Guyton ve Hall (Böl: 55, S: 674- 678)

Bİ FTİBİZYOLOJİ Prof. Dr. Halis KÖYLÜ (Böl:6, S: 135- 144)

PRINCIPLES OF NEURALSCIENNCE Eric R. Kandel- J.H. Schwartz (Böl: 30 S:591- 592)

BİYOMEDİKAL FİZİK Prof. Dr. Gürbüz ÇELEBİ (Böl: 5 S: 162- 168)

[https://Kulak Koruyucuların Seçimi Ve Nitelikleri - Istanbul Vizyon Osgb Is Guvenligi](https://KulakKoruyucularınSeçimiVeNitelikleri-IstanbulVizyonOsgbIsGuvenligi)

INTERNET kaynaklarından alınan (muhtelif resim ve çizimler)

[https://KULAK VE ÖSTAKİ BORUSU ANATOMİSİ - İŞİTME SİSTEMİ \(ent.com.tr\)](https://KULAKVEÖSTAKİBORUSUANATOMİSİ-İŞİTMESİSTEMİ(ent.com.tr))